Ville de Lausanne

Plan d'affectation

« SEVELIN NORD »

Notice d'impact sur l'environnement



N/réf : 11350.03 12.06.2025

ECOSCAN SA
ETUDES EN ENVIRONNEMENT
Rue de Genève 70
CH – 1004 Lausanne
Tél : 021 613 44 77
Fax : 021 613 44 78
E-mail : info@ecoscan.ch

	Version initiale	*Révision 1*	*Révision 2*	*Révision 3*	*Révision 4*
Date	*12.05.2023*	*12.06.25*			
Responsable	*CG/LP*	*CG/JB*			
Contrôle	*JD*	*JD*			
Objet de la modification	*Version pour examen préalable*	*Mise à jour après retour examen préalable*			

TABLE DES MATIERES

1. CONTEXTE 5

2. PROCEDURE 6
2.1. Procédure décisive 6
2.2. Procédure EIE 6
2.3. Précision rédactionnelle 6
2.4. Requérant 6
2.5. Parties impliquées 7

3. SITE ET ENVIRONS 8
3.1. Situation générale du PA 8
3.2. Périmètre du PA 9

4. PROJET 11
4.1. Description du projet 11
4.2. Conformité avec l'aménagement du territoire 11
4.3. Justification du projet 11
4.4. Équipements 12
4.5. Information et participation 12
4.6. Étude géotechnique et hydrogéologique 12
4.7. Données de bases concernant le trafic 12
4.8. Utilisation rationnelle de l'énergie 16
4.9. Description de la phase de réalisation (chantier) 16

5. IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT 17
5.1. Protection de l'air 17
5.2. Protection contre le bruit 24
5.3. Protection contre le rayonnement non ionisant 30
5.4. Assainissement et gestion des eaux pluviales 34
5.5. Eaux superficielles 37
5.6. Eaux souterraines 38
5.7. Protection des sols 39
5.8. Sites pollués 42
5.9. Prévention des accidents majeurs 47
5.10. Conservation de la forêt 48
5.11. Nature et paysage 49
5.12. Organismes dangereux pour l'environnement 62
5.13. Déchets, substances dangereuses pour l'environnement 66
5.14. Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie 73
5.15. Mobilité douce 78
5.16. Dangers naturels 79

6. SYNTHESE ET LISTE DES MESURES 80
6.1. Matrice d'identification des impacts 80
6.2. Suivi environnemental de réalisation 81
6.3. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire » 83

7. ANNEXES 84

TABLE DES FIGURES

Figure 3.1 : Situation générale du PA « Sévelin Nord » (en rouge) 8
Figure 3.2 : Parcellaire – État actuel 9
Figure 3.3 : Parcellaire – État futur 9
Figure 3.4 : PA « Sévelin Sud » - Affectations principales selon NORMAT2 10
Figure 4.1 : Estimation de la génération de trafic liée au stationnement TIM du PA 15
Figure 4.2 : Plan des charges de trafic journalier moyen (TJM) – État de référence + PA (véhicules/jour) 15
Figure 5.1 : Valeurs limites d'immission - Annexe 7 OPair 18
Figure 5.2 : Capteur passif NO_2 - Moyennes annuelles (2019-2024) en vert, valeur < 30 µg/m^3 19
Figure 5.3 : Valeurs des teneurs en PM_{10} mesurées aux stations Lausanne César-Roux et Lausanne Plaines-du-Loup (2015-2024) 20
Figure 5.4 : Valeurs (moyennes annuelles 2018 à 2024) des teneurs en $PM_{2.5}$ mesurées aux stations Lausanne César-Roux et Lausanne Plaines-du-Loup 21
Figure 5.5 : Valeur des teneurs en O_3 mesurées aux stations Lausanne César-Roux et Lausanne Plaines-du-Loup (2015-2024) 21
Figure 5.6 : Valeurs d'exposition des DS II et III (Annexe 6 OPB) 24
Figure 5.7 : Vue sur les DS attribués dans le périmètre d'étude (source : guichet cartographique cantonal – consultation en avril 2023) 25
Figure 5.8 : Flèche verte tout à droite, emplacement indicatif de la nouvelle trémie 26
Figure 5.9 : Distance entre la future trémie (emplacement indicatif) et le LUS le plus proche 27
Figure 5.10 : Emplacements des antennes de téléphonie mobile à proximité du PA (Source : map.geo.admin.ch - consultation en avril 2023) 32
Figure 5.11 : Distances critiques – Cas des stations Swisscom et Sunrise 32
Figure 5.12 : Vue sur l'emplacement d'une sous-station électrique du T1 à proximité du PA (source : Réseau-t-Axes forts de transports publics urbains – Rapport d'impact sur l'environnement 2ème étape – CSDE – 09.05.2012) 33
Figure 5.13 : Mesures et restrictions d'utilisation en secteur üB (Source : Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines – OFEV, 2004) 38
Figure 5.14 : Emplacement des 5 sondages préliminaires et épaisseurs des HA/HB rencontrés 40
Figure 5.15 : Procédure de classement des sites pollués et statut des sites 43
Figure 5.16 : Projets de construction sur des sites pollués : marche à suivre (Source : Projets de construction et sites pollués – module de l'aide à l'exécution « Gestion générale des sites pollués » (OFEV, 2016) 44
Figure 5.17 : Sondages carottés effectués par Karakas & Français en juillet 2010 44
Figure 5.18 : Profils des sondages carottés effectués par Karakas & Français en juillet 2010 45
Figure 5.19 : Localisation du projet par rapport au REC-VD. Fond de plan : geo.vd.ch, consulté en mai 2025. 50
Figure 5.20 : Carte des milieux naturels du PA « Sévelin Nord » 51
Figure 5.21 : Les deux Platanes de l'ancien petit parc paysager, actuellement utilisé comme dépôt du chantier du T1 52
Figure 5.22 : Vue sur le milieu rudéral 53
Figure 5.23 : Vue sur l'alignement de jeunes charmes 53
Figure 5.24 : À gauche : Vue sur le parking avec alignement d'Érables sycomores ; À droite : Laurier de Perse sur une barrière du parking. ; En bas : pieds d'arbres 54
Figure 5.25 : En haut : Zone 5 – pied d'arbre non fauché, avec apparitions d'espèces spontanées ; En bas à gauche : partie plus eutrophe de la prairie ; En bas à droite : partie plus mésophile de la prairie. 55
Figure 5.26 : Zone 5 – Petite pimprenelle (à gauche) et Armoise des frères Verlot (à droite) 56
Figure 5.27 : A gauche : partie est de la zone 6 ; A droite : Plantations paysagères buissonnantes dans la partie ouest ; En bas : pied des plantations. 57
Figure 5.28 : Plantes couvre-sol dans la zone 7 57
Figure 5.29 : A gauche : Plantes couvres sol ; A droite : état de la zone le 19.05.25 58
Figure 5.30 : Extrait du masterplan des espaces publics de Sévelin [Belandscape, 2014] 59
Figure 5.31 : À gauche : Hôtel à insectes dans la plaine de Sévelin ; À droite : Emplacement de l'hôtel à insectes en jaune, le périmètre du PA « Sévelin Nord » est en rouge 60
Figure 5.32 : Carte des répartitions des néophytes dans le périmètre du PA « Sévelin Nord » 64
Figure 5.33 : À gauche : Robinier faux-acacia (arbre et rejets) ; À droite : Buddleia de David au stade arbustif 64
Figure 5.34 : À gauche : Station d'Armoise des frères Verlot ; À droite : Stolons caractéristiques de l'armoise des frères Verlot. 65
Figure 5.35 : Population de Ronce d'Arménie 65

Figure 5.36 : Principes d'élimination des matériaux bitumineux/non bitumineux de démolition des routes (avec V = obligation de valoriser. Si aucune valorisation n'est prévue, une justification écrite doit être fournie). 72
Figure 5.37 : Recensement architectural du canton de Vaud 76
Figure 5.38 : Carte de l'aléa ruissellement (source : map.geo.admin.ch – consultation en avril 2023) 79

1. CONTEXTE

En 2010, la Municipalité de Lausanne a ouvert une procédure de plan d'affectation (PA) sur le périmètre du plan d'extension (PE) N° 590 (approuvé le 16 novembre 1979) afin de permettre la valorisation de ce secteur stratégique.

Dans ce contexte, le PA « Sévelin Nord » a fait l'objet d'un examen préalable en 2016, puis d'un examen complémentaire entre 2017 et 2018.

Suite à une refonte du projet, **notamment liée à l'abandon des surfaces dédiées au logement sur la parcelle 435**, un nouvel examen préalable du dossier s'avère nécessaire.

Les modifications dudit PA portent sur :

- la réorganisation des droits à bâtir pour offrir des surfaces constructibles supplémentaires dédiées à l'activité et à la formation ;
- une adaptation de l'affectation pour permettre la création de quelques commerces ;
- la création d'espaces publics et ouverts de qualité.

Le projet de PA reconduit la vocation de l'École Technique des Métiers de Lausanne (ETML) en l'affectant à une zone dédiée à des besoins publics 15 LAT (parcelle 425) et conserve la zone d'activités économiques 15 LAT (artisanales, tertiaires et commerces) avec une densité élevée sur l'actuel parking à ciel ouvert (parcelle 435). Une zone de verdure est prévue à l'est du site pour la création de la future placette des « Platanes ».

Le projet de modification du PA a été présenté à plusieurs reprises aux propriétaires concernés, ainsi qu'à la Délégation municipale urbanisme et mobilité (DUM) en juin 2022 et la Commission consultative urbanisme et transport de Lausanne (CCUT) en septembre 2022. Les discussions avec les propriétaires du PA ainsi que les propriétaires voisins ont permis d'aboutir au présent projet.

Le présent rapport fait partie du dossier d'établissement d'une procédure d'aménagement du territoire qui permet d'établir les conditions-cadres au développement dudit PA. Il détermine les contraintes environnementales à intégrer dans ce processus d'aménagement.

2. PROCEDURE

2.1. PROCEDURE DECISIVE

Le projet du PA « Sévelin Nord » s'inscrit dans une procédure LATC (loi sur l'aménagement du territoire et les constructions, articles 22 et suivants), de compétence communale.

Une procédure de plan d'affectation est nécessaire pour légaliser les nouvelles implantations.

2.2. PROCEDURE EIE

En application des dispositions de la Loi fédérale sur la Protection de l'Environnement (LPE) et selon l'article 1 de l'Ordonnance fédérale relative à l'étude d'impact sur l'environnement (OEIE), le présent projet n'est pas soumis à une étude d'impact sur l'environnement (EIE). En effet, le besoin total en stationnement est évalué à 90 places voitures, en lieu et place des 292 actuelles, soit un différentiel de -202 places (assujettissement à EIE selon annexe chiffre 11.4, stationnement à 500 places).

Toutefois, au sens de l'article 4 OEIE, les projets non soumis à EIE doivent satisfaire aux mêmes prescriptions sur la protection de l'environnement que ceux qui y sont soumis. Ces impacts sont documentés dans un document intitulé « Notice d'impact sur l'environnement » (NIE) que constitue le présent rapport.

La procédure directrice est celle de l'affectation et du permis de construire.

Le présent document se veut aussi exhaustif que possible au stade de la planification.

Il présente ainsi l'ensemble des caractéristiques connues au niveau de l'avant-projet, décrit les contraintes environnementales à intégrer et définit, le cas échéant, les éléments supplémentaires à étayer dans le cadre des futures demandes de permis de construire dans le PA (paragraphes nommés ci-après *Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »* intégrés à chacun des thèmes traités).

2.3. PRECISION REDACTIONNELLE

La structure du présent rapport s'appuie sur les recommandations édictées par l'OFEV « *Manuel EIE – Directive de la Confédération sur l'étude de l'impact sur l'environnement – 2009 – l'environnement pratique n°0923 – Berne* ».

Les principales bases légales dans lesquelles s'inscrit l'étude d'impact sur l'environnement du projet sont la Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) et l'Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE).

Les bases légales applicables à chacun des domaines de l'environnement sont précisées dans les chapitres dédiés, de même que les bases normatives, recommandations ou état de l'art.

Pour les éléments ayant trait à la procédure en aménagement du territoire, le lecteur est prié de se référer au rapport d'aménagement selon l'article 47 de l'Ordonnance fédérale sur l'aménagement du territoire (OAT) joint au dossier d'enquête du PA.

Les éléments supplémentaires à étayer dans le cadre des futures demandes de permis de construire dans le PA sont synthétisés dans le chapitre 6.3.

Le présent projet de plan d'affectation a fait l'objet d'un examen préalable au sein des services cantonaux compétents. Leurs remarques émises dans le cadre dudit examen (préavis du 17 mars 2025) ont été prises en considération.

2.4. REQUERANT

Le requérant du PA est la Ville de Lausanne.

2.5. PARTIES IMPLIQUEES

Une équipe pluridisciplinaire de mandataires a été mise en place pour l'élaboration du présent dossier d'enquête :

- Service de l'urbanisme de la Ville de Lausanne, pilote du projet ;
- Transitec ingénieurs-conseils SA, volet mobilité ;
- Ecoscan SA, volet environnement.

3. SITE ET ENVIRONS

3.1. SITUATION GENERALE DU PA

Le plan d'affectation (PA) « Sévelin Nord » se situe à l'ouest du centre-ville de Lausanne.

Il est longé au nord par la rue de Genève sur laquelle circulera le futur tramway T1, au sud par la rue de Sébeillon et à l'ouest par l'avenue de Sévelin.



Figure 3.1 : Situation générale du PA « Sévelin Nord » (en rouge)

Cette pièce urbaine de forme triangulaire est bordée :

- au nord par le secteur mixte de l'avenue de Morges, densément habité et accueillant de nombreux emplois ;
- à l'est par le quartier du chemin de Boston, jouxtant le centre-ville (Chauderon et Flon) ;
- au sud par le plateau de Sévelin, quartier en recomposition qui fait également l'objet d'un projet urbain coordonné avec le présent plan ;
- à l'ouest par le quartier de Sébeillon, quartier dans lequel se sont construits environ 360 logements entre 2015 et 2016 et qui est amené à se densifier davantage sur l'ensemble du plateau ferroviaire, plusieurs plans d'affectation étant en cours d'élaboration.

À noter les points suivants :

- Le périmètre du PA est entièrement équipé
- Le tunnel ferroviaire et/ou technique de la société TRIDEL passe en partie sous les parcelles n°425 et 435. Une servitude sera constituée et inscrite au registre foncier pour garantir l'accès au tunnel aux services communaux.
- Le bâtiment ECA n°671 anciennement sis sur la parcelle n°435 a été démoli (synthèse CAMAC n°155275 du 27 juillet 2015).

3.2. PERIMETRE DU PA

Le PA occupe une surface d'environ 16'643 m², domaine public compris.

La parcelle n°425 est occupée par l'ETML, pour laquelle le Canton bénéficie d'une servitude de droit de superficie depuis 1997.

La parcelle n°435 appartient à PSP Real Estate et sert actuellement de parking à ciel ouvert.

La parcelle communale n°437 accueille quant à elle 2 platanes qui seront conservés.

Situation actuelle			
Parcelle N°	**Surface m²**	**Adresse**	**Propriétaire**
425	9'610	Rue de Genève 73 et Rue de Sébeillon 12	Ville de Lausanne, Servitude de superficie : État de Vaud (ETML – École technique et des métiers de Lausanne)
435	5'936	Rue de Genève 65, 67 et Rue de Sébeillon 2 (bâtiment démoli)	PSP Real Estate
437	133	-	Ville de Lausanne
20793	626	-	Ville de Lausanne
de DP 1068	env. 338	-	DP communal
Total PA	**16'643**		

Figure 3.2 : Parcellaire – État actuel

Les échanges parcellaires suivants sont prévus dans le cadre du PA :

- La parcelle communale 20793 sera cédée à PSP Real Estate et fusionnée avec la parcelle 435.
- En contrepartie, une portion de la parcelle 435 sera cédée au DP communal 1069.
- La partie du DP communal 1068 sera fusionnée avec la parcelle communale 437.

Situation future			
Parcelle N°	**Surface m2**	**Adresse**	**Propriétaire**
425	9'610	Rue de Genève 73 et Rue de Sébeillon 12	Ville de Lausanne, Servitude de superficie : État de Vaud (ETML – École technique et des métiers de Lausanne)
435	5'905	Rue de Genève 65, 67 et Rue de Sébeillon 2 (bâtiment démoli)	PSP Real Estate
437	env. 471	-	Ville de Lausanne
de DP 1069	env. 657	-	DP communal
Total PA	**16'643**		

Figure 3.3 : Parcellaire – État futur

Le site est actuellement affecté en zone à bâtir par le *« Plan d'extension concernant les terrains compris entre la rue de Genève, la rue de Sébeillon et l'avenue de Sévelin »* approuvé le 16 novembre 1979 par le Conseil d'État.

Comme illustré ci-après et sur le plan joint au dossier d'enquête, le PA abroge à l'intérieur de son périmètre les dispositions de 1979 en fixant 4 zones d'affectation :

- Une **zone affectée à des besoins publics 15 LAT** (parcelle 425) composée notamment du périmètre d'implantation des constructions A1 ;
- Une **zone d'activités économiques 15 LAT** (parcelles 435 et 20793) composée notamment du périmètre d'implantation des constructions A2 ;
- Une **zone de verdure 15 LAT** (parcelle 437) inconstructible destinée notamment à la protection et à la valorisation des deux platanes susmentionnés ;

- Une zone de desserte 15 LAT qui correspond à la délimitation du domaine public routier à l'intérieur des zones à bâtir.

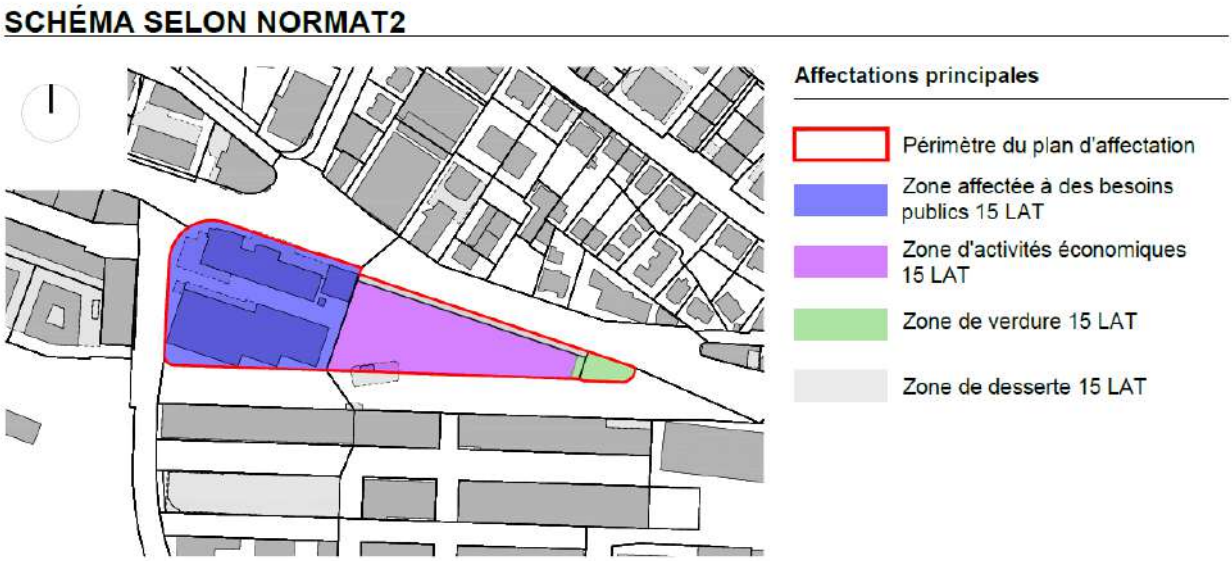


Figure 3.4 : PA « Sévelin Sud » - Affectations principales selon NORMAT2

Un degré de sensibilité (DS) III est attribué au PA.

4. PROJET

4.1. DESCRIPTION DU PROJET

L'un des enjeux principaux de la modification du PA « Sévelin Nord » est l'insertion de nouveaux bâtiments dans un contexte déjà fortement bâti et diversifié :

- Au nord et à l'est, dans une zone mixte de forte densité, un quartier d'immeubles de morphologie et d'années de construction très divers (de 1920 à 2012), avec activités en rez-de-chaussée ;
- Au sud, le plateau de Sévelin, comprenant des bâtiments à caractère industriel et artisanal hétérogènes et recelant un fort potentiel de mutation ;
- À l'ouest, sur la rue de Genève, des barres de logements locatifs des années 1960-70 avec activités au rez-de-chaussée.

Le projet prévoit :

- Sur les parcelles 435 et 20793, de réaliser un ensemble bâti cohérent organisé en une aire d'implantation comprenant une liaison publique nord-sud ;
- Sur la parcelle 425, de réaliser une surélévation d'un niveau du bâtiment sud de l'ETML. Le bâtiment ECA n°17892e est voué à être démoli ;
- Sur la parcelle 437 de confirmer la zone de verdure pour la création du « parc des Platanes ».

Les nouveaux bâtiments s'implanteront de manière à assurer leur bonne intégration dans le tissu bâti existant et à maintenir à long terme la structure et l'alignement du quartier.

Par ailleurs, un concours d'architecture devra être réalisé pour les nouvelles constructions prévues sur la parcelle 435. Cette exigence de la Ville en accord avec le propriétaire a été actée dans une convention liée au PA.

À noter qu'à l'est, les platanes existants au croisement rue de Genève – rue de Sébeillon sont reconnus comme éléments de composition de la tête d'ilot. Pour favoriser leur mise en valeur et leur épanouissement, les constructions nouvelles seront implantées avec un léger retrait.

4.2. CONFORMITE AVEC L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

L'aménagement du territoire est traité dans le rapport d'aménagement établi conformément aux dispositions de l'article 47 OAT par le service d'urbanisme de la Ville de Lausanne. Le lecteur est prié de s'y référer.

La conformité aux planifications fédérales, cantonales et communales y est notamment décrite.

4.3. JUSTIFICATION DU PROJET

La situation à l'interface entre le centre-ville à l'est et le site stratégique E1 du PALM (site E1 Prilly-Sud – Malley – Sébeillon), l'excellente desserte en transports publics et le potentiel d'accueil du secteur « Sévelin Nord » font un site idéal pour accueillir de nouveaux emplois et renforcer les espaces de formation.

Le plan d'affectation actuel ne permet toutefois pas d'utiliser pleinement les capacités d'accueil des parcelles et d'atteindre les objectifs de densification d'un site en situation centrale.

Dès lors, la modification du plan d'extension existant est nécessaire. Elle ne crée pas de nouvelle zone à bâtir, mais permet de définir une constructibilité cohérente relative au site et à sa situation, de définir précisément des règles adéquates concernant l'implantation, la hauteur, les possibilités de transformation et/ou de reconstruction des bâtiments, et de configurer des espaces ouverts appelés à devenir des espaces publics de qualité.

L'objectif principal ayant motivé la réalisation du présent projet est la valorisation des parcelles existantes selon deux axes : la densification des parcelles pour utiliser au mieux leur potentiel et l'amélioration de la qualité du cadre de vie par un réaménagement des espaces extérieurs.

Ce quartier bénéficie de nombreux atouts : proximité du centre-ville, excellente desserte en transports publics qui va encore s'améliorer avec l'arrivée du tramway t1, proximité aux équipements publics (écoles primaires et secondaires mais aussi écoles professionnelles), diversité des types d'habitats dans le périmètre environnant (ch. de Boston, rue de Genève, avenue de Morges et de Prélaz).

L'objectif du projet est d'une part d'offrir de nouvelles places de travail attractives tout en veillant à la cohérence d'ensemble, et d'autre part d'offrir davantage d'espaces dédiés à la formation technique et professionnelle par la surélévation du bâtiment sud de l'ETML. Le bâtiment nord de l'ETML inscrit en note *2* au recensement architectural sera conservé dans son gabarit actuel.

4.4. ÉQUIPEMENTS

Le périmètre du PA est entièrement équipé conformément à l'article 19 de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT).

4.5. INFORMATION ET PARTICIPATION

Le PA été élaboré par le Service de l'urbanisme de la Ville de Lausanne en concertation directe avec les propriétaires concernés, soit PSP Real Estate et le Canton de Vaud, bénéficiaire d'une servitude de superficie sur le site de l'ETML. Cette démarche de concertation s'est poursuivie tout au long du processus de projet, par des séances de travail avec les propriétaires, séparément ou en groupe.

Quant à l'information et la participation de la population, elles se sont déroulées durant l'année 2015, dans le cadre d'une vaste démarche de communication sur le projet urbain de Sévelin Nord et Sud et de concertation sur l'espace public.

Cette démarche se clôturera par une information publique prévue avant l'enquête publique, en vertu de l'article 38 LATC.

4.6. ÉTUDE GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Le lecteur est prié de se référer au rapport technique rédigé par le bureau Karakas & Français SA en mai 2013 (annexe 1).

L'ensemble du quartier de Sévelin repose sur une épaisse couche de remblai qui a servi à combler la vallée du Flon (fin 19ème à début 20ème siècle). Le comblement du vallon a impliqué le voûtage du ruisseau du Flon dont le lit est situé dans la molasse. La molasse grise de Lausanne est présente sous les remblais et est composée principalement de marne et de silt, plus rarement de grès fin. La profondeur du toit de la molasse, et par conséquent l'épaisseur du remblai, dépend de la position du Flon : elle est maximale au droit de celui-ci et devient plus faible lorsqu'on s'en éloigne.

Le site ne comporte pas de nappe phréatique caractérisée. Il existe néanmoins des venues d'eau localisées au sein des remblais notamment.

4.7. DONNEES DE BASES CONCERNANT LE TRAFIC

Le lecteur est prié de se référer au rapport technique du bureau Transitec ingénieurs-conseils SA qui présente l'ensemble des réflexions liées à l'étude de trafic du PA (disponible en annexe du rapport 47 OAT joint au dossier d'enquête).

Les charges de trafic ont servi comme données de base à l'évaluation des incidences par rapport au bruit routier et à la pollution de l'air liée au trafic routier.

Les paragraphes suivants en constituent une synthèse.

Besoin en stationnement pour les vélos

L'évaluation du besoin en stationnement pour les vélos est effectuée conformément à la norme VSS 40 065.

Le besoin brut total défini par les ratios de la norme est d'environ ~ 615 places vélos, réparties comme suit :

- Parcelle 425 : ~305 places (dont 50 dues à l'agrandissement) ;
- Parcelle 435 : ~310 places.

La norme VSS distingue en outre les places de courte durée et de longue durée, qui se différencient par le type de leur aménagement et leur localisation :

- places de courte durée : installation ouverte et sécurisée avec une toiture souhaitée. Ce type de place est aménagé en surface à maximum 30 m de l'entrée du bâtiment de destination ;
- place de longue durée (d'une durée supérieure à 2 heures) : pour la plupart elles doivent être intégrées dans des installations verrouillables et couvertes, si possible en surface à maximum 100 m de l'entrée du bâtiment de destination ou à l'intérieur du bâtiment de destination (local à vélo).

Il est recommandé de réaliser plusieurs installations réparties dans le quartier et proches des entrées plutôt que de grandes installations centralisées. Les accès doivent être sûrs, aisés, éclairés et visibles depuis le domaine public. Tous les équipements doivent être munis de systèmes de protection contre le vol.

La répartition recommandée du besoin net en nombre de places de stationnement vélos pour le PA « Sévelin » Nord est la suivante :

Parcelle	Courte durée	Longue durée
425, ETML	~45 (dont 10 dues à l'agrandissement)	~260 (dont 45 dues à l'agrandissement)
435, PSP	~120	~190
Total	**~165**	**~450**

Le règlement du PA indique que le nombre de places de stationnement doit être calculé selon les normes VSS.

Besoin en stationnement de véhicules motorisés privés

Actuellement, le PA « Sévelin Nord » compte 292 places de parc privées pour voitures selon le recensement interne établi par le Service de la mobilité et des espaces publics en 2019 :

- Parcelle 425 : 72 places, dont 28 en surface et 44 en souterrain ;
- Parcelle 435 : 220 places en surface.

Le projet exige que les normes VSS (Union suisse des professionnels) soient respectées en ce qui concerne le maximum admissible. La mesure MO-3 - stationnement privé, de l'OPAir 2018 de l'agglomération Lausanne-Morges est applicable. La fourchette basse des besoins limites de la norme VSS est appliquée. La modification du Plan général d'affectation (MPGA), soumise à l'enquête publique du 17 avril au 16 mai 2024 fixe une fourchette pour le dimensionnement du stationnement entre 0 et 20%.

Compte tenu de l'excellente desserte du secteur, renforcée avec l'arrivée du tram et la situation centrale du projet, il a été défini une fourchette admissible maximale de 10% pour ce qui concerne les nouvelles constructions (parcelle 435). Pour les constructions existantes (parcelle 425), les places en surface seront supprimées et maintenues en souterrain.

Comme le règlement prévoit une certaine souplesse en matière d'activités économiques (tertiaires dont des commerces et artisanat) sur la parcelle 435, le scénario le plus défavorable a été pris en compte, soit :

Zone d'activités économiques :

- bureaux et services (étages) = ~21'200 m² de SPd ;
- commerces (rez) = max. 2'500 m² de SPd.

Le besoin net en stationnement pour les véhicules motorisés privés de la partie PSP est donc évalué à ~62 places (y compris les places visiteurs et pour personnes à mobilité réduite (PMR)).

Pour la parcelle 425 de l'ETML, le dimensionnement du stationnement pour les employé·e·s repose sur le ratio de 0,3 place/étudiant (besoin brut). Avec l'hypothèse de ~180 employé·e·s à terme et qu'aucun stationnement n'est envisagé pour les 900 étudiant·e·s, le besoin en stationnement pour l'ETML est évalué à 28 places. Les places excédentaires situées en ouvrage pourront être réaffectées pour du stationnement vélos ou du carsharing par exemple.

Le nombre de places de stationnement pour les deux-roues motorisés est fixé à un max. 15% du nombre de places en stationnement pour les véhicules légers.

Pour tout le périmètre du plan, les places de stationnement doivent être enterrées ou comprises dans un bâtiment. Aucun espace de stationnement extérieur pour les employés ou les visiteurs n'est prévu sur ces parcelles. Il n'est en effet pas souhaitable de maintenir ou de créer du stationnement supplémentaire en surface, en lieu et place d'espaces verts, ces derniers permettant de garantir la qualité du cadre de vie.

Voici le récapitulatif des futures places de stationnement situées en ouvrage (y compris les places visiteurs + PMR) :

- **Parcelle 425 : 28 places**
- **Parcelle 435 : 62 places**.

(**90 places au total, soit un différentiel de - 202 places**).

Effets du PA sur l'exploitation du réseau routier

L'état final – après réalisation du PA – montre une maitrise des charges de trafic. L'impact sur le réseau routier est en effet positif. La désaffectation du parking privé en une zone d'activités économiques dont l'accessibilité sera majoritairement assurée par des transports publics performants avec notamment la mise en service du tram t1 et des modes actifs, réduisent l'impact de ce générateur de trafic bien qu'il accueille davantage d'usagers.

La génération de trafic net du futur PA est de -300 véh/j et -20 véh/h à l'heure de pointe du soir par rapport à l'état actuel.

Génération de la charge actuelle[1]		nb places	tx rotation	génération (véh/j)	arrondi	génération (véh/h)	arrondi
TIM	étudiants	0	0	0	0		
	employé[2]	296	1.2	710	700		
	visiteur	0	2.5	0	0		
2RM	étudiants	0	0	0	0		
	employé	0	2	0	0		
	visiteur	0	2.5	0	0		
				total PPA	700	53	50

Génération de la charge future		nb places	tx rotation	génération (véh/j)	arrondi	génération (véh/h)	arrondi
TIM	étudiants	0	0	0	0		
	employé	73	2	292	300		
	visiteur	17	2.5	85	100		
2RM	étudiants	0	0	0	0		
	employé	11	2	44	0		
	visiteur	3	2.5	13	0		
				total PPA	400	30	30
				Différence future / actuelle	-300		-20

Utilisation du ratio max. pour les 2RM

[1]Ne tient pas compte du stationnement sauvage (surtout des 2RM)
[2]Taux de rotation : valeur combinant un taux de 2 pour les places de l'ETML et de 1 pourcelles du parking privé.

Figure 4.1 : Estimation de la génération de trafic liée au stationnement TIM du PA

Cette génération de trafic négative implique une réduction des charges sur le réseau routier avoisinant grâce à la nouvelle affectation de la parcelle 435 et des objectifs volontaristes de la Ville de Lausanne en matière de mobilité individuelle.

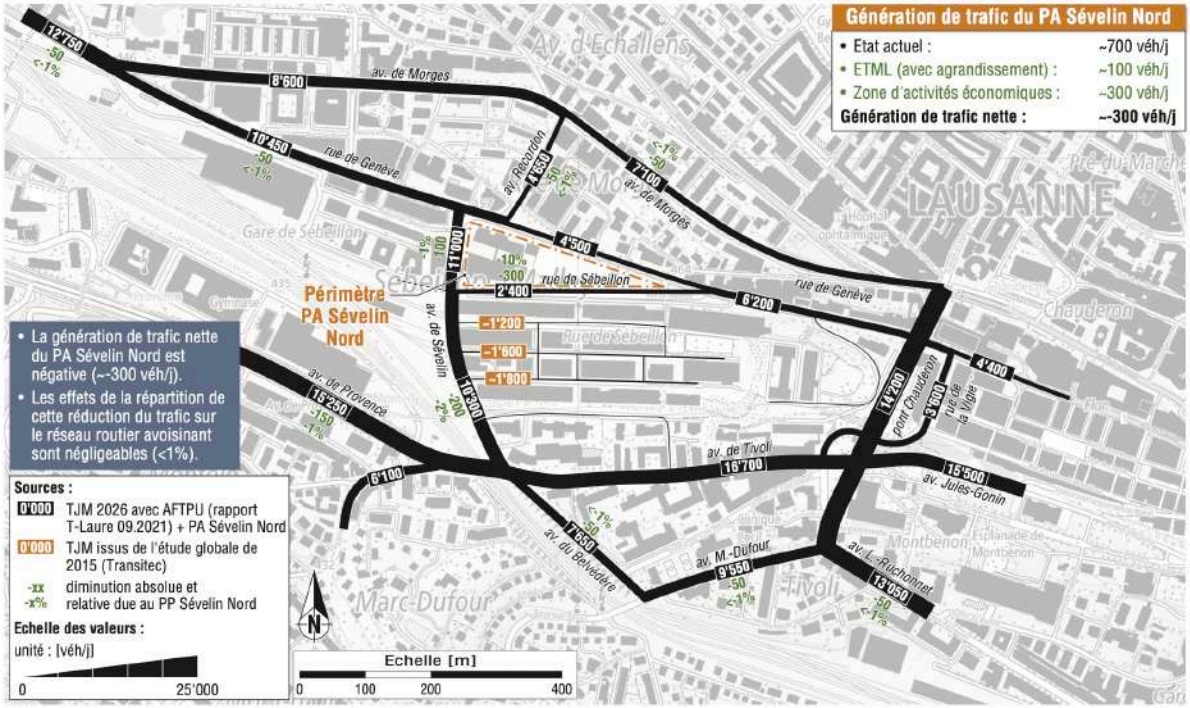


Figure 4.2 : Plan des charges de trafic journalier moyen (TJM) – État de référence + PA (véhicules/jour)

4.8. UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE

Le plan d'affectation favorise l'utilisation rationnelle de l'énergie et le recours aux énergies renouvelables en application de l'article 97 LATC. Dans le cadre des demandes de permis de construire, une évaluation des différentes solutions d'approvisionnement énergétique devra être réalisée en tenant compte notamment de la loi sur l'énergie entrée en vigueur le 1er juillet 2014.

Le règlement du PA permet la réalisation de toitures accessibles et l'installation de panneaux solaires. Le guide de recommandations des toitures végétalisées d'avril 2014 (élaboré par la Ville de Lausanne) et la norme SIA 312 pourront servir de base pour les futurs concepts d'aménagement.

Un concept énergétique territorial (en annexe du rapport OAT 47) accompagne également ce dossier. Il présente les différents concepts possibles d'exploitation énergétique du quartier. Dans le cadre de la demande du permis de construire, une étude énergétique devra démontrer la conformité du projet avec ce concept.

4.8.1. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_Energie 1 :** Établissement d'une étude énergétique afin de démontrer la conformité du projet avec le concept énergétique territorial et le Plan climat lausannois.

4.9. DESCRIPTION DE LA PHASE DE REALISATION (CHANTIER)

Aucune information n'est connue à ce stade d'avancée du projet quant à l'organisation de la phase de réalisation.

Dans ce sens, les aspects liés à la phase de réalisation seront traités au stade de la NIE accompagnant la demande de permis de construire.

4.9.1. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_Chantier 1 :** Description des différentes phases du chantier sur la base du projet définitif (planning, phasages, zone d'installation de chantier, travaux spéciaux, etc.)

5. IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1. PROTECTION DE L'AIR

Le présent chapitre décrit la qualité de l'air sur le site et les impacts du projet en termes de pollution atmosphérique.

5.1.1. Bases légales

- Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) du 7 octobre 1983 ;
- Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) du 16 décembre 1985.

5.1.2. Généralités

Les polluants atmosphériques retenus comme indicateurs de l'impact du projet sur la qualité de l'air sont :

- Les **oxydes d'azote NO_X** sont les principaux précurseurs du dioxyde d'azote NO_2, dont une exposition à long terme augmente les réactions allergiques aux pollens inhalés et peut réduire la fonction pulmonaire, en particulier chez les enfants. Les immissions de NO2 sont soumises à une surveillance constante sur le territoire suisse ;
- Les **particules en suspension ou poussières fines (PM)** sont des polluants atmosphériques consistant en un mélange complexe de substances organiques et minérales en suspension dans l'air, sous forme solide et/ou liquide. Les particules sont classées selon leur diamètre aérodynamique (taille particulaire) et l'on y distingue généralement les PM_{10}, et parmi elles, les $PM_{2.5}$.
- **L'ozone (O_3)** est naturellement présent dans l'atmosphère terrestre, formant dans la stratosphère une couche d'ozone entre 13 et 40 km d'altitude qui intercepte plus de 97 % des rayons ultraviolets du Soleil, mais est un polluant dans les basses couches de l'atmosphère (la troposphère) où il agresse le système respiratoire des animaux et peut brûler les végétaux les plus sensibles. L'ozone est un polluant secondaire formé par réactions photochimiques qui oscille entre formation et destruction. En effet, produit la journée en présence de polluants atmosphériques tels que le monoxyde d'azote (NO) et les composés organiques volatils (COV), l'ozone est également détruit la nuit par ces mêmes polluants. Dans les centres urbains, les taux d'ozone sont ainsi relativement bas, alors que dans les zones rurales et suburbaines, les quantités de polluants atmosphériques capables de dégrader l'ozone sont plus faibles, permettant ainsi une accumulation de ce polluant secondaire. Les concentrations d'ozone y sont ainsi plus élevées qu'au centre des villes.
- Enfin, les émissions de **dioxyde de carbone CO_2** ont un fort impact sur le climat, car il est le principal gaz à effet de serre, phénomène responsable du changement climatique actuel. Ses émissions doivent donc également être surveillées.

L'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) fixe les valeurs limites d'immission à ne pas dépasser (Annexe 7 - art. 2, al. 5).

	Dioxyde d'azote (NO_2)	**Poussières en suspension (PM_{10})**	**Ozone (O_3)**
Valeur limite d'immission (moyenne annuelle arithmétique)	30 µg/m^3	20 µg/m^3	
Moyenne journalière ne devant pas être dépassée :	Plus d'une fois par an : 80 µg/m^3	Plus de trois fois par an : 50 µg/m^3	
98% des moyennes semi-horaires d'un mois			≤ 100 µg/m^3
Moyenne horaire ne devant pas être dépassée plus d'une fois par année			120 µg/m^3

Figure 5.1 : Valeurs limites d'immission - Annexe 7 OPair

À noter que dans les modifications de l'OPair datées du 11 avril 2018 (entrées en vigueur le 1er juin 2018), une valeur limite pour les $PM_{2.5}$ a été fixée à 10 µg/m3 (moyenne annuelle arithmétique).

Plan de mesures OPair

Le PA se situe dans une zone soumise à un plan de mesures d'assainissement de l'air (plan des mesures OPair 2018 de l'agglomération Lausanne-Morges).

La mesure MO-3 – stationnement privé est applicable (cf. chapitre 4.7).

Selon la mesure OPAir MO-5 : « lors de l'implantation ou de l'agrandissement d'entreprises ou d'établissements publics et privés (écoles, hôpitaux, …) de plus de 50 employés, un plan de mobilité est élaboré et mis en œuvre. » Le permis d'utiliser sur la parcelle 435 est dès lors conditionné à l'élaboration d'un plan de mobilité d'entreprise (cf. rapport 47 OAT joint au dossier d'enquête).

Le PA préconise également une utilisation rationnelle de l'énergie (cf. chapitre 4.8).

Chauffage à bois

Le périmètre du PA se situe dans la zone à immissions excessives de l'agglomération de Lausanne-Morges. Dans ce sens, le recours au bois pour répondre aux exigences de l'article 28a de la loi sur l'énergie (couvrir au moins 30% de l'énergie pour la production d'eau chaude sanitaire) n'est pas valable.

5.1.3. Situation actuelle en matière de qualité de l'air dans le périmètre d'étude

Réseaux de mesures (qualité de l'air à proximité du site)

La surveillance de la qualité de l'air dans le canton de Vaud repose sur 4 dispositifs complémentaires de mesure, permettant de documenter les différences régionales du canton : le réseau Vaud'Air, le réseau NABEL, la station mobile et les capteurs passifs.

Ces mesures s'effectuent selon deux modes distincts : des mesures en continu implantées sur des sites représentatifs et des capteurs passifs pour couvrir un territoire plus large.

- Le réseau Vaud'Air est le réseau cantonal vaudois de surveillance de la qualité de l'air. Il comporte sept stations de mesure en continu.
- L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) dispose du réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL) composé de 16 stations réparties sur l'ensemble du territoire national, dont deux sur le canton de Vaud (Lausanne et Payerne).

- Par la mesure en continu d'une palette très large de polluants atmosphériques, la station mobile permet d'obtenir les mêmes informations qu'une station fixe avec l'avantage de pouvoir être placée en différents endroits en fonction des besoins.
- Les capteurs passifs permettent une méthode de mesure complémentaire aux stations de mesures en continu du réseau Vaud'Air. Ils sont exploités sur plus de 150 sites du territoire vaudois.

Dioxyde d'azote (NO_2)

Ci-après sont décrites les valeurs enregistrées (moyennes annuelles) au niveau du capteur passif situé au sein du PA pour les années 2019 à 2024.

Site	N°	2019	2020	2021	2022	2023	2024
		(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)
Lausanne, Rue de Sébeillon 536 930 / 152 830	LAU 47	17.6	14.8	16.1	20.2	17.6	16.8

Figure 5.2 : Capteur passif NO_2 - Moyennes annuelles (2019-2024) en vert, valeur < 30 µg/m³

La valeur limite d'immission de l'OPair a été respectée au sein du périmètre du PA durant ces six dernières années.

Poussières fines (PM_{10})

Le canton de Vaud dispose actuellement de 7 stations de mesures fixes des PM_{10} (Nyon Hôpital, Lausanne Plaines-du-Loup, Montreux, Aigle, Yverdon-les-Bains, Morges et Bussigny), ainsi que 2 stations de mesure du réseau NABEL (Lausanne César-Roux et Payerne).

Les concentrations mesurées ces 10 dernières années aux deux stations lausannoises des Plaines-du-Loup et de César-Roux sont résumées dans la figure ci-après :

STATION	MOYENNE ANNUELLE [µg PM_{10}/m^3] OPair VLI= 20	NB DE MOYENNES JOURNALIERES SUPERIEURES à 50 µg PM_{10}/m^3 [jours] OPair VLI = 3	
Lausanne César-Roux			
2015	18	7	
2016	16.7	3	
2017	16.4	5	
2018	15.5	0	
2019	14.3	0	
2020	13.2	0	
2021	13.8	4	
2022	14.9	0	
2023	12.6	0	
2024	12.3	1	
Lausanne Plaines-du-Loup			
2015	-	-	
2016	-	-	
2017	-	-	
2018	11.5	0	
2019	11.8	0	
2020	11.3	0	
2021	12.1	4	
2022	13.3	0	
2023	11.6	0	
2024	11.3	2	

Chiffres en vert = Respect de la valeur limite
Chiffres en rouge = Non-respect de la valeur limite

Figure 5.3 : Valeurs des teneurs en PM_{10} mesurées aux stations Lausanne César-Roux et Lausanne Plaines-du-Loup (2015-2024)

Sur la base de ces éléments, on peut conclure que, dans le périmètre d'étude, la valeur limite moyenne annuelle fixée par l'OPair à 20 µg/m³ est respectée et que la valeur limite journalière fixée à 50 µg/m³ est dépassée moins de 5 fois par année.

Poussières fines ($PM_{2.5}$)

Les $PM_{2.5}$ sont inscrites dans l'OPair depuis sa révision entrée en vigueur en juin 2018. Le réseau de suivi est donc effectif depuis relativement peu de temps et peu de données sont de ce fait disponibles.

Le canton de Vaud dispose de 8 stations de mesures fixes des $PM_{2.5}$: Nyon Hôpital, Lausanne Plaines-du-Loup, Aigle, Yverdon-les-Bains, Morges, Bussigny, ainsi que les stations NABEL (Lausanne César-Roux et Payerne).

Les concentrations (moyennes annuelles) mesurées ces sept dernières années aux deux stations lausannoises des Plaines-du-Loup et de César-Roux sont résumées dans la figure illustrée en page suivante :

STATION	MOYENNE ANNUELLE [µg PM2.5/m³] OPair VLI= 10	Chiffres en vert = Respect de la valeur limite Chiffres en rouge = Non-respect de la valeur limite
Lausanne César-Roux		
2018	11.4	
2019	9.2	
2020	8.6	
2021	9.1	
2022	9.9	
2023	8.2	
2024	7.9	
Lausanne Plaines-du-Loup		
2018	9.2	
2019	8.3	
2020	7.8	
2021	8.2	
2022	8.7	
2023	7.9	
2024	6.9	

Figure 5.4 : Valeurs (moyennes annuelles 2018 à 2024) des teneurs en $PM_{2.5}$ mesurées aux stations Lausanne César-Roux et Lausanne Plaines-du-Loup

La valeur limite d'immission de l'OPair a été respectée au droit de ces deux stations depuis 2019.

Ozone (O_3)

Les concentrations mesurées ces 10 dernières années aux deux stations lausannoises des Plaines-du-Loup et de César-Roux sont résumées dans la figure ci-après :

	MOYENNES HORAIRES MAXIMALES [µg O_3/m^3] VLI = 120 µg/m³	NB D'HEURES DE DEPASSEMENT DE LA VLI [nb heures / an] Dépassement max = 1/an	Chiffres en vert = Respect de la valeur limite Chiffres en rouge = Non-respect de la valeur limite Cases orange = Dépassement de la valeur limite au moins une fois ces sept dernières années
Lausanne Plaines-du-Loup			
2015	--	--	
2016	--	--	
2017	--	--	
2018	177	460	
2019	197	358	
2020	160	268	
2021	167	124	
2022	168	354	
2023	154	384	
2024	159	87	
Lausanne César-Roux			
2015	144	48	
2016	134	19	
2017	138	12	
2018	162	129	
2019	158	79	
2020	138	47	
2021	141	9	
2022	150	106	
2023	136	71	
2024	133	14	

Figure 5.5 : Valeur des teneurs en O_3 mesurées aux stations Lausanne César-Roux et Lausanne Plaines-du-Loup (2015-2024)

On constate que sur l'ensemble des stations considérées les valeurs limites sont nettement dépassées depuis ces dernières années, et que la VLI est dépassée plusieurs dizaines, voire centaines, de fois par an. La tendance générale est à la stabilité.

L'ozone étant un polluant secondaire, la lutte contre les concentrations excessives passe par une réduction des émissions des polluants qui sont la cause de sa formation : principalement les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. Une forte concentration d'ozone peut avoir diverses conséquences sur la santé :

- irritation des muqueuses ;
- irritations oculaires ;
- amplification des réactions à d'autres agents irritants ou allergènes (pollens, acariens, etc.) ;
- difficultés respiratoires.

5.1.3.1. Impacts du projet

Selon l'article 11 de la LPE, il importe, à titre préventif, de limiter les émissions dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation, et pour autant que cela soit économiquement supportable. En conséquence, les valeurs limites d'émissions de l'OPair sont directement liées à l'état de la technique.

Contribution du trafic routier supplémentaire généré par le projet

Le lecteur est prié de se référer au chapitre 4.7 quant au thème de la mobilité.

La génération de trafic nette du PA étant négative (≈ - 300 véhicules/jour), l'impact sur le réseau routier est positif.

A l'heure de pointe du soir, aucun impact négatif sur l'exploitation du réseau routier n'est à attendre par rapport à l'état de référence.

Phase de réalisation

Les aspects liés à la phase de réalisation seront traités au stade du permis de construire (cf. chapitre 4.9).

Lors de la réalisation de travaux, les dispositions générales relatives à la limitation des émissions sur les chantiers, édictées dans l'OPair (art.3 al.2 let.a en relation avec l'annexe 2, ch. 88) et concrétisées par la directive fédérale « Protection de l'air sur les chantiers » (Directive Air Chantiers, OFEV, 2016), devront être appliquées pour le chantier du présent projet.

La prévention de la poussière et des nuisances atmosphériques en général, y compris le nettoyage des routes (pistes, voies d'accès, voies publiques) incombera à l'entrepreneur et relève de sa responsabilité.

Lors des phases de travail, de l'entreposage ou du transbordement en plein air de produits formant des poussières, il y aura lieu de prendre des mesures empêchant les fortes émissions de poussières.

Les machines et les appareils équipés de moteurs diesel devront être dotés de systèmes de filtres à particules (SFP) en fonction de leur puissance, conformément aux recommandations de la liste des filtres (OFEV, Suva) ou de filtres de même efficacité. La conformité avec l'OPair devra être prouvée pour toute machine de chantier équipée d'un système de filtre à particules. Les machines devront en outre être dotées des documents suivants : fiche d'entretien du système antipollution, vignette antipollution, déclaration de conformité et plaquette de la machine.

5.1.4. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_Air 1 :** Définition des mesures à appliquer en phase de réalisation, selon la Directive Air Chantiers.

5.2. PROTECTION CONTRE LE BRUIT

5.2.1. Cadre légal

Les nuisances sonores supplémentaires générées et perçues par le projet sont soumises à plusieurs articles de l'OPB (Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986).

Les trois contraintes légales suivantes doivent être respectées :

- Les émissions de bruit des nouvelles installations fixes projetées, notamment la nouvelle trémie du parking souterrain, doivent respecter les exigences de **l'article 7 OPB**. Les immissions de bruit dues à ces nouvelles installations fixes ne devront pas dépasser les valeurs de planification (VP) au droit des locaux à usage sensible (LUS) au bruit les plus proches.
- Selon **l'article 9 OPB**, la génération de trafic induit par l'exploitation du projet ne devra pas entraîner un dépassement des valeurs limites d'immissions (VLI) le long des routes sollicitées, ou à une augmentation perceptible des nuisances (augmentation >1 dB(A)). En effet, le secteur du projet étant situé dans le périmètre de centre « Agglo Lausanne-Morges », il est considéré que le seuil de perceptibilité du bruit est atteint pour une augmentation de la charge sonore de plus de 1 dB(A).
- Étant donné que les parcelles du PA sont affectées à la construction et ont été équipées avant le 1er janvier 1985, les niveaux sonores en façades des bâtiments doivent respecter l'**article 31 OPB** (respect des VLI au droit des façades).

À noter que la trémie existante (accès parking souterrain de l'ETML) sera maintenue, sans modification d'exploitation (statu quo).

Comme décrit dans les chapitres 1 et 3.2, aucune surface dédiée au logement n'est prévue au sein du PA (période critique = jour).

Valeurs limites d'exposition

L'annexe 6 OPB fixe les valeurs limites d'exposition au bruit de l'industrie et des arts et des métiers (bruits d'exploitation). Ces valeurs sont aussi valables pour le bruit des installations techniques, des parkings et du trafic sur l'aire d'exploitation.

	VP (valeur de planification) [dB(A)]				***VLI (valeurs limites d'immission) [dB(A)]***				***VA (valeurs d'alarme) [dB(A)]***			
	Habitation		Activité		Habitation		Activité		Habitation		Activité	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
DS II	55	45	60	50	60	50	65	55	70	65	70	65
DS III	60	50	65	55	65	55	70	60	70	65	70	65

Figure 5.6 : Valeurs d'exposition des DS II et III (Annexe 6 OPB)

L'annexe 3 OPB régit quant à elle le bruit du trafic routier.

La législation différencie le genre de bruit induit par le tramway, selon qu'il circule en site mixte (protégé exceptionnellement franchissable) ou en site propre. Dans le cadre du présent PA, le tramway passera au droit du périmètre du projet en site mixte, donc régi par l'annexe 3 OPB.

Les valeurs d'exposition ci-avant s'appliquent au milieu des fenêtres ouvertes des LUS.

Lorsqu'un local à usage sensible au bruit dispose de plusieurs fenêtres, le respect des valeurs limites s'applique à l'ensemble des fenêtres de la pièce.

L'article 2 al. 6 OPB définit la notion de locaux dont l'usage est sensible au bruit (LUS), à savoir :

- *Les pièces des habitations, à l'exclusion des cuisines sans partie habitable, des locaux sanitaires et des réduits ;*
- *Les locaux d'exploitation, dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée ; en sont exclus les locaux destinés à la garde d'animaux de rente et les locaux où le bruit inhérent à l'exploitation est considérable.*

L'article 42 OPB régit quant à lui les valeurs limites d'exposition particulières aux locaux d'exploitation (activités) :

> *[1] Pour les locaux d'exploitations (art. 2, al. 6, let. b) qui se situent en des secteurs où l'on a attribué les degrés de sensibilité I, II ou III, les valeurs de planification et les valeurs limites d'immission sont de 5 dB (A) plus élevées.*
>
> *[2] L'al. 1 n'est pas applicable aux locaux dans les écoles, les établissements et les homes. Pour les locaux de restaurants et hôtels, il ne s'applique que dans la mesure où ces locaux sont suffisamment aérés, même lorsque les fenêtres sont fermées.*

5.2.2. Périmètre d'étude

Périmètre du PA

Le degré de sensibilité (DS) III est attribué à l'ensemble du périmètre du PA.

Périmètre jouxtant le PA

Comme illustré sur la figure ci-après, les LUS les plus proches du PA ont un DS III attribué.



Figure 5.7 : Vue sur les DS attribués dans le périmètre d'étude (source : guichet cartographique cantonal – consultation en juin 2025)

5.2.3. Nuisances dues aux activités générées par le projet (article 7 OPB)

La nouvelle trémie d'accès au parking souterrain constitue une nouvelle installation fixe, au sens de l'article 2 OPB.

Les exigences de l'article 7 OPB doivent être respectées au droit des LUS les plus proche de cette trémie.

L'annexe 6 OPB est applicable pour cette nouvelle nuisance. Le niveau d'évaluation pour ce type de bruit se calcule séparément pour le jour (7h à 19h) et pour la nuit (19h à 7h).

Au stade actuel du projet, l'emplacement de la trémie d'accès au futur parking souterrain n'est pas arrêté, mais se fera depuis la rue de Sébeillon. Dans le cadre du présent rapport, il est considéré un emplacement indicatif de la trémie comme illustré ci-après :



Figure 5.8 : Flèche verte tout à droite, emplacement indicatif de la nouvelle trémie

Dans ce sens, il conviendra, au stade de la demande de permis de construire, d'effectuer une étude acoustique permettant de s'assurer du respect de l'article 7 OPB, au droit des LUS identifiés à proximité de la trémie, sur la base du projet définitif.

L'emplacement des nouvelles sources de bruit sera optimisé dans la mesure du possible afin de minimiser les nuisances sonores au droit des LUS.

Une première évaluation a toutefois été réalisée dans le cadre du présent rapport. Elle est décrite dans les paragraphes ci-après.

Cas de la trémie du futur parking souterrain (évaluation sur le LUS le plus proche – hors PA)

Au stade actuel du projet, une première évaluation peut être faite afin de vérifier le respect de la VP DS III (activités) au droit de la façade du LUS le plus proche du PA le long de la rue de Sébeillon.

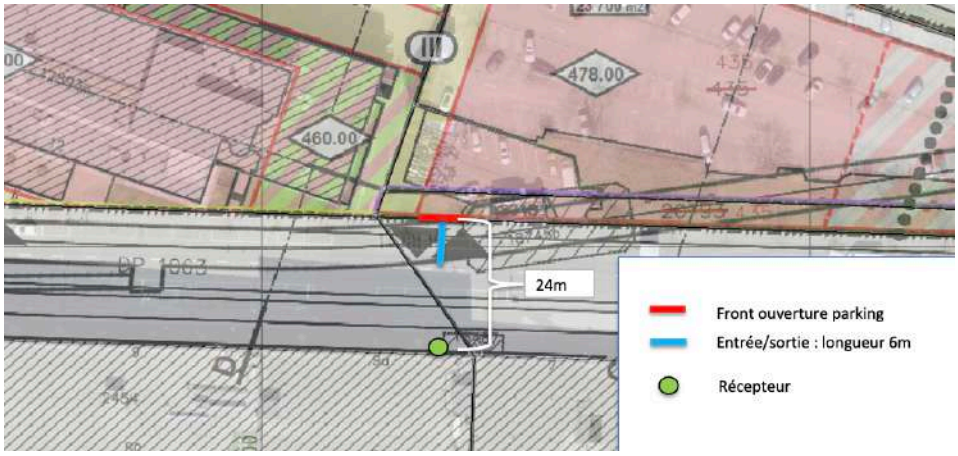


Figure 5.9 : Distance entre la future trémie (emplacement indicatif) et le LUS le plus proche

Les hypothèses suivantes sont notamment retenues pour l'évaluation desdites nuisances (cf. annexe 2 pour plus de détails) :

- K1 = 0 (jour) / 5 (nuit) ;
- K2 = 2 (jour) / 2 (nuit) ;
- K3 = 0 (jour) / 0 (nuit) ;
- Répartition de la part jour/nuit d'utilisation du parking = 95% / 5% ;
- TJM = 400 véh/jour (selon étude mobilité - cf. chapitre 4.7 du présent rapport) ;
- Pas de revêtement phonoabsorbant dans l'entrée ;
- Pente de l'entrée : 2% ;
- Distance horizontale entre l'ouverture du parking et le récepteur retenu = 24 m ;
- Non prise en compte des effets d'obstacle, de la topographie et des hauteurs d'émissions/immissions.

Sur la base des hypothèses énoncées ci-avant, les niveaux d'immissions calculés selon la norme VSS 40 578 sont de 46.5 dB(A) de jour et 38.7 dB(A) de nuit au droit du LUS le plus proche.

Dans ce contexte, les VP DS III (activités) diurne et nocturne (65/55 dB(A)) au droit de la façade exposée du LUS considéré sont ainsi largement respectées concernant la future trémie du parking souterrain.

Cas de la trémie du futur parking souterrain (évaluation sur le périmètre constructible du PA le plus proche)

Une première évaluation a également été faite afin de vérifier le respect de la VP DS III (activités) au droit du périmètre constructible du PA sis le plus proche de cette trémie.

Les hypothèses retenues pour l'évaluation desdites nuisances sont illustrées en annexe 3.

Sur la base de ces hypothèses, les niveaux d'immissions calculés selon la norme VSS 40 578 sont de 53 dB(A) de jour et 45.2 dB(A) de nuit au droit du périmètre constructible du PA le plus proche (cas du périmètre d'implantation des constructions A2 – cf. chapitre 3.2).

Dans ce contexte, les VP DS III (activités) diurne et nocturne (65/55 dB(A)) au droit du périmètre A2 sont ainsi largement respectées concernant la future trémie du parking souterrain.

5.2.4. Nuisances induites par le trafic supplémentaire du développement du projet (article 9 OPB)

La perceptibilité d'un bruit est une notion subjective qui dépend non seulement de la personne concernée mais aussi de la conduite des automobilistes. En référence au plan directeur cantonal actuellement en vigueur, le présent projet se situe dans le **périmètre de centre « Agglo Lausanne Morges »**. Il en est de même pour le périmètre déterminé par le report des charges de trafic mentionné dans le chapitre 4.7. Ainsi, dans le contexte du présent projet, **une différence de niveau d'émission égale ou inférieure à 1.0 dB(A) est considérée comme peu perceptible.**

L'évaluation du projet sous l'angle de l'article 9 OPB a été réalisée sur la base du plan des charges de trafic illustrant l'impact du PA sur le réseau routier.

La génération de trafic nette du PA étant négative (≈ - 300 véhicules/jour), l'impact sur le réseau routier est positif.

Considérant ces éléments, le PA respecte les exigences de l'article 9 OPB.

5.2.5. Nuisances sur les façades du projet (article 31 OPB)

Comme décrit dans le chapitre 1, le présent projet consiste en l'établissement d'un PA affecté à 100% à de l'activité (aucune surface de logement).

De plus, comme stipulé dans le règlement du PA (RPA), le DS III sera attribué à l'ensemble du périmètre du PA.

Au stade actuel du projet, aucune information n'est connue quant à l'emplacement des futurs LUS au sein des deux périmètres d'implantation des constructions du PA.

Ces derniers sont essentiellement soumis au bruit induit par le trafic routier (rue de Genève, rue de Sébeillon et avenue de Sévelin) ainsi que par le futur tram T1 (site mixte).

Dès lors, les niveaux sonores Lr ont été évalués conformément à l'annexe 3 de l'OPB, applicable pour ces deux types de bruit pour les deux périmètres d'implantation des constructions.

Une modélisation acoustique a été réalisée avec le logiciel SLIP20. Les émissions des sources de bruit (routes et tram) ont été évaluées via le modèle de calcul (Web-Tool) de SonRoad18 en prenant en compte les hypothèses décrites en annexe 4.

L'annexe 5 illustre les résultats de la modélisation acoustique.

Les VLI DS III (activités) diurnes et nocturnes sont respectées au niveau des périmètres constructibles du PA.

Considérant ces éléments, le projet respecte les exigences de l'article 31 OPB.

5.2.6. Phase de réalisation

Les aspects liés à la phase de réalisation seront traités au stade du permis de construire (cf. chapitre 4.9).

L'OFEV est chargée selon l'article 38 al.2 LPE et l'article 6 OPB d'édicter des directives sur les mesures de construction et d'exploitation destinées à limiter le bruit des chantiers. Les mesures particulières de limitation des émissions reposent sur les articles 11 et 12 LPE. Dans ce sens, lors de la réalisation des travaux, les dispositions générales relatives à la limitation des émissions sur les chantiers, concrétisées par la Directive sur le bruit des chantiers (OFEV, 2006-état 2011), devront être respectées.

5.2.7. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_Bruit 1 :** Mise à jour des données de la NIE du PA sur la base du projet définitif.
- **PC_Bruit 2 :** Vérification du respect de l'article 7 OPB sur la base du projet définitif.
- **PC_Bruit 3 :** Définition des mesures à appliquer en phase de réalisation, selon Directive sur le bruit des chantiers.

5.3. PROTECTION CONTRE LE RAYONNEMENT NON IONISANT

5.3.1. Cadre légal

- Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) du 07.10.83 ;
- Ordonnance fédérale sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) du 23.12.99.

Les lignes de réseau électrique (réseau public et réseau CFF), les installations émettrices (stations radio, antennes de téléphonie mobile) et les stations de transformations du courant électrique génèrent des champs électromagnétiques et entrent ainsi dans le domaine de l'application de l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI).

Elle comporte deux types de valeurs limites :

- Des valeurs limites de nocivité (**valeurs limites d'immissions** - VLI) ;
- Des valeurs limites préventives (**valeurs limites de l'installation** - VLinst).

L'article 13 ORNI définit le champ d'application des valeurs limites d'immission :

« *Les valeurs limites d'immission au sens de l'annexe 2 de l'ORNI doivent être respectées partout où des gens peuvent séjourner* ».

Ces valeurs doivent non seulement être respectées dans les lieux à utilisation sensible, mais aussi partout ou des gens peuvent séjourner momentanément.

Les valeurs limites de l'installation (plus sévères que les valeurs limites d'immission) doivent être respectées dans les lieux à utilisation sensible.

Par lieux à utilisation sensible (LUS), on entend (art. 3 ORNI) les lieux dans lesquels des personnes séjournent régulièrement. Ceux-ci comprennent :

A. Les locaux d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent régulièrement
   a. Les locaux d'habitation
   b. Les écoles et les jardins d'enfants
   c. Les hôpitaux, les homes pour personnes âgées et les homes médicalisés
   d. Les postes de travail permanent[1]

B. Des places de jeux publiques ou privées, définies dans un plan d'aménagement

C. Les surfaces non bâties sur lesquelles des activités au sens des let. A et B sont permises.

Par **lieux de séjour momentané** (LSM), on entend les lieux accessibles aux personnes et qui ne sont pas considérés comme des lieux à utilisation sensible. On distingue les LSM à l'intérieur, et à l'extérieur des bâtiments. En font notamment partie :

- Les garages et les places de stationnement**
- Les cages d'escaliers
- Les postes de travail non permanent (dont installation de chantier) ainsi que tous les postes de travail à l'extérieur
- Les entrepôts et les locaux d'archives **
- Les zones agricoles
- Les routes et trottoirs
- Les jardins

[1] Selon la définition donnée par le Secrétariat d'Etat à l'Economie, on entend par poste de travail permanent, un poste correspondant au secteur dans lequel un travailleur se tient pendant plus de deux jours et demi par semaine.

- Les installations extérieures de sport et de loisir**

** : sous réserve qu'il ne s'agisse pas de poste de travail permanent à l'intérieur de bâtiments

De plus, l'article 16 ORNI stipule : *Les zones à bâtir ne doivent être définies que là où les valeurs limites de l'installation au sens de l'annexe 1 sont respectées, ou peuvent l'être grâce à des mesures de planification ou de construction. Sont à considérer les installations existantes ainsi que les projets établis conformément au droit de l'aménagement du territoire.*

Selon l'article 10 de l'ORNI, le détenteur d'une installation est tenu de fournir les renseignements nécessaires au respect de la valeur limite qui correspond à la limitation préventive des émissions.

5.3.2. Sources de RNI dans le cadre du projet

À proximité du PA, les sources de RNI sont/seront constituées par :

- des antennes de téléphonie mobile ;
- la future ligne d'alimentation électrique du tramway T1 ;
- une future sous-station électrique en lien avec l'exploitation du T1.

5.3.3. Installations de téléphonie mobile

Le chiffre 65 de l'annexe 1 de l'ORNI définit que "*les nouvelles et les anciennes installations ne doivent pas dépasser la valeur limite de l'installation dans les lieux à utilisation sensible dans le mode d'exploitation déterminant*".

Comme illustré sur la figure 5.10, trois stations de téléphonie mobile sont situées à proximité directe du PA :

- **(1)** aux coordonnées 2'536'939 / 1'152'797 : une antenne de téléphonie mobile 3G UMTS (puissance rayonnée – ERP – moyenne) / 4G LTE (ERP forte). Il s'agit d'une station Swisscom sise en sous-terrain, dans le tunnel Tridel. Elle est sans incidence pour le présent projet.
- **(2)** aux coordonnées 2'536'936 / 1'152'778 : une antenne de téléphonie mobile 5R NR (ERP moyenne). Il s'agit de la station SUNRISE VD151-1 avec une distance critique de 63.2 m.
- **(3)** aux coordonnées 2'537'101 / 1'152'766 : une antenne de téléphonie mobile 3G UMTS (ERP faible) / 4G LTE (ERP moyenne) / 5G NR (ERP moyenne). Il s'agit de la station SWISSCOM LASE, possédant une distance critique de 61 m.

Comme illustré sur la figure 5.11, les distances critiques des stations (2) et (3) entrent en conflit avec le périmètre du PA

Dans ce contexte, une coordination est assurée avec les opérateurs des stations de téléphonie mobile (2) et (3) par la ville de Lausanne pour l'adaptation de ces installations en fonction des projets de construction.

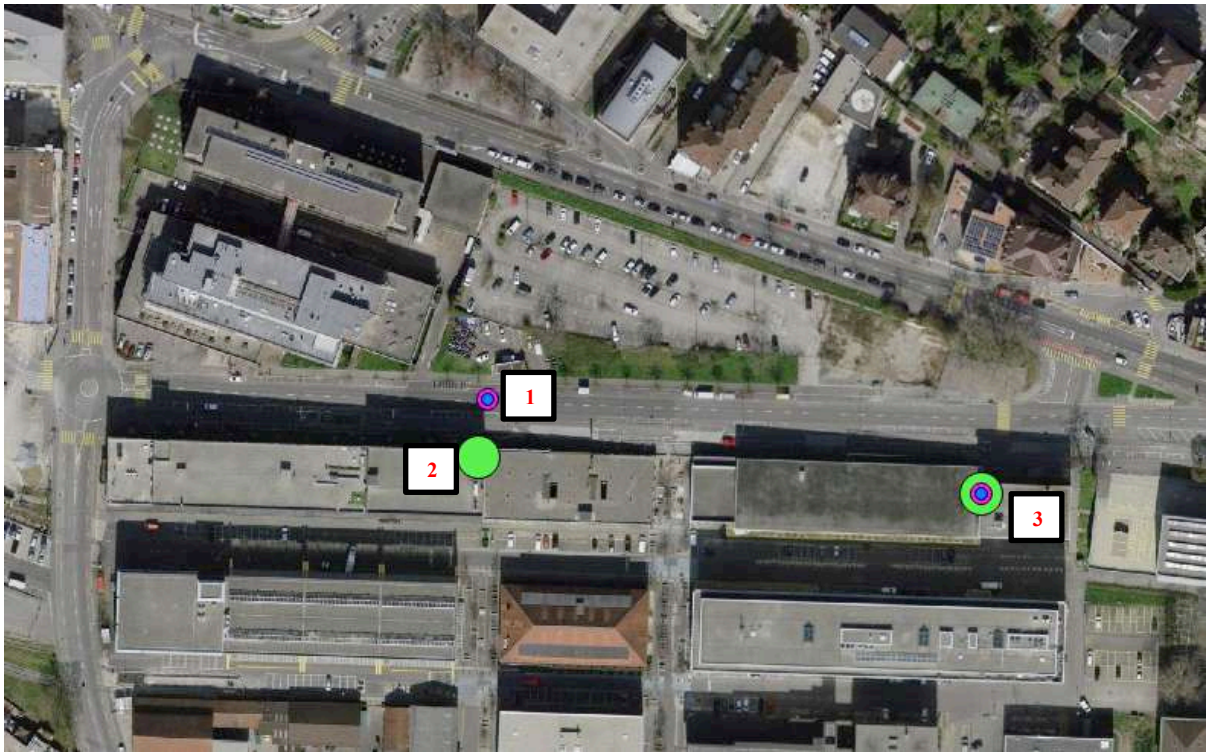


Figure 5.10 : Emplacements des antennes de téléphonie mobile à proximité du PA (Source : map.geo.admin.ch - consultation en avril 2023)

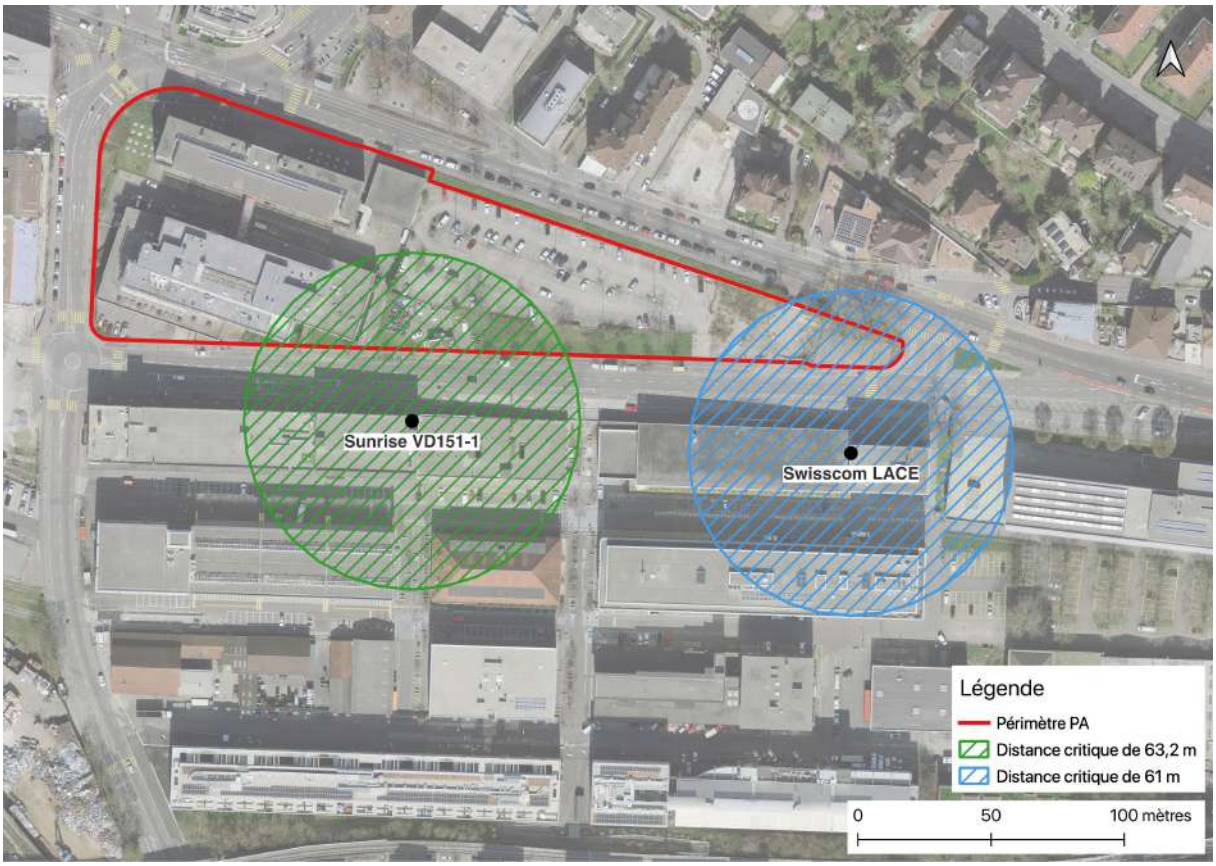


Figure 5.11 : Distances critiques – Cas des stations Swisscom et Sunrise

5.3.4. Ligne d'alimentation du tramway T1

L'annexe 1 de l'ORNI ne s'applique qu'aux chemins de fer et aux tramways à courant alternatif. Or la ligne d'alimentation du futur tramway T1 fonctionnera avec du courant continu. Par conséquent, cette dernière n'est pas soumise à l'annexe 1 de l'ORNI, mais uniquement à l'annexe 2.

La fréquence étant nulle (courant continu) et les parcelles du PA étant colloquées en zones à bâtir, la future ligne d'alimentation respectera les exigences de l'ORNI au droit du PA.

5.3.5. Sous-station électrique

Les nouveaux transformateurs sont soumis à l'annexe 1 de l'ORNI et devront donc respecter la valeur limite d'installation. Cette dernière est de 1 µT pour la valeur efficace de la densité de flux magnétique.

Comme illustré ci-après, une sous-station liée à l'exploitation du T1 comprenant un transformateur est prévue à proximité du PA, au niveau du carrefour entre la rue de Genève et l'avenue de Sévelin.



Figure 5.12 : Vue sur l'emplacement d'une sous-station électrique du T1 à proximité du PA (source : Réseau-t-Axes forts de transports publics urbains – Rapport d'impact sur l'environnement 2ème étape – CSDE – 09.05.2012)

S'agissant d'une zone à bâtir légalisée, le permis de construire est délivré selon les règles de la zone, le propriétaire de l'installation ayant l'obligation de trouver une solution respectant les exigences de l'annexe 1 de l'ORNI.

Les distances de sécurité à respecter autour des sous-stations sont variables selon le type d'utilisation du lieu à proximité, du nombre de transformateurs et de la puissance de ces derniers.

La fiche ORNI simplifiée de l'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI) est présentée à l'annexe 6 pour le transformateur prévu (puissance de 1'250 kVA – distance de 1.1 m).

La sous-station de l'ETML respecte ainsi les exigences de l'ORNI au droit du PA.

5.3.6. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_RNI 1 :** Fournir les détails des coordinations faites entre la Ville de Lausanne et les différents opérateurs des stations de téléphonie mobile quant au respect des VLinst au droit des LUS du PA.
- **PC_RNI 2 :** Contrôler le respect des VLinst de la sous-station du T1 au droit des LUS du PA, en coordination avec le porteur du projet du T1.

5.4. ASSAINISSEMENT ET GESTION DES EAUX PLUVIALES

5.4.1. Législation

La Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) stipule que les eaux non polluées (eaux des toits, des places, etc.) doivent être évacuées séparément des eaux usées et doivent retourner dans le milieu récepteur par infiltration. Si les conditions locales ne le permettent pas, elles peuvent être déversées dans les eaux superficielles avec l'accord de l'autorité cantonale. Des mesures de rétention des eaux sont exigées afin de limiter le débit rejeté à celui d'un sol naturel, soit 20 l/s par hectare.

Les eaux polluées sont collectées séparément des eaux non polluées et déversées dans les collecteurs communaux d'eaux usées. Le cas échéant, selon la nature des eaux usées (température, pH, teneur en polluants), l'autorité peut exiger des mesures de prétraitement avant leur rejet dans la canalisation communale sur la base de l'annexe 3 de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux).

5.4.2. Généralités

Les futures mises à jour du PGEE devront intégrer les nouvelles données induites par ce PA, notamment les caractéristiques des sous-bassins versants EU et EC des secteurs en question, avec l'adaptation du nombre d'équivalents habitants et du coefficient de ruissellement.

Toutes les eaux usées produites à l'intérieur du PA devront être raccordées à la station d'épuration centrale.

Les eaux claires ne doivent parvenir en aucun cas à la station d'épuration centrale. Si les conditions locales le permettent, celles-ci doivent être infiltrées dans le sous-sol, au moyen d'ouvrages ad hoc. Dans le cas où elles seraient raccordées au collecteur d'eaux claires existant, la capacité d'écoulement de ce dernier devra être vérifiée.

Les eaux de ruissellement doivent être évacuées et/ou traitées conformément à la « Directive sur l'infiltration, la rétention et l'évacuation des eaux pluviales » de la VSA et aux instructions « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication » de l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV).

5.4.3. Exigences spécifiques de la Ville de Lausanne

Les exigences en matière de protection des eaux demandent d'intégrer une gestion quantitative des eaux rejetées. Cette vision globale de la protection des eaux impose, dans certains cas, l'application de techniques de gestion des eaux pluviales, avec pour objectif une meilleure maîtrise du cycle de l'eau au niveau de la parcelle déjà, avec une infiltration, et/ou une limitation des débits de pointe rejetés.

L'article 6 du Règlement communal sur l'évacuation et le traitement des eaux (RETE) traite de l'évacuation des eaux claires. La directive municipale relative aux mesures de gestion des eaux claires (édition du 1er décembre 2016) a pour but de définir les exigences en matière de gestion des eaux pluviales sur les biens-fonds privés et de fournir les éléments techniques permettant de dimensionner et concevoir les ouvrages de rétention.

Les points suivants seront à prendre en considération dans le cadre du concept de gestion des eaux pluviales du présent projet à fournir lors de la demande de permis de construire (cf. chapitre 5.4.6) :

- Des mesures de gestion des eaux claires sont obligatoires pour chaque parcelle privée dès lors que, pour toute nouvelle construction, reconstruction et/ou aménagement, la superficie totale des nouvelles surfaces imperméables est supérieure à 350 m².
- Si des surfaces imperméables existantes sont modifiées, elles seraient considérées comme des nouvelles surfaces imperméables.

- Dans le cas de toitures plates, les mesures de gestion des eaux claires par un aménagement végétalisé intégrant une régulation doivent être favorisées.
- Toutes les surfaces ayant au moins 30 cm de terre végétale sont considérées comme perméables (Cr=0).
- Infiltration (cas d'une surface imperméable supérieure à 50 m²) : une étude hydrogéologique devra accompagner le dossier afin de démontrer la faisabilité de la solution. Le dossier remis devra comprendre une note de dimensionnement et les plans de l'ouvrage.
- Rétention : l'ouvrage de rétention devra être dimensionné de façon à assurer la rétention d'au minimum 34 litres d'eau par m² de surface imperméable et limiter le débit sortant à 0.2 litre par seconde au maximum par 100 m2 de surface imperméable.
- La rétention peut se faire en toiture via des naissances avec orifices calibrés de régulation et une surverse suffisamment haute pour le volume de rétention correspond au 34 l/m².

5.4.4. Contexte local

Comme décrit dans le rapport géotechnique (cf. chapitre 4.6), **la pollution généralisée du sous-sol rend impossible l'infiltration des eaux claires**. Des solutions de rétention seront à privilégier.

5.4.5. État actuel

Actuellement, l'évacuation des eaux claires et des eaux usées au niveau du quartier de Sévelin-Sébeillon se fait conjointement dans un réseau unitaire (évacuation dans la galerie du Flon). En aval du réseau unitaire, au niveau du rond-point de la Maladière, un déversoir d'orage permet de décharger la STEP en cas de fortes précipitations. Le débit spécifique de rejet des eaux pluviales de 20 l/s/ha reste valable.

5.4.6. Effets du projet

Phase de chantier

Les aspects liés à la phase de réalisation seront traités au stade du permis de construire (cf. chapitre 4.9).

La recommandation SIA « Évacuation et traitement des eaux de chantier » (SIA 2022, Recommandation 431) ainsi que la directive cantonale sur la gestion des eaux et des déchets (DCPE 872) seront à appliquer.

La qualité des eaux rejetées devra répondre en tout temps aux exigences de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux).

La fréquence moyenne des contrôles SER relatifs à la protection et gestion des eaux de chantier est d'une fois par semaine.

Le maître d'ouvrage devra joindre à la demande de permis de construire un plan d'évacuation des eaux de chantier. Ce document visera à organiser la gestion des eaux issues des travaux afin de garantir une mise en œuvre conforme aux principes de protection environnementale. Ce plan sera soumis à l'autorité communale qui l'approuve lors de l'octroi du permis de construire et veille à son application.

Phase d'exploitation

Le périmètre du PA prend place sur une surface déjà fortement imperméabilisée.

Le règlement du PA prévoit la végétalisation (végétation extensive) des toitures des nouvelles constructions, y compris celles des surélévations des bâtiments existants. Ces toitures intégreront des mesures de gestion des eaux pluviales conformément à la directive municipale susmentionnée (cf. chapitre 5.4.3).

L'actuel parking à ciel ouvert sera démoli.

Un espace ouvert est créé sur la parcelle 435, lequel devra être planté partiellement.

Les espaces pouvant être assimilés à des aires de verdure (promenade du Savoir, césure centrale sur la parcelle 435, parcelle 437, placette publique sur le local bois prévue par le PA) totalisent une surface de plus de 1850 m² environ (sans compter les accès existants).

Un concept de gestion des eaux pluviales détaillé (espaces verts, rétention en toiture, etc.) sera fourni au stade de la demande de permis de construire, sur la base du projet définitif.

Un plan d'exécution des canalisations du futur site devra être établi et transmis à la direction générale de l'environnement (DGE-AI) ainsi qu'à la commune, dans le cadre du permis de construire.

5.4.7. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_Evac 1 :** Établissement d'un concept de gestion des eaux pluviales induites par le projet d'extension en phase d'exploitation ainsi que les mesures de rétention y relatives, sur la base du projet définitif.
- **PC_Evac 2 :** Fournir le plan des canalisations du futur site.
- **PC_Evac 3 :** Établissement d'un plan d'évacuation des eaux de chantier.

5.5. EAUX SUPERFICIELLES

Il n'y a pas de cours d'eau dans ou à proximité directe du périmètre du plan d'affectation.

5.6. EAUX SOUTERRAINES

5.6.1. Législation

Les bases légales suivantes sont à prendre en compte dans le cadre de ce projet :

- Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) ;
- Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) ;
- Évacuation et traitement des eaux de chantier : Recommandation VSA/SIA 431 (SN 509 431) ;
- Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines (OFEV, 2004) ;
- Installations pour évacuation des eaux des biens-fonds – Conception et exécution : (SN 592 000).

Les directives d'application, établies par les offices fédéraux ou cantonaux compétents, règlent en outre les détails de mise en œuvre.

5.6.2. Contexte local

L'ensemble du périmètre du PA se situe en secteur üB de protection des eaux souterraines (consultation du guichet cartographique cantonal en juin 2025).

Le lecteur est prié de se référer au chapitre 4.6.

5.6.3. Impacts du projet

Le projet est donc admissible du point de vue de la protection des eaux souterraines d'intérêt public.

Toutefois, le principe de diligence reste valable avec l'interdiction de polluer les eaux.

Secteurs, zones, périmètres	Mesures et restrictions d'utilisation
« Autres secteurs » üB	• devoir de diligence • extraction de matériaux soumise à autorisation • interdiction de déposer des déchets combustibles • sauvegarde des nappes d'eaux souterraines

Figure 5.13 : Mesures et restrictions d'utilisation en secteur üB (Source : Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines – OFEV, 2004)

Le projet ne devra pas modifier sensiblement le niveau piézométrique par rapport à l'état naturel. Dans ce sens, le drainage permanent de la nappe est interdit. De plus, l'effet de barrage à l'écoulement de la nappe doit être strictement limité. Le cas échéant, des mesures ciblées (masque drainant, étanchéification des sous-sols, etc.) doivent être mises en œuvre sous la responsabilité d'un bureau d'hydrogéologues. La modification du niveau piézométrique est admissible uniquement en phase de chantier et sous la responsabilité du maître de l'ouvrage et de ses mandataires.

5.7. PROTECTION DES SOLS

5.7.1. Bases légales

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE) ;
- Ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) ;
- Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) ;
- Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol) ;
- Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) ;
- « Évaluation des sols en vue de leur valorisation » - Module de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols » (OFEV, 2021) ;
- « Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil » — Module de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols » (OFEV, 2022) ;
- Norme VSS 40 581 Terrassement, Sol – Protection des sols et construction (2019).

Législation cantonale

- Loi vaudoise sur la gestion des déchets – LGD, 2006 ;
- Directive « Protection des sols sur les chantiers » - DMP 863, 2019 ;
- Directive « Études pédologiques relatives à la protection des sols sur les chantiers » - DMP 864, 2014 ;
- Directive « Pollution des sols en dioxines et furanes sur les communes de Lausanne et avoisinantes » - DCPE 877, 2021.

Les sols sont protégés au sens de la loi sur la protection de l'environnement (LPE) et de l'ordonnance sur la protection des Sols (OSol). Cette protection s'applique à tous les sols où peuvent pousser de la végétation. Par conséquent, cela prévaut également pour les sols en zone à bâtir et concerne tout autant les sols formés naturellement que ceux qui sont mis en place sur un remblai ou les sols reconstitués (sols appelés technogènes ou anthropiques).

La définition légale du sol est donnée par la LPE (art. 7 al. 4bis) : « Par sol, on entend la couche de terre meuble de l'écorce terrestre où peuvent pousser les plantes » ; l'OSol précise cette définition dans son art. 2. Lorsqu'ils sont décapés, les sols sont appelés « matériaux terreux ».

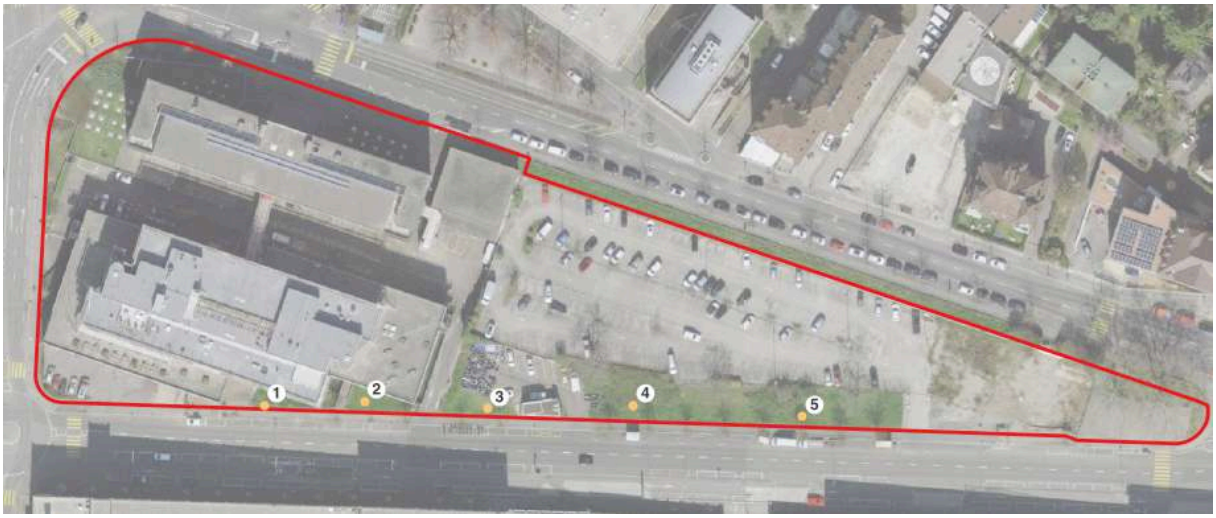
5.7.2. Contexte actuel

Le périmètre du PA prend place sur une plateforme résultant du remblayage de la vallée du Flon.

Comme décrit dans le chapitre 5.8, les parcelles du PA sont inscrites au cadastre vaudois des sites pollués, tant pour le remblai de Sébeillon que pour moult aires d'exploitations.

Le chapitre 5.11 décrit les différents milieux naturels présents au sein du PA. Le lecteur est prié de s'y référer.

5 sondages préliminaires à la tarière manuelle ont été effectués le 26.04.2023 sur les sols en place au sein du PA afin de déterminer les épaisseurs des HA et HB. Leurs emplacements ainsi que les différentes épaisseurs des horizons sont résumés ci-après.



Sondages	Date	X	Y	Epaisseur HA	Epaisseur HB
1	26.04.23	2536875	1152808	19 cm	28 cm
2	26.04.23	2536901	1152809	21 cm	64 cm
3	26.04.23	2536933	1152807	7 cm	21 cm
4	26.04.23	2536971	1152811	13 cm	13 cm
5	26.04.23	2537015	1152805	16 cm	17 cm

Figure 5.14 : Emplacement des 5 sondages préliminaires et épaisseurs des HA/HB rencontrés

À noter que des investigations en Ville de Lausanne ont mis en évidence des concentrations en dioxines et furanes (PCDD/F) dans les sols pouvant dépasser les seuils d'investigation et localement les valeurs d'assainissement selon l'annexe 2.11 de l'OSol. Les parcelles du PA sont comprises dans le périmètre au sein duquel des analyses selon l'OSol des PCDD/F sont recommandées en cas de mouvement de matériaux terreux (source : guichet cartographique cantonal – consultation en avril 2023).

5.7.3. Effets du projet

À ce stade du projet, ni les emprises exactes des constructions ni la durée des travaux ni les techniques d'exécution ne sont connues (cf. chapitre 4.9).

Des matériaux terreux seront décapés dans le cadre du présent projet de PA.

Ces matériaux entrent dans la catégorie des « *choses meubles dont le détenteur se défait ou dont l'élimination est commandée par l'intérêt public* » (art. 7 al. 6 LPE). Il s'agit donc d'un « déchet » au sens de cette loi. Les sols doivent être autant que possible valorisés (art. 18 OLED) si leur teneur en polluants ne dépasse par les seuils d'investigation selon l'OSol.

Dans le cadre du présent projet, des analyses selon l'OSol (métaux lourds, HAP, PCB et PCDD/F) seront réalisées dans le cadre des demandes de permis de construire sur les sols voués à être décapés. Le module de l'OFEV précité ne permet une valorisation que des sols dont les teneurs sont inférieures aux seuils d'investigation selon l'annexe 2.11 OSol. Au-delà de cette valeur, les sols ne peuvent être valorisés (classe de valorisation av) et doivent être éliminés en décharge. En dessous, il convient de déterminer s'ils peuvent être réutilisés sans contraintes (classe de valorisation ov, < valeur indicative OSol), uniquement au lieu d'enlèvement ou sur des zones en contextes similaires et à usages sans risques (classes de valorisation vr_I et vr_{II}, par exemple des espaces verts sans jardins potagers ou places de jeux).

Des analyses complètes selon l'OLED seront également effectuées sur ces matériaux terreux si aucune valorisation de ces derniers n'est possible (stockage définitif). À cet égard, il convient notamment de respecter les valeurs limites spécifiées aux annexes 3 à 5 de l'OLED. À noter que le stockage définitif des matériaux terreux décapés appartenant à la classe de valorisation vr_I et pour lesquels aucune surface de valorisation n'est disponible, et celui des matériaux terreux

décapés rentrant dans la classe de valorisation vr_{II} et présents en excédents, est également autorisé.

Dans ce contexte, une étude pédologique sera réalisée dans le cadre de la NIE du permis de construire. Elle intègrera les éléments suivants :

- Description des sols en place voués à être décapés avec épaisseurs des horizons par le biais de 4 sondages à la tarière manuelle ;
- Analyses selon l'OSol (polluants inorganiques + HAP + PCB + PCDD/F) des matériaux terreux voués à être décapés (HA et HB) ;
- Analyses selon l'OLED (teneurs totales et dans le lixiviat) des matériaux terreux voués à être décapés (HA et HB) ;
- Description des méthodes de décapages et de mise en dépôt des matériaux terreux ;
- Bilan des matériaux terreux (volume décapé, volume à réutiliser sur place, volume à évacuer) ;
- Énumération des exigences standard et particulières pour la protection des sols et directives applicables sur le chantier, et intégration de la protection des sols dans les soumissions aux entreprises.

5.7.4. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_Sols 1 :** Établissement d'un concept de protection des sols détaillé selon la DMP 864, sur la base du projet définitif.

5.8. SITES POLLUES

5.8.1. Législation

Bases légales

- Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués du 26 août 1998 (OSites).
- Loi sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 (LPE).
- Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 (OEaux).
- Loi sur l'assainissement des sites pollués du 17 janvier 2006 (LASP).
- Projets de construction et sites pollués – module de l'aide à l'exécution « Gestion générale des sites pollués » (OFEV, 2016).

Références techniques

- Cadastre en ligne des sites pollués du canton de Vaud : Portail cartographique du canton de Vaud, thème Eaux et sites pollués (https://www.geo.vd.ch/theme/eaux_sites_poll_thm).
- OFEFP 2001 : Sites contaminés, Cadastre. Établissement du cadastre des sites pollués.
- Directive cantonale DCSIPO1 – Classement des sites pollués et priorisation des investigations- directive applicable aux aires d'exploitation (sites industriels et artisanaux) – en vigueur dès le 5 avril 2021.

La définition légale des déchets (art. 7, al. 6, LPE) conduit à considérer un site comme pollué par des déchets lorsque des choses meubles, dont le détenteur a voulu se débarrasser, sont parvenues sur le lieu et qu'elles n'ont pas été éliminées par la suite en tant que déchets alors que (en tout cas vu d'aujourd'hui) l'intérêt public aurait commandé de le faire. La notion de déchet englobe aussi, à côté des solides, des liquides et des précipitations de substances volatiles ou sous forme de poussières. Que le site soit encore exploité ou non importe peu ici.

Un site est considéré comme pollué au sens de l'art. 2, al. 1, OSites lorsqu'il présente :

- des atteintes provenant de déchets, causées par:
    - un dépôt délibéré de déchets (site de stockage définitif),
    - des pertes survenues lors de la manipulation, dans des entreprises, de substances dangereuses pour l'environnement (aires d'exploitation),
    - des accidents avec des substances dangereuses pour l'environnement (lieux d'accidents) ;

et

- une extension limitée.

Ne sont pas considérés comme des sites pollués les dépôts de déchets qui ne comportent que des matériaux d'excavation, des déblais et des décombres non pollués.

Les sites contaminés sont des sites pollués qui nécessitent un assainissement.

L'art.5 al.5 de l'OSites impose à l'autorité d'établir une liste des priorités pour l'exécution des investigations. Ces dernières visent à déterminer si le site nécessite un assainissement, une surveillance, ou ni surveillance ni assainissement (art.5 al.4 let.b OSites).

Dans ce contexte, la DGE-DIREV a établi une liste des priorités pour l'établissement des investigations des sites (aires d'exploitation) inscrits au cadastre du canton de Vaud. Ces investigations fourniront à l'autorité les données nécessaires pour apprécier les besoins de surveillance ou d'assainissement (article 8 OSites) des sites. La directive DCSIPO1 susmentionnée fixe les principes appliqués pour définir l'ordre de priorité de réalisation des investigations.

Le cadastre des sites pollués du canton de Vaud comprend des anciens sites de stockage (décharges), aires d'exploitation (sites industriels et artisanaux), installations de tir et lieux d'accident recensés par application de l'art 5 al 1 à 4, de l'OSites. Une partie de ces sites doit faire l'objet d'une investigation, appelée investigation préalable, afin de déterminer s'ils nécessitent une surveillance, un assainissement ou ni surveillance ni assainissement.

Le schéma ci-dessous illustre la démarche générale de l'OSites :

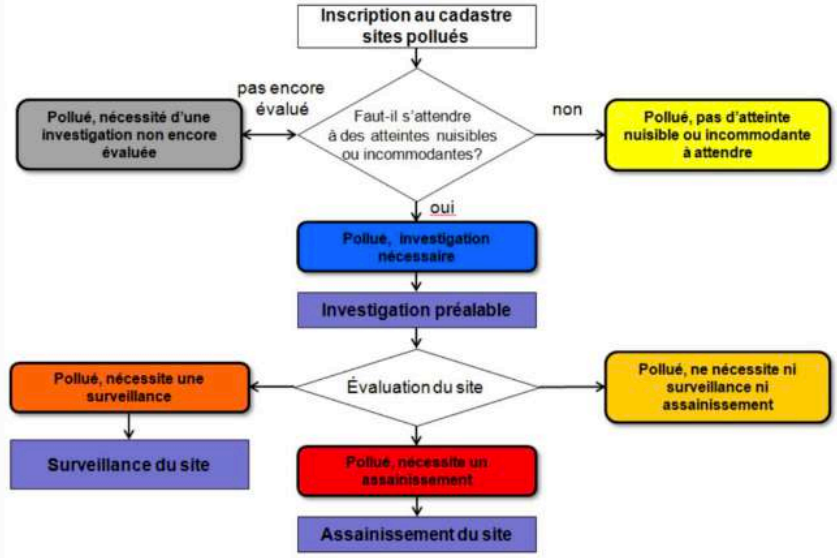


Figure 5.15 : Procédure de classement des sites pollués et statut des sites

5.8.2. Contexte local

Les parcelles du PA sont inscrites au cadastre vaudois des sites pollués, tant pour le remblai de Sébeillon (*site pollué, ne nécessite ni surveillance, ni assainissement*) qu'en raison des activités à risque qui s'y sont déroulées :

- Parcelles n°425/435/20793 : Décharge/remblai de Sébeillon - de 1875 à 1927. *Site pollué, ne nécessite ni surveillance ni assainissement.*
- Parcelle n°425 : Aire d'exploitation (réparation d'autos et station-service) – de 1983 à nos jours - n°Eva 132.257 - *site pollué, pas d'atteinte nuisible ou incommodante à attendre.*
- Parcelle n°435 : Aire d'exploitation (fonderie de métaux non ferreux) – de 1929 à 1960 – n°Eva 132.101 - *site pollué, pas d'atteinte nuisible ou incommodante à attendre.*

Aucun des sites inscrits ne nécessite cependant d'assainissement, aucun bien n'étant menacé à l'aval proche du PA.

5.8.3. Effets du projet

Le présent PA ne modifie pas les affectations en vigueur et au contraire les confirme.

Construire sur un site pollué ne nécessitant pas d'assainissement ni de surveillance est autorisé pour autant que le projet n'engendre pas de besoin d'assainissement (cf. art. 3, let. a, OSites).

Le schéma suivant montre la marche à suivre lors de projets de construction sur des sites pollués.

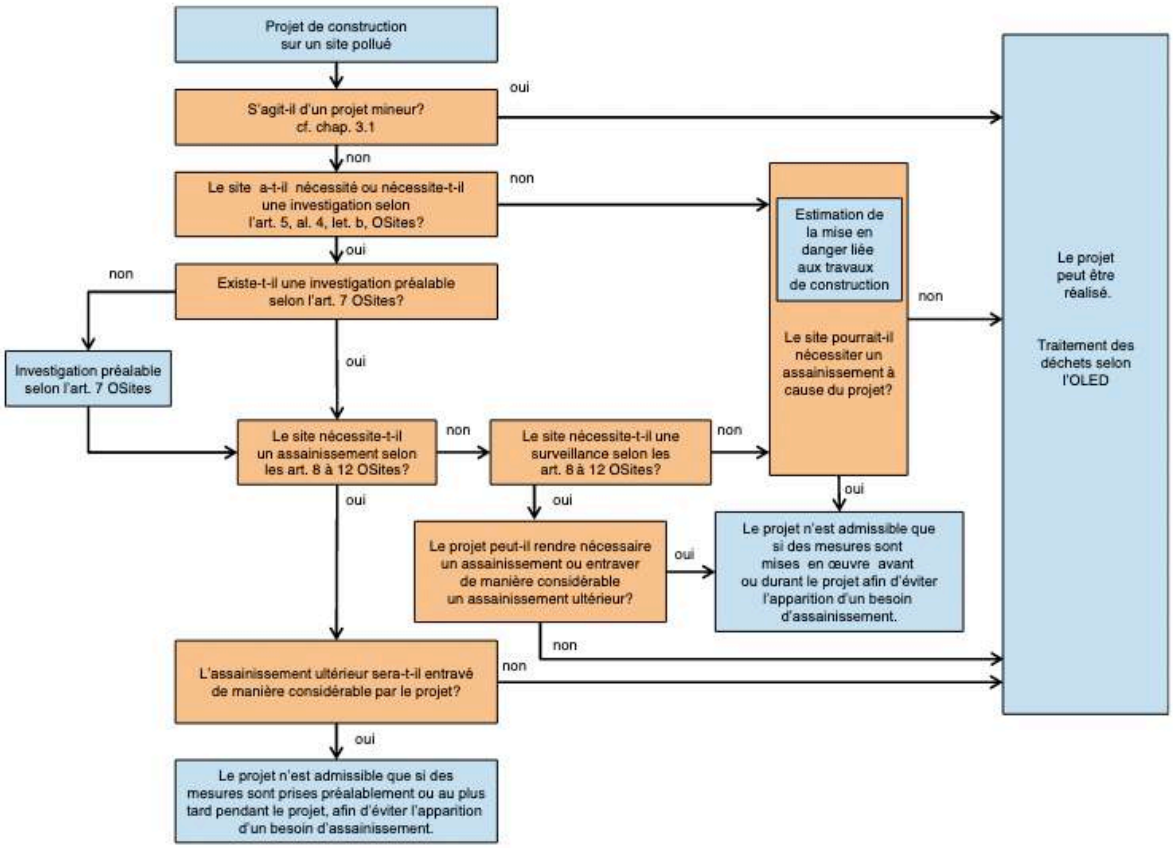


Figure 5.16 : Projets de construction sur des sites pollués : marche à suivre (Source : Projets de construction et sites pollués – module de l'aide à l'exécution « Gestion générale des sites pollués » (OFEV, 2016).

Un rapport de synthèse géotechnique et de pollution a été rédigé en mai 2013 par le bureau Karakas & Français (cf. chapitre 4.6) : ce document définit la synthèse de l'état géologique et de la pollution du sous-sol du secteur de Sévelin, sur la base des investigations réalisées entre 1950 et 2013.

La figure suivante reprend les 5 sondages carottés effectués par Karakas &Français en septembre 2010 au droit de la parcelle n°435 du PA. Les profils des sondages sont décrits à la page suivante avec mention des venues d'eau.



Figure 5.17 : Sondages carottés effectués par Karakas & Français en juillet 2010

KARAKAS & FRANCAIS SA

Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique
Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS)

Sondage S1

Rue de Sébeillon, Parcelle 435

Lausanne

Date d'exécution : 20.07.2010

Altitude : 458.29 m/mer **Coordonnées :** 536'946 / 152'870 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** CS

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro. / Inclino	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qup (kpa)	Cus (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
458.24	0.00									*Enrobé bitumineux*	
1.15	0.05									*Grave sableuse, gris clair, sec, pulvérulente, Pollution: morceaux de briques et enrobé*	Remblais
	0.68									*Limon sableux, quelques pierres et blocs, couleur brun-noir avec traces ocre, sec, consistance très dure, Pollution: quelques morceaux de briques, petites taches noirâtres, faible odeur d'hydrocarbures*	
	0.95									*Grave sableuse, gris, sec, pulvérulente*	
457.09	1.20									*Limon finement sableux, avec des petits graviers morainiques, couleur beige-jaune, légèrement humide, consistance très dure, bloc à 4.50 m. Pollution RAS*	Moraine altérée
1.75	2.00									*Sable limoneux, graveleux,couleur beige-brun-ocre, humide, pulvérulent*	
	2.55					300				*Sable fin limoneux avec petits graviers morainiques, brun-beige avec quelques taches ocre, légèrement humide, affaissé en caisse*	
455.34	2.95				4	300				*Limon finement sableux avec graviers morainiques, pierres, couleur brun-beige, légèrement humide, consistance ferme à très dure dès 3.45 m.*	Moraine
2.05					7	400					
					11	450					
	4.00					450				*Sable fin limoneux avec graviers morainiques, pierres, couleur beige-gris, légèrement humide, réduit en morceaux par le forage à sec, très compact.*	
						450					
						450					
453.29	5.00										

KARAKAS & FRANCAIS SA

Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique
Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS)

Sondage S2

Rue de Sébeillon, Parcelle 435

Lausanne

Date d'exécution : 22.07.2010

Altitude : 458.08 m/mer **Coordonnées :** 536'998 / 152'842 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** CS

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro. / Inclino	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qup (kpa)	Cus (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
458.03	0.00									*Enrobé bitumineux*	
	0.05									*Grave sableuse, couleur brun-gris, présence d'eau dès 0.40 m. Pollution : rares morceaux de briques et enrobé, odeur d'hydrocarbures*	
	0.50									*Sable graveleux avec pierres, couleur noire. Pollution: nombreux morceaux de bois, odeur d'hydrocarbures*	
	0.75	W								*Béton*	
	1.10									*Limon argileux, finement sableux et graveleux, couleur brun-gris, traces noirâtres, très humide, consistance molle, passage sableux de 1.90 à 2.10 m. Pollution: passages très noirs de 1.65 à 1.80 m, odeur d'hydrocarbures*	
3.65											Remblais
	2.45									*Béton avec fers*	
	2.65									*Limon argileux, sableux, couleur noire, très humide, consistance molle. Pollution : forte odeur d'hydrocarbures*	
	2.95									*Béton avec fers*	
454.38	3.70									*Sable fin limoneux, avec petits graviers, couleur beige, humide à très humide, consistance molle*	
	4.00									*Limon finement sableux, avec petits graviers, couleur gris-beige, sec, consistance très dure, réduit en morceaux par le forage à sec*	
2.00					32 44 50						Moraine
452.38	5.70									*Hydrogéologie :* *Venue d'eau à 0.78 m*	

KARAKAS & FRANCAIS SA

Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique
Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS)

Sondage S3

Rue de Sébeillon, Parcelle 435

Lausanne

Date d'exécution : 27.07.2010

Altitude : 458.21 m/mer **Coordonnées :** 537'035 / 152'814 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** CS

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro. / Inclino	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qup (kpa)	Cus (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
	0.00									*Enrobé bitumineux en deux couches*	*
458.01	0.20									*Grave sableuse, recyclée, avec morceaux de béton et quelques petits morceaux de briques, couleur gris clair, sec, pulvérulent*	Remblais
0.60	0.40									*Sable graveleux et limoneux, avec quelques petits morceaux de briques, couleur brun-beige, très humide, peu cohésif*	
457.41	0.80					400				*Sable fin limoneux, avec petits graviers, une pierre, couleur beige-jaune, peu humide, consistance dure*	Moraine altérée
0.70						400					
						400					
456.71	1.50					450		8.8	22.6	*Sable fin limoneux, avec petits graviers, couleur beige-brun, peu humide, consistance très dure*	
						450					
						450					
	2.15					400				*Limon finement sableux à sable fin limoneux, avec petits graviers, couleur beige, peu humide, consistance dure*	
						400					
						400					
					23	400					
3.80	3.30				36 42	450				*Limon finement sableux plus ou moins argileux, couleur beige, peu humide à sec, consistance très dure. Passage sablo-argileux de 5.00 à 5.30 m, consistance dure*	Moraine
						450					
						450					
						450					
						450					
						300		12.4	21.0		
452.91	5.30										

Hydrogéologie :
Venue d'eau à 0.50 m

Résumé géologique :
** Enrobé*

KARAKAS & FRANCAIS SA

Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique
Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS)

Sondage S4

Rue de Sébeillon, Parcelle 435

Lausanne

Date d'exécution : 22.07.2010

Altitude : 458.51m/mer **Coordonnées :** 536'947 / 152'824 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** CS

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro. / Inclino	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qup (kpa)	Cus (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
458.46	0.00									*Enrobé bitumineux en deux couches*	
	0.05									*Grave sableuse, avec pierres, couleur gris-beige, taches ocre, sec, pulvérulent. Pollution: morceaux de briques et d'enrobé*	
	0.60									*Béton avec fers*	
3.05											Remblais
455.41	3.10					450				*Sable limoneux à limon sableux, graveleux, avec pierres, couleur beige-gris, sec, consistance très dure*	
						450					
						450					
	4.00				8	400				*Sable limoneux, graveleux, débris molassiques, couleur beige, légèrement humide, passage humide de 4.45 à 4.80, consistance très dure.*	
		▽W			9					*Passage réduit en morceaux par le forage entre 5.60 m et 6.40 m, entre 6.55 m et 7.15 m, entre 7.45 et 9.00 m et entre 9.40 et 10.20 m.*	
					10	400					
						400					
					47						
					50						
7.30											Moraine
					45						
					50						
448.11	10.40									*Marne gris-verdâtre, massive, réduite en poudre par le forage par endroit*	
1.10											Molasse

Rue de Sébeillon, Parcelle 435

Lausanne

Date d'exécution : 22.07.2010

Altitude : 458.51m/mer **Coordonnées :** 536'947 / 152'824 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** CS

Altitude Epais.	Prof.	Hydro. Inclino	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qup (kpa)	Cus (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
1.10										*Marne gris-verdâtre, massive, réduite en poudre par le forage par endroit*	*
447.01	11.50									*Hydrogéologie :* *Venue d'eau à 4.40 m* *Résumé géologique :* ** Molasse*	

KARAKAS & FRANCAIS SA

Ing. civils et géologues spécialisés en géotechnique
Lausanne (VD) Petit-Lancy (GE) Martigny (VS)

Sondage S5

Rue de Sébeillon, Parcelle 435

Lausanne

Date d'exécution : 22.07.2010

Altitude : 458.41 m/mer **Coordonnées :** 536'979 / 152'819 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** CS

Altitude / Epais.	Prof.	Hydro. / Inclino	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qup (kpa)	Cus (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
458.34	0									*Enrobé bitumineux (échantillon prélevé)*	
	0.07									*Grave sableuse, couleur gris-beige, sec, pulvérulent*	
	0.20									*Sable graveleux avec résidus de fonderie, couleur brun-ocre, sec, pulvérulent. Pollution: morceaux de briques, odeur et couleur suspectes*	
	0.90									*Sable limoneux finement graveleux, couleur gris-beige, sec, pulvérullent. Pollution: RAS*	
	1.15									*Limon sableux à sable limoneux, graveleux, couleur beige foncé, peu humide, réduit en morceaux par le forage à sec de 1.15 à 1.55 m, consistance très dure de 1.55 à 1.75 m, forte odeur organique. Pollution: morceaux de briques et enrobé;*	
3.48	1.75									*Sable limoneux à limon sableux, graveleux, avec pierres, couleur brun-beige, légèrement humide, réduit en morceaux par le forage à sec de 1.75 m à 2.60 m et de 3.10 à 3.55 m, Pollution: traces de briques et enrobé; probable venue d'eau entre 2.30 et 3.10*	Remblais
					18						
					19						
454.86	3.55				32					*Sable fin à limon sableux, graveleux, avec pierres, couleur beige-brun, légèrement humide, consistance très dure, réduit en morceaux par le forage entre 4.00 et 4.25 m; probable venue d'eau entre 3.55 et 4.00 m*	Moraine altérée
0.70											
454.16	4.25									*Sable limoneux à limon sableux, graveleux, avec pierres, débris molassiques, couleur gris-brun à beige-brun, légèrement humide à humide, consistance très dure,*	
3.95											Moraine
450.21	8.20									*Marne molassique décomposée, bloc molassique entre 9.25 et 9.33 m*	
2.10											Molasse altérée
448.11	10.30									*Marne, couleur gris-beige-brun, sec, compacte,*	
1.50											Molasse

Rue de Sébeillon, Parcelle 435

Lausanne

Date d'exécution : 22.07.2010

Altitude : 458.41 m/mer **Coordonnées :** 536'979 / 152'819 **ECHELLE** 1/50 **Levé par :** CS

Altitude Epais.	Prof.	Hydro. Inclino	PROFIL	USCS ou RQD	SPT	Qup (kpa)	Cus (kpa)	w (%)	γ (kN/m3)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	GEOLOGIE
1.50											Molasse
446.61	11.80									*Hydrogéologie :* *Venue d'eau à 2.30 m, 3.55 m, 6.00 m et 8.30 m*	

Les remblais artificiels sont présents sur l'ensemble du site avec des épaisseurs variables. Des débris (bétons, morceaux de bois, de briques et d'enrobés, etc.) ont été observés dans ces derniers. Des odeurs d'hydrocarbures ont également été relevées.

Aucune analyse chimique n'a été effectuée à jour dans ces remblais mais des analyses réalisées sur ce même type de matériaux (sur le flanc de la vallée du Flon) montrent que des substances telles que métaux lourds et HAP sont souvent présentes dans des concentrations diverses, généralement de qualité B (matériaux peu pollués – code LMoD 17 05 97).

Dans ce contexte, un diagnostic de pollution (sondages et analyses chimiques – cf. chapitre 5.13) devra être réalisé par un bureau spécialisé, lors des demandes de permis de construire, conformément à l'article 16 de l'OLED. Il permettra de planifier le tri des différents matériaux en fonction de leur degré de pollution.

De plus, comme décrit dans le rapport de synthèse susmentionné de Karakas & Français, le projet de construction ne devrait pas engendrer de besoins d'assainissement car le terrassement de remblais pollués ainsi que l'étanchéification de la zone vont dans le sens d'une amélioration de l'état existant. Le projet peut être considéré comme étant conforme à l'article 3 de l'OSites.

Toutefois, une estimation de la mise en danger liée aux travaux de construction devra être réalisée dans le cadre des demandes de permis de construire au sein du PA. Les questions énumérées dans le paragraphe 3.2.2 du module de l'aide à l'exécution « *Gestion générale des sites pollués – Projets de construction et sites pollués* » (OFEV 2016) seront à prendre en considération.

Un suivi des travaux d'excavation sera réalisé dans le cadre de la phase de réalisation du projet : un spécialiste devra s'assurer du tri, du stockage temporaire adéquat des matériaux pollués et de l'évacuation des matériaux d'excavation non revalorisés sur site dans les filières appropriées.

Un rapport de fin de travaux comprenant au minimum un plan avec l'emprise du terrassement, la profondeur des excavations, les quantités de matériaux valorisés sur le site et ceux évacués, les filières d'élimination ou de traitement) avec une copie des documents de suivi), les analyses des matériaux excavés, un descriptif des éventuelles autres opérations effectuées sur le site (pompages, traitements de l'eau, confinement, etc.) sera à remettre au DES/DGE/DIREV au plus tard trois mois après la fin des travaux d'excavation.

Des précautions particulières devront être prises vis-à-vis des travailleurs au moment des travaux d'excavation : dangers d'explosion dus à des poches de gaz, intoxication par des gaz durant les travaux dans les fouilles mal aérées.

5.8.4. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

Diagnostic de pollution (sondages et analyses chimiques) - Se référer à **PC_Déchets 2**

- **PC_Sites pollués 1 :** Estimation de la mise en danger liée aux travaux de construction selon le module de l'aide à l'exécution « *Gestion générale des sites pollués – Projets de construction et sites pollués* » (OFEV 2016), sur la base du projet définitif.

5.9. PREVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS

5.9.1. Bases légales

Les bases légales de référence sont la loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) et l'ordonnance fédérale sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM).

L'Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM) exige, pour les installations qui présentent un danger potentiel chimique ou biologique, que soient prises les mesures nécessaires à la protection de la population et de l'environnement contre les dommages graves résultant d'accidents majeurs.

L'assujettissement à l'OPAM concerne des entreprises/activités utilisant des substances dangereuses (avec des seuils quantitatifs variables selon les substances), des gazoducs, mais également des voies de communication.

5.9.2. Contexte

Le projet n'est pas situé dans des périmètres de contraintes (périmètres attenants) liés à des installations/entreprises assujetties à l'OPAM.

Le projet ne constitue pas une installation soumise à l'OPAM.

5.10. CONSERVATION DE LA FORET

Il n'y a pas d'aire forestière dans ou à proximité directe du périmètre du plan d'affectation.

5.11. NATURE ET PAYSAGE

5.11.1. Introduction

Les objectifs de ce chapitre sont :

- Décrire l'état actuel du site sous l'angle des milieux naturels, de la faune et de la flore ;
- Évaluer l'impact du projet sur les milieux naturels, la faune et la flore ;
- Définir les aménagements écologiques et paysagers à intégrer dans le PA « Sévelin Nord ».

5.11.2. Bases légales

Les principales bases légales applicables sont :

Législation fédérale

- Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN) du 1er juillet 1966 ;
- Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN) du 16 janvier 1991.
- Ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (ODE) du 10 septembre 2008.

Législation cantonale

- Loi du 30 août 2022 sur la protection du patrimoine naturel et paysager (LPrPNP) ;
- Règlement d'application du 29 mai 2024 de la loi sur la protection du patrimoine naturel et paysager (RLPrPNP).

Article 18 LPN

« *La disparition d'espèces animales et végétales indigènes doit être prévenue par le maintien d'un espace vital suffisamment étendu (biotopes), ainsi que par d'autres mesures appropriées » […] « Il y a lieu de protéger tout particulièrement les […] milieux qui jouent un rôle dans l'équilibre naturel ou présentent des conditions particulièrement favorables pour les biocénoses. Si, tous intérêts pris en compte, il est impossible d'éviter des atteintes d'ordre technique aux biotopes dignes de protection, l'auteur de l'atteinte doit veiller à prendre des mesures particulières pour en assurer la meilleure protection possible, la reconstitution ou, à défaut, le remplacement adéquat* ».

Pour toute l'arborisation non soumise au régime forestier, c'est le Règlement communal de Protection des Arbres (RCPA) qui s'applique. Sur la commune de Lausanne, celui-ci protège tous les arbres d'essence majeure, peu importe leur stade de développement. On entend par là tous les arbres à grand développement pouvant atteindre 10 m et plus et ayant une valeur dendrologique reconnue. Une liste non exhaustive est définie et comprend, entre autres, les essences suivantes : Alisier blanc, Chêne pédonculé, Pin sylvestre, Ginkgo biloba ou Tulipier. Ces arbres doivent faire l'objet d'une demande d'abattage et, le cas échéant, d'une compensation (la demande doit être faite auprès de la ville via le formulaire ad hoc).

De plus, selon l'article 53 : « Le propriétaire plante au minimum un arbre d'essence majeure (voir art. 25) pour chaque tranche ou fraction de 500,00 mètres carrés de surface cadastrale de la parcelle. Le choix des essences se porte si possible sur des essences indigènes ».

5.11.3. Situation générale et contexte biogéographique

Le périmètre du PA est marqué par une utilisation du site assez disparate. À l'ouest, deux grands bâtiments font partie du site de l'École des Métiers (ETML) et sont ceinturés par divers aménagements paysagers arborisés. Au centre du site se trouve un grand parking exploité par diverses entreprises et jalonné par des arbres isolés. À l'est de ce parking se trouve une friche suite à la démolition du bâtiment ECA n° 671. Cette zone est colonisée par de nombreuses espèces adventices et par des néophytes envahissantes. En raison de la topographie exposée au sud, une rupture de pente a été aménagée par un talus herbeux. Finalement, à l'est du site, deux magnifiques platanes surplombent un petit parc aménagé de bancs. Le nord du périmètre est actuellement en travaux pour la création de la ligne du T1.

5.11.4. Données et inventaires

Inventaires fédéraux et cantonaux et réseau écologique cantonal (REC-VD)

Le périmètre du projet est partiellement situé dans un Territoire d'intérêt biologique supérieurs (TIBS) appartenant au REC-VD. Il est à noter que les TIBS sont cartographiés à une échelle de 100 m.

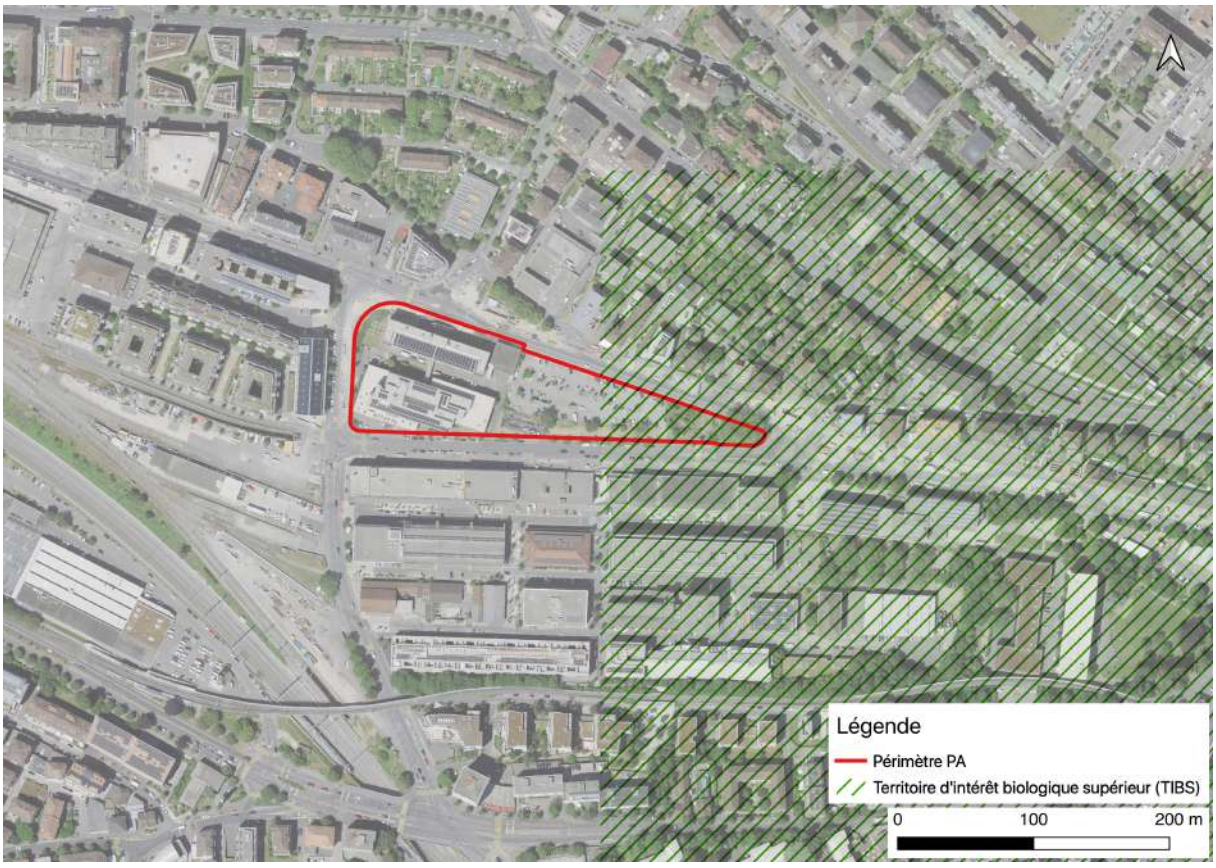


Figure 5.19 : Localisation du projet par rapport au REC-VD. Fond de plan : geo.vd.ch, consulté en mai 2025.

Le périmètre du projet se situe hors de tout inventaire d'importance fédérale ou cantonale.

Réseau Vert de Lausanne et de l'Ouest lausannois

Le Réseau Vert de Lausanne et de l'Ouest lausannois (RVLO), (Delarze, janvier 2014) est un zoom du REC-VD sur l'agglomération lausannoise. Il définit, comme le REC-VD, les sites prioritaires, les cartes de sous réseaux et les liaisons biologiques dans les périmètres de l'Ouest lausannois et de la Ville de Lausanne. Le site du PA « Sévelin Nord », se trouve hors de toutes zones prioritaires et n'interrompt pas de liaison biologique.

Le RVLO propose également un concept de planification des différentes surfaces et liaisons biologiques au sein de l'agglomération lausannoise, ainsi que des mesures pour les mettre en œuvre. La principale vocation écologique du PA est en faveur des milieux séchards et xérophiles. Le PA est indiqué comme un secteur à potentiel élevé au sein du sous-réseau des milieux secs, en bordure des liaisons biologiques principales au travers de l'agglomération lausannoise (au travers des voies CFF). Les mesures proposées par le RVLO en faveur des secteurs à vocation des milieux secs passent par la mise en place de toitures végétalisées ou le maintien de talus herbeux ensoleillés et de leur enrichissement avec des éléments structurants.

5.11.5. Contexte actuel

Trois visites sur le site du PA ont eu lieu le 24 avril 2015, le 01 février 2023 et le 19 mai 2025, par un biologiste du bureau Ecoscan SA. Le périmètre dudit PA est structuré par zone géographique selon la figure ci-dessous :

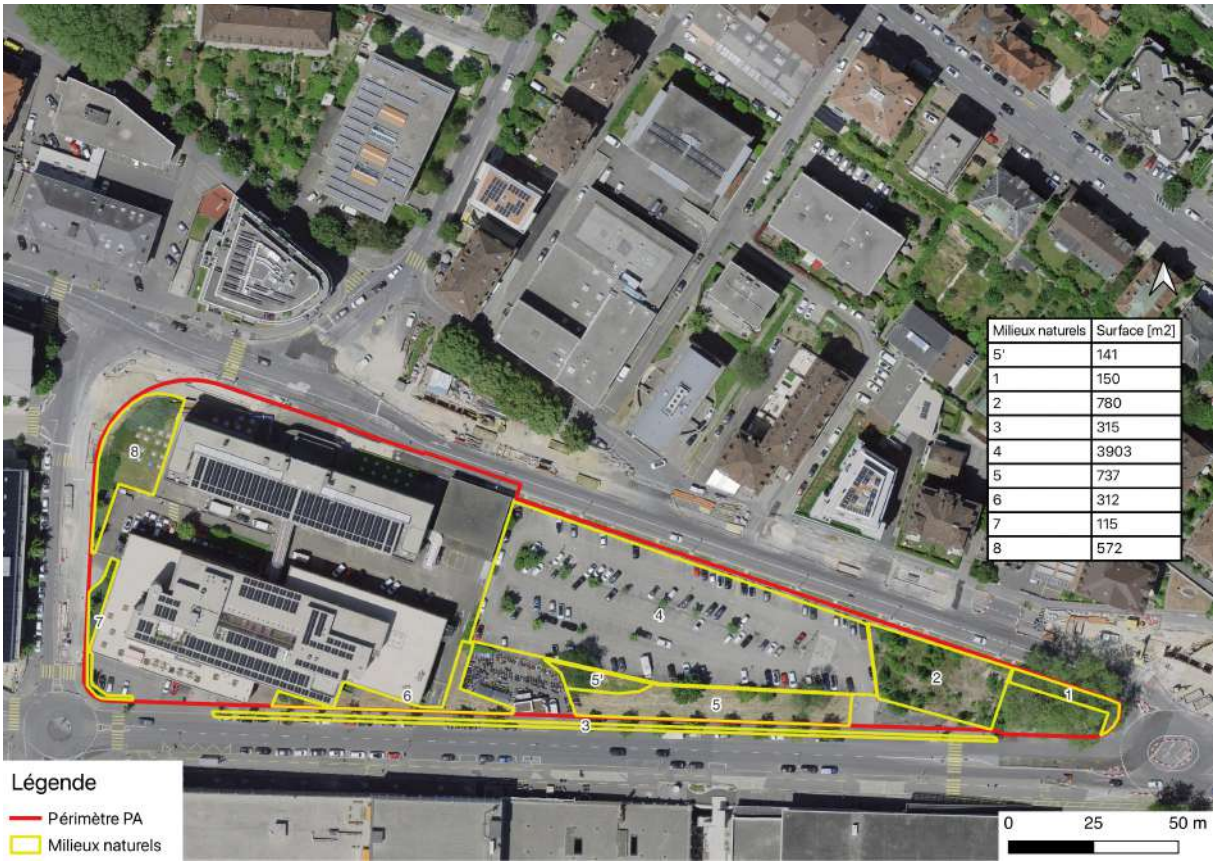


Figure 5.20 : Carte des milieux naturels du PA « Sévelin Nord »

Zone 1

La zone la plus à l'est, anciennement un petit parc, est utilisée comme entreposage pour le chantier du T1. La zone est surplombée par deux platanes *Platanus x acerifoliade* de taille remarquable. (Diamètre de 120 cm, 15-20 m de hauteur) ainsi que quelques arbustes indigènes (Cornouillers mâles *Cornus mas*, Cornouiller sanguin *Cornus sanguinea*, et noisetiers *Corylus avellana,* etc.). L'intérêt écologique de cette partie est limité et concerne principalement les passereaux des villes (moineaux domestiques, rouge-queue noir).

Aucune espèce florale ou animale protégée n'a été observée sur cette zone et ce milieu n'est pas un biotope digne de protection au sens de l'art. 18 LPN.



Figure 5.21 : Les deux Platanes de l'ancien petit parc paysager, actuellement utilisé comme dépôt du chantier du T1

Zone 2

Suite à la démolition du bâtiment ECA n° 671, cette zone est devenue un milieu rudéral fortement colonisé. On y trouve des plantes adventices et des espèces pionnières typiques comme la Capselle bourse à pasteur *Capsella bursa-pastoris* du Grand plantain *Plantago major* ou de la Matricaire odorante *Matricaria discoidea*. On y trouve également du Saule *Salix sp.,* du Pin sylvestre *Pinus sylvestris* et du Sureau noir *Sambucus nigra*. Le mur bordant le nord de cette zone et le parking adjacent (Zone 3) porte du Lierre grimpant *Hedera helix*. Quelques lézards des murailles *Podarcis mularis* ont été observés sur le mur. On trouve également plusieurs Buddléia de David *Buddleja davidii* et Vergerettes annuelles *Erigeron annuus* (espèces à l'Annexe 2 de l'ODE) et Robiniers faux-acacia *Robinia pseudoacacia*, trois espèces sur la liste des néophytes envahissantes[2]. Cette surface est la zone avec le plus grand intérêt écologique du PA, les milieux rudéraux étant devenus rares.

Espèces relevées le 19 mai 2025: *Achillea millefolium, Arrhenatherum elatius, Aegopodium podagraria, Anagallis arvensis, Betula pendula, Bromus sterilis, Buddleja davidii, Carex* cf. *muricata* aggr., *Carex sylvatica, Cirsium* cf. *vulgare, Cirsium* sp., *Cornus mas, Corylus avellana, Dactylis glomerata, Daucus carota, Erigeron annuus, Galium aparine, Galium mollugo* aggr., *Geranium pyrenaicum, Geranium robertianum, Hedera helix, Hypericum perforatum, Lotus corniculatus, Medicago sativa, Medicago lupulina, Myosotis* sp., *Papaver rhoeas, Plantago lanceolata, Poa* sp., *Ranunculus* sp., *Reseda lutea, Robinia pseudoacacia, Rubus* sp., *Salix* cf. *caprea, Salix purpurea, Senecio vulgaris, Triolium pratense, Trifolium repens, Veronica persica.*

[2] OFEV (éd.) 2022 : Espèces exotiques en Suisse. - Aperçu des espèces exotiques et de leurs conséquences. 1re édition actualisée 2022. 1re parution 2006. Office fédéral de - l'environnement, Berne. Connaissance de - l'environnement no 2220 : 62 p.

Aucune espèce florale ou animale protégée n'a été observée sur cette zone et ce milieu n'est pas un biotope digne de protection au sens de l'art. 18 LPN.



Figure 5.22 : Vue sur le milieu rudéral

Zone 3 (hors du PA)

Alignement d'une trentaine de jeunes charmes (diamètre en moyenne de 10-15 cm) le long de la Rue de Sébeillon. Une belle diversité botanique au pied des arbres est permise grâce à la politique d'entretien extensif réalisée par le SPADOM depuis plusieurs années (Concept Directeur Nature de la ville de Lausanne). Les espèces présentes sont plutôt inféodées aux zones rudérales et prairies de fauche.

Aucune espèce florale ou animale protégée n'a été observée sur cette zone et ce milieu n'est pas un biotope digne de protection au sens de l'art. 18 LPN.



Figure 5.23 : Vue sur l'alignement de jeunes charmes

Zone 4

Grande zone de parking située au centre du périmètre comprenant 11 érables sycomores *Acer pseudoplatanus* ainsi que divers arbustes exotiques. Initialement 13 arbres étaient plantés, mais deux d'entre eux ont été enlevés. Ici également, les pieds d'arbres non fauchés permettent l'apparition d'espèces inféodées aux zones rudérales et prairies de fauche. Quelques pieds de Vergerette annuelle *Erigeron annuus* sont présents (Espèce sur la liste des néophyte envahissantes également à l'annexe 2 de l'ODE). Plusieurs arbustes indigènes ornementaux

sont plantés au bord du bâtiment de ETML (Lierres de Perse *Hedera colchica* et Buisson ardent *Pyracantha* sp.).

Aucune espèce florale ou animale protégée n'a été observée sur cette zone et ce milieu n'est pas un biotope digne de protection au sens de l'art. 18 LPN.



Figure 5.24 : À gauche : Vue sur le parking avec alignement d'Érables sycomores ; À droite : Laurier de Perse sur une barrière du parking. ; En bas : pieds d'arbres

Zone 5

Il s'agit d'un talus marquant la deuxième rupture de pente entre le parking au centre du site et la rue de Sébeillon. Ce talus est exposé au sud et est occupé par une prairie (*Arrhenatherion*) alternant entre des zones plutôt eutrophes et d'autres, un peu plus mésophiles (Sauge des prés *Salvia pratensis*, petite pimprenelle *Sanguisorba minor*). Quelques arbres et arbustes sont également plantés dans le haut du talus, en particulier deux robiniers *Robinia pseudoacacia* (30 cm) (espèce sur la liste des néophytes envahissantes), un érable sycomore et deux sureaux noirs *Sambucus nigra*.

On notera également une importante population d'armoise des frères Verlot *Artemisia verlotiorum* et des pieds de Vergerette annuelle *Erigeron annuus* (deux espèces à l'annexe 2 de l'ODE), et quelques rejets de robiniers, probablement issus des grands arbres. Ces trois espèces sont sur la liste des néophytes envahissantes, et sont traités plus en détail au chapitre 5.10 – Organismes dangereux pour l'environnement.

Cette surface revêt un intérêt écologique moyen.

Espèces relevées le 19 mai 2025 : *Allium* sp., *Alopecurus pratensis, Arrhenatherum elatius, Artemisia verlotiorum, Bellis perennis, Calystegia sepium, Centaurea jacea, Cirsium* sp., *Crepis biennis, Dactylis glomerata, Erigeron annuus, Galium mollugo* aggr., *Geranium pyrenaicum, Hedera helix, Hordeum murinum, Lotus corniculatus, Poa trivialis, Ranunculus bulbosus, Salvia pratensis, Sambucus racemosa, Trifolium pratense, Vicia sativa*.

Aucune espèce florale ou animale protégée n'a été observée sur cette zone et ce milieu n'est pas un biotope digne de protection au sens de l'art. 18 LPN.



Figure 5.25 : En haut : Zone 5 – pied d'arbre non fauché, avec apparitions d'espèces spontanées ; En bas à gauche : partie plus eutrophe de la prairie ; En bas à droite : partie plus mésophile de la prairie.



Figure 5.26 : Zone 5 – Petite pimprenelle (à gauche) et Armoise des frères Verlot (à droite)

Zone 5'

Au nord-ouest du talus n°5 se trouve un roncier. Les ronciers sont des éléments intéressants écologiquement car ils offrent un abri et de la nourriture à la petite faune et aux insectes.

Zone 6

La moitié est de la zone 6 est composée d'une prairie (*Arrhenatherion*) avec une flore similaire à la zone 5, mais appauvrie.

La partie ouest est occupée par des plantations paysagères buissonnantes devant le bâtiment sud de l'ETML. Ces plantations sont composées principalement d'arbustes exotiques. On notera toutefois la plantation d'un Aubour commun *Laburnum anagyroides*, et un érable champêtre *Acer campestre*. Le pied des plantations est occupé par une prairie (*Arrhenatherion*), probablement issue d'un semis avec notamment de la Centaurée scabieuse *Centaurea scabiosa,* Mauve *Malva* sp, Sauge *Salvia* sp., Verâtre *Verbascum* sp.,

La zone 6 revêt un intérêt écologique moyen.

Aucune espèce florale ou animale protégée n'a été observée sur cette zone et ce milieu n'est pas un biotope digne de protection au sens de l'art. 18 LPN.





Figure 5.27 : À gauche : partie est de la zone 6 ; à droite : Plantations paysagères buissonnantes dans la partie ouest ; En bas : pied des plantations.

Zone 7

Plantation paysagère au nord-ouest des bâtiments de l'ETML. Il s'agit principalement de plantes couvres sols (buis, cornouiller jaune, cotonéaster, lierre) accompagnés de buissonnant exotique. Une dizaine de Ginkgos biloba (10-15 cm de diamètre) sont plantés le long du trottoir.

Aucune espèce florale ou animale protégée n'a été observée sur cette zone et ce milieu n'est pas un biotope digne de protection au sens de l'art. 18 LPN.



Figure 5.28 : Plantes couvre-sol dans la zone 7

Zone 8

Couvre-sol de lierre *Hedera algeriensis* et de Genévrier des rocheuses *Juniperus scopulorum*, exposé au nord, ce qui limite son intérêt écologique.

Aucune espèce florale ou animale protégée n'a été observée sur cette zone et ce milieu n'est pas un biotope digne de protection au sens de l'art. 18 LPN.



Figure 5.29 : à gauche : Plantes couvres sol ; à droite : état de la zone le 19.05.25

5.11.6. État futur

Description du projet et impacts

Comme décrit dans le chapitre 3.2 et illustré sur le plan du PA joint au dossier d'enquête, le projet définit deux périmètres constructibles.

Une zone de verdure 15 LAT (parcelle 437) inconstructible est destinée notamment à la protection et à la valorisation des deux platanes susmentionnés.

L'aire de dégagement sera quant à elle destinée aux aménagements extérieurs.

En termes d'impact sur les milieux naturels et en prenant en compte uniquement les périmètres constructibles, on note :

- La disparition du talus en prairies en contrebas du parking (zones 5)
- La suppression de l'arborisation du parking (zone 4)
- La perte du milieu rudéral (zone 2)
- La disparition de la haie paysagère devant la petite maison et le milieu rudéral (zone 1)

Les impacts sont relativement faibles, car les milieux naturels impactés ont qu'une valeur faible à moyenne. Si le PA est aménagé selon les recommandations fournies dans ce document, en particulier avec l'aménagement de toitures végétalisées avec une épaisseur de substrat suffisante (12 cm), l'impact sur la faune et la flore peut être considéré comme positif, car les zones naturelles aménagées compensent largement les milieux présents perdus.

En effet, l'implémentation de toitures végétalisées à la place de toitures actuellement non végétalisées, contribue à augmenter les zones « naturelles » et compenser quantitativement les quelques milieux perdus. De plus, la plantation et l'augmentation du nombre d'arbres au sein du périmètre permet d'atteindre au minimum, si pas plus, le but visé.

Concernant l'impact du projet sur le REC-VD, le projet ne va pas réduire le potentiel biologique et la valeur existante du TIBS. La surface impactée en sera améliorée par la suite par les mesures prévues.

Aménagements extérieurs et mesures réglementaires

L'ensemble des mesures paysagères et d'aménagement de l'espace public composent un masterplan des espaces publics, qui comprend le territoire des deux plans limitrophes en révision (n° 590 et 633). Ce masterplan a servi de base à l'élaboration du présent PA.



Figure 5.30 : Extrait du masterplan des espaces publics de Sévelin [Belandscape, 2014]

Une promenade plantée est prévue sur le domaine public le long de la Rue de Genève, dite « promenade du Savoir », qui permet de mettre en valeur les qualités du site. En outre, les deux platanes majestueux plantés sur la parcelle 437 sont préservés et valorisés comme une tête d'îlot végétale. Enfin, un espace ouvert est créé sur la parcelle 435, lequel devra être planté partiellement.

Les espaces pouvant être assimilés à des aires de verdure (promenade du Savoir, césure centrale sur la parcelle 435, parcelle 437, placette publique sur le local bois prévue par le PA) totalisent une surface de plus de 1850 m² environ (sans compter les accès existants).

En application du Plan climat lausannois, le règlement du PA (RPA) prévoit également :

- que toutes les toitures non accessibles des nouveaux bâtiments soient végétalisées et munies de panneaux solaires ;
- de nouvelles plantations et la préservation de certains espaces en pleine terre.

En outre, des aménagements ponctuels pour la faune et des plantations de haies vives sont vivement recommandés (cf. paragraphe ci-après).

Les projets de nouvelles constructions doivent prévoir des aménagements extérieurs de façon à assurer des espaces communs de qualité et ayant une valeur écologique. **Un plan des aménagements extérieurs devra accompagner toute demande de permis de construire au sein du PA.**

Recommandations d'aménagement

- Toitures végétalisées

Des toitures plates végétalisées sont prévues dans les aménagements du PA pour tous les toits non accessibles. Les toitures végétalisées extensives ont de nombreux avantages en plus de créer de nouveaux espaces vitaux pour la faune et la flore. En effet ces aménagements remplissent de nombreux rôles également dans la rétention d'eau, l'isolation et la protection du toit contre la chaleur, l'épuration de l'air ou le paysage. De ce fait les toitures végétalisées sont particulièrement favorisées non seulement par les collectivités locales (comme les villes de Lausanne, Zurich et Genève) qui soutiennent ces initiatives financièrement et logistiquement, mais aussi par les architectes qui ont édité une norme SIA (no 312) fixant ainsi

des standards de construction. Une toiture végétalisée optimale pour la faune et la flore dispose de 1) une épaisseur de substrat suffisante (10-12 cm) et de granulométrie variable ; 2) des plantes variées issues de semis ou de boutures indigènes en station (toitures sedum exclues) ; 3) de petits aménagements favorables à la faune tels que des tas de bois ou de pierres, un sol inégal et de petites mares temporaires. L'aménagement de panneaux photovoltaïque s'accompagne facilement d'une végétalisation de toiture, et ce, sans concurrence pour la production d'électricité. Une brochure thématique éditée par la ville de Lausanne détaille de manière plus précise tous ces aspects (plus d'info sur www.lausanne.ch/toitures-végétalisées).

Note : Il est important de rappeler que les toitures végétalisées sont particulièrement faciles à mettre en place sous réserve qu'elles soient planifiées dès le début du projet.

- Petits aménagements pour la faune (murgiers, hôtels à insectes)

Des petits aménagements, tels que des tas de branches ou de pierres peuvent servir d'abris à la petite faune. Situés à des emplacements bien exposés, ces abris sont particulièrement favorables aux reptiles. Les hôtels à insectes (type celui aménagé dans la plaine de Sévelin) sont des aménagements de brindilles, brique, paille, cubes de bois troués pouvant servir de refuge à de nombreux insectes solitaires. Un certain nombre de ces espèces sont des auxiliaires très utiles à l'agriculture, par exemple pour la pollinisation ou la destruction des ravageurs.



Figure 5.31 : À gauche : Hôtel à insectes dans la plaine de Sévelin ; À droite : Emplacement de l'hôtel à insectes en jaune, le périmètre du PA « Sévelin Nord » est en rouge

- Aménagement de haie vive

Les haies vives indigènes sont des éléments structurants du paysage, qui sont utilisés par de nombreuses espèces comme couloir de déplacement, lieu de nidification ou de nourrissage. Elles améliorent également la qualité de vie en filtrant les poussières urbaines, aident à l'infiltration d'eau dans le sol et font également office de brise-vent. De telles haies pourraient être implantées dans l'aire d'aménagement coordonné (en orange hachuré), dont la moitié de la surface doit être végétalisée.

- Création de prairies maigres (type Mésobromion)

Ces prairies à Brome dressé sont des zones ouvertes riches en biodiversité. Elles font partie des prairies les plus riches en espèces en Suisse (75 par are) et hébergent tout un cortège d'espèces liées aux milieux maigres dont beaucoup de surfaces ont disparu. Il est important de les semer sur un substrat maigre (substrat de type horizon B). Ces milieux sont ensemencés par la technique de la fleur de foin (par exemple Holosem) à partir d'un Mésobromion source local ou par semi et sont entretenus de manière extensive (1 à 2 coupes dans l'année à partir de mi-juin avec exportation du foin, pas de mulch). Plusieurs bandes non fauchées peuvent être

laissées en place et servir de zone refuge pour un grand nombre d'espèces. L'espace ouvert de la parcelle 435 ainsi qu'une partie des toitures végétalisées pourraient accueillir ce type de milieux de même que la placette publique.

- Flore et milieu rudéral

Ils hébergent une flore et une faune spécialisée, souvent menacée. Il est important de les semer sur un substrat à dominance minérale, ensemencement de type UFA Flore pionnière Rudéral CH ou similaire et entretien extensif (1 à 2 coupes dans l'année à partir de mi-juin avec exportation du foin, pas de mulch). Cette recommandation pourrait s'effectuer en combinaison de celle précédemment suggérée également dans l'espace ouvert de la parcelle 435, sur une partie des toitures végétalisées et sur la placette publique.

5.11.7. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_Nat 1 :** Validation du concept d'aménagement paysager selon les dispositions fixées dans le règlement du PA.

5.12. ORGANISMES DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT

5.12.1. Législation

L'Ordonnance fédérale sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (ODE) vise, entre autres, à empêcher la dissémination d'organismes exotiques de manière à prévenir des atteintes à la santé de l'être humain ou des animaux, que les organismes ne puissent pas se propager et se multiplier de manière incontrôlée dans l'environnement. Les organismes concernés sont cités dans l'annexe 2 de l'ODE.

L'article 15 de l'ODE prévoit : « *Le sol décapé qui est contaminé par des organismes exotiques envahissants au sens de l'annexe 2 doit être valorisé au lieu d'enlèvement ou éliminé de manière à exclure toute nouvelle propagation de ces organismes* ».

De nouvelles espèces exotiques ne cessent d'arriver en Suisse et même des néophytes établies depuis longtemps peuvent soudainement se comporter de manière invasive (par exemple en raison de l'évolution climatique). Les listes des espèces envahissantes ne sont donc jamais définitives et doivent constamment être discutées et révisées. La liste des néophytes envahissantes et néophytes potentiellement envahissantes de Suisse ont été développées par Infoflora en 2021 pour la publication de l'OFEV sur les Espèces exotiques en Suisse et leurs effets, parue en 2022.

5.12.2. Contexte actuel

Trois visites sur site par un biologiste du bureau Ecoscan SA ont eu lieu le 24 avril 2015, le 01 février 2023 et le 19 mai 2025. Les espèces suivantes ont été observées dans le périmètre du présent PA et leur distribution représentée sur la carte à la page suivante :

- Le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) est un arbre à feuille caduque, originaire d'Amérique du Nord et pouvant atteindre jusqu'à 30 m de haut. C'est une espèce pionnière, dans son aire de répartition d'origine elle ne joue qu'un rôle temporaire avant d'être remplacée par d'autres espèces. Le robinier faux-acacia préfère les endroits secs et chauds. On le trouve dans les clairières, bords de chemin, terres incultes, endroits rocheux des régions de basse altitude et localement dans les zones alluviales. Ses pouvoirs de dissémination passent par ses graines, dispersées par le vent ayant un long pouvoir de germination, et ses racines qui émettent de nombreuses repousses et permettent à l'espèce de s'introduire dans des formations fermées ou de coloniser des prairies maigres. La lutte consiste suivant la taille des individus à un abattage ou des fauches répétées, accompagnées d'un traitement chimique foliaire ou de la souche. Des Robiniers sont localisés au sud de la zone 2. Un grand robinier est présent à la limite entre le grand parking et le roncier. Cette espèce figure sur la liste des néophytes envahissantes, mais pas à l'ODE.
- L'armoise des frères Verlot (*Artemisia verlotiorum)* est une plante herbacée originaire d'Asie et pouvant atteindre 150 cm de haut. Elle est extrêmement semblable à l'armoise commune *Artemisia vulgaris*, une espèce indigène, qui ne porte pas de stolons, au contraire de *A. verlotiorum*. C'est justement ces stolons qui sont responsables du pouvoir invasif chez cette espèce, en formant des peuplements denses qui peuvent créer des problèmes dans des cultures agricoles, ainsi que dans des prairies nouvellement ensemencées. Les graines, elles, arrivent difficilement à maturité sous nos latitudes. L'armoise des frères Verlot préfère des sols riches en nutriments avec des conditions d'humidité et de pH moyennes. C'est une plante rudérale qui s'installe de préférence sur des sols perturbés dans les régions de basse altitude profitant d'un hiver doux. Les mesures de lutte incluent l'arrachage, la fauche répétée et la lutte chimique, avec un suivi de l'évolution des surfaces. Il est important de végétaliser (semis, plants) les surfaces. La station identifiée est assez dense et moyennement étendue, elle se situe en haut du talus sud. Cette espèce figure sur la liste des néophytes envahissantes et potentiellement envahissantes et à l'annexe 2 de l'ODE.

- La Ronce d'Arménie *Rubus armeniacus* est une plante arbustive originaire du Caucase formant des buissons pouvant aller jusqu'à 3 m de haut. Elle peut facilement être confondue avec les ronces robustes indigènes. La base des épines est souvent rouge et les feuilles sont usuellement composées de 5 folioles dont le dessous est glauque, voire blanchâtre. La plante se développe à partir de bourgeons souterrains, ce qui la rend extrêmement résiliente aux perturbations et à la fauche. La ronce d'Arménie apprécie les sites perturbés et lumineux, peu humides et avec d'importantes variations de température. On la trouve facilement dans les haies, les lisières, les clairières et les berges. Elle concurrence les espèces indigènes et forme d'importants peuplements denses et monospécifiques. Les mesures de lutte devraient inclure une combinaison de plusieurs méthodes (lutte mécanique par arrachage, déracinage, fauche ou pâturage, et lutte chimique). Cette espèce figure sur la liste des néophytes envahissantes et potentiellement envahissantes et à l'annexe 2 de l'ODE
- La Buddleia de David *Buddleia davidii* est une plante arbustive pouvant atteindre 3 m de haut originaire de Chine. Elle peut être confondue avec le Lila commun *Syringa vulgaris*. Elle porte des inflorescences roses ou violettes, des feuilles ovales à cordées et des feuilles glabres. La Buddleia de David fleuri au printemps. Elle possède des modes de reproduction efficaces, notamment une énorme quantité de graine. Elle est principalement problématique à cause de l'absence de ravageurs et de maladies à son égard. Elle colonise facilement les friches urbaines, les lieux incultes ou les voies ferrées. Elle préfère les endroits chauds et secs en basse altitude, mais peut facilement résister à des altitudes plus élevées. Les mesures de lutte incluent, suivant les situations, l'arrachage, les fauches répétées, le désouchage et l'abattage avec un traitement chimique. Elle est présente à plusieurs endroits dans la zone 2. Cette espèce figure sur la liste des néophytes envahissantes et potentiellement envahissantes et à l'annexe 2 de l'ODE.
- La Vergerette annuelle *Erigeron annuus* est une plante herbacée originaire du nord du continent américain. L'inflorescence comporte plusieurs fleurs qui ressemblent à des pâquerettes. L'entier de la plante est vert clair. Les mesures de lutte consistent, suivant les situations, l'arrachage manuel ou les fauches répétées. Elle est présente en plusieurs endroits, notamment dans les zones 2, 4 et 5.

Le canton de Vaud a édité des fiches sur les néophytes envahissantes et sur la lutte contre ces organismes dans la section F de la page suivante :

https://www.vd.ch/environnement/biodiversite-et-paysage/boite-a-outils-pour-les-communes#c2053096.

Des fiches d'information (incluant les méthodes de lutte) pour chaque néophyte sont aussi disponibles sur la page de chaque espèce du site d'InfoFlora : https://www.infoflora.ch/fr/.

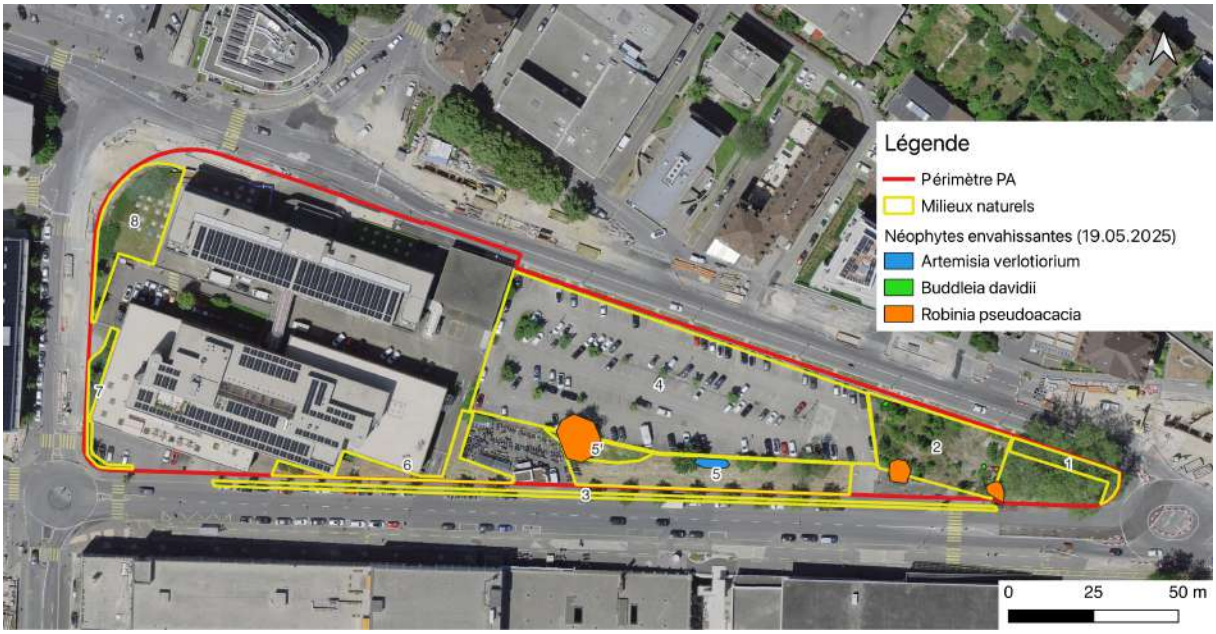


Figure 5.32 : Carte des répartitions des néophytes dans le périmètre du PA « Sévelin Nord »



Figure 5.33 : À gauche : Robinier faux-acacia (arbre et rejets) ; À droite : Buddleia de David au stade arbustif



Figure 5.34 : À gauche : Station d'Armoise des frères Verlot ; À droite : Stolons caractéristiques de l'armoise des frères Verlot.



Figure 5.35 : Population de Ronce d'Arménie

5.12.3. État futur et mesures

La situation actuelle concernant les néophytes est problématique, 4 espèces sont sur la liste des néophytes envahissantes de Suisse et 3 sont à l'Annexe 2 de l'ODE. Ainsi, des mesures de gestion doivent être prises avant le début du chantier (arrachage des néophytes avec élimination par incinération). Les matériaux terreux qui seront exportés dans le cadre du projet devront être valorisés sur place ou éliminé de manière à exclure toute nouvelle propagation de ces organismes

Toutes les surfaces remaniées seront vulnérables aux néophytes. Dans ce contexte :

- Les surfaces remaniées par le chantier ne doivent pas être laissées nues à la fin du chantier, mais réensemencées dès que possible.
- Une surveillance avec arrachage des néophytes doit être effectuée dès la levée des graines et durant les 3 années suivantes.

5.12.4. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_OrgsDang 1 :** Effectuer un diagnostic actualisé de la situation des néophytes. (Le cas échéant, les espèces invasives devront être traitées préalablement, si possible par arrachage du système racinaire, et évacuées en incinération ou compostage thermique afin d'éviter leur propagation.
- **PC_OrgsDang 2 :** Mise à jour des informations de la NIE du PA.

5.13. DECHETS, SUBSTANCES DANGEREUSES POUR L'ENVIRONNEMENT

5.13.1. Bases légales

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE) du 7 octobre 1983 ;
- Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) du 4 décembre 2015 ;
- Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol) du 1er juillet 1998 ;
- Ordonnance sur les sites contaminés (OSites) du 26 août 1998 ;
- Ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) du 22 juin 2005 ;
- Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement (ODE) du 10 septembre 2008.

Législation cantonale

- Loi cantonale sur la gestion des déchets (LGD) du 5 septembre 2006 ;
- Plan de gestion des déchets (PGD) - Version en vigueur.

Documents, normes et recommandations

- Norme SIA 430 « Limitation et gestion des déchets de chantier » (2023) ;
- Module « Déchets de chantier » de l'aide à l'exécution relative à l'OLED (OFEV, 2020) ;
- Valorisation des matériaux d'excavation et de percement (OFEV, 2021) – partie du module « Déchets de chantier » ;
- Valorisation des matériaux de déconstruction minéraux (OFEV, 2023) – partie du module « Déchets de chantier » ;
- Évaluation des sols en vue de leur valorisation – module de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols » (OFEV, 2021).

Conformément aux principes de la législation fédérale, il convient de limiter la production de déchets de chantier et de les valoriser. Ils ne peuvent être, selon leur nature et conformément à l'art. 25 et à l'annexe 5 de l'OLED, évacués dans des décharges appropriées ou éliminés par incinération que si leur recyclage est impossible ou économiquement déraisonnable.

Toutes les opérations de tri, de recyclage, de mise en décharge ou d'élimination doivent respecter les législations, directives et normes en vigueur (voir en particulier l'OLED et la norme SIA 430).

5.13.2. Phase d'exploitation

Les directives municipales ont pour objet l'application du règlement communal sur la gestion des déchets (RGD). Elles fournissent les indications propres à garantir une élimination conforme de tous les déchets.

5.13.3. Phase de réalisation

Généralités

Les aspects liés à la phase de réalisation seront traités au stade du permis de construire (cf. chapitre 4.9).

La loi sur la protection de l'environnement (LPE), la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) et l'ordonnance sur les déchets (OLED) comprennent les principes de base d'une gestion des déchets de chantier respectueuse de l'environnement.

L'OLED contient des prescriptions techniques et organisationnelles concernant la limitation, la valorisation, le traitement et le stockage définitif des déchets. Elle vise à protéger l'environnement contre les atteintes nuisibles ou incommodantes dues à ces derniers.

L'ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) règle notamment les mouvements de déchets spéciaux et d'autres déchets soumis à contrôle à l'intérieur de la Suisse et les mouvements transfrontières des déchets.

Pour exporter des déchets de chantier directement depuis un chantier en Suisse en vue d'une élimination respectueuse de l'environnement, il est nécessaire de soumettre à l'OFEV une demande d'autorisation d'exporter (art.15 ss OMoD) si les déchets ne sont pas exemptés d'une telle autorisation (art. 15, al. 2, OMoD). S'il s'agit de matériaux d'excavation et de percement non pollués, c'est, dans certains cantons, le service cantonal en charge de l'exécution de l'OMoD qui est compétent pour les mouvements transfrontières. Les explications correspondantes sont disponibles dans la communication de l'OFEV aux requérants sur les mouvements transfrontières de déchets.

Les articles 16 et 17 de l'OLED impliquent d'une part l'obligation d'effectuer un diagnostic de la présence de substances dangereuses avant travaux par le maître d'ouvrage et d'autre part l'obligation de séparer les déchets spéciaux des autres types de déchets.

Article 16 : Informations requises concernant l'élimination de déchets de chantier

[1] Lors de travaux de construction, le maître d'ouvrage doit indiquer dans sa demande de permis de construire à l'autorité qui le délivre le type, la qualité et la quantité des déchets qui seront produits ainsi que les filières d'élimination prévues :

a. si la quantité de déchets de chantier dépasse vraisemblablement 200 m^3, ou

b. s'il faut s'attendre à des déchets de chantier contenant des polluants dangereux pour l'environnement ou pour la santé, tels que des biphényles polychlorés (PCB), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), du plomb ou de l'amiante.

[2] Si le maître d'ouvrage a établi un plan d'élimination selon l'al. 1, il doit fournir sur demande, après la fin des travaux, à l'autorité délivrant les permis de construire la preuve que les déchets produits ont été éliminés conformément aux consignes qu'elle a formulées.

Article 17 : Tri des déchets de chantier

L'article 17 de l'OLED stipule quant à lui que celui qui effectue des travaux de construction doit séparer les déchets spéciaux des autres déchets et, dans la mesure où les conditions le permettent, doit trier sur place ces derniers afin de les répartir comme il suit :

1. les matériaux terreux issus du décapage de la couche supérieure et de la couche sous-jacente du sol, lesquels doivent être décapés autant que possible séparément;

2. les matériaux d'excavation et de percement non pollués, les matériaux d'excavation et de percement satisfaisant aux exigences de l'annexe 3, ch. 2, et les autres matériaux d'excavation et de percement, lesquels doivent être collectés autant que possible séparément;

3. les matériaux bitumineux de démolition, le béton de démolition, les matériaux non bitumineux de démolition des routes, les matériaux de démolition non triés, les tessons de tuiles et le plâtre, lesquels doivent être collectés autant que possible séparément;

4. les autres matériaux pouvant faire l'objet d'une valorisation matière, tels que le verre, les métaux, le bois, et les matières plastiques, lesquels doivent être collectés autant que possible séparément;

5. les déchets combustibles qui ne peuvent pas faire l'objet d'une valorisation matière;

6. les autres déchets.

L'article 19, quant à lui, précise les modalités liées à la valorisation des matériaux d'excavation et de percement. L'article 20 traite de la valorisation des matériaux de déconstruction.

Par ailleurs, la recommandation SIA 430 « Gestion des déchets de chantier lors de travaux de construction, de transformation et de démolition », entrée en vigueur le 1er février 1994, décrit les mesures à prendre durant les phases du projet et d'exécution. Elle garantit une approche écologique de la gestion des déchets de chantier et établit les principes d'une séparation des matériaux en différentes catégories en vue de leur valorisation, de leur traitement ou de leur mise en décharge (ultime solution).

Selon la norme précitée, le détenteur des déchets est celui qui a le pouvoir effectif d'en disposer. Il est légalement responsable de leur valorisation ou de leur élimination correcte, même s'il n'en est pas le propriétaire.

Les principes généraux d'une gestion durable des déchets de chantier peuvent se résumer selon les points ci-dessous :

- Diminuer la production des déchets par l'emploi de matériaux de construction recyclés ou générant peu de déchets ;
- Planifier au maximum la gestion des déchets, tant sur le plan quantitatif que financier ;
- Trier tous les déchets le plus en amont et de la manière la plus fine possible ;
- Valoriser la majeure partie des déchets de chantier.

On rappellera les principes suivants :

- Interdiction de brûler les déchets en plein air (LPE – art.30c, al.2). Les déchets incinérables doivent être acheminés vers une installation agréée ;
- Interdiction d'enfouir les déchets (LPE – art. 30e, al.1), à l'exception du remblayage effectué avec des matériaux d'excavation non pollués.
- Les déchets doivent faire l'objet d'une valorisation matière ou énergétique dans la mesure du possible (OLED – art.12 / LPE – art.30 al.2).

L'entrepreneur est responsable des aspects suivants :

- Conception du projet, exploitation et contrôle des installations du chantier (points de collecte, etc.) pour le tri et l'élimination des déchets de chantier.
- Tri et élimination des déchets de chantier.
- Transport des déchets de chantier au point d'élimination prévu ou à l'installation de traitement.
- Sécurisation des charges sur les moyens de transport (camions, bennes, conteneurs, ponts interchangeables, etc.) et contrôle de la charge en matière d'homogénéité, de type de matériau ou de substance et leur conformité avec la destination.
- Communication des matériaux et substances non compris dans le contrat à la direction de chantier.

- Preuve d'élimination des déchets.

Les filières d'évacuation devront être précisées au sens de la SIA 430 et dans le respect des dispositions légales.

Le tri à la source (non mélangé) sera appliqué, pour atteindre un potentiel de recyclage élevé, en considérant au minimum les catégories énoncées à l'article 17 de l'OLED. L'entreprise se conformera aux directives de la Direction des travaux et du mandataire en charge du suivi environnemental de réalisation (SER) concernant les filières de valorisation et de mise en dépôt définitif des matériaux générés par le chantier.

Pour les démolitions, une déconstruction sélective sera opérée. La réutilisation et la valorisation directe des matériaux seront privilégiées, en considérant les nécessités techniques du chantier, ou dans le cas contraire, dans un contexte local ou régional plus large.

Les possibilités de valorisation devront se conformer aux limites imposées en fonction des teneurs en polluants par la législation et les directives fédérales. Les fractions minérales non valorisables devront être stockées en décharge, en fonction des critères d'admissibilité de l'OLED. Les fractions de déchets non valorisables seront traitées et stockées définitivement et de manière adéquate.

À l'exception des HAP dans les matériaux bitumeux de démolition, l'OLED ne prévoit pas de valeur limite pour la valorisation des matériaux de déconstruction au sens de son art. 20. Toutefois, si le diagnostic des polluants révèle qu'un élément de construction est contaminé par un polluant, cette charge doit être prise en compte dans le choix de la filière d'élimination. En vue d'une valorisation des éléments de construction minéraux pollués respectueuse de l'environnement, il est possible de s'appuyer sur les valeurs limites visées à l'annexe 3, ch. 2, OLED, par analogie avec les matériaux d'excavation et de percement.

Le choix des sites de stockage définitifs et de revalorisation tiendra compte des distances à parcourir afin de minimiser les transports et les nuisances induites. La législation fédérale impose que les déchets soient éliminés sur le territoire national. S'ils ne peuvent pas être traités sur le territoire cantonal, ils doivent être éliminés en collaboration avec les autres cantons.

Les déchets incinérables sont soumis à zone d'apport.

Les stockages intermédiaires des matériaux pollués seront réalisés sur des surfaces aménagées et protégés par un bâchage efficace avant leur évacuation définitive, afin d'éviter tout lessivage de polluants. Les matériaux seront évacués dans des bennes étanches et couvertes conformément à l'OMoD.

Le suivi et le traitement adéquat des déchets spéciaux devront être réalisés en conformité avec les dispositions de l'OMoD (document de suivi avec identification précise du remettant, transporteur et preneur). Les éventuels volumes de matériaux pollués qui seront découverts dans le cadre du chantier seront également soumis à cette procédure.

La déchetterie de chantier sera organisée et suivie afin de trier à la source les déchets produits.

La découverte de matériaux pollués ou étrangers (déchets de chantier, etc.) lors des travaux requiert de procéder de la manière suivante :

- toute observation ou découverte de matériaux étrangers au sous-sol (résidus de béton, goudrons, boues, etc.) ou de liquides, d'hydrocarbures, etc., ainsi que toute coloration ou décoloration suspecte du terrain doivent être immédiatement signalées au Maître d'ouvrage (surveillance visuelle et olfactive) ;
- de tels matériaux étrangers doivent être triés et séparés. Ils ne doivent pas suivre le traitement usuel des déchets de construction et des matériaux d'excavation. Cette mesure permet d'éviter d'éventuelles contaminations ou disséminations par une mise en dépôt inadéquate (p. ex. par lessivage). La mise en dépôt provisoire peut s'avérer nécessaire ;

- avant toute évacuation, le Maître d'ouvrage indique le traitement adéquat de ces matériaux et procède aux vérifications et analyses éventuelles de ceux-ci, dans le but de trouver la filière adaptée.

De plus, le dépôt temporaire de matériaux pollués est soumis à l'article 29 OLED, qui stipule notamment que les dépôts temporaires sont autorisés :

- Lorsqu'ils sont aménagés sur des surfaces étanches, ou destinés à l'usage exclusif de matériaux non pollués ;
- Lorsque la distance de 2 m par rapport au niveau le plus élevé possible de la nappe souterraine est respectée ;
- Lorsque les eaux de ruissellement sont collectées, évacuées et, si nécessaire, traitées.

Une attention particulière doit être portée aux éléments suivants :

- déchets divers dispersés par les ouvriers (boîtes, mégots, emballages, etc.). Afin d'éviter la dispersion de tels déchets dans et aux alentours du chantier, une instruction est donnée au personnel et des tournées régulières de nettoyage sont organisées ;
- déchets emportés par le vent (géotextile, polystyrène, etc.) ;
- déchets domestiques provenant de la base vie. Ils doivent être soigneusement triés et éliminés en déchetterie ou par le service de voirie communal.
- tout dépôt de déchets dans les fouilles ou terrassements est strictement interdit.

Les déchets de chantier minéraux doivent être valorisés autant que possible comme matières premières utilisées pour la fabrication de matériaux de construction.

Il est interdit de mélanger les déchets dans le but de réduire par dilution leur teneur en polluants.

Toutes les mesures feront partie intégrante des documents de soumission.

Cas du chantier

La problématique liée aux sites pollués est décrite dans le chapitre 5.8.

On entend par déchets de chantier au sens de l'art. 3, let. e, de l'ordonnance sur les déchets (OLED) tout déchet produit lors de la construction, de la transformation ou de la déconstruction d'installations fixes.

Au stade actuel du projet, il est estimé que les déchets induits par le chantier seront composés principalement de matériaux terreux et d'excavation ainsi que de déchets minéraux de chantier.

Étant donné que le chantier du présent projet induira un volume supérieur à 200 m^3 de déchets de chantier, un **plan d'élimination des déchets selon l'article 16 OLED** devra être fourni lors de la demande de permis de construire avec indication du type, de la qualité et de la quantité des déchets qui seront produits, ainsi que les filières d'élimination prévues.

- Matériaux terreux :

Selon l'article 18 OLED :

1 Les matériaux terreux issus du décapage de la couche supérieure et de la couche sous-jacente du sol doivent autant que possible être valorisés intégralement :

a. s'ils se prêtent à la valorisation prévue de par leurs propriétés ;

b. s'ils satisfont aux valeurs indicatives fixées aux annexes 1 et 2 de l'ordonnance du 1er juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol), et

c. s'ils ne contiennent pas de substances étrangères ni d'organismes exotiques envahissants.

2 La valorisation des matériaux terreux issus du décapage de la couche supérieure et de la couche sous-jacente du sol doit se faire conformément aux art. 6 et 7 OSol.

La thématique des matériaux terreux est explicitée dans le chapitre 5.7 du présent rapport.

- Matériaux d'excavation :

On appelle « matériaux d'excavation » la terre minérale obtenue lors de terrassements ou de travaux de creuse dans le cadre de projets de construction (cf. art. 3, let.f OLED). Ils correspondent à l'horizon C en terme pédologique et n'incluent donc pas le sol vivant (horizons A et B).

Les matériaux d'excavation doivent autant que possible être valorisés intégralement, selon leur qualité et par différents modes (art. 19 OLED, qui fait suite au principe général de valorisation de l'art. 12 OLED).

Pour l'appréciation d'un matériau selon sa charge en polluants, le polluant dont la teneur classerait le matériau dans la plus haute catégorie est déterminant.

D'un point de vue juridique, les matériaux d'excavation non réutilisés sur place et dont le détenteur se défait sont considérés comme un déchet même s'ils sont non pollués (art. 7 al. 6 LPE). Les priorités de traitement des matériaux d'excavation sont donc analogues à celles applicables aux autres types de déchets, à savoir par ordre décroissant de priorité :

- Éviter ou diminuer leur production ;
- Les valoriser ;
- Les éliminer d'une manière respectueuse de l'environnement.

L'art. 19 de l'OLED exige que les déchets d'excavation et de percement non pollués ou faiblement pollués soient autant que possible valorisés intégralement. Face à la raréfaction de l'espace disponible dans les décharges, le stockage définitif dans celles-ci ne doit être envisagé que pour les déchets dont les propriétés ne permettent pas une valorisation correspondant à l'état de la technique. La publication « *Valorisation des matériaux d'excavation et de percement* » (OFEV, 2021), qui constitue une partie de module de l'aide à l'exécution relative à l'OLED, concrétise les exigences applicables aux différentes méthodes d'élimination spécifiques.

À noter que la mise en décharge de type A de déblais non pollués n'est pas considérée par l'OLED comme une valorisation, contrairement au comblement de sites de prélèvement de matériaux (article 19 OLED).

Comme décrit dans les chapitres 5.8.2 et 5.8.3, les parcelles du PA sont inscrites au cadastre vaudois des sites pollués, tant pour le remblai de Sébeillon qu'en raison des activités à risque qui s'y sont déroulées. Des remblais artificiels sont présents sur l'ensemble du site avec des épaisseurs variables. Des débris (bétons, morceaux de bois, de briques et d'enrobés, etc.) ont été observés dans ces derniers. Des odeurs d'hydrocarbures ont également été relevées. Dans ce cadre, un diagnostic de pollution (sondages et analyses chimiques) devra être réalisé par un bureau spécialisé, lors des demandes de permis de construire, conformément à l'article 16 de l'OLED. Il permettra de planifier le tri des différents matériaux en fonction de leur degré de pollution.

À noter qu'en fonction des valeurs en dioxines et furanes qui seront mesurées dans les sols en place (horizons A et B), des analyses pourraient être réalisées dans les remblais afin de quantifier une éventuelle migration verticale de ces polluants.

- **Matériaux bitumineux de démolition des routes**

Les matériaux bitumineux de démolition sont remis à des filières d'élimination différentes selon leur teneur en hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP).

En fonction des teneurs en HAP rapporté à la masse totale, ces matériaux sont éliminés selon les règles suivantes illustrées sur la figure ci-après.

Route / revêtement				
Matériaux bitumineux de démolition	Teneur en HAP < 250 mg/kg	17 03 02	Valorisation en tant que matière première pour la fabrication de matériaux de construction. Si valorisation pas possible : stockage définitif dans une décharge de type B	V
Matériaux non bitumineux de démolition des routes	Couches de fondation non liées et couches de fondation et de support stabilisées	17 01 98		V
Matériaux bitumineux de démolition	Teneur en HAP > 250 mg/kg et <= 1000 mg/kg	17 03 01 sc	Valorisation en matériaux de revêtement conformément à l'art. 52 OLED / décharge de type E (à partir de 2026 uniquement traitement thermique)	
	Teneur en HAP > 1000 mg/kg	17 03 03 ds	Élimination thermique, décharge de type E (à partir de 2026 uniquement traitement thermique)	

Figure 5.36 : Principes d'élimination des matériaux bitumineux/non bitumineux de démolition des routes (avec V = obligation de valoriser. Si aucune valorisation n'est prévue, une justification écrite doit être fournie).

Conformément à la Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (OFEV, 2006), quand un projet prévoit de générer un volume supérieur à 30 m³ de matériaux bitumineux de démolition (volume foisonné ou 20 m³ en place), il convient de communiquer la teneur en HAP de ces déchets (analyses chimiques).

Au stade actuel du projet, aucune analyse n'a été effectuée sur les enrobés voués à être dégrappés.

Dans ce contexte, des prélèvements et des analyses selon la méthode GC-MS seront à effectuer et les résultats à fournir lors de la demande de permis de construire, conformément à l'article 16 de l'OLED. Les analyses permettront de définir les filières d'élimination ou de valorisation idoines de ces matériaux.

- **Polluants du bâti**

Dans tous les projets de transformation et de déconstruction de bâtiments et d'infrastructures édifiés avant 1990, les matériaux de déconstruction doivent faire l'objet d'investigation concernant la présence de polluants du bâtiment (polluants liés aux matériaux tels que l'amiante, les PCB dans les joints d'étanchéité et les peintures, le plomb, les HAP dans les applications goudronnées, etc.).

Dans le cadre du présent projet, le bâtiment ECA n°17892e est voué à être démoli. Ce dernier ayant été édifié avant 1990 (source : guichet cartographique cantonal – consultation en avril 2023), une étude sur les polluants du bâti devra être jointe dans le cadre de la demande de permis de construire. La présence d'amiante, PCB et plomb demande des mesures de protection particulières lors des travaux de déconstruction afin de limiter au maximum les risques pour les intervenants professionnels et les avoisinants. Dans tous les cas, pour toutes les substances dangereuses, les procédés de traitement et le mode d'évacuation des matériaux vers une filière d'évacuation doivent être conformes à l'Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) et à l'Ordonnance sur le Mouvement des déchets (OMoD).

5.13.4. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_Déchets 1 :** Mise à jour des informations de la NIE du PA concernant la gestion des déchets en phase d'exploitation sur la base du projet définitif.
- **PC_Déchets 2 :** Détailler, sur la base du projet définitif, les différents types de déchets induits par la phase de réalisation, leurs volumes ainsi que leurs filières de valorisation/d'élimination, conformément à l'article 16 OLED (plan d'élimination des déchets).

5.14. PROTECTION DU PATRIMOINE BATI ET DES MONUMENTS, ARCHEOLOGIE

5.14.1. Inventaire fédéral des voies de communication historiques (IVS)

Cadre légal

Afin que l'inventaire des voies de communication historiques puisse atteindre efficacement ses objectifs de protection et de conservation, il faut régler les principes et les mesures dans une ordonnance d'exécution. Le 14 avril 2010, le Conseil fédéral a arrêté l'ordonnance concernant l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (OIVS). L'OIVS est la troisième ordonnance concernant un inventaire au sens de l'art. 5 LPN qui vise à préserver, protéger et soutenir, dans le cadre de l'accomplissement des tâches de la Confédération, la conservation et l'entretien des paysages, des sites construits, des sites historiques ainsi que des monuments naturels et culturels.

L'inventaire des voies de communication de la Suisse (IVS) offre une mine d'informations sur leur tracé, leur histoire, leur état et leur importance, conformément aux dispositions de la LPN.

L'IVS comprend deux parties : l'inventaire fédéral et les autres voies de communication historiques (OIVS, art. 3). La première regroupe les objets d'importance nationale dotés d'une signification historique exceptionnelle. Les objets dont la valeur sur le plan de l'histoire nationale ne s'accompagne pas d'une portée architecturale véritablement remarquable ne font pas partie de l'inventaire fédéral. Relèvent également de cette seconde catégorie de nombreux objets dont l'importance régionale ou locale a été reconnue au niveau cantonal.

Édictée par le Conseil fédéral, l'OIVS a force obligatoire en matière de protection des voies de communication historiques d'importance nationale.

Les voies de communication historiques d'importance nationale sont protégées par l'art. 7 OIVS.

Les voies de communication historiques d'importance régionale ou locale sont quant à elles régies par l'article 11 OIVS.

État initial

Le périmètre du PA ne se trouve pas à proximité directe d'une voie de communication historique d'importance nationale ou régionale ou locale (source : map.geo.admin.ch - consultation en avril 2023).

Impacts du projet

Le projet n'induit aucun impact sur une voie de communication historique.

5.14.2. Patrimoine bâti (ISOS)

Cadre légal

L'Inventaire fédéral des sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse (ISOS) se fonde sur la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN). L'ensemble des objets recensés dans ISOS est énuméré dans l'annexe de l'Ordonnance concernant l'Inventaire fédéral des sites construits à protéger en Suisse (OISOS).

Chaque site fait l'objet d'une évaluation globale permettant la mise en évidence de ses qualités historiques, architecturales et spatiales. Sur cette base, l'ISOS a établi une classification des

sites d'importance nationale, régionale et locale, pour lesquels il émet des mesures de sauvegarde.

Les listes d'objets d'importance régionale et locale ne font pas partie de l'inventaire fédéral et n'ont par conséquent pas de valeur juridique au sens de la LPN.

L'inscription d'un objet dans un Inventaire fédéral indique que l'objet mérite spécialement d'être conservé intact (art. 6 LPN).

État initial

L'ISOS identifie Lausanne comme une ville d'intérêt national.

Le périmètre du PA est compris dans le périmètre construit n°45 « *Secteur de Sébeillon-Sévelin situé sur une plate-forme résultant du remblayage de la vallée du Flon, trame orthogonale rigoureuse, bâti constituant des rangées parallèles inscrites dans le sens de la vallée, constructions souvent de grand volume de un à sept niveaux, à l'origine des entrepôts, pour certains à présent réaffectés, accueillant des centres de formation, des administrations, des commerces et des activités culturelles, développement dès les années 1930 jusque vers 1960, adjonctions de gros volumes, fin 20e-début 21e siècle*» pour lequel l'ISOS émet un objectif de sauvegarde C relatif à la sauvegarde du caractère (source : guichet cartographique cantonal - consultation en avril 2023).

Impacts du projet

Justification ISOS – projet de développement du site de l'ETML

Le projet de développement de l'ETML constitue une intervention mesurée, visant à concilier la sauvegarde des éléments les plus significatifs du site avec la nécessité d'assurer la pérennité d'un établissement d'enseignement public essentiel. L'intérêt public prépondérant que représente cette extension justifie les adaptations ponctuelles aux objectifs de l'ISOS, dans une approche respectueuse et proportionnée.

Intérêt public prépondérant

Le développement de l'ETML répond à un besoin clairement identifié d'extension des capacités d'accueil de l'établissement, en lien avec l'évolution des cursus professionnels et les besoins en formation technique dans le canton. L'ETML assure une mission d'intérêt public prioritaire, s'inscrivant dans la politique cantonale de formation professionnelle.

Respect des objectifs de l'ISOS

Le projet prévoit de conserver intégralement le bâtiment ETML-Nord, qui est inscrit à l'inventaire, sans modifications ni atteintes à sa volumétrie ou son caractère architectural.

Intervention limitée sur le bâtiment ETML-Sud

La surélévation d'un niveau du bâtiment sud est rendue nécessaire par les contraintes spatiales du site et la volonté de limiter l'emprise au sol du projet. Bien que modifiant la silhouette d'origine, cette intervention est conçue avec une attention particulière à l'intégration urbaine. La hauteur maximale de la surélévation tient compte de celle du bâtiment ETML-Nord, ce qui permet de réduire au minimum l'impact visuel et patrimonial de l'intervention. Le périmètre de l'ETML étant contraint, il n'existe pas d'alternatives réalistes permettant de répondre aux besoins. Une extension latérale, par exemple, aurait un impact plus important sur le tissu urbain existant.

5.14.3. Recensement architectural

Bases légales

- Loi sur la protection du patrimoine culturel immobilier (LPrPCI) ;
- Règlement sur la protection du patrimoine culturel immobilier (RLPrPCI).

Selon l'article 14 al.3 LPrPCI, une note est attribuée à chaque objet recensé. Il s'agit d'une indication de sa valeur patrimoniale. Elle se fonde sur des critères d'évaluation architecturaux, historiques, artistiques, culturels, techniques, urbanistiques, paysagers et de situation, rapportés à l'échelle locale, régionale et nationale.

Les notes se déclinent de la manière suivante :

- Note 1 : objet d'intérêt national dont le classement comme monument historique est en principe requis ;
- Note 2 : objet d'intérêt régional pour lequel une mesure de protection est en principe requise ;
- Note 3 : objet d'intérêt local ayant une importance au niveau communal ;
- Note 4 : objet bien intégré par son volume, sa composition et souvent sa fonction, participant à l'identité de la localité. Appartiennent également à cette catégorie les objets n'étant pas nécessairement bien intégrés mais présentant néanmoins un intérêt du point de vue patrimonial.
- Note 5 : objet présentant des défauts liés soit à son intégration dans le contexte, soit à d'éventuelles adjonctions et/ou transformations inopportunes, soit à sa conception et/ou son langage architectural, cela malgré la présence de qualités indéniables ;
- Note 6 : objet considéré comme neutre et sans intérêt patrimonial, tant du point de vue de son intégration, de son architecture que de son histoire. Sa présence n'est pas déterminante pour l'harmonie du site. Dans le cadre de la planification communale, ces objets peuvent être pris en compte pour accroître le potentiel de densification ;
- Note 7 : objet compromettant l'harmonie du site et en altérant les qualités. Ces objets sont caractérisés par de graves défauts d'intégration de type architectural ou liés à l'aménagement du territoire. Dans le cadre de la planification communale, ces objets peuvent être pris en compte pour accroître le potentiel de densification.

Contexte actuel

<u>Remarque :</u> consultation du guichet cartographique cantonal en juin 2025

Comme illustré sur la figure ci-après, le bâtiment principal de l'École des Métiers (n°ECA 17892a - Fiche de recensement GENE-73), sis sur la parcelle 425 du PA, est inscrit à l'inventaire et est noté *2* au recensement architectural. D'importance régionale, l'ensemble mérite d'être conservé. Des transformations peuvent être envisagées à condition qu'elles n'altèrent pas ses qualités spécifiques.

Ainsi placé sous protection spéciale au sens de la Loi sur la protection du patrimoine culturel immobilier (LPrPCI), toute intervention doit être annoncée préalablement au Conservateur cantonal des monuments.

À noter que son agrandissement sis au sud sur la parcelle 425 du PA le long de la rue de Sébeillon est en cours d'évaluation (n°ECA 17893a – Fiche de recensement GENE-73).



Figure 5.37 : Recensement architectural du canton de Vaud

Impacts du projet

Comme illustré sur le plan du PA joint au dossier d'enquête, le bâtiment principal de l'École des Métiers sera conservé dans son gabarit actuel.

Il est toutefois prévu au sein du périmètre d'implantation des construction A1 du PA une surélévation du bâtiment sud de l'École des Métiers. La hauteur maximale des constructions au sein de ce périmètre est fixée à 474 mètres (hauteur légèrement inférieure à celle du bâtiment principal de l'École des Métiers).

5.14.4. Archéologie

Bases légales

- Loi sur la protection du patrimoine culturel immobilier (LPrPCI).
- Règlement sur la protection du patrimoine culturel immobilier (RLPrPCI).

Les régions archéologiques sont des périmètres d'alerte au sens de l'article 40 LPrPCI, au sein desquels il pourrait exister des traces matérielles de l'activité humaine passée. Tous travaux dans le sol ou sous les eaux dans une telle région nécessitent une autorisation spéciale du DEIEP – Archéologie cantonale. Les périmètres sont tracés de manière à recouvrir les secteurs où des vestiges archéologiques ont la plus grande probabilité de s'étendre, selon les connaissances du jour.

Toute atteinte au sous-sol d'une telle région fait l'objet d'une autorisation spéciale soumise à conditions, délivrée par le département compétent.

Tous travaux impactant une surface supérieure à 5'000 mètres carrés ou 1000 m linéaires doivent être annoncé au département en charge de la protection du patrimoine culturel immobilier, préalablement à la mise à l'enquête publique.

En cas de découverte fortuite, la loi prescrit la suspension immédiate des travaux et l'obligation de signaler les découvertes aux autorités compétentes (article 42 LPrPCI et article 15 LPrPCI).

Relevé de l'état initial

Le périmètre du PA et ses alentours prennent place dans une zone fortement urbanisée, sur une zone résultant du remblayage de la vallée du Flon.

Le présent projet se trouve hors des régions archéologiques connues de Lausanne au sens de l'article 40 LPrPCI (source : guichet cartographique cantonal - consultation en avril 2025).

Impacts du projet

Dans tous les cas, si des découvertes archéologiques sont réalisées pendant l'exécution des travaux (découvertes fortuites), il y aura lieu de suspendre immédiatement les travaux de construction dans la zone concernée et de faire appel au service cantonal compétent. Le site archéologique devra être laissé en l'état et protégé jusqu'à leur arrivée.

5.15. MOBILITE DOUCE

5.15.1. Contexte actuel

Aucun chemin pédestre porté à l'inventaire cantonal ni aucun itinéraire SuisseMobile à vélo n'est situé dans ou à proximité directe du PA.

5.15.2. Effets du projet

Le projet permet de compléter le réseau des cheminements de mobilité active actuels. Il supprime l'effet barrière créé par les parcelles 425 et 435 – non-franchissables aujourd'hui – par la création d'un cheminement nord-sud au milieu de la parcelle 435. Dans le cadre du présent projet, ce passage sera inscrit en tant que servitude de passage à pied publique.

De plus, le projet prévoit l'amélioration de la mobilité piétonne ouest-est le long de la rue de Genève par l'aménagement de la promenade plantée (« promenade du Savoir »).

Il est prévu également de disposer de places de stationnement pour vélos sécurisées à proximité des entrées des bâtiments.

Les espaces de circulation liés aux bâtiments devront être aménagés dans le but de favoriser les déplacements à pied, y compris pour les personnes à mobilité réduite, et d'assurer la sécurité des piétons.

Pour plus de détails, le lecteur est prié de se référer au rapport 47 OAT joint au dossier d'enquête

5.16. DANGERS NATURELS

Le périmètre du PA est sis hors toute zone de dangers naturels (source : consultation du guichet cartographique cantonal en avril 2023).

La figure suivante illustre la thématique de ruissellement qui touche les actuelles parcelles du PA. La carte présente les zones potentiellement touchées par des événements rares à très rares. Elle livre une vue d'ensemble grossière des dangers liés au ruissellement.

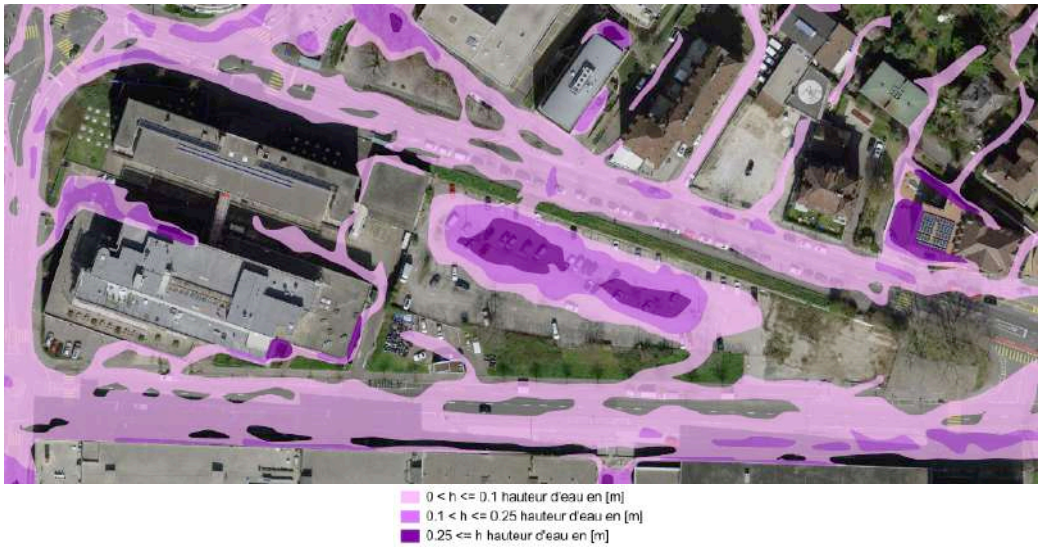


Figure 5.38 : Carte de l'aléa ruissellement (source : map.geo.admin.ch – consultation en avril 2025)

Le lecteur est prié de se référer au chapitre 5.4 quant à la gestion des eaux pluviales en phase d'exploitation.

Le parking à ciel ouvert sera démoli dans le cadre du projet.

De plus, comme décrit dans le chapitre 5.11.6, en application du Plan climat lausannois, le règlement du PA (RPA) prévoit :

- que toutes les toitures non accessibles des nouveaux bâtiments soient végétalisées et munies de panneaux solaires ;
- de nouvelles plantations et la préservation de certains espaces en pleine terre.

Les espaces pouvant être assimilés à des aires de verdure (promenade du Savoir, césure centrale sur la parcelle 435, parcelle 437, placette publique sur le local bois prévue par le PA) totalisent une surface de plus de 1850 m² environ (sans compter les accès existants)

6. SYNTHESE ET LISTE DES MESURES

6.1. MATRICE D'IDENTIFICATION DES IMPACTS

Le présent rapport indique les domaines environnementaux dans lesquels on peut s'attendre à des impacts au vu des prescriptions légales, du projet concret et des données relatives à l'aménagement et à l'environnement.

L'impact du projet en phase de réalisation sera évalué dans le cadre de la NIE accompagnant les demandes de permis de construire. Un suivi environnemental de réalisation (SER) sera mis en place (cf. chapitre 6.2).

Domaines environnementaux	Phase de réalisation	Phase d'exploitation
Protection de l'air	À déterminer dans le cadre de la NIE « Permis de construire »	●
Protection contre le bruit		●
Protection contre le rayonnement non ionisant		●
Assainissement - Gestion des eaux pluviales		■
Eaux superficielles		o
Eaux souterraines		●
Protection des sols		●
Sites pollués		■
Prévention en cas d'accidents majeurs, catastrophes		o
Conservation de la forêt		o
Prévention des accidents majeurs		o
Nature et paysage		■
Organismes dangereux pour l'environnement		●
Déchets, substances dangereuses pour l'environnement		●
Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie		o
Dangers naturels		o

Légende :

○ Non pertinent, pas d'impact, ne nécessite pas de mesure

● Les exigences légales peuvent être remplies en recourant à des mesures standard

■ Domaine environnemental nécessitant des mesures spécifiques (à détailler dans la NIE accompagnant la demande de permis de construire)

6.2. SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE REALISATION

6.2.1. Cadre légal

Norme VSS SN 640 610b « Suivi environnemental de la phase de réalisation avec réception environnementale des travaux (SER) » ; VSS ; Zürich ; 2010.

6.2.2. Objectifs du suivi environnemental

Le suivi environnemental de réalisation (SER) présente deux objectifs :

1. Assurer une réalisation des projets conforme à la législation en matière de protection de l'environnement (respect des lois, ordonnances, règlements et instructions) ;
2. Garantir la réalisation conformément aux règles de l'art, aux exigences et conditions fixées dans la décision du permis de construire.

Comme indiqué dans le chapitre 4.9, le déroulement de la phase de réalisation n'est pas connu dans le détail au stade actuel du projet.

6.2.3. Principes

La législation sur l'environnement impose une gestion environnementale des projets sur toute leur durée de vie en 3 phases :

1. La vérification de la compatibilité environnementale (étude d'impact sur l'environnement dans le cas présent) constitue la première phase du processus ;
2. Le suivi environnemental de chantier (ou suivi environnemental de la phase de réalisation SER) constitue la deuxième phase ;
3. La troisième phase consiste à contrôler le fonctionnement des mesures environnementales pendant la phase d'exploitation de l'installation.

Le SER commence avec les mesures de protection à prendre en compte dans les dossiers d'appels d'offres et se poursuit avec le projet d'exécution. Il se termine avec l'achèvement de la construction et lorsque toutes les mesures environnementales décidées dans la décision d'approbation des plans sont exécutées et réceptionnées.

Le mandataire chargé du SER est en général subordonné à la direction générale des travaux. Il ne communique généralement pas directement avec l'autorité et ne commande pas les entrepreneurs, sauf en cas de danger immédiat.

6.2.4. Tâches principales

Les tâches principales sont de :

- Conseiller l'auteur du projet pendant l'élaboration du projet d'exécution ;
- Collaborer à la rédaction des soumissions pour la prise en compte des contraintes environnementales ;
- Collaborer à l'analyse des soumissions du point de vue des critères environnementaux ;
- Informer les entreprises adjudicatrices des contraintes environnementales à respecter sur le chantier ;
- Contrôler le respect de ces directives ;
- Informer la direction des travaux des problèmes environnementaux survenus sur le chantier et aider à leur résolution ;

- Gérer les conséquences environnementales des modifications de projet, respectivement des conditions d'exécution ;
- Adapter les mesures environnementales au projet d'exécution.

6.2.5. Cahier des charges du SER

Le cahier des charges du SER n'est pas détaillé à ce stade d'avancée du projet.

Il conviendra, lors des demandes de permis de construire, d'évaluer le cahier des charges du SER conjointement à l'évaluation de l'impact de la phase de réalisation.

6.2.6. Cahier des charges de la NIE « Permis de construire »

- **PC_SER 1 :** Établir le cahier des charges du SER sur la base du projet définitif.

6.3. CAHIER DES CHARGES DE LA NIE « PERMIS DE CONSTRUIRE »

Comme mentionné dans le chapitre 2, le présent rapport constitue la notice d'impact sur l'environnement correspondant au niveau de planification et accompagnant le PA.

Le tableau suivant décrit les éléments qui devront faire l'objet d'un complément au niveau du projet « demande de permis de construire ». Ces informations seront intégrées dans la NIE accompagnant les demandes de permis de construire.

Thème	*Charges de la NIE « Permis de construire »*
Utilisation rationnelle de l'énergie	**PC_Energie 1 :** Établissement d'une étude énergétique afin de démontrer la conformité du projet avec le concept énergétique territorial et le Plan climat lausannois.
Description de la phase de réalisation	**PC_Chantier 1 :** Description des différentes phases du chantier sur la base du projet définitif (planning, phasages, zone d'installation de chantier, travaux spéciaux, etc.)
Protection de l'air	**PC_Air 1 :** Définition des mesures à appliquer en phase de réalisation, selon Directive Air Chantier
Protection contre le bruit	**PC_Bruit 1 :** Mise à jour des données de la NIE du PA sur la base du projet définitif. **PC_Bruit 2 :** Vérification du respect de l'article 7 OPB sur la base du projet définitif. **PC_Bruit 3 :** Définition des mesures à appliquer en phase de réalisation, selon Directive sur le bruit des chantiers.
Protection contre le rayonnement non ionisant	**PC_RNI 1 :** Fournir les détails des coordinations faites entre la Ville de Lausanne et les différents opérateurs des stations de téléphonie mobile quant au respect des VLinst au droit des LUS du PA. **PC_RNI 2 :** Contrôler le respect des VLinst de la sous-station du T1 au droit des LUS du PA, en coordination avec le porteur du projet du T1.
Assainissement et Gestion des eaux pluviales	**PC_Evac 1 :** Établissement d'un concept de gestion des eaux pluviales induites par le projet d'extension en phase d'exploitation ainsi que les mesures de rétention y relatives, sur la base du projet définitif. **PC_Evac 2 :** Fournir le plan des canalisations du futur site. **PC_Evac 3 :** Établissement d'un plan d'évacuation des eaux de chantier.
Protection des sols	**PC_Sols 1 :** Établissement d'un concept de protection des sols détaillé selon la DMP 864, sur la base du projet définitif.
Sites pollués	**PC_Sites pollués 1 :** Estimation de la mise en danger liée aux travaux de construction selon le module de l'aide à l'exécution « *Gestion générale des sites pollués – Projets de construction et sites pollués* » (OFEV 2016), sur la base du projet définitif.
Déchets, substances dangereuses pour l'environnement	**PC_Déchets 1 :** Mise à jour des informations de la NIE du PA concernant la gestion des déchets en phase d'exploitation sur la base du projet définitif. **PC_Déchets 2 :** Détailler, sur la base du projet définitif, les différents types de déchets induits par la phase de réalisation, leurs volumes ainsi que leurs filières de valorisation/d'élimination, conformément à l'article 16 OLED (plan d'élimination des déchets).
Organismes dangereux pour l'environnement	**PC_OrgsDang1 :** Effectuer un diagnostic actualisé de la situation des néophytes. **PC_OrgsDang2 :** Mise à jour des informations de la NIE du PA.
Nature et paysage	**PC_Nat 1 :** Validation du concept d'aménagement paysager selon les dispositions fixées dans le règlement du PA.
Suivi environnemental de réalisation	**PC_SER 1 :** Établir le cahier des charges du SER sur la base du projet définitif.

7. ANNEXES

Annexe 1 : Étude géotechnique et hydrogéologique – Bureau Karakas & Français – mai 2013.

Annexe 2 : Évaluation préliminaire – Article 7 OPB – LUS le plus proche (hors PA).

Annexe 3 : Évaluation préliminaire – Article 7 OPB – Périmètre constructible du PA le plus proche.

Annexe 4 : Hypothèses de calcul – Web-Tool (SonRoad18).

Annexe 5 : Modélisation acoustique – Article 31 OPB

Annexe 6 : Fiche ORNI – Transformateur prévu dans le cadre du projet du T1

Annexe 1

karakas &français sa
géotechnique
géostructures

Commune de Lausanne

PLAN DE QUARTIER
SECTEUR SEVELIN

Synthèse géotechnique et pollution
Rapport

Av. des Boveresses 44
1010 Lausanne
Tél. +41 21 654 44 88
Fax +41 21 654 44 99
geotechnique@karakas-francais.ch

Chemin des Poteaux 10
1213 Petit-Lancy
Tél.+41 22 301 52 61
Fax +41 22 301 52 62

Av. de la Gare 19
1920 Martigny
Tél. +41 27 723 20 11
Fax +41 27 723 21 11

SG/CR/VG/sb/6965 – MG
Lausanne, Mai 2013

TABLE DES MATIERES

I INTRODUCTION 1
II DOCUMENTS DE BASE 1
III CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE 1
IV DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES COUCHES IDEALISEES DU SOUS-SOL 2
IV.1 STRATIGRAPHIE 2
V HYDROGEOLOGIE 3
VI SEISME - CLASSES DE SOLS DE FONDATION 4
VII RECOMMANDATIONS GÉOTECHNIQUES 5
VIII TECHNIQUES DE FONDATION 5
IX TERRASSEMENT 6
IX.1 PROTECTION CONTRE L'EAU, DRAINAGE 6
IX.2 RÉUTILISATION DES MATÉRIAUX 7
X SYNTHESE POLLUTION 7
X.1 CADRE LEGAL 7
X.1.1 EXIGENCES OSITES 7
X.1.2 EXIGENCES OTD 8
X.2 RECONNAISSANCES EFFECTUEES 10
X.3 NATURE DES MATÉRIAUX 10
X.4 DÉTERMINATION DES FILIÈRES 10
X.5 RECOMMANDATIONS 12
XI SYNTHÈSE 14

I INTRODUCTION

L'étude fait suite au mandat confié à Karakas & Français SA par le Service d'urbanisme de la Ville de Lausanne le 11 mars 2013 sur la base de notre offre du 1er février 2013.

Le secteur de Sévelin est situé au cœur de l'agglomération lausannoise. Ce site, qui fait l'objet de la présente étude, est destiné à se développer en un quartier dense et mixte (emplois et habitations). Afin d'intégrer au futur plan de quartier les contraintes liées à la géotechnique et à la problématique des sites pollués, l'objet du présent rapport consiste à définir la synthèse de l'état géologique et de la pollution du sous-sol du secteur de Sévelin, sur la base des investigations déjà réalisées uniquement.

II DOCUMENTS DE BASE

L'étude a été réalisée sur la base de notre expérience et connaissance du site, ainsi que de nombreux sondages disponibles auprès des archives géologiques suisses et du cadastre géologique cantonal. Les documents suivants ont été consultés :

- Atlas géologique de la Suisse, feuille N° 1243 Lausanne, 1:25'000.
- Sondages géologiques du guichet cartographique du Canton de Vaud (www.geoplanet.vd.ch).
- Sondages géologiques des archives géologiques de la Confédération (map.gisgeol.admin.ch)
- Inventaire des sites pollués du guichet cartographique du Canton de Vaud (www.geoplanet.vd.ch)
- Secteur et zones de protection des eaux souterraines du guichet cartographique du Canton de Vaud (www.geoplanet.vd.ch).
- Carte des aléas sismiques du guichet cartographique du Canton de Vaud (www.geoplanet.vd.ch).
- Plan général du secteur d'étude transmis par le service d'urbanisme de la Ville de Lausanne
- Courbes de niveau du secteur d'étude transmis par le service d'urbanisme de la Ville de Lausanne

III CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Le quartier de Sévelin repose sur une épaisse couche de remblai qui a servi à combler la vallée du Flon (fin 19ème à début 20ème siècle). Le comblement du vallon a impliqué le voûtage du ruisseau du Flon dont le lit est situé dans la molasse. Le Flon coule dans le tiers Sud du périmètre du projet. La molasse grise de Lausanne est présente sous les remblais, et elle est composée principalement de marne et de silt, plus rarement de grès fin. La profondeur du toit de la Molasse, et par conséquent l'épaisseur de remblai, dépend de la position du Flon : elle est maximale au droit de celui-ci et devient plus faible lorsqu'on s'en éloigne.

Le site ne comporte pas de nappe phréatique caractérisée. Il existe néanmoins des venues d'eau localisées au sein des remblais notamment. Il est situé en secteur üB de protection des eaux.

IV DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES COUCHES IDEALISEES DU SOUS-SOL

Sur le plan de situation annexé (6965-51), figurent les emplacements des sondages réalisés entre 1950 et ce jour, disponibles auprès des archives géologiques suisses et du canton de Vaud.

IV.1 STRATIGRAPHIE

Sur les plans N°6965-52 et 53, figurent les profils géotechniques idéalisés passant par les sondages disponibles.

Les couches idéalisées reportées et définies par une interprétation des coupes de sondages sont, en partant de la surface du terrain naturel :

Remblais :
Les remblais sont présents sur l'ensemble du site avec des épaisseurs variables. Les plus grandes épaisseurs de remblais sont observées au niveau du lit du Flon où elles atteignent jusqu'à 23 mètres. L'épaisseur de remblais diminue vers le nord. Au sud, d'importantes épaisseurs de remblais sont observées (jusqu'à 23m). A l'extrémité sud-est du périmètre, l'épaisseur de remblais s'amenuise (environ 0.50m). Ces remblais sont de composition hétérogène. Ils sont décrits plus en détail dans le chapitre X.

Colluvions :
Les colluvions ne sont pas présentes sur la totalité de la parcelle et ont une épaisseur moyenne de l'ordre du mètre. L'épaisseur maximale observée est de 4.30 mètres au droit de la coupe B au nord.
Elles ont tendance à disparaître en direction du nord-ouest, du sud-ouest et du sud-est. On en trouve une faible épaisseur au fond du vallon vers l'ouest et l'est.
La composition de ces colluvions varie entre les limons sableux peu argileux aux limons argileux. La présence de débris molassique et de cailloux alpins est aussi observée. On relève la présence d'horizons organiques.
La couche de colluvions dans le fond du vallon n'est cependant pas avérée. Sous l'appellation « colluvions » on peut aussi trouver des terrains remaniés non reconnus comme des remblais. Ceci dépend beaucoup de l'interprétation lors du relevé du sondage.

Moraine latérale :
La moraine latérale est observée uniquement à la limite sud de la parcelle immédiatement sous les remblais. Elle est atteinte entre 7 et 10 mètres de profondeur et traversée sur des épaisseurs comprises entre 2 et 8 mètres. Elle est composée principalement de sable plus ou moins limoneux avec des concentrations en gravier et argile assez variables. D'après les valeurs SPT, la moraine latérale est compacte à moyennement compacte.

Moraine de fond :
La moraine de fond est présente, au nord et au sud de la parcelle mais absente dans le vallon. Au sud, d'après l'interprétation des coupes géologiques, son épaisseur peut atteindre 10 à 15 mètres. Au nord, l'épaisseur de la moraine est plus limitée avec un maximum d'environ 5 mètres.

Sa composition varie d'argile limoneuse finement sableuse à du sable fin limoneux peu argileux avec des graviers, des débris molassiques et quelques blocs. La moraine est compacte à très compacte. Au nord-ouest le sommet de la moraine est altéré sur environ 1.50m d'épaisseur.

Molasse :
La roche molassique forme une cuvette dont le point bas est le lit du Flon. À cet endroit les terrains quaternaires ont été érodés et les remblais sont directement au contact de la molasse. L'épaisseur des terrains quaternaires augmente au nord et au sud en s'éloignant du Flon.
La molasse est constituée de marnes maigres tendres à des grès moyens massifs très durs avec tous les intermédiaires (marnes silto-gréseuses, silts gréseux, grès fins marneux...). La dureté de la roche est donc très variable. La frange supérieure de la molasse peut présenter une forte altération sur une épaisseur pouvant atteindre 3 mètres.

Remarques : certaines différences de nomenclature sont à remarquer dans les logs de sondages que nous avons utilisés. Elles peuvent subvenir par les périodes assez éloignées de réalisation des sondages (1950 à 2011), ainsi que par les différents bureaux qui ont levé les sondages. De ce fait, il a parfois été un peu difficile de corréler certains sondages.

V HYDROGEOLOGIE

A l'observation des logs des sondages, il n'apparaît pas de nappe phréatique caractérisée. En effet, certains sondages sont secs, d'autres présentent des venues d'eau et des niveaux piézométriques. Il est toutefois difficile de tirer des conclusions pertinentes des informations disponibles quant à l'hydrogéologie du site puisque les mesures d'eau réalisées dans certains piézomètres n'ont pas été réalisées à la même période (hautes eaux ou basses eaux), ni à la même année (les mesures et la réalisation des sondages peuvent varier de plusieurs décennies). De plus, certains sondages ont été équipés de tubes piézométriques, d'autres pas alors même que des venues d'eau étaient signalées. Il ressort néanmoins de l'observation des sondages que des venues d'eau de relative faible intensité sont présentes sur l'ensemble du site. Les niveaux piézométriques peuvent fluctuer selon les sondages entre 1.00 m de profondeur à plus de 17.00 m. Les circulations d'eau sont le plus souvent observées à la base des remblais ainsi que dans des horizons sableux de la moraine.

VI SEISME - CLASSES DE SOLS DE FONDATION

Les prescriptions relatives à la prise en compte des actions sismiques sont définies dans la norme SIA 261. Une classification des types de sols à considérer est donnée au chapitre 16.2.2 tableau 25 SIA 261.

Le tableau suivant, issu de cette norme, permet de déterminer, en l'absence d'un microzonage sismique, la classe du sol concerné par le projet.

Classe du sol de fondation	Description	V_s (m/s)	N_{SPT}	S_u (KN/m²)
A	Roche dure (p.ex. granite, gneiss, quartzite, calcaire siliceux, calcaire) ou roche tendre (p.ex. grès, Nagelfluh, marne jurassique, argile opalinus), sous une couverture de terrain meuble d'une épaisseur maximale de 5 m.	> 800	-	-
B	Dépôts étendus de sable et de gravier cimentés et/ou sol préconsolidé d'une épaisseur supérieure à 30 m.	400 ... 800	> 50	> 250
C	Dépôts de sable et gravier normalement consolidés et/ou matériau morainique d'une épaisseur supérieure à 30 m.	300 ... 500	15 ... 50	70 ... 250
Classe du sol de fondation	**Description**	**V_s (m/s)**	**N_{SPT}**	**S_u (KN/m²)**
D	Dépôts de sable fin non consolidé, de limon et d'argile d'une épaisseur supérieure à 30 m.	150 ... 300	< 15	< 70
E	Couche alluviale superficielle des classes de sols de fondation C ou D, d'une épaisseur de 5 à 30 m reposant sur une couche plus compacte des classes de sols de fondation A ou B.	-	-	-
F	Dépôts à structure sensible et organique (p.ex. tourbe, craie lacustre, masses glissées), d'une épaisseur à 10 m.	-	-	-

Sur la base de la nature des sols rencontrés en profondeur, des essais in situ effectués, la classe de sols de fondation E peut être considérée pour le projet. Nous proposons d'admettre la classe F pour tout bâtiment avec des fondations situés dans les remblais au Sud (zone du ruisseau Le Flon).

Zone sismique : cette partie du canton de Vaud est classée en zone Z1

VII RECOMMANDATIONS GÉOTECHNIQUES

La plateforme de Sévelin a été créée au début du 20ème siècle par le comblement du Vallon et du ruisseau du Flon avec des matériaux hétérogènes et pollués. Ces remblais coiffent, sur une épaisseur de 2 à 23 m le soubassement molassique (Molasse Grise de Lausanne) qui constitue le lit du Flon.

Au droit des flancs Sud et Nord du Vallon, on trouve entre les remblais et la molasse, des sols morainiques et des colluvions d'épaisseur oscillant entre 4 et 6 m environ. Les colluvions et les remblais en particulier sont des sols d'appui de qualité moyenne à médiocre pour les fondations superficielles. En revanche, la molasse et la moraine sont des sols de résistance élevée pour appuyer les fondations profondes sur pieux ou puits.

VIII TECHNIQUES DE FONDATION

Les constructions existantes sur la plateforme sont constituées essentiellement des bâtiments industriels (halles, dépôts, commerces et bâtiments administratifs). Ces bâtiments de plusieurs étages sont, pour la plupart, fondés superficiellement dans les remblais hétérogènes avec un sous-sol semi-enterré.

A notre connaissance, ces bâtiments ne posent pas de problème particulier de tassement excessif malgré la présence des remblais compressibles et hétérogènes sous les fondations conçues sous forme de radier général.

Il est possible que les projeteurs aient réalisés pour certains bâtiments des puits bétonnés pour descendre les charges jusqu'à la molasse lorsque celle-ci est proche de la surface ou des pieux fichés profondément dans la molasse.

Les bâtiments existants situés sur le flanc Sud (côté Tivoli) reposent vraisemblablement dans des sols de meilleure qualité à savoir la moraine.

Pour les bâtiments futurs à construire pour densifier le site, il est vivement recommandé de prévoir des fondations profondes (pieux) pénétrant dans la molasse. Ce type de fondation est également recommandé pour tout bâtiment qui enjambe le Flon pour ne pas induire des surcharges sur le voutage.

Les longueurs nécessaires des pieux peuvent être déterminées sur la base de la carte des isohypses du toit de la molasse donné en annexe du présent rapport.

En ce qui concerne la surélévation des bâtiments existants, cette option comporte le risque de tassement différentiel due à la nature hétérogène des remblais et leur épaisseur pouvant être variable d'un emplacement à l'autre. En effet, le toit de la molasse est proche de la surface en direction du flanc Nord du Vallon (voir coupe géologique B-B'). Pour les bâtiments à surélever, il importe de définir les conditions géotechniques sous les fondations à l'aide de sondages carottés pour préciser la profondeur de la molasse et la qualité des remblais. Le comportement des fondations doit être analysé (étude de tassements et risque de poinçonnement) en tenant compte du type de fondation existante (radier, semelle, etc...).

Il convient de préciser que les nouvelles constructions prévues sur la moitié Nord de la plateforme de Sévelin avec deux ou trois sous-sols peuvent être fondés soit directement sur la molasse soit par l'intermédiaire de puits peu profonds.

IX TERRASSEMENT

Les terrassements jusqu'à 3 m de profondeur environ peuvent être réalisés en forme de talus libre de pente 1/1 où les emprises nécessaires sont disponibles.

Pour des profondeurs plus importantes, jusqu'à 6 m environ, et si les emprises nécessaires ne sont pas disponibles, il sera nécessaire de prévoir des soutènements en forme de parois gunitées et clouées.

Si les terrassements nécessaires dépassent 6 à 7 m de profondeur et en fonction de la position du toit de la molasse plus profonde que le niveau du fond de fouille, il importe de prévoir des soutènements plus rigides, par exemple des parois berlinoises avec étayage à l'aide de tirants précontraints et/ou actifs.

Dans tous les cas, pour tout terrassement important à effectuer sur les flancs du Vallon, il convient d'envisager des soutènements sous forme de parois clouées ou berlinoises ancrées selon la profondeur de l'excavation. En effet, dans cette zone, il faudra craindre un risque de glissement des remblais sur la moraine ou des terrains meubles sur le toit de la molasse.

IX.1 PROTECTION CONTRE L'EAU, DRAINAGE

Selon les conditions hydrogéologiques observées dans les sondages existants, le site ne comporte pas de nappe phréatique établie. Les sondages exécutés ont montré la présence d'écoulements localisés à des niveaux variables notamment dans les remblais. Selon les données à notre disposition (Tranchée de Languedoc), il n'est pas exclu que le site soit le siège d'écoulements préférentiels en profondeur à travers les sols morainiques notamment et sur le toit de la molasse avec un niveau qui se situe entre 438 et 440 m/mer.

En cas de venues d'eau lors des terrassements, celles-ci seront captées et conduites vers des puisards pour évacuation en dehors des fouilles. Ces venues d'eau pourraient provoquer des instabilités locales sur la surface des talus par l'entraînement des sols fins. Ces instabilités pourront être évitées par la mise en place des masques en béton drainant notamment au pied des talus.

Il est important que les nouvelles constructions ne modifient pas le régime d'écoulement naturel des eaux souterraines afin d'éviter la propagation des éventuels panaches de pollution en dehors du site.

Il convient donc de prendre un certain nombre de mesures :

- La réalisation des nouveaux bâtiments va imperméabiliser de grandes surfaces, ce qui réduit d'autant les infiltrations naturelles des eaux pluviales et par conséquent, la mobilisation de l'eau de la "nappe".
- Les eaux pluviales des surfaces imperméabilisées ne doivent en aucun cas être infiltrées dans le terrain, toujours pour éviter la mobilisation des eaux de la "nappe". Il s'agira donc de concevoir, à la place, des bassins de rétention. Cette solution semble de toute manière nécessaire dans la plupart des endroits à cause de la faible perméabilité attendue des terrains. Par ailleurs, il est interdit par la loi d'infiltrer les eaux superficielles dans un site pollué.
- Les sous-sols des bâtiments dont le niveau serait sous le niveau de la "nappe" ou des venues d'eau seront entourés d'un drainage périphérique (masque drainant), afin d'éviter un effet de barrage qui obstruerait les écoulements existants. Dans le même ordre d'idée, il importe également de drainer sous le radier à l'aide d'un masque drainant connecté aux drainages périphériques. En revanche, il faudrait éviter de connecter ces drainages entre les pâtés de bâtiments, ce qui favorise des écoulements préférentiels et risque de modifier le régime naturel des eaux sur le site.
- Les eaux drainées ne devraient pas être évacuées. Dès lors, les bâtiments doivent être conçus avec une étanchéité extérieure pour éviter la pénétration d'eau dans les locaux enterrés.

IX.2 RÉUTILISATION DES MATÉRIAUX

Tous les matériaux de remblais pollués (voir détail chapitre X) ne pourront être réutilisés sur le site pour des remblayages contre ouvrage ou autre modification de terrain. En effet, les matériaux qui sont de type inerte (DCMI) ou plus pollués doivent être évacués une fois qu'ils sont terrassés. Les matériaux moins pollués de type toléré T peuvent être réutilisés sur le site avec l'autorisation de la DGE et sous certaines conditions uniquement (sous un revêtement étanche ou autre).

Tous les matériaux propres sous les remblais, soit les colluvions, la moraine ou la molasse peuvent théoriquement être réutilisés sur le site, par exemple pour des remblayages contre ouvrage. On veillera à utiliser des matériaux secs et à réaliser les remblayages par beau temps uniquement.

X SYNTHESE POLLUTION

X.1 CADRE LEGAL

Dans le contexte du développement du plan de quartier du secteur de Sévelin, les textes législatifs suivants font figure de référence :

- L'Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) du 10 décembre 1990 (état le 1er janvier 2010)
- L'Ordonnance sur les sites contaminés (OSites) du 26 août 1998 (état le 1er août 2012)
- La directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (directive sur les matériaux d'excavation) de juin 1999, Ed. : Office Fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)
- L'Ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) du 22 juin 2005 (état le 1er janvier 2010).

Il s'agit là des textes principaux qui traitent la problématique des matériaux d'excavation pollués et des remblais.

La totalité des parcelles concernées par le secteur de Sévelin est répertoriée au cadastre des sites pollués du canton de Vaud en tant que décharge/remblai de Chauderon/Sébeillon, sous la dénomination site ne nécessitant ni surveillance/ni assainissement.

De plus, certaines parcelles sont également mentionnées sous la rubrique aire d'exploitation polluée.

X.1.1 EXIGENCES OSITES

Pour rappel, les contraintes relatives à la constructibilité d'un site en fonction de son état de pollution/contamination, sont citées dans l'OSites. L'OSites définit les critères à partir desquels un site doit être considéré comme contaminé et donc devant être assaini. En particulier, l'OSites définit les concentrations limites des différents polluants pour les biens à protéger (eaux de surface, eaux souterraines, air et sol) à partir desquelles une surveillance ou un assainissement doit avoir lieu. Cette ordonnance vise donc à garantir que les sites pollués seront assainis s'ils causent des atteintes nuisibles ou incommodantes à l'environnement, ou s'il existe un danger concret que de telles atteintes apparaissent.

Pour un site pollué, trois statuts sont possibles :

- Site pollué ne nécessitant ni surveillance ni assainissement
- Site pollué nécessitant une surveillance
- Site contaminé nécessitant un assainissement

Dans le cadre du secteur de Sévelin, l'entier du site est répertorié en tant que site pollué ne nécessitant ni surveillance ni assainissement, soit par le fait de la présence de la décharge/remblai ou une aire d'exploitation. En l'état, aucun assainissement n'est légalement requis. Cependant, dans le cadre des constructions et réaménagements prévus, il conviendra de respecter une exigence de l'OSites, soit art. 3 *Création et transformation de constructions et d'installations* :
« Les sites pollués ne peuvent être modifiés par la création ou la transformation de constructions et d'installations que :

a. S'ils ne nécessitent pas d'assainissement et si le projet n'engendre pas de besoin d'assainissement ; ou

b. Si le projet n'entrave pas de manière considérable l'assainissement ultérieur des sites ou si ces derniers, dans la mesure où ils sont modifiés par le projet, sont assainis en même temps. »

D'une manière générale, pour les parcelles situées dans le secteur de Sévelin, tout projet de construction ne devrait pas engendrer de besoin d'assainissement puisque dans le cadre de la construction, le terrassement de remblais pollués ainsi que l'étanchéification de la zone (parking, toiture, etc.) vont dans le sens d'une amélioration de l'état existant. Le respect de l'exigence de l'art. 3 de l'OSites devra néanmoins être étudié au cas par cas pour chaque construction.

X.1.2 EXIGENCES OTD

Dans le contexte de ce projet, les textes législatifs suivants font figure de référence :

[1] L'Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) du 10 décembre 1990 (état au 1er juillet 2011).

[2] La Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (directive sur les matériaux d'excavation) de juin 1999, Ed. : Office Fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP).

[3] L'Ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) du 22 juin 2005 (état au 1er janvier 2010).

Il s'agit là des textes principaux qui traitent du sujet. On pourrait citer encore un certain nombre d'autres documents relatifs à la problématique des sites pollués et des remblais, mais leur importance est moindre pour ce projet.

La Directive sur les matériaux d'excavation [2] règle et décrit exclusivement les possibilités de valorisation des matériaux d'excavation, répartis en trois catégories selon leur degré de pollution.

1) **Matériaux non pollués (U) :** leur composition naturelle n'est pas modifiée chimiquement suite à des activités anthropiques, chimiquement ou par des corps étrangers (p. ex. déchets urbains, déchets verts, autres déchets de chantier). La teneur en polluants est inférieure aux valeurs indicatives **U** (cf. annexe 1 de la directive sur les matériaux d'excavation [2]). Leur valorisation n'a pas de restriction, mise à part celle liée à leur nature.

   Les matériaux d'excavation non pollués doivent, dans la mesure du possible être valorisés sur le chantier même où ils sont produits (p. ex. remblayages). Les aménagements paysagers, les modifications locales de terrain, les remblais et les digues sur le site doivent être approuvés dans le cadre de la procédure de permis de construire ou lors de son attribution. Les matériaux peuvent être valorisés en les utilisant en lieu et place des matériaux minéraux primaires, tels que la fabrication de ciments ou de tuiles ou en tant qu'ajout au béton.

2) **Matériaux tolérés (T) :** leur composition est modifiée suite à des activités anthropiques, chimiquement ou par des corps étrangers (p. ex. déchets urbains, déchets verts, autres déchets de chantier). La teneur en polluants est comprise entre les valeurs indicatives **U** et **T** (cf. annexe 2 de [2]). Ils sont constitués d'au moins 95 % poids de roches ou de rochers concassés, et d'au maximum 5 % poids de déchets tels que béton, tuiles, fibrociment, verre, moellons, matériaux de démolition de routes. Les autres déchets comme les métaux, papiers, plastiques, bois et textiles doivent autant que possible être retirés.

   Pour ces matériaux, la teneur en substances dangereuses pour l'environnement est cependant si faible qu'une valorisation avec quelques restrictions (chapitre VIII de [2]) est tolérable dans l'optique de la protection de l'environnement. Si le traitement ou la valorisation n'est pas possible, les matériaux tolérés peuvent être stockés en décharge **T ou DCMI** conformément à l'OTD.

3) **Matériaux d'excavation pollués:** leur teneur en polluants est supérieure aux valeurs indicatives T (cf. annexe 2 de [2]), ou ils contiennent plus de 5 % poids de corps étrangers (p. ex. déchets urbains, déchets verts, bois, autres déchets de chantier). Une valorisation sans traitement préalable n'est pas autorisée.

Lorsqu'une valorisation ou une réutilisation n'est pas possible, les matériaux d'excavation peuvent être **éliminés** dans les différentes filières définies dans l'OTD [1] selon la présence ou non, la nature et la concentration des substances polluantes. En fonction de leur concentration en polluants, les matériaux d'excavation pollués seront traités pour qu'ils deviennent tolérés ou non pollués, ou si cela n'est pas possible techniquement ou économiquement, ils seront éliminés en décharge contrôlée pour matériaux inertes (**DCMI**) ou en décharge contrôlée bioactive (**DCB**). Les valeurs limites pour ces deux filières d'élimination sont indiquées dans l'annexe 1 de [1] ; les exigences pour l'admissibilité en **DCMI** étant moindres qu'en **DCB**.

Si des matériaux d'excavation présentent des concentrations en polluants supérieures à la limite de **DCB**, ils devront être considérés comme des **déchets spéciaux** selon l'OMoD [3] et acheminés chez les repreneurs spécifiques (lavage, incinération, etc.).

X.2 RECONNAISSANCES EFFECTUEES

Dans le cadre de la présente étude, aucune nouvelle investigation n'a été réalisée. Le rapport a été établi sur la base des sondages existants. Pour la synthèse, plus de 80 sondages ont été utilisés. La totalité fait mention de la présence de remblais sur des épaisseurs variant entre quelques centimètres à plus de 20 m.

Les campagnes de sondages datent pour la majorité des années 1980. Certaines sont antérieures, et de rares campagnes sont ultérieures à 1990. L'OTD a été mise en application dès 1991, de ce fait la quasi-totalité des études disponibles n'a pas été réalisée selon les critères de l'OTD. De plus, au niveau chimique, nous ne disposons d'aucune analyse réalisée sur les remblais de Sévelin hormis les échantillons prélevés dans le cadre de l'étude géotechnique réalisée par notre bureau à la Rue de Sébeillon n°2. En outre, nous disposons également d'analyses réalisées dans le cadre de reconnaissance et du chantier Vonlanden SA à la Rue de Tivoli 32 (légèrement hors périmètre). Notre bureau s'est également largement occupé de suivis de terrassements dans la zone du Flon (chantiers Flon Merciers, Flon Pépinière, extension du parking), ce qui nous a permis d'apprécier la nature générale des remblais de la vallée du Flon. Toutefois, la zone d'étude est située en aval de la zone du Flon et peut présenter des différences de la qualité des remblais à cause d'une période différente de remblayage.

X.3 NATURE DES MATÉRIAUX

Les remblais sont présents sur l'ensemble de la zone d'étude, sur une épaisseur comprise entre quelques centimètres et plus de 20 m. L'épaisseur est la plus importante à l'axe de l'ancienne vallée du Flon, au niveau du voûtage du Flon, soit au Sud du périmètre d'étude. A l'amont du périmètre, en particulier le long de la Rue de Sébeillon, l'épaisseur diminue, de même qu'à l'extrémité Sud-est du site.

D'une manière générale, les caractéristiques de ces remblais sont les suivantes :

- Matrice essentiellement limono-sableuse, plus ou moins graveleuse
- Présence importante de débris de molasse (marnes et grès) et de moraine
- Présence de débris divers irrégulièrement disséminés dans la masse.

Certains sondages mentionnent la présence, localement, de scories, de gadoues ainsi que de matière organique. Sur la base des descriptifs des sondages, il semblerait que les scories soient présentes en horizon peu épais à des profondeurs variables sur l'ensemble du périmètre. En revanche, la notion de gadoues n'est mentionnée que dans quelques sondages au Sud-Ouest du périmètre. Cependant, du fait de l'hétérogénéité des dates des campagnes de sondages et des bureaux d'étude, il est possible que ce genre d'information ne soit pas relevé systématiquement dans les sondages, du fait que la problématique des sites pollués et de la gestion des matériaux d'excavation n'était pas d'actualité avant les années 1990.

X.4 DÉTERMINATION DES FILIÈRES

D'une manière générale, au vu des descriptif de remblais, soit une matrice essentiellement limono-sableuse, plus ou moins graveleuses, avec des débris divers tels que des briques, de la ferraille, de déchets de démolition, ainsi que des horizons plus ou moins noirs, les remblais peuvent être caractérisés comme étant à priori des matériaux de type inerte (DCMI), localement bioactifs (DCB). La présence de matériaux faiblement pollués de type toléré T est également possible par endroit dans lesquels la proportion de déchets est moindre. Cependant, la présence de ce type de matériaux paraît relativement locale et son évacuation n'est possible que sur la base d'un tri strict de la part de spécialistes.

En résumé, les filières des matériaux d'excavation présents au droit du site de Sévelin peuvent être schématisées comme suit :

Remblais :
Des débris sont présents, parfois en quantité importante, et les analyses chimiques réalisées sur ce même type de matériaux (sur le flanc de la vallée) montrent que des substances telles que métaux lourds, hydrocarbures, HAP sont souvent présentes dans des concentrations diverses, généralement de l'ordre de la DCMI. De ce fait, la majorité des remblais devrait pouvoir être acheminée en DCMI.

De nombreux sondages font mention de passages organiques, ou avec des odeurs de matières organiques. Aucune analyse n'a été réalisée sur ce type de matériaux. Cependant, les valeurs limites en COT (carbone organique total) et ammonium sont relativement basses pour la DCMI et ce genre de matériaux doit généralement être acheminé en DCB ou chez un repreneur agréé.

Ponctuellement, au droit des sondages de l'ensemble du site, on mentionne également des scories ou des gadoues sur des épaisseurs très variables. Les analyses réalisées sur ce genre de matériaux montrent généralement de fortes concentrations en métaux lourds dans les scories et en ammonium dans les gadoues. Les concentrations sont même parfois supérieures aux valeurs limites de la DCB. A ce titre, ce genre de matériaux doit en général être acheminé soit en DCB soit chez un repreneur agréé. Ce type de matériau devrait à priori se localiser sous forme de poches.

Terrain naturel, soit les colluvions, la moraine/moraine sableuse, la molasse :
Il s'agit du terrain naturel situé sous les remblais, en profondeur à l'axe de la Vallée et plus en surface de part et d'autres des versants. Ces matériaux naturels sont par défaut des matériaux d'excavation propre (type U). Il arrive que des matériaux naturels soient pollués par des substances telles que des hydrocarbures, des HAP, des métaux lourds, qui migrent depuis la surface du site dans des horizons plus profonds.

A notre connaissance, aucune analyse chimique n'a été réalisée sur des matériaux naturels. Cependant, sur la base des observations, les matériaux naturels ne semblent pas avoir été pollués par les matériaux de remblais sus-jacents. Effectivement, il n'y a pas de traces ni de signes de pollution (odeur, couleur suspectes, etc.) dans les matériaux de type colluvions, moraine ou molasse. Les matériaux sont de plus plutôt imperméables et la pollution ne devrait pas migrer à l'intérieur de ces horizons.

Enrobés bitumineux :
La quasi-totalité du périmètre d'étude de Sévelin est construite, et par conséquent est recouverte d'enrobés bitumineux. Aucune analyse n'a été réalisée sur ces matériaux et, sur la base des informations des sondages existants, il n'est absolument pas possible de déterminer la teneur en HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) contenue dans le liant bitumineux. Pourtant, en cas d'extension du tissu bâti, il est probable qu'une quantité élevée de ces matériaux devra être éliminée. La concentration en HAP est déterminante pour la filière d'élimination. Trois variantes sont possibles :

1) Concentration en HAP dans le liant bitumineux < 5'000 mg/kg : recyclage sous forme liée à froid in situ (avec liant hydrocarboné), valorisation sous forme non liée ou stockage définitif en DCMI
2) Concentration en HAP dans le liant bitumineux comprise entre 5'000 et 20'000 mg/kg : recyclage sous forme liée à chaud en centrale
3) Concentration en HAP dans le liant bitumineux > 20'000 mg/kg : stockage définitif en DCB

X.5 RECOMMANDATIONS

OSites :

La quasi-totalité du site est inscrite au cadastre des sites pollués du canton de Vaud en tant que site pollué ne nécessitant ni surveillance ni assainissement. Comme mentionné dans le chapitre *X.1.1*, « les sites pollués ne peuvent être modifiés par la création ou la transformation de constructions et d'installations que :

a. S'ils ne nécessitent pas d'assainissement et si le projet n'engendre pas de besoin d'assainissement ; ou

b. Si le projet n'entrave pas de manière considérable l'assainissement ultérieur des sites ou si ces derniers, dans la mesure où ils sont modifiés par le projet, sont assainis en même temps. »

En cas de projet, il conviendra de vérifier au cas par cas le respect de cet article. Cela pourra dépendre du nombre de sous-sols (les conditions hydrogéologiques seront-elles perturbées ?) mais également des aménagements extérieurs (de grandes surfaces seront-elles rendues perméables ?). En cas de doute sur les conséquences de la réalisation du projet sur les biens à protéger (eaux souterraines, air, etc.), une investigation OSites devra être réalisée. Cela ne devrait toutefois pas être généralisé à l'ensemble du site. La DGE (direction générale de l'environnement) devra être consultée.

OTD :

Tout projet qui génère des déchets est régi par l'OTD. Dans le cadre de chantiers de construction, les terrassements génèrent des matériaux d'excavation qui doivent respecter les principes de l'OTD pour leur élimination.

En fonction de la connaissance de sites similaires ainsi que des informations relevées sur les sondages à disposition, il s'avère que la totalité du périmètre contient des remblais sur une épaisseur plus ou moins importante et que ces derniers sont, dans la grande majorité des cas, pollués au sens de la législation en vigueur.

L'élimination de matériaux d'excavation pollués génère des surcoûts relativement importants dans le cadre d'un chantier de terrassement. A titre d'exemple, les coûts d'élimination pour les filières les plus habituelles pour ce type de site sont données dans le tableau ci-après :

Type de matériaux	Coût unitaire d'élimination (transport + taxe)
Toléré T	~75.- /m³ en place
Inerte DCMI	~115.-/m³ en place
Bioactif DCB	~340.-/m³ en place
A cela il faut déduire le coût de l'élimination de matériaux propres	
Propre U	~50.-/m³ en place

En fonction du type et des concentrations en polluants, d'autres filières sont possibles mais leur coût ne peut être estimé qu'en fonction des résultats d'analyses chimiques.

A cela, il faut également ajouter les activités annexes qu'engendre la présence de matériaux pollués, soit :

Type de prestation	Coût unitaire
Tri	~5.-/m³ en place
Analyses de contrôle sur matériaux extraits des terrassements	~1'000.-/pièce
Honoraires de suivi par spécialistes	Au prorata du volume à terrasser

En plus des incidences financières qu'engendrent des matériaux d'excavation pollués sur un chantier, d'autres contraintes sont à noter en phase chantier :

- Analyses chimiques préalables sur matériaux d'excavation : délai de 10 jours environ
- Demande écrite d'autorisation préalable auprès des décharges pour l'acheminement des matériaux pollués : délai d'une semaine environ
- En fonction de la décharge, analyses de contrôle à la décharge requises sur les matériaux acheminés
- En fonction du type de matériaux, documents de suivi des matériaux requis (bioactifs et spéciaux)

De ce fait, dans le cadre d'un projet de terrassement dans des matériaux susceptibles d'être pollués, il est impératif de mettre en œuvre des études de pollution selon l'OTD sur les futurs matériaux à extraire. Ces études peuvent être réalisées dans l'idéal à l'aide de fouilles à la pelle mécanique ou de sondages carottés, ainsi que des analyses in situ et en laboratoire sur des échantillons de matériaux. Ces études doivent permettre de cerner au mieux le type de matériaux présents au droit de la zone concernée, d'en estimer l'ordre de grandeur des coûts d'élimination, ainsi que d'obtenir toutes les autorisations nécessaires auprès des décharges.

XI SYNTHÈSE

La synthèse des études réalisées sur le site de Sévelin a permis de mettre en évidence :

- La présence de remblais pollués sur la totalité du site pouvant atteindre localement une épaisseur de plus de 20 m au droit du lit du Flon, coiffant parfois des colluvions de faible épaisseur.
- La présence de moraine latérale et de moraine de fond de relativement bonne qualité qui coiffent la molasse.

La présence de matériaux pollués (même faiblement) engendre de fortes plus-values en cas de projet avec terrassement. A l'heure actuelle, il n'est pas possible de caractériser précisément la nature de remblais car nous ne disposons que de très peu d'analyses chimiques, étant donné que la plupart des études utilisées datent d'avant 1990 (date de la mise en application de l'OTD). Selon notre expérience de chantiers dans des sites similaires (Quartier du Flon par exemple), et des descriptifs des sondages à disposition, il semblerait que la majorité des remblais soit de qualité principalement inerte (DCMI) avec localement des matériaux bioactifs (DCB) dans les horizons de scories et de gadoues. Des études complémentaires devront être réalisées afin de mieux cibler les coûts inhérents à la présence de ce genre de matériaux dans le cadre des futurs projets.

Pour toute construction nouvelle, il est recommandé de les fonder sur des fondations profondes (pieux) pénétrant dans la molasse. Les bâtiments à surélever nécessiteront une étude détaillée pour estimer les tassements selon la stratigraphie du sous-sol.

Les recommandations relatives aux terrassements ainsi que les problèmes liés aux eaux pluviales sont décrits en détail dans le présent rapport au chapitre VII.

Des reconnaissances complémentaires par sondages carottés seront nécessaires pour mieux préciser la qualité des sols en place et notamment la profondeur précise de la molasse aux emplacements des futures constructions.

Pour tout ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, la pollution généralisée du sous-sol rend impossible l'infiltration des eaux claires. Des solutions de rétention devront être privilégiées.

* * *

Les solutions données dans ce rapport sont basées sur une interprétation des sondages et essais en laboratoire ainsi que notre expérience de cas similaires. Elles reflètent les connaissances dont nous disposons du projet, illustrées par les documents mis à notre disposition et figurant au paragraphe II.

Néanmoins, les sols sont par nature hétérogènes et des variations locales peuvent échapper à toutes investigations. C'est pourquoi les terrassements devront être suivis de près par l'ingénieur pour qu'il soit à même de déceler à temps toutes anomalies dans la nature, la qualité et le comportement des sols rencontrés.

KARAKAS & FRANCAIS SA

Rapport rédigé par :	Mustafa Gencer Sophie Gavillet Caroline Reymond Virginie Grivel	Dr. Ingénieur civil Ingénieure en environnement Géologue Géologue
Annexes au rapport :	Plan N°6965-51 Plans N°6965-52-53 Plans N°6965-54-55	Situation Profils géologiques Isohypses pied des remblais et toit de la molasse
Transmission :	3 expl. à	Ville de Lausanne, Service de l'Urbanisme, M. Yves Bonard

karakas &français sa
géostructures géotechnique

Commune de Lausanne

PLAN DE QUARTIER
SECTEUR SEVELIN

Synthèse géotechnique et pollution
Annexes

SG/CR/VG/sb/6965 – MG
Lausanne, Mai 2013

Commune de Lausanne	No. 6965-51
Plan de quartier - secteur Sévelin	Ech. 1:2000
Plan de situation des sondages existants	

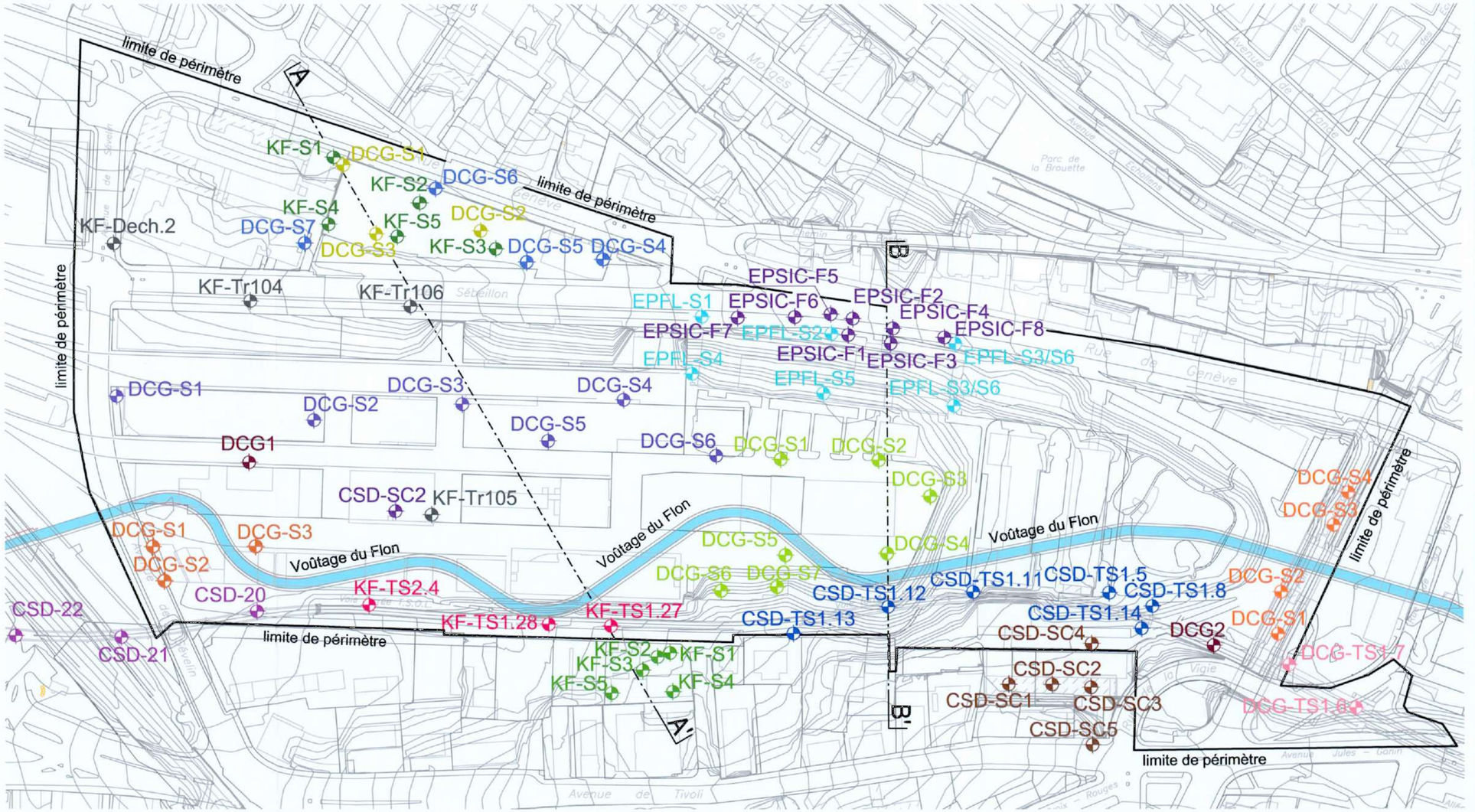
	DATE:	DESS:	CONTR:
	20.05.2013	TI	CR
A:			
B:			
C:			

karakas & français sa géostructures géotechnique
LAUSANNE Av. des Boveresses 44 1010 Lausanne Tél. 021 654 44 88 Fax. 021 654 44 99 geotechnique@karakas-francais.ch
GENEVE Ch. des Poteaux 10 1213 Petit-Lancy Tél. 022 301 52 61 Fax. 022 301 52 62
MARTIGNY Av. de la Gare 19 1920 Martigny Tél. 027 723 20 11 Fax. 027 723 21 11

V.01

LEGENDE :

- Sondages KFSA exécutés en 2009
- Sondages KFSA exécutés en 2002
- Sondages KFSA exécutés en 2011
- Sondages KFSA exécutés en 1987
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1974
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1981
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1984
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en juin 1985
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1985
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1987
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1989
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1986
- Sondages CSD exécutés en 1987
- Sondages CSD exécutés en août 1987
- Sondages CSD exécutés en 1988
- Sondages CSD exécutés en 1994
- Sondages EPFL exécutés en 1965
- Sondages EPSIC exécutés en 1998



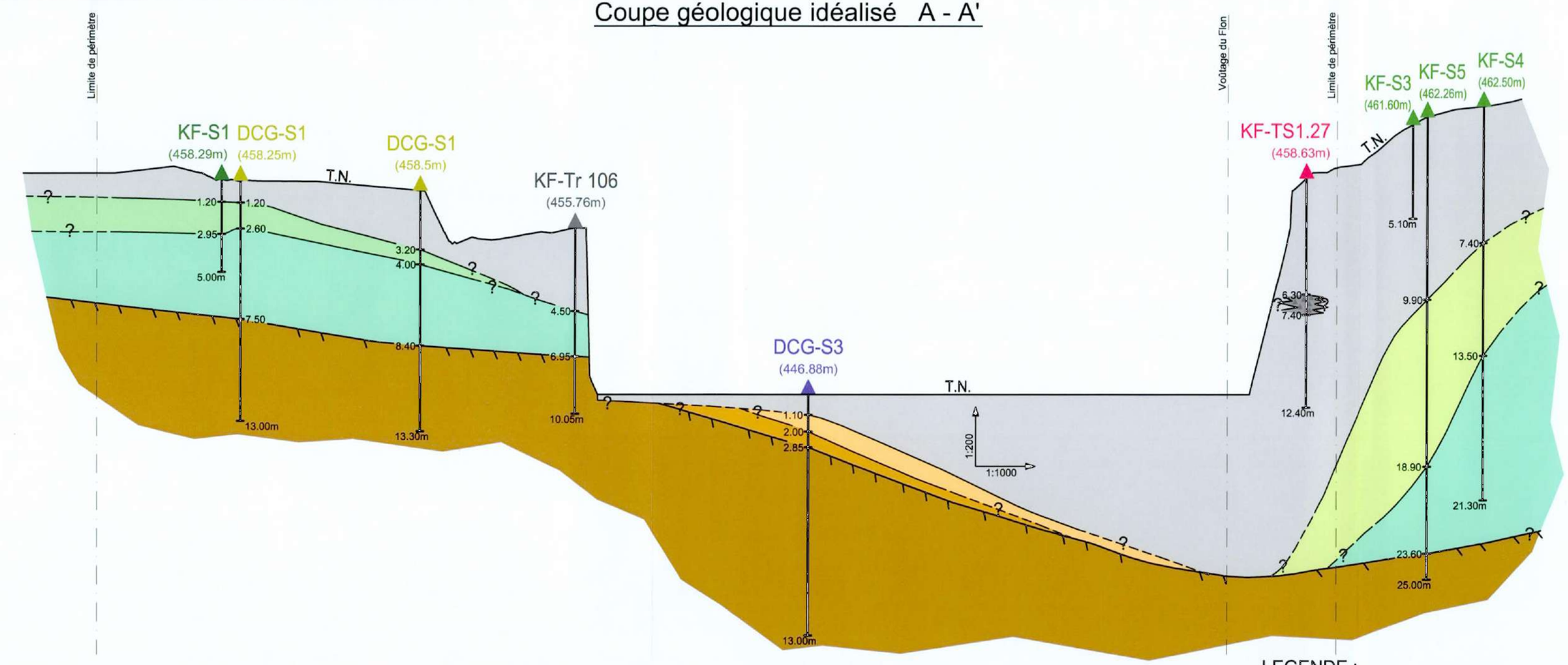
Commune de Lausanne	No. 6965-52
Plan de quartier - secteur Sévelin	Ech. 1:200/1000
Coupe géologique idéalisée A - A'	

karakas &français sa géostructures géotechnique
LAUSANNE — Av. des Boveresses 44, 1010 Lausanne, Tél. 021 654 44 88, Fax. 021 654 44 99
GENEVE — Ch. des Poteaux 10, 1213 Petit-Lancy, Tél. 022 301 52 61, Fax. 022 301 52 62
MARTIGNY — Av. de la Gare 19, 1920 Martigny, Tél. 027 723 20 11, Fax. 027 723 21 11
geotechnique@karakas-francais.ch

	DATE:	DESS:	CONTR:
	20.05.2013	TI	CR
A:			
B:			
C:			

V.01

Coupe géologique idéalisé A - A'



LEGENDE :

- Remblais
- Remblais avec scories, gadoue et matière organique
- Colluvions
- Moraine sableuse
- Moraine altérée
- Moraine de fond
- Molasse altérée
- Molasse

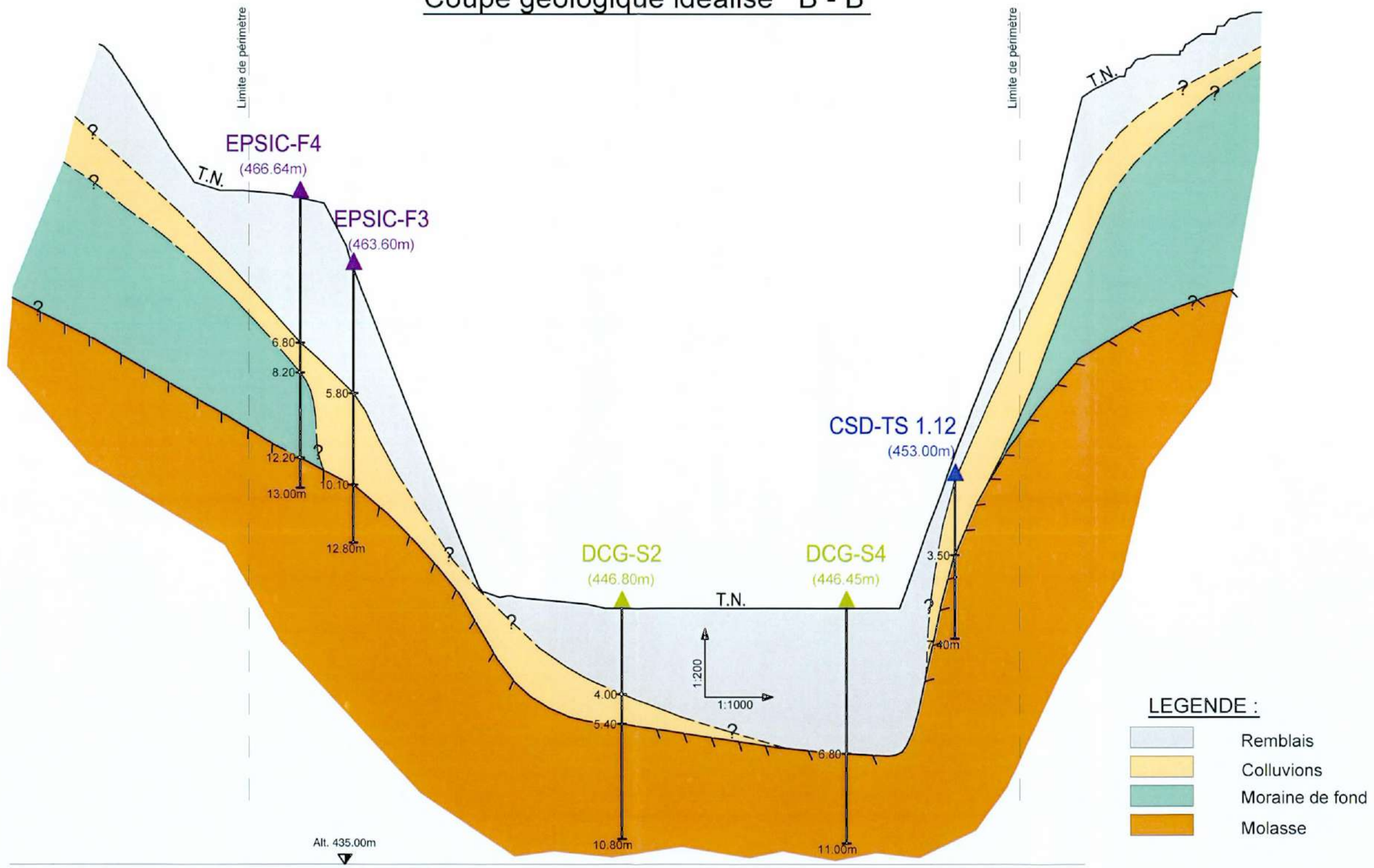
Commune de Lausanne	No. 6965-53
Plan de quartier - secteur Sévelin	Ech. 1:200/1000
Coupe géologique idéalisée B - B'	

karakas & français sa géotechnique géostructures
LAUSANNE Av. des Boveresses 44 1010 Lausanne Tél. 021 654 44 88 Fax. 021 654 44 99
GENEVE Ch. des Poteaux 10 1213 Petit-Lancy Tél. 022 301 52 61 Fax. 022 301 52 62
MARTIGNY Av. de la Gare 19 1920 Martigny Tél. 027 723 20 11 Fax. 027 723 21 11
geotechnique@karakas-francais.ch

	DATE:	DESS:	CONTR:
	20.05.2013	TI	CR
A:			
B:			
C:			

V.01

Coupe géologique idéalisé B - B'



Commune de Lausanne	No. 6965-54
Plan de quartier - secteur Sévelin	Ech. 1:2000
Isohypses du pied des remblais	

karakas & français sa géostructures géotechnique

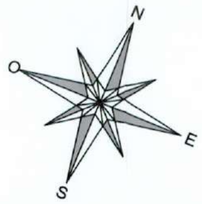
LAUSANNE
Av. des Boveresses 44
1010 Lausanne
Tél. 021 654 44 88
Fax. 021 654 44 99
geotechnique@karakas-francais.ch

GENEVE
Ch. des Poteaux 10
1213 Petit-Lancy
Tél. 022 301 52 61
Fax. 022 301 52 62

MARTIGNY
Av. de la Gare 19
1920 Martigny
Tél. 027 723 20 11
Fax. 027 723 21 11

	DATE:	DESS:	CONTR:
	20.05.2013	TI	CR
A:			
B:			
C:			

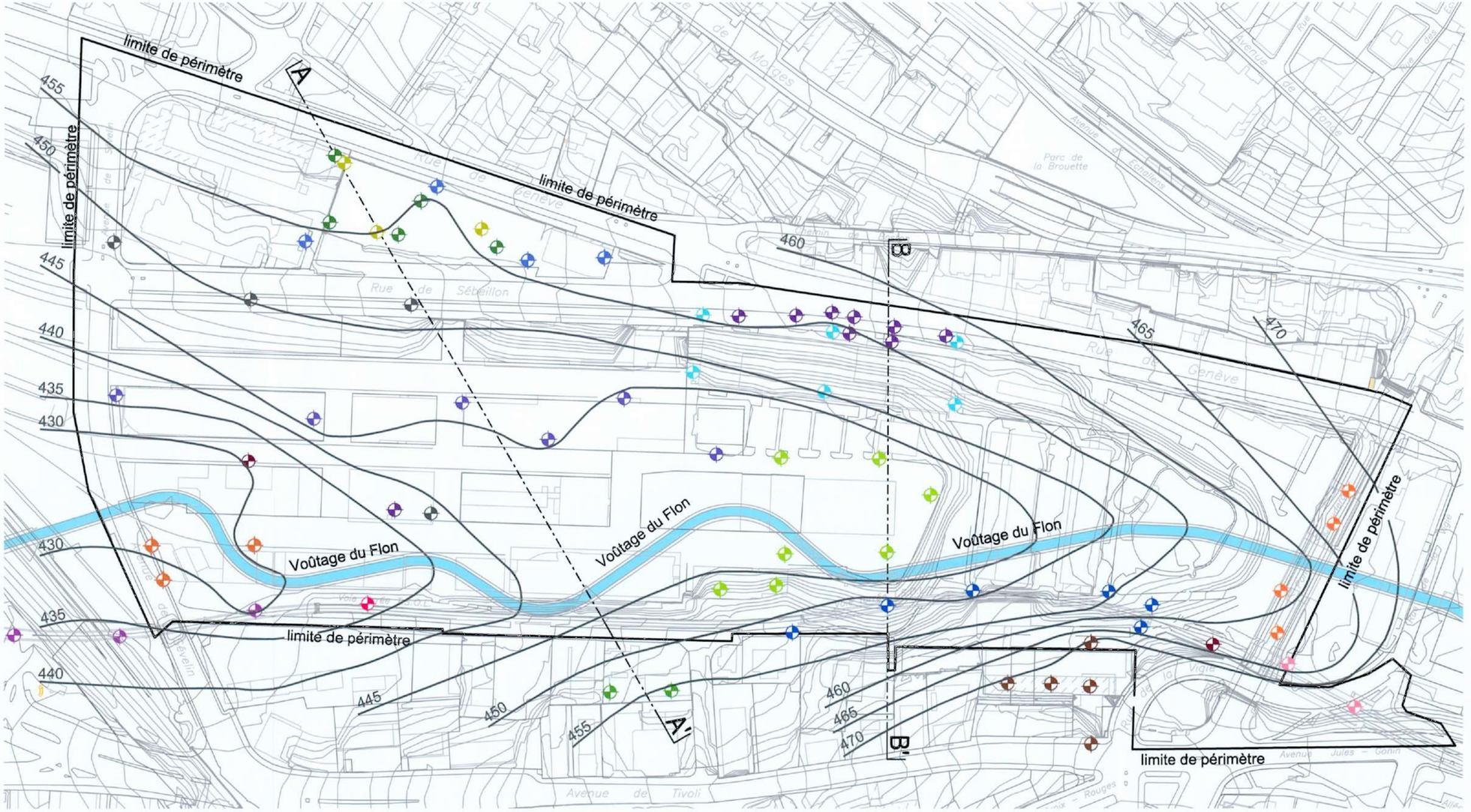
V.01



LEGENDE :

Sondages ayant atteint le pied des remblais

- Sondages KFSA exécutés en 2009
- Sondages KFSA exécutés en 2002
- Sondages KFSA exécutés en 2011
- Sondages KFSA exécutés en 1987
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1974
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1981
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1984
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en juin 1985
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1985
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1986
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1987
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1989
- Sondages CSD exécutés en 1987
- Sondages CSD exécutés en août 1987
- Sondages CSD exécutés en 1988
- Sondages CSD exécutés en 1994
- Sondages EPFL exécutés en 1965
- Sondages EPSIC exécutés en 1998

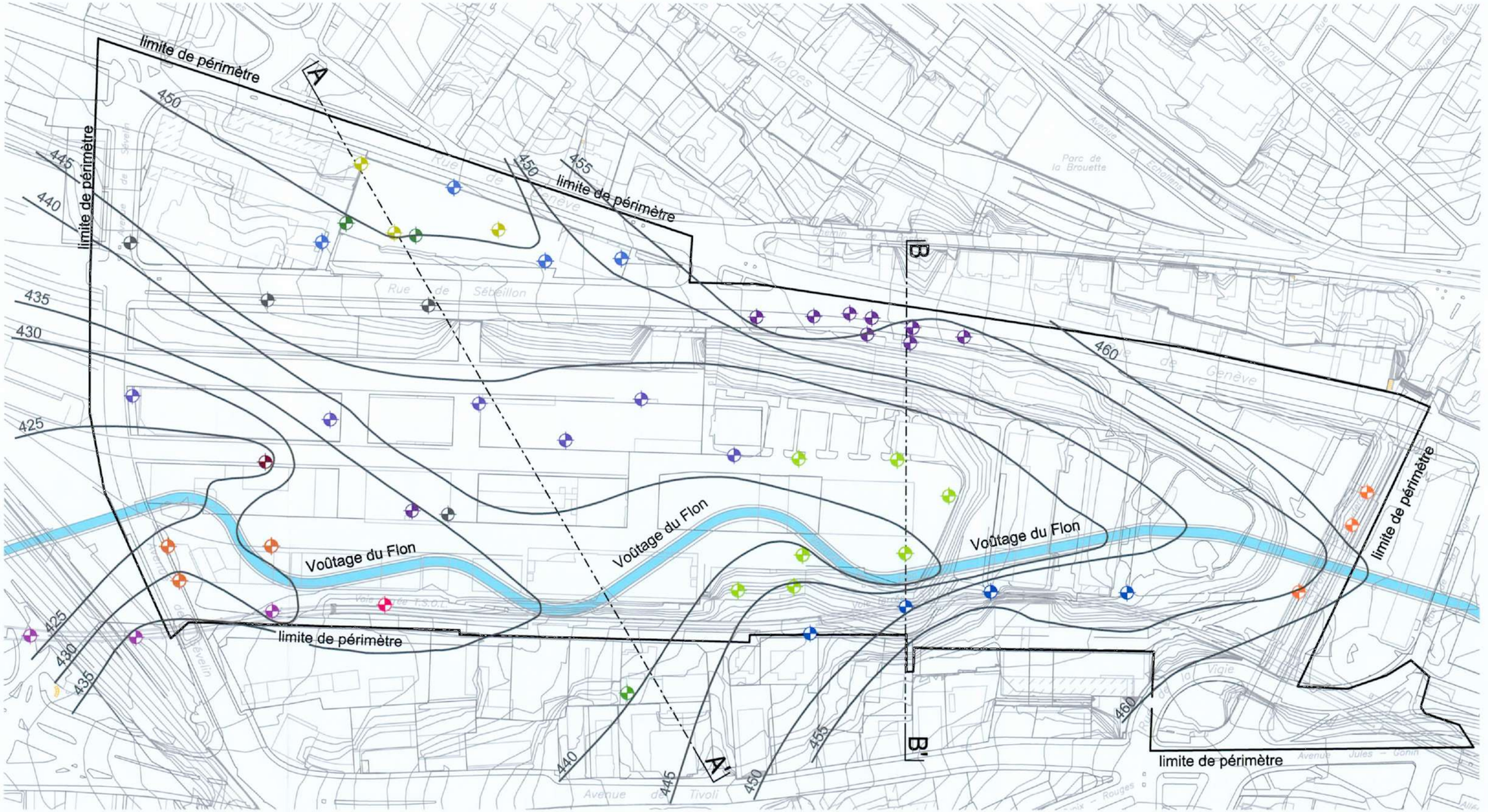


Commune de Lausanne	No. 6965-55
Plan de quartier - secteur Sévelin	Ech. 1:2000
Isohypses du toit de la molasse	

karakas &français sa géostructures géotechnique
LAUSANNE: Av. des Bovéresses 44, 1010 Lausanne, Tél. 021 654 44 88, Fax. 021 654 44 99, geotechnique@karakas-francais.ch
GENEVE: Ch. des Poteaux 10, 1213 Petit-Lancy, Tél. 022 301 52 61, Fax. 022 301 52 62
MARTIGNY: Av. de la Gare 19, 1920 Martigny, Tél. 027 723 20 11, Fax. 027 723 21 11

	DATE:	DESS:	CONTR:
	20.05.2013	TI	CR
A:			
B:			
C:			

V.01



LEGENDE :

Sondages ayant atteint le toit de la molasse

- Sondages KFSA exécutés en 2009
- Sondages KFSA exécutés en 2002
- Sondages KFSA exécutés en 2011
- Sondages KFSA exécutés en 1987

- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1974
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1981
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1984
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en juin 1985
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1985
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1987
- Sondages DeCérenville Géotechnique exécutés en 1989

- Sondages CSD exécutés en 1987
- Sondages CSD exécutés en août 1987
- Sondages CSD exécutés en 1988

- Sondages EPSIC exécutés en 1998

Annexe 2

Calcul bruit parking souterrain

Données de base

attribut	valeur	
M jour	31.7	correspond au nombre de véhicule par heure pour le jour (7h-19h)
M nuit	1.7	correspond au nombre de véhicule par heure pour la nuit (19h-7h)
F	12.5	surface de l'entrée en m2
da	0.0	longueur du revêtement phonoabsorbant
a	0.0	angle par rapport à la direction de circulation
dgR	24	distance entre l'ouverture du parking et le récepteur
Lzu	6	longueur entrée/sortie
i	2	pente
dzu	18	distance entre l'entrée/sortie et le récepteur

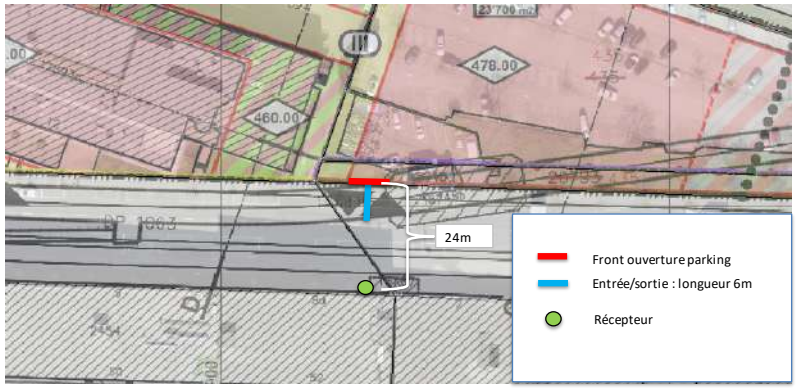
Calcul immission du parking

	Jour	Nuit	
Entrée/sortie			
di : (i-3)/2 (>0)	-0.5		
Lw,zu : 49+10*log(Lzu)+10*log(M)+di	71.3	58.5	
Li,zu : Lw,zu-8-20*log(dzu)	38.2	25.4	
Ouverture garage/rampe			
da	0.0	0.0	réduction en cas de revêtement phonoabsorbant -4 pour une longueur de 5m depuis la porte; -6 pour une longueur de 10m depuis la porte
Lw,gR : 50+10*log(F)+10*log(M)+da	76.0	63.2	
dRm	0.0		0 dB(A) pour un angle de 0-30°; -4 dB(A) pour un angle de 30-60°; -8 dB(A) pour un angle 60-90°
dFas	0.0		gain de 5 dB(A) pour les fenêtres au dessus ou à côté de l'ouverture du garage; 0 dB(A) pour les autres
Li,gR : Lw,gR-5-20*log(dgR)+dRm+dFas	43.4	30.6	immission du garage souterrain
Total			
Li,gR : 10*log(10^(Li,zu/10)+10^(li,gR/10))	44.5	31.7	

Niveau d'évaluation Lr pour le garage souterrain

	Jour	Nuit
Li,gR	44.5	31.7
K1	0	5
K2	2	2
K3	0	0
Lr	**46.5**	**38.7**
VLI DS III	70	60

TJM véh/jour		
400		
	Détermination M	
	% jour	%nuit
	95%	5%
véh/jour	380	20
véh/heure	**31.7**	**1.7**
surf entrée	L	H
12.5	6.25	2



Annexe 3

Calcul bruit parking souterrain

Données de base

attribut	valeur	
M jour	31.7	correspond au nombre de véhicule par heure pour le jour (7h-19h)
M nuit	1.7	correspond au nombre de véhicule par heure pour la nuit (19h-7h)
F	12.5	surface de l'entrée en m2
da	0.0	longueur du revêtement phonoabsorbant
a	90.0	angle par rapport à la direction de circulation
dgR	4	distance entre l'ouverture du parking et le récepteur
Lzu	6	longueur entrée/sortie
i	2	pente
dzu	5	distance entre l'entrée/sortie et le récepteur

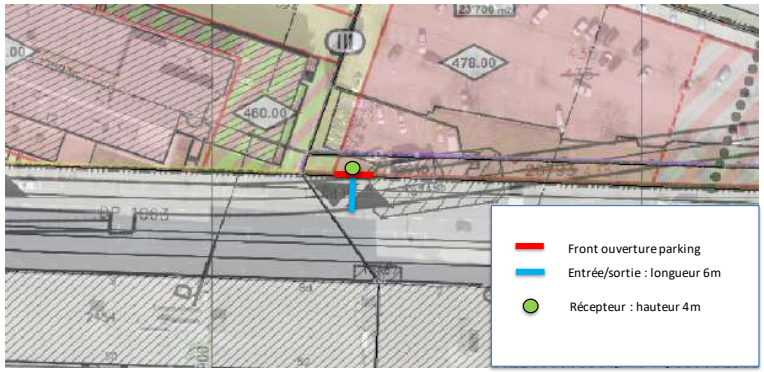
Calcul immission du parking

	Jour	Nuit	
Entrée/sortie			
di : (i-3)/2 (>0)	-0.5		
Lw,zu : 49+10*log(Lzu)+10*log(M)+di	71.3	58.5	
Li,zu : Lw,zu-8-20*log(dzu)	49.3	36.5	
Ouverture garage/rampe			
da	0.0	0.0	réduction en cas de revêtement phonoabsorbant -4 pour une longueur de 5m depuis la porte; -6 pour une longueur de 10m depuis la porte
Lw,gR : 50+10*log(F)+10*log(M)+da	76.0	63.2	
dRm	-8.0		0 dB(A) pour un angle de 0-30°; -4 dB(A) pour un angle de 30-60°; -8 dB(A) pour un angle 60-90°
dFas	-5.0		gain de 5 dB(A) pour les fenêtres au dessus ou à côté de l'ouverture du garage; 0 dB(A) pour les autres
Li,gR : Lw,gR-5-20*log(dgR)+dRm+dFas	45.9	33.1	immission du garage souterrain
Total			
Li,gR : 10*log(10^(Li,zu/10)+10^(li,gR/10))	51.0	38.2	

Niveau d'évaluation Lr pour le garage souterrain

	Jour	Nuit
Li,gR	51.0	38.2
K1	0	5
K2	2	2
K3	0	0
Lr	**53.0**	**45.2**
VP DS III	65	55

TJM véh/jour		
400		
	Détermination M	
	% jour	%nuit
	95%	5%
véh/jour	380	20
véh/heure	**31.7**	**1.7**
surf entrée	L	H
12.5	6.25	2



Annexe 4

[Paramètres des trajets]		[Swiss10 Converter]				[Projet]		[Correction du revêtement]
Revêtement:	KB50_-1dB	Vitesse signalisée:	50			Projet	11350.03	0.2
Angle d'élévation [°]:	0	TJM:	4650			Tronçon	avenue Recordon	0.2
Température [°C] :	10		Jour	Nuit		Commune		0.2
Pente [%]:	0	Nombre de véhicules par heure:	273.08	36.75		Kilomètre		0.2
Répartition égale des sens de marche :	True	Part des véhicules lourds [%] :	6.17	6.12		Date	03. May 2023	0.2
Correction du niveau K2 :	-5	Clé de répartition:	RL 50km/h, 2 voies			Traité par	AG	0.2
						Remarque		0.2
						Langue	FR	0.2
								0.2

[Vitesse]	Jour	Nuit	[Trafic]	Jour	Nuit	
1 Bus	50	50	1 Bus	0.9	0.13	0
2 Motocycle	50	50	2 Motocycle	3.98	0.59	0.7
3 Voiture de tourisme	50	50	3 Voiture de tourisme	118.88	16.37	0.1
4 Voiture de tourisme avec remorque	50	50	4 Voiture de tourisme avec remorque	0.73	0.04	**1.6**
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	50	50	5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	7.8	0.79	1.7
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	50	50	6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	0.51	0.03	1
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	50	50	7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	0.2	0.02	0.8
8 Camion	50	50	8 Camion	2.31	0.19	0
9 Train routier	50	50	9 Train routier	0.65	0.15	0.3
10 Véhicule articulé	50	50	10 Véhicule articulé	0.58	0.06	0.6
Bus articulé Diesel	50	50	Bus articulé Diesel	0	0	0.1
Bus standard Diesel	50	50	Bus standard Diesel	0	0	0.1
Bus à gaz, 3 Axes	50	50	Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0.1
Bus hybride	50	50	Bus hybride	0	0	0.1
Trolleybus articulé électrique	50	50	Trolleybus articulé électrique	0	0	
Trolleybus bi-articulé électrique	50	50	Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	
SOR EBN 8 Midibus électrique	50	50	SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	50	50	Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	
Caetano Bus électrique standard	50	50	Caetano Bus électrique standard	0	0	
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	50	50	Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	
Traktor	40	40	Traktor	0	0	
Traktor mit beladenem Anhänger	40	40	Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	
Erntefahrzeug	30	30	Erntefahrzeug	0	0	
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	50	50	3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	50	50	3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	
Combino, Bern, 8 Axes	50	50	Combino, Bern, 8 Axes	0	0	
BVB Combino Basel, 8 Axes	50	50	BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	
BLT Tango Basel, 10 Axes	50	50	BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	
Flexity Basel, 8 Axes	50	50	Flexity Basel, 8 Axes	0	0	
Cobra Zürich, 6 Axes	48	48	Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	
Tram2000 Zürich	50	50	Tram2000 Zürich	0	0	

[Aperçu des résultats]	LwA	Leq (7.5m)	Corrections K1	Lr,e (1m)	Lr (7.5m)
Jour	72.92304265	61.01672787	0	69.92304265	61.01672787
Nuit	64.01554114	52.10826186	-4.347426566	56.66811458	47.76083529

[Résultats en bandes tiers d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	36.88621186	26.60625191	37.27542057
63	40.54661451	35.4507963	41.71709657
80	42.44799752	38.87781122	44.03018288
100	43.66407222	39.89255085	45.18576873
125	47.55841645	40.6053264	48.35635205
160	47.31488042	42.24151678	48.49067784
200	46.79466106	46.56042139	49.68942023
250	49.28662708	49.1759541	52.24194308
315	51.50510905	51.3072339	54.41759829
400	52.31999814	53.63508373	56.03742944
500	54.51837698	55.68932787	58.1534976
630	56.303011	58.89101633	60.79730437
800	56.90249074	62.81328599	63.80457028
1000	54.09594057	66.73135191	66.96184998
1250	51.21759976	65.63884447	65.79298959
1600	50.97306821	63.48493717	63.72190806
2000	51.60470148	61.59854687	62.01303359
2500	50.86113725	57.57151794	58.41114907
3150	49.74013141	54.64833456	55.86387725
4000	47.85507811	52.03752023	53.44175071
5000	45.91758218	47.68832307	49.90288192
6300	42.92209511	44.37722684	46.72062189
8000	39.68362743	41.5617361	43.73372398
10000	37.37680834	37.41777572	40.4076403
LwA	64.50576517	72.24793209	72.92304265
% du niveau total	14.3970082	85.6029918	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	28.07480297	17.82265767	28.46640296
63	31.78896232	26.70649258	32.96260165
80	33.81947222	30.13671778	35.36759605
100	35.06270724	31.15593831	36.5448636
125	39.08068939	31.76327439	39.81957133
160	38.63132934	33.33129841	39.75442549
200	38.00393201	37.79760622	40.91229423
250	40.35429518	40.39644858	43.38572298
315	42.44633307	42.35751825	45.41245265
400	43.26583063	44.68011431	47.04059016
500	45.35092372	46.75606286	49.12037535
630	47.30766952	49.79406674	51.73672697
800	47.79417724	53.89818126	54.85072822
1000	45.0147946	57.85036571	58.07074048
1250	41.89214221	56.75589659	56.89534634
1600	41.7806186	54.6052636	54.82617961
2000	42.36748319	52.79804765	53.17454922
2500	41.58797523	48.81822383	49.57085876
3150	40.70612521	45.87366137	47.02730667
4000	38.81257719	43.25036597	44.58553966
5000	36.86713958	38.97472067	41.057843
6300	34.00318075	35.61598119	37.89432105
8000	30.77354798	32.80273411	34.91589235
10000	28.51976415	28.6249475	31.58297421
LwA	55.43985735	63.36651341	64.01554114
% du niveau total	13.88134734	86.11865266	100

[Résultats en bandes d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulen	LwA (tot)
63	45.28848073	40.67771	46.5785369
125	51.27533371	45.79858	52.3587885
250	54.37871564	54.20174	57.3014311
500	59.44737718	61.38685	63.5347927
1000	59.44097661	70.12244	70.4786493
2000	55.93004223	66.28144	66.6645716
4000	52.88426194	57.07759	58.4788146
8000	45.36071686	46.74345	49.1171815
LwA	64.50576517	72.24793	72.9230427
% du niveau total	14.3970082	85.60299	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (rouleme	LwA (tot)
63	36.59083978	31.933994	37.8691023
125	42.69450371	36.954109	43.7211098
250	45.40700814	45.338603	48.3832401
500	50.38597283	52.358499	54.4935745
1000	50.30867095	61.234434	61.5718968
2000	46.69605342	57.445981	57.7968385
4000	43.84428746	48.306088	49.6349193
8000	36.45409066	37.979206	40.2935542
LwA	55.43985735	63.366513	64.0155411
% du niveau total	13.88134734	86.118653	100

Tableau des résultats Jour

Catégorie de véhicul	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	54.99207592	43.10286527	52.365484
2 Motocycle	57.30893585	45.3360692	54.6823439
3 Voiture de tourisn	71.26445136	59.3546709	68.6378594
4 Voiture de tourisn	52.57079467	40.66723319	49.9442027
5 Voiture de livraiso	61.71028506	49.80605475	59.0836931
6 Voiture de livraiso	53.92398435	42.013627	51.2973924
7 Voiture de livraiso	53.36942093	41.49787285	50.742829
8 Camion	63.4746066	51.58635824	60.8480146
9 Train routier	57.31935101	45.43327781	54.692759
10 Véhicule articulé	56.77777898	44.90299598	54.151187
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé é	0	0	0
Trolleybus bi-articul	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus é	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus é	0	0	0
Caetano Bus électriq	0	0	0
Swisstrolley+ bus art	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladen	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de touri	0	0	0
3c Voitures de touris	0	0	0
Combino, Bern, 8 Ax	0	0	0
BVB Combino Basel,	0	0	0
BLT Tango Basel, 10	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	0
Tram2000 Zürich	0	0	0

Tableau des résultats Nuit

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	46.58908435	34.69987369	43.9624924
2 Motocycle	49.01862524	37.04575859	46.3920333
3 Voiture de tourisme	62.65385019	50.74406973	60.0272582
4 Voiture de tourisme avec remorque	39.95816599	28.05460451	37.331574
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	51.76560995	39.86137964	49.139018
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	41.61949513	29.70913779	38.9929032
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	43.36942093	31.49787285	40.742829
8 Camion	52.62602281	40.73777445	49.9994308
9 Train routier	50.95113004	39.06505683	48.3245381
10 Véhicule articulé	46.92501155	35.05022855	44.2984196
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	0
Tram2000 Zürich	0	0	0

[Paramètres des trajets]	
Revêtement:	KB50_-1dB
Angle d'élévation [°]:	0
Température [°C] :	10
Pente [%]:	0
Répartition égale des sens de marche :	True
Correction du niveau K2 :	-5

[Swiss10 Converter]			
Vitesse signalisée:		50	
TJM:		11000	
	Jour		Nuit
Nombre de véhicules par heure:		639.96	92.85
Part des véhicules lourds [%] :		6.55	5.73
Clé de répartition:	RP 50km/h, 2 voies		

[Projet]	
Projet	11350.03
Tronçon	avenue de Sévelin 1
Commune	
Kilomètre	
Date	03. May 2023
Traité par	AG
Remarque	
Langue	FR

[Correction du revêtement]	
	0.2
	0.2
	0.2
	0.2
	0.2
	0.2
	0.2
	0.2
	0.2

[Vitesse]	Jour	Nuit
1 Bus	50	50
2 Motocycle	50	50
3 Voiture de tourisme	50	50
4 Voiture de tourisme avec remorque	50	50
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	50	50
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	50	50
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	50	50
8 Camion	50	50
9 Train routier	50	50
10 Véhicule articulé	50	50
Bus articulé Diesel	50	50
Bus standard Diesel	50	50
Bus à gaz, 3 Axes	50	50
Bus hybride	50	50
Trolleybus articulé électrique	50	50
Trolleybus bi-articulé électrique	50	50
SOR EBN 8 Midibus électrique	50	50
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	50	50
Caetano Bus électrique standard	50	50
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	50	50
Traktor	40	40
Traktor mit beladenem Anhänger	40	40
Erntefahrzeug	30	30
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	50	50
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	50	50
Combino, Bern, 8 Axes	50	50
BVB Combino Basel, 8 Axes	50	50
BLT Tango Basel, 10 Axes	50	50
Flexity Basel, 8 Axes	50	50
Cobra Zürich, 6 Axes	48	48
Tram2000 Zürich	50	50

[Trafic]	Jour	Nuit	
1 Bus	2.48	0.62	0
2 Motocycle	10.03	1.05	0.7
3 Voiture de tourisme	275.98	41	0.1
4 Voiture de tourisme avec remorque	1.68	0.11	**1.6**
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	19.48	2.46	1.7
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec rem	1.2	0.12	1
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec sem	0.7	0.08	0.8
8 Camion	5.25	0.5	0
9 Train routier	1.32	0.26	0.3
10 Véhicule articulé	1.86	0.23	0.6
Bus articulé Diesel	0	0	0.1
Bus standard Diesel	0	0	0.1
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0.1
Bus hybride	0	0	0.1
Trolleybus articulé électrique	0	0	
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride stan	0	0	
Caetano Bus électrique standard	0	0	
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	
Traktor	0	0	
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	
Erntefahrzeug	0	0	
3b Voitures de tourisme avec propulsion h	0	0	
3c Voitures de tourisme avec propulsion él	0	0	
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	
Tram2000 Zürich	0	0	

[Aperçu des résultats]	LwA	Leq (7.5m)	Corrections K1	Lr,e (1m)	Lr (7.5m)
Jour	76.66775889	64.76172247	0	73.66775889	64.76172247
Nuit	68.12915268	56.22303606	-0.322180919	64.80697176	55.90085514

[Résultats en bandes tiers d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	40.65724023	30.33680483	41.04299413
63	44.41559754	39.20028913	45.55814532
80	46.28914866	42.61936926	47.84116721
100	47.55960544	43.62131614	49.0326715
125	51.51353433	44.36492209	52.27926195
160	51.19090511	46.03269931	52.34672882
200	50.59236784	50.42032251	53.51749702
250	53.06118719	52.94140807	56.01201051
315	55.27448568	55.08454968	58.1908559
400	56.19791878	57.40472458	59.85340546
500	58.34374939	59.48855833	61.96406684
630	60.03704711	62.72134177	64.59366411
800	60.71413178	66.58275614	67.58267982
1000	58.01469213	70.44997208	70.69104418
1250	55.20933472	69.35238973	69.51654142
1600	54.81877567	67.19771455	67.4418476
2000	55.37539998	65.30574229	65.72604802
2500	54.68857903	61.28604484	62.14573936
3150	53.55090367	58.36982315	59.60733282
4000	51.70224664	55.75943661	57.1986331
5000	49.7712729	51.42415384	53.686177
6300	46.72675191	48.14624493	50.50453727
8000	43.51828543	45.35920375	47.5458656
10000	41.21569445	41.22154251	44.22891942
LwA	68.33294674	75.97862389	76.66775889
% du niveau total	14.6729955	85.3270045	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	32.09994823	21.88791271	32.49502125
63	35.6786477	30.78266408	36.89717674
80	37.40550509	34.20559771	39.10413048
100	38.34703146	35.21297094	40.06708115
125	42.34721721	35.80768127	43.21737249
160	42.03667301	37.58906047	43.36924881
200	41.66971083	42.13977404	44.92139901
250	44.59274812	44.44746428	47.53101365
315	46.70562048	46.42201629	49.57643293
400	47.78864298	48.76869212	51.31655435
500	49.52856984	50.9603701	53.31350986
630	51.33741613	54.05183584	55.91363161
800	52.03351439	58.04828145	59.01854878
1000	49.66662066	61.95507455	62.2042028
1250	46.4342063	60.84570429	61.00018965
1600	45.86014021	58.69787538	58.9181431
2000	46.4077609	56.85501588	57.23013389
2500	45.76082454	52.85956784	53.63339549
3150	44.75909622	49.89084594	51.052866
4000	42.85306057	47.2439202	48.59156402
5000	40.70638167	42.9445019	44.97834985
6300	37.66388791	39.61850206	41.7605425
8000	34.42675622	36.76917237	38.76431238
10000	31.82822485	32.69391249	35.29290291
LwA	59.61128632	67.47073297	68.12915268
% du niveau total	14.0673847	85.9326153	100

[Résultats en bandes d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	49.12895283	44.42121798	50.3942968
125	55.18850437	49.56426399	56.2398232
250	58.15465052	57.98967482	61.0832459
500	63.23904514	65.19868037	67.3387666
1000	63.31157111	73.84875084	74.2164979
2000	59.74248089	69.99255569	70.3843342
4000	56.71514014	60.80086414	62.2320309
8000	49.17896475	50.52517819	52.9143258
LwA	68.33294674	75.97862389	76.6677589
% du niveau total	14.6729955	85.3270045	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	40.34279448	36.00492233	41.7046375
125	46.01906379	41.09570542	47.2309115
250	49.55757809	49.44905394	52.5139549
500	54.56176809	56.57310767	58.6931503
1000	54.71767932	65.34226372	65.7029796
2000	50.79022959	61.51938678	61.8718597
4000	47.85126953	52.31039686	53.6399331
8000	40.05796153	41.97858424	44.1338907
LwA	59.61128632	67.47073297	68.1291527
% du niveau total	14.0673847	85.9326153	100

Tableau des résultats Jour

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	59.39416764	47.50495698	56.7675757
2 Motocycle	61.32311446	49.35024781	58.6965225
3 Voiture de tourisme	74.9221395	63.01235904	72.2955475
4 Voiture de tourisme avec remorque	56.19065889	44.28709741	53.5640669
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	65.68522856	53.78099825	63.0586366
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	57.64009505	45.7297377	55.0135031
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	58.81010137	46.93855329	56.1835094
8 Camion	67.04007984	55.15183148	64.4134879
9 Train routier	60.39595676	48.50988355	57.7693648
10 Véhicule articulé	61.83862849	49.96384549	59.2120365
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	0
Tram2000 Zürich	0	0	0

Tableau des résultats Nuit

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	53.37356772	41.48435707	50.7469758
2 Motocycle	51.52199812	39.54913147	48.8954061
3 Voiture de tourisme	66.64120196	54.7314215	64.01461
4 Voiture de tourisme avec remorque	44.35149292	32.44793144	41.724901
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	56.69869011	44.7944598	54.0720981
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	47.64009505	35.7297377	45.0135031
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	49.39002084	37.51847276	46.7634289
8 Camion	56.82818685	44.93993849	54.2015949
9 Train routier	53.33995092	41.45387772	50.713359
10 Véhicule articulé	52.76077741	40.88599441	50.1341854
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	0
Tram2000 Zürich	0	0	0

[Paramètres des trajets]		[Swiss10 Converter]			[Projet]		[Correction du revêtement]
Revêtement:	KB50_-1dB	Vitesse signalisée:	50		Projet	11350.03	0.2
Angle d'élévation [°]:	0	TJM:	10300		Tronçon	avenue de Sévelin 2	0.2
Température [°C] :	10		Jour	Nuit	Commune		0.2
Pente [%]:	0	Nombre de véhicules par heure:	599.23	86.95	Kilomètre		0.2
Répartition égale des sens de marche :	True	Part des véhicules lourds [%] :	6.55	5.74	Date	03. May 2023	0.2
Correction du niveau K2 :	-5	Clé de répartition:	RP 50km/h, 2 voies		Traité par	AG	0.2
					Remarque		0.2
					Langue	FR	0.2
							0.2

[Vitesse]	Jour	Nuit
1 Bus	50	50
2 Motocycle	50	50
3 Voiture de tourisme	50	50
4 Voiture de tourisme avec remorque	50	50
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	50	50
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	50	50
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	50	50
8 Camion	50	50
9 Train routier	50	50
10 Véhicule articulé	50	50
Bus articulé Diesel	50	50
Bus standard Diesel	50	50
Bus à gaz, 3 Axes	50	50
Bus hybride	50	50
Trolleybus articulé électrique	50	50
Trolleybus bi-articulé électrique	50	50
SOR EBN 8 Midibus électrique	50	50
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	50	50
Caetano Bus électrique standard	50	50
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	50	50
Traktor	40	40
Traktor mit beladenem Anhänger	40	40
Erntefahrzeug	30	30
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	50	50
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	50	50
Combino, Bern, 8 Axes	50	50
BVB Combino Basel, 8 Axes	50	50
BLT Tango Basel, 10 Axes	50	50
Flexity Basel, 8 Axes	50	50
Cobra Zürich, 6 Axes	48	48
Tram2000 Zürich	50	50

[Trafic]	Jour	Nuit
1 Bus	2.32	0.58
2 Motocycle	9.4	0.99
3 Voiture de tourisme	258.41	38.39
4 Voiture de tourisme avec remorque	1.57	0.1
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	18.24	2.31
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	1.13	0.11
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	0.65	0.07
8 Camion	4.92	0.47
9 Train routier	1.23	0.24
10 Véhicule articulé	1.74	0.22
Bus articulé Diesel	0	0
Bus standard Diesel	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0
Bus hybride	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0
Traktor	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0
Erntefahrzeug	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0
Tram2000 Zürich	0	0

[Aperçu des résultats]	LwA	Leq (7.5m)	Corrections K1	Lr,e (1m)	Lr (7.5m)	
Jour	76.38154823	64.47550316	0	73.38154823		64.47550316
Nuit	67.84170304	55.93556172	-0.607304137	64.2343989		55.32825759

[Résultats en bandes tiers d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	40.37157737	30.05060703	40.7572858
63	44.12850038	38.91387578	45.27120635
80	46.00368763	42.33337347	47.5555455
100	47.2758327	43.33542225	48.74828871
125	51.22975293	44.07870522	51.99508695
160	50.90677577	45.74619022	52.06204353
200	50.30754778	50.13398202	53.23193187
250	52.77496311	52.65533645	55.72586161
315	54.98786809	54.79748469	57.9040195
400	55.91111149	57.11769241	59.5664702
500	58.05698726	59.20118688	61.67696014
630	59.75077644	62.43334725	64.3062734
800	60.42797948	66.29560812	67.29573659
1000	57.7285114	70.16388284	70.40495
1250	54.92379234	69.06648935	69.23065433
1600	54.53306274	66.91184754	67.15598902
2000	55.08961041	65.01989422	65.44020535
2500	54.40293389	61.0001218	61.85986623
3150	53.26523899	58.08402009	59.32156407
4000	51.41686188	55.47369332	56.91299094
5000	49.48642467	51.13829891	53.4007308
6300	46.44198974	47.86025804	50.21906359
8000	43.23370557	45.07323827	47.2604483
10000	40.93176183	40.9351475	43.94375495
LwA	68.04693971	75.69237821	76.38154823
% du niveau total	14.67368352	85.32631648	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	31.8182825	21.59943215	32.21276337
63	35.40174581	30.4905327	36.61655386
80	37.12877286	33.91718366	38.82362024
100	38.07655527	34.92672126	39.79145284
125	42.0785279	35.52151258	42.94551477
160	41.76417592	37.30316796	43.09321627
200	41.38969968	41.85579555	44.6392974
250	44.3073595	44.16141002	47.24529779
315	46.42144923	46.12635456	49.28670775
400	47.50753653	48.47515173	51.02853681
500	49.25074324	50.66524891	53.02563168
630	51.05351872	53.75403611	55.62068386
800	51.74893192	57.7570423	58.72864321
1000	49.37543492	61.66841782	61.9172937
1250	46.1313182	60.55963756	60.71353618
1600	45.5664179	58.4114716	58.63137768
2000	46.11133042	56.5690913	56.94334093
2500	45.46326815	52.57401766	53.34588807
3150	44.47582239	49.60534071	50.76788471
4000	42.56824952	46.95915552	48.30678698
5000	40.4189649	42.66012439	44.69283609
6300	37.38121322	39.33362739	41.47652451
8000	34.14163972	36.48492109	38.47974243
10000	31.5443869	32.40821697	35.00804401
LwA	59.32544788	67.18301952	67.84170304
% du niveau total	14.07260456	85.92739544	100

[Résultats en bandes d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	48.84291047	44.13508881	50.10823252
125	54.90458587	49.27799974	55.95540046
250	57.86846987	57.70304731	60.79684611
500	62.95250922	64.91101311	67.05153951
1000	63.02550483	73.56252999	73.93028963
2000	59.4567611	69.70668758	70.09847892
4000	56.42972875	60.51507381	61.94634698
8000	48.89438469	50.23914991	52.62891039
LwA	68.04693971	75.69237821	76.38154823
% du niveau total	14.67368352	85.32631648	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	40.06526525	35.71538916	41.42388045
125	45.74854735	40.809639	46.95661391
250	49.27369569	49.15860328	52.22683069
500	54.28036336	56.27675	58.40257426
1000	54.42831985	65.05496245	65.41551431
2000	50.49431605	61.23326294	61.58497351
4000	47.56671016	52.02525278	53.3549432
8000	39.77444439	41.69380066	43.84960262
LwA	59.32544788	67.18301952	67.84170304
% du niveau total	14.07260456	85.92739544	100

Tableau des résultats Jour

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	59.10453068	47.21532002	56.47793871
2 Motocycle	61.04138366	49.06851701	58.41479169
3 Voiture de tourisme	74.63645655	62.72667609	72.00986458
4 Voiture de tourisme avec remorque	55.8965626	43.99300112	53.26997062
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	65.39958738	53.49535706	62.77299541
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	57.37906702	45.46870967	54.75247505
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	58.48825454	46.61670646	55.86166257
8 Camion	66.75813783	54.86988947	64.13154586
9 Train routier	60.08926856	48.20319535	57.46267659
10 Véhicule articulé	61.54899153	49.67420853	58.92239956
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	0
Tram2000 Zürich	0	0	0

Tableau des résultats Nuit

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	53.08393076	41.19472011	50.45733879
2 Motocycle	51.26645707	39.29359042	48.6398651
3 Voiture de tourisme	66.35554451	54.44576405	63.72895254
4 Voiture de tourisme avec remorque	43.93756607	32.03400459	41.3109741
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	56.42545884	44.52122852	53.79886686
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	47.26220944	35.35185209	44.63561746
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	48.81010137	36.93855329	46.1835094
8 Camion	56.55946538	44.67121702	53.93287341
9 Train routier	52.99232986	41.10625666	50.36573789
10 Véhicule articulé	52.56772586	40.69294285	49.94113388
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	0
Tram2000 Zürich	0	0	0

[Paramètres des trajets]		[Swiss10 Converter]			[Projet]		[Correction du revêtement]
Revêtement:	KB50_-1dB	Vitesse signalisée:	50		Projet	11350.03	0.2
Angle d'élévation [°]:	0	TJM:	10450		Tronçon	rue de Genève 1	0.2
Température [°C] :	10		Jour	Nuit	Commune		0.2
Pente [%]:	0	Nombre de véhicules par heure:	607.96	88.21	Kilomètre		0.2
Répartition égale des sens de marche :	True	Part des véhicules lourds [%] :	6.55	5.74	Date	03. May 2023	0.2
Correction du niveau K2 :	-5	Clé de répartition:	RP 50km/h, 2 voies		Traité par	AG	0.2
					Remarque		0.2
					Langue	FR	0.2
							0.2

[Vitesse]	Jour	Nuit
1 Bus	50	50
2 Motocycle	50	50
3 Voiture de tourisme	50	50
4 Voiture de tourisme avec remorque	50	50
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	50	50
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	50	50
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	50	50
8 Camion	50	50
9 Train routier	50	50
10 Véhicule articulé	50	50
Bus articulé Diesel	50	50
Bus standard Diesel	50	50
Bus à gaz, 3 Axes	50	50
Bus hybride	50	50
Trolleybus articulé électrique	50	50
Trolleybus bi-articulé électrique	50	50
SOR EBN 8 Midibus électrique	50	50
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	50	50
Caetano Bus électrique standard	50	50
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	50	50
Traktor	40	40
Traktor mit beladenem Anhänger	40	40
Erntefahrzeug	30	30
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	50	50
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	50	50
Combino, Bern, 8 Axes	50	50
BVB Combino Basel, 8 Axes	50	50
BLT Tango Basel, 10 Axes	50	50
Flexity Basel, 8 Axes	50	50
Cobra Zürich, 6 Axes	20	20
Tram2000 Zürich	50	50

[Trafic]	Jour	Nuit	
1 Bus	2.35	0.59	0
2 Motocycle	9.53	1	0.7
3 Voiture de tourisme	262.18	38.95	0.1
4 Voiture de tourisme avec remorque	1.6	0.1	**1.6**
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	18.5	2.34	1.7
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	1.14	0.12	1
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	0.66	0.07	0.8
8 Camion	4.99	0.48	0
9 Train routier	1.25	0.24	0.3
10 Véhicule articulé	1.77	0.22	0.6
Bus articulé Diesel	0	0	0.1
Bus standard Diesel	0	0	0.1
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0.1
Bus hybride	0	0	0.1
Trolleybus articulé électrique	0	0	
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	
Caetano Bus électrique standard	0	0	
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	
Traktor	0	0	
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	
Erntefahrzeug	0	0	
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	
Cobra Zürich, 6 Axes	10	0.4	
Tram2000 Zürich	0	0	

[Aperçu des résultats]	LwA	Leq (7.5m)	Corrections K1	Lr,e (1m)	Lr (7.5m)
Jour	76.58520708	64.67751025	0	73.48942254	64.58284661
Nuit	67.94483047	56.03819031	-0.544821779	64.37393487	55.4676037

[Résultats en bandes tiers d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	40.56443066	30.11357514	40.93925085
63	44.26853005	38.97651897	45.39345498
80	46.18702402	42.39588174	47.70293016
100	47.81737828	43.39812066	49.1574643
125	51.65886136	44.14163438	52.36708334
160	51.44546132	45.80891063	52.49413634
200	51.00135338	50.19590972	53.62757703
250	53.19953959	52.71797866	55.97573031
315	55.26232825	54.86026854	58.07624941
400	56.59001485	57.18069579	59.90568981
500	58.7874058	59.26403727	62.04255691
630	60.30744487	62.49650535	64.54876369
800	61.03495115	66.35895129	67.4765972
1000	58.47293862	70.22684053	70.50756627
1250	57.56362973	69.12936197	69.42210836
1600	56.80679936	66.97470774	67.37363563
2000	56.47247814	65.08278179	65.64310257
2500	55.23939376	61.06305833	62.07226643
3150	54.2539676	58.14683629	59.63301633
4000	53.66872331	55.5365246	57.71257178
5000	51.68805409	51.20117611	54.46173434
6300	47.20538865	47.92303835	50.58932012
8000	44.06239134	45.13592805	47.64254661
10000	41.88750157	40.99802664	44.47579595
LwA	68.9891271	75.75533873	76.58520708
% du niveau total	17.39370106	82.60629894	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	31.91572274	21.66193302	32.30718096
63	35.4717202	30.55372437	36.68487421
80	37.21845709	33.98004361	38.90465527
100	38.29560494	34.98892194	39.95995325
125	42.25397189	35.58118568	43.10023544
160	41.98127006	37.36340983	43.26950614
200	41.65620244	41.91627915	44.7984873
250	44.4752302	44.22163247	47.36058207
315	46.54449121	46.18759389	49.38000764
400	47.74770974	48.53631306	51.1701864
500	49.52052623	50.72671828	53.17566368
630	51.26614618	53.81426373	55.73476509
800	51.97958121	57.81713852	58.82346955
1000	49.64433233	61.7306912	61.99133713
1250	47.16459644	60.62254443	60.81413528
1600	46.46209867	58.4748272	58.73979655
2000	46.6453163	56.63174496	57.04690732
2500	45.7955832	52.63565787	53.45276862
3150	44.83951694	49.66733956	50.90264344
4000	43.42820746	47.02074332	48.59611698
5000	41.296627	42.72027721	45.07682814
6300	37.68127695	39.39360074	41.63158904
8000	34.46998666	36.54376872	38.63979965
10000	31.93984452	32.46703352	35.22173349
LwA	59.67079657	67.24515767	67.94483047
% du niveau total	14.87978342	85.12021658	100

[Résultats en bandes d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	49.01302852	44.19765558	50.25141781
125	55.39709384	49.34077761	56.35907417
250	58.26565146	57.76563702	61.03313622
500	63.59033887	64.97406286	67.34737855
1000	64.05395385	73.6255298	74.08019841
2000	60.99470094	69.76956736	70.31029762
4000	58.10609463	60.57790178	62.52582967
8000	49.70681029	50.30191427	53.02484749
LwA	68.9891271	75.75533873	76.58520708
% du niveau total	17.39370106	82.60629894	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	40.14938861	35.7783348	41.50232503
125	45.94813591	40.87021815	47.1228536
250	49.43467438	49.21938023	52.33866123
500	54.51680501	56.33747366	58.53215731
1000	54.79916913	65.11705535	65.50302597
2000	51.08730006	61.29614518	61.69149571
4000	48.19378674	52.08690999	53.57301626
8000	40.09670525	41.75329841	44.01381485
LwA	59.67079657	67.24515767	67.94483047
% du niveau total	14.87978342	85.12021658	100

Tableau des résultats Jour

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	59.16032945	47.27111879	56.53373748
2 Motocycle	61.10103413	49.12816748	58.47444216
3 Voiture de tourisme	74.69935898	62.78957852	72.07276701
4 Voiture de tourisme avec remorque	55.9787659	44.07520442	53.35217393
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	65.46105632	53.55682601	62.83446435
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	57.4173311	45.50697375	54.79073913
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	58.55456033	46.68301225	55.92796836
8 Camion	66.81949226	54.9312439	64.19290029
9 Train routier	60.15931757	48.27324437	57.5327256
10 Véhicule articulé	61.62323171	49.74844871	58.99663974
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	61.62339922	49.66513854	56.44999119
Tram2000 Zürich	0	0	0

Tableau des résultats Nuit

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	53.15817094	41.26896029	50.53157897
2 Motocycle	51.31010513	39.33723848	48.68351315
3 Voiture de tourisme	66.41843801	54.50865755	63.79184604
4 Voiture de tourisme avec remorque	43.93756607	32.03400459	41.3109741
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	56.48149761	44.5772673	53.85490564
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	47.64009505	35.7297377	45.01350307
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	48.81010137	36.93855329	46.1835094
8 Camion	56.65089918	44.76265082	54.0243072
9 Train routier	52.99232986	41.10625666	50.36573789
10 Véhicule articulé	52.56772586	40.69294285	49.94113388
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	47.64399913	35.68573845	42.47059111
Tram2000 Zürich	0	0	0

[Paramètres des trajets]		[Swiss10 Converter]			[Projet]		[Correction du revêtement]
Revêtement:	KB50_-1dB	Vitesse signalisée:	50		Projet	11350.03	0.2
Angle d'élévation [°]:	0	TJM:	4500		Tronçon	rue de Genève 2	0.2
Température [°C] :	10		Jour	Nuit	Commune		0.2
Pente [%]:	0	Nombre de véhicules par heure:	264.27	35.56	Kilomètre		0.2
Répartition égale des sens de marche :	True	Part des véhicules lourds [%] :	6.17	6.13	Date	03. May 2023	0.2
Correction du niveau K2 :	-5	Clé de répartition:	RL 50km/h, 2 voies		Traité par	AG	0.2
					Remarque		0.2
					Langue	FR	0.2
							0.2

[Vitesse]	Jour	Nuit	[Trafic]	Jour	Nuit	
1 Bus	50	50	1 Bus	0.88	0.13	0
2 Motocycle	50	50	2 Motocycle	3.85	0.57	0.7
3 Voiture de tourisme	50	50	3 Voiture de tourisme	115.05	15.84	0.1
4 Voiture de tourisme avec remorque	50	50	4 Voiture de tourisme avec remorque	0.7	0.04	**1.6**
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	50	50	5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	7.55	0.76	1.7
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	50	50	6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	0.49	0.03	1
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	50	50	7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	0.2	0.02	0.8
8 Camion	50	50	8 Camion	2.23	0.18	0
9 Train routier	50	50	9 Train routier	0.63	0.14	0.3
10 Véhicule articulé	50	50	10 Véhicule articulé	0.56	0.06	0.6
Bus articulé Diesel	50	50	Bus articulé Diesel	0	0	0.1
Bus standard Diesel	50	50	Bus standard Diesel	0	0	0.1
Bus à gaz, 3 Axes	50	50	Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0.1
Bus hybride	50	50	Bus hybride	0	0	0.1
Trolleybus articulé électrique	50	50	Trolleybus articulé électrique	0	0	
Trolleybus bi-articulé électrique	50	50	Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	
SOR EBN 8 Midibus électrique	50	50	SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	50	50	Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	
Caetano Bus électrique standard	50	50	Caetano Bus électrique standard	0	0	
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	50	50	Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	
Traktor	40	40	Traktor	0	0	
Traktor mit beladenem Anhänger	40	40	Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	
Erntefahrzeug	30	30	Erntefahrzeug	0	0	
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	50	50	3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	50	50	3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	
Combino, Bern, 8 Axes	50	50	Combino, Bern, 8 Axes	0	0	
BVB Combino Basel, 8 Axes	50	50	BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	
BLT Tango Basel, 10 Axes	50	50	BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	
Flexity Basel, 8 Axes	50	50	Flexity Basel, 8 Axes	0	0	
Cobra Zürich, 6 Axes	20	20	Cobra Zürich, 6 Axes	10	0.4	
Tram2000 Zürich	50	50	Tram2000 Zürich	0	0	

[Aperçu des résultats]	LwA	Leq (7.5m)	Corrections K1	Lr,e (1m)	Lr (7.5m)
Jour	73.10163118	61.19165077	0	69.88503164	60.97750584
Nuit	63.96727599	52.05879374	-4.490382477	56.46566696	47.55731282

[Résultats en bandes tiers d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	37.04326447	26.46410231	37.40761806
63	40.58367212	35.31088484	41.71299134
80	42.58708208	38.73712341	44.08574104
100	44.59840509	39.7508966	45.82884376
125	48.26573261	40.46341118	48.9322339
160	48.23782992	42.10119367	49.18396949
200	48.01432635	46.42279969	50.30136301
250	49.95032871	49.03500043	52.5270346
315	51.84197081	51.16846468	54.5285606
400	53.5315287	53.49514818	56.52367649
500	55.81331376	55.55095384	58.69441462
630	57.22841364	58.7528606	61.0674848
800	57.95016534	62.67245322	63.93412352
1000	55.45601768	66.58903435	66.91133984
1250	55.84119337	65.49621042	65.94265658
1600	54.9476123	63.34219828	63.92920723
2000	54.09013095	61.45598628	62.18732539
2500	52.37195831	57.42916207	58.60879778
3150	51.53235191	54.50584764	56.27906299
4000	51.79708339	51.89478645	54.85650962
5000	49.78695595	47.54596011	51.81972881
6300	44.28293029	44.23516509	47.26941331
8000	41.18254604	41.41978139	44.31308335
10000	39.11968044	37.27641069	41.30541225
LwA	66.21648559	72.10599435	73.10163118
% du niveau total	20.48733365	79.51266635	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	28.01610257	17.67656662	28.40023632
63	31.6722585	26.56826275	32.84081002
80	33.74116973	29.99622398	35.27073846
100	35.24891487	31.01244169	36.6382853
125	39.18675181	31.61353402	39.88659475
160	38.81905034	33.18451906	39.86815865
200	38.30623368	37.66198717	41.00634565
250	40.46682241	40.25209268	43.37108448
315	42.44029834	42.21035029	45.33714599
400	43.60015931	44.52895739	47.09964065
500	45.71093654	46.60996216	49.19397111
630	47.50832063	49.64080443	51.71445555
800	48.06100025	53.74652148	54.78473752
1000	45.42895742	57.7006675	57.9507309
1250	44.02138589	56.60608137	56.83921553
1600	43.45556353	54.45639794	54.78829274
2000	43.26801624	52.65101084	53.12479476
2500	42.05903528	48.67208514	49.52898503
3150	41.26580545	45.7267159	47.05578195
4000	40.42249117	43.10184663	44.97589942
5000	38.43622047	38.82789478	41.64677155
6300	34.36172986	35.46842902	37.96053651
8000	31.18825322	32.65496114	34.99353254
10000	29.0247398	28.4773868	31.7699806
LwA	55.97128806	63.21711627	63.96727599
% du niveau total	15.86358014	84.13641986	100

[Résultats en bandes d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	45.39621308	40.53719514	46.62381497
125	52.10997754	45.65743599	52.99605793
250	54.98300834	54.06248574	57.55739051
500	60.55038807	61.24833809	63.92366882
1000	61.33158574	69.98028525	70.53597653
2000	58.70142712	66.1388141	66.85914396
4000	55.89700893	56.93503837	59.45726315
8000	46.82187359	46.60149977	49.72338429
LwA	66.21648559	72.10599435	73.10163118
% du niveau total	20.48733365	79.51266635	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	36.50263656	31.79396222	37.76774311
125	42.84661802	36.80729759	43.8119805
250	45.49559223	45.19437243	48.35789328
500	50.66321054	52.20756888	54.51397804
1000	50.93900308	61.08433216	61.48524641
2000	47.74136575	57.29811682	57.75426125
4000	44.9667782	48.15866508	49.85988834
8000	36.85170692	37.83158603	40.37952373
LwA	55.97128806	63.21711627	63.96727599
% du niveau total	15.86358014	84.13641986	100

Tableau des résultats Jour

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	54.89447755	43.00526689	52.26788558
2 Motocycle	57.16471242	45.19184577	54.53812045
3 Voiture de tourisme	71.12222962	59.21244916	68.49563765
4 Voiture de tourisme avec remorque	52.38854647	40.48498499	49.7619545
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	61.56880855	49.66457824	58.94221658
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	53.75024339	41.83988604	51.12365141
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	53.36942093	41.49787285	50.74282896
8 Camion	63.32153543	51.43328708	60.69494346
9 Train routier	57.18362294	45.29754973	54.55703097
10 Véhicule articulé	56.62537932	44.75059632	53.99878735
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	61.62339922	49.66513854	56.44999119
Tram2000 Zürich	0	0	0

Tableau des résultats Nuit

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	46.58908435	34.69987369	43.96249238
2 Motocycle	48.86885368	36.89598704	46.24226171
3 Voiture de tourisme	62.51091516	50.6011347	59.88432319
4 Voiture de tourisme avec remorque	39.95816599	28.05460451	37.33157401
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	51.59747496	39.69324465	48.97088299
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	41.61949513	29.70913779	38.99290316
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	43.36942093	31.49787285	40.74282896
8 Camion	52.39121185	40.5029635	49.76461988
9 Train routier	50.6514978	38.7654246	48.02490583
10 Véhicule articulé	46.92501155	35.05022855	44.29841958
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	47.64399913	35.68573845	42.47059111
Tram2000 Zürich	0	0	0

[Paramètres des trajets]		[Swiss10 Converter]			[Projet]		[Correction du revêtement]
Revêtement:	KB50_-1dB	Vitesse signalisée:	50		Projet	11350.03	0.2
Angle d'élévation [°]:	0	TJM:	6200		Tronçon	rue de Genève 3	0.2
Température [°C] :	10		Jour	Nuit	Commune		0.2
Pente [%]:	0	Nombre de véhicules par heure:	364.1	49	Kilomètre		0.2
Répartition égale des sens de marche :	True	Part des véhicules lourds [%] :	6.17	6.12	Date	03. May 2023	0.2
Correction du niveau K2 :	-5	Clé de répartition:	RP 50km/h, 2 voies		Traité par	AG	0.2
					Remarque		0.2
					Langue	FR	0.2
							0.2

[Vitesse]	Jour	Nuit
1 Bus	50	50
2 Motocycle	50	50
3 Voiture de tourisme	50	50
4 Voiture de tourisme avec remorque	50	50
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	50	50
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	50	50
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	50	50
8 Camion	50	50
9 Train routier	50	50
10 Véhicule articulé	50	50
Bus articulé Diesel	50	50
Bus standard Diesel	50	50
Bus à gaz, 3 Axes	50	50
Bus hybride	50	50
Trolleybus articulé électrique	50	50
Trolleybus bi-articulé électrique	50	50
SOR EBN 8 Midibus électrique	50	50
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	50	50
Caetano Bus électrique standard	50	50
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	50	50
Traktor	40	40
Traktor mit beladenem Anhänger	40	40
Erntefahrzeug	30	30
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	50	50
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	50	50
Combino, Bern, 8 Axes	50	50
BVB Combino Basel, 8 Axes	50	50
BLT Tango Basel, 10 Axes	50	50
Flexity Basel, 8 Axes	50	50
Cobra Zürich, 6 Axes	20	20
Tram2000 Zürich	50	50

[Trafic]	Jour	Nuit
1 Bus	1.21	0.18
2 Motocycle	5.31	0.79
3 Voiture de tourisme	158.51	21.83
4 Voiture de tourisme avec remorque	0.97	0.06
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	10.4	1.05
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	0.68	0.04
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	0.27	0.02
8 Camion	3.08	0.25
9 Train routier	0.87	0.2
10 Véhicule articulé	0.77	0.08
Bus articulé Diesel	0	0
Bus standard Diesel	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0
Bus hybride	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0
Traktor	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0
Erntefahrzeug	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	10	0.4
Tram2000 Zürich	0	0

[Aperçu des résultats]	LwA	Leq (7.5m)	Corrections K1	Lr,e (1m)	Lr (7.5m)
Jour	74.40856211	62.49953173	0	71.24929784	62.34209557
Nuit	65.33142193	53.42319001	-3.0980392	59.20707149	50.29914183

[Résultats en bandes tiers d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	38.35635573	27.85619997	38.72712063
63	41.92910602	36.701868	43.06889716
80	43.90613192	40.12852278	45.42602988
100	45.72330387	41.14290352	47.02118598
125	49.44371037	41.85541496	50.14131261
160	49.36499107	43.49297578	50.36421759
200	49.07507157	47.81452746	51.5006741
250	51.13784275	50.42677364	53.80714482
315	53.11030717	52.55878462	55.85359489
400	54.59394609	54.88635026	57.75290856
500	56.85816833	56.94138064	59.91027374
630	58.35485145	60.1434496	62.35088404
800	59.04830628	64.06421149	65.25370601
1000	56.48577729	67.98136091	68.27871467
1250	56.35747307	66.88884861	67.25706724
1600	55.54264678	64.73490436	65.22879417
2000	54.90686299	62.84848654	63.49543967
2500	53.37162753	58.82151684	59.91091681
3150	52.47505227	55.89840863	57.52595364
4000	52.39587144	53.28756888	55.87486555
5000	50.3955435	48.93851304	52.73814686
6300	45.31460528	45.62783094	48.4843413
8000	42.18570171	42.81262708	45.52076701
10000	40.07350682	38.66899305	42.43808186
LwA	67.17545241	73.49824095	74.40856211
% du niveau total	18.90989118	81.09010882	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	29.39577694	19.06770756	29.78088253
63	33.07880361	27.94848979	34.2411608
80	35.13499226	31.38306205	36.66248877
100	36.57082862	32.40591645	37.97990917
125	40.53414474	33.00594528	41.24071744
160	40.13665923	34.57888084	41.20235365
200	39.58998149	39.06203153	42.34432406
250	41.80344468	41.64400365	44.73475577
315	43.81009977	43.57560033	46.70473255
400	44.8775485	45.90308965	48.43082032
500	46.98126147	47.98050209	50.51985719
630	48.82000883	51.0061926	53.0595345
800	49.34650047	55.13172328	56.14893045
1000	46.66317226	59.09349929	59.33483898
1250	44.86409403	58.00055974	58.20652723
1600	44.41307939	55.85110743	56.15229369
2000	44.39242659	54.04636176	54.49291362
2500	43.27667868	50.0683925	50.89383583
3150	42.48106516	47.12261885	48.40478563
4000	41.40318253	44.49907245	46.23164206
5000	39.42425155	40.22621846	42.85402009
6300	35.6384221	36.86655421	39.30605684
8000	32.44812297	34.05447783	36.33545001
10000	30.25620865	29.87590891	33.08052013
LwA	57.19065065	64.60802786	65.33142193
% du niveau total	15.34344469	84.65655531	100

[Résultats en bandes d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	46.72312365	41.92849692	47.96666929
125	53.25778074	47.04934284	54.1899576
250	56.18496971	55.45350483	58.84491877
500	61.63686428	62.63898627	65.17706593
1000	62.25489735	71.37261717	71.874581
2000	59.47033838	67.53140288	68.1620197
4000	56.62719756	58.32766782	60.57043328
8000	47.8326436	47.99421041	50.92447825
LwA	67.17545241	73.49824095	74.40856211
% du niveau total	18.90989118	81.09010882	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	37.89864672	33.17898352	39.1609789
125	44.17782176	38.20083596	45.15567983
250	46.83865269	46.57433363	49.71880367
500	51.95497278	53.5758704	55.85090671
1000	52.12339697	62.47634393	62.85934403
2000	48.83006835	58.6932656	59.11980867
4000	46.05065752	49.55526341	51.15757736
8000	38.1164053	39.23017981	41.71919937
LwA	57.19065065	64.60802786	65.33142193
% du niveau total	15.34344469	84.65655531	100

Tableau des résultats Jour

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	56.27750453	44.38829387	53.65091256
2 Motocycle	58.56105034	46.58818369	55.93445836
3 Voiture de tourisme	72.51393005	60.60414959	69.88733808
4 Voiture de tourisme avec remorque	53.80528341	41.90172193	51.17869144
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	62.95967243	51.05544212	60.33308046
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	55.17337171	43.26301437	52.54677974
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	54.67275861	42.80121053	52.04616664
8 Camion	64.72399397	52.83574561	62.097402
9 Train routier	58.58540997	46.69933676	55.958818
10 Véhicule articulé	58.0084063	46.1336233	55.38181433
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	61.62339922	49.66513854	56.44999119
Tram2000 Zürich	0	0	0

Tableau des résultats Nuit

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	48.00237588	36.11316522	45.37578391
2 Motocycle	50.28637604	38.31350939	47.65978407
3 Voiture de tourisme	63.90390075	51.99412029	61.27730878
4 Voiture de tourisme avec remorque	41.71907858	29.8155171	39.0924866
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	53.00123203	41.09700172	50.37464006
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	42.8688825	30.95852515	40.24229053
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	43.36942093	31.49787285	40.74282896
8 Camion	53.81788689	41.92963853	51.19129492
9 Train routier	52.2005174	40.3144442	49.57392543
10 Véhicule articulé	48.17439892	36.29961592	45.54780695
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	47.64399913	35.68573845	42.47059111
Tram2000 Zürich	0	0	0

[Paramètres des trajets]		[Swiss10 Converter]			[Projet]		[Correction du revêtement]
Revêtement:	KB50_-1dB	Vitesse signalisée:	50		Projet	11350.03	0.2
Angle d'élévation [°]:	0	TJM:	2400		Tronçon	rue de Sébeillon	0.2
Température [°C] :	10		Jour	Nuit	Commune		0.2
Pente [%]:	0	Nombre de véhicules par heure:	140.94	18.96	Kilomètre		0.2
Répartition égale des sens de marche :	True	Part des véhicules lourds [%] :	6.17	6.12	Date	03. May 2023	0.2
Correction du niveau K2 :	-5	Clé de répartition:	RL 50km/h, 2 voies		Traité par	AG	0.2
					Remarque		0.2
					Langue	FR	0.2
							0.2

[Vitesse]	Jour	Nuit
1 Bus	50	50
2 Motocycle	50	50
3 Voiture de tourisme	50	50
4 Voiture de tourisme avec remorque	50	50
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	50	50
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	50	50
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	50	50
8 Camion	50	50
9 Train routier	50	50
10 Véhicule articulé	50	50
Bus articulé Diesel	50	50
Bus standard Diesel	50	50
Bus à gaz, 3 Axes	50	50
Bus hybride	50	50
Trolleybus articulé électrique	50	50
Trolleybus bi-articulé électrique	50	50
SOR EBN 8 Midibus électrique	50	50
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	50	50
Caetano Bus électrique standard	50	50
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	50	50
Traktor	40	40
Traktor mit beladenem Anhänger	40	40
Erntefahrzeug	30	30
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	50	50
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	50	50
Combino, Bern, 8 Axes	50	50
BVB Combino Basel, 8 Axes	50	50
BLT Tango Basel, 10 Axes	50	50
Flexity Basel, 8 Axes	50	50
Cobra Zürich, 6 Axes	48	48
Tram2000 Zürich	50	50

[Trafic]	Jour	Nuit	
1 Bus	0.47	0.07	0
2 Motocycle	2.05	0.31	0.7
3 Voiture de tourisme	61.36	8.45	0.1
4 Voiture de tourisme avec remorque	0.37	0.02	**1.6**
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	4.02	0.41	1.7
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	0.26	0.02	1
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	0.1	0.01	0.8
8 Camion	1.19	0.1	0
9 Train routier	0.34	0.08	0.3
10 Véhicule articulé	0.3	0.03	0.6
Bus articulé Diesel	0	0	0.1
Bus standard Diesel	0	0	0.1
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0.1
Bus hybride	0	0	0.1
Trolleybus articulé électrique	0	0	
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	
Caetano Bus électrique standard	0	0	
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	
Traktor	0	0	
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	
Erntefahrzeug	0	0	
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	
Tram2000 Zürich	0	0	

[Aperçu des résultats]	LwA	Leq (7.5m)	Corrections K1	Lr,e (1m)	Lr (7.5m)
Jour	70.04886633	58.14255153	0	67.04886633	58.14255153
Nuit	61.16704204	49.25976772	-5	53.16704204	44.25976772

[Résultats en bandes tiers d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	34.01438586	23.73160645	34.40335296
63	37.67903997	32.57428213	38.84741171
80	39.57645542	36.00281987	41.15758793
100	40.78812334	37.01898863	42.31052544
125	44.68395966	37.73044228	45.48182354
160	44.43888225	39.36898542	45.61550219
200	43.91955063	43.69151352	46.81732857
250	46.41775583	46.30154256	49.37033786
315	48.63706979	48.42775806	51.54397475
400	49.45371236	50.7577327	53.16478316
500	51.64956689	52.81249405	55.28013988
630	53.43256419	56.01301637	57.92198939
800	54.0297857	59.93841744	60.93014334
1000	51.2226755	63.85725065	64.08779195
1250	48.33354352	62.76486221	62.91865644
1600	48.09626956	60.61074292	60.84757554
2000	48.72763654	58.72491585	59.13909011
2500	47.98218473	54.69830398	55.53692686
3150	46.86627446	51.77457649	52.99009504
4000	44.98025509	49.16381301	50.56773525
5000	43.04007178	44.81514938	47.02797642
6300	40.04745772	41.50368894	43.84662552
8000	36.80813056	38.68781055	40.85918012
10000	34.49709973	34.54457829	37.53120385
LwA	61.63294985	69.37352682	70.04886633
% du niveau total	14.40152067	85.59847933	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
50	25.23403677	14.96753626	25.62440087
63	28.96828627	23.84945309	30.13334206
80	31.00270783	27.27911588	32.53862657
100	32.25563421	28.2989202	33.7234084
125	36.28373297	28.90785487	37.01352025
160	35.81799887	30.48376502	36.93332486
200	35.18145768	34.97024333	38.08743436
250	37.53715745	37.54213388	40.54994633
315	39.63163355	39.49935771	42.57629917
400	40.45539776	41.82808203	44.20604901
500	42.53326421	43.90727737	46.2846841
630	44.48223041	46.95375934	48.90178779
800	44.97271906	51.04891501	52.00695272
1000	42.21689775	54.99208442	55.21546667
1250	39.13608653	53.89955377	54.04220822
1600	39.00806152	51.7496517	51.97472452
2000	39.58621678	49.93945648	50.32243187
2500	38.81144633	45.9593323	46.72517733
3150	37.88674705	43.01818119	44.18027534
4000	36.01053241	40.3958109	41.74494435
5000	34.08357106	36.12048033	38.2306647
6300	31.20928084	32.7701152	35.0697434
8000	27.99517808	29.96284864	32.0998103
10000	25.73765259	25.7858301	28.77210811
LwA	52.63260139	60.51132957	61.16704204
% du niveau total	14.01380066	85.98619934	100

[Résultats en bandes d'octaves]

Tableau des résultats Jour

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	42.41822953	37.80227237	43.70695417
125	48.39999911	42.9250748	49.48385736
250	51.50918622	51.32568102	54.42870272
500	56.57826299	58.50927426	60.66051962
1000	56.56640099	67.24823815	67.60441843
2000	53.05247493	63.40757008	63.79038889
4000	50.00936718	54.2039135	55.60480333
8000	42.48504057	43.86983199	46.24269831
LwA	61.63294985	69.37352682	70.04886633
% du niveau total	14.40152067	85.59847933	100

Tableau des résultats Nuit

Fréquence	LwA (Propulsion)	LwA (roulement)	LwA (tot)
63	33.76941022	29.07665668	35.03854562
125	39.88938402	34.10169497	40.90607633
250	42.59013405	42.48711463	45.54922976
500	47.56589044	49.51385997	51.65848866
1000	47.50365269	58.37851014	58.7197992
2000	43.91905812	54.58889801	54.94602416
4000	41.03755552	45.45104118	46.7926604
8000	33.66629207	35.13594027	37.47328769
LwA	52.63260139	60.51132957	61.16704204
% du niveau total	14.01380066	85.98619934	100

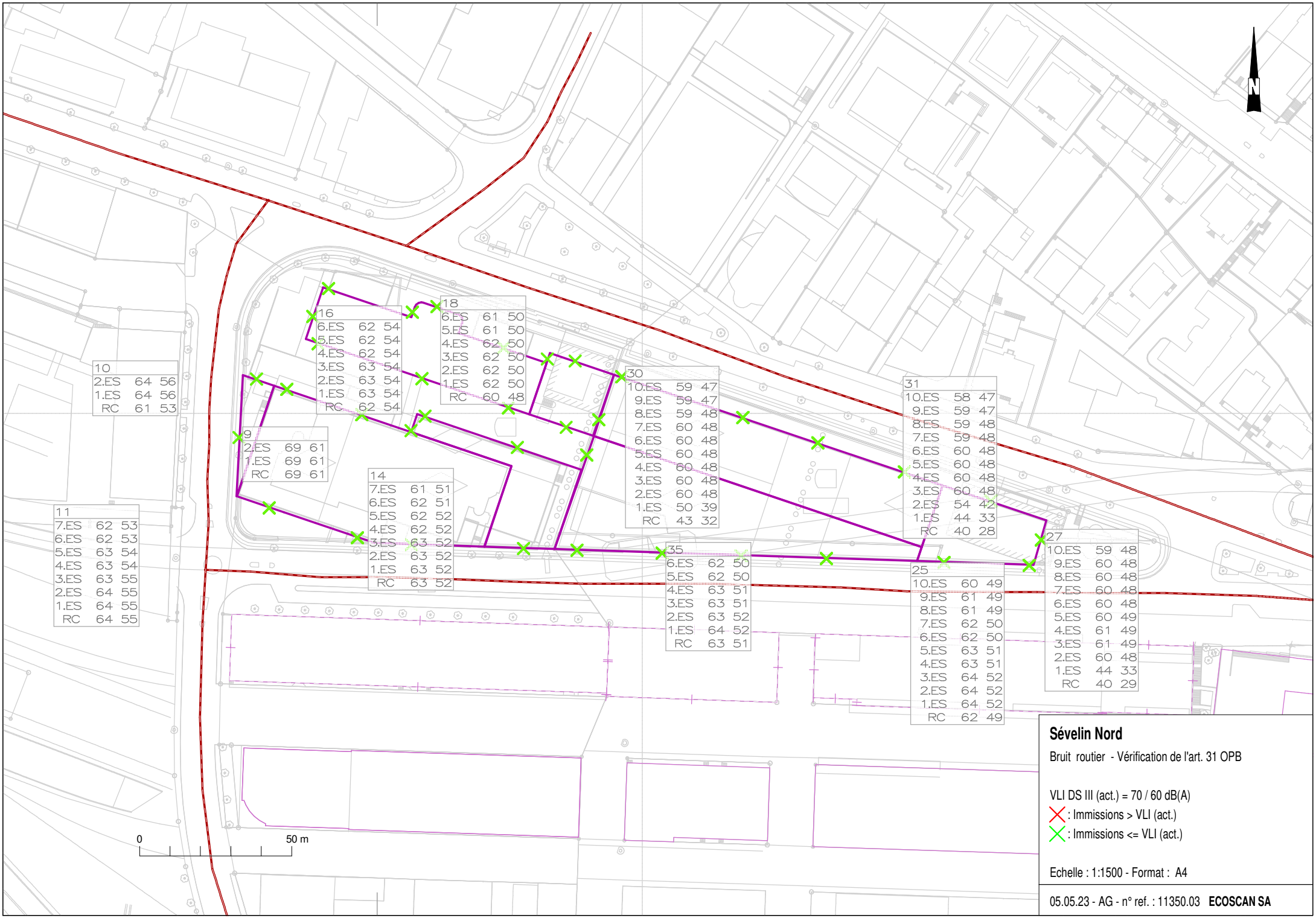
Tableau des résultats Jour

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	52.17062941	40.28141875	49.54403744
2 Motocycle	54.42764374	42.45477709	51.80105176
3 Voiture de tourisme	68.3922169	56.48243644	65.76562493
4 Voiture de tourisme avec remorque	49.61958331	37.71602183	46.99299134
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	58.83159957	46.92736926	56.2050076
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	50.99801607	39.08765872	48.37142409
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	50.35912097	38.48757289	47.732529
8 Camion	60.59395642	48.70570806	57.96736444
9 Train routier	54.50500661	42.61893341	51.87841464
10 Véhicule articulé	53.9147116	42.03992859	51.28811962
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	0
Tram2000 Zürich	0	0	0

Tableau des résultats Nuit

Catégorie de véhicule	LwA (par mètre)	Leq (7.5m)	Lmax
1 Bus	43.90063123	32.01142057	41.27403926
2 Motocycle	46.22372206	34.25085542	43.59713009
3 Voiture de tourisme	59.78193048	47.87215002	57.15533851
4 Voiture de tourisme avec remorque	36.94786603	25.04430455	34.32127406
5 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t	48.91717761	37.01294729	46.29058563
6 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec remorque	39.85858254	27.9482252	37.23199057
7 Voiture de livraison jusqu'à 3.5t avec semi-remorque	40.35912097	28.48757289	37.732529
8 Camion	49.8384868	37.95023844	47.21189483
9 Train routier	48.22111731	36.33504411	45.59452534
10 Véhicule articulé	43.9147116	32.03992859	41.28811962
Bus articulé Diesel	0	0	0
Bus standard Diesel	0	0	0
Bus à gaz, 3 Axes	0	0	0
Bus hybride	0	0	0
Trolleybus articulé électrique	0	0	0
Trolleybus bi-articulé électrique	0	0	0
SOR EBN 8 Midibus électrique	0	0	0
Volvo 7900 EH Bus électrique hybride standard	0	0	0
Caetano Bus électrique standard	0	0	0
Swisstrolley+ bus articulé avec batteries	0	0	0
Traktor	0	0	0
Traktor mit beladenem Anhänger	0	0	0
Erntefahrzeug	0	0	0
3b Voitures de tourisme avec propulsion hybride	0	0	0
3c Voitures de tourisme avec propulsion électrique	0	0	0
Combino, Bern, 8 Axes	0	0	0
BVB Combino Basel, 8 Axes	0	0	0
BLT Tango Basel, 10 Axes	0	0	0
Flexity Basel, 8 Axes	0	0	0
Cobra Zürich, 6 Axes	0	0	0
Tram2000 Zürich	0	0	0

Annexe 5



Sévelin Nord

Bruit routier - Vérification de l'art. 31 OPB

VLI DS III (act.) = 70 / 60 dB(A)

X : Immissions > VLI (act.)

X : Immissions <= VLI (act.)

Echelle : 1:1500 - Format : A4

05.05.23 - AG - n° ref. : 11350.03 **ECOSCAN SA**

Annexe 6

Projet no. **AFTPU, Tramway T1**

Fiche de données simplifiée selon ORNI
(approximatif)

Propriétaire de l'entreprise Transports publics de la région lausannoise

Fiche remplie par CSD, VDCPR

Pour la station transformatrice ETML, Lausanne

1. Lieux accessibles

☒ La distance à ces lieux est supérieure à celle indiquée dans la tabelle ci-dessous **(VLI)**.
Ainsi, les exigences de l'ORNI sont respectées.

☐ La distance à ces lieux est inférieure à celle indiquée dans la tabelle ci-dessous **(VLI)**.

☐ Lieux accessibles à des personnes étangères à l'exploitant
(Valeur limite d'immission ORNI; VLI (IGW),100 μT)
Des calculs ou des mesures détaillés sont nécessaires.
Joindre en annexe la description de ce(s) lieu(x) et les résultats des calculs ou des mesures.

☐ Lieux accessibles uniquement au personnel de l'exploitant (selon ORNI, art. 2.2.a)
(Valeur limite d'immission SUVA 1903.f, 500 □T)
Aucune exigence ORNI.

2. Lieux à utilisation sensible

☒ La distance à ces lieux est supérieure à celle indiquée dans la tabelle ci-dessous **(VLP)**.
Ainsi, les exigences de l'ORNI sont respectées.

☐ La distance à ces lieux est inférieure à celle indiquée dans la tabelle ci-dessous **(VLP)**.

☐ Lieux utilisés par des personnes étangères à l'exploitant
(Valeur limite de l'installation ORNI; VLP (AGW),1 μT)
Des calculs ou des mesures détaillés sont nécessaires.
Joindre en annexe la description de ce(s) lieu(x) et les résultats des calculs ou des mesures.

☐ Lieux utilisés uniquement par le personnel de l'exploitant (selon ORNI, art. 2.2.a)
(Valeur limite d'immission SUVA 1903.f, 500 □T)
Aucune exigence ORNI.

Tabelle des distances

Nombre Trafo-huile	Valeur limite		kVA 250	400	630	1000	1250	1600
1	VLI	de côté	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
1	VLP	de côté	3.2	4.2	5.5	7	8	9
2 et plus	VLP	de côté	4	5	7	9	10	11
1	VLI	au-dessus	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2
1	VLP	au-dessus	4.5	5.5	7.5	9.5	11	12.5
2 et plus		au-dessus	5.5	7.5	9.5	11	12.5	14

Distance [m] à partir du transformateur des câbles ou barres BT et de la répartition BT.
Ajouter 20% à la distance pour les transformateur secs.

Nous confirmons l'exactitude des informations ci-dessus :

Lieu	Date	Entreprise/Signature
Lausanne	01.03.2012	CSD/VDCPR