



Ville de Montpellier



Rapport

Expertise du Rapport de diagnostic complémentaire, Plan de Gestion de la pollution et ARR prédictive établi par WSP BG

Site de l'Ancienne Usine à Gaz de Montpellier



Rapport n°139525/version A - 23 octobre 2025

Projet suivi par Maher de Guetonny – 06.20.84.54.60 – maher.de-guetonny@anteagroup.fr



anteagroup

Antea Group

Parc Napollon - Bât. C

400 avenue du Passe Temps - 13400

AUBAGNE

SIRET : 393 206 735 00556

www.anteagroup.fr

Fiche signalétique

Expertise du Rapport de diagnostic complémentaire, Plan de Gestion de la pollution et ARR prédictive établi par WSP BG Site de l'Ancienne Usine à Gaz de Montpellier

CLIENT	SITE
Ville de Montpellier	Ancienne Usine à Gaz de Montpellier
Hôtel de Ville 34267 Montpellier	17 rue du Pont de Lattes 34000 Montpellier
M. Michaël DELAFOSSE Maire de Montpellier 04.67.34.70.00 Mme Magda Al-Durrah 3M – Ville de Montpellier Direction de l'Aménagement Métropolitain Service Aménagement Centre et Sud 04.67.34.59.55 magda.AL-DURRAH@montpellier.fr	Idem

RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet	Maher de Guetonny
Interlocuteur commercial	Maher de Guetonny
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation d'Aubagne 04.42.08.70.70 Secretariat.aubagne@anteagroup.fr
Rapport n°	139525
Version n°	A
Votre commande et date	Référence : BC2025/25019904 / date : 20 octobre 2025
Projet n°	LROP250265
Codes prestation selon NF X31-620	XPER

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	De GUETONNY Maher	Chef du projet	Octobre 2025	
Supervision	Harry GNANA	Superviseur du projet	Octobre 2025	
Rédaction de l'expertise partie sanitaire	Isabelle DURLET BOUEXIERE	Experte en risques sanitaires	Octobre 2025	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	23/10/2025	26 (hors annexes)	2	Etablissement du rapport
				Modification du rapport

Table des matières

Synthèse non technique de l'Expertise	5
1. Contexte et objectif de l'expertise	7
2. Méthodologie générale	8
2.1. Textes de références	8
2.2. Description de la mission	8
3. Présentation et analyse de l'existant	9
3.1. Descriptif de la zone d'étude.....	9
3.2. Documents transmis par le client.....	10
3.3. Description du projet envisagé	10
4. Expertise du rapport BG Ingénieurs Conseils	12
4.1. Eléments préliminaires.....	12
4.2. Diagnostic de la qualité des milieux	13
4.3. Plan de Gestion.....	21
4.4. Etude Sanitaire : Analyse des Risques sanitaires Résiduelles prédictive (ARRp)	24
5. Conclusions	30

Table des annexes

Annexe I : Abréviations générales

Annexe II : Corrélation entre concentrations quantifiées dans les gaz du sol et les sols résiduels à l'issu des travaux

Synthèse non technique de l'Expertise

CONTEXTE	
Maitre d'Ouvrage	Ville de Montpellier
Adresse du site	Ancienne Usine à Gaz 17 rue du Pont de Lattes 34000 Montpellier
Contexte	Expertise dans le cadre d'un projet d'aménagement au droit du site comprenant des logements collectifs avec niveaux de sous-sol et espaces verts
Activités passées et actuelles	Ancienne Usine à Gaz Site actuellement occupé par ENGIE (bureaux)
Document expertisé	Rapport BG Ingénieurs Conseils (200101.68-RN001-Est du 28/02/2025) « Diagnostic complémentaire (DIAG), Plan de Gestion (PG) et Analyse des Risques Résiduels (ARR) prédictive »
Contexte administratif	Le site est placé dans un périmètre de Secteur d'Information sur les Sols (SID) : compte-tenu des éléments figurant dans la fiche dédiée, il semble pertinent de s'assurer que le service des Installations classées sera bien informé et validera les conditions de réhabilitation du site selon l'usage envisagé. Le site étant dans un périmètre SIS, une ATTES ALUR (produite par un BE certifié LNE) justifiant de la compatibilité sanitaire du projet avec l'état du terrain devra être jointe à la demande de PC.
RESULTATS	
Expertise de la partie DIAG	L'expertise d'Antea Group met en évidence plusieurs incertitudes dans le diagnostic complémentaire réalisé par BG : • L'analyse des données historiques n'a pas fait l'objet d'une évaluation critique, notamment vis-à-vis des incertitudes méthodologiques pouvant affecter la fiabilité des résultats ; • Le programme d'investigations mené par BG pourrait être complété au regard des enjeux ; • La méthode des investigations soulève des réserves ; • La justification des volumes des sources de pollution concentrée identifiées ainsi que concernant les seuils de réhabilitation retenus (incertitude sur les données historiques prises en compte, absence de bilan massique, approches statistiques et cartographiques peu lisible). En l'état, ces incertitudes peuvent entraîner un dimensionnement inadapté des travaux de réhabilitation et une mauvaise appréciation des risques sanitaires dans le cadre du projet d'aménagement. Antea Group recommande la réalisation de campagnes complémentaires de mesures sur les sols, gaz du sol, air intérieur et eaux souterraines intégrant le maillage et les profondeurs adaptés au regard du projet, afin de fiabiliser la connaissance de l'état du site (notamment les dégazages au niveau des terrains résiduels) et permettant de statuer sur les risques sanitaires. Les enjeux associés aux impacts hors site potentiels nécessitent d'être évalués.
Expertise de la partie PG	Antea Group relève plusieurs points nécessitant des précisions concernant le Plan de Gestion : • La gestion des découvertes des structures enterrées potentiellement polluées aux goudrons n'est pas intégrée alors que ce type de problématique est fréquent sur les sites ayant abrité des anciennes usines à gaz (AUG). • En l'absence de donnée complémentaire la mise en œuvre du scénario A nécessite des éléments de justification quant à la maîtrise de la pollution, et doit dans tous les cas être vérifié dans l'étude sanitaire ;

RESULTATS

- Les techniques de gestion proposées par BG dans son rapport apparaissent cohérentes avec la gestion des sources de pollution concernées mise en évidence. Les principales incertitudes concernent la durée et l'efficacité du traitement sur site (bio-tertre) qui doivent être levées par **une phase pilote** préalable ;
- Dans un contexte urbain sensible, les modalités de travaux prévues semblent insuffisantes pour maîtriser les nuisances du chantier ; des compléments (ex. terrassements et traitements **sous tente**) apparaissent nécessaires et devront être étudiées compte-tenu du contexte (centre-ville, riverains) et de la typologie d'activité menée précédemment sur le site (odeurs, maux de têtes, vomissures) ;
- A noter qu'en cas réévaluation des seuils de pollution concentrées et par conséquent des volumes des sources concentrées au droit du site, des surcouts pourraient potentiellement s'appliquer au projet.

Ces incertitudes peuvent impacter le bilan financier de la réhabilitation du site dans le cadre du projet d'aménagement, ainsi que les délais des travaux.

Expertise de la partie ARRp

L'expertise d'Antea Group met en évidence plusieurs incertitudes :

- Certains composés (HAP semi-volatils, cyanures et ammoniac) potentiellement présents dans les gaz du sol du site n'ont pas été recherchés (compatibilité sanitaire des usages futurs vis-à-vis de la présence potentielle de ces substances non étudiée) ;
- Les piézaires et les profondeurs de prélèvement ne sont pas systématiquement corrélés avec les aménagements du projet (localisation des futurs bâtiments, niveau de sous-sol), limitant la vision de la qualité résiduelle des gaz du sol après aménagement ;
- Les données utilisées dans l'ARRp sont issues des concentrations maximales quantifiées par le laboratoire dans les gaz du sol considérés comme résiduels par BG. Au vu des données disponibles, ces concentrations dans les gaz du sol **ne sont potentiellement pas représentatives des sols résiduels les plus impactés et les données d'entrées** (concentrations à priori maximales) de l'ARRp pourraient par conséquent être réévaluées ;
- Le scénario A du Plan de Gestion n'est pas validé : il nécessite des investigations complémentaires et une évaluation sanitaire.

En l'état, ces incertitudes ne permettent pas de statuer sur la compatibilité sanitaire du site avec les usages futurs (potentielle sous-estimation des expositions des futurs usagers). Des compléments d'investigations sont nécessaires pour sécuriser le projet et éviter tout risque lié à la qualité des milieux.

En l'état, Antea Group considère que les éléments sont insuffisants pour garantir la compatibilité sanitaire du projet avec l'état du terrain, et émettre une attestation ATTES ALUR.

1. Contexte et objectif de l'expertise

Le site à l'étude correspond à une Ancienne Usine à Gaz (AUG), localisée au 17/21 rue du Pont de Lattes en centre-ville de Montpellier (34). La société STEEN REHAB, actuel propriétaire du site, prévoit le réaménagement du site de l'AUG avec des logements collectifs, des locaux à usage commercial ainsi que la création de parking enterrés et d'espaces verts en surface. D'après les données disponibles, aucun permis de construire n'a pour l'heure été déposé en Mairie par STEEN REHAB.

Les investigations de la qualité des milieux réalisées au droit du site ont mis en évidence des impacts en métaux, COHV ainsi que la présence de sources de pollutions concentrées dans les sols en hydrocarbures (HCT, HAP, BTEX) et cyanures.

Pour le compte de STEEN REHAB, la société BG Ingénieurs Conseils a :

- réalisé des investigations complémentaires,
- établi un Plan de Gestion présentant des mesures de gestion de la pollution (volume total des sources de pollution concentrées estimé par BG à environ 5 300 m³)
- réalisé une Analyse des Risques Résiduels prédictive dans le cadre du projet d'aménagement envisagé.

Dans le cadre de ce projet d'aménagement et afin de s'assurer de la cohérence du projet avec la qualité des milieux et les travaux de dépollution envisagés, la ville de Montpellier a sollicité Antea Group pour une expertise du rapport BG Ingénieurs Conseils (200101.68-RN001-Est du 28/02/2025) intitulé « Diagnostic complémentaire (A200, A210, A230, A270), Plan de Gestion de la pollution et ARR prédictive ».

Le présent document constitue le rapport d'expertise d'Antea Group.

2. Méthodologie générale

2.1. Textes de références

La méthodologie appliquée pour la réalisation de la mission répond :

- À la note du 19 avril 2017 et la mise à jour de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 éditée par le Ministère en charge de l'Environnement,
- Aux exigences et préconisations des normes NF X31-620, révision de décembre 2021, « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués »,
- Aux exigences du référentiel de certification de service, révision 7 de février 2022, des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués,

Les abréviations utilisées figurent en Annexe I.

2.2. Description de la mission

La présente étude entre dans le champ d'application de la norme NF X 31-620-2 de décembre 2021 applicable aux « *Prestations de service relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle* » et codifiée (cf. tableau ci-dessous) :

Tableau 1 : Codification des prestations selon la norme NFX31-620-2

Codification	Prestations
XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués

Notre prestation, conformément à la méthodologie et aux normes précitées, s'applique à la gestion des pollutions chimiques. Elle ne s'applique pas à la gestion des pollutions par des substances radioactives, par des agents pathogènes ou infectieux, par l'amiante ou par des engins pyrotechniques.

La visite du site n'a pas été demandée dans le cadre de la mission d'expertise.

3. Présentation et analyse de l'existant

3.1. Descriptif de la zone d'étude

Le site est localisé au 17/21 rue du Pont de Lattes, en centre-ville de Montpellier (34). Il est composé des parcelles cadastrales HL 566, 567 et 585 et présente une superficie globale d'environ 18 500 m².

Concernant l'occupation du site, le rapport BG de 2025 indique :

Le site comporte actuellement 3 groupes de bâtiments dont :

- L'ilot A (composé des bâtiments A et B du futur projet), sur la bordure nord-ouest du terrain, accueillant les bureaux d'ENGIE, d'une superficie totale de 1 970 m². Il repose partiellement sur un sous-sol enterré (au niveau du bâtiment A). Cet ensemble de bâtiments sera conservé dans le cadre du projet d'aménagement porté à notre connaissance,
- Bâtiment B, à l'ouest du terrain, en zone centrale, ayant accueilli les bureaux du CMCAS, avec un niveau de sous-sol enterré, d'une superficie de 715 m². Ce bâtiment devrait être détruit pour la réalisation du futur projet d'aménagement,
- Restaurant d'entreprises, au sud du terrain, présentant un vide sanitaire, d'une superficie de 510 m². Ce bâtiment devrait être détruit pour la réalisation du projet d'aménagement,

Les espaces extérieurs sont constitués de revêtement de type enrobé sur 64% de la surface du site (11 800 m²), d'espaces végétalisés sur 14% (2 640 m²) et de dalles béton, revêtement de type carrelage en périphérie des bâtiments actuels, sur environ 4% de la surface du terrain (700 m²).

La figure qui suit localise le site.

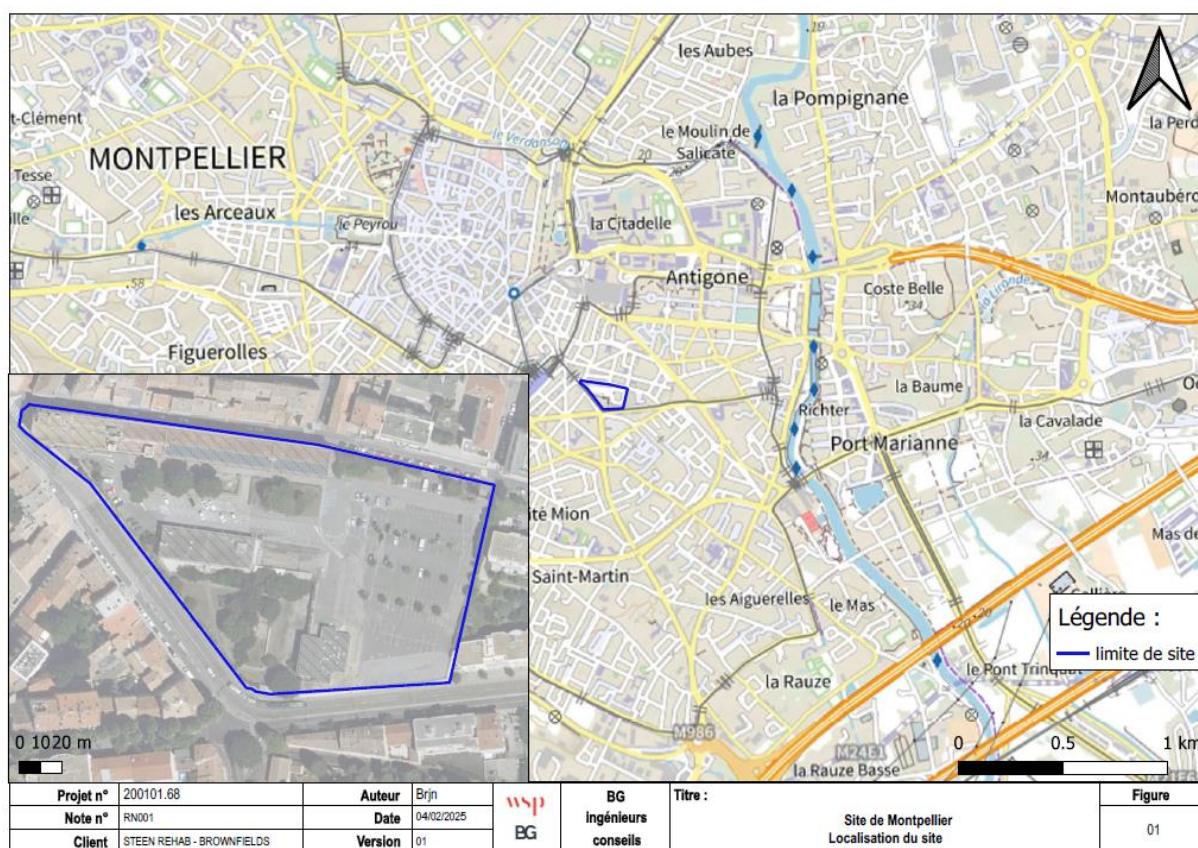


Figure 1 : Localisation du site d'étude (sources : rapport BG de 2025)

3.2. Documents transmis par le client

Seul le rapport BG Ingénieur Conseil objet de la présente expertise a été transmis à Antea Group par le client. Ce rapport « Diagnostic complémentaire (A200, A210, A230, A270), Plan de Gestion de la pollution et ARR prédictive » est référencé 200101.68-RN001-Est et date du 28/02/2025).

3.3. Description du projet envisagé

Concernant le projet d'aménagement BG précise dans son rapport de 2025 :

Le projet d'aménagement prévoit la conservation des bâtiments existants le long de la rue de Barcelone pour un usage de bureaux/commerces, la construction de nouveaux bâtiments à usage de logements collectifs et commerciaux, de parking en sous-sol et d'espaces verts.

Dans le détail, le projet d'aménagement prévoit à ce stade :

- La conservation des bâtiments existants qui longent la rue de Barcelone (Ilot A, composé des bâtiments A et B du projet),
- La construction de 3 ilots de bâtiments de R+2 à R+5 à usage de logements collectifs et commerces de plain-pied et/ou avec un niveau de parkings en sous-sol, selon les bâtiments considérés (Bâtiments C, D, E, F et G dans le projet actuellement porté à notre connaissance).
- La réalisation d'espaces extérieurs constitués principalement d'espaces verts et de voies de circulation piétonnes entre les ilots de bâtiments.

Le projet d'aménagement mentionné par BG date de juillet 2023.

Il n'a pas été porté à la connaissance d'Antea Group d'éventuelles modifications du projet depuis 2023.

Les plans et les figures qui suivent présentent le projet d'aménagement envisagé. BG. Concernant les sous-sols, BG indique dans son rapport **qu'1 à 3 niveaux de sous-sol sont envisagés** dans le cadre du projet (pas de données complémentaires sur la localisation de ces niveaux de sous-sol).



Figure 2 : Localisation des bâtiments du projet (source : rapport BG de 2025)

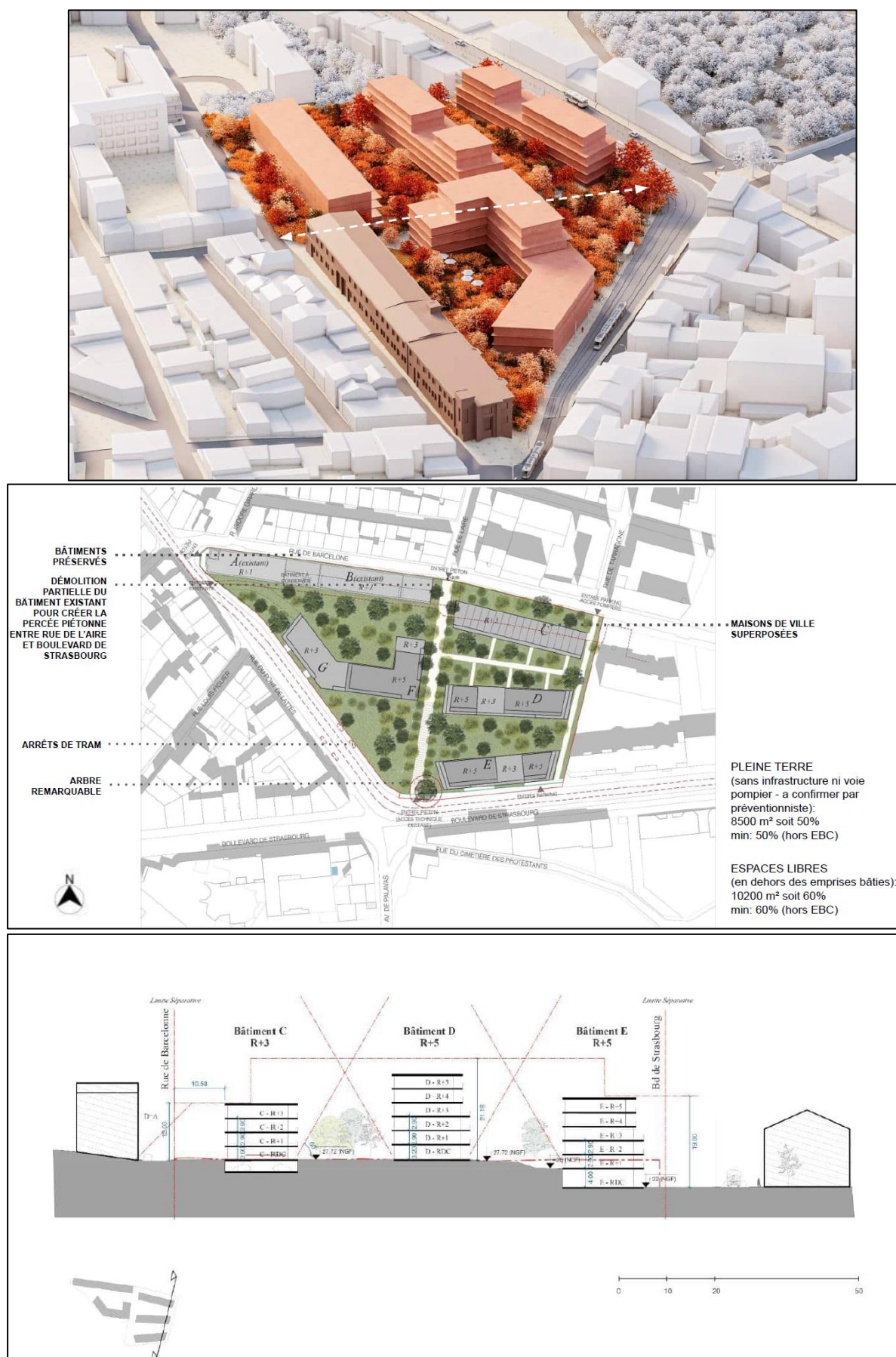


Figure 3 : Plans et coupes du projet d'aménagement en date de juillet 2023 (source : rapport BG de 2025)

4. Expertise du rapport BG Ingénieurs Conseils

4.1. Eléments préliminaires

Contexte historique et documentaire

Dans son rapport, BG fait référence à des plans historiques issus d'un précédent rapport ICF de 2004. La référence à ces plans historiques laisse supposer qu'une étude historique complète du site a été réalisée par ICF au travers d'une mission INFOS selon la méthodologie en vigueur en 2004. Néanmoins, il aurait été pertinent d'inclure les principaux résultats de cette mission INFOS comme cela a été fait pour les principaux résultats de l'étude du contexte environnementale (géologie, hydrogéologie, etc.). Cette synthèse se serait notamment attachée à identifier les éventuelles incertitudes relevées au stade de l'étude historique. Par ailleurs en fonction des évolutions constatées et/ou des incertitudes relevées **une mise à jour des données disponibles aurait pu être jugée nécessaire, incluant la recherche des usages des eaux souterraines.**

Contexte réglementaire

D'après les données du rapport BG, le terrain est référencé en tant que SIS, sous la référence 34SIS04047. Par conséquent Antea Group rappelle que, conformément à l'article L556-2 du code de l'environnement, tout projet d'aménagement ou de construction sur ce site devra faire l'objet d'une attestation, par un bureau d'études certifiés dans le domaine des sites et sols pollués, garantissant la compatibilité du projet avec l'état du sol.

Ce point aurait pu être rappelé par BG dans son rapport.

Par ailleurs, la consultation par Antea Group de la fiche INFOSOL / SIS Fiche SSP0002048 (datée du 28/02/2022, nouvel identifiant du SIS) apporte les éléments suivants :

- L'Information de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée (ex-BASOL) **est clôturée.**

Sur ce site, trois usines à gaz se sont succédées entre 1838 et 1956, date d'arrêt des activités de distillation de la houille. L'ensemble des installations ont été démolies. Le terrain présente une superficie d'environ deux hectares. Une partie du site a été vendue pour l'aménagement d'une ligne de tramway de Montpellier.

Actuellement, le site restant la propriété de GDF SUEZ est occupé par une agence clientèle de la Direction commerciale de GDF-SUEZ, des parkings, un restaurant d'entreprise, la CMCAS du personnel des industries électriques et gazières.

GAZ DE FRANCE a hiérarchisé ses actions sur les 467 sites d'anciennes usines à gaz qu'il gère, répartis sur l'ensemble du territoire. La méthodologie retenue a consisté à hiérarchiser les sites en fonction de leur sensibilité vis à vis de l'environnement (usage du site, vulnérabilité des eaux souterraines et superficielles, présence et type de population sur le site, ...).

L'application de cette méthode a abouti à l'établissement de 5 classes de priorité pour lesquelles les engagements de GAZ DE FRANCE ont fait l'objet d'un protocole d'accord relatif à la maîtrise et au suivi de la réhabilitation des anciens terrains d'usine à gaz entre le Ministère de l'Environnement et GAZ DE FRANCE, signé le 25 avril 1996.

Le site de l'ancienne usine à gaz de Montpellier est en classe 3 du protocole. De ce fait, c'est un site dont la sensibilité vis à vis de l'homme et des eaux souterraines et superficielles est faible. En novembre 1995, un bureau d'études a effectué, à la demande de GAZ DE FRANCE,

l'étude d'environnement de ce site. Cette étude a consisté à effectuer des recherches historiques et documentaires, à rechercher des ouvrages enterrés, à évaluer l'impact du site sur les ressources locales en eaux souterraines et superficielles, à caractériser le sol superficiel et en profondeur. Cette étude a montré que les cuves à goudron ont été neutralisées et que les sols ou éventuels résidus ont été éliminés au niveau de cette zone. Même si quelques traces de pollution par du goudron subsistent dans le sol, le site ne présente aucun risque : l'étude hydrogéologique a permis de conclure à l'absence de vulnérabilité des eaux souterraines au droit du site, la zone aquifère n'étant pas productive et le terrain est en grande partie recouvert par des parkings et des bâtiments.

En l'état actuel du site, aucune autre action de réhabilitation n'est à prévoir.

Un complément d'étude historique a été effectué en novembre 2002 et a permis de déceler une canalisation contenant du goudron, mais sans apport nouveau par rapport à l'étude précédente en ce qui concerne une éventuelle pollution du site. La canalisation a été retirée en décembre 2003.

Un changement d'affectation d'une bande de terrain au sud de la propriété (passage de tramway) a nécessité la réalisation d'un diagnostic approfondi sur la bande de terrain concernée.

Par ailleurs, Gaz de France réalisera un diagnostic initial en préalable à toute opération de vente, cession ou réaménagement. Les conditions de réhabilitation définies en accord avec les services de l'Inspection des installations classées, seront adaptées à la classe de sensibilité du site et à sa destination future.

- L'obligation(s) réglementaire(s) liée(s) aux parcelles - SIS/SUP mentionne qu'en application de l'article L125-6 du code de l'environnement, un SIS (secteur d'information sur les sols) a été créé par arrêté préfectoral n°2018-I-899 du 9 août 2018. Aussi, conformément à l'article L556-2 du code de l'environnement, tout projet d'aménagement ou de construction sur ce site devra faire l'objet d'une attestation, par un bureau d'études certifiés dans le domaine des sites et sols pollués, garantissant la compatibilité du projet avec l'état du sol.

Compte-tenu de ces éléments, il semble pertinent de s'assurer que le service des Installations classées sera bien informé et validera les conditions de réhabilitation du site selon l'usage envisagé. Le site étant dans un périmètre SIS, une ATTES ALUR (produite par un BE certifié LNE) justifiant de la compatibilité sanitaire du projet avec l'état du terrain devra être jointe à la demande de PC.

4.2. Diagnostic de la qualité des milieux

Une série d'investigations a été réalisée par ICF, GOLDER et BG entre 2003 et 2023. A noter que les rapports des investigations antérieures réalisées par ICF et GOLDER n'ont pas été transmis à Antea Group et ne font pas l'objet de la présente Expertise.

Une synthèse de l'ensemble de ces investigations est présentée dans le rapport de diagnostic complémentaire BG Ingénieur Conseil de 2025. Elles comprennent :

2003-2008 – ICF Environnement

- 4 fouilles à la pelle mécanique ;
- 39 sondages à la tarière.

Mai 2019 - GOLDER

- 38 sondages à la tarière jusqu'à 8 m de profondeur au maximum ;
- 9 échantillons de sols superficiels au niveau des espaces verts ;
- 3 échantillons d'enrobé ;
- La mise en place de 4 piézomètres de 10 à 13,5 m de profondeur ;
- 6 prélèvements d'eaux souterraines (5 piézomètres et 1 puits) ;
- 3 prélèvements d'eau du robinet dans les 3 bâtiments présents sur site ;
- 6 prélèvements de gaz du sol (2 piézairs à 1,5 m de profondeur et 4 airs sous dalle au sein des 3 bâtiments du site) ;
- 5 prélèvements d'air intérieur au sein des 3 bâtiments du site.

Juin 2023 – BG Ingénieur Conseil

- 38 sondages à la tarière jusqu'à 12 m de profondeur au maximum ;
- 5 prélèvements d'eaux souterraines (5 piézomètres) ;
- 14 prélèvements de gaz du sol (14 piézairs) entre 1,5 et 6 m de profondeur.

Les commentaires d'Antea Group concernant la synthèse des données disponibles et le diagnostic complémentaire de la qualité du sous-sol réalisé par BG dans son rapport de 2025 sont présentés dans le tableau qui suit.

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Eléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
1	15, 99	5	<u>État de connaissance sur la qualité environnementale du site</u> BG indique que la figure 3 présente les investigations antérieures réalisées au droit du site.	Cette figure ne fait apparaître que les sondages de sols réalisés par GOLDER en mai 2019. Les fouilles et les sondages de sols réalisés par ICF entre 2003 et 2008 ne sont pas représentés. La présentation dans le rapport d'une cartographie comprenant l'ensemble des investigations antérieures sur toutes les matrices (sols, gaz du sol, sols superficiels, enrobé, eaux souterraines, air intérieur) aurait apporté une vision d'ensemble des investigations historiques réalisées.	Modalité d'exploitation des résultats et observations des études précédentes
2	15 à 25	5	<u>État de connaissance sur la qualité environnementale du site</u> Synthèse des résultats d'analyse sur les différentes matrices investiguées par ICF puis GOLDER (sols superficiels, sols profonds, gaz du sol, air intérieur, eaux souterraines et enrobé)	De manière générale, aucune analyse critique des résultats des investigations antérieures n'a été réalisée par BG dans sa synthèse des données disponibles. Une attention particulière doit notamment être apportée aux résultats sur les gaz du sol et l'air intérieur. Les points non discutés dans le rapport BG pouvant notamment avoir une incidence sur la représentativité des résultats comprennent (liste non exhaustive) : - Présence d'incertitudes transmises par le laboratoire / exclusions par rapport au COFRAC ? - Respect des délais de mise en analyse des échantillons ? - Méthode utilisée pour les sondages (tarière, carottier) ? - Étanchéité des ouvrages de prélèvements des gaz du sol ? - Réalisation des purges des piézomètres et des piézairs ? - Réalisation de blancs de terrain et de transport ? - Présence de composés quantifiés sur les couches de contrôle ? - Conditions météorologiques favorables ou défavorables ? - Localisation des prélèvements des airs intérieurs et d'air sous dalle (présence d'un sous-sol et d'un vide sanitaire au niveau du bâtiment A et du restaurant) L'ensemble de ces éléments doivent être présentés en incertitudes et leur influence sur la fiabilité/représentativité des résultats doit être évaluée par BG dans son rapport	Fiabilité et représentativité des résultats
3	25	6.1	<u>Programme d'investigations</u> Investigations complémentaires sur les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines	<u>Concernant la matrice air intérieur</u> Aucune investigation complémentaire n'a été réalisée par BG sur la matrice air intérieur des bâtiments restant en place dans le cadre du projet. Conformément au guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur de l'INERIS (modifié en novembre 2016), afin d'évaluer le transfert des gaz du sol vers l'air intérieur et de prendre en compte la variabilité saisonnière Antea Group rappelle qu'à minima deux campagnes doivent être réalisées à des saisons différentes (classiquement une en été et une en hiver) <u>Concernant la matrice eaux souterraines</u> Aucun ouvrage complémentaire n'a été mis en place par BG. Au vu des impacts relevés lors de la première campagne de GOLDER, compte tenu du sens d'écoulement mis en évidence et au vu de l'environnement particulièrement sensible du site, des ouvrages complémentaires auraient pu être mis en place en bordure Sud-Ouest entre les ouvrages Pz-E3 et Pz-o12 (habitations en limite Sud-Ouest du site) et en bordure Nord-Est et Est entre les ouvrages Pz-Q2 et Pz1 (habitations en limite Nord-Est et Est du site).	Fiabilité des résultats
4	26, 27	6.2.1	<u>Matrice gaz du sol</u> Description de la stratégie mise en œuvre Description des ouvrages mis en place : 13 au lieu des 17 initialement prévus. Ouvrages mis en place entre 1,5 et 6 m de profondeur en fonction de la présence ou pas de niveau de sous-sol dans le cadre du projet.	<u>Localisation des ouvrages</u> BG indique que les investigations complémentaires sur les gaz du sol ont pour objectif de caractériser la qualité de l'air du sol au droit des futurs bâtiments du projet d'aménagement. Néanmoins, ces ouvrages n'ont pas été systématiquement implantés au droit des emprises des bâtiments du projet : <u>aucun ouvrage n'a été implanté au droit des futurs bâtiments C et D</u> , seuls 2 ouvrages ont été mis en place aux extrémités du bâtiment F (aucun ouvrage en partie centrale du bâtiment) et aucun prélèvement de gaz du sol complémentaire n'a été réalisé au droit des bâtiments A et B existants. Enfin et de manière plus générale, aucune donnée sur la qualité des gaz du sol n'est disponible au niveau du jardin en partie Sud ni en partie Nord-Ouest alors que ces secteurs présentent d'anciennes installations potentiellement polluantes : gazomètres 1 à 3 et réservoirs à fioul et gasoil, puits à boue, citerne à goudron notamment. La quantité d'ouvrages mis en place et leur implantation au droit du site n'apparaît donc pas suffisante pour répondre à l'objectif des investigations. <u>Profondeur des ouvrages :</u> BG indique que les ouvrages ont été implantés à : ▪ À 1.5 m de profondeur sur les bâtiments devant être de plain-pied, « À 3 m de profondeur pour les bâtiments devant comprendre un niveau de sous-sol, » ▪ À 6 m de profondeur pour les bâtiments devant comprendre deux niveaux de sous-sol. Des contradictions sont mises en évidence concernant le nombre de niveaux de sous-sol envisagés au droit du site dans le cadre du projet : jusqu'à deux niveaux de sous-sol en page 26 (cf extrait ci-dessous) et jusqu'à 3 niveaux de sous-sol en pages 66 et 71 ainsi que dans le schéma conceptuel.	Absence de données sur les terrains restant en place NB : Incertitude sur la configuration du projet d'aménagement

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Eléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
				L'objectif étant de connaître la qualité des gaz du sol restant en place à l'issue des travaux d'aménagement, les profondeurs n'apparaissent pas suffisantes. En effet, en considérant des terrassements sur 3 m de profondeur pour la mise en place d'un niveau de sous-sol et de 6 m pour la mise en place de deux niveaux de sous-sol comme le laisse penser la coupe du projet d'aménagement en Annexe 1 du rapport BG, les piézais auraient dû être mis en place à 4,5 m et 7,5 m de profondeur et crépiné entre 4 et 4,5 m et 7 et 7,5 m soit environ 0,5 à 1 m sous le niveau théorique des futurs sous-sols. Programme analytique D'après les données disponibles, des concentrations en cyanures et ammonium ont été mises en évidence dans les sols et/ou les eaux souterraines. Il aurait été pertinent de rechercher ces composées également dans les gaz du sol. Par ailleurs, l'ensemble des HAP volatils ou semi-volatils n'a pas été recherché dans les gaz du sol, le naphthalène n'étant pas l'unique composé volatil des HAP, il aurait été également intéressant de les ajouter au programme analytique (impact en HAP dans les sols notamment). Représentativité des échantillons De manière générale, Antea Group note que BG n'a pas intégré à son rapport les fiches de prélèvements des gaz du sol. Antea Group note en particulier les éléments qui suivent : - Le rapport BG ne précise pas si un « Blanc » de terrain a été réalisé conformément aux recommandations du Guide de l'INERIS modifié en novembre 2016 ; - Le débit choisi pour les prélèvements de 0,5 /min est potentiellement trop important pour certains composés comme les COHV (débit de 0,2 l/min conseillé) ; - L'étanchéité des ouvrages ne semble pas avoir été vérifiée avant les prélèvements ; - Les informations concernant l'équipement des ouvrages sont incomplètes (présence d'une cimentation, d'argile et de massif filtrant non renseignée) ; - Les bonnes pratiques de prélèvements préconisent la mise en série de 2 tubes CA afin de fixer la totalité du chlorure de vinyle ce qui ne semble pas avoir été fait par BG, - Pour les piézais mis en place à 1,5 m de profondeur, la crépine a été mise en place entre 0,5 et 1,5 m de profondeur soit à partir de 0,5 m sous la surface du sol. Dans ce cas, la méthodologie en vigueur indique qu'une étanchéité de surface particulière doit être mise en place en surface afin de limiter les éventuels apports de l'air ambiant extérieur (bâche, dalle béton, etc.). Aucune donnée du rapport BG ne laisse penser qu'une telle étanchéité a été mise en place Valeurs de comparaison Le seuil de référence retenu par BG pour le tétrachloroéthylène dans l'air ambiant est de 0,25 mg/m3. Ce seuil a été actualisé, il est de 0,04 mg/m3.	Sous estimations des concentrations des gaz de sols
5	28, 29	6.2.2	Matrice sols profonds (A200) Description de la méthodologie de l'échantillonnage	BG indique que les sondages ont été réalisés à la tarière. Antea Group attire l'attention sur le fait que cette méthode n'est pas recommandée pour les sols susceptibles de contenir des composés organiques volatils comme c'est le cas sur le site : risque de volatilisation des substances lors du remaniement des sols. Concernant l'analyse des COHV dans les sols, BG indique qu'ils sont été recherchés en fonction des teneurs PID mises en évidence. BG ne précise pas le type de lampe du PID.	Sous estimations des concentrations de polluants
6	31, 32	6.3.1	Observations sur la matrice sols Mise en évidence d'indices organoleptiques suspects au niveau des sondages ST5, ST8, ST9, ST11, ST13, ST14b, ST17, ST19, ST21, ST22, ST24 et refus à la foration au droit des sondages ST9, ST11, ST12, ST14, ST18 et ST19	Fiches de sondages Antea Group constate qu'il manque certaines fiches de sondages dans les Annexes du rapport (ST5, ST8, ST20, etc.) Indices organoleptiques Au vu des données disponibles, certains indices ne sont pas dimensionnés en profondeur comme la présence de traces de goudrons indurés au niveau de ST9 à 6,5 m de profondeur au minium, les odeurs de HAP à 7 et 5 de profondeur au minium au niveau de ST11 et ST19 (refus sur dalle béton, aucune donnée analytique sur la qualité des sols sous ces dalles) Incertitudes en lien avec les refus En raison des refus rencontrés par BG, des incertitudes demeurent également au niveau de ST18 (pas de données sous la dalle béton rencontrée à 7 m de profondeur) ou encore au niveau de ST14 (présence d'une dalle béton pouvant correspondre à une des citernes à benzol)	Emprise en profondeur de la pollution
7	32, 33	6.3.2	Eaux souterraines Nappe globalement comprise entre 7 et 9 m de profondeur. Sens d'écoulement de la nappe au droit	Le sens des écoulements ainsi que les niveaux piézométriques ont été déterminés à partir de deux campagnes de suivi réalisées à la même période saisonnière en mai 2019 et mai 2023 correspondant probablement à une période de fin de hautes eaux. Afin de confirmer ces données Antea Group recommande la prise de mesure de niveaux d'eau à d'autres saisons et notamment en période de basses eaux	Enjeu hors site ?

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Eléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
			du site vers le sud-est, en cohérence avec les mesures antérieures		
8	33 à 38	6.4.1	<u>Résultats sur la matrice sol</u> Présentation des résultats d'analyses sur les sols	Couverture du site Aucun sondage n'a été réalisé au droit des bâtiments et le secteur correspondant au jardin n'a quasiment pas été investigué. D'après les données historiques disponibles (voir plan en Annexe 2 du rapport BG), les emplacements actuellement occupés par des bâtiments ont abrité des installations correspondant à des sources potentielles de pollution avec notamment : - Bâtiments A et B -> gazomètres n°1 et 2, fosse à goudrons, salle de distillation, stockage divers, salle d'émission, cheminée, etc. - Bâtiment des bureaux du CMCAS en partie centrale -> ateliers, salle des chaudières, salle de machines, épuration - Ancien restaurant d'entreprise -> Ancienne zone de déshydratation des goudrons, magasin, bacs de décantation Cartographies des résultats Les cartographie des résultats ne présentent pas tous les sondages de sol réalisés. Les sondages ICF présentant des impacts ne sont par exemple par représentés sur les cartographies de synthèse des résultats réalisées par BG rendant la lecture globale des impacts au droit du site particulièrement difficile. Incertitudes sur le dimensionnement des impacts BG précise dans son rapport qu'une partie des impacts en HCT, HAP, naphtalène, benzène et/ou cyanures n'est pas dimensionnée en profondeur. Les sondages concernés sont : S42 et N7 (à 4 m minimum), S33 (à 1 m au minimum), S31 (à 3 m au minimum), S7 (à 5,5 m au minimum), ST11 (à 7 m au minimum), Q7, ST12 et ST13 (à 7 m au minimum). Programme analytique Au vu des concentrations en métaux mises en évidence dans les sols lors des précédentes campagnes et en ammonium quantifiées dans les eaux souterraines il aurait été pertinent de rechercher ces composés dans les sols. Concernant les COHV Du fait de la réalisation des sondages à la tarière et de l'absence d'utilisation de kit spécifiques pour la conservation des composés les plus volatils (kit méthanol), les concentrations en COHV mises en évidence sont probablement sous estimées. Par ailleurs, pas de discussion sur les éventuelles incertitudes transmises par le laboratoire	Emprise des zones de pollution (justification de la complétude du maillage) Sous estimations des concentrations de polluants
9	38, 39	6.4.2	<u>Résultats sur la matrice air du sol</u> Présentation des résultats d'analyses sur les gaz du sol Mise en évidence d'impacts localisés en BTEX dont benzène, naphtalène et COHV dont TCE	Représentativité (conformément au guide INERIS/BRGM de 2016) L'influence des conditions météorologiques sur la représentativité des prélèvements de gaz du sol n'a pas été discutée par BG. Les conditions anticycloniques de la période des prélèvements (1025 hPa) ont par exemple tendance à limiter le dégazage (sous-estimation des concentrations dans les gaz du sol). BG indique que des BTEX ont été détectés sur la couche de contrôle de l'échantillon PG11 mais ne précise pas quel pourcentage représente cette concentration par rapport à la concentration quantifiée sur la couche de mesure (doit être inférieure à 5% pour que le prélèvement soit représentatif). Pas de discussion non plus sur la représentativité des débits : la variation des débits lors des prélèvements doit être inférieure à 5% entre le début et la fin du prélèvement. A noter également que les prélèvements sur les gaz du sol n'ont pas été systématiquement associés à des prélèvements de sols (PG11, PG12 et PG2). Il aurait été intéressant de disposer de résultats analytiques sur les sols au droit ou à proximité immédiate des piézaires, afin de pouvoir interpréter les résultats obtenus sur les gaz des sols par rapport à ceux obtenus sur les sols.	Sous estimations des concentrations de polluants
10	39, 40	6.4.3	<u>Résultats sur la matrice eaux souterraines</u> Présentation des résultats d'analyses sur les eaux souterraines Mise en évidence de concentrations en métaux, ammonium, cyanures, BTEX, COHV et HCT dans les eaux souterraines avec en particulier des impacts en	BG ne précise pas s'il y eu une filtration sur site ou en laboratoire avant analyses des métaux ni le type d'analyse des métaux (métaux dissous ou totaux ?). A noter qu'en fonction du type d'analyse réalisée, l'absence de filtration de l'échantillon sur site peut conduire à une sous-estimation des concentrations en métaux (fixation des métaux sur les colloïdes). De manière générale, BG ne précise par le contexte hydrogéologique de la campagne de prélèvements (hautes eaux ou basses eaux ?). Les deux campagnes GOLDER et BG ont été réalisées à la même période ce qui ne permet pas de suivre les éventuelles variations des concentrations en fonction des variations hydrogéologiques. Les COHV étant des composés ayant tendance à « plonger » en fond de nappe, seuls des piézomètres recoupant l'aquifère jusqu'à sa base permettraient de statuer sur l'impact réel sur la nappe par ces composés.	Enjeu hors site ?

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Eléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
			cyanures et COHV relevés en limite aval	Enfin, Antea Group attire l'attention sur le fait que les impacts relevés dans les eaux souterraines ne sont pas dimensionnés en aval et semblent se poursuivre hors site, en aval des ouvrages Pz-O12, Pz-V11 et Pz1.	
11	41 à 43	7.1	Définition des traceurs	De manière générale, Antea Group note que les données des graphiques sont peu lisibles et ne permettent pas bien d'illustrer les commentaires et observations de BG (données resserrées). BG indique ne pas retenir comme traceur les COHV en raison de leur faible quantification dans les sols. Antea Group rappelle, que la méthode d'investigation et de conditionnement des échantillons retenue par BG est susceptible d'avoir conduit à une sous-estimation des concentrations en COHV dans les sols.	Elément de justification
12	43	7.2	Analyse statistique exploratoire	Il aurait été intéressant de calculer les différents centiles des concentrations, par exemple les percentiles 75, 80, 90, etc.	Elément de justification
13	43 à 48	7.3	Seuils de coupure statistiques Détermination de seuils de coupures à partir d'une étude statistique (fréquences cumulées notamment)	De manière générale, les graphiques présentés par BG sont peu lisibles et rendent difficile l'interprétation. Par ailleurs, plusieurs graphiques ne sont pas ou peu concluant pour la définition des seuils de coupures. L'analyse statistique pourrait être complétée par d'autres méthodes proposées dans le guide de définition des pollutions concentrées. Concernant les HAP BG indique que 3 seuils ressortent de l'analyse du graphique des fréquences cumulées à 650, 850 et 1100 mg/kg. Aucune explication n'est apportée concernant le choix retenu (1100 mg/kg). Concernant le naphtalène L'ensemble des concentrations en HAP et naphtalène ne semblent pas être représentées sur le graphique 9 du rapport (aucune concentration en HAP au-delà de 1000 mg/kg). Le rapport BG indique que l'analyse statistique ne permet pas de déterminer de seuil de coupure pour le naphtalène. Concernant les HCT Le graphique réalisé par BG est peu lisible – l'échelle des ordonnées mériterait d'être adaptée pour une meilleure lecture. BG indique que 2 seuils ressortent de l'analyse du graphique des fréquences cumulées à 600 et 1000 mg/kg. Le choix retenu (1000 mg/kg) apparaît pertinent selon Antea Group. Concernant les cyanures BG propose 3 seuils à 50, 120 et 160 mg/kg. Aucune explication n'est apportée concernant le choix retenu (160 mg/kg). ⇒ <u>Concernant la définition des pollutions concentrées, BG a retenu les seuils les plus importants pour chaque paramètre sans justifier ces choix, dont certains paraissent élevés.</u> Concernant les BTEX BG indique qu'un seuil d'alerte peut être fixé à 20 mg/kg à partir des résultats de l'analyses statistique. Aucune explication n'est apportée concernant le choix retenu (1100 mg/kg) : au vu de ces données, Antea Group identifie également un seuil à 10 mg/kg. Concernant le Benzène BG propose un seuil d'alerte à 20 mg/kg à partir d'un graphique de distribution des teneurs en Benzène. Aucune explication n'est apportée concernant le choix retenu. Antea Group note d'une part que ce graphique est peu lisible et d'autre part qu'au vu des données du graphique un seuil plus bas (à moins de 5 mg/kg d'après le graphique) pourrait également être retenu. Concernant les HCV BG propose de retenir un seuil d'alerte à 60 mg/kg. Au vu du graphique présenté, un seuil à 40 mg/kg pourrait également être retenu. Aucune explication n'est apportée concernant le choix retenu. Globalement, aucune référence au guide de définition de la pollution concentrée n'est réalisée, notamment la recherche d'un bilan de masse.	Elément de justification des seuils au regard du guide de définition des pollutions concentrées → incidence sur les volumes
14	49	7.4	Définition spatiale des sources	De manière générale, il aurait été préférable de présenter l'ensemble des investigations réalisées au droit du site sur les cartographies des résultats afin d'avoir une vision globale de la qualité des sols. Seuls quelques sondages d'ICF présentant des dépassements des valeurs de références, à savoir les seuils de lecture de l'étude semi générique ENGIE, ont été représentés. Aucune information n'est disponible quant aux résultats analytiques sur les autres sondages de la campagne d'ICF qui ne sont pas représentés sur les cartographies réalisées par BG.	Justification des délimitations des emprises des zones de pollution

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Eléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
				Par ailleurs, Antea Group note que des concentrations jugées significatives car supérieures aux seuils de lecture de l'étude semi-générique ENGIE ne sont pas représentées sur les cartographies à savoir (liste non exhaustive) : - Concernant les HAP, pas de représentation cartographique des concentrations relevées au niveau des sondages S42 ni S6 entre 0 et 1 m, S31 entre 1 et 2 m, S42 entre 2 et 3 m ni entre 3 et 4 m et Q7 au-delà de 4 m de profondeur ; - Concernant le naphthalène, pas de représentation cartographique des concentrations relevées au niveau des sondages S42 et S6 entre 0 et 1 m ni entre 1 et 2 m, S42 entre 2 et 3 m ni entre 3 et 4 m, - etc. En ce sens, les cartographies réalisées par BG doivent être complétées et donne une vision générale, à priori partielle, de la qualité des sols au droit du site d'étude.	→ incidence sur les volumes
15	49, 50	7.5	Définition des seuils de réhabilitation Définition de 10 sources de pollution concentrées en HAP, HCT, Cyanures, benzène, naphthalène et/ou goudron pur entre 0,5 et 7 m au maximum Seuil de réhabilitation fixé à : - HAP(16) -> 1100 mg/kg - Naphthalène -> 110 mg/kg - HCT C10-C40 -> 1000 mg/kg - Cyanures totaux -> 160 mg/kg Seuils d'alertes retenus : BTEX -> 20 mg/kg Benzène -> 20 mg/kg HCV C5-C10	Concernant les profondeurs des sources Dans le paragraphe des résultats sur la matrice sol (6.4.1), BG précise que certains impacts ne sont pas dimensionnés en profondeur au droit des sondages : S42 et N7 (à 4 m minimum), S33 (à 1 m au minimum), S31 (à 3 m au minimum), S7 (à 5,5 m au minimum), ST11 (à 7 m au minimum), Q7, ST12 et ST13 (à 7 m au minimum). En ce sens, les sources A, B, F et I comprenant ces sondages ne sont pas dimensionnées en profondeur. Par ailleurs, des goudrons indurés ont été observés entre 1,5 et 6,5 m de profondeur au minimum à la foration au droit du sondage ST9 et aucune donnée n'est disponible sous la dalle béton rencontrée à 5 m au droit du sondage ST19. Ces sondages sont respectivement associés aux sources J et D définies dans le rapport BG à 0,5 et 4 m de profondeur uniquement. Les profondeurs d'impact indiquées dans le tableau de synthèse de BG sont à considérer avec précaution et pourraient être affinées par la réalisation de sondages complémentaires (volume total des sources concentrées potentiellement sous -estimé). Concernant les seuils de réhabilitation retenus Compte tenu des incertitudes relevées par Antea Group au sujet des approches statistique et cartographique réalisées par BG pour la définition des sources concentrées, les seuils proposés par BG sont à justifier. Par ailleurs, aucun bilan massique n'a été réalisé. Concernant les seuils d'alerte retenus De la même manière que pour les seuils de réhabilitation, ces seuils d'alerte n'apparaissent pas suffisamment justifiés et apparaissent importants au vu de la lecture des données faites par Antea Group, en particulier pour le Benzène.	Justification des délimitations des emprises des zones de pollution → incidence sur les volumes

Synthèse des principaux éléments de l'expertise – Partie DIAG

Ainsi, l'expertise Antea Group du diagnostic complémentaire de la qualité des milieux réalisé par BG met en évidence les principaux éléments suivants :

1/ Concernant l'analyse et l'intégration des données historiques (ICF et GOLDER)

De manière générale, aucune analyse critique des résultats des investigations antérieures n'a été réalisée par BG dans sa synthèse des données disponibles.

De même, des incertitudes portent sur l'intégration de l'ensemble des données précédentes en l'absence de l'intégration de l'ensemble des investigations aux figures de synthèses réalisées par BG (certain rapport n'ayant pas été communiqué à BG).

Les éventuelles incertitudes sur ces résultats (méthodologie des prélèvements, configuration des zones de prélèvements, météorologie, mise en place de ouvrages, incertitudes analytiques, etc.) et leur influence sur la fiabilité/représentativité des résultats n'ont pas été discutées par BG dans son rapport.

2/ Concernant le programme des investigations complémentaires réalisé par BG

Au vu des premiers résultats d'analyse, des enjeux du projet et de la situation géographique du site, il apparaît pertinent de mener une réflexion portant sur des compléments d'investigations à mener comprenant :

- Des prélèvements sur la matrice air intérieur afin de suivre dans le temps les niveaux de concentrations précédemment mis en évidence (conformément à la méthodologie en vigueur) ;
- La mise en place de nouveaux ouvrages piézométriques en bordure aval du site au Sud-Ouest, Nord-est et à l'Est afin de suivre la qualité des eaux souterraines en limite de site en amont immédiat des habitations recensées,
- La recherche de composés supplémentaires dans les gaz du sol comme l'ammonium, les cyanures et l'ensemble des HAP semi-volatils,
- Des sondages supplémentaires sur l'ensemble du site au vu du maillage proposé, en particulier au niveau des bâtiments et du jardin au sud – zones ayant abritées des installations constituant des sources de pollution potentielles.

3/ Concernant la mise en œuvre de ce programme

Les principales incertitudes relevées par Antea Group correspondent aux investigations réalisées par BG sur les sols et les gaz du sol au droit du site.

Les sols

La méthodologie employée par BG pour la réalisation des sondages (tarière) n'est pas recommandée pour les sols susceptibles de contenir des composés organiques volatils (sous-estimation potentielle des concentrations au droit du site).

Les gaz du sol

La quantité d'ouvrages de reconnaissance de la qualité des gaz du sol mis en place, leur localisation au droit du site et la profondeur de leur implantation n'apparaît pas suffisante pour répondre complètement aux objectifs des investigations. En effet, les investigations réalisées ne permettent pas de lever les incertitudes suivantes :

- Présence de secteurs impactés non investigués ;
- Présence de secteurs concernées par l'aménagement des futurs bâtiment non investigués ;
- Profondeur d'investigation ne permettant pas d'évaluer la qualité des gaz du sol restant en place à l'issue des travaux de terrassement au droit des futurs bâtiments.

Enfin, de manière générale, des compléments sont attendus concernant la méthodologie des prélèvements de gaz du sol mise en œuvre (pas de blanc de terrain, à priori pas de test d'étanchéité des ouvrages, pas d'étanchéité de surface, ligne de prélèvement mise en place et choix des débits ne permettant pas de capter l'ensemble des substances, etc.).

4/ Concernant les résultats des investigations complémentaires réalisées par BG

De manière générale, de nouvelles campagnes de mesures et de prélèvements sur les sols, les gaz du sol, l'air intérieur et les eaux souterraines sont recommandées afin de suivre les niveaux d'eau et les concentrations mises en évidence dans le temps et l'espace et ainsi valider les niveaux de concentrations pris pour référence dans l'étude sanitaire.

Au vu des concentrations mises en évidence dans les eaux souterraines et les gaz du sol en limite aval du site, les enjeux associés aux impacts hors site potentiels nécessitent d'être évalués.

5/ Concernant la définition des sources concentrées de pollution au droit du site et les seuils de réhabilitation retenus par BG

Compte tenu des incertitudes relevées par Antea Group (concernant les approches statistiques et cartographiques notamment et absence de bilan massique) l'emprise et le volume des sources concentrées ainsi que les seuils de réhabilitation calculés par BG n'apparaissent pas totalement justifiés et des compléments et/ou ajustements sont nécessaires (incidence en termes de volumes de pollutions à traiter).

Enjeux et implications dans le cadre du projet d'aménagement

L'absence de justifications, données suffisantes et représentatives sur la qualité des milieux du site d'étude peut entraîner des conséquences sur le dimensionnement des sources concentrées (et donc des travaux de réhabilitation) mais aussi conduire à une mauvaise appréciation des risques sanitaires liés à la qualité des milieux conservés en l'état dans le cadre du projet

4.3. Plan de Gestion

Cette partie concerne l'expertise du Plan de Gestion réalisé par BG.

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Éléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Enjeux dans le cadre du projet d'aménagement	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
16	52	5.2	<u>Objectifs de dépollution</u>	Au vu du retour d'expérience sur les Anciennes Usines à Gaz, BG aurait pu intégrer à son Plan de Gestion dans la synthèse des sources de pollution et les objectifs de dépollution la présence potentielle de bétons souillés au goudron (notamment l'ancienne fosse située au niveau de la source A) ainsi que la présence éventuelle de canalisations enterrées contenant du goudron.	Surcout lié à la gestion des structures souillées <u>et découvertes potentielles</u>	Coûts potentiels supplémentaires à prévoir du fait de découvertes et des ajustements des seuils de pollution concentrées
17	54 à 57	8.7	<u>Présentation technique des mesures de gestion retenues</u>	Les techniques des mesures de gestion proposées par BG dans son rapport apparaissent cohérentes avec la gestion des sources de pollution concernées mise en évidence au droit du site : exaction et évacuation hors site vers des filières adaptées et traitement sur site d'une partie des terres polluées par bio-tertre. Les principales incertitudes relevées par BG concernant le traitement sur site sont : la durée et l'efficacité du traitement. Comme l'indique BG, une phase pilote préalable est nécessaire pour consolider la durée du traitement et assurer la bonne atteinte des objectifs de réhabilitation. Par ailleurs, les nuisances liées à la mise en œuvre de cette méthode de traitement doivent être évaluée dans le détails (en particulier gestion des odeurs). Afin d'optimiser les couts de la réhabilitation, BG propose la réutilisation des matériaux traité sur site dans le cadre du projet. Cette approche parait cohérente. La comptabilité sanitaire des matériaux réutilisés avec le projet devra être vérifiée à partir des teneurs résiduelles quantifiées.	Compatibilité avec les délais du projet à vérifier.	Délais du projet potentiellement rallongés en fonction de l'efficacité et de la durée du traitement sur site

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Éléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Enjeux dans le cadre du projet d'aménagement	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
18	57, 58	8.8	<u>Bilan coûts avantages</u>	Dans son Bilan Cout Avantage BG propose deux scénarios pour la purge des sources A et B. Le premier scénario comprend le terrassement des sources A et B sur 5 m de profondeur soit environ 80 % de la masse de polluant et le deuxième scénario sur 7 m de profondeur soit 100 % de la masse de polluant. Antea Group note qu'aucune donnée sur la qualité des gaz du sol n'est disponible au droit de ces deux sources A et B et que la source A est localisée au droit de l'emplacement d'un futur bâtiment comprenant potentiellement des niveaux de sous-sol. En ce sens et en l'absence de donnée complémentaire le maintien des matériaux pollués entre 5 et 7 m de profondeur nécessite des éléments de justification quant à la maîtrise de la pollution, et doit dans tous les cas être vérifié dans l'étude sanitaire.	La faisabilité du scénario B doit être validée par des investigations complémentaires	Potentiellement
19	59 à 63	8.11	<u>Dispositions générales des travaux de réhabilitation</u>	Les dispositions avancées dans le rapport BG pour limiter les nuisances liées aux éventuelles odeurs en phase travaux apparaissent insuffisantes. Au vu des sources à traiter, des scénarios envisagés (notamment bio-tertre) et du contexte urbain du site particulièrement sensible, Antea Group recommande la mise en place de tentes dans le cadre de travaux.	Dispositions entraînant un surcout par rapport à l'estimation financière faite par BG	Incidence des travaux sur le voisinage (odeurs, poussières...) à appréhender → coûts à prévoir

Synthèse des principaux éléments de l'expertise – Partie Plan de Gestion

De manière générale Antea Group note les principaux éléments suivants :

- Le plan de gestion ne prend pas en compte la gestion des éventuelles structures enterrées polluées par du goudron. Au vu du retour d'expérience disponible sur les sites ayant abrité des AUG, la rencontre de ce type de problématique (anciennes infrastructures encore remplies) est fréquente ;
- En l'absence de donnée complémentaire le maintien des matériaux pollués entre 5 et 7 m de profondeur (scénario A) nécessite des éléments de justification quant à la maîtrise de la pollution, et doit dans tous les cas être vérifié dans l'étude sanitaire ;
- Les techniques de gestion proposées par BG dans son rapport apparaissent cohérentes avec la gestion des sources de pollution concernées mise en évidence au droit du site. Les principales incertitudes concernent la durée et l'efficacité du traitement sur site (bio-tertre). Comme l'indique BG, **une phase pilote** préalable est nécessaire pour consolider la durée du traitement et assurer la bonne atteinte des objectifs de réhabilitation ;
- Dans un contexte urbain sensible, les modalités de travaux prévues semblent insuffisantes pour maîtriser les nuisances du chantier ; des compléments (ex. terrassements et traitements **sous tente**) apparaissent nécessaires et devront être étudiées compte-tenu du contexte (centre-ville, riverains) et de la typologie d'activité menée précédemment sur le site (odeurs, maux de têtes, vomissures) ;
- A noter qu'en cas réévaluation des seuils de pollution concentrées et par conséquent des volumes des sources concentrées au droit du site, des surcouts pourraient potentiellement s'appliquer à la première estimation des couts des travaux de réhabilitation fait par BG.

Enjeux et implications dans le cadre du projet d'aménagement

Les incertitudes relevées dans le Plan de Gestion sont susceptibles d'avoir une influence sur le bilan financier des travaux de réhabilitation dans le cadre du projet.

4.4. Etude Sanitaire : Analyse des Risques sanitaires Résiduelles prédictive (ARRp)

Cette partie concerne l'expertise de l'ARRp réalisée par BG.

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Eléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Enjeux dans le cadre du projet d'aménagement	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
20	66	10.3.1	Sources de pollution BG ne prend en compte dans son évaluation que les résultats des gaz des sols.	Pour les HAP, seul le naphthalène a été analysé dans les gaz des sols. Etant donné les teneurs résiduelles proposées pour les HAP (1100 mg/kg) et la présence d'autres HAP semi-volatils, il aurait fallu prendre en compte les HAP semi-volatils (acénaphthylène, acénaphène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène et pyrène). Pas d'argumentaire pour ne pas retenir d'autres composés pouvant dans certaines conditions être présents sous forme gazeuse (cyanures et ammonium notamment)	Impact à vérifier par la réalisation de prélèvements complémentaires de gaz des sols ou par un argumentaire étayé	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
21	67	10.3.2	Voies de transfert Il n'est pas pertinent de considérer les voies de transfert suivantes : ▪ Dilution et diffusion à travers la nappe (il est prévu l'interdiction d'utilisation de l'eau souterraine au droit du site) ; ▪ Contamination des eaux potables par perméation (il est prévu des dispositions constructives définies pour la mise en place des canalisations d'eau potable supprimant cette voie de transfert) ; ▪ Contact direct avec les sols non recouverts (pose de revêtement en surface dans les zones minéralisées et apport de terres extérieures au droit des futurs espaces verts) ; ▪ Ingestion de végétaux auto-produits (interdiction de mise en place de potagers et/ou de vergers en pleine terre).	Bien repris dans la conclusion comme dispositions constructives et restrictions d'usages à mettre en place	/	/
22	67	10.3.3	Cibles Le schéma conceptuel considère les cibles suivantes : ▪Adultes et enfants résidents ; ▪Adultes travailleurs des commerces.	La prise en compte d'un scénario combiné d'un adulte qui travaille dans les commerces aurait pu être étudié en incertitude.	Scénario combiné + majorant Pas d'impact sur les conclusions sur la base des concentrations dans les gaz des sols présentées dans les tableaux 40 et 41	/
23	69	10.4.1	Paramètres d'exposition des cibles Tableau 35 : Paramètres d'exposition pris en compte dans les calculs des risques	Les temps passé en intérieur et extérieur sont issus des données CIBLEX et INVS. L'INERIS a défini des valeurs pour ces paramètres qui sont cohérentes avec les hypothèses proposées par BG	Pas d'impact	/
24	69, 70	10.4.2	Caractéristiques du sous-sol Au vu de ces variations, et par choix sécuritaire, les sols ont été assimilés à des sables, type de sol le plus défavorable, défini dans les outils de calcul de risque. Tableau 36 : Paramètres du sol considérés dans les calculs de risques Perméabilité aux vapeurs (cm2) = $5 \cdot 10^{-8}$	Cette démarche majorante est en accord avec la méthodologie. La perméabilité prise en compte devra toutefois être justifiée car dans le logiciel Johnson Ettinger utilisé ici, la perméabilité aux vapeurs pour une teneur en eau de 0,054 et une porosité de 0,375 et définie à $9,9 \cdot 10^{-8}$, valeur plus majorante	Pourrait multiplier les risques d'un facteur 2. Pas d'impact sur les conclusions sur la base des concentrations dans les gaz des sols présentées dans les tableaux 41 et 42	/
25	70	10.4.3	Paramètres de transfert et accumulation à l'intérieur des bâtiments Tableau 37 : Paramètres considérés dans les calculs de risques à l'intérieur du bâtiment	Les paramètres pris en compte sont ceux couramment utilisés pour ces types d'exposition. Ce sont des valeurs biblio et non des données propres au site, il faudra vérifier que les taux de ventilation proposés correspondent bien à ceux qui seront appliqués.	Paramètres à vérifier dans le cadre du PC	/
26	71	10.5	Sélection des substances L'ARR est réalisée à partir des concentrations des gaz du sol, qui intègrent le dégazage des composés volatils depuis les sols et les eaux souterraines. Cette approche est couramment utilisée dans le cadre de l'ARR et permet de disposer de données pertinentes dans le milieu air des sols et de s'affranchir des incertitudes liées aux calculs de volatilisation.	Oui, à condition que les concentrations dans les gaz des sols soient bien représentatives du résiduel et que toutes les substances volatiles aient été analysées sur les gaz des sols. A noter, qu'une seule campagne de prélèvement a été réalisée sur certains piézomètre. Les conditions météorologiques au moment du prélèvement ne sont pas détaillées dans le rapport. A vu des fiches de synthèse présentées en annexe (p187-188), la pression atmosphérique était entre 1025 et 1035 HPa, signe d'une période anticyclonique non majorante pour les prélèvements de gaz de sols	Impact potentiel important, d'autres campagnes de prélèvement des gaz des sols sont à prévoir	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers au niveau des terrains résiduels

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Éléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Enjeux dans le cadre du projet d'aménagement	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
27	71	10.5	Au regard des résultats obtenus dans les gaz du sol par rapport aux données dans l'air ambiant, il est constaté des teneurs largement inférieures dans l'air ambiant. Étant donné que la réhabilitation des bâtiments prévus dans le cadre du projet, il est retenu les concentrations dans les gaz du sol dans les calculs. Toutefois, il sera comparé également les teneurs mesurées dans l'air ambiant disponibles aux valeurs de gestion réglementaires.	Pas de données de gaz des sols sous le bâtiment B conservé. Des prélèvements de gaz sous dallage (subslab) pourraient être réalisés afin de préciser ce point.	Impact potentiel important, d'autres campagnes de prélèvement des gaz des sols sont à prévoir	Potentiellement
28	71	10.5	D'un point de vue général, la concentration retenue est la valeur maximale disponible sur les gaz du sol, sur l'ensemble des données disponibles (2019 et 2023), représentatif de l'état résiduel prévisionnel pour les aménagements envisagés (logements collectifs, commerces, de plain-pied ou sur sous-sol de 1 à 3 niveaux) en excluant les points de mesure présents au sein des zones sources concentrées identifiées et qui sont gérées dans le cadre du plan de gestion.	La prise en compte des concentrations maximales est justifiée ici, toutefois, aux vues des faibles concentrations prise en compte notamment en benzène dans les gaz des sols en intérieur, il faudrait apporter un argumentaire étayé sur le fait que ces concentrations correspondent bien aux concentrations attendues dans les zones de pollutions résiduelles représentatives des seuils de dépollution proposés.	Impact potentiel important	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
29	71	10.5	Lorsqu'un composé a été détecté sur un ouvrage retenu pour l'inhalation en extérieur et pas sur un ouvrage retenu pour l'inhalation intérieure, et réciproquement, la valeur du seuil de quantification des gaz du sol est retenue.	De la même façon quand le composé a été détecté dans les sols et s'il n'est pas détecté dans les gaz des sols, il est habituel de prendre en compte de la LQ dans les gaz des sols	Impact potentiel à estimer (dépendra des LQ)	Potentiellement
30	72	10.5	La figure 4 présente la localisation de l'ensemble des ouvrages et la figure 10 la localisation des sources de pollution concentrée. Les teneurs relevées au droit de ASD-C1, ASD-K6, ASD-M6, PG1, PG8, PG9, PG10, PG11 et PG12 ont été retenues pour l'inhalation à l'intérieur des habitations selon le plan masse. Les teneurs relevées au droit des ouvrages PA-P10, PG4, PG5, PA-P6, PG14 et PG15 (hors zone source de pollution concentrée) ont été retenues pour l'inhalation en extérieur au vu de leur localisation. Comme indiqué, pour ces expositions, afin d'être sécuritaire, la valeur maximale a été retenue.	Les bâtiments n'apparaissent pas sur la figure 10. Une figure récapitulative avec les piézairs, les sources concentrées et les bâtiments permettrait une meilleure compréhension de ce qui a été pris en compte dans les calculs de risques. Les points ASD-C1, ASD-K6, ASD-M6, PA-P10 ne sont pas localisés sur la figure 4. Il semble qu'il n'y a pas de piézair sous chaque bâtiment et que les piézairs existants ne soient pas en limite des sources concentrées qui seront excavées (pas de concentrations au niveau des « bords de fouilles » résiduels). Les concentrations résiduelles dans les gaz des sols pourraient donc être sous-estimées pour certains bâtiments.	Impact potentiel important	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
31	72	10.5	Lorsqu'un composé a été détecté sur un ouvrage retenu pour l'inhalation en extérieur et pas sur un ouvrage retenu pour l'inhalation intérieure, et réciproquement, la valeur du seuil de quantification des gaz du sol est retenue.	Voir commentaire 28 Il aurait pu être fait de la même façon pour les composés détectés dans les sols des sources concentrées mais non détectés dans les gaz des sols comme les fractions aromatiques >C10-C12 (prise en compte de la LQ).	Impact potentiel à estimer (dépendra des LQ)	Potentiellement
32	72, 73	10.5	Tableau 40 : Concentrations maximales retenues dans les gaz du sol pour l'inhalation en extérieur (µg/m3) Tableau 41 : Concentrations maximales retenues dans les gaz du sol pour l'inhalation en intérieur (µg/m3)	Deux séries de concentrations selon les expositions considérées (extérieure et intérieure), même commentaires que le commentaire 29 précédent. Les concentrations en benzène prises en compte sous les bâtiments sont très inférieures à celles prises en compte en extérieur.	Impact potentiel important	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
33	74	10.6	Valeurs toxicologiques de référence et excès de risque unitaire Valeurs toxicologiques retenues sont présentées dans l'Annexe 12.	A noter une nouvelle VTR pour le benzène ERUinh de 1,6 10-6 (µg/m3) -1 – ANSES 2024 La prise en compte de cette nouvelle VTR diminuera les risques liés au benzène BG ne prend pas en compte les ADAF, pour les expositions des enfants aux substances cancérogènes à mode d'action mutagène que sont les HAP (hors naphthalène) et le trichloroéthylène	Pas d'impact sur les conclusions L'impact de la prise en compte des ADAF est à vérifier	/
34	75	10.7	Comparaison aux valeurs de gestion	Conforme à la méthodologie. Le HCSP a élaboré une nouvelle valeur : • pour le tétrachloroéthylène, 40 µg/m3 au lieu de 250 µg/m3	Pas d'impact sur la base des concentrations calculées dans l'air et détaillée dans le tableau 43	/

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Eléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Enjeux dans le cadre du projet d'aménagement	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
				pour le benzène, 6 µg/m³ au lieu de 2µg/m³ (à noter que la valeur réglementaire de 2µg/m³ dans l'air intérieur est valable pour les ERP)		
35	77	10.8	Résultats des calculs de risque sanitaire Les équations utilisées pour les calculs de transfert et de risques sont jointes en annexe 14.	La justification du modèle Johnson Ettinger pour les calculs de transfert vers l'air intérieur n'est pas présentée. En effet, pour un usage de plain-pied, le modèle Johnson Ettinger est adapté pour un dallage porté. Or le type de dallage n'est pas précisé dans le rapport.	A justifier	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
36	77	10.8	Le benzène est le traceur de pollution qui contribue le plus aux niveaux de risque calculés pour les effets sans seuil et pour les effets à seuil.	Le choix de la concentration en benzène prise en compte dans les gaz des sols et donc d'autant plus important. Le risque sera ici proportionnel à la concentration, une concentration multipliée par 5 pourrait remettre en cause les conclusions du rapport.	Impact potentiel important	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
37	78	10.9.1	Choix des substances et des concentrations retenues Les calculs ont été réalisés sur la base des concentrations mesurées dans les gaz du sol collectées lors des campagnes d'investigations sur l'air des sols de 2019 et 2023.	Mettre ici les incertitudes liées aux conditions de prélèvements, en 2023, par exemple, la pression atmosphérique était entre 1025 et 1035 hPa, signe d'une période anticyclonique non majorante pour les prélèvements de gaz de sols. Pas d'info sur la campagne de 2019.	Impact potentiel important A justifier	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
38	78	10.9.1	Choix des substances et des concentrations retenues Les données sur les gaz du sol disponibles hors des zones sources concentrées ont été considérées pour définir l'état résiduel du site avant aménagement, en retenant les concentrations maximales mesurées et en les appliquant à la totalité du site. C'est la concentration maximale mesurée dans le milieu gaz qui a été retenue, quelle que soit la profondeur des ouvrages, pour les 2 scénarii étudiés, de plain-pied et avec sous-sol. Ainsi, l'approche retenue s'avère raisonnablement majorante.	Voir commentaire 29		Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
39	78	10.9.1	Choix des substances et des concentrations retenues Enfin, l'ensemble des HAP (16 substances) n'a pas été considéré dans les calculs présentés, et seul le naphthalène a été retenu comme traceur de cette famille en raison de sa volatilité et toxicité pour la voie inhalation.	Etant donné les teneurs résiduelles proposées pour les HAP (1100 mg/kg) et la présence d'autres HAP semi-volatils, il aurait fallu prendre en compte les HAP semi-volatils (acénaphthylène, acénaphthène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène et pyrène).	Impact à vérifier par la réalisation de prélèvements complémentaires de gaz des sols	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
40	79	10.9.1	Choix des substances et des concentrations retenues Ces calculs montrent que l'état du sous-sol constaté au droit de PG2 n'est pas compatible pour un usage de logements, dans une configuration de bâtiment de plain-pied, particulièrement en raison de la teneur en benzène, cette substance contribuant au moins à 70 % des niveaux de risque calculés pour les effets sans seuil.	Ce calcul montre de nouveau l'importance des données d'entrée prises en compte dans les calculs en intérieur pour les scénarios de plain-pied		/
41	79	10.9.1	Choix des substances et des concentrations retenues <i>Dans le cadre d'un bâtiment de plain-pied, il convient donc d'intégrer des mesures de gestion complémentaires à celles mentionnées plus haut, et spécifiques à la zone PG2, qui peuvent être des actions sur la source, ou des actions sur les voies de transfert. Ces mesures possibles sont pré-sentées plus loin.</i>	Comment a été estimé le volume de sol à excaver autour de PG2, pas de prélèvements de sols sur ce point, qui permettent de savoir s'il correspond à une zone d'impact résiduel ou une source concentrée	Impact à vérifier par la réalisation de prélèvements complémentaires sol et de gaz des sols	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers
42	79	10.9.2	Paramètres d'exposition Les paramètres retenus permettent donc de considérer les expositions les plus défavorables. En conséquence, les résultats des calculs de risques sont susceptibles d'être surestimés par rapport à la situation réelle.	Voir commentaire 21 La prise en compte d'un scénario combiné d'un adulte qui travaille dans les commerces aurait pu être étudié en incertitude.	Scénario combiné + majorant Pas d'impact sur les conclusions sur la base des concentrations dans les gaz des sols présentées dans les tableaux 41 et 42	/
43	80	10.9.3	Modèle utilisé pour le transfert de vapeurs à l'intérieur des bâtiments	Voir commentaire 23 Cette démarche majorante est en accord avec la méthodologie.	Pourrait multiplier les risques d'un facteur 2.	/

Référence du commentaire	Page du rapport	Référence paragraphe	Eléments du rapport BG	Commentaires Antea Group	Enjeux dans le cadre du projet d'aménagement	Incertitude associée sur les conclusions de l'étude Mineure/Moyenne/Majeur
			Les paramètres avec une influence modérée à importante sont les suivants (selon le guide d'utilisation du modèle Johnson and Ettinger "User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings, USEPA, 2004") : les caractéristiques du sol, la différence de pression entre le sol et le bâtiment et le taux de ventilation. Les paramètres considérés dans les calculs sont jugés sécuritaires.	La perméabilité prise en compte devra toutefois être justifiée car dans le logiciel Johnson Ettinger utilisé ici, la perméabilité aux vapeurs pour une teneur en eau de 0,054 et une porosité de 0,375 et définie à $9,9 \cdot 10^{-8}$, valeur plus majorante	Pas d'impact sur les conclusions sur la base des concentrations dans les gaz des sols présentées dans les tableaux 41 et 42	
44	81	10.10	<u>Mesures de gestion envisagées pour la zone de PG2</u>	Comment a été estimé le volume de sol à excaver autour de PG2, pas de prélèvements de sols sur ce point, qui permettent de savoir s'il correspond à une zone d'impact résiduel ou une source concentrée	Impact et volume à vérifier par la réalisation de prélèvements complémentaires sol et de gaz des sols	Impact financier (emprise de la zone concernée)
45	82	10.12	<u>Synthèse de l'analyse des risques résiduels</u>	Sous réserve que les concentrations dans les gaz des sols prises en compte sous les futurs bâtiments soient celles présentées dans le tableau 41 A l'issue des travaux de nouveaux prélèvements de gaz des sols (8.11.7.2 du rapport) et d'air intérieur seront réalisés. Si les concentrations mesurées étaient supérieures de celles utilisées pour les calculs, il serait nécessaire de refaire une ARR pour valider les travaux réalisés	Cf. éléments présentés ci-dessus	Sous-estimation de l'exposition des futurs usagers Impact financier (emprise de la zone concernée)

Synthèse des principaux éléments de l'expertise – Partie ARRp

Ainsi, l'expertise Antea Group de l'ARRp réalisée par BG met en évidence les principaux éléments suivants :

- Au vu des seuils de réhabilitation proposés par BG, il aurait été pertinent que les HAP semi-volatils, soient recherchés dans les gaz du sol. De ce fait, la compatibilité des usages futurs du site avec la présence potentielle de ces composés dans les gaz du sol n'a pas été étudiée. De même, la non prise en compte des cyanures (dont certaines formes peuvent être volatiles) et de l'ammoniac n'a pas été argumentée ;
- De manière générale, les piézaires ne sont pas systématiquement positionnés au droit des emplacements des futurs bâtiments du site et les profondeurs des prélèvements des gaz du sol réalisés ne prennent pas toujours en compte les différentes possibilités d'aménagement souterrain (1 à 3 niveaux de sous-sol d'après le rapport BG). Ces investigations ne permettent donc pas d'avoir une vision de la qualité résiduelle des gaz du sol sous les bâtiments à l'issue des travaux d'aménagement et donc de statuer sur la compatibilité des milieux avec l'usage futur ;
- Les données d'entrées de l'ARRp (qualité des gaz du sol exclusivement) doivent être validées par la réalisation d'une campagne complémentaire à minima conformément à la méthodologie en vigueur ;
- Pour son ARRp, BG a retenu les concentrations maximales mises en évidence dans les gaz du sol au droit des zones restant en place à l'issue du projet d'aménagement (en faisant une distinction entre les zones « extérieures » et les zones concernées par des bâtiments dans le cadre du projet). Néanmoins, Antea Group a constaté que les concentrations dans les sols associés aux concentrations dans les gaz du sol prises pour référence dans l'étude sanitaires sont largement inférieures aux seuils de réhabilitation retenus par BG. Par conséquent, les concentrations dans les gaz du sol prises en référence ne sont pas représentatives des sols laissés en place dans le cadre du projet (sols présentant des concentrations résiduelles en composés de traceurs de l'AUG potentiellement plus élevées, en accords avec les seuils de réhabilitation définis) – voir ANNEXE 2 ;
- Aucun élément de l'ARR actuelle ne permet de valider le scénario A proposé dans le Plan de Gestion. Ce scénario (purge partielle des sources A et B) doit être validé par des investigations complémentaires (prélèvements de gaz des sols notamment) et la réalisation d'une évaluation des risques sanitaire.

Enjeux et implications dans le cadre du projet d'aménagement

Au vu des incertitudes relevées dans l'ARRp réalisées par BG, les données disponibles ne permettent pas en l'état de valider la compatibilité sanitaire des milieux avec les usages envisagés sur le site. Des compléments sont attendus afin d'écarter tout risques liés à la qualité des milieux dans le cadre du projet.

5. Conclusions

L'expertise Antea Group du rapport BG Ingénieurs Conseils (200101.68-RN001-Est du 28/02/2025) met en évidence les principaux éléments présentés dans les paragraphes qui suivent.

Le site est placé dans un périmètre de Secteur d'Information sur les Sols (SID) : compte-tenu des éléments figurant dans la fiche dédiée, il semble pertinent de s'assurer que le service des Installations classées sera bien informé et validera les conditions de réhabilitation du site selon l'usage envisagé. Le site étant dans un périmètre SIS, une ATTES ALUR (produite par un BE certifié LNE) justifiant de la compatibilité sanitaire du projet avec l'état du terrain devra être jointe à la demande de PC.

1/ Concernant la partie DIAG

L'expertise d'Antea Group met en évidence plusieurs incertitudes dans le diagnostic complémentaire réalisé par BG :

- L'analyse des données historiques n'a pas fait l'objet d'une évaluation critique, notamment vis-à-vis des incertitudes méthodologiques pouvant affecter la fiabilité des résultats ;
- Le programme d'investigations mené par BG pourrait être complété au regard des enjeux : absence de suivi de l'air intérieur, manque de piézomètres en périphérie du site, recherche partielle des composés volatils et semi-volatils dans les gaz du sol et absence de sondages dans certaines zones potentiellement polluées ;
- La méthode des investigations soulève des réserves : en particulier la localisation, la profondeur et la quantité des prélèvements des gaz du sol n'apparaît pas en phase avec les objectifs du diagnostic ;
- La justification des volumes des sources de pollution concentrée identifiées ainsi que concernant les seuils de réhabilitation retenus (incertitude sur les données historiques prises en compte, absence de bilan massique, approches statistiques et cartographiques peu lisibles).

En l'état, ces incertitudes peuvent entraîner un dimensionnement inadapté des travaux de réhabilitation et une mauvaise appréciation des risques sanitaires dans le cadre du projet d'aménagement. Antea Group recommande la réalisation de campagnes complémentaires de mesures sur les sols, gaz du sol, air intérieur et eaux souterraines intégrant le maillage et les profondeurs adaptés au regard du projet, afin de fiabiliser la connaissance de l'état du site (notamment les dégazages au niveau des terrains résiduels) et permettant de statuer sur les risques sanitaires. Les enjeux associés aux impacts hors site potentiels nécessitent d'être évalués.

2/ Concernant la partie Plan de Gestion

Antea Group relève plusieurs points nécessitant des précisions concernant le Plan de Gestion :

- La gestion des découvertes des structures enterrées potentiellement polluées aux goudrons n'est pas intégrée alors que ce type de problématique est fréquent sur les sites ayant abrité des anciennes usines à gaz (AUG).
- En l'absence de donnée complémentaire le maintien des matériaux pollués entre 5 et 7 m de profondeur (scénario A) nécessite des éléments de justification quant à la maîtrise de la pollution, et doit dans tous les cas être vérifié dans l'étude sanitaire ;
- Les techniques de gestion proposées par BG dans son rapport apparaissent cohérentes avec la gestion des sources de pollution concernées mise en évidence au droit du site. Les principales incertitudes concernent la durée et l'efficacité du traitement sur site (bio-tertre). Comme l'indique BG, **une phase pilote** préalable est nécessaire pour consolider la durée du traitement et assurer la bonne atteinte des objectifs de réhabilitation ;

- Dans un contexte urbain sensible, les modalités de travaux prévues semblent insuffisantes pour maîtriser les nuisances du chantier ; des compléments (ex. terrassements et traitements **sous tente**) apparaissent nécessaires et devront être étudiées compte-tenu du contexte (centre-ville, riverains) et de la typologie d'activité menée précédemment sur le site (odeurs, maux de têtes, vomissures) ;
- A noter qu'en cas réévaluation des seuils de pollution concentrées et par conséquent des volumes des sources concentrées au droit du site, des surcouts pourraient potentiellement s'appliquer à la première estimation des coûts des travaux de réhabilitation fait par BG.

Ces incertitudes peuvent impacter le bilan financier de la réhabilitation du site dans le cadre du projet d'aménagement, ainsi que les délais des travaux.

3/ Concernant la partie ARRp

L'expertise d'Antea Group met en évidence plusieurs incertitudes :

- Certains composés (HAP semi-volatils, cyanures et ammoniac) potentiellement présents dans les gaz du sol du site n'ont pas été recherchés (compatibilité sanitaire des usages futurs vis-à-vis de la présence potentielle de ces substances non étudiée) ;
- Les piézaires et les profondeurs de prélèvement ne sont pas systématiquement corrélés avec les aménagements du projet (localisation des futurs bâtiments, niveau de sous-sol), limitant la vision de la qualité résiduelle des gaz du sol après aménagement ;
- Les données utilisées dans l'ARRp sont issues des concentrations maximales quantifiées par le laboratoire dans les gaz du sol considérés comme résiduels par BG. Au vu des données disponibles, ces concentrations dans les gaz du sol **ne sont potentiellement pas représentatives des sols résiduels les plus impactés et les données d'entrées** (concentrations à priori maximales) de l'ARRp pourraient par conséquent être réévaluées ;
- Le scénario A du Plan de Gestion n'est pas validé : il nécessite des investigations complémentaires et une évaluation sanitaire.

En l'état, ces incertitudes ne permettent pas de statuer sur la compatibilité sanitaire du site avec les usages futurs (potentielle sous-estimation des expositions des futurs usagers). Des compléments d'investigations sont nécessaires pour sécuriser le projet et éviter tout risque lié à la qualité des milieux.

En l'état, Antea Group considère que les éléments sont insuffisants pour garantir la compatibilité sanitaire du projet avec l'état du terrain, et émettre une attestation ATTES ALUR.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

De même, le contenu de la prestation INFOS ne peut être considéré comme exhaustif. Il est le reflet de ce que les personnes rencontrées et les documents transmis et consultés ont pu révéler. La responsabilité d'Antea Group ne saurait être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/annexes>



ANNEXES

Annexe I : Abréviations générales

Annexe II : Corrélation entre concentrations quantifiées dans les gaz du sol et les sols résiduels à l'issu des travaux

Annexe I : Abréviations générales

ENVIRONNEMENT	
AEI	Alimentation en Eau Industrielle
AEP	Alimentation en Eau Potable
FT	Flore Totale
ICPE	Installation Classée Pour l'Environnement
NGF	Nivellement Général de la France
NPHE	Niveau des Plus Hautes Eaux
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ZNS	Zone Non Saturée
ZS	Zone Saturée

INSTITUTIONS	
ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AFNOR	Association Française de Normalisation
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
COFRAC	COMité FRANçais d'ACcréditation
DRIEE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie (spécifique IDF)
DREAL	Direction Régionales de l'Environnement, de L'Aménagement et du Logement
FNADE	Fédération Nationale des Activités de Dépollution et de l'Environnement
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
UE	Union Européenne
UPDS	Union des Professionnels des entreprises de Dépollution de sites
USEPA	United States Environmental Protection Agency

ETUDES DE RISQUES	
ARR	Analyse des Risques Résiduels
BW	Body Weight (Poids corporel)
CE	Concentration d'Exposition
DJA	Dose Journalière Admissible
DJE	Dose Journalière d'Exposition
ED	Durée d'Exposition
EDR	Evaluation Détaillées de Risques
EQRS	Etude Quantitative de Risques Sanitaires
EF	Fréquence d'Exposition
ERI	Excès de Risque Individuel de cancer
ERS	Evaluation des Risques Sanitaires
ERU	Excès de Risque Unitaire
ESR	Evaluation Simplifiée des Risques
ET	Temps d'Exposition

ETUDES DE RISQUES	
F	Fraction du temps d'exposition
GMS	Groundwater Modeling System
IR	Indice de Risque
JE	Johnson & Ettinger (Modèle)
LOAEL	Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level
NAF	Facteur d'Atténuation Naturelle
NOAEL	No-Observed-Adverse-Effect-Level
RAIS	Risk Assessment Information System
RBCA	Risk-Based Corrective Action
RfC	Reference Concentration
SF	Slope Factor
TPHCWG	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group
VF	Facteur de Volatilisation
VLE	Valeur Limite d'Exposition
VME	Valeur Moyenne d'Exposition
VTR	Valeurs Toxicologiques de Référence

SUBSTANCES, ELEMENTS & COMPOSES	
As	Arsenic
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes
CA	Charbon Actif
CAV	Composé Aromatique Volatil
Cd	Cadmium
CN	Cyanures
COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
Cr	Chrome
Cu	Cuivre
Foc	Fraction de carbone organique
FOD	Fioul domestique (fuel oil domestic)
GO	GasOil
H2S	Hydrogène sulfuré
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT	Hydrocarbures Totaux
Hg	Mercure
LQ	Limite de quantification
MS	Matière Sèche
Ni	Nickel
OHV	Composés Halogénés volatils
Pb	Plomb
PCB	Polychlorobiphényles
PEHD	Polyéthylène haute densité
PFAS	Substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées
PP	Polypropylène
Ppm	Partie par million
PVC	Polychlorure de vinyle
Zn	Zinc

MARCHES PUPICS	
AE	Acte d'engagement
AMO	Assistance à Maître d'ouvrage
BPE	Bilan Prévisionnel d'exploitation
CCAG	Cahier des Clauses Administratives Générales
CCAP	Cahier des Clauses Administratives Particulières
CCTG	Cahier des Clauses Techniques Générales
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
DCE	Dossier de Consultation des Entreprises
DROC	Déclaration réglementaire d'ouverture de chantier
EPERS	Elément pouvant entraîner la responsabilité solidaire du fabricant
MOE	Maître d'œuvre
OPC	Ordonnancement, Pilotage et Coordination
PFD	Programme Fonctionnel Détaillé
PGC	Plan Général de Coordination
PGCSPS	Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et Protection de la santé
PPE	Planning Prévisionnel d'Exécution
PPSPS	Plan Particulier de Sécurité et de Protection
PRM	Personne responsable du marché
PUC	Police Unique Chantier.
VRD	Voirie, Réseaux Divers

INTERVENTION SUR SITE ET TRAVAUX DE DEPOLLUTION	
ADR	Arrêté relatif au transport des Marchandises dangereuses par route
ATEX	ATmosphère EXplosible
BRH	Brise Roche Hydraulique
BSD	Bordereau de Suivi des Déchets
CAP	Certificat d'Acceptation Préalable
CATOX	CATalytic OXYdation
DAP	Demande d'Admission Préalable
DIB	Déchets Industriels Banals
DICT	Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux
DIS	Déchets Industriels Spéciaux
DT	Déclaration de Travaux
DTQD	Déchets Toxiques en Quantité Dispersée
EPC	Equipement de Protection Collective
EPI	Equipement de Protection Individuelle
ISCO	In-Situ Chemical Oxydation
ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
ISDND	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
ISDD	Installation de Stockage de Déchets Dangereux
FDS	Fiche de Données de Sécurité
MASE	Manuel d'Amélioration de la Sécurité des Entreprises
PID	Détecteur à photoionisation
SVE	Soil Venting Extraction
TN	Terrain Naturel

Annexe II : Corrélation entre concentrations quantifiées dans les gaz du sol et les sols résiduels à l'issu des travaux

Pour les zones en extérieur

Composé	Teneur considérée (µg/m3)	Profondeur du prélèvement	Origine de la donnée	Echantillon de sol associé	Concentration de l'échantillon de sol
Benzène	240	Entre 1 et 1,5 m de profondeur	PA-P6, 2019	ST8 (0,15-1,5 m)	0,71 mg/kg
Toluène	120		PA-P10, 2019		Somme des BTEX = 1,2 mg/kg
Éthylbenzène	20		PA-P10, 2019		
Xylènes	250		PA-P10, 2019		1,4 mg/kg
Naphtalène	25		LQ 2019		
Cis-1,2-dichloroéthène	64		PA-P6, 2019		Non analysé
Trans-1,2-dichloroéthylène	78		PA-P6, 2019		
Tétrachloroéthylène	266.7		PA-P6, 2023		
Tétrachlorométhane	3.1		PA-P6, 2023		
Trichloroéthylène	16 000		PA-P6, 2019		
Chloroforme	4.4		PA-P6, 2023		
Fraction aromat. >C8-C10	111.1	Entre 2,5 et 3 m de profondeur	PG15, 2023	V5 (pas de donnée) ou à défaut ST23 (2-3 m) à plus de 20 m	HC C5-C10 non analysés HC C10-C40 = 170 mg/kg
Fraction aromat. >C12-C16	1499		LQ 2019		
Fraction aliphat. >C5-C6	84.4		PG15, 2023		
Fraction aliphat. >C6-C8	177.8		PG15, 2023		
Fraction aliphat. >C8-C10	388.9		PG15, 2023		
Fraction aliphat. >C10-C12	366.7		PG15, 2023		
Fraction aliphat. >C12-C16	466.7		PG15, 2023		

Pour les zones avec bâtiment

Composé	Teneur considérée (µg/m3)	Profondeur du prélèvement	Origine de la donnée	Echantillon de sol associé	Concentration de l'échantillon de sol
Benzène	16.7	Entre 0,5 et 1,5 m	PG8, 2023	ST15 (0-1m) et ST15 (1-2 m)	<LQ
Toluène	44.4	Entre 5,5 et 6 m	PG11, 2023	ST24 (5-6 m)	<LQ
Éthylbenzène	18.9	Entre 0,5 et 1,5 m	PG8, 2023	ST15 (0-1m) et ST15 (1-2 m)	<LQ
Xylènes	72.2	Entre 5,5 et 6 m	PG11, 2023	ST24 (5-6 m)	<LQ
Naphtalène	10.7	Entre 0,5 et 1,5 m	PG1, 2023	ST2 (0,5-1 m et ST2(1-2 m)	<LQ
Cis-1,2-dichloroéthène	10	-	LQ 2019	-	-
Trans-1,2-dichloroéthylène	10	-	LQ 2019	-	-
Tétrachloroéthylène	1.3	Entre 0,5 et 1,5 m	PG8, 2023	ST15 (0-1m) et ST15 (1-2 m)	Non analysé
Tétrachlorométhane	10	-	LQ 2019	-	-
Trichloroéthylène	100	Sous la dalle	ASD-K6, 2019	ST4 (0,05- 1 m)	Non analysé
Chloroforme	10	-	LQ 2019	-	-
Fraction aromat. >C8-C10	277.8	Entre 0,5 et 1,5 m	PG8, 2023	ST15 (0-1m) et ST15 (1-2 m)	Non analysé et HCT<LQ
Fraction aromat. >C12-C16	133.3	Entre 2,5 et 3 m	PG10, 2023	ST14b (2-3 m)	<LQ
Fraction aliphat. >C5-C6	500	-	LQ 2019	-	-
Fraction aliphat. >C6-C8	255.6	Entre 0,5 et 1,5 m	PG8, 2023	ST15 (0-1m) et ST15 (1-2 m)	Non analysé et HCT<LQ
Fraction aliphat. >C8-C10	544.4		PG8, 2023		
Fraction aliphat. >C10-C12	1444.4		PG8, 2023		
Fraction aliphat. >C12-C16	1022.2	Entre 2,5 et 3 m	PG10, 2023	ST14b (2-3 m)	<LQ



Acteur majeur de l'ingénierie de l'environnement
et de la valorisation des territoires



EAU

Évaluation, exploitation, gestion et sécurisation de la ressource en eau, géothermie, eau potable et assainissement, traitement des eaux industrielles, aménagements hydrauliques et restauration écologique



ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL

Évaluation, gestion et valorisation des sites et sols pollués, dossiers réglementaires, risques industriels, audits et conseils, clés en main et maîtrise d'œuvre de travaux de dépollution, ingénierie de l'air



INFRASTRUCTURES

Géotechnique, fondations et terrassements, ouvrages et structures, déconstruction, désamiantage, déplombage, gestion et valorisation des matériaux et des déchets, aménagements urbains, risques naturels



MESURES ET GESTION DES DONNÉES

Mesures d'eau, de pollution atmosphérique, d'exposition professionnelle, d'air ambiant, d'air intérieur

Modélisation, simulation numérique et spatialisation, systèmes d'information et solutions pour la gestion des données environnementales

Références :



Portées
communiquées
sur demande

*Établissements concernés par les certifications SSP :
Marseille, Gennevilliers, Rouen, Strasbourg, Nancy,
Lille, Toulouse, Bordeaux, Nantes, Lyon et Montpellier*