

KENNAMETAL

PLAN DE GESTION

**12 RUE 8^{EME} REGIMENT D'INFANTERIE
BORDEAUX (33)**

Rapport technique



Siège social

70 rue Pierre Duhem
Pôle d'activités d'Aix-en-Provence
13856 AIX-EN-PROVENCE CEDEX 3
Tél. : +33 (0)4 42 16 65 00 - Fax : +33 (0)4 42 39 78 34
contact@guigues.com

Agence Atlantique

Aéroport Nantes Atlantique
Rue Nungesser et Coli
44860 SAINT AIGNAN DE GRANDLIEU
Tél. : +33 (0)2 40 13 12 00 - Fax : +33 (0)2 40 05 20 62
agence.atlantique@guigues.com

IDENTIFICATION

Type	Référence	Intitulé	Destinataire	Nb pages
Rapport technique	10CT01506 – RT01	Plan de gestion 12 rue 8 ^{ème} régiment d'infanterie Bordeaux (33)	Kennamétal France	

CONTRIBUTION

--

REVISIONS

1	Nov.2010	D. LE BOULANGER		S .DE TAVERNIER		S .DE TAVERNIER	
Rev.	Date	Rédacteur	Visa	Vérificateur	Visa	Approbateur	Visa

Sommaire

1. PRESENTATION DU CONTEXTE	3
1.1 CONTEXTE – SYNTHÈSE DES ÉTUDES ANTERIEURES	3
1.2 OBJECTIF	3
1.3 PRESENTATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	3
2. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES	3
2.1 L'AMÉNAGEMENT DU SITE	3
2.2 SCHEMA CONCEPTUEL	3
2.3 CIBLES RETENUES	3
2.4 SUBSTANCES ET CONCENTRATIONS RETENUES.....	3
2.4.1 Risque par inhalation	3
2.4.2 Risques liés aux sols de surface	3
2.5 PRESENTATION DES PARAMETRES D'EXPOSITION.....	3
2.6 DETERMINATION DE LA QUALITE DES MILIEUX D'EXPOSITION	3
2.6.1 Détermination de la qualité des sols.....	3
2.6.2 Détermination de la qualité de l'air dans la zone d'exposition : approche méthodologique et résultats	3
2.6.3 Concentrations estimées dans l'air ambiant.....	3
2.7 EVALUATION DU RISQUE D'EXPOSITION ASSOCIE.....	3
2.7.1 Caractérisation du risque sanitaire	3
2.7.2 Choix des valeurs Toxicologiques de référence	3
2.7.3 Méthodologie appliquée.....	3
2.7.4 Résultats.....	3
2.8 ANALYSE DES INCERTITUDES	3
2.8.1 Évolution des concentrations en polluant dans le temps.....	3
2.8.2 Choix des concentrations	3
2.8.3 Choix des fréquences et modalités d'exposition.....	3
2.8.4 Typologie du sol.....	3
2.8.5 Choix des valeurs toxicologiques de référence	3
2.8.6 Résultats de l'étude des incertitudes	3
3. BILAN COUT-AVANTAGES	3
3.1 SYNTHÈSE SUR LA CONTAMINATION DU SITE.....	3
3.2 PRESENTATION DES TECHNIQUES DISPONIBLES AVEC LEURS COUTS ASSOCIES.....	3
3.3 SCENARIOS RETENUS POUR LE BILAN COUT-AVANTAGES	3
3.3.1 Scénario 1 : ancien bâtiment et nouveau bâtiment - élimination canalisations et élimination structures enterrées après démantèlement du bâtiment	3
3.3.2 Scénario 2 : ancien bâtiment et nouveau bâtiment - élimination canalisations et élimination structures enterrées après démantèlement du bâtiment – élimination source de contamination centrale du nouveau bâtiment – sondages T7 et T8	3
3.3.3 Scénario 3 : ancien bâtiment - élimination canalisations et élimination structures enterrées et élimination des sols odorants après démantèlement du bâtiment – nouveau bâtiment – élimination canalisation et fosse de collecte - élimination source	

de contamination centrale du nouveau bâtiment – sondages T7 et T8 – travaux effectués après le démantèlement du bâtiment	3
4. PLAN DE GESTION FINAL PROPOSE POUR LE SITE.....	3
4.1 RAPPEL DES ACTIONS DEJA MISES EN PLACE.....	3
4.2 GESTION DU RISQUE LIE A LA CONTAMINATION RESIDUELLE VOLATILE ET A LA CONTAMINATION PAR HYDROCARBURES	3
4.2.1 Actions liés aux risques éventuels.....	3
4.2.2 Actions liés à une amélioration du milieu.....	3
4.2.3 Comparaison entre l'option scénario 2 et l'estimation de SOLER Environnement.....	3
4.3 GESTION DU RISQUE LIE A LA CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES.....	3
5. ANNEXES.....	3

1. PRESENTATION DU CONTEXTE

1.1 CONTEXTE – SYNTHÈSE DES ÉTUDES ANTERIEURES

Dans le cadre de la cessation d'activité de son site situé 12 rue du 8^{ème} régiment d'infanterie à Bordeaux, KENNAMETAL a fait réaliser plusieurs études qui se sont succédées comme suit :

- Étude historique et documentaire et diagnostic initial de sous-sol – GEOTEC – mars 2009 (réf. 2008/7860/BORDX/00 et 01). Les conclusions de ce rapport faisaient apparaître les points suivants :
 - une incertitude sur le réel niveau d'impact des sols de surface par les métaux lourds Ti et W (titane et tungstène).
 - Une présence potentielle d'impact sur les eaux souterraines en aval, exprimée sur la base des résultats d'un seul prélèvement d'eau,
 - La présence d'odeurs à différents endroits sur site dans les remblais de surface en dessous des dalles à proximité d'ouvrages ayant été utilisés dans le process industriel
 - La présence d'une forte teneur en hydrocarbures au droit d'un seul sondage ST-3 implanté dans le bâtiment le plus ancien du site (2 100 mg/kg MS).
- Diagnostic complémentaire des sols, de la nappe et des gaz du sol – GUIGUES Environnement – mai 2009 (réf. 09CT00322). Cette étude a été réalisée à la demande de KENNAMETAL afin de lever le doute sur certains points soulevés dans l'étude de GEOTEC et pour constituer un rapport définitif qui a été transmis au propriétaire du site, et aux autorités afin d'obtenir le récépissé final de cessation d'activités. A l'issue des investigations de cette étude, il a été mis en évidence :
 - L'absence d'impact significatif en hydrocarbures,
 - Des teneurs élevées en titane et tungstène dans les sols, de 0 à 2 m de profondeur,
 - Un impact en mercure dans les sols, avec des teneurs significatives quelques soient les profondeurs. Cet impact ne peut toutefois pas être lié de manière certaine aux installations. Ce métal n'était d'ailleurs pas utilisé sur le site. Il s'agit plus probablement d'une qualité médiocre des remblais,
 - La présence d'un impact en hydrocarbures et métaux lourds (nickel et tungstène) sur la nappe mais uniquement au droit de l'ouvrage central Pz1 installé à côté d'un ouvrage de collecte des effluents industriels (huiles de coupe). Une absence d'impact est constatée dans les ouvrages en aval (PZ-2 et PZ-3).
 - Impact en hydrocarbures dans les gaz du sol au droit du plus ancien bâtiment.

Sur la base de ces résultats, un plan d'actions ciblant la contamination la plus importante a été développé et intégré dans le rapport final transmis aux autorités.

Concernant la situation réglementaire, il convient de rappeler que la société KENNAMETAL exerçait sur site une activité soumise à déclaration sous le régime des installations classées (activité métallurgique).

La société KENNAMETAL avait déjà informé les autorités environnementales de la cessation définitive des activités sur site.

Dans ce contexte de cessation d'activité, la société KENNAMETAL a deux obligations :

- Remettre le site en état afin qu'il ne porte pas d'atteinte à l'environnement
- Remettre le site en état en adéquation avec le dernier usage, à savoir un usage industriel.

Une évaluation préliminaire des données a démontré que l'état du site restait en adéquation avec l'usage industriel. Par rapport à l'atteinte de l'environnement, la société KENNAMETAL avait prévu d'éliminer les hots spots à l'origine des plus fortes teneurs en hydrocarbures totaux et en métaux lourds détectés dans les sols et les gaz du sol. Dans cette approche, il a été indiqué que le démantèlement des bâtiments était une condition nécessaire avant la remise en état.

Suite à ces deux études et à la transmission des deux rapports GEOTEC et GUIGUES Environnement au propriétaire, la société COGEDIM Aquitaine, acquéreur potentiel du site, a fait réaliser un autre diagnostic de sol par la société SOLER Environnement en mars 2010 (réf. 5612.2009). Le propriétaire du site, Monsieur Gaillard a ensuite transmis les résultats de cette étude aux autorités.

Le contexte de cette étude complémentaire est tout autre puisqu'il part du principe d'un redéveloppement résidentiel du site où l'acquéreur du site souhaite que tous les surcoûts du développement résidentiel viennent en minoration du prix d'achat du terrain y inclus ceux liés à la gestion des déblais ne posant pas de risque si laissés en place.

Les conclusions de l'étude de SOLER Environnement sont les suivantes :

- Confirmation de l'impact des remblais par du mercure à certains endroits,
- Présence d'hydrocarbures dans les sols à des teneurs modérées (maximum de 730 mg/kg MS) au droit des sondages réalisés en complément mais détection d'hydrocarbures dans des endroits où l'activité exercée par KENNAMETAL n'incluait pas l'utilisation d'huiles de coupe. Plus spécifiquement, la zone visée est celle des sondages T-7 et T-8 dans le nouveau bâtiment (au sud du site). L'apport de remblais à caractère douteux dans le cadre de la construction de ce bâtiment neuf ne paraît pas exclu.
- Présence de gaz de sols dans l'ancien bâtiment mais dans des teneurs plus faibles pour les BTEX que les teneurs mesurées par GUIGUES Environnement au droit du sondage SG-1 et SG-2. Les teneurs en hydrocarbures volatils sont similaires avec les plus fortes teneurs dans la zone du prélèvement SG-2 (ancien atelier de travail mécanique).
- Impact confirmé sur la nappe par des hydrocarbures et du nickel au droit du piézomètre PZ-1 mais absence d'impact global au droit des piézomètres en aval PZ-4 et PZ-5.

Un impact sur les sols et les gaz du sol a donc été mis en évidence au droit du site lors des différentes phases d'investigations. L'impact sur la nappe est limité à un seul ouvrage installé proche d'un ouvrage enterré maintenant condamné.

La synthèse des impacts constatés est représentée sous forme cartographique en **annexe 2**.

1.2 **OBJECTIF**

Sur la base de ces différentes études, la préfecture de la Gironde (33), après avis de la DREAL représenté par Monsieur Bodin, a transmis un projet d'arrêté préfectoral dont le contenu semble avant tout lié aux seules conclusions du rapport de SOLER Environnement.

A la suite de la réception de ce projet d'arrêté, KENNAMETAL France a exprimé aux autorités le souhait de pouvoir demander des modifications du projet d'arrêté préfectoral ou d'obtenir des clarifications de son contenu et a également sollicité la transmission du rapport de SOLER Environnement jamais communiqué auparavant.

Afin de justifier sa demande de modification du projet d'arrêté, KENNAMETAL a indiqué qu'un nouveau document « plan de gestion » serait préparé. Ce document fait l'objet de l'actuel rapport.

Il reprend en ordre

- Une évaluation quantitative des risques sanitaires visant à démontrer que le maintien des sols en place permet d'assurer la compatibilité des milieux avec l'usage futur du site. Les résultats de cette étude permettront d'orienter les mesures de gestion à appliquer sur le site (mesures correctives ou mesures d'amélioration des milieux).
- Une évaluation coûts-avantages des différentes actions visant une amélioration du milieu et une maîtrise des différentes problématiques identifiées sur site en termes d'impact sur l'environnement en lien avec les activités du site KENNAMETAL.

1.3 **PRESENTATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT**

Le site est situé dans un environnement urbain assez dense dans la périphérie Sud-Ouest de Bordeaux (voir **annexe 1**).

Une présentation détaillée du site, de son environnement à la fois humain et environnemental, de ses activités est donnée dans le rapport de GEOTEC et n'est pas repris dans le cadre de ce rapport.

2. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

2.1 L'AMENAGEMENT DU SITE

Le site est actuellement composé de plusieurs bâtiments à usage industriel. Dans le cadre de la cessation d'activité, la démolition des bâtiments n'est pas encore confirmée. Dans cette étude, nous considérerons donc que les infrastructures seront conservées.

L'usage futur du site peut être amené à évoluer et ne plus être de type industriel, mais de type résidentiel. KENNAMETAL n'a l'obligation légale que de remettre en état le site afin que ce dernier soit compatible avec un usage de même type que celui constaté à ce jour (industriel). Toutefois, dans une démarche sécuritaire, nous étudierons le cas d'un usage futur de type résidentiel avec jardin privatif (sans potager), sans sous-sol.

2.2 SCHEMA CONCEPTUEL

Au vu de la qualité des gaz du sol et l'aménagement du site, un schéma conceptuel a été développé pour l'évaluation des risques sanitaires présentant à la fois les sources de contamination, les voies d'exposition et les cibles identifiées. Il est présenté en **annexe 3**.

Les sources et les voies de transfert retenues sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : liste des sources, voies de transfert et milieux d'exposition retenus

Aménagement / Source	Voie de transfert	Milieux d'exposition
CAS 1 : usage industriel		
Gaz du sol	Dégazage des substances volatiles	Inhalation de gaz (intérieur des locaux, extérieur au droit des parkings)
CAS 2 : usage résidentiel		
gaz du sol	Dégazage des substances volatiles	Inhalation de gaz (intérieur du logement, extérieur au droit du jardin)
Sols de surface	Contact direct	Ingestion accidentelle de sol Inhalation de poussières Contact cutané *

*La circulaire DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 précise qu'en l'absence de VTR spécifique pour la voie cutanée, il n'est pas envisageable de transposer à cette voie les VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire. Les substances prises en compte dans la présente étude ne disposent pas de VTR pour la voie cutanée. Nous ne considérerons donc pas cette voie dans la présente étude.

2.3 CIBLES RETENUES

Les types de population susceptibles d'être impactés par la contamination présente au droit du site ont été déterminés en fonction des aménagements futurs du site.

- CAS 1 : Travailleur : un adulte affecté à la zone de travail implantée au droit des terrains les plus impactés
- CAS 2 : Résidents : un adulte et un enfant sédentaires

2.4 SUBSTANCES ET CONCENTRATIONS RETENUES

Dans le cadre de cette étude, nous considérons le site en l'état, c'est-à-dire sans action de dépollution sur les milieux.

A noter que les substances ne possédant pas de VTR pour les voies d'exposition considérées, n'ont pas été sélectionnées.

2.4.1 Risque par inhalation

Des analyses de sols ont été réalisées. Toutefois, dans une démarche réaliste, nous considérerons les teneurs mesurées dans les gaz du sol, plus représentatives du dégazage des substances volatiles.

Dans une démarche majorante, les concentrations sélectionnées pour l'évaluation des risques sanitaires sont les teneurs maximales mesurées sur l'ensemble du site.

Tableau 2 : Sélection des substances et des concentrations dans les gaz du sol

	n° CAS	concentrations (mg/m ³)
BTEX		
Benzène	71-43-2	0.159
Toluène	108-88-3	0.529
Ethylbenzène	100-41-4	0.065
Xylènes	1330-20-7	0.253
Hydrocarbures totaux (HCT)		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C8	-	1.65
Hydrocarbures aliphatiques C8-C12	-	10.48
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	-	0.51
COHV		
Trichloroéthylène	79-01-6	0.003
métaux volatiles		
mercure volatile	7439-97-6	0.02

2.4.2 Risques liés aux sols de surface

Des analyses ont été réalisées sur les sols à plusieurs profondeurs. Les échantillons de surface sont plus représentatifs de l'état des sols qui seront potentiellement en contact avec les futurs usagers. Nous avons donc sélectionnés les concentrations maximales mesurées sur ces échantillons.

Pour les éléments traces métalliques, seuls ceux dont les teneurs sont supérieures au fond géochimique (gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries) ont été sélectionnées.

Tableau 3 : Sélection des substances et des concentrations dans les sols de surface

	concentrations (mg/kg MS)
	espaces verts
Métaux lourds (mg/kg/MS)	
Cadmium (Cd)	1.9
Cuivre (Cu)	250
Mercure (Hg)	9.3
Nickel (Ni)	76
Plomb (Pb)	84
Zinc (Zn)	110
Hydrocarbures Totaux (mg/kg/MS)	
<i>fraction C12 - C21</i>	110
<i>fraction C21 - C40</i>	1990
aliphatique C12-C16	55
aliphatiques C16-C40	995
aromatiques C12-C21	55
aromatiques C21-C40	995
HAP (mg/kg/MS)	
Acénaphène	0.0664
Anthracène	0.144
Benzo(a)anthracène	0.86
Benzo(a)pyrène	0.709
Benzo(b)fluoranthène	0.952
Benzo(ghi)pérylène	0.476
Benzo(k)fluoranthène	0.432
Chrysène	0.805
Dibenzo(ah)anthracène	0.0775
Fluoranthène	2.29
Indeno(1,2,3-c-d)pyrène	0.498
Phénanthrène	1.31
Pyrène	1.52

Dans les sols de surface, aucune répartition aliphatique/aromatique n'est disponible pour les hydrocarbures. Cette répartition est quant à elle disponible pour les gaz du sol où l'on constate la présence de 96% de coupes aliphatiques et 4% de coupes aromatiques. Dans une démarche majorante, nous appliquerons pour les concentrations en HCT une répartition de 50% d'aliphatiques et 50% d'aromatiques.

2.5 PRESENTATION DES PARAMETRES D'EXPOSITION

Pour chacune des cibles considérées, la durée et la fréquence d'exposition ont été définies selon le code du travail, sur la base d'hypothèses classiquement retenues (INERIS), ainsi qu'à partir de la base de données CIBLEX (ADEME). L'ensemble des paramètres spécifiques à chaque cible est synthétisé dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Paramètres des cibles potentielles

Paramètres	tps de présence (h/jour)	fréquence d'exposition (jour/an)	Durée d'exposition (an)	Poids corporel (kg)	Volume respiré (m ³ /jour)	Quantité de sol ingéré (kg/j)
cibles						
travailleur	8 h/j intérieur 0.5h/j extérieur (parking)	220 j/an	40 ans	70 kg	20 m ³ /jour	0,00005
résident						
enfant	18,42 h/j (intérieur) 1,25 h/j (extérieur)	365 j/an	6 ans	15 kg	16 m ³ /jour	0,00015
adulte	15,37 h/j (intérieur) 0,02 h/j (extérieur)	365 j/an	30 ans	70 kg	20 m ³ /jour	0,00005

Les quantités de sol ingéré pour un adulte et pour un enfant définies dans le tableau ci-dessus proviennent de sources bibliographiques : à partir de nombreuses études, l'INERIS considère une quantité moyenne de 150 mg/j de sol ingéré par un enfant dans un scénario résidentiel, ce qui est majorant mais non aberrant. Pour un adulte, l'INERIS considère une quantité de sol ingéré de 50 mg/j.

2.6 DETERMINATION DE LA QUALITE DES MILIEUX D'EXPOSITION

2.6.1 Détermination de la qualité des sols

La qualité des sols considérés correspond aux concentrations mesurées dans les sols au droit du site. Les concentrations sont précisées au 2.4.2.

2.6.2 Détermination de la qualité de l'air dans la zone d'exposition : approche méthodologique et résultats

2.6.2.1 Modèles utilisés

Les concentrations dans l'air intérieur et extérieur sont calculées à partir des concentrations dans les gaz du sol. Les modèles de calcul les plus adaptés ont été utilisés. Ainsi :

- dégazage à l'extérieur et intérieur du bâtiment : modèle RISC 4. Celui-ci est basé sur le modèle de Johnson et Ettinger pour l'intrusion d'air dans les bâtiments et sur une approche de volatilisation d'un flux vers l'air extérieur dilué par la circulation de l'air ambiant

2.6.2.2 Paramètres utilisés pour le calcul des concentrations dans l'air

Les paramètres utilisés pour le calcul des concentrations dans l'air ambiant, selon le type d'usage futur sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Les sols considérés sont de type sablo-graveleux.

Tableau 5 : CAS 1 : usage industriel : paramètres des modèles RISC 4 liés au dégazage

paramètres	valeur	unité	source informations
Sources			
profondeur de la source sous les espaces extérieur	0.50	m	profondeur des prélèvements de gaz du sol
profondeur de la source sous le bâtiment sans sous-sol	0.50	m	profondeur des prélèvements de gaz du sol
porosité	0.25	cm ³ /cm ³	Valeur proposée par RISC pour les terrains rencontrés (sablo-graveleux)
fraction de carbone organique contenu en eau	0.002	-	Valeur proposée par RISC pour les terrains rencontrés
Perméabilité de la zone non saturée	1.00E-06	cm ²	Valeur proposée par RISC pour les terrains rencontrés
Différence de pression entre les sols sous le bâtiment et l'intérieur du bâtiment	40	g/cm ² .s	Valeur proposée par le modèle de Jonhson et Ettinger
Bâtiment			
hauteur du bâtiment	5.00	m	hauteur sous plafond dans le bâtiment 1 (zone centrale)
superficie du bâtiment	400.00	m ²	caractéristiques de la zone centrale du bâtiment 1 (zone la plus fortement impactée)
Périmètre du bâtiment	80.00	m	idem
volume du bâtiment	2 000.0	m	idem
taux de ventilation	0.5	h ⁻¹	études bibliographiques
épaisseur dalle béton	0.20	m	caractéristique moyenne des bâtiments
Extérieur			
Longueur	132.00	m	Longueur totale des espaces extérieurs (parking)
Hauteur	1.50	m	hauteur moyenne d'un adulte
Vitesse du vent	3.06	m/s	11km/h, d'après données METEO France pour Bordeaux

Tableau 6 : CAS 2 : usage résidentiel : paramètres des modèles RISC 4 liés au dégazage

paramètres	valeur	unité	source informations
Sources			
profondeur de la source sous les espaces extérieur	0.50	m	profondeur des prélèvements de gaz du sol
profondeur de la source sous le bâtiment sans sous-sol	0.50	m	profondeur des prélèvements de gaz du sol
porosité	0.25	cm ³ /cm ³	Valeur proposée par RISC pour les terrains rencontrés (sablo-graveleux)
fraction de carbone organique contenu en eau	0.002	-	Valeur proposée par RISC pour les terrains rencontrés
Perméabilité de la zone non saturée	1.00E-06	cm ²	Valeur proposée par RISC pour les terrains rencontrés
Différence de pression entre les sols sous le bâtiment et l'intérieur du bâtiment	40	g/cm ² .s	Valeur proposée par le modèle de Jonhson et Ettinger
Bâtiment			
hauteur du bâtiment	2.50	m	hauteur sous plafond moyenne d'un logement
superficie du bâtiment	80.00	m ²	caractéristiques moyennes d'un appartement
Périmètre du bâtiment	36.00	m	idem
volume du bâtiment	200.0	m	idem
taux de ventilation	0.5	h ⁻¹	études bibliographiques
épaisseur dalle béton	0.20	m	caractéristique moyenne des bâtiments
Extérieur			
Longueur	10.00	m	Longueur moyenne d'un jardin privatif
Hauteur	1 1.5	m	hauteur moyenne d'un enfant hauteur moyenne d'un adulte
Vitesse du vent	3.06	m/s	11km/h, d'après données METEO France pour Bordeaux

2.6.3 Concentrations estimées dans l'air ambiant

Les concentrations estimées dans l'air ambiant sont présentées dans les tableaux suivants, en fonction des usages futurs du site.

Tableau 7 : CAS 1 – usage industriel : concentrations dans l'air ambiant calculées à partir des mesures des gaz du sol

	n° CAS	concentrations (mg/m ³)	
		intérieur	extérieur
BTEX			
Benzène	71-43-2	2.59E-04	7.09E-06
Toluène	108-88-3	8.63E-04	2.37E-05
Ethylbenzène	100-41-4	9.39E-05	2.47E-06
Xylènes	1330-20-7	3.54E-04	9.23E-06
Hydrocarbures totaux (HCT)			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C8	-	2.94E-03	8.36E-05
Hydrocarbures aliphatiques C8-C12	-	1.87E-02	5.31E-04
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	-	9.10E-04	2.58E-05
COHV			
Trichloroéthylène	79-01-6	4.51E-06	1.20E-07
métaux volatiles			
mercure volatile	7439-97-6	1.39E-05	3.14E-07

Tableau 8 : CAS 2 – usage résidentiel : concentrations dans l'air ambiant calculées à partir des mesures des gaz du sol

	n° CAS	concentrations (mg/m ³)		
		intérieur	extérieur	
			adulte	enfant
BTEX				
Benzène	71-43-2	5.99E-04	5.37E-07	8.05E-07
Toluène	108-88-3	2.00E-03	1.79E-06	2.69E-06
Ethylbenzène	100-41-4	2.14E-04	1.87E-07	2.81E-07
Xylènes	1330-20-7	8.03E-04	7.00E-07	1.05E-06
Hydrocarbures totaux (HCT)				
Hydrocarbures aliphatiques C5-C8	-	6.92E-03	6.33E-06	9.50E-06
Hydrocarbures aliphatiques C8-C12	-	4.39E-02	4.02E-05	6.03E-05
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	-	2.14E-03	1.96E-06	2.94E-06
COHV				
Trichloroéthylène	79-01-6	1.03E-05	9.07E-09	1.36E-08
métaux volatiles				
mercure volatile	7439-97-6	2.95E-05	2.38E-08	3.57E-08

2.7 EVALUATION DU RISQUE D'EXPOSITION ASSOCIE

La présente partie de cette étude consiste à évaluer si la présence de polluants dans le sous-sol peut entraîner des risques sanitaires pour les populations susceptibles d'être présentes sur le site, selon les scénarios définis pour les zones étudiées, en fonction des aménagements projetés.

2.7.1 **Caractérisation du risque sanitaire**

2.7.1.1 Effets sanitaires à seuil

Les effets sanitaires à seuil ou systémiques sont des effets toxiques qui sont susceptibles d'apparaître lorsque la dose retenue par l'organisme devient supérieure à une dose spécifique. Ils sont donc caractérisés par comparaison des apports estimés des substances potentiellement polluantes avec une dose dite de référence ou valeur toxicologique de référence (VTR). La VTR est, par définition, une évaluation du niveau d'exposition quotidien acceptable pour la population humaine au cours d'une vie.

C'est la raison pour laquelle les effets toxiques potentiels d'une exposition donnée à cet élément justifient une action corrective si l'apport quotidien chronique estimé dépasse la VTR. Parmi les doses de référence, on distingue : les doses administrées, correspondant à la quantité reçue par l'organisme, les doses absorbées, correspondant à la quantité effectivement absorbée par l'organisme (et donc inférieure ou égale à la dose administrée, une partie de cette dernière étant rejetée) et les concentrations de référence. Pour la voie respiratoire, la dose de référence est assimilée à une concentration dans l'air.

Un rapport de l'apport quotidien chronique à la VTR chronique est référencé sous le nom de quotient de danger (QD) :

$$QD = DJE / VTR \text{ pour l'ingestion de sol}$$

$$QD = CI / VTR \text{ pour l'inhalation de gaz}$$

Le seuil par défaut à ne pas dépasser pour le quotient de danger (QD), associé à une seule substance, a été défini à 1 par l'US-EPA. En première approche, on considèrera pour l'évaluation du risque la somme des QD de chaque substance.

Risque non cancérigène acceptable si $\Sigma QD < 1$

Le rapport de quotient de danger ne constitue pas une probabilité statistique; un rapport de 0,01 ne signifie pas qu'il y ait une chance sur cent que l'effet se manifeste. En fait, un rapport de quotient de risque supérieur à 1 indique que le « seuil » de cette substance est dépassé.

2.7.1.2 Effets sanitaires sans seuil

Les substances cancérigènes se caractérisent par ce type d'effets.

L'effet cancérigène implique que, quel que soit le niveau d'exposition, la substance est susceptible d'induire un effet. Il y a donc risque dès la première dose d'exposition – on parle dans ce cas d'effet sans seuil.

La relation entre le niveau d'exposition chez l'homme et la probabilité de développer un effet est exprimée par l'excès de risque unitaire (ERU).

L'ERU représente la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de contracter un cancer s'il est exposé toute sa vie à une unité de dose toxique.

L'ERU multiplié par la Concentration Inhalée (CI) pour l'inhalation ou la Dose Journalière d'Exposition (DJE) permet de déduire un Excès de Risque Individuel (ERI), qui représente la probabilité que l'individu a de développer l'effet (cancer) associé à la substance, pendant toute sa vie, du fait de l'exposition considérée.

Pour l'inhalation : $ERI = CI \times ERU_i$

Pour l'Ingestion : $ERI = DJE \times ERU_i$

L'ERI est calculé pour chaque substance. En première approche, on considèrera pour l'évaluation du risque la somme des ERI ainsi calculées.

Cette valeur d'ERI globale est à comparer à un niveau de risque acceptable généralement compris entre 10^{-4} et 10^{-6} . Un risque de 10^{-5} signifie l'apparition d'un cas de cancer supplémentaire dû à l'exposition à la substance, dans une population de 100 000 personnes exposées, en plus du risque de base.

La circulaire de février 2007, relative à la gestion des sites et sols pollués, indique que **le niveau de risque acceptable correspond à un ERI inférieur à la valeur de 10^{-5} .**

Risque cancérigène acceptable si $\sum ERI < 10^{-5}$

2.7.2 Choix des valeurs Toxicologiques de référence

Les valeurs de ces paramètres sont recherchées sur les bases de données reconnues à l'échelle nationale et internationale.

Ainsi, différents organismes publics fournissent ces données :

- US-EPA : agence gouvernementale américaine pour la protection de l'environnement)
- ATSDR (organisme public américain)
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé) / IPCS (International Program on Chemical Safety)
- Health Canada (agence gouvernementale canadienne pour la santé des personnes)
- RIVM (agence gouvernementale néerlandaise pour la protection de l'environnement)
- OEHHA, définissant à l'échelle de l'état de Californie les VTR

Les bases de données suivantes sont également consultées :

- INERIS : Synthèse dans les fiches toxicologiques
- INRS : Valeurs limites d'exposition professionnelle
- TPHCWG (total petroleum hydrocarbon criteria working group)

A partir de l'ensemble des données toxicologiques disponibles, il convient de choisir *la valeur toxicologique de référence (VTR) et de la replacer dans un contexte de santé publique*. Pour cela, des critères de choix ont été définis dans les guides publiés par l'INERIS « *Méthode d'évaluation des effets sur la santé dans l'étude d'impact des installations classées* » (version 3 – novembre 2001) et par l'Institut de Veille Sanitaire « *Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact* » (février 2000) mais également dans la *circulaire n°2006-234 du 30 mai 2006 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluation des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact*.

Bien que ces guides soient destinés aux études d'impact des installations classées, les recommandations s'appliquent à l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires puisque la méthodologie et la nature des données utilisées sont identiques.

Les critères de sélection des VTR définis par la circulaire n°2006-234 du 30 mai 2006 sont de choisir la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée, en respectant la hiérarchisation suivante :

- Pour les substances à effet avec seuil : successivement US EPA, puis ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM, OEHHA.
- Pour les substances à effet sans seuil : US EPA, puis OMS/IPCS, RIVM, OEHHA.

Les VTR des substances considérées sont présentées dans le tableau suivant.

Plan de gestion

Tableau 9 : Valeurs toxicologiques de référence retenues

n° cas	EFFETS AVEC SEUILS				EFFETS SANS SEUILS				
	VTR Inhalation mg/m ³	source	VTR Ingestion mg/Kg/j	source	VTR Inhalation (mg/m ³) ⁻¹	source	VTR Ingestion (mg/kg/j) ⁻¹	source	
BTEX									
Benzène	71-43-2	0.03	USEPA	0.004	USEPA	0.0078	USEPA	0.055	USEPA
Toluène	108-88-3	5	USEPA	0.08	USEPA	nd	-	nd	-
Ethylbenzène	100-41-4	1	USEPA	0.1	USEPA	2.50E-03	OEHHA	nd	-
Xylènes	1330-20-7	0.1	USEPA	0.2	USEPA	nd	-	nd	-
Mésitylène (1,3,5-triméthylbenzène)	108-67-8	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
Pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène)	95-63-6	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
Ethyltoluène	25550-14-5	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
HCT									
aromatique C7-C8	-	0.4	RIVM / TPHCWG	0.2	RIVM / TPHCWG	nd	RIVM / TPHCWG	nd	RIVM / TPHCWG
aromatique C8-C10	-	0.2	RIVM / TPHCWG	0.04	RIVM / TPHCWG	nd	RIVM / TPHCWG	nd	RIVM / TPHCWG
aromatique C12-C16	-	0.2	RIVM / TPHCWG	0.04	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
aromatique C16-C40	-	nd	-	0.03	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C5-C6	-	18.4	RIVM / TPHCWG	2	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C6-C8	-	18.4	RIVM / TPHCWG	2	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C8-C10	-	1	RIVM / TPHCWG	0.1	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C10-C12	-	1	RIVM / TPHCWG	0.1	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C12-C16	-	1	RIVM / TPHCWG	0.1	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
Aliphatiques C16-C40	-	nd	-	2	RIVM / TPHCWG	nd	-	nd	-
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)									
Acénaphthène	83-32-9	nd	-	0.06	USEPA	nd	-	0.0002	RIVM
Acénaphthylène	208-96-8	nd	-	nd	-	nd	-	0.002	RIVM
Anthracène	120-12-7	nd	-	0.3	USEPA	nd	-	nd	-
Benzo(a)anthracène	56-55-3	nd	-	nd	-	0.11	OEHHA	0.02	RIVM
Benzo(a)pyrène	50-32-8	nd	-	nd	-	1.1	OEHHA	7.3	USEPA
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	nd	-	nd	-	0.11	OEHHA	0.02	RIVM
Benzo(ghi)pérylène	191-24-2	nd	-	0.03	RIVM	nd	-	nd	-
Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	nd	-	nd	-	0.11	OEHHA	0.02	RIVM
Chrysène	218-01-9	nd	-	nd	-	0.011	OEHHA	0.002	RIVM
Dibenzo(ah)anthracène	53-70-3	nd	-	nd	-	1.2	OEHHA	0.2	RIVM
Fluoranthène	206-44-0	nd	-	0.04	USEPA	nd	-	0.002	RIVM
Fluorène	86-73-7	nd	-	0.04	USEPA	nd	-	nd	-
Indéno(123-cd)pyrène	193-39-5	nd	-	nd	-	0.11	OEHHA	0.02	RIVM
Naphtalène	91-20-3	0.003	USEPA	0.02	USEPA	0.034	OEHHA	0.12	OEHHA
Phénanthrène	85-01-8	nd	-	0.04	RIVM	nd	-	nd	-
Pyrène	129-00-0	nd	-	0.03	USEPA	nd	-	0.0002	RIVM
METAUX									
Cadmium (Cd)	7440-43-9	0.00001	ATSDR	0.001	USEPA	1.8	USEPA	0.38	OEHHA
Chrome (Cr)	7440-47-3	nd	-	1.5	USEPA	nd	-	nd	-
Cuivre (Cu)	7440-50-8	0.001	RIVM	0.14	RIVM	nd	-	nd	-
Mercure (Hg)	7439-97-6	0.0003	USEPA	0.001	USEPA	nd	-	nd	-
nickel (Ni)	7440-02-0	0.00009	ATSDR	0.012	OMS	0.26	OEHHA	nd	-
Plomb (Pb)	7439-92-1	nd	-	0.00357	OMS/RIVM	0.012	OEHHA	0.0085	OEHHA
Titane (Ti)	7440-32-6	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
Tungstène (W)	7440-33-7	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
Zinc (Zn)	7440-66-6	nd	-	0.3	USEPA	nd	-	nd	-
COHV									
Trichloroéthylène	79-01-6	0.6	OEHHA	nd	-	0.00043	OMS	0.013	OEHHA

nd : non défini

2.7.3 Méthodologie appliquée

2.7.3.1 Exposition par ingestion : calcul de la dose journalière d'exposition (DJE)

La dose journalière d'exposition (DJE) par ingestion de sol est calculée selon la formule suivante :

$$DJE_{sol- ingestion} = \frac{C_{sol} \cdot Q_{sol-ingéré} \cdot T \cdot F}{P \cdot T_m}$$

Avec :

C_{sol} = concentration dans les sols de surface (mg/kg)

$Q_{sol-ingéré}$ = quantité de sol ingéré (kg/j)

P = poids de la cible considérée (kg)

2.7.3.2 Exposition par inhalation : calcul de la concentration inhalée (CI)

La concentration inhalée pour chaque substance est calculée selon la formule suivante :

$$CI = \frac{[(C_{air-extérieur} \cdot t_{extérieur}) + (C_{air-intérieur} \cdot t_{intérieur})] \cdot T \cdot F}{T_m}$$

où :

$t_{extérieur}, t_{intérieur}$ = fraction quotidienne de temps passé dans les différents lieux (intérieur bâtiment, extérieur,...)

$C_{air-extérieur}, C_{air-intérieur}, C_{air-sous-sol}$ = concentration de la substance dans l'air des différents milieux (intérieur bâtiment, extérieur,...).

F : fréquence d'exposition

2.7.3.3 Paramètres communs aux voies d'exposition considérées

➤ Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (T_m)

Pour les substances non cancérogènes :

T_m est égale à la durée d'exposition T , mais exprimée en jours. On considère en effet que dès que la cible n'est plus exposée, il n'y a plus de risque.

Dans ce cas,

pour un travailleur $T_m = 40 \times 365 = 14\ 600$ jours.

pour un adulte « résident » $T_m = 30 \times 365 = 10\ 950$ jours

pour un enfant $T_m = 6 \times 365 = 2\ 190$ jours

Pour les substances cancérogènes :

T_m est égale à la durée de vie, prise conventionnellement à 70 ans par de nombreux organismes, soit $70 \times 365 = 25\ 550$ jours.

2.7.4 Résultats

Les résultats du risque sont présentés ci-après pour les différents scénarii. Les fichiers de calcul sont quant à eux joints en **annexe 4**.

Tableau 10 : résultats du risque

	CAS 1 : usage industriel		CAS 2 : usage résidentiel			
	Adulte / travailleur		Adulte / résident		enfant / résident	
	QD	ERI	QD	ERI	QD	ERI
Inhalation de gaz	0.0165	2.60E-07	0.117	1.43E-06	0.140	3.43E-07
Ingestion accidentelle de sols	-	-	0.05640	2.05E-06	0.78962	5.73E-06
inhalation de poussières	-	-	0.00002	6.20E-10	0.00003	2.20E-10
TOTAL	0.0165	2.60E-07	0.173	3.48E-06	0.929	6.08E-06

Les risques sanitaires sont acceptables tant pour un usage industriel que pour un usage résidentiel.

Notons que pour un résident, ce sont les voies liées aux sols de surface qui sont majoritaires dans le résultat du calcul de risque pour des enfants. On constate également que ce sont les hydrocarbures (principalement les coupes aromatiques C21-C35) qui sont traceurs du risque.

Les résultats montrent donc que le maintien des sols sur place est compatible avec un usage industriel et même avec un usage résidentiel.

2.8 ANALYSE DES INCERTITUDES

La quantification des risques sanitaires nécessite de choisir des hypothèses et d'intégrer un certain nombre de paramètres, mesurés ou évalués à partir de données issues de mesures sur site, en laboratoire ou provenant d'une recherche bibliographique, et sur lesquels porte une incertitude plus ou moins grande. De ce fait, l'évaluation des incertitudes permet d'évaluer qualitativement et quantitativement « l'erreur » induite par les choix effectués.

Le résultat de l'approche de risque présentée ci-dessus pour l'exposition aux polluants restant en place peut faire l'objet d'une évaluation des incertitudes par rapport à la possibilité de variabilité du niveau de risque obtenu.

Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de ce degré d'incertitude :

- Sélection des milieux contaminés à la source (sol, air) ;
- Choix des fréquences et modalités d'exposition ;
- Effet des valeurs de référence toxicologiques sur le degré de risque calculé.

2.8.1 Évolution des concentrations en polluant dans le temps

Pour le scénario risque par inhalation, les calculs de risques ont été réalisés en considérant les sources de pollution stables dans le temps. Le sous-sol constitue alors une source d'émission de gaz tout à fait constante et infinie. Ainsi, aucune dégradation chimique ou biologique ni aucune diminution dans le temps des concentrations en polluants organiques au sein des sources n'a été modélisée. Il s'agit d'une démarche majorante.

2.8.2 Choix des concentrations

Nous avons sélectionné les concentrations maximales détectées sur l'ensemble du site. Il s'agit d'une démarche sécuritaire.

2.8.3 Choix des fréquences et modalités d'exposition

Les fréquences d'exposition journalières ont été définies à partir de bases de données reconnues (INERIS, CIBLEX de l'ADEME) ainsi qu'à partir du code du travail. Il s'agit donc de paramètres réalistes.

2.8.4 Typologie du sol

Dans le cadre de cette analyse des risques sanitaires, la typologie du sol retenue correspondait à un sol sablo-graveleux. Ce choix s'inscrit dans une démarche réaliste.

2.8.5 Choix des valeurs toxicologiques de référence

La sélection des VTR a été réalisée sur la base de critères jugés pertinents dans la circulaire du 30 mai 2006 de la Direction Générale de la Santé.

2.8.6 Résultats de l'étude des incertitudes

L'analyse des incertitudes a mis en évidence que les calculs de risque sont fiables.

3. BILAN COUT-AVANTAGES

Conformément à la méthodologie des circulaires du 8 février 2007, le bilan coûts-avantages a pour objectif de sélectionner la ou les combinaisons d'options de réhabilitation qui permettent dans une enveloppe de budget raisonnable de :

1. En priorité, réduire durablement la source de dégradation de la qualité des sols et/ou des eaux souterraines
2. En second lieu, de supprimer les voies de transfert des polluants vers les récepteurs.

3.1 SYNTHESE SUR LA CONTAMINATION DU SITE

Le tableau ci-après présente une synthèse des investigations réalisées sur site en termes d'impact.

Tableau 10 : Synthèse de la contamination

Localisation sur site et source primaire de la contamination	Sondages concernés	Impact constaté sur les sols	Impact constaté sur les gaz du sol	Impact constaté sur les eaux souterraines
Ancien bâtiment - Canalisations d'évacuation des huiles de coupe et réservoirs de stockage des huiles de coupe	ST-14, ST-3, sondage gaz SG-1, SG-2, T-3, PG-B,	- Impact en hydrocarbures au delà du seuil de 500 mg/kg très localisé et lié aux canalisations et aux réservoirs - présence plus élevée des teneurs en Ti, Tungstène, incertitude sur le lien entre l'impact par le mercure et l'activité du site (aucune utilisation du mercure – problème de remblais ?) - présence d'odeur sur l'ensemble des sondages	- Présence de gaz dans le sous-sol (Hydrocarbures aliphatiques et traces de BTEX) - absence de risque par inhalation sans action sur la source	Impact très localisé dans un seul endroit à coté d'un réservoir de stockage – piézo PZ-1
Ancien bâtiment - Ateliers de travail mécanique hors zones de passage de canalisations	T1, PG-A, T-5, PG-C,	- Absence d'impact par hydrocarbures et métaux lourds - indices très faibles d'impact en termes d'odeurs	- Présence de gaz du sol mais teneurs plus faibles - migration de gaz du sol en dessous de la dalle du bâtiment ?	
Nouveau bâtiment - Canalisations d'évacuation des huiles de coupe et réservoirs de stockage des huiles de coupe	ST-7, ST-8, ST-9 et ST-10	- Impact constaté pour les hydrocarbures au droit du sondage ST-9 (point de collecte) - impact pour le titane et le tungstène au droit des sondages ST-9 et ST-10 - présence d'odeurs au droit des sondages ST-9 et ST-10 - absence d'impact pour le mercure	Aucune mesure de gaz des sols	Absence d'impact sur le piézomètre PZ-3
Nouveau bâtiment – investigations en dehors de la zone de présence de installations de KENNAMETAL et de présence de canalisations	Sondages T7 et T8	- Impact constaté pour les hydrocarbures et le mercure - impact par hydrocarbures en surface – impact par métaux lourds (Hg et As) en surface et en profondeur - lien entre la contamination par hydrocarbures et par métaux lourds et l'activité du site peu probable – amenée de remblais suspects lors de la construction du bâtiment neuf	Aucune mesure de gaz des sols	Absence d'impact sur le piézomètre PZ-3 et PZ-5

3.2 PRESENTATION DES TECHNIQUES DISPONIBLES AVEC LEURS COUTS ASSOCIES

Au vu de la typologie de la contamination et du futur projet d'aménagement, seule l'option excavation des sources de contamination avec tri et détermination des périmètres d'excavation sur la base des résultats analytiques disponibles, suivi de l'élimination hors site des terres peut être retenue.

Pour l'élimination des terres hors site, il y a deux possibilités :

- Traitement en biocentre
- Traitement par désorption thermique

Seule l'option traitement en biocentre a été retenue pour le bilan coûts-avantages développé ci-après.

3.3 SCENARIOS RETENUS POUR LE BILAN COUT-AVANTAGES

Le tableau ci-dessus permet de formuler les conclusions suivantes :

- l'impact des activités historiques sur la qualité des sols est démontré mais est jugé pourtant faible à l'exception de la problématique du tungstène et quelques autres métaux lourds. En effet, les teneurs en contamination organique dans les sols restent faibles malgré les indices organoleptiques et la forte teneur en hydrocarbures de 2100 mg/kg mise en évidence par GEOTEC au droit d'un des sondages (ST-3 ; ancien bâtiment) mais qui n'a pas été confirmée.
- malgré la présence de ces éléments dans les sols, on constate l'absence de transfert de contamination dissoute vers les piézomètres installés en bordure de site. Par contre, l'impact constaté par GEOTEC sur les eaux souterraines échantillonnées à proximité d'une ancienne fosse de collecte des effluents est confirmé (hydrocarbures dissous, tungstène, Nickel)
- les odeurs constatées dans les sols sont confirmées par les mesures en gaz du sol ; par contre, les résultats de l'EQRS ont permis de conclure à une compatibilité de ces teneurs pour un usage du site de type industriel, ainsi que pour un usage résidentiel.

Au vu de ces éléments, les scénarios suivants sont retenus pour le bilan coût-avantages.

- Scénario 1 :
 - o ancien bâtiment : élimination des canalisations et élimination des structures enterrées après démantèlement du bâtiment
 - o nouveau bâtiment élimination de la source ST-9 / ST 10 le long de la canalisation
- Scénario 2 :
 - o ancien bâtiment : élimination des canalisations et élimination des structures enterrées après démantèlement du bâtiment
 - o nouveau bâtiment : élimination de la source ST-9 / ST 10 le long de la canalisation et élimination de la source T7 – T8

- Scénario 3 :

- ancien bâtiment : élimination des canalisations et élimination des structures enterrées après démantèlement du bâtiment – élimination des sols sur une plus grande superficie par rapport au scénario 2.
- nouveau bâtiment : élimination de la source ST-9 / ST 10 le long de la canalisation et élimination de la source T7 – T8

Aucune action n'est prise en considération au niveau de la nappe.

Tous les scénarios sont partis de l'hypothèse que le démantèlement des bâtiments, y inclus les dalles en dehors des zones de passage des canalisations et de présence des structures enterrées, est pris en charge par l'aménageur du site.

3.3.1 Scénario 1 : ancien bâtiment et nouveau bâtiment - élimination canalisations et élimination structures enterrées après démantèlement du bâtiment

Ce scénario n'intègre pas la configuration actuelle du site mais part du principe que les bâtiments ont été démantelés. Cette hypothèse permet de faciliter le curage des zones autour des canalisations et d'avoir facilement accès aux zones contaminées et aux zones d'emplacement des anciennes fosses de collecte des huiles de coupe.

Il est nécessaire de mettre en place les actions suivantes :

- Excavation / remblaiement ; cette opération sera facile à mener dès lors que le bâtiment sera démantelé.
- Evacuation des sols vers une filière adaptée, à priori un biocentre avec valorisation des terres en CET II comme remblai

Un chiffrage approximatif d'une telle opération est disponible dans le tableau page suivante. Ce chiffrage est réalisé avec des ordres de grandeur de prix associés à chaque tâche et ne consiste pas en une étude préalable réelle pour cette opération. Elle tient compte d'une excavation ciblée et limitée en surface (192 m² dans le vieux bâtiment et 135 m² dans le nouveau bâtiment) et en volume (1,5 m de profondeur en moyenne) (voir figure 1 en **annexe 5**).

Tableau 11 : Chiffrage approximatif du scenario 1

Tâche	Durée ou quantité	Prix (€HT)	Prix total (€ HT)
Préparation du chantier			
Installation d'une base vie - Installation aire de stockage - Demandes de CAP (certificats d'acceptation préalables)	2 semaines		5 000
Démolition dalle béton			
Amenée / repli d'une pelle mécanique – chargeur	/	/	1 500
Découpe de la dalle à la scie - pré-concassage 0-100 mm de la dalle béton au BRH – regroupement du béton sur zone de stockage sur site	327 m ²	40 Euros/m ²	13 080
Transport et évacuation en CET3	75 tonnes	30 € la tonne	2 250
Terrassements			
Terrassement à la pelle mécanique des 425 m ³ de remblais présents de 0,15 à 1,5 m de profondeur au droit de la zone délimitée, soit 765 tonnes environ, à une cadence de 200 tonnes par jour	4 jours	1 000 € jour	4 000
Mise en stockage temporaire des 425 m ³ de remblais – chargeur	4 jours	500 € jour	2 000
Evacuation vers un centre de stockage type biocentre des terres	765 tonnes	85 € la tonne environ	65 025
Remblaiements			
Achat des remblais sains (matériaux non compactés)	765 tonnes	10 € la tonne	7 650
Remblaiement avec remblais sains à une cadence de 250 tonnes par jour	4 jours	1 000 € jour	4 000
Compactage	4 jours	400 € jour	1 600
Total des travaux			106 105 €HT
Suivi environnemental de l'opération / analyses de réception de la fouille/organisation chantier	/	/	11 000 €HT

Le coût global du scénario 1 serait de 106 KEuros environ, coût de surveillance et analyses de vérification non incluses. En cas de non-nécessité de non-remblaiement des zones excavées (site en réaménagement), le cout serait diminué d'environ 13 000 Euros.

Avantages :

- le choix permet d'enlever une partie de la source de contamination (présence d'odeurs reliées à la présence de COV) et d'éliminer les canalisations dans l'ancien bâtiment et le nouveau bâtiment
- Il tient compte du fait que les excavations ciblées permettront de résorber les zones avec les plus fortes teneurs en gaz du sol et de réduire ainsi fortement le risque pourtant déjà acceptable

Inconvénients :

- l'élimination des sols odorants ne se fera que d'une manière partielle dans l'ancien bâtiment
- ce scénario part du principe de la prise en compte de la contamination dans le nouveau bâtiment le long des canalisations par la société KENNAMETAL. De ce fait, cette approche n'intègre pas l'observation que la configuration du bâtiment nouveau très récent n'a pas été adaptée à l'usage que la société KENNAMETAL avait envisagé (d'où rapide dégradation du milieu le long des canalisations)
- Il ne prévoit pas l'élimination de la source T-7 et T8 sur la base du fait que la nature des activités de la société KENNAMETAL ne semble pas être à l'origine de cette contamination : l'évaluation tient donc compte du fait qu'une partie de la contamination par hydrocarbures est probablement liée à la présence de remblais douteux (T7 – T8)

Remarque spécifique

- Le projet d'aménagement du site étant de toute façon basé sur l'excavation de plusieurs zones pour la construction d'immeubles, le seul surcoût lié éventuellement à la différence de coût entre un stockage en CSDI et un biocentre devrait être à la charge du dernier exploitant : ce calcul n'est toujours pas possible pour le moment. Potentiellement, le surcoût global de l'opération de dépollution pourra se limiter au seul envoi des terres en ISDND (biocentre). Cela représente un surcoût d'environ 60 Euros par tonne. **Le surcoût serait alors uniquement de 45 900 Euros pour ce scénario 1.**

3.3.2 Scénario 2 : ancien bâtiment et nouveau bâtiment - élimination canalisations et élimination structures enterrées après démantèlement du bâtiment – élimination source de contamination centrale du nouveau bâtiment – sondages T7 et T8

Ce scénario n'intègre plus la configuration actuelle du site. Il est alors nécessaire de mettre en place les actions suivantes :

- Excavation / remblaiement ; cette opération est plus facile à mener parce que les structures de bâtiment auront été démantelées y inclus éventuellement les dalles de protection de sol
- Evacuation des sols vers une filière adaptée, à priori un biocentre avec valorisation des terres en CET II comme remblai

Un chiffrage approximatif d'une telle opération est disponible dans le tableau page suivante.

Ce chiffrage est réalisé avec des ordres de grandeur de prix associés à chaque tâche et ne consiste pas en une étude préalable réelle pour cette opération. Elle tient compte d'une excavation le long des canalisations (scénario 1) et d'une excavation dans la partie centrale du nouveau bâtiment (voir figure 2 en **annexe 5**).

- Canalisations : excavation ciblée et limitée en surface (192 m² dans le vieux bâtiment et 135 m² dans le nouveau bâtiment) et en volume (1,5 m de profondeur en moyenne)
- Partie centrale du nouveau bâtiment : excavation ciblée (172 m²) sur une profondeur limitée (1 m)

Le chiffrage tient compte d'une prolongation du chantier avec 1 semaine de plus et d'un plus grand volume de terres à gérer.

Tableau 12 : Chiffrage approximatif du scenario 2

Tâche	Durée ou quantité	Prix (€HT)	Prix total (€HT)
Préparation du chantier			
Installation d'une base vie - Installation aire de stockage - Demandes de CAP (certificats d'acceptation préalables)	3 semaines		6 500
Démolition dalle béton			
Amenée / repli d'une pelle mécanique – chargeur	/	/	1 500
Découpe de la dalle à la scie - pré-concassage 0-100 mm de la dalle béton au BRH – regroupement du béton sur zone de stockage sur site	500 m ²	40 Euros/m ²	20 000
Transport et évacuation en CET3	150 tonnes	30 € la tonne	4 500
Terrassements			
Terrassement à la pelle mécanique des 560 m ³ de remblais présents de 0 à 1 ou 1,5 m de profondeur au droit de la zone délimitée, soit 1000 tonnes environ, à une cadence de 200 tonnes par jour	5 jours	1 000 € jour	5 000
Mise en stockage temporaire des 560 m ³ de remblais – chargeur	5 jours	500 € jour	2 500
Evacuation vers un centre de stockage type biocentre des terres	1 000 tonnes	85 € la tonne environ	85 000
Remblaiements			
Achat des remblais sains (matériaux non compactés)	1 000 tonnes	15 € la tonne	15 000
Remblaiement avec remblais sains à une cadence de 250 tonnes par jour	5 jours	1 000 € jour	5 000
compactage	5 jours	400 € jour	2 000
Total des travaux			147 000 €HT
Suivi environnemental de l'opération / analyses de réception de la fouille/organisation chantier	/	/	18 000 €HT

Le coût global du scénario 2 serait de 147 KEuros environ, coût de surveillance et d'analyses de vérification non incluses. En cas de non-nécessité de remblaiement des zones excavées (site en réaménagement), le cout serait diminué d'environ 22 000 Euros.

Avantages :

- le choix permet d'enlever une partie de la source de contamination (présence d'odeurs reliées à la présence de COV) dans l'ancien bâtiment. Il tient compte du fait que les excavations ciblées permettront de résorber les zones avec les plus fortes teneurs en gaz du sol et de réduire ainsi fortement le risque pourtant déjà acceptable
- Il permet d'éliminer les canalisations dans l'ancien bâtiment et le nouveau bâtiment
- Il permet de gérer les dépassements du seuil de 500 mg/kg MS en HCT et élimine quasi partout les plus fortes teneurs en mercure dans les sols de surface. A priori, les teneurs en mercure dans les sols excavées sont compatibles avec leur admissibilité dans un biocentre.

Inconvénients :

- La mise en place du scénario 2 dans sa totalité n'est qu'en principe que nécessaire lorsqu'une opération de valorisation du site est envisagée à titre d'un autre usage. La valorisation financière du terrain n'incombe pas au dernier exploitant mais qu'au propriétaire du site, d'ailleurs premier exploitant sur site.
- La réhabilitation va plus loin que la stricte élimination des problématiques liées aux canalisations et aux fosses de collecte.

- Le projet intègre le nouveau bâtiment et sa problématique de contamination le long des canalisations et à proximité de la fosse de collecte ainsi que la partie centrale du nouveau bâtiment. Il ne tient donc pas compte du fait que la configuration du bâtiment très récent n'a pas été adaptée à l'usage que la société KENNAMETAL avait envisagé avec, comme conséquence, une rapide dégradation du milieu le long des canalisations. Il ne tient pas compte du fait que les caractéristiques des sols en dessous de ce nouveau bâtiment dans la partie centrale peuvent être indicatrices de remblais déjà contaminés avant le début des activités ou amenés sur site pour la construction du bâtiment. On peut donc conclure que dans le cadre de ce scénario, la société KENNAMETAL est considérée comme seul responsable de la contamination en dessous du nouveau bâtiment, ce qui n'est finalement pas avéré ou tout du moins pas certain.

Remarque spécifique

- Le projet d'aménagement du site étant de toute façon basé sur l'excavation de plusieurs zones pour la construction d'immeubles, le seul surcoût lié éventuellement à la différence de coût entre un stockage en CSDI et un biocentre devrait être à la charge du dernier exploitant : ce calcul n'est toujours pas possible pour le moment. Potentiellement, le surcoût global de l'opération de dépollution pourra se limiter au seul envoi des terres en ISDND (biocentre). Cela représente un surcoût d'environ 60 Euros par tonne. **Le surcoût serait alors uniquement de 60 000 Euros pour ce scénario 2.**

3.3.3 Scénario 3 : ancien bâtiment - élimination canalisations et élimination structures enterrées et élimination des sols odorants après démantèlement du bâtiment – nouveau bâtiment – élimination canalisation et fosse de collecte - élimination source de contamination centrale du nouveau bâtiment – sondages T7 et T8 – travaux effectués après le démantèlement du bâtiment

Ce scénario n'intègre plus la configuration actuelle du site. Il est alors nécessaire de mettre en place les actions suivantes :

- Excavation / remblaiement ; cette opération est plus facile à mener parce que les structures de bâtiment auront été démantelées y inclus éventuellement les dalles de protection de sol
- Evacuation des sols vers une filière adaptée, à priori un biocentre avec valorisation des terres en CET II comme remblai

Un chiffrage approximatif d'une telle opération est disponible dans le tableau page suivante.

Ce chiffrage est réalisé avec des ordres de grandeur de prix associés à chaque tâche et ne consiste pas en une étude préalable réelle pour cette opération. Elle tient compte d'une excavation le long des canalisations (scénario 1) et d'une excavation dans la partie centrale du nouveau bâtiment (voir figure 3 en **annexe 5**).

- Canalisations : excavation ciblée et limitée en surface (192 m² dans le vieux bâtiment et 135 m² dans le nouveau bâtiment) et en volume (1,5 m de profondeur en moyenne)
- Elargissement de la zone de fouille dans le nouveau bâtiment sur une superficie complémentaire de 100 m² (excavation sur 1,5 m de profondeur en moyenne)
- Partie centrale du nouveau bâtiment : excavation ciblée (172 m²) sur une profondeur limitée (1 m)

Le chiffrage tient compte d'une prolongation du chantier avec 2 semaines de plus par rapport au scénario 1 et d'un plus grand volume de terres à gérer.

Tableau 13 : Chiffrage approximatif du scenario 3

Tâche	Durée ou quantité	Prix (€HT)	Prix total (€HT)
Préparation du chantier			
Installation d'une base vie - Installation aire de stockage - Demandes de CAP (certificats d'acceptation préalables)	4 semaines		7 500
Démolition dalle béton			
Amenée / repli d'une pelle mécanique – chargeur	/	/	1 500
Découpe de la dalle à la scie - pré-concassage 0-100 mm de la dalle béton au BRH – regroupement du béton sur zone de stockage sur site	600 m ²	40 Euros/m ²	24 000
Transport et évacuation en CET3	180 tonnes	30 € la tonne	5 400
Terrassements			
Terrassement à la pelle mécanique des 710 m ³ de remblais présents de 0 à 1 ou 1,5 m de profondeur au droit de la zone délimitée, soit 1280 tonnes environ, à une cadence de 200 tonnes par jour	7 jours	1 000 € jour	7 000
Mise en stockage temporaire des 560 m ³ de remblais – chargeur	7 jours	500 € jour	3 500
Evacuation vers un centre de stockage type biocentre des terres	1280 tonnes	85 € la tonne environ	108 800
Remblaiements			
Achat des remblais sains (matériaux non compactés)	1280 tonnes	15 € la tonne	19 200
Remblaiement avec remblais sains à une cadence de 250 tonnes par jour	5 jours	1 000 € jour	5 000
Compactage	5 jours	400 € jour	2 000
Total des travaux			183 900 €HT
Suivi environnemental de l'opération / analyses de réception de la fouille/organisation chantier	/	/	20 000 €HT

Le coût global du scénario 3 serait de 184 KEuros environ, coût de surveillance et analyses de vérification non incluses. En cas de non-nécessité de remblaiement des zones excavées (site en réaménagement), le cout serait diminué d'environ 26 000 Euros.

Avantages :

- le choix permet d'enlever toute la source de contamination dans l'ancien bâtiment (présence d'odeurs reliées à la présence de COV) d'où la forte diminution du risque et incluant donc la prise en charge par l'exploitant de terres avec une contamination en hydrocarbures inférieure aux 500 mg/kg MS
- il permet d'éliminer les canalisations à la fois dans l'ancien bâtiment et le nouveau bâtiment.
- Il élimine également la contamination par hydrocarbures dans le nouveau bâtiment (T7 – T8)
- Il permet de gérer les dépassements du seuil de 500 mg/kg en HCT et élimine quasi partout les plus fortes teneurs en mercure dans les sols de surface

Inconvénients :

- coût élevé de l'opération avec prise en charge d'une partie de l'élimination des terres sur la base de l'unique odeur observée dans les remblais de surface dans l'ancien bâtiment ou de traces de volatils dans les gaz du sol sans que ceux-ci sont à l'origine d'un risque non-acceptable.
- l'investissement est considéré comme trop élevé au vu du risque déjà acceptable.

-
- La mise en place du scénario 3 dans sa totalité n'est qu'en principe que nécessaire lorsqu'une opération de valorisation du site est envisagée à titre d'un autre usage. La valorisation financière du terrain n'incombe pas au dernier exploitant mais qu'au propriétaire du site, d'ailleurs premier exploitant sur site.
 - La réhabilitation va plus loin que la stricte élimination des problématiques liées aux canalisations et aux fosses de collecte.
 - Le projet intègre le nouveau bâtiment et sa problématique de contamination le long des canalisations et à proximité de la fosse de collecte ainsi que la partie centrale du nouveau bâtiment. Il ne tient donc pas compte du fait que la configuration du bâtiment très récent n'a pas été adaptée à l'usage que la société KENNAMETAL avait envisagé avec comme conséquence une rapide dégradation du milieu le long des canalisations. Il ne tient pas compte du fait que les caractéristiques des sols en dessous de ce nouveau bâtiment dans la partie centrale peuvent être indicatrices de remblais déjà contaminés avant le début des activités ou amenés sur site pour la construction du bâtiment. On peut donc conclure que dans le cadre de ce scénario, la société KENNAMETAL est considérée comme seul responsable de la contamination en dessous du nouveau bâtiment, ce qui n'est finalement pas avéré ou tout du moins pas certain.

Remarque spécifique

- Le projet d'aménagement du site étant de toute façon basé sur l'excavation de plusieurs zones pour la construction d'immeubles, le seul surcoût lié éventuellement à la différence de coût entre un stockage en CSDI et un biocentre devrait être à la charge du dernier exploitant : ce calcul n'est toujours pas possible pour le moment. Potentiellement, le surcoût global de l'opération de dépollution pourra se limiter au seul envoi des terres en ISDND (biocentre). Cela représente un surcoût d'environ 60 Euros par tonne. **Le surcoût serait alors uniquement de 76 800 Euros pour ce scénario 3.**

4. PLAN DE GESTION FINAL PROPOSE POUR LE SITE

4.1 RAPPEL DES ACTIONS DEJA MISES EN PLACE

Lors de l'intervention sur site, il a pu être constaté que tous les ouvrages enterrés ont fait l'objet d'un nettoyage et ont été condamnés. L'élimination des fosses enterrées déjà nettoyées et dégazées serait à la charge de l'aménageur du site. L'élimination des terres contaminées autour est intégrée dans les scénarios décrits ci-dessus.

4.2 GESTION DU RISQUE LIE A LA CONTAMINATION RESIDUELLE VOLATILE ET A LA CONTAMINATION PAR HYDROCARBURES

4.2.1 Actions liés aux risques éventuels

Au vu des odeurs observées sur site dans les sols et des mesures des gaz des sols mettant en évidence des BTEX et des hydrocarbures, il est opportun de juger du risque lié à ces odeurs soit en maintenant ces sols en place soit en les excavant.

Selon l'évaluation quantitative des risques sanitaires développée en chapitre 2 de ce rapport, le maintien des sols en place est compatible avec un usage non sensible du site et même avec un usage plus sensible du site (usage résidentiel).

4.2.2 Actions liés à une amélioration du milieu

Conformément à la méthodologie préconisée par le ministère de l'environnement formalisée par la circulaire du 8 février 2007, la suppression des sources de pollution doit être privilégiée lorsque celle-ci est possible. En fonction des coûts et des avantages ou désavantages liés à l'élimination de la source (paramètres technico-économiques – valorisation du bien immobilier après cessation d'activité, absence de contraintes, meilleure gestion du risque sans restriction d'usage), cette approche peut être ajustée.

Dans le cadre du site KENNAMETAL et au vu des scénarios développés dans le précédent chapitre, il est préconisé de retenir le scénario 2 pour l'action d'amélioration du milieu.

Cette action de réhabilitation est choisie parce qu'elle permet d'éliminer les hot spots en hydrocarbures et par association les hot spots en métaux lourds.

La mise en place de l'action de réhabilitation devra par contre se gérer en concertation avec le propriétaire et l'aménageur du site afin d'optimiser le déroulement de l'opération. Elle n'aura lieu qu'après la phase de démantèlement des bâtiments qui est considérée être à l'unique charge du propriétaire et/ou de l'aménageur. La surface à traiter restera limitée au périmètre prévu dans le cadre du scénario 2 sauf découverte de poches d'hydrocarbures avec dépassements du seuil de 500 mg/kg.

4.2.3 Comparaison entre l'option scénario 2 et l'estimation de SOLER Environnement

4.2.3.1 Rappel de l'estimation des volumes par SOLER Environnement

Sondages	Profondeurs	Composés détectés dans les sols et les gaz du sol	Superficie approximative de la zone	Estimation du volume concerné
ST3	0,15-0,9m	Sol : HCT (2100 mg/kg)	670 m ²	Environ 1000 m ³ (670 m ² x 1,5 m, en considérant des excavations jusqu'à la nappe)
PgA	-	Gaz du sol : BTEX, hydrocarbures aliphatiques C5-C12, hydrocarbures aromatiques C5-C12, mercure volatil		
PgB	-	Gaz du sol : BTEX, hydrocarbures aliphatiques C5-C12, hydrocarbures aromatiques C5-C12		
PgC	-	Gaz du sol : BTEX, hydrocarbures aliphatiques C5-C12, hydrocarbures aromatiques C5-C12		
T7	0,25-0,6m	Sol : HCT (620 mg/kg) Sol : Cuivre (250 mg/kg) Sol : Mercure (9,3 mg/kg) Sol : Mercure lixiviable (5,5 mg/kg)	270 m ²	Environ 340 m ³ (270 m ² x 1,25 m)
	0,6-1,5m	Sol : Mercure (11 mg/kg)		
T8	0,15-0,5m	Sol : HCT (729 mg/kg) Sol : Mercure lixiviable (0,011 mg/kg) Sol : Fraction soluble lixiviable (7200 mg/kg)	220 m ²	Environ 540 m ³ (220 m ² x 2,45 m)
	0,5-2,6m	Sol : Arsenic (29 mg/kg)		
ST9	0,8-1,9m	Sol : HCT (600 mg/kg)		
T11	0,05-1m	Sol : Mercure lixiviable (0,043 mg/kg)	220 m ²	Environ 210 m ³ (220 m ² x 0,95 m)
			TOTAL ESTIMATIF	Environ 2100 m ³

4.2.3.2 Justification des volumes du scénario 2 proposé par la société KENNAMETAL

Bâtiment ancien : la superficie estimée par SOLER Environnement semble tenir compte d'une élimination totale du périmètre constituée par l'unique présence d'odeurs faibles à fortes. La justification de la surface de 670 m² n'est pas donnée et il va même au-delà de la surface d'environ 300 m² du scénario 3. Dans sa démarche, KENNAMETAL propose le curage des hot spots en hydrocarbures et le curage des sols autour des canalisations pour lesquelles un impact sur les sols était constaté. La profondeur prévue d'excavation est de 1,5 m pour les deux approches.

Bâtiment nouveau ; la superficie estimée par SOLER Environnement de 490 m² dépasse celle du périmètre proposé pour le scénario 2 d'environ 310 m². KENNAMETAL vise à éliminer les hots spots en hydrocarbures mais pas les contaminations profondes en mercure dont la présence n'est pas nécessairement liée au processus de KENNAMETAL. La profondeur prévue par KENNAMETAL dans son scénario 2 se limite donc à 1,25 m. En effet, au-delà de cette profondeur, les teneurs en hydrocarbures sont faibles.

Hot spot T11 – le maintien de ce hot spot sur site ne pose aucun problème. La responsabilité de KENNAMETAL vis-à-vis de cette contamination n'étant pas démontrée, la prise en charge de cette contamination mobile vraisemblablement ponctuelle doit rester à la charge du propriétaire du terrain ou de l'aménageur.

4.3 GESTION DU RISQUE LIE A LA CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES

Dans l'optique de l'élimination des sources les plus importantes de contamination et du réaménagement de l'ensemble du site prévoyant d'autres travaux de terrassements, et au vu du fait que la source de contamination autour de la fosse de collecte à coté du PZ-1 serait enlevée, le maintien d'une surveillance de la qualité des eaux à long terme n'est pas nécessaire d'autant plus que la qualité des eaux en aval du site ne montrait déjà aucun signe d'impact.

5. ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN DE LOCALISATION DU SITE

ANNEXE 2 : SYNTHÈSE DES RESULTATS

ANNEXE 3 : SCHEMA CONCEPTUEL

ANNEXE 4 : CALCULS DE RISQUE

ANNEXE 5 : SCENARIOS DE REHABILITATION

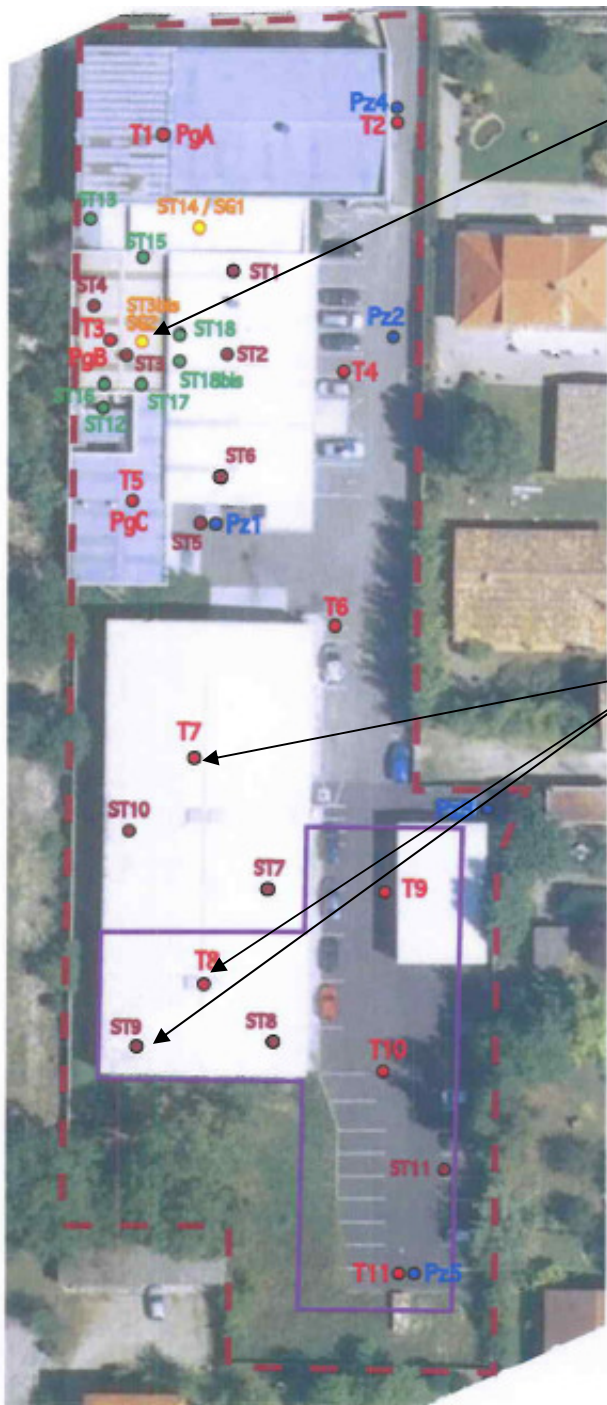
**Annexe n°1 : Plan de
localisation du site**

Localisation du site sur carte IGN (Carte n°1536 O au 1/25000^{ème})



Echelle : environ 1/28 200

**Annexe n°2 : Synthèse des
données obtenues en terme de
caractérisation de la
contamination**



Impact par hydrocarbures totaux dans les sols problématique en cas d'évacuation hors site très limitée si l'aspect odeur n'est pas prise ne compte – lien avec installations sur site (canalisations et ouvrages enterrées) - dépassements du seuil de 500 mg/kg très limitée –

Impact par hydrocarbures totaux dans les sols problématique en cas d'évacuation hors site – lien avec installations sur site non établi dans toutes les zones (aucune installation avec utilisation de fluides au droit des sondages T7 et T8) – remblaiement initial du site ? - impact en sondage ST-9 en lien avec l'activité (fosse)

Légende

- Zone d'étude
- Emprise du futur sous-sol
- Sondages SOLER ENVIRONNEMENT (janvier 2010)
- Sondages Sté GEOTEC (janvier 2009)
- Sondages Sté GUIGUES ENV. (mai 2009)
- Sondages et prélèvements de gaz du sol Sté GUIGUES ENV (mai 2009)
- Piézomètres

Synthèse des résultats milieu « sols » site KENNAMETAL Bordeaux
Hydrocarbures



Impact par mercure en ancien bâtiment - lien avec installations incertaine – remblaiement du site ? - absence d'impact sur la nappe (ouvrages PZ-1, PZ-2 e PZ-4)

Impact par mercure en nouveau bâtiment - lien avec installations incertaine – remblaiement du site ? - absence d'impact sur la nappe (ouvrages PZ-3)

20 m

Légende

- Zone d'étude
- Emprise du futur sous-sol
- Sondages SOLER ENVIRONNEMENT (janvier 2010)
- Sondages Sté GEOTEC (janvier 2009)
- Sondages Sté GUIGUES ENV. (mai 2009)
- Sondages et prélèvements de gaz du sol Sté GUIGUES ENV (mai 2009)
- Piézomètres

Impact par mercure au droit du sondage T11 - lien avec activités incertaine – remblaiement du site ? - absence d'impact sur la nappe (ouvrages PZ-5)

Synthèse des résultats milieu « sols » site KENNAMETAL Bordeaux
Présence de mercure



Impact par autres métaux lourds – Tungsten, Titane, Cobalt, Plomb – lien avec installations sur site établie – absence de contamination lixiviable et absence d’impact sur la nappe - absence de risque si maintien des sols en place

20 m

Légende

- Zone d'étude
- Emprise du futur sous-sol
- Sondages SOLER ENVIRONNEMENT (janvier 2010)
- Sondages Sté GEOTEC (janvier 2009)
- Sondages Sté GUIGUES ENV. (mai 2009)
- Sondages et prélèvements de gaz du sol Sté GUIGUES ENV (mai 2009)
- Piézomètres

Synthèse des résultats milieu « sols » site KENNAMETAL Bordeaux

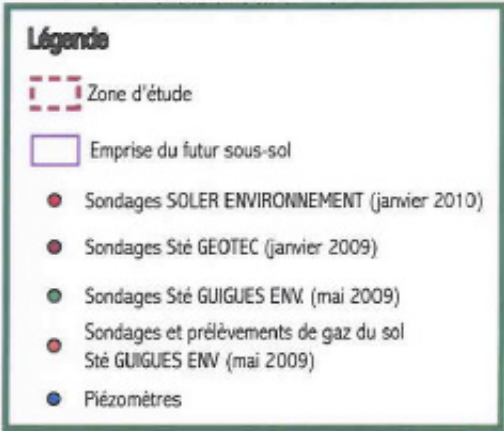
Métaux lourds

ANNEXE 2

10CT01506 – nov.2010



Impact par gaz volatils – lien avec structures enterrées et avec fuites localisées à partir des canalisations fuyardes – la résorption des sols au droit des sondages ST-3 et ST-14 devrait permettre d'éliminer les poches de gaz et les odeurs – émottage des terres en cours d'excavation et l'enlèvement des dalles contribuera également à la disparition des odeurs – les gaz du sol ne sont pas à l'origine d'un risque non acceptable – le plan de réhabilitation proposé vise donc une amélioration du milieu.



Synthèse des résultats milieu « gaz des sols » site KENNAMETAL Bordeaux
Gaz du sol et odeurs

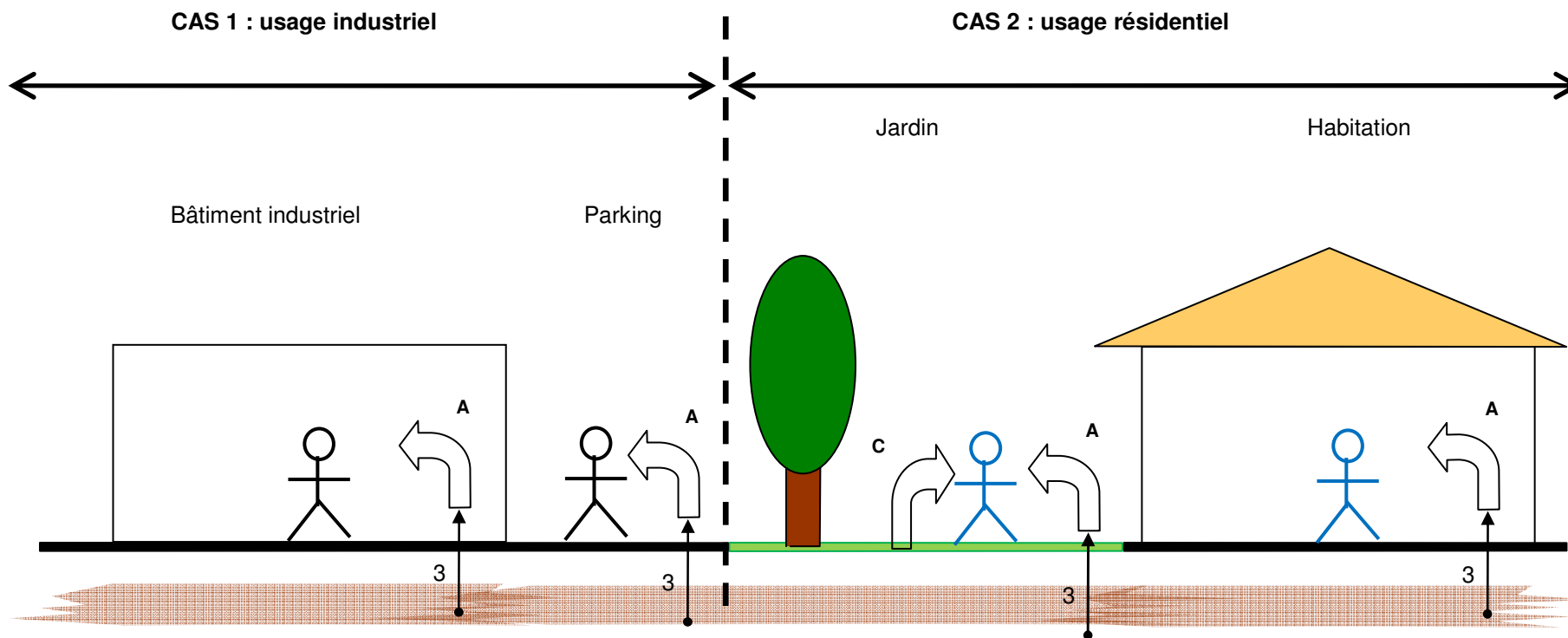
**Annexe n°3 : Modèle
conceptuel**

SCHEMA CONCEPTUEL AU DROIT DU SITE

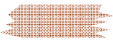


12 rue 8^{ème} régiment d'infanterie - Bordeaux (33) - KENNAMETAL

10CT01506

ANNEXE 3



LEGENDE

Sources de pollution :	Vecteurs de transfert :	Voies d'exposition :	Cibles :
 Qualité résiduelle des sols	3 Dégazage	A Inhalation de gaz C Ingestion de sols & Inhalation de poussières	 Usagers du site (enfants et adultes résidents)  Usagers du site (travailleurs)

Annexe n°4 : Calculs de risque

ANNEXE 4 : Calcul de risque lié à l'inhalation de gaz

	EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT
Nombre d'heures/j	0.5	8
Nombre de jours/an	220	220
Nombre d'années	40	

Travailleur

CAS No	Concentration dans les gaz du sol	Concentrations dans les milieux d'exposition		Concentration inhalée				Risque				
		EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT	EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT	CI totale	CI totale moyennée sur la durée de la vie	VTR inhalation effet non cancérogène	QD inhalation	VTR inhalation effet cancérogène	ERI inhalation	
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³		(mg/m ³) ⁻¹		
Benzène	71432	0.159	7.09E-06	2.59E-04	8.90E-08	5.20E-05	5.21E-05	2.98E-05	0.03	1.74E-03	7.80E-03	2.32E-07
Toluène	108883	0.529	2.37E-05	8.63E-04	2.98E-07	1.73E-04	1.74E-04	9.92E-05	5	3.47E-05	-	-
Ethylbenzène	100414	0.065	2.47E-06	9.39E-05	3.10E-08	1.89E-05	1.89E-05	1.08E-05	1	1.89E-05	2.50E-03	2.70E-08
Xylènes	1330207	0.253	9.23E-06	3.54E-04	1.16E-07	7.11E-05	7.12E-05	4.07E-05	0.1	7.12E-04	-	-
Aliphatiques C5-C6	10000001	1.65	8.36E-05	2.94E-03	1.05E-06	5.91E-04	5.92E-04	3.38E-04	18.4	3.22E-05	-	-
Aliphatiques C8-C10	10000003	10.48	5.31E-04	1.87E-02	6.67E-06	3.76E-03	3.76E-03	2.15E-03	1	3.76E-03	-	-
aromatique C8-C10	10000010	0.51	2.58E-05	9.10E-04	3.24E-07	1.83E-04	1.83E-04	1.05E-04	0.2	9.16E-04	-	-
Trichloroéthylène	79016	0.003	1.20E-07	4.51E-06	1.51E-09	9.06E-07	9.08E-07	5.19E-07	0.6	1.51E-06	4.30E-04	2.23E-10
Mercure	7439976	0.02	3.14E-07	1.39E-05	3.94E-09	2.79E-06	2.80E-06	1.60E-06	0.0003	9.32E-03	-	-
Risque cumulé										0.0165		2.60E-07

ANNEXE 4 : Calcul de risque lié à l'inhalation de gaz

	EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT
Nombre d'heures/j	1.25	18.42
Nombre de jours/an	365	365
Nombre d'années	6	

Résident - Enfant

CAS No	Concentration dans les gaz du sol	Concentrations dans les milieux d'exposition		Concentration inhalée				Risque				
		EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT	EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT	CI totale	CI totale moyennée sur la durée de la vie	VTR inhalation effet non cancérogène	QD inhalation	VTR inhalation effet cancérigène	ERI inhalation	
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³		(mg/m ³) ⁻¹		
Benzène	71432	0.159	8.05E-07	5.99E-04	4.19E-08	4.60E-04	4.60E-04	3.94E-05	0.03	1.53E-02	7.80E-03	3.07E-07
Toluène	108883	0.529	2.69E-06	2.00E-03	1.40E-07	1.54E-03	1.54E-03	1.32E-04	5	3.07E-04	-	-
Ethylbenzène	100414	0.065	2.81E-07	2.14E-04	1.46E-08	1.64E-04	1.64E-04	1.41E-05	1	1.64E-04	2.50E-03	3.52E-08
Xylènes	1330207	0.253	1.05E-06	8.03E-04	5.47E-08	6.16E-04	6.16E-04	5.28E-05	0.1	6.16E-03	-	-
Aliphatiques C5-C6	10000001	1.65	9.50E-06	6.92E-03	4.95E-07	5.31E-03	5.31E-03	4.55E-04	18.4	2.89E-04	-	-
Aliphatiques C8-C10	10000003	10.48	6.03E-05	4.39E-02	3.14E-06	3.37E-02	3.37E-02	2.89E-03	1	3.37E-02	-	-
aromatique C8-C10	10000010	0.51	2.94E-06	2.14E-03	1.53E-07	1.64E-03	1.64E-03	1.41E-04	0.2	8.21E-03	-	-
Trichloroéthylène	79016	0.003	1.36E-08	1.03E-05	7.08E-10	7.91E-06	7.91E-06	6.78E-07	0.6	1.32E-05	4.30E-04	2.91E-10
Mercure	7439976	0.02	3.57E-08	2.95E-05	1.86E-09	2.26E-05	2.26E-05	1.94E-06	0.0003	7.55E-02	-	-
Risque cumulé										0.1396		3.43E-07

ANNEXE 4 : Calcul de risque lié à l'inhalation de gaz

	EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT
Nombre d'heures/j	0.02	15.37
Nombre de jours/an	365	365
Nombre d'années	30	

Résident - adulte

CAS No	Concentration dans les gaz du sol	Concentrations dans les milieux d'exposition		Concentration inhalée				Risque				
		EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT	EXTERIEUR	INTERIEUR BATIMENT	CI totale	CI totale moyennée sur la durée de la vie	VTR inhalation effet non cancérogène	QD inhalation	VTR inhalation effet cancérigène	ERI inhalation	
		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³		mg/m ³		(mg/m ³) ⁻¹		
Benzène	71432	0.159	5.37E-07	5.99E-04	4.47E-10	3.84E-04	3.84E-04	1.64E-04	0.03	1.28E-02	7.80E-03	1.28E-06
Toluène	108883	0.529	1.79E-06	2.00E-03	1.49E-09	1.28E-03	1.28E-03	5.49E-04	5	2.56E-04	-	-
Ethylbenzène	100414	0.065	1.87E-07	2.14E-04	1.56E-10	1.37E-04	1.37E-04	5.87E-05	1	1.37E-04	2.50E-03	1.47E-07
Xylènes	1330207	0.253	7.00E-07	8.03E-04	5.83E-10	5.14E-04	5.14E-04	2.20E-04	0.1	5.14E-03	-	-
Aliphatiques C5-C6	10000001	1.65	6.33E-06	6.92E-03	5.28E-09	4.43E-03	4.43E-03	1.90E-03	18.4	2.41E-04	-	-
Aliphatiques C8-C10	10000003	10.48	4.02E-05	4.39E-02	3.35E-08	2.81E-02	2.81E-02	1.20E-02	1	2.81E-02	-	-
aromatique C8-C10	10000010	0.51	1.96E-06	2.14E-03	1.63E-09	1.37E-03	1.37E-03	5.87E-04	0.2	6.85E-03	-	-
Trichloroéthylène	79016	0.003	9.07E-09	1.03E-05	7.56E-12	6.60E-06	6.60E-06	2.83E-06	0.6	1.10E-05	4.30E-04	1.22E-09
Mercure	7439976	0.02	2.38E-08	2.95E-05	1.98E-11	1.89E-05	1.89E-05	8.10E-06	0.0003	6.30E-02	-	-
Risque cumulé										0.1165		1.43E-06

ANNEXE 4 : Calcul du risque pour les voies liées aux sols de surface

Cible : Enfant résident								
Paramètres	T (an)	F (jour/an)	P (kg)	Tm canc (jour)	Tm non canc (jour)	Qsol_ingéré (kg/j)	PEF (kg/m3)	Qair (m3/j)
Valeur	6	365.00	15	25550	2190	0.00015	1320000000	7.6

Substances	DJE effets avec seuils		DJE effets sans seuils		Qd : risque avec seuil		ERI : risque effets sans seuils		% Qd	% ERI
	DJE ingestion sol	DJE inhalation poussières	DJE ingestion sol	DJE inhalation poussières	Qd ingestion de sol	Qd inhalation poussières	ERI ingestion de sol	ERI inhalation poussières		
Baryum (Ba)										
Cadmium (Cd)	1.90E-05	7.29E-10	1.63E-06	6.25E-11	0.019000	7.29E-07	6.19E-07	2.38E-11	2.41%	10.79%
Cuivre (Cu)	2.50E-03	9.60E-08			0.017857	6.85E-07			2.26%	
Mercure (Hg)	9.30E-05	3.57E-09			0.093000	3.57E-06			11.78%	
Nickel (Ni)	7.60E-04	2.92E-08			0.063333	2.43E-06			8.02%	
Plomb (Pb)	8.40E-04	3.22E-08	7.20E-05	2.76E-09	0.235294	9.03E-06	6.12E-07	2.35E-11	29.80%	10.67%
Zinc (Zn)	1.10E-03	4.22E-08			0.003667	1.41E-07			0.46%	
aliphatique C12-C16	5.50E-04	2.11E-08			0.005500	2.11E-07			0.70%	
aliphatiques C16-C40	9.95E-03	3.82E-07			0.004975	1.91E-07			0.63%	
aromatiques C12-C21	5.50E-04	2.11E-08			0.013750	5.28E-07			1.74%	
aromatiques C21-C40	9.95E-03	3.82E-07			0.331667	1.27E-05			42.00%	
Acénaphène	6.64E-07	2.55E-11	5.69E-08	2.18E-12	0.000011	4.25E-10	1.14E-11	4.37E-16	0.00%	0.00%
Anthracène	1.44E-06	5.53E-11			0.000005	1.84E-10			0.00%	
Benzo(a)anthracène			7.37E-07	2.83E-11			1.47E-08	5.66E-13		0.26%
Benzo(a)pyrène			6.08E-07	2.33E-11			4.44E-06	1.70E-10		77.38%
Benzo(b)fluoranthène			8.16E-07	3.13E-11			1.63E-08	6.26E-13		0.28%
Benzo(ghi)peryène	4.76E-06	1.83E-10			0.000159	6.09E-09			0.02%	
Benzo(k)fluoranthène			3.70E-07	1.42E-11			7.41E-09	2.84E-13		0.13%
Chrysène			6.90E-07	2.65E-11			1.38E-09	5.30E-14		0.02%
Dibenzo(ah)anthracène			6.64E-08	2.55E-12			1.33E-08	5.10E-13		0.23%
Fluoranthène	2.29E-05	8.79E-10	1.96E-06	7.53E-11	0.000573	2.20E-08	3.93E-09	1.51E-13	0.07%	0.07%
Indeno(1,2,3-c-d)pyrène			4.27E-07	1.64E-11			8.54E-09	3.28E-13		0.15%
Phénanthrène	1.31E-05	5.03E-10			0.000328	1.26E-08			0.04%	
Pyrene	1.52E-05	5.83E-10	1.30E-06	5.00E-11	0.000507	1.94E-08	2.61E-10	1.00E-14	0.06%	0.00%
0										
Total voie d'exposition					0.790	0.0000303	5.73E-06	2.20E-10	100%	100%
Total général					0.7897		5.73E-06			

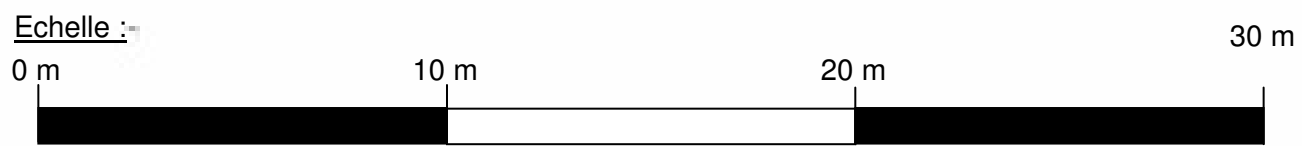
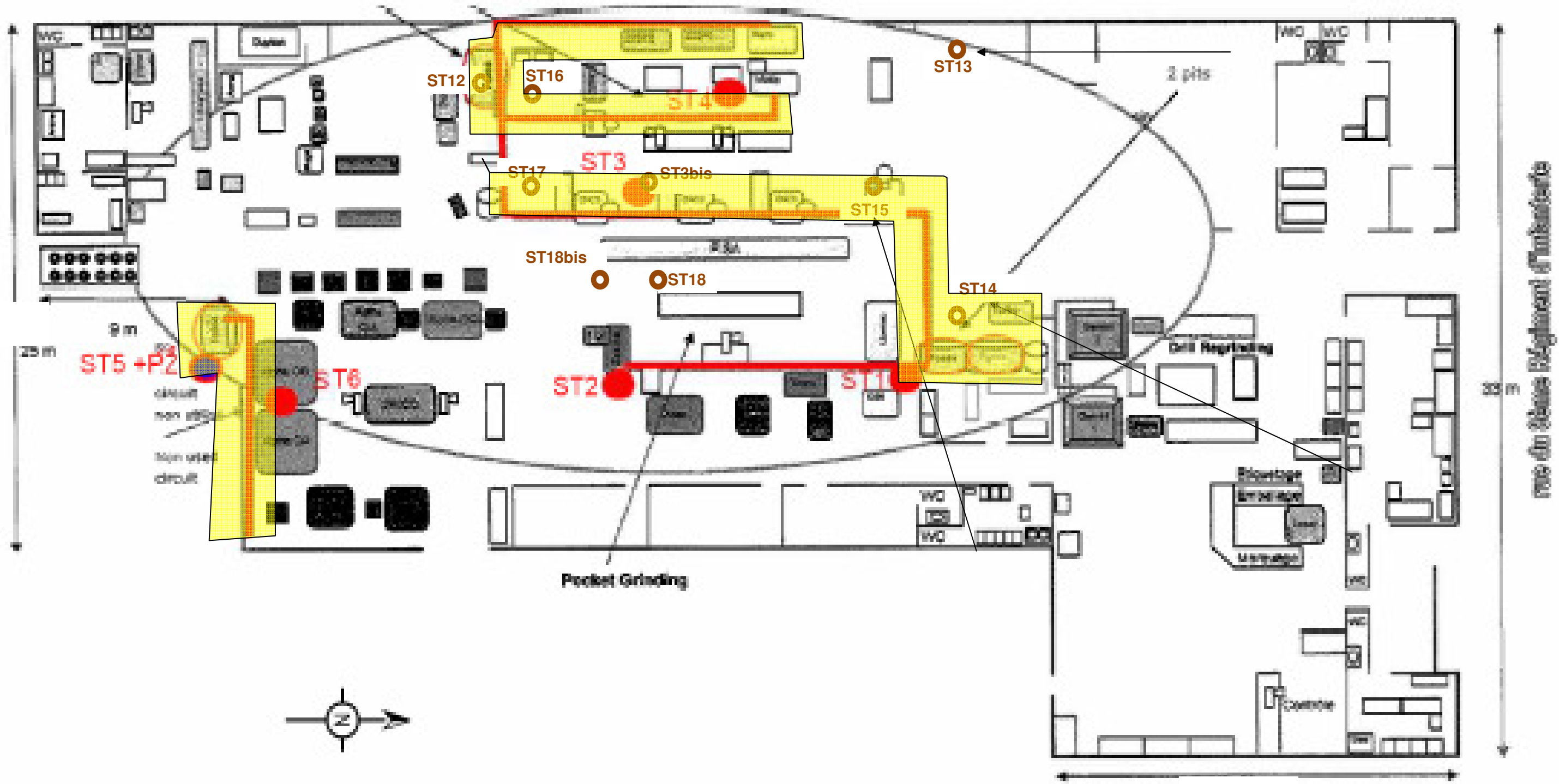
ANNEXE 4 : Calcul du risque pour les voies liées aux sols de surface

Cible : Adulte - résident								
Paramètres	T (an)	F (jour/an)	P (kg)	Tm canc (jour)	Tm non canc (jour)	Qsol_ingéré (kg/j)	PEF (kg/m3)	Qair (m3/j)
Valeur	30	365	70	25550	10950	0.00005	1320000000	20

Substances	DJE effets avec seuils		DJE effets sans seuils		Qd : risque avec seuil		ERI : risque effets sans seuils		% Qd	% ERI	
	DJE ingestion sol	DJE inhalation poussières	DJE ingestion sol	DJE inhalation poussières	Qd ingestion de sol	Qd inhalation poussières	ERI ingestion de sol	ERI inhalation poussières			
Baryum (Ba)											
Cadmium (Cd)	1.36E-06	4.11E-10	5.82E-07	1.76E-10	0.0014	4.11E-07	2.21E-07	6.70E-11	2.41%	10.79%	
Cuivre (Cu)	1.79E-04	5.41E-08			0.0013	3.87E-07			2.26%		
Mercure (Hg)	6.64E-06	2.01E-09			0.0066	2.01E-06			11.78%		
Nickel (Ni)	5.43E-05	1.65E-08			0.0045	1.37E-06			8.02%		
Plomb (Pb)	6.00E-05	1.82E-08	2.57E-05	7.79E-09	0.0168	5.09E-06	2.19E-07	6.62E-11	29.80%	10.67%	
Zinc (Zn)	7.86E-05	2.38E-08			0.0003	7.94E-08			0.46%		
aliphatique C12-C16	3.93E-05	1.19E-08			0.0004	1.19E-07			0.70%		
aliphatiques C16-C40	7.11E-04	2.15E-07			0.0004	1.08E-07			0.63%		
aromatiques C12-C21	3.93E-05	1.19E-08			0.0010	2.98E-07			1.74%		
aromatiques C21-C40	7.11E-04	2.15E-07			0.0237	7.18E-06			42.00%		
Acénaphène	4.74E-08	1.44E-11	2.03E-08	6.16E-12	0.0000	2.40E-10	4.07E-12	1.23E-15	0.00%	0.00%	
Anthracène	1.03E-07	3.12E-11			0.0000	1.04E-10			0.00%		
Benzo(a)anthracène			2.63E-07	7.98E-11			5.27E-09	1.60E-12		0.26%	
Benzo(a)pyrène			2.17E-07	6.58E-11			1.58E-06	4.80E-10		77.38%	
Benzo(b)fluoranthène			2.91E-07	8.83E-11			5.83E-09	1.77E-12		0.28%	
Benzo(ghi)pérylène	3.40E-07	1.03E-10			0.0000	3.43E-09			0.02%		
Benzo(k)fluoranthène			1.32E-07	4.01E-11			2.64E-09	8.01E-13		0.13%	
Chrysène			2.46E-07	7.47E-11			4.93E-10	1.49E-13		0.02%	
Dibenzo(ah)anthracène			2.37E-08	7.19E-12			4.74E-09	1.44E-12		0.23%	
Fluoranthène	1.64E-06	4.96E-10	7.01E-07	2.12E-10	0.0000	1.24E-08	1.40E-09	4.25E-13	0.07%	0.07%	
Indeno(1,2,3-c-d)pyrène			1.52E-07	4.62E-11			3.05E-09	9.24E-13		0.15%	
Phénanthrène	9.36E-07	2.84E-10			0.0000	7.09E-09			0.04%		
Pyrrène	1.09E-06	3.29E-10	4.65E-07	1.41E-10	0.0000	1.10E-08	9.31E-11	2.82E-14	0.06%	0.00%	
0											
					Total voie d'exposition	0.0564	0.000017	2.05E-06	6.20E-10	100%	100%
					Total général	0.0564		2.05E-06			

**Annexe n°5 : Scénarios de
réhabilitation**

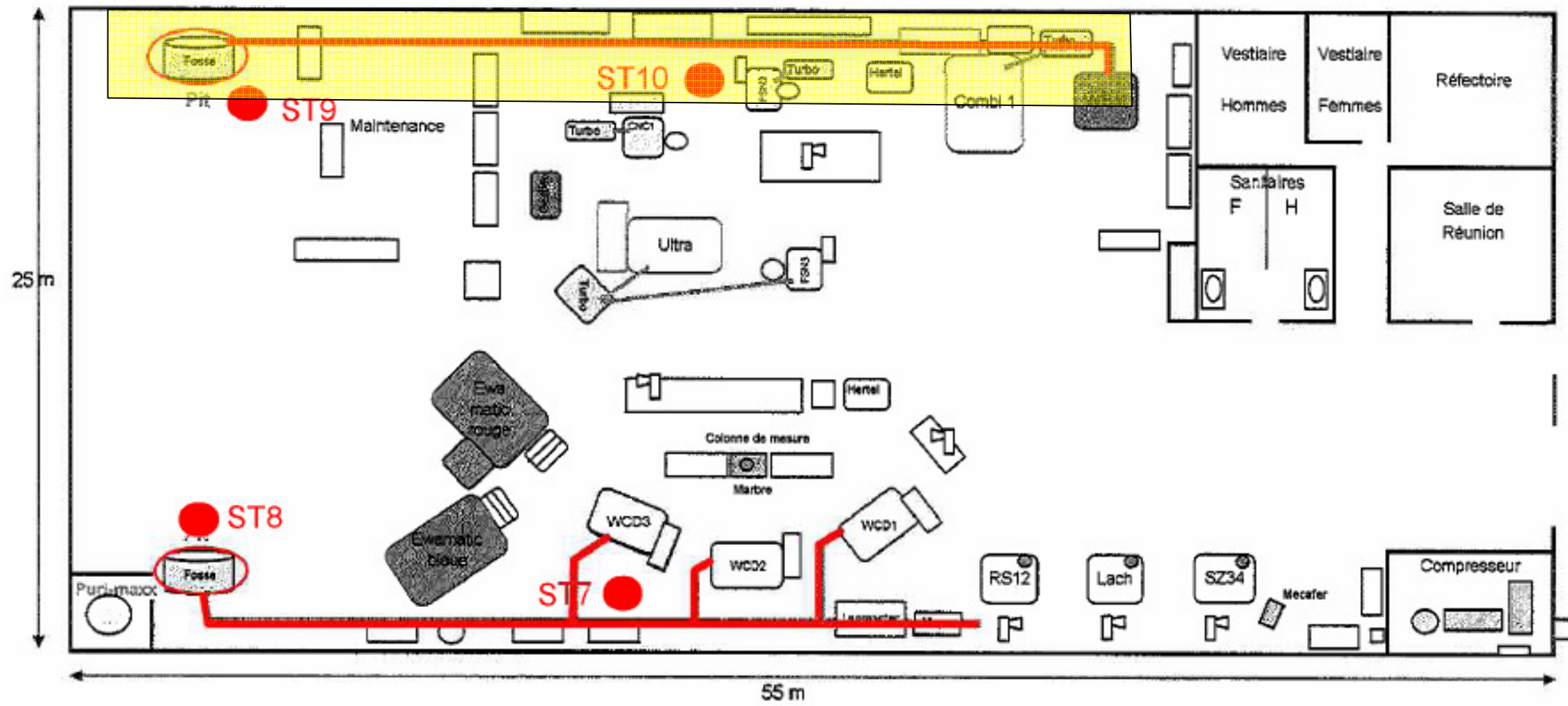
Annexe 5 : Plan de gestion – Scénario 1 du bilan coût – avantages
Site KENNAMETAL localisé 12 rue du 8^{ème} régiment d'infanterie à BORDEAUX (33)



LEGENDE :

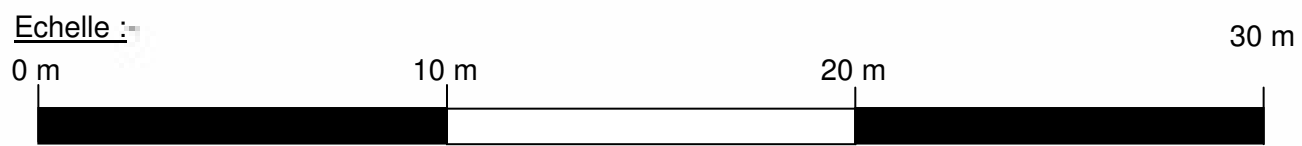
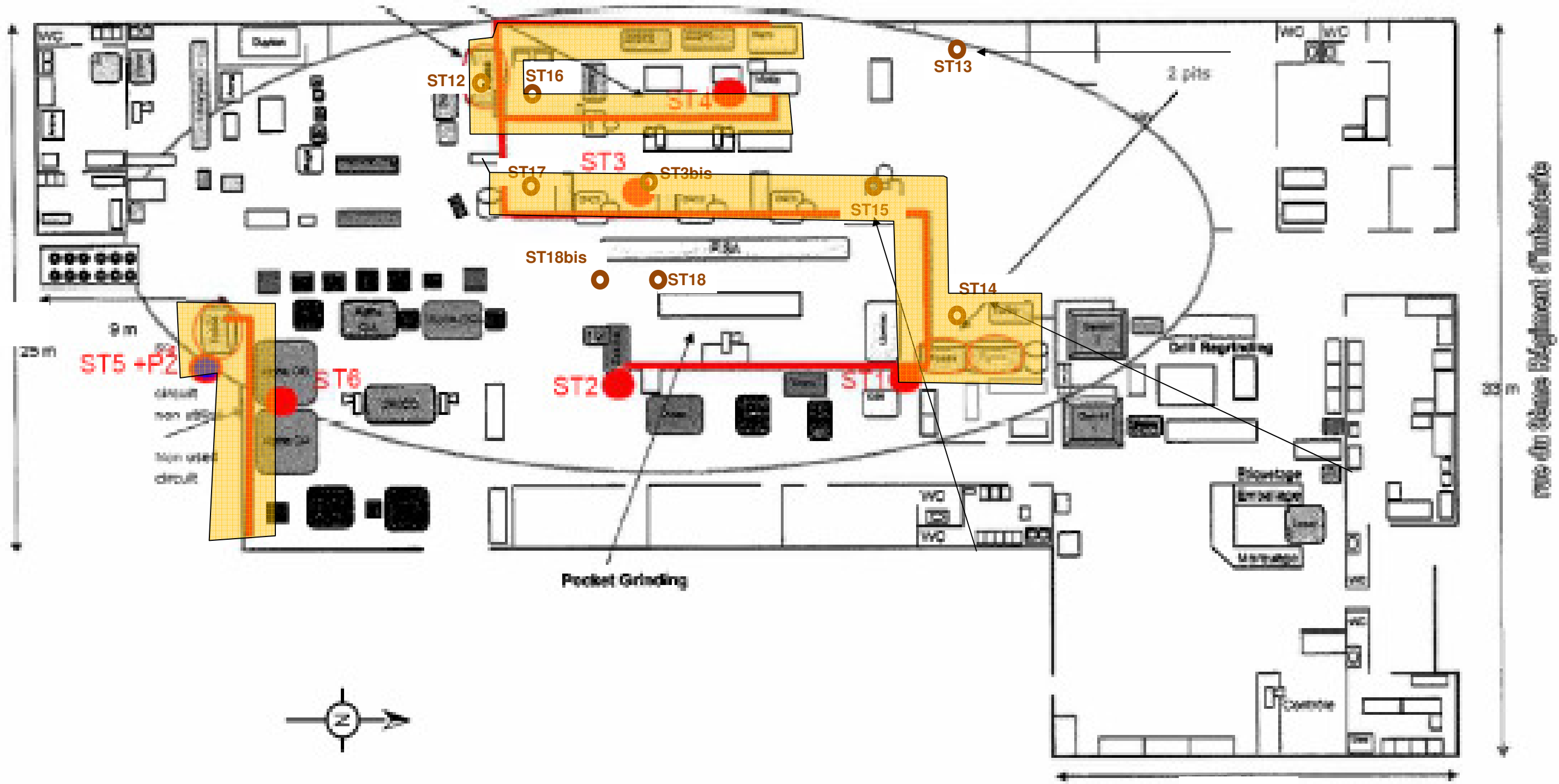
- Sondages réalisés par Géotec
- Sondage avec pose de piézomètre par Géotec
- Sondages réalisés par GUIGUES Environnement
- Délimitation des zones à excaver (scenario 1)

NOUVEAU BATIMENT - NEW BUILDING
 CIRCUIT LUBRIFICATION - LUBRICATION SYSTEM



● Sondage géologique à la tarière

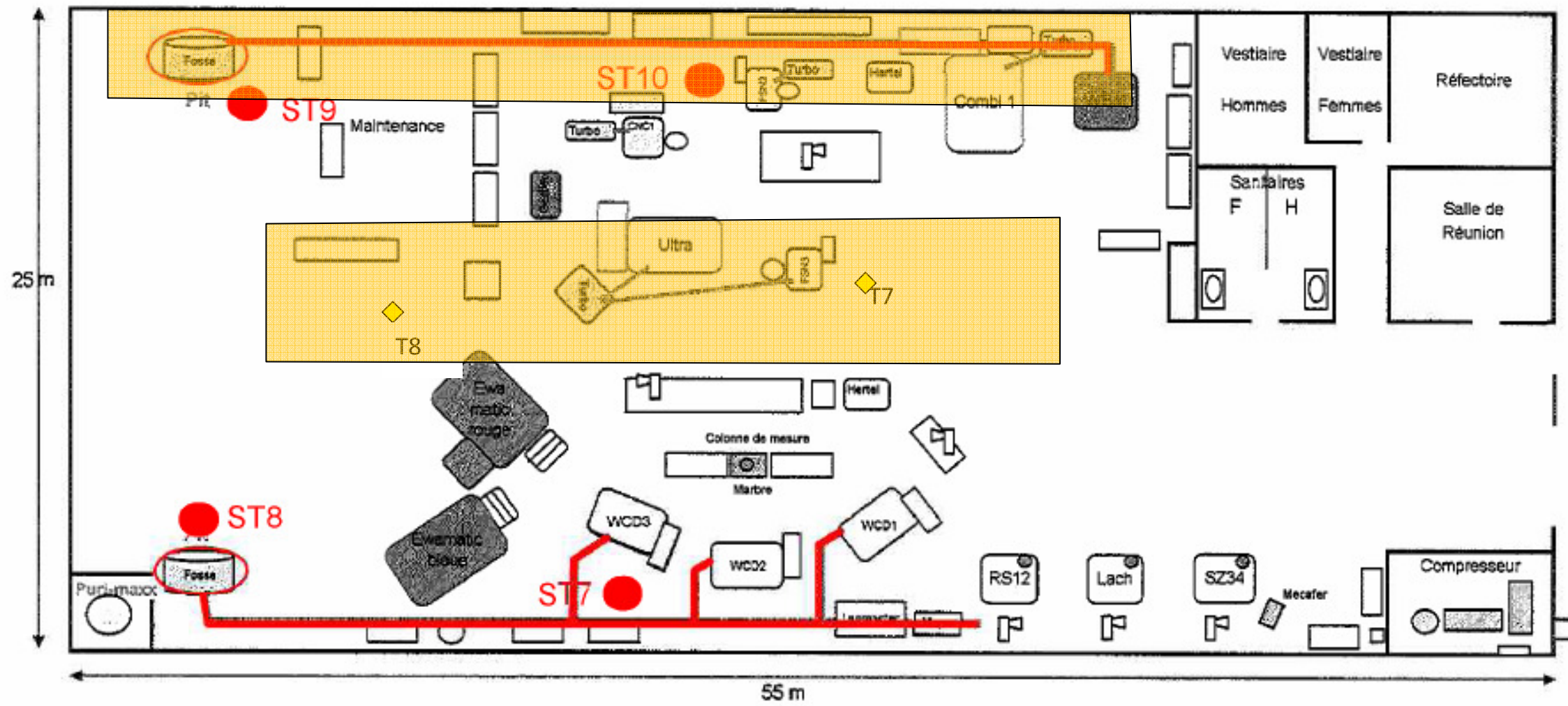
Annexe 5 : Plan de gestion – Scénario 2 du bilan coût – avantages
Site KENNAMETAL localisé 12 rue du 8^{ème} régiment d'infanterie à BORDEAUX (33)



LEGENDE :

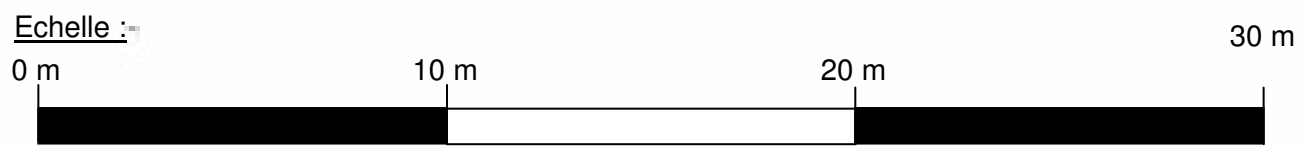
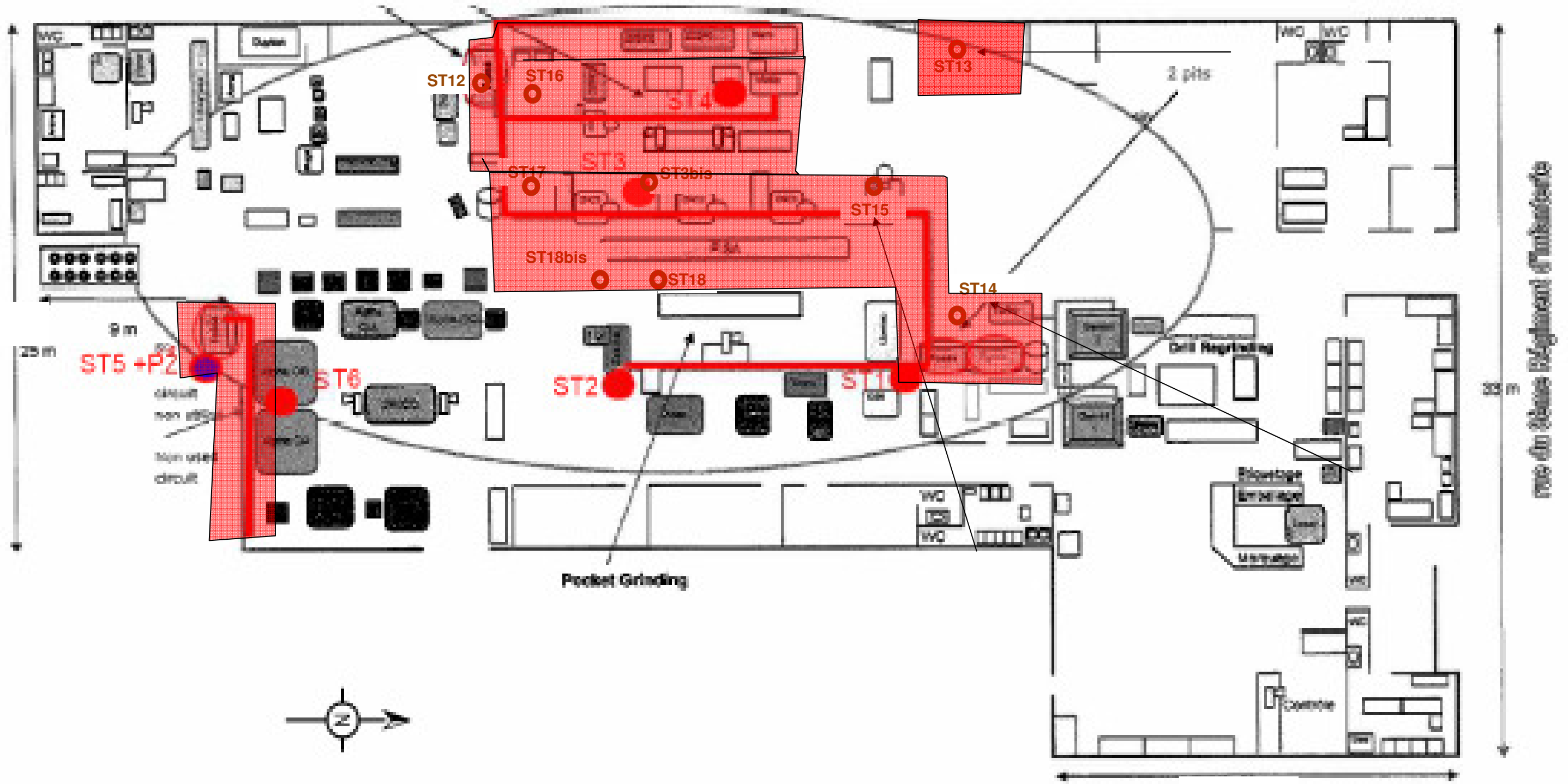
- Sondages réalisés par Géotec
- Sondage avec pose de piézomètre par Géotec
- Sondages réalisés par GUIGUES Environnement
- Délimitation des zones à excaver (scenario 2)

NOUVEAU BATIMENT - NEW BUILDING
 CIRCUIT LUBRIFICATION - LUBRICATION SYSTEM



● Sondage géologique à la tarière

Annexe 5 : Plan de gestion – Scénario 3 du bilan coût – avantages
Site KENNAMETAL localisé 12 rue du 8^{ème} régiment d'infanterie à BORDEAUX (33)



LEGENDE :

- Sondages réalisés par Géotec
- Sondage avec pose de piézomètre par Géotec
- Sondages réalisés par GUIGUES Environnement
- Délimitation des zones à excaver (scenario 3)

NOUVEAU BATIMENT - NEW BUILDING
 CIRCUIT LUBRIFICATION - LUBRICATION SYSTEM



● Sondage géologique à la tarière