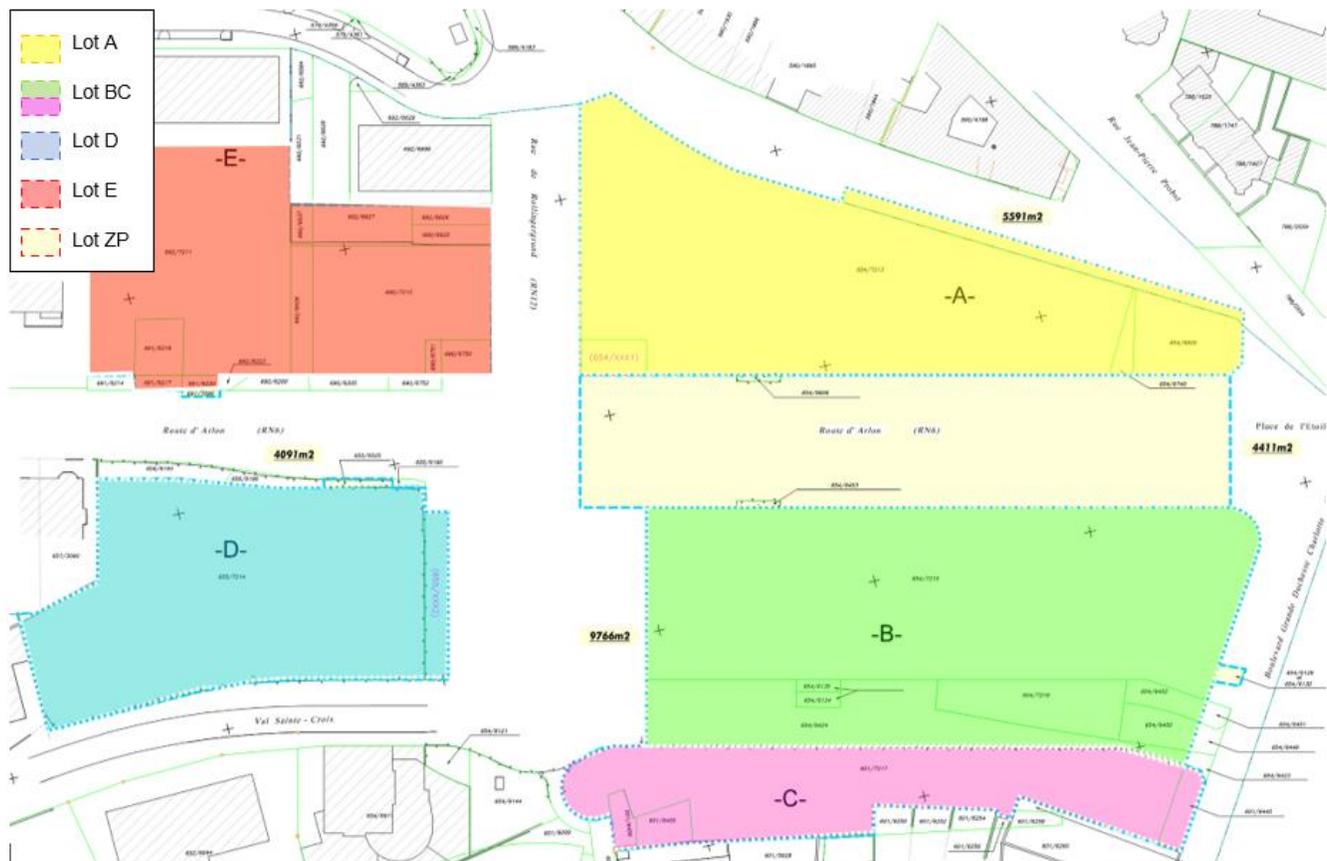


## Projet Place de l'Etoile : note de synthèse sur les diagnostics de pollution du sol

### Présentation du terrain

Le site faisant l'objet du projet Place de l'Etoile à Luxembourg est constitué de 5 lots : A, BC, D, E et ZP. A noter qu'au moment des études de diagnostic du sol, les lots B et C avaient été étudiés séparément, et le lot ZP situé au droit de la route d'Arlon (en jaune clair sur le plan ci-après) ne faisait pas partie du terrain à investiguer.



### Géologie et hydrogéologie

D'après la carte géologique n°3 « Luxembourg », le site étudié repose à la limite entre les grès de Luxembourg (Li2 – Jurassique inférieur, Hettangien) et les marnes et calcaires dits de Strassen (Li3 – Jurassique inférieur, Sinémurien inférieur). Au-dessus de ces formations rocheuses, des remblais et des terrains meubles du Quaternaire sont attendus sur le site.

A noter que le site a fait l'objet d'une étude géophysique en 2006 afin de déterminer les horizons sismiques et d'évaluer leur excavabilité. Cette dernière a confirmé la présence au droit du site d'une couche de remblais et/ou d'altération du bed-rock d'une part, et le bed-rock gréseux sous-jacent d'autre part.

L'aquifère susceptible d'être rencontré, à environ 40 m de profondeur au droit du site étudié, est la nappe des grès de Luxembourg. Cette nappe constitue la première source d'approvisionnement en eau potable de la ville de Luxembourg.

Le site étudié ne se situe pas à l'intérieur d'un périmètre de protection d'un captage d'eau potable. Dans un rayon de 1,5 km autour du site, on note la présence de deux forages ainsi qu'une source :

- **FCC-1-62** (nom : Merlerwiesen) localisé à environ 1 km au sud-ouest du site ;
- **FCC-1-57** (nom : FCC Pétrusse) localisé à environ 1,2 km au sud-est du site ;
- **SCC-1-03** (nom : Source Paffenthal) localisé à environ 1 km au nord-est du site.

Aucune information supplémentaire n'est disponible sur le Géoportail du Luxembourg concernant l'utilisation de ces captages d'eau et les aquifères captés. Par mesure de précaution, leur usage est considéré comme **sensible** mais compte tenu de leur distance par rapport au site ils sont considérés comme **faiblement vulnérables** à une éventuelle pollution en provenance du site.

### Modèle conceptuel du site

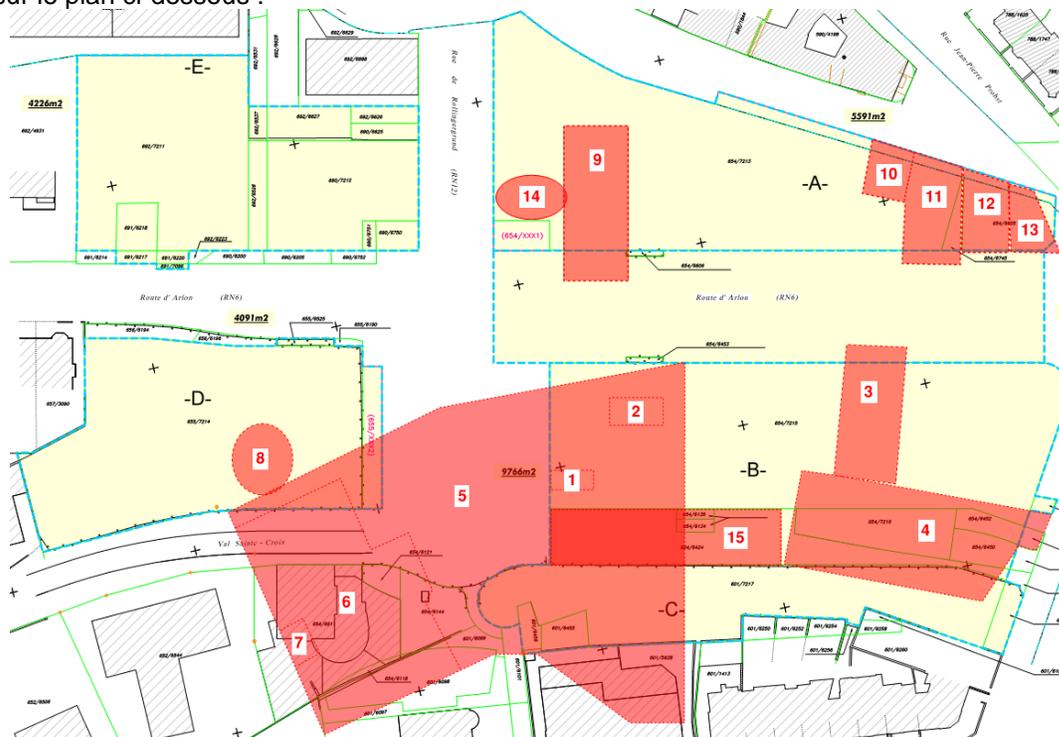
La lithologie des terrains traversés au droit des différents lots peut se résumer comme suit :

- Des remblais sablo-limoneux avec plus ou moins de débris (et ponctuellement des passées noires) reconnus jusqu'à parfois plus de 6 m de profondeur ;
- Localement des argiles sableuses ou des limons intercalés entre les remblais et les sables sous-jacents ;
- Des sables plus ou moins limoneux marron déposés sur le toit des grès de Luxembourg ;
- Le Grès de Luxembourg observés entre la surface et plus de 12 m de profondeur et de façon hétérogène en fonction des lots.

Les remblais peuvent montrer des impacts en HAP et en huiles minérales lourdes. Des taches de pollutions aux hydrocarbures pétroliers ont été retrouvées ponctuellement au droit d'activités anciennes (garage, station-service, ...).

### Sources potentielles de pollution

Des activités potentiellement polluantes pour le sol ont été mises en évidence à l'issue de l'étude historique réalisée par Arcadis en 2016. Arcadis a utilisé les bases de données publiques (Géoportail pour les photos historiques, CASIPO pour les sites potentiellement pollués et/ou répertoriés comme pollués et/ou dépollués), mais également des documents fournis par l'Administration (arrêté, autorisation...). L'ensemble de ces activités historiques est localisé sur le plan ci-dessous :



On note les sources potentielles de pollution suivantes :

- n°1 sur le plan : un ancien transformateur électrique ;
- n°2 sur le plan : un ancien réservoir de carburant souterrain (5000 litres) avec pompe de distribution ;
- n°3 sur le plan : l'ancien garage Schmit exploité de 1915 à 1939 ;
- n°4 sur le plan : l'ancien garage Lambert (atelier de réparation et station-service) exploité entre 1949 et 1982) ;
- n°5 sur le plan : l'ancien garage de l'Etat, comprenant un réservoir d'huile usagée et un parking couvert et des garages ;
- n°6 sur le plan : un ancien réservoir d'huile de chauffage ;
- n°7 sur le plan : un ancien réservoir aérien d'huile de mazout ;
- n°8 sur le plan : des traces suspectes sur le sol observées par Arcadis lors d'une visite le 15/03/2016 ;
- n°9 sur le plan : une ancienne station-service Texaco exploitée de 1974 à 2000 ;
- n°10 sur le plan : l'ancienne imprimerie Munshausen exploitée de 1935 à 1955 ;
- n°11 sur le plan : l'ancienne serrurerie de l'immeuble Belleville exploitée de 1982 à 2005 ;
- n°12 sur le plan : l'ancien garage Place de l'Etoile ;
- n°13 sur le plan : une ancienne station-service BP/Q8 exploitée de 1958 à 1999 ;
- n°14 sur le plan : des traces suspectes de couleur noire sur le sol observées par Arcadis lors d'une visite le 15/03/2016 ;
- n°15 sur le plan : une zone de stockage de terres non déterminées des Ponts et Chaussées sur la partie ouest du lot BC.

### Récapitulatif des Investigations réalisées

La stratégie mise en œuvre pour investiguer le sol est une combinaison de différentes stratégies :

- Une investigation des zones à risque hétérogène pour lesquelles les installations à risques ne peuvent pas être localisées (stratégie d'échantillonnage B) ;
- Une investigation des zones à risque homogène de pollution (stratégie d'échantillonnage C) sur la partie restante du site.

Les stratégies se basent sur la « Méthodologie pour l'établissement des plans d'échantillonnage dans le cadre des études diagnostiques de pollution des sols ». Ce document est à considérer comme règle de l'art pour l'établissement des plans d'échantillonnage dans le cadre des études diagnostiques.

Les contaminants à analyser dans les échantillons de sol prélevés sont les contaminants susceptibles d'être ou d'avoir été présents au niveau de la source potentielle de pollution (ou d'avoir été engendrés par celle-ci) ou dans les remblais (HAP et métaux lourds principalement). Compte tenu des différentes activités exercées sur l'ensemble des lots, plusieurs packs analytiques ont été constitués et répartis de la façon suivante :

- Les zones ayant précédemment été utilisées comme garage ainsi que les zones où différents impacts mis en évidence lors d'études antérieures font systématiquement l'objet des analyses suivantes :
  - Hydrocarbures C5-C40 ;
  - BTEX ;
  - COHV ;
  - HAP ;

- Métaux Lourds.
- Les zones pour lesquelles une autre activité voire aucune activité n'ont été recensées font l'objet des analyses suivantes :
  - Hydrocarbures C5-C40 ;
  - BTEX ;
  - HAP ;
  - Métaux Lourds.

A noter que, compte tenu de l'absence de suspicion de pollution des eaux souterraines et de la profondeur de la nappe supposée (à environ 40 m), aucune investigation sur les eaux souterraines n'a été prévue.

Les investigations suivantes ont été menées à ce jour :

### **Lot A**

La superficie de ce lot est d'environ 5200 m<sup>2</sup>.

Au total, 35 forages ont été réalisés entre décembre 2016 et janvier 2017. 8 d'entre eux ont été bloqués sur du grès et n'ont pas pu atteindre la profondeur escomptée. Au total, 101 échantillons ont été analysés.

Ces investigations ont permis de détecter des dépassements de la valeur d'intervention (oPW2) en HAP 1-16, en BTEX et en hydrocarbures C10-C40 pour 12 échantillons de sol analysés. La pollution en BTEX se retrouve jusqu'à 12 m de profondeur, tandis que les autres pollutions sont limitées aux terrains plus superficiels entre 0 et 3 m-nm au maximum. Une délimitation des taches de pollution a pu être réalisée.

Des arrivées d'eau très ponctuelles ont été rencontrées sur les sondages A8 et B16 à respectivement 7,3 m et 5 m de profondeur. Ces ouvrages ont été équipés en piézomètre. L'analyse de l'eau souterraine n'a pas révélé de pollution.

### **Lot BC**

Ce lot résulte de la fusion des anciens lots B et C qui ont fait l'objet d'une investigation séparée entre 2016 et 2018.

L'ancien lot B avait superficie de ce lot est d'environ 5300 m<sup>2</sup>.

Au total, 34 forages ont été réalisés entre décembre 2016 et janvier 2017. Aucun refus sur du grès n'a été constaté. Au total, 89 échantillons ont été analysés.

Ces investigations ont permis de détecter des dépassements de la valeur d'intervention (oPW2) en HAP 1-16 et en hydrocarbures C10-C40, uniquement dans la couche superficielle entre 0 et 0,5 m-nm pour 2 échantillons de sol analysés. Une délimitation des taches de pollution a pu être réalisée.

Des arrivées d'eau très ponctuelles ont été rencontrées sur les sondages A8 et B16 à respectivement 7,3 m et 5 m de profondeur. Ces ouvrages ont été équipés en piézomètre. L'analyse de l'eau souterraine n'a pas révélé de pollution.

L'ancien lot C avait une superficie de ce lot est d'environ 4400 m<sup>2</sup>.

Au total, 20 forages ont été réalisés en décembre 2018. La totalité d'entre eux ont été bloqués sur du grès (entre 0,6 et 7,5 m) et n'ont pas pu atteindre la profondeur escomptée.

Ces investigations ont permis de détecter des dépassements de la valeur d'intervention (oPW2) en HAP 1-16 et en hydrocarbures C10-C40, uniquement dans la couche superficielle entre 0 et 1 m-nm pour 3 échantillons de sol analysés. Une délimitation des taches de pollution a pu être réalisée.

L'eau souterraine n'a pas l'objet d'analyse étant donné qu'elle n'a pas été détectée.

#### **Lot D**

La superficie de ce lot est d'environ 3000 m<sup>2</sup>.

Au total, 28 forages ont été réalisés entre décembre 2016 et février 2017. 13 d'entre eux ont été bloqués sur du grès et n'ont pas pu atteindre la profondeur escomptée. Au total, 82 échantillons ont été analysés.

Ces investigations ont permis de détecter des dépassements de la valeur d'intervention (oPW2) en HAP 1-16 et en hydrocarbures C10-C40, entre la surface et 6 m de profondeur au maximum pour 26 échantillons de sol analysés. Une délimitation des taches de pollution a pu être réalisée.

L'eau souterraine n'a pas l'objet d'analyse étant donné qu'elle n'a pas été détectée.

#### **Lot E**

La superficie de ce lot est d'environ 2900 m<sup>2</sup>.

Au total, 5 forages ont été réalisés en juillet 2017. 4 d'entre eux ont été bloqués sur du grès et n'ont pas pu atteindre la profondeur escomptée. Le grès est affleurant dans cette zone. Au total, 16 échantillons ont été analysés.

Ces investigations ont permis de détecter des dépassements de la valeur d'intervention (oPW2) en HAP 1-16 et en hydrocarbures C10-C40 dans le remblai pour 3 échantillons de sol analysés. Une délimitation des taches de pollution a pu être réalisée.

L'eau souterraine n'a pas l'objet d'analyse étant donné qu'elle n'a pas été détectée.

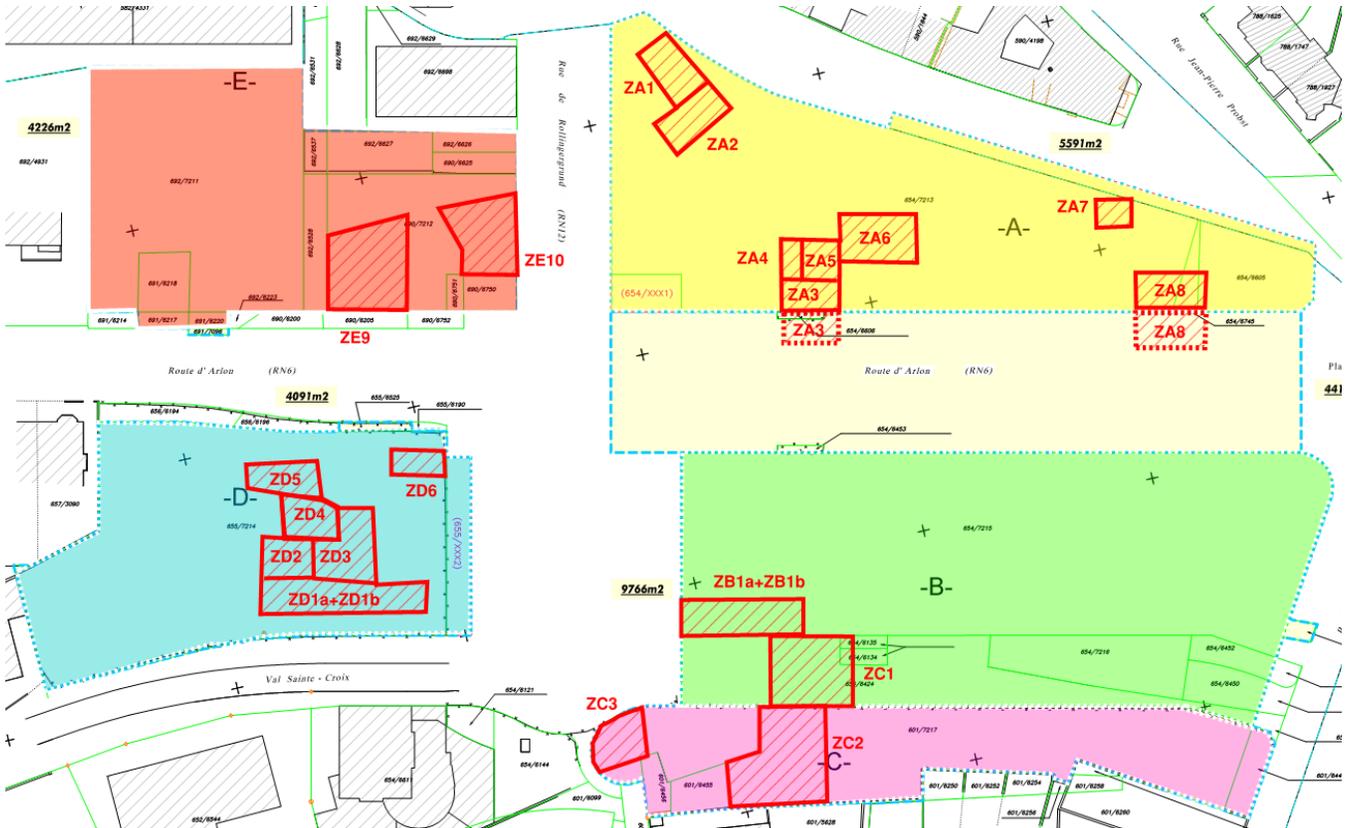
#### **Lot ZP**

La superficie de ce lot est d'environ 4400 m<sup>2</sup>.

Ce lot n'a pas été investigué pour des raisons de sécurité et de praticabilité, car il est situé au droit de la route d'Arlon, un axe de pénétration de la ville de Luxembourg très fréquenté et équipé d'un réseau enterré assez dense.

Ce lot sera excavé aux mêmes profondeurs que les lots voisins A et B. Dès lors, les pollutions situées en bordure de ces lots A et B peuvent être extrapolées au lot ZP en conservant les profondeurs et les concentrations maximales mesurées sur ces lots. Il s'agit d'un scénario worst-case vu qu'aucune source potentielle de pollution historique n'a été retrouvée sur le lot ZP (voir plus loin).

## Distribution des contaminants dans les sols



### Lot A

Un volume total d'environ 2062 m<sup>3</sup> de terres polluées a été estimé pour ce lot :

- ZA1 : la pollution en HAP a été détectée dans les remblais jusqu'à 0,5 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 78 m<sup>3</sup>
- ZA2 : la pollution en HAP a été détectée dans les remblais jusqu'à 1,2 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 171 m<sup>3</sup>
- ZA3 : la pollution en hydrocarbures C10-C40 a été détectée dans les remblais et les sables gréseux jusqu'au refus sur les grès à environ 1,5 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 102 m<sup>3</sup>
- ZA4 : la pollution en BTEX mise en évidence entre 12 et 12,3 m est supposée présente sur l'ensemble des couches traversées, pour un volume de terres impacté estimé à 608 m<sup>3</sup>
- ZA5 : la pollution en HAP est détectée dans les remblais jusqu'à 1,5 m de profondeur. Un impact en hydrocarbures C10-C40 et BTEX est détectée dans les remblais et sables sous-jacents jusqu'à 6 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 570 m<sup>3</sup>
- ZA6 : la pollution en HAP est mise en évidence jusqu'à 1,5 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 283 m<sup>3</sup>
- ZA7 : la pollution en HAP est présente dans la couche de forme sous l'enrobé, pour un volume de terres impacté estimé à 21 m<sup>3</sup>
- ZA8 : la pollution dans les remblais en HAP et en hydrocarbures C10-C40 est mise en évidence jusqu'à 2 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 229 m<sup>3</sup>

### Lot BC

Un volume total de 575 m<sup>3</sup> de terres polluées a été estimé pour ce lot :

- ZB1a : la pollution en HAP a été détectée principalement dans les remblais jusqu'à 0,5 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 70 m<sup>3</sup>
- ZB1b : Cet impact est directement lié à l'impact susmentionné. En effet, il concerne le talus adjacent à la zone. De façon sécuritaire, il est estimé que le talus est impacté sur toute sa hauteur (environ 50 cm) et 50 cm en dessous (profondeur de l'impact ZB1a). Le volume de terres à excaver est estimé à 30 m<sup>3</sup>
- ZC1 : la pollution en hydrocarbures C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> a été détectée dans les remblais jusqu'à 0,2 m de profondeur, correspondant à la couche de remblais mise en place par la société Constantini dans le cadre de la création d'une plateforme temporaire de stockage. Le volume de terres impacté est de 46 m<sup>3</sup>.
- ZC2 : la pollution en HAP a été détectée dans les sables gréseux jusqu'à 1,2 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 344 m<sup>3</sup>.
- ZC3 : la pollution en HAP a été détectée dans les sables gréseux jusqu'à 1,0 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 85 m<sup>3</sup>.

### Lot D

Un volume total d'environ 4260 m<sup>3</sup> de terres polluées a été estimé pour ce lot :

- ZD1a : la pollution en HAP a été détectée dans les remblais jusqu'à 3 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 563 m<sup>3</sup>
- ZD1b : cet impact est inhérent à ZD1a puisqu'il s'agit du talus adjacent. L'impact serait donc présent sur une épaisseur de 4 m pour une surface de 105 m<sup>2</sup> (hypothèse de talutage en 1 m pour 1 m), soit un volume de terres à gérer de 418 m<sup>3</sup>
- ZD2 : la pollution en HAP a été détectée dans les remblais jusqu'à 1 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 115 m<sup>3</sup>
- ZD3 : la pollution en HAP (et ponctuellement, en surface, en hydrocarbures C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>) a été détectée jusqu'à une profondeur de 9,5 m (jusqu'au refus sur les grès), pour un volume de terres impacté estimé à 2013 m<sup>3</sup>
- ZD4 : la pollution en HAP a été détectée jusqu'au toit des grès (vers 4 m de profondeur), pour un volume de terres impacté estimé à 636 m<sup>3</sup>
- ZD5 : la pollution en HAP a été détectée jusqu'à 0,5 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 76 m<sup>3</sup>
- ZD6 : la pollution en HAP (et ponctuellement en hydrocarbures C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> de 0 à 0,5 m de profondeur) a été détectée jusqu'à 3 m de profondeur minimum. Par mesure de précaution, cet impact est supposé s'étendre jusqu'au toit des grès (vers 4 m de profondeur), pour un volume de terres impacté estimé à 439 m<sup>3</sup>

### Lot E

Un volume total d'environ 1080 m<sup>3</sup> de terres polluées a été estimé pour ce lot :

- ZE9 : la pollution en HAP a été détectée dans les remblais jusqu'à 1,0 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 390 m<sup>3</sup>
- ZE10 : la pollution en HAP a été détectée dans les remblais jusqu'à 3,0 m de profondeur, pour un volume de terres impacté estimé à 690 m<sup>3</sup>

### Lot ZP

Ce lot n'a pas fait l'objet d'investigation du sol par forage pour les raisons explicitées plus haut. En l'absence de données précises, et dans une approche worst-case par rapport aux pollutions situées sur les lots A et B (le lot ZP n'ayant pas accueilli historiquement d'activité potentiellement polluante), il est considéré que les pollutions situées

en bordure de ce lot avec les lots voisins A et B peuvent se retrouver aux mêmes profondeurs et aux mêmes concentrations maximales sur ce lot ZP, sur une surface équivalente. Il s'agit en l'occurrence des impacts ZA3 et ZA8 détectés sur le lot A (voir le plan plus haut).

### **Distribution des contaminants dans les eaux souterraines**

L'eau souterraine n'a pas l'objet d'analyse étant donné qu'elle n'a pas été détectée, sauf localement au droit des lots A et BC.

Dans ce contexte, des tests de renouvellement et d'enregistrement automatique des niveaux d'eaux au droit des deux piézomètres ont été mis en œuvre. Les données récoltées entre mars et décembre 2018 (9 mois) ont permis de faire les constats suivants :

- les niveaux d'eaux varient de manière synchrone au droit des deux ouvrages ;
- le piézomètre PzA8 est régulièrement sec ;
- les variations sont intimement liées aux précipitations témoignant d'une réponse rapide du niveau d'eau des ouvrages ;
- la présence d'une ou plusieurs nappes perchées au droit du site ;
- en cas de fortes précipitations, la montée des niveaux d'eaux sera quasi-immédiate.

### **Analyse des risques**

Compte tenu de l'absence d'activité/occupation actuellement au droit du site, Arcadis ne suspecte aucun risque sanitaire sur le site en l'état (pas de cible potentielle). Les lots sont clôturés et leur accès interdit. Dès lors, aucun risque n'est mis en évidence dans la situation actuelle.

### **Conclusions et recommandations**

Les remblais peuvent montrer des impacts en HAP et en huiles minérales lourdes. Des taches de pollutions aux hydrocarbures pétroliers ont été retrouvées ponctuellement au droit d'activités anciennes (garage, station-service, ...).

Certaines zones d'impact ont été mises en évidence, parfois à plus de 10 m de profondeur. Les travaux d'assainissement nécessiteront donc ponctuellement des moyens spécifiques à mettre en œuvre du fait de la faible stabilité des terrains à des profondeurs importantes. De plus, compte tenu de la position en contrebas et de la proximité avec des voies de passage importantes de la ville du Luxembourg (route d'Arlon notamment), et afin de respecter l'intégrité du bâti et des routes adjacents, il s'agira de remblayer très rapidement les fouilles ouvertes.

Compte tenu de l'ensemble de ces éléments, après une analyse technico-financière et en considérant les enjeux environnementaux (remblais à mettre en place, camions pour l'évacuation des déblais, machines de chantier...), Arcadis recommande de réaliser les travaux d'assainissement au moment où les terrassements de grande masse seront réalisés.

Les travaux d'excavation au droit des zones contaminées identifiées devront être réalisés sous contrôle d'un bureau agréé au Grand-Duché du Luxembourg, et des analyses de bords et fonds de fouille devront être réalisées afin de s'assurer que les valeurs d'assainissement sont bien atteintes avant la mise en place des infrastructures. En cas de pollution résiduelle laissée en place après les travaux, une étude de risque devra statuer sur l'absence de risque. Dans le cas contraire, des mesures de sécurité devront être établies pour éliminer le risque.

Enfin, un traitement hors site des terres excavées en filières de gestion agréées et adaptées sera également nécessaire. En tout état de cause, il s'agira de réaliser un plan de gestion des déblais, sur la base de l'ensemble des analyses réalisées lors de la présente étude et du plan de réaménagement envisagé, avant le démarrage des travaux de terrassement nécessaires au réaménagement de la zone.