



Commune de Saint-Sulpice

PA « Sus le Jordil »

Notice d'impact sur l'environnement



N/réf : 19261

13 décembre 2018

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

	<i>Version initiale</i>	<i>Révision 1</i>	<i>Révision 2</i>	<i>Révision 3</i>	<i>Révision 4</i>
<i>Date</i>	<i>05.09.2016</i>	<i>24.03.2017</i>	<i>28.11.2018</i>	<i>13.12.2018</i>	
<i>Responsable</i>	<i>CD</i>	<i>CD</i>	<i>SB / CJ</i>	<i>SB/CJ</i>	
<i>Contrôle</i>	<i>SB</i>	<i>SB</i>	<i>SB</i>	<i>SB</i>	
<i>Objet de la modification</i>	<i>Version initiale</i>	<i>Adaptation du programme</i>	<i>Remarques de l'examen préalable</i>	<i>Version enquête publique</i>	

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	5
1.1. Contexte	5
1.2. Précision rédactionnelle	5
2. PROCEDURE	5
2.1. Procédure décisive	5
2.2. Procédure EIE	5
2.3. Parties impliquées	6
3. SITE ET ENVIRONS.....	7
3.1. Description des environs	7
3.2. Description du site	8
4. PROJET.....	9
4.1. Description du projet	9
4.2. Conformité avec l'aménagement du territoire	9
4.3. Données de base concernant le trafic	10
5. CONCEPT ENERGETIQUE TERRITORIAL	12
5.1. Législation & exigences	12
5.2. Hypothèses de base	13
5.3. Diagnostic	15
5.4. Conception de variantes	25
5.5. Synthèse	31
6. IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	33
6.1. Protection de l'air	33
6.2. Protection contre le bruit	42
6.3. Vibrations / bruit solidien propagé	50
6.4. Protection contre le rayonnement non ionisant	50
6.5. Eaux pluviales	53
6.6. Eaux superficielles	57
6.7. Eaux souterraines	57
6.8. Protection des sols	58
6.9. Sites contaminés	66
6.10. Organismes dangereux pour l'environnement	67
6.11. Prévention en cas d'accidents majeurs / protection contre les catastrophes	69
6.12. Conservation de la forêt	70
6.13. Faune, flore, biotopes	71
6.14. Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie	85
6.15. Dangers naturels	89
7. ANNEXES.....	90

TABLE DES FIGURES

Figure 3.1 Situation du PA « Sus le Jordil »	7
Figure 3.2 Périmètre du PA	8
Figure 4.1 Zone d'affectation	9
Figure 4.2 Tronçons de route considérés dans l'étude	11
Figure 5.1 Estimations des besoins de chaleur pour le chauffage	22
Figure 5.2 Estimations des besoins de chaleur pour l'ECS	22
Figure 5.3 Estimations des besoins pour l'électricité	23
Figure 5.4 Estimations des besoins pour le froid de confort	23
Figure 6.1 Capteurs passifs à proximité du projet	34
Figure 6.2 : Bilan de la qualité de l'air dans le canton de Vaud	37
Figure 6.3 : Capteurs passifs NO ₂ et périmètre d'investigation autour du projet	38
Figure 6.4: Résultats de l'impact sur les polluants atmosphériques dus au trafic	39
Figure 6.5: Synthèse des prestations kilométriques	40
Figure 6.6: Résultats de l'impact sur les PM ₁₀ non dues aux gaz d'échappement	40
Figure 6.7 Valeurs d'exposition des DS II et DS III en dB(A).....	43
Figure 6.8 Tronçons de route considérés dans l'étude	44
Figure 6.9 situation des sources de bruit industriel.....	44
Figure 6.10 Parking, accès et LUS à proximité.....	45
Figure 6.11 Résultats de l'article 9 OPB	46
Figure 6.12 Plan des contraintes de bruit, selon l'article 9 OPB.....	46
Figure 6.13 Plan des contraintes de bruit routier, selon l'article 29 OPB.....	47
Figure 6.14 Emplacement de la mesure de bruit et des différentes sources de bruits.....	48
Figure 6.15 Installations de téléphonie mobile autour du PA.....	51
Figure 6.16 Affectation des surfaces du PA.....	53
Figure 6.17 Extrait du PGEE de la commune de Saint-Sulpice.....	55
Figure 6.18 Eaux souterraines et eaux superficielles à proximité du site PA	57
Figure 6.19 Profil type de sol naturel avant et après manipulation	58
Figure 6.20 Localisation des sondages effectués dans le périmètre du PA et description du type de sol trouvé	61
Figure 6.21 Sondage Ph_1	62
<i>Figure 6.22 Caractéristique agropédologique du sol</i>	<i>62</i>
<i>Figure 6.23 Horizon A (OH) dans les parties boisées.....</i>	<i>62</i>
Figure 6.24 Sites contaminés à proximité du PA.....	66
Figure 6.25 Robinier faux-acacias au coin nord entre la haie arborescente et le vieux boisement	68
Figure 6.26 Installations stationnaires (avec attendant) à proximité du PA « Sus le Jordil »...	70

Figure 6.27 Extrait de l'étude de mise en valeur des terrains du PA « Sus le Jordil », Plarel 2014.....	72
Figure 6.28 Extrait du guichet cartographique cantonal vaudois avec le périmètre du PA « Sus le Jordil » en rouge	72
Figure 6.29 Périmètre en bleu du site n° 41 avoisinant le PA « Sus le Jordil » au nord, en rouge.....	74
Figure 6.30 Liaisons biologiques du REC-VD autour du PA "Sus le Jordil"	75
Figure 6.31 Surface de culture intensive au centre du PA « Sus le Jordil »	76
Figure 6.32 Bande herbeuse entourant la zone cultivée	76
Figure 6.33 Carte des milieux naturels	77
Figure 6.34 Photographies du cordon boisé.....	78
Figure 6.35 Cordon boisé relativement ouvert.....	79
Figure 6.36 Haie arborescente bordant la parcelle cultivée et la route.....	79
Figure 6.37 Unique entrée sur le site du PA « Sus le Jordil »	79
Figure 6.38 Noyer isolé et grange en ruine.....	80
Figure 6.39 Recommandations de l'Union suisse des services des parcs et promenades (VSSG/USSP) relativement à la protection des arbres en phase de réalisation – protection du domaine vital de l'arbre.....	83
Figure 6.40 Recommandations de l'Union suisse des services des parcs et promenades (VSSG/USSP) relativement à la protection des arbres en phase de réalisation – risques de pollution et dépôts	84
Figure 6.41 Recommandations de l'Union suisse des services des parcs et promenades (VSSG/USSP) relativement à la protection des arbres en phase de réalisation – travaux à proximité et dans le système racinaire	84
Figure 6.42 IVS — Extrait de carte de terrain IVS	85
Figure 6.43 Voies de communication historiques à proximité du projet.....	86
Figure 6.44 Bâtiments recensés au SIPAL à proximité PA « Sus le Jordil »	87
Figure 6.45 Situation des régions archéologiques à proximité du périmètre du PA	88
Figure 6.46 Aléa inondations à proximité du PA « Sus le Jordil ».....	89

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE

Le secteur « Sus le Jordil » est situé sur la commune de Saint-Sulpice au nord de la rue du Centre. Il est composé de 5 parcelles : 196, 202, 206, 673 et 863, pour une superficie de 3.4 ha. Le périmètre a été défini par la commune comme zone de développement spécial, afin d'y implanter un quartier mixte, principalement résidentiel.

Ce projet de quartier a fait l'objet d'un concours d'architecture. Le bureau RDR lauréat, participe au développement du plan de quartier afin d'assurer une coordination entre la phase planification et le projet architectural en lui-même.

Le site est actuellement utilisé pour de l'agriculture et est entièrement affecté en zone d'habitation de faible densité.

Le projet n'est pas soumis à un rapport d'impact sur l'environnement (moins de 500 places de parc au sens de l'annexe 1 OEIE). Néanmoins, la bonne prise en considération de l'environnement dans le développement du projet permet, d'une part, de garantir la qualité du projet, et, d'autre part, d'assurer une bonne réception et compréhension du dossier lors de la procédure d'examen par les services cantonaux et la commune.

La présente notice traite des aspects environnementaux liés au projet, notamment, les thèmes de l'air, du bruit, des eaux, du sol et de la nature. Elle identifie les impacts, vérifie la conformité du projet avec la législation environnementale et le cas échéant, elle propose des mesures de protection ou de compensation

1.2. 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) ;
- 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.

2. PROCEDURE

2.1. PROCEDURE DECISIVE

Le projet de PA s'inscrit dans une procédure LATC (art. 34 et suivants), de compétence communale.

2.2. PROCEDURE EIE

En vertu de l'Ordonnance relative à l'étude d'impact sur l'environnement (OEIE), le projet n'est pas assimilable à une installation inscrite dans l'annexe de l'OEIE, et n'est de ce fait pas soumis à l'étude d'impact sur l'environnement (EIE).

Toutefois, au sens de l'article 4 OEIE, les projets non soumis à l'EIE doivent satisfaire aux mêmes prescriptions légales sur la protection de l'environnement que ceux qui sont soumis à l'EIE.

Les répercussions du projet sont étudiées sur l'ensemble des domaines environnementaux, tant au niveau de la phase de réalisation que de la phase d'exploitation. De même, les domaines environnementaux présentant aujourd'hui déjà des conflits sont aussi analysés. Des mesures adéquates (principe de proportionnalité) sont prévues, assurant le respect des dispositions légales en vigueur.

2.3. PARTIES IMPLIQUEES

- **Patrimonium**, représentant du Maître d'ouvrage et des droits fonciers.
- **Richter Dahl Rocha & Associés architectes**, bureau architecte lauréat
- **Plarel SA**, volet urbanisme, pilote l'ensemble du projet
- **Ecoscan SA**, volet environnement
- **Transitec Ingénieurs-Conseils SA**, volet mobilité
- **Jean-Yves le Baron**, volet paysager

3. SITE ET ENVIRONS

3.1. DESCRIPTION DES ENVIRONS

Situé à l'ouest de la commune de Saint-Sulpice, le site de « Sus le Jordil », est actuellement en grande majorité occupé par des terrains agricoles. Le site comprend un cordon d'arbres situé sur toute sa circonférence.

Le secteur est délimité au sud par le chemin la rue du Centre, à l'ouest par la rue des Jordil, au nord par le cimetière de Saint Sulpice. Plusieurs habitations se trouvent à l'est du périmètre.

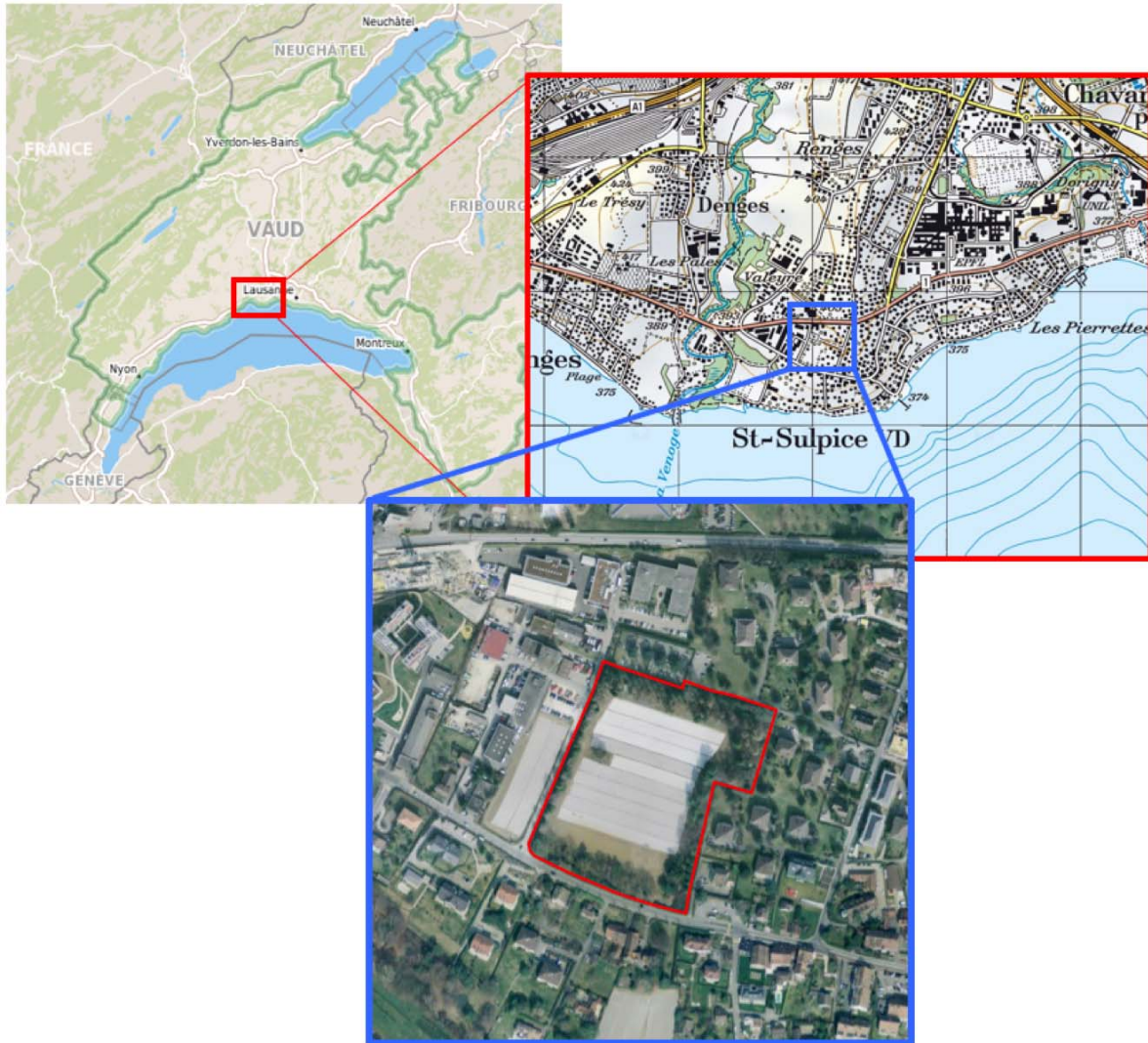


Figure 3.1 Situation du PA « Sus le Jordil »

3.2. DESCRIPTION DU SITE

Toute la surface, à l'exception du cordon boisé, est actuellement utilisée pour de grandes cultures. Le site comprend 5 parcelles (N° 196, 202, 206, 673 et 863), toutes sont la propriété de Pestalozzi Martin.

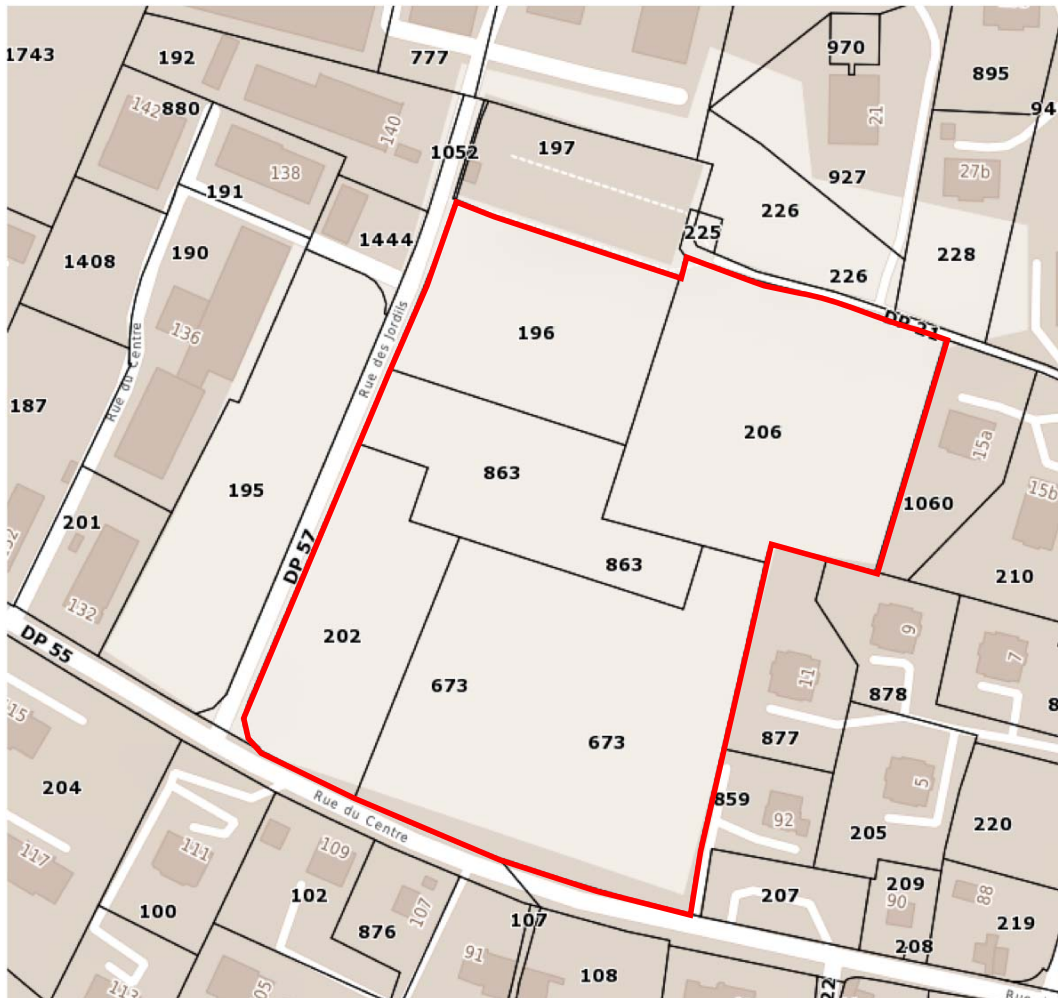


Figure 3.2 Périmètre du PA

4. PROJET

4.1. DESCRIPTION DU PROJET

Surface de terrain	34'501 m ²
SPd maximale	17'850 m ² (dont 850 m ² liés au bonus énergétique)
Nombre d'habitants indicatif	Environ 360

Hypothèse : 50 m² de SPd par habitant (selon la valeur de référence cantonale utilisée pour calculer le potentiel d'habitants, conformément à la mesure A11 du PDCn).

4.2. CONFORMITE AVEC L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

L'ensemble du périmètre du PA « Sus le Jordil » (parcelles 196, 202, 206, 673 et 863) est actuellement affecté en zone d'habitation de faible densité avec un degré de sensibilité au bruit (DS) III.

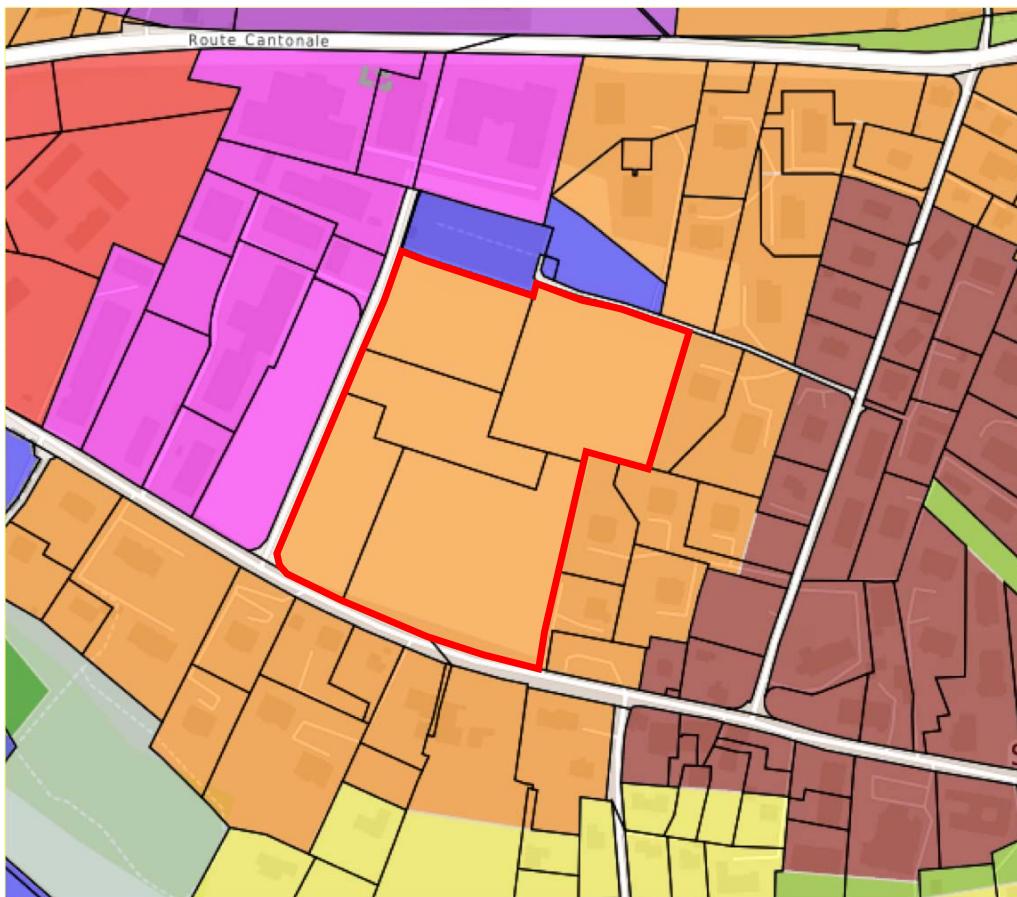


Figure 4.1 Zone d'affectation

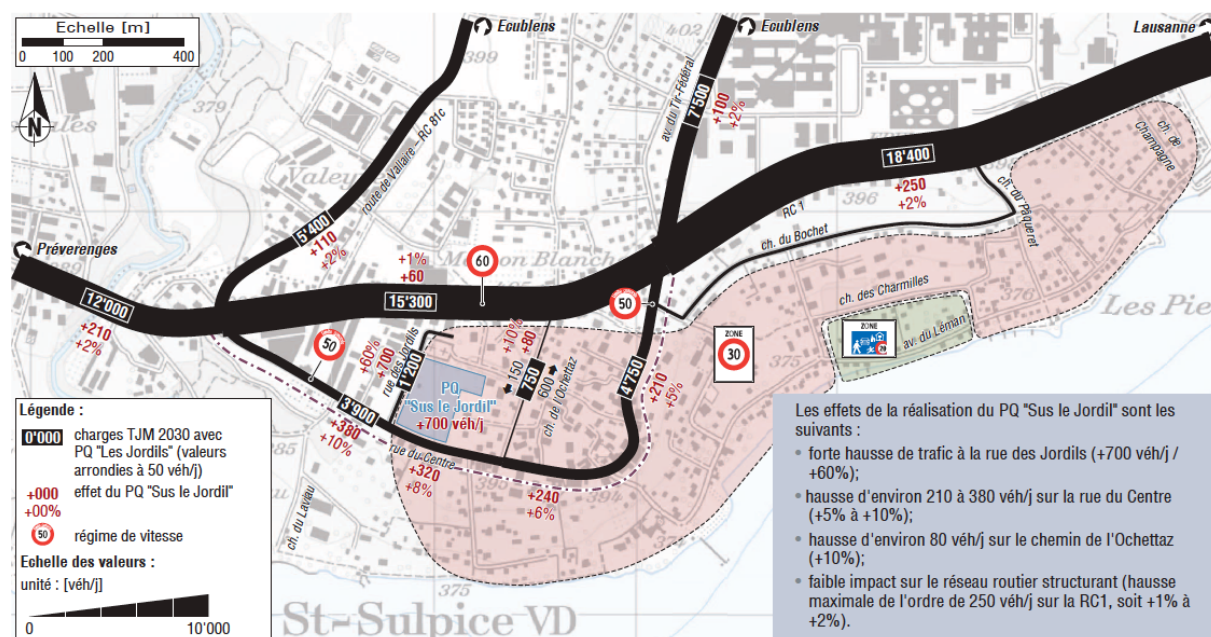
Ce chapitre est traité de manière exhaustive dans le rapport d'aménagement selon l'article 47 OAT.

4.3. DONNEES DE BASE CONCERNANT LE TRAFIC

Le bureau Transitec Ingénieurs-Conseils SA est mandaté pour traiter le volet mobilité du rapport d'impact sur l'environnement. Ce chapitre est une synthèse de leur étude.

La génération de trafic induite par le projet de PA « Sus le Jordil » est estimée à 700 véh/jour.

Le besoin en stationnement est estimé à environ 200 places pour les voitures et environ 500 places pour vélos.



N° tronçon	Dénomination	TJM 2030 sans projet [v/j]	TJM 2030 avec projet [v/j]	Vitesse limite [km/h]	PLM [%]	Pente [%]
1 2	RC1	11 790	12 000	70	6 %	1 %
2 3	RC1	15 240	15 300	60	6 %	2 %
3 4	RC1	15 240	15 300	60	6 %	3 %
4 5	RC1	18 150	18 400	60	6 %	0 %
2 6	rue du Centre	3 520	3 900	50	4 %	0 %
6 7	rue du Centre	3 580	3 900	30	4 %	0 %
7 4	rue du Centre	4 525	4 750	30	4 %	0 %
6 8	rue des Jordil	500	1 200	30	4 %	1 %
7 3	ch. de l'Ochettaz	670	750	30	4 %	3 %
2 9	route de la Vallaire	5 300	5 400	60	6 %	1 %
4 10	av. du Tir-Fédéral	7 390	7 500	60	6 %	0 %



Figure 4.2 Tronçons de route considérés dans l'étude

5. CONCEPT ENERGETIQUE TERRITORIAL

Le périmètre du PA « Sus le Jordil » se situe au sein du périmètre de centre cantonal *Agglo Lausanne-Morges*. En ce sens, au sens de l'article 46a du RLVLEne, le projet est soumis à une Planification énergétique territoriale.

5.1. LEGISLATION & EXIGENCES

5.1.1. Niveau cantonal

L'évolution rapide de la problématique énergétique a nécessité une révision de la loi vaudoise sur l'énergie (LVLEne). Après une consultation menée du 7 juin au 30 septembre 2011, ainsi qu'un projet de révision au Grand Conseil en novembre 2012, cette loi est en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2014.

Parts minimales d'énergie renouvelable

Pour les besoins de chaleur admissibles pour le chauffage des locaux, l'art. 30 b LVLEne stipule que les besoins de chaleur pour le chauffage ne doivent pas être couverts à plus de 80 % par une installation au gaz, et à plus de 60 % par une installation au mazout ou au charbon. En outre, l'art. 30a précise que les chauffages électriques sont interdits.

Pour les besoins de chaleur pour l'ECS, l'art. 28a al. 1 LVLEne stipule que la part d'énergie renouvelable doit être au moins de 30 %.

Pour les besoins en électricité, l'art. 28 b al. 1 stipule que la part d'énergie renouvelable doit être d'au moins 20 %.

Pour les besoins de froid de confort, l'art. 28 b al. 2 stipule que la part d'énergie renouvelable doit être d'au moins 50 %.

Grands consommateurs

Les grands consommateurs sont des consommateurs dits « finaux », présents sur un même site (au sens de l'art. 4 let. k RLVLEne : un site est un lieu d'activité qui constitue une unité économique et géographique et qui présente sa propre consommation annuelle). Ceux-ci sont soumis aux articles 28c à 28e LVLEne.

5.1.2. Subventions cantonales

Le canton de Vaud offre de nombreuses possibilités de subventions lors de la réalisation de projets d'économies d'énergie, d'efficacité énergétique, de production de chaleur ou d'électricité par des sources renouvelables, pour la réalisation d'études ou de manifestations relatives à l'énergie. Ces subventions touchent entre autres les objets suivants :

- Rénovation au standard Minergie ;
- Pose d'installation solaire ;
- Remplacement des installations de chauffage électrique ;
- Installation de chauffage au bois ;
- Distribution d'énergie de réseau (création de CAD) ;
- Assainissement de bâtiments ;
- Projets particuliers et pilotes.

L'ensemble des projets bénéficiant d'une subvention, ainsi que les conditions d'octroi, est disponible sur le site internet de l'Etat de Vaud – Section Energie¹.

Bonus SPd

Conformément à l'article 97 al. 4 LATC, les bâtiments atteignant des performances énergétiques sensiblement supérieures aux normes en vigueur bénéficient d'un bonus supplémentaire de 5 % dans le calcul de la SPd.

5.1.3. Niveau communal

Plan général d'affectation

Dans le règlement du plan général d'affectation (PGA) communal, le point 10.7 mentionne que *dans les limites de ses prérogatives, la Municipalité prend les mesures nécessaires pour favoriser la réalisation de bâtiments économes en énergie tels que, notamment : les constructions portant le label « MINERGIE ».*

5.1.4. Niveau du Plan de quartier (PA)

Au niveau du PA, la volonté du maître d'ouvrage est d'atteindre une performance pour les bâtiments futurs, s'alignant aux performances du standard Minergie. Ce standard définit notamment que les exigences primaires, pour les besoins de chaleur pour le chauffage, soient équivalentes à 90 % de la valeur SIA 380/1 : 2009.

En outre, il est souhaité de réaliser une centrale de chauffe commune au quartier.

Le présent document tient compte de ces exigences.

5.2. HYPOTHESES DE BASE

Hypothèses des besoins en énergie

- Performance des futurs bâtiments Standard Minergie ou équivalent

Hypothèses de calculs des installations de gaz

- Durée de vie des chaudières à gaz 20 ans

Hypothèses de calculs des installations solaires

- Puissance d'1 m² moyen de solaire photovoltaïque² 134 W/m²
- Production d'1 m² de solaire thermique³ 400 kWh/m²*an
- Durée de vie des panneaux solaires photovoltaïques 25 ans
- Durée de vie des panneaux solaires thermiques 25 ans

¹ <http://www.vd.ch/themes/environnement/energie/subventions/>

² Source : www.swiss-green.ch

³ Source : formulaire EN-VD-72 – valeur par défaut

- Période de calculs pour le dimensionnement des installations de solaire pour le chauffage des locaux 1^{er} déc. au 31 mars
- Période de calculs pour le dimensionnement des installations de solaire pour la production d'ECS moyenne annuelle
- Les ombres portées, sur les surfaces accueillant les installations solaires, sont considérées comme peu significatives, de sorte que le rayonnement global annuel moyen est d'au moins 65 % du rayonnement global (au sens de l'article 28 du RLVLene).

Hypothèses de calculs des installations PAC

- Coefficient de performance (COP)⁴
 - PAC de type « air-eau » 2.5
 - PAC de type « sol-eau » 4.0
 - PAC de type « eau-eau » 5.7
- Durée de vie
 - PAC de type « air-eau » 20 ans
 - PAC de type « sol-eau » 20 ans
 - PAC de type « eau-eau » 20 ans
 - Sondes géothermiques 25 ans
 - Forage-pompage 25 ans
- Les sondes géothermiques ont un rayon de maillage de 25 m (chaque sonde doit être espacée de 50 m les unes des autres).

⁴ Valeurs issues de calculs du Centre d'essai des pompes à chaleur WPZ à Buchs SG.

5.3. DIAGNOSTIC

5.3.1. Ressources énergétiques locales

Ci-dessous, une synthèse des différents agents énergétiques, présents ou non, autour du périmètre du projet.

Biomasse agricole

L'exploitation de la biomasse agricole consiste à maximiser la mobilisation du gisement agricole des engrais de ferme, résidus de récoltes et cultures intercalaires pour la valorisation énergétique. Il est nécessaire de mettre en œuvre des technologies éprouvées et rentables adaptées aux caractéristiques des exploitations vaudoises, pour le développement de la production d'énergie.

La méthanisation des déchets consiste à capter le gisement des déchets organiques ménagers pour les retirer de la filière « poubelles » et les méthaniser. Les déchets biogènes ne sont plus compostés à ciel ouvert, mais sont soumis à une fermentation anaérobie dans un réacteur fermé. Le biogaz résultant est capté et transformé en électricité et en chaleur dans une centrale de cogénération.

Le PA ne prévoit aucune nouvelle installation de méthanisation en son sein ni d'interaction avec une installation de méthanisation existante (création de flux de biomasse liquide ou solide, déchets végétaux ou autre).

Biomasse du bois

Le bois est considéré renouvelable à l'échelle humaine à la condition que l'exploitation comme énergie n'excède pas la production. La combustion du bois émet du CO₂, dû à la combustion du carbone stocké dans le bois durant la croissance de l'arbre. Le bilan est alors nul sur quelques dizaines d'années.

L'étude réalisée par le canton de Vaud sur l'analyse du potentiel de bois-énergie disponible dans les forêts vaudoises⁵ montre que les volumes de bois-énergie disponibles dans l'arrondissement forestier n° 18 (Lausanne) sont négatifs (demande de bois supérieure à l'offre de l'arrondissement forestier) d'environ -4'365 m³ / an (2008).

En outre, le PA est situé dans une zone à immissions excessives de type 1 (zone à immissions excessives se situant dans un périmètre faisant l'objet d'un plan de mesures, au sens de l'article 31 OPair).

On peut conclure que la qualité de l'air dans le secteur proche du PA ne permet pas l'utilisation de biomasse du bois comme bois-énergie.

Charbon

L'exploitation du charbon a fortement diminué depuis 60 ans et n'occupe aujourd'hui qu'une place secondaire dans le domaine de l'énergie Suisse. Durant la première moitié du XX^{ème} siècle, 80 % des besoins nationaux étaient couverts par le charbon, contre 0.7 % en 2010.

⁵ Projet BoisEau – Volet forestier – Analyse du potentiel de bois énergie disponible dans les forêts vaudoises – rapport du 18 décembre 2008.

Chauffage à distance (CAD)

Aucun réseau de chauffage à distance n'est présent aux alentours du périmètre du PA « Sus le Jordil ».

Afin d'éviter toute confusion entre un réseau de chauffage à distance communal ou régional, avec un possible réseau de distribution de la chaleur au sein du périmètre du projet, il a été choisi de scinder en deux chapitres distincts ces différents réseaux. Ainsi, le réseau de distribution local de chaleur est détaillé dans le chapitre *Réseau de distribution local*, ci-dessous.

Réseau de distribution local

Ce chapitre traite du potentiel de réalisation d'un réseau de distribution local de la chaleur au sein du périmètre du PA « Sus le Jordil ».

La mise en place d'un réseau de distribution local, au sein du périmètre du projet, doit pouvoir s'implanter dans une zone ayant un certain niveau de densité pour apprécier son caractère économiquement supportable. Comme première appréciation, un réseau de chauffage à distance est économiquement évalué suivant un ratio, fonction de l'énergie raccordée, avec la surface totale du réseau :

- > 500 MWh/ha*an Favorable
- < 500 MWh/ha*an Défavorable

Dans le cadre du présent projet, les besoins de chaleur projetés sont estimés à environ 1'078 MWh (voir le chapitre *Estimation des besoins projetés en énergie*, ci-après), pour une surface de réseau estimée à environ 1.56 ha (surface surestimée afin d'évaluer le cas le plus défavorable). Le ratio est d'environ 691 MWh/ha*an.

La mise en place d'un réseau de distribution de chaleur centralisée est donc **favorable** pour le projet de PA « Sus le Jordil ».

L'article 8.4 du règlement préconise que les locaux habitables doivent être raccordés à des centrales de chauffe communes à plusieurs bâtiments.

Déchets

Aucun réseau de chauffage à distance ni rejet de chaleur par combustion des déchets n'est présent aux alentours du périmètre du PA « Sus le Jordil ».

Toutes les ordures ménagères sont gérées par la société GEDREL et incinérées dans l'UVTD⁶ de Tridel à Lausanne, qui alimente le réseau de chauffage à distance (CAD) de la ville.

Eaux usées

Ayant une température oscillant entre 10 et 20 °C, les eaux usées (EU ci-après) sont une source de chaleur intéressante. En hiver par exemple, la température extérieure peut descendre fortement et rendre peu (voire pas du tout) efficace l'emploi de PAC de type « air-eau », à contrario des EU qui conservent une certaine température. D'une manière générale, la récupération de la chaleur des EU s'effectue via un échangeur de chaleur sur les tuyaux d'EU, ainsi qu'une installation de pompe à chaleur de type « eau glycolée-eau ».

Dans la pratique, cette récupération est rendue possible (économiquement supportable) sur des collecteurs dont le diamètre est supérieur ou égal à 800 mm. Pour des installations

⁶ UVTD = Usine de valorisation et de traitement des déchets

décentralisées, la récupération de chaleur des EU est possible pour des immeubles ayant plus de 60 habitants.

Au niveau du secteur du PA « Sus le Jordil », la densité du tissu bâti laisse à penser que les débits d'EU dans les collecteurs peuvent ne pas être suffisamment importants pour pouvoir faire de la récupération de chaleur.

Gaz naturel

La commune de Saint-Sulpice possède un réseau de distribution du gaz naturel, pour l'ensemble du périmètre de la commune. Les services industriels lausannois (SIL) s'assurent de la gestion de ce réseau. Il existe donc un raccordement potentiel du PA au réseau communal de gaz naturel.

Le gaz naturel est un agent énergétique fossile, donc considéré comme non renouvelable.

PAC « air-eau »

La pompe à chaleur (PAC ci-après) permet de soutirer les calories d'un environnement extérieur pour chauffer l'intérieur d'un bâtiment (chauffage ou ECS), à l'image d'un appareil frigorifique inversé. La PAC de type « air-eau » puise les calories dans l'air extérieur, pour chauffer le circuit d'eau du bâtiment.

Comme elle soutire la chaleur directement dans l'air extérieur, cette PAC est moins chère à installer que les PAC de type « sol-eau » ou « eau-eau ». Son rendement peut être très bon en mi-saison, mais il devient mauvais au cœur de l'hiver, car la température de l'air extérieur est la plus froide justement au moment où le bâtiment a le plus besoin de chaleur. C'est pourquoi cette solution n'est pas recommandée pour des bâtiments situés trop haut en altitude ou dans un climat très froid.

La pompe à chaleur peut être considérée comme un agent énergétique renouvelable, si son approvisionnement électrique est issu d'une source renouvelable.

En outre, l'article 17 du RLVLEne stipule qu'à *une altitude de plus de 1'000 mètres, les pompes à chaleur utilisant l'air comme source de chaleur ne sont, d'une manière générale, autorisées que pour les bâtiments Minergie ou équivalent.*

Le PA se situe à une altitude moyenne de 400 m.

Toutefois, au vu de la volonté d'opter pour une centrale de chauffe commune, et de l'importance du bâti projeté, une installation de PAC de type « air-eau » ne permet pas de couvrir la majorité des besoins de chaleur, notamment en termes de puissances à moins d'avoir recours à des installations relativement importantes. En effet, la puissance est estimée, à ce stade d'avancée du projet, à environ 1'800 kW, et la mise en cascade d'autant de PAC « air-eau », pour aboutir à cette puissance, n'est techniquement pas réalisable. C'est pour cette raison que cette source d'énergie n'est pas retenue pour le présent projet.

PAC « sol-eau » (avec géothermie)

Au sens de l'article 2 RPCL⁷, tout sondage géothermique est soumis à autorisation du département. L'article 5 du même règlement stipule que les sondes sont interdites à l'intérieur des bâtiments.

La PAC de type « sol-eau » puise les calories non pas dans l'air extérieur (à l'image de la PAC « air-eau », ci-avant), mais dans le sous-sol par géothermie. Des forages sont munis d'une

⁷ RPCL = Règlement vaudois sur l'utilisation des pompes à chaleur

sonde géothermique verticale, autrement dit un double-tuyau qui descend et remonte, et dans lequel circule un liquide caloporteur (eau + sel ou antigel) qui va se charger de chaleur en profondeur pour la ramener à la surface. S'il n'est pas possible de forer assez profondément, où si le sous-sol offre peu de chaleur, plusieurs sondes doivent être installées. On parle alors de « champs de sondes ».

La technique de la géothermie vise à récupérer la chaleur terrestre par des forages. On distingue plusieurs types de géothermie :

- Géothermie de faible profondeur (forages compris entre 50 et 200 m) ;
- Géothermie de moyenne profondeur (profondeurs situées entre 800 et 2'500 m), avec des eaux situées entre 70 et 100 °C maximum ;
- Géothermie de grande profondeur (profondeurs aux environs de 2'500 et 3'000 m), avec des eaux à haute température (environ 150 °C).
- Géothermie de très grande profondeur (au-delà de 3'000 m), avec des eaux à très haute température. Cette dernière est encore au stade de développement. Si la technologie peut être maîtrisée, cela peut devenir vraisemblablement une alternative intéressante à moyen terme.

Dans le cadre d'un projet tel que celui du PA « Sus le Jordil », la géothermie employée ne dépasse pas les faibles profondeurs.

Le périmètre se situe en secteur üB de protection des eaux souterraines. Il n'y a, hormis les mesures standard de protection des eaux souterraines, pas de contraintes particulières. En outre, aucun site pollué n'est recensé sur le périmètre du projet.

Le sous-sol géologique du secteur du PA est composé en grande partie par de la *Moraine*, ainsi que de la *Molasse d'eau douce*. D'un point de vue lithologique, le sous-sol est principalement composé par des *limons argileux*, ainsi que des *Marnes gréseuses* plus en profondeur.

Il a également été relevé que plusieurs bâtiments voisins au périmètre du PA sont équipés d'installations de géothermie, dont la profondeur de forage varie entre 160 et 240 m. Ces installations sont situées à environ 200 m du périmètre du projet.

Le dimensionnement des installations de géothermie s'appuie sur les hypothèses suivantes :

- Réseau de sondes géothermiques, maillage avec espacement de 10 m.
- Conductibilité thermique du sous-sol (Marnes gréseuses) : $\lambda = 1.8 \text{ W/mK}$
- Potentiel de soutirage moyen : $38.3 \text{ W/m}_{(\text{sonde})}$.

La pompe à chaleur peut être considérée comme un agent énergétique renouvelable, si son approvisionnement électrique est issu d'une source renouvelable.

PAC « eau-eau »

Les PAC de type « eau-eau » fonctionnent sur la même base que les PAC « sol-eau », avec la différence que le circuit est ouvert, et que le liquide caloporteur est l'eau des nappes phréatiques ou des lacs et cours d'eau. Une pompe immergée permet alors de remonter l'eau vers la PAC. Les sondes de pompage ne dépassent en général pas 30 à 50 m de profondeur.

Bien souvent, ce type d'installation consiste à desservir plusieurs bâtiments par un circuit d'eau pompée puis rejetée dans la profondeur d'un lac ou d'une nappe phréatique souterraine. Comme l'eau du circuit reste toute l'année aux mêmes températures, il est possible d'y prélever de la chaleur en hiver, et du froid en été.

Les différents sondages profonds effectués à proximité du périmètre du PA « Sus le Jordil » (sondages allant jusqu'à 180 m) ont rencontré le niveau de nappe phréatique à l'aide d'une

sonde piézométrique. Ce niveau varie entre 130 et 140 m de profondeur, suivant le sondage. Toutefois, la capacité géothermique de la nappe n'est pas connue à ce stade d'avancée du projet. Il convient d'effectuer, lors des études ultérieures, une étude sur la capacité géothermique de la nappe et du potentiel que l'on peut en retirer, dans le cas où cet agent énergétique devait être retenu.

En outre, il est à signaler que le pompage des eaux souterraines dans un environnement construit peut induire des tassements pour les constructions voisines. A priori, l'exploitation thermique des eaux souterraines par pompage n'est pas adaptée au contexte hydrogéologique de la zone concernée par le projet.

La pompe à chaleur peut être considérée comme un agent énergétique renouvelable, si son approvisionnement électrique est issu d'une source renouvelable.

Pétrole

Les prospections pétrolières réalisées jusqu'à nos jours en Suisse n'ont pas permis de trouver des gisements qui permettent une exploitation économiquement supportable. De ce fait, l'entier du pétrole consommé en Suisse doit être importé.

Le mazout est un agent énergétique fossile, et représente à l'heure actuelle l'agent énergétique le plus utilisé pour le chauffage domestique en Suisse.

Il s'agit d'un agent énergétique non renouvelable.

Rejets thermiques

Au sens de l'article premier de l'Ordonnance fédérale sur l'énergie (OEne), les rejets thermiques sont les déperditions de chaleur inévitables en l'état de la technique, produite par la conversion d'énergie ou par des processus chimiques (dont l'incinération des ordures, décrits dans le chapitre relatif ci-avant). N'est pas considérée comme rejets thermiques la chaleur des installations ayant pour buts premiers la production simultanée d'électricité et d'énergie thermique.

Aucune installation fixe, ayant un potentiel de rejets thermiques, n'est située à proximité du périmètre du PA « Sus le Jordil ».

Solaire

Le solaire est l'énergie disponible par tous les temps. Chaque année, le soleil fournit à notre planète 20'000 fois plus d'énergie que l'humanité n'en consomme durant la même période. Bien exploité, le solaire a le principal avantage d'être disponible partout (énergie indigène) et d'être renouvelable.

Le dimensionnement des installations de solaire thermique pour le chauffage des locaux s'appuie sur le potentiel de production moyen durant la période hivernale. Pour la production d'ECS, le dimensionnement des installations solaire thermique s'appuie sur une moyenne annuelle. Ces périodes sont déterminées dans le chapitre *Hypothèses de base*, ci-avant.

Le nombre d'heures⁸ correspondant à la région du PA est :

- Temps d'ensoleillement annuel moyen 1'925 h/an
- Temps d'ensoleillement hivernal moyen 401 h/hiver

⁸ Issue du calcul via *suntag.ch*, qui prend en considération la topographie et la météorologie locale.

Suivant les hypothèses ci-dessus, et celles décrites au chapitre *Hypothèses de base* (ci-avant), la production des installations solaires est :

- Solaire photovoltaïque 134 kWh/m²*an
- Solaire thermique (moyenne annuelle) 400 kWh/m²*an
- Solaire thermique (moyenne hivernale) 83 kWh/m²*hiver

La surface disponible en toiture pour les installations solaires varie en fonction des différents aménagements que l'on peut y trouver (velux, cheminées, installations techniques, etc.). D'une manière générale, seuls 75 % de la surface brute en toiture peut être utile pour la pose d'une installation solaire.

Pour le PA « Sus le Jordil », le projet dispose d'une surface de toiture utile à la pose d'une installation solaire d'environ 2'750 m².

5.3.2. Estimation des besoins actuels en énergie

Aucun bâtiment n'est actuellement présent sur le périmètre du PA « Sus le Jordil ».

5.3.3. Estimation des besoins projetés en énergie

Les hypothèses de calculs s'appuient sur la norme *SIA 380/1:2009, l'énergie thermique dans le bâtiment*. Les calculs sont axés sur les valeurs maximales des indices de dépense d'énergie, obtenues à partir des valeurs limites des besoins de chaleur pour le chauffage et des valeurs indicatives minimales de la fraction utile pour un bâtiment sis au niveau du Plateau suisse (Tableau 31, Annexe F de la *SIA 380/1*). Les différentes surfaces de plancher déterminantes (SPd ci-après) sont réparties en fonction des différentes catégories de bâtiment, définis dans l'Annexe A de la *SIA 380/1*.

Détermination des catégories d'ouvrage

Les surfaces de plancher déterminantes sont réparties selon l'article 3.2 al. 1 du RPA. Etant donné la volonté d'aligner les performances énergétiques à celles du standard Minergie, conformément à l'article 3.2 al. 2 RPA la surface SPd globale est majorée de 5 %.

L'ensemble des SPd est réparti dans les différentes catégories précitées, de la manière suivante :

<i>Catégorie d'ouvrage SIA 380/1</i>	<i>Type d'aménagement prévu par le projet</i>	<i>Surface de SPd correspondante</i>
I - Habitat collectif	Environ 95 % de la SPd globale.	16'860 m ²
II - Habitat individuel	-	-
III - Administration	Environ 3 % de la SPd globale.	530 m ²
IV - Ecole	-	-
V - Commerce	Environ 2 % de la SPd globale.	460 m ²
VI - Restaurant	-	-
VII - Lieux de rassemblement	-	-
VIII - Hôpital	-	-
IX - Industrie	-	-
X - Dépôts	-	-
XI - Installations sportives	-	-
XII - Piscine couverte	-	-
<i>Total</i>		<i>17'850 m²</i>

Exigences et justifications

Etant donné que le périmètre du projet de PA « Sus le Jordil », sur la commune de Saint-Sulpice se situe à une altitude inférieure à 800 mètres, au sens de l'article 19 RLVLEne les exigences et le calcul des besoins de chauffage sont définis par les données climatiques de la station de Payerne.

Besoins de chaleur pour le chauffage — Q_h

Les besoins de chaleur pour le chauffage des locaux (Q_h) sont déterminés à l'aide des valeurs limites des besoins de chaleur annuels pour le chauffage des bâtiments (pour Minergie : $Q_h \leq 90 \% Q_{h,li}$ SIA 380/1 : 2009), pondérés en fonction des conditions locales (température moyenne annuelle). Les résultats des calculs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Catégories d'ouvrages [-]	SPd [m ²]	Besoins annuels de chaleur pour le chauffage	
		[GJ]	[MWh]
I Habitat collectif	16 860.0	2 040.6	566.8
III Administration	530.0	80.7	22.4
V Commerce	460.0	45.9	12.7
Total		2 167.2	602.0

Figure 5.1 Estimations des besoins de chaleur pour le chauffage

Les besoins annuels de chaleur pour le chauffage des locaux se montent à 602 MWh/an. Au sens de l'article 30 b de la LVLEne :

- Les installations de chauffage au gaz ne doivent pas couvrir plus de 80 % des besoins, soit au maximum 482 MWh/an.
- Les installations de chauffage au mazout ou au charbon ne doivent pas couvrir plus de 60 % des besoins, soit au maximum 361 MWh/an.

Besoins de chaleur pour l'ECS — Q_{ww}

Les besoins de chaleur pour la production de l'ECS (Q_{ww}) sont déterminés à l'aide des indices de dépense d'énergie des conditions normales d'utilisation (Tableau 31, annexe F, SIA 380/1). Les résultats des calculs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Catégories d'ouvrages [-]	SPd [m ²]	Besoins annuels de chaleur pour la production d'ECS	
		[GJ]	[MWh]
I Habitat collectif	16 860.0	1 264.5	351.3
III Administration	530.0	13.3	3.7
V Commerce	460.0	11.5	3.2
Total		1 289.3	358.1

Figure 5.2 Estimations des besoins de chaleur pour l'ECS

Les besoins annuels de chaleur pour la production d'ECS se montent à 358 MWh/an. Au sens de l'article 28a de la LVLEne :

- La production d'ECS doit être couverte par au moins 30 %, soit 107 MWh/an, par une source d'énergie suivante :

- Des capteurs solaires
- Un réseau de chauffage à distance alimenté majoritairement par des énergies renouvelables ou des rejets de chaleurs
- Du bois, à condition que la puissance nominale de la chaudière excède 70 kW, hors des zones soumises à immissions excessives.

En synthèse, les besoins globaux en chaleur (chauffage + production d'ECS) sont estimés à **960 MWh/an**.

Besoins en électricité — Q_{el}

Les besoins en électricité des bâtiments (Q_{el}) sont déterminés à l'aide des conditions normales d'utilisation (Tableau 10, SIA 380/1). Les résultats des calculs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Catégories d'ouvrages	SPd	Besoins annuels pour l'électricité	
		[GJ]	[MWh]
[-]	[m²]		
I Habitat collectif	16 860.0	1 686.0	468.3
III Administration	530.0	42.4	11.8
V Commerce	460.0	55.2	15.3
Total		1 783.6	495.4

Figure 5.3 Estimations des besoins pour l'électricité

Les besoins annuels pour l'électricité se montent à 495 MWh/an. Au sens de l'article 28 b de la LVLEne :

- Les besoins d'électricité doivent être couverts par au moins 20 %, soit 99 MWh/an, par une source d'énergie renouvelable. Dans le cas où ces besoins sont couverts par des panneaux solaires photovoltaïques, la surface nécessaire doit alors se monter à environ **385 m² de panneaux solaires photovoltaïques**.

Besoins de froid de confort

Les besoins de froid de confort sont déterminés à l'aide des conditions normales d'utilisation définies par la Direction générale de l'énergie (DGE-DIREN)⁹. Les résultats des calculs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Catégories d'ouvrages	SPd	Besoins annuels pour le froid de confort	
		[GJ]	[MWh]
[-]	[m²]		
I Habitat collectif	16 860.0	1 092.5	303.5
III Administration	530.0	34.3	9.5
V Commerce	460.0	29.8	8.3
Total		1 156.7	321.3

Figure 5.4 Estimations des besoins pour le froid de confort

⁹ Conditions normales d'utilisation telles que définies dans le formulaire EN-VD-72

Les besoins pour le froid de confort se montent à 321 MWh/an. Au sens de l'article 28b al. 2 de la LVLEne :

- La consommation d'électricité des nouvelles installations de confort (climatiseur, humidificateur, etc.) doit être d'au moins 50 % composée d'énergies renouvelables, soit 161 MWh/an. Dans le cas où ces besoins sont couverts par des panneaux solaires photovoltaïques, la surface nécessaire doit alors se monter à environ **623 m² de panneaux solaires photovoltaïques**.

5.3.4. Grands consommateurs

La consommation projetée dans le cadre du PA ne dépasse pas les valeurs limites définies dans l'article 28c de la LVLEne (aucun grand consommateur d'énergie).

5.3.5. Synthèse du diagnostic

Considérant les différents besoins en énergie avec leurs contraintes légales, ainsi que les ressources disponibles localement, les données suivantes sont retenues pour l'élaboration de scénarii :

Besoins

Besoins globaux de chaleur		Besoins globaux d'électricité	
Chauffage (Q _h)	ECS (Q _{ww})	Besoins globaux (Q _{EI})	Froid de confort
602 MWh/an	358 MWh/an	495 MWh/an	321 MWh

Ressources

- **Gaz naturel.** Bénéficiant de la proximité du gaz naturel, le PA a la possibilité de se raccorder au réseau communal de distribution.
- **Pompes à chaleur (PAC) « sol-eau ».** Le périmètre du projet se situe dans un secteur propice pour des installations de géothermie. Ainsi, les solutions de couplage Pompe à chaleur (PAC) avec de la géothermie sont retenues dans la présente étude.
- **Solaire.** La solution solaire est un bon moyen de répondre aux exigences de la législation énergétique, notamment pour la nécessité de production sur site de 20 % des besoins en électricité. En outre, conformément à l'article 28 du RLVLene, les 30 % d'énergies renouvelables requises pour la production d'ECS (exigences de l'article 28a LVLEne) peuvent être couverts par une PAC seulement si elle est alimentée par du solaire photovoltaïque.

Contraintes

- Le périmètre du PA est situé dans une zone à immissions excessives de type 1 (zone à immissions excessives se situant dans un périmètre faisant l'objet d'un plan de mesures, au sens de l'article 31 OPair).
- Le PA dispose de 2'750 m² de toiture utile à la pose d'une installation de solaire.

5.4. CONCEPTION DE VARIANTES

L'ensemble des variantes proposées ci-après est conforme à la législation fédérale et cantonale en matière d'énergie, et des diverses exigences mentionnées dans le présent rapport.

Les chiffres présentés dans ce présent chapitre sont fondés sur des moyennes annuelles, et dont les besoins en énergie s'appuient sur les conditions standard d'utilisation. Le pré-dimensionnement est un état conceptuel et les chiffres ne peuvent être utilisés pour un dimensionnement précis.

5.4.1. Variante I — Gaz — Solaire

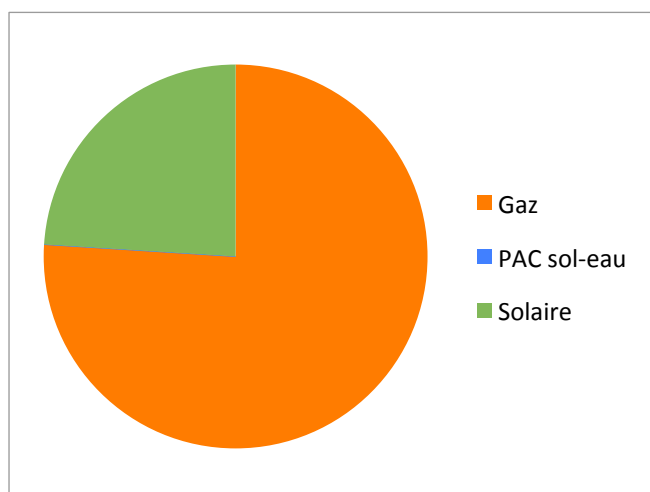
Principe

Cette première variante est une variante d'installations de chaleur, correspondant aux minimums requis par la législation cantonale et fédérale en matière d'utilisation des agents énergétiques renouvelables :

- L'article 28a de la LVLEne définit qu'au moins 30 % des besoins pour l'ECS soient couverts par une source d'énergie renouvelable.
- L'article 25 du règlement d'application de la LVLEne en vigueur définit que les besoins pour le chauffage soient couverts par 80 % maximum par des énergies non renouvelables.
- L'article 30 b de la LVLEne définit que les installations de chauffage au gaz ne doivent pas couvrir plus de 80 % des besoins globaux de chaleur pour le chauffage.

Ainsi, les énergies renouvelables doivent couvrir au minimum 30 % des besoins de chaleur pour l'ECS (soit 107 MWh), et 20 % des besoins de chaleur pour le chauffage (soit 120 MWh). Cette part d'énergie renouvelable se monte alors à 227 MWh, soit 24 % des besoins globaux de chaleur.

Au vu de ces exigences, cette première variante s'articule autour d'une couverture des besoins globaux de chaleur principalement par une chaudière à gaz. Celle-ci couvre 76 % des besoins globaux de chaleur, le solde est couvert par une installation de solaire thermique. Cette répartition tient compte des exigences légales énoncées ci-avant, et notamment l'article 30 b de la LVLEne (*les installations de chauffage au gaz des constructions nouvelles et des extensions ne peuvent couvrir plus de 80 % des besoins de chaleur admissible pour le chauffage*).



A noter que la part de gaz dans cette variante (76 %) est un maximum, plafonné par l'article 30b LVLEne. Les températures pour le chauffage des locaux en hiver sont atteintes principalement et essentiellement grâce à l'installation de gaz, qui bénéficie d'un complément de solaire thermique. Il est à noter que le rendement du solaire sera le plus important lors d'expositions solaires préférentielles, c'est-à-dire lors des mois estivaux. La répartition entre le gaz et le solaire, telle qu'indiquée sur le graphique ci-contre, fluctue donc en fonction des saisons de l'année.

Contribution des agents énergétiques

Dans cette variante, les besoins en chaleur seront répartis comme suit :

	Couverture des besoins de chaleur	Production annuelle
Gaz naturel	76 % (maximum)	730 MWh/an (maximum)
PAC	0 %	0 MWh/an
Solaire	24 %	230 MWh/an
Total		960 MWh/an

Gaz naturel

Dans cette variante, les besoins globaux de chaleur sont fournis en majorité par la chaudière à gaz. Celle-ci couvre au maximum (au sens de l'article 30b LVLEne) 76 % des besoins globaux de chaleur, soit 730 MWh/an. La puissance de chauffe est estimée à 1'210 kW.

Au sens du chapitre *Législation et exigences au niveau du plan de quartier (PA)* (ci-avant), il est projeté la réalisation d'une centrale de chauffe unique et commune pour le quartier. Pour aboutir à une telle puissance, la centrale commune nécessite la mise en cascade de plusieurs chaudières à gaz.

Solaire

Le dimensionnement des installations solaires thermiques pour le chauffage des locaux s'appuie sur l'ensoleillement global de la période hivernale. La surface nécessaire pour la production de chaleur pour le chauffage des locaux est de 1'734 m².

Le dimensionnement des installations solaires thermiques pour la production d'ECS s'appuie sur l'ensoleillement global annuel moyen. La surface nécessaire pour la production d'ECS est de 215 m². La surface totale nécessaire pour la production de chaleur est donc de **1'949 m² de panneaux solaires thermiques**.

En outre, il convient d'ajouter la surface de panneaux solaires photovoltaïques nécessaires pour 20 % des besoins globaux en électricité, et pour 50 % des besoins de froid de confort. Cette surface se monte à **1'007 m² de panneaux solaires photovoltaïques** (voir chapitre *Besoins en électricité*, ci-avant).

Pour rappel, les surfaces de toiture disponibles pour l'implantation d'installations solaires sont estimées à environ 2'750 m² (voir chapitre *Solaire*, ci-avant). Dans cette variante, la surface disponible en toiture ne permet pas de couvrir l'ensemble des besoins de surface pour les installations de solaire (thermique ou photovoltaïque). Il est nécessaire, dès lors, d'opter pour une pose de panneaux solaires contre d'autres surfaces, par exemple en façade des bâtiments.

Besoins en électricité

Les besoins globaux en électricité s'élèvent à 495 MWh/an, dont 20 % sont couverts par une installation photovoltaïque (afin de répondre aux exigences de l'article 28 b LVLEne). Les 396 MWh/an restants proviennent du réseau électrique.

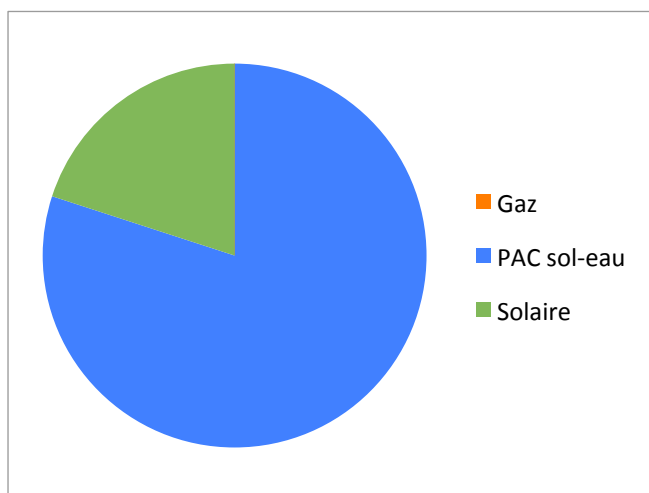
5.4.2. Variante II — PAC « sol-eau » — Solaire

Principe

Cette seconde variante est axée sur la production de chaleur issue du couplage PAC et géothermie, ainsi que du solaire thermique.

Dans cette configuration, la production de chaleur pour l'ECS de l'installation de PAC est alimentée à hauteur de 30 % par du solaire photovoltaïque. De cette manière, au sens de l'article 28 du RLVLNE, les 30 % d'énergies renouvelables requises pour la production d'ECS (exigences de l'article 28a LVLEne) peuvent être couverts par la PAC.

Les besoins globaux de chaleur sont donc principalement couverts par la PAC de type « sol-eau », couplé à une installation solaire thermique. Ainsi, la PAC « sol-eau » couvre 80 % des besoins, et les 20 % restants sont assurés à l'aide de solaire thermique. Cette solution permet de bénéficier des performances de la PAC (pour une PAC de type sol-eau, le COP¹⁰ est compris entre 4 et 5), et ainsi réduire la part de gaz tout en diminuant la surface totale de panneaux solaires.



Sur le graphique ci-dessus, la part de solaire photovoltaïque n'apparaît pas car n'est pas un élément de production d'énergie thermique (mais d'énergie électrique pour alimenter la PAC).

Contribution des agents énergétiques

Dans cette variante, les besoins en chaleur seront répartis comme suit :

	Couverture des besoins de chaleur	Production annuelle
Gaz naturel	0 %	0 MWh/an
PAC « sol-eau »	80 %	768 MWh/an
Solaire	20 % (thermique) Alimente PAC (électrique)	192 MWh/an (thermique) ~ 19 MWh/an (électrique)
Total		960 MWh/an ~ 19 MWh/an (électr.)

¹⁰ COP = coefficient de performance. Pour un COP de 5, la PAC fournit 5 kWh thermique pour 1 kWh électrique consommé.

PAC « sol-eau »

Les besoins globaux de chaleur sont couverts principalement par la PAC « sol-eau ». Cette dernière fournit de la chaleur à raison de 768 MWh/an. La puissance de chauffe est estimée à 1'270 kW.

Au sens du chapitre *Législation et exigences au niveau du plan de quartier (PA)* (ci-avant), il est projeté la réalisation d'une centrale de chauffe unique et commune pour le quartier. Pour aboutir à une telle puissance, la centrale commune nécessite la mise en cascade de plusieurs PAC de type « sol-eau ».

En outre, 30 % de l'alimentation électrique de la PAC est assurée par du solaire photovoltaïque, à raison d'environ 19 MWh/an.

Géothermie

En ce qui concerne le champ de sondes géothermiques, considérant une production de 38.3 W/m_(sonde), la longueur totale du réseau géothermique doit être de 2'321 m, et peut être, par exemple, composé d'un réseau de 9 sondes, de 258 mètres de profondeur chacune.

Solaire

Le dimensionnement des installations solaires thermiques pour le chauffage des locaux s'appuie sur l'ensoleillement global de la période hivernale. La surface nécessaire pour la production de chaleur pour le chauffage des locaux est de 1'445 m².

Le dimensionnement des installations solaires thermiques pour la production d'ECS s'appuie sur l'ensoleillement global annuel moyen. La surface nécessaire pour la production d'ECS est de 179 m². La surface totale nécessaire pour la production de chaleur est donc de **1'624 m² de panneaux solaires thermiques**.

Les installations solaires photovoltaïques doivent permettre de fournir de l'énergie électrique au fonctionnement de la PAC, à raison d'environ 19 MWh/an. La surface nécessaire est équivalente à environ 73 m². A cette surface, il convient d'ajouter la surface de panneaux solaires photovoltaïques nécessaires pour 20 % des besoins globaux en électricité, et pour 50 % des besoins de froid de confort. Cette surface se monte à environ 1'007 m² (voir chapitre *Besoins en électricité*, ci-avant). La surface totale nécessaire est donc de **1'080 m² de panneaux solaires photovoltaïques**.

Pour rappel, les surfaces de toiture disponibles pour l'implantation d'installations solaires sont estimées à environ 2'750 m² (voir chapitre *Solaire*, ci-avant). La surface de toiture disponible suffit dès lors pour répondre aux besoins de surface des installations de solaire.

A noter que le bilan en part d'énergie renouvelable pour cette variante présente des valeurs annuelles, la production d'énergie électrique solaire en hiver ne pouvant pas couvrir les besoins en électricité des pompes à chaleur durant cette période de l'année.

Besoins en électricité

Les besoins globaux en électricité s'élèvent à 495 MWh/an, dont 20 % sont couverts par une installation photovoltaïque (afin de répondre aux exigences de l'article 28 b LVLEne). Les 396 MWh/an restants proviennent du réseau électrique. Pour l'alimentation de la PAC, les panneaux solaires photovoltaïques fournissent 19 MWh/an. Les 148 MWh/an restants proviennent du réseau électrique. En synthèse, les besoins d'achat d'électricité se montent à 545 MWh/an.

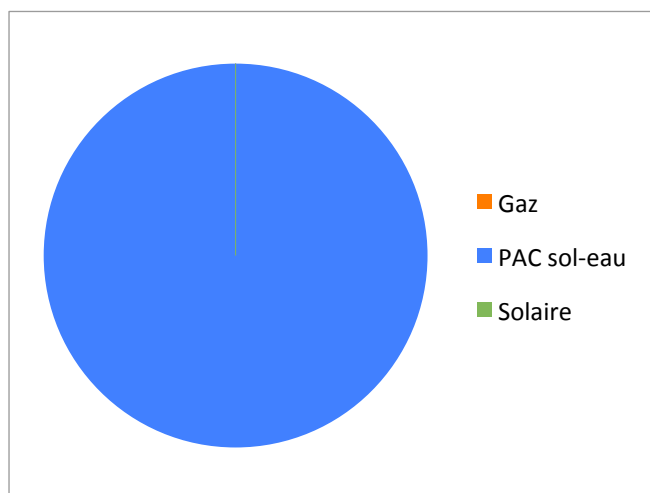
5.4.3. Variante III — PAC « sol-eau »

Principe

Cette troisième variante est axée sur la production de chaleur issue uniquement du couplage PAC et géothermie. Contrairement à la variante II ci-avant, dans cette configuration, l'installation de PAC est alimentée entièrement par du solaire photovoltaïque. De cette manière, au sens de l'article 28 du RLVLene, les 30 % d'énergies renouvelables requises pour la production d'ECS (exigences de l'article 28a LVLene) peuvent être couverts par la PAC.

Les besoins globaux de chaleur sont donc entièrement couverts par la PAC de type « sol-eau ». Cette Installation de PAC est alimentée à 100 % par du solaire photovoltaïque.

Sur le graphique ci-contre, la part de solaire photovoltaïque n'apparaît pas car n'est pas un élément de production d'énergie thermique (mais d'énergie électrique pour alimenter la PAC).



Contribution des agents énergétiques

Dans cette variante, les besoins en chaleur seront répartis comme suit :

	Couverture des besoins de chaleur	Production annuelle
Gaz naturel	0 %	0 MWh/an
PAC « sol-eau »	100 %	960 MWh/an
Solaire	0 % (thermique) Alimente PAC (électrique)	0 MWh/an (thermique) ~ 209 MWh/an (électrique)
Total		960 MWh/an ~ 209 MWh/an (électr.)

PAC « sol-eau »

Les besoins globaux de chaleur sont couverts uniquement par la PAC « sol-eau ». Cette dernière fournit de la chaleur à raison de 960 MWh/an. La puissance de chauffe est estimée à 1'590 kW.

Au sens du chapitre *Législation et exigences au niveau du plan de quartier (PA)* (ci-avant), il est projeté la réalisation d'une centrale de chauffe unique et commune pour le quartier. Pour

aboutir à une telle puissance, la centrale commune nécessite la mise en cascade de plusieurs PAC de type « sol-eau ».

En outre, l'alimentation électrique de la PAC est assurée par du solaire photovoltaïque, à raison d'environ 209 MWh/an. Le pré-dimensionnement de l'installation de solaire photovoltaïque est détaillé dans le chapitre ci-après.

Géothermie

En ce qui concerne le champ de sondes géothermiques, considérant une production de 38.3 W/m_(sonde), la longueur totale du réseau géothermique doit être de 2'901 m, et peut être, par exemple, composé d'un réseau de 11 sondes, de 264 mètres de profondeur chacune.

Solaire

Les installations solaires photovoltaïques doivent permettre de fournir de l'énergie électrique au fonctionnement de la PAC, à raison d'environ 209 MWh/an. La surface nécessaire est équivalente à environ 810 m². A cette surface, il convient d'ajouter la surface de panneaux solaires photovoltaïques nécessaires pour 20 % des besoins globaux en électricité, et pour 50 % des besoins de froid de confort. Cette surface se monte à environ 1'007 m² (voir chapitre *Besoins en électricité*, ci-avant). La surface totale nécessaire est donc de **1'817 m² de panneaux solaires photovoltaïques**.

Pour rappel, les surfaces de toiture disponibles pour l'implantation d'installations solaires sont estimées à environ 2'750 m² (voir chapitre *Solaire*, ci-avant). La surface de toiture disponible suffit dès lors pour répondre aux besoins de surface des installations de solaire.

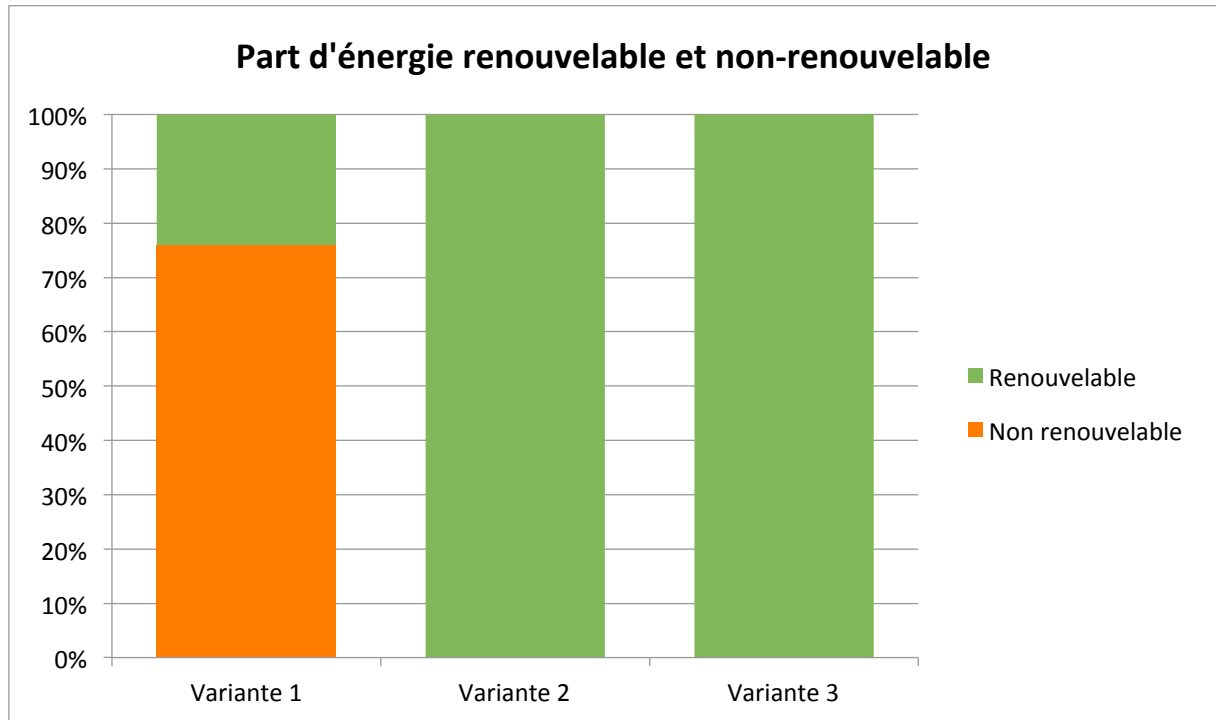
A noter que le bilan en part d'énergie renouvelable pour cette variante présente des valeurs annuelles, la production d'énergie électrique solaire en hiver ne pouvant pas couvrir les besoins en électricité des pompes à chaleur durant cette période de l'année.

Besoins en électricité




Les besoins globaux en électricité s'élèvent à 495 MWh/an, dont 20 % sont couverts par une installation photovoltaïque (afin de répondre aux exigences de l'article 28 b LVLEne). Les 396 MWh/an restants proviennent du réseau électrique. L'alimentation de la PAC est assurée à 100 % par du solaire photovoltaïque.

5.5. SYNTHÈSE

Les différentes variantes d’approvisionnement du PA « Sus le Jordil » sont comparées sous forme de synthèse dans le graphique et tableau ci-dessous. Le graphique illustre les parts d’énergie renouvelable et non renouvelable, pour chacune des variantes.



SYNTHESE

	<i>Evaluation environnementale</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
Variante I Gaz - Solaire		<ul style="list-style-type: none"> • Stockage <ul style="list-style-type: none"> ○ Ne nécessite pas d'espace de stockage supplémentaire (pour stocker par exemple un combustible). 	<ul style="list-style-type: none"> • Economie <ul style="list-style-type: none"> ○ La surface de panneaux solaires découlant d'une obligation légale, le canton de Vaud n'accorde aucune subvention. • Energie <ul style="list-style-type: none"> ○ Les meilleurs rendement des panneaux solaires sont observés durant la période estivale, soit lorsque les besoins de chaleur sont les plus faibles. ○ La surface de toiture disponible ne permet pas de couvrir l'ensemble des besoins de surface pour les installations solaires. • Pollution <ul style="list-style-type: none"> ○ Le gaz, qui alimente la chaudière principale, rejette des polluants sur-site. • Renouvelable <ul style="list-style-type: none"> ○ Variante énergétique composée en grande majorité par un agent énergétique non-renouvelable.
Variante II PAC « sol-eau » - Solaire		<ul style="list-style-type: none"> • Energie <ul style="list-style-type: none"> ○ Les technologies évoluent rapidement, il existe désormais des panneaux solaires combinant le thermique et le photovoltaïque. • Pollution <ul style="list-style-type: none"> ○ La combinaison de PAC avec le solaire n'émet pas de polluants atmosphérique sur-site. • Renouvelable <ul style="list-style-type: none"> ○ Si elle est alimentée en électricité d'origine renouvelable, la PAC peut être considérée comme renouvelable ○ Variante énergétique composée à 100 % d'agents énergétiques renouvelables et locaux. • Stockage <ul style="list-style-type: none"> ○ Ne nécessite pas d'espace de stockage supplémentaire (pour stocker par exemple un combustible). 	<ul style="list-style-type: none"> • Economie <ul style="list-style-type: none"> ○ La surface de panneaux solaires découlant d'une obligation légale, le canton de Vaud n'accorde aucune subvention. • Energie <ul style="list-style-type: none"> ○ La PAC fonctionne à l'énergie électrique. Cette énergie est supplémentaire aux calculs de besoins en électricité. ○ Les meilleurs rendement des panneaux solaires sont observés durant la période estivale, soit lorsque les besoins de chaleur sont les plus faibles. ○ Les rendements des panneaux photovoltaïques (alimentant la PAC) sont encore relativement bas.
Variante III PAC « sol-eau »		<ul style="list-style-type: none"> • Economie <ul style="list-style-type: none"> ○ Le canton de Vaud octroie différentes subventions, notamment pour la pose de panneaux solaires photovoltaïques, hors obligation légale. • Energie <ul style="list-style-type: none"> ○ Les technologies évoluent rapidement, il existe désormais des panneaux solaires combinant le thermique et le photovoltaïque. • Pollution <ul style="list-style-type: none"> ○ La combinaison de PAC avec le solaire n'émet pas de polluants atmosphérique sur-site. • Renouvelable <ul style="list-style-type: none"> ○ Si elle est alimentée en électricité d'origine renouvelable, la PAC peut être considérée comme renouvelable ○ Variante énergétique composée à 100 % d'agents énergétiques renouvelables et locaux. • Stockage <ul style="list-style-type: none"> ○ Ne nécessite pas d'espace de stockage supplémentaire (pour stocker par exemple un combustible). 	<ul style="list-style-type: none"> • Energie <ul style="list-style-type: none"> ○ La PAC fonctionne à l'énergie électrique. Cette énergie est supplémentaire aux calculs de besoins en électricité. ○ Les meilleurs rendement des panneaux solaires sont observés durant la période estivale, soit lorsque les besoins de chaleur sont les plus faibles. ○ Les rendements des panneaux photovoltaïques (alimentant la PAC) sont encore relativement bas.

6. IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1. PROTECTION DE L'AIR

6.1.1. Introduction

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 NO₂**, 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 **poussières fines PM₁₀**¹¹ présentent aussi des risques sur la santé (maladies respiratoires et cardiovasculaires, etc.), leurs immissions sont également suivies de près ;
- **L'ozone** : L'ozone 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 CO₂** 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).

¹¹ PM₁₀ : poussière fine (particulate matter) d'un diamètre inférieur à 10 micromètres

	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	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

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

Le rapport « Canton de Vaud Etat de l'environnement 2010 » ainsi que les mesures de polluants atmosphériques disponibles dans le cadre du suivi de la pollution de l'air effectué par la DGE-DIREV permettent de documenter la situation actuelle en matière de qualité de l'air dans le périmètre d'étude.

Les données disponibles dans le périmètre d'études, respectivement représentatives de celui-ci en l'absence de données locales sont les suivantes :

Dioxyde d'azote (NO₂) :

Les concentrations moyennes annuelles sont mesurées à Saint-Sulpice via les capteurs passifs EC9 et SU4. Les valeurs enregistrées ces dernières années sont les suivantes :

SITES	n°	coordonnées		2012	2013	2014	2015	2016	2017
		x	y	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Carrefour RC1 côté Pré-Fleuri Rue du Centre	EC 9	532'590	151'930	30.1	29.8	28.3	27.5	24.9	24.6
	SU 4	532'465	151'485	20.3	21.5	19.0	18.5	17.1	15.6

La valeur limite OPAir de 30 µg/m³ est dans l'ensemble des alentours du périmètre respectée, et la tendance étant à la baisse ces dernières années.

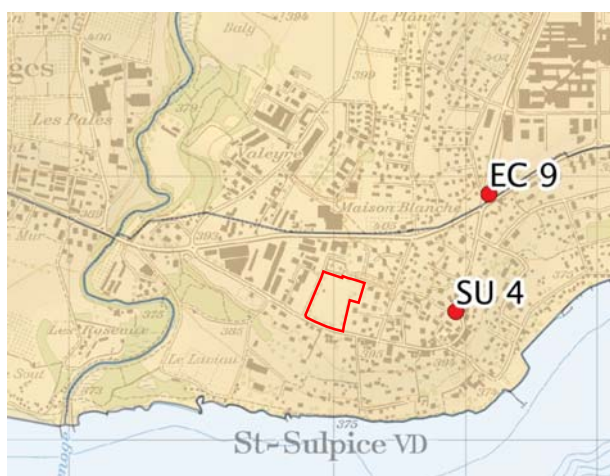


Figure 6.1 Capteurs passifs à proximité du projet

Poussières fines (PM₁₀) :

Le canton de Vaud dispose actuellement de 4 stations de mesures fixes des PM₁₀ (Yverdon-les-Bains (dès 2010), Aigle, Morges et Nyon), ainsi que 2 stations de mesure du réseau NABEL (Lausanne et Payerne). Les concentrations mesurées ces dernières années sont résumées dans le tableau suivant :

STATION	MOYENNE ANNUELLE [µg PM ₁₀ /m ³] OPair VLI= 20	MOYENNE JOURNALIERE MAX [µg PM ₁₀ /m ³] OPair VLI = 50	NB DE JOURS DE DEPASSEMENT DE LA VLI JOURNALIERE [nb jours / 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 cinq dernières années	
Aigle	2013	22.2	76.9		20
	2014	17.1	60.5		4
	2015	19.5	61.1		4
	2016	--	--		--
	2017	14.9	--		4
Lausanne	2013	20.3	90.5		17
	2014	17.1	--		5
	2015	18.1	67.0		7
	2016	--	--		--
	2017	16.1	--	8	
Morges	2013	21.5	89.3	20	
	2014	17.2	66.8	4	
	2015	18.5	54.5	4	
	2016	17.7	--	--	
	2017	13.9	--	4	
Nyon	2013	19.2	84.2	13	
	2014	15.9	71.2	5	
	2015	17.0	55.6	2	
	2016	16.0	--	1	
	2017	17.0	--	5	
Payerne	2013	15.5	61.2	10	
	2014	11.7	--	2	
	2015	13.0	51.5	0	
	2016	--	--	0	
	2017	12.0	--	4	
Yverdon	2013	19.0	73.7	10	
	2014	15.7	65.4	3	
	2015	16.4	54.7	4	
	2016	14.7	--	0	
	2017	17.6	--	5	

Les concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ sont actuellement inférieures à la valeur limite fixée par l'OPair. Cependant, la moyenne journalière maximum est dépassée pour toutes les stations et le nombre de jours avec un dépassement des VLI reste trop élevé.

Du point de vue de son environnement (routes, charges de trafic, constructions, météorologie), le périmètre d'étude se rapproche de celui de Morges. 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 globalement respectée et que la valeur limite journalière fixée à 50 µg/m³ est dépassée moins d'une dizaine de fois par an.

Ozone (O₃)

Les stations de mesure fixe suivantes mesurent également les teneurs en ozone. Le tableau ci-dessous résume les mesures de ces dernières années.

STATION		VALEUR HORAIRE [µg O ₃ /m ³] VLI = 120 µg/m ³	NB D'HEURES DE DEPASSEMENT DE LA VLI [nb heures / an] Dépassement max = 1/an	
Aigle	2013	155.2	175	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 dernières années
	2014	169.2	71	
	2015	195	282	
	2016	170	100	
	2017	199	132	
Bussigny	2013	168	102	
	2014	155	29	
	2015	158	127	
	2016	162	47	
	2017	165	58	
Epalinges	2013	181	282	
	2014	171	125	
	2015	181	375	
	2016	165	164	
	2017	--	--	
Lausanne (Nabel)	2013	153	90	
	2014	173	22	
	2015	144	48	
	2016	137	18	
	2017	141	11	
Montreux	2013	172	170	
	2014	168	73	
	2015	190	262	
	2016	181	138	
	2017	187	150	
Morges	2013	173	172	
	2014	154	70	
	2015	202	231	
	2016	169	91	
	2017	183	118	
Nyon	2013	184	310	
	2014	165	172	
	2015	222	408	
	2016	182	188	
	2017	193	223	
Payerne (Nabel)	2013	157.6	296	
	2014	151	142	
	2015	176	392	
	2016	164	146	
	2017	160	150	
Yverdon	2013	165.2	242	
	2014	162.4	145	
	2015	179	309	
	2016	171	160	
	2017	151	126	

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. Du point de vue de son environnement (routes, charges de trafic, constructions, météorologie), le périmètre d'étude se rapproche de celui de Morges.

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

6.1.3. Synthèse

Si la qualité de l'air s'est notablement améliorée au cours des deux dernières décennies du XXème siècle, force est de constater que cette tendance est moins nette depuis les années 2000. Les objectifs de qualité fixés par la législation pour protéger l'environnement et la santé publique ne sont de loin pas atteints pour tous les polluants atmosphériques. En particulier, le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules fines constituent trois polluants majeurs pour lesquels les mesures de réduction des émissions restent de haute actualité¹².

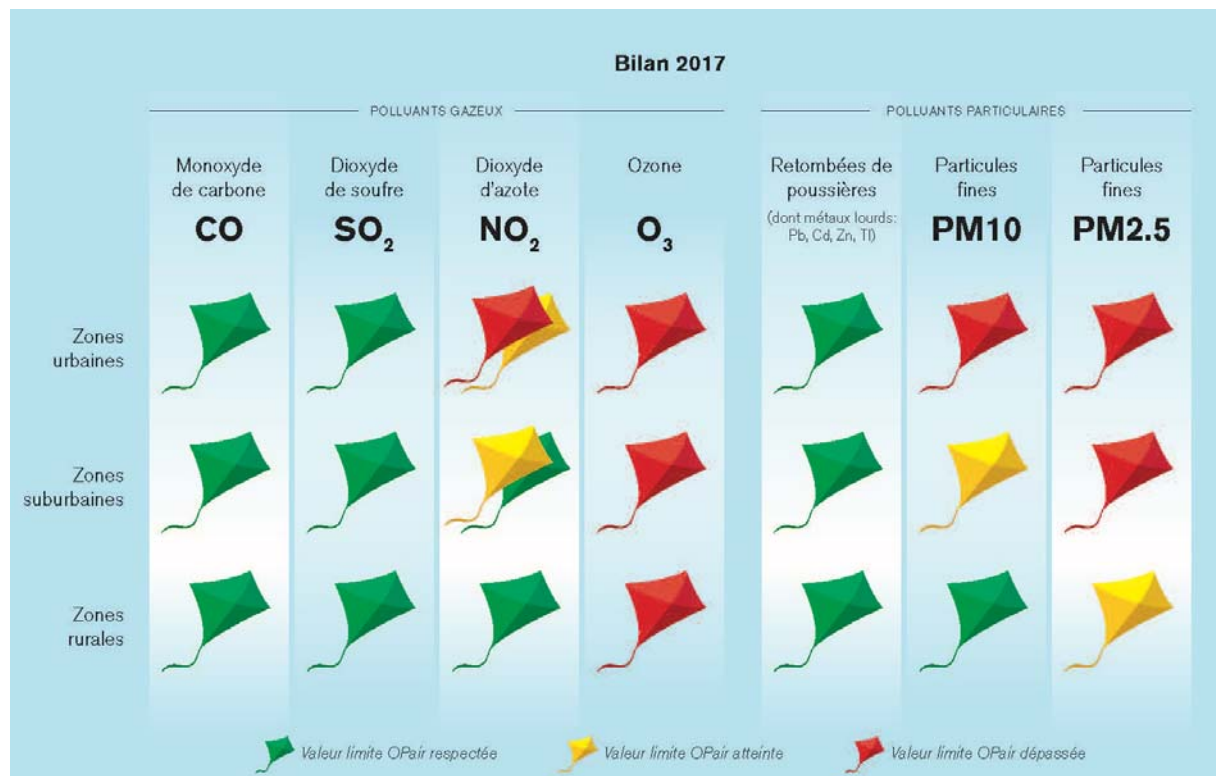


Figure 6.2 : Bilan de la qualité de l'air dans le canton de Vaud

¹² Source « Canton de Vaud Etat de l'environnement 2010 »

6.1.4. Émissions de polluants atmosphériques dues au trafic

Périmètre d'investigation

Le périmètre d'investigation à considérer doit permettre d'évaluer quantitativement l'influence, sur la qualité de l'air, de l'augmentation des émissions de polluants atmosphériques occasionnées par le développement du PA. La taille du domaine est déterminée à partir de l'étendue spatiale du scénario de trafic. Il doit être suffisamment grand pour mesurer l'effet de l'augmentation des émissions sur les immissions.

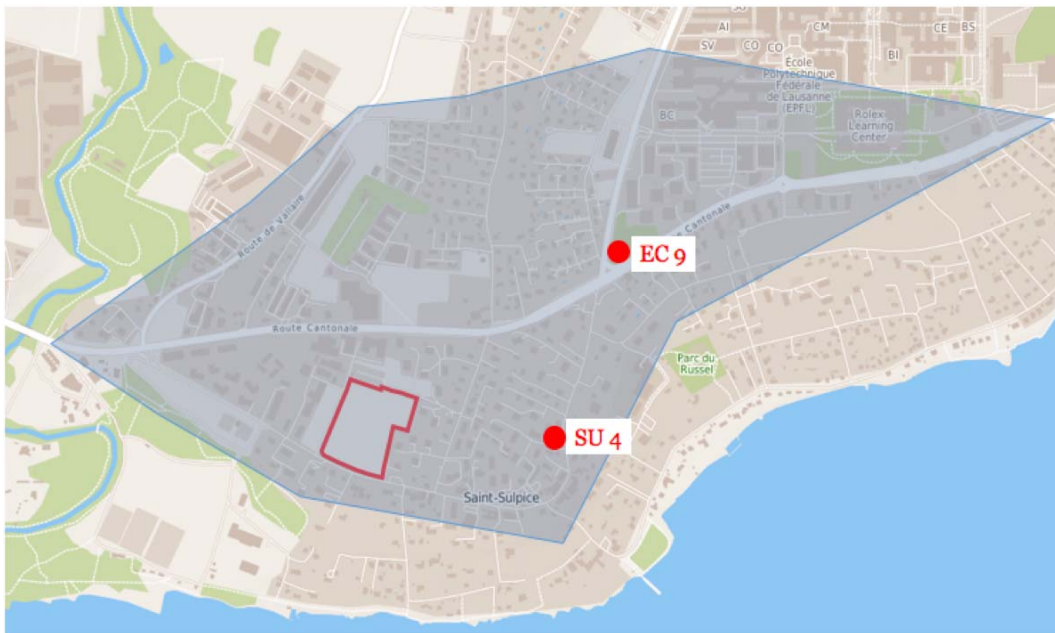


Figure 6.3 : Capteurs passifs NO₂ et périmètre d'investigation autour du projet

Les émissions de polluants atmosphériques seront calculées pour les axes routiers (sources d'émissions) affectés par les modifications apportées aux charges de trafic dans le périmètre d'investigation. Ces calculs sont effectués sur la base des charges de trafic établies par le bureau Transitec Ingénieurs-Conseils SA.

Coefficients et méthodes de calcul

Les émissions de polluants atmosphériques sont calculées à partir des coefficients extraits du « manuel informatisé des coefficients d'émissions du trafic routier de 2010 à 2030 (MICET), OFEFP, version 3.2, juillet 2014.

Les coefficients d'émissions sont déterminés suivant les paramètres ci-dessous :

- Types de **coefficients d'émissions** : émissions « à chaud » (applicables aux moteurs chauds) ;
- **Catégories de véhicules** : voiture de tourisme (Pass), poids lourds de base (HGV)
- **Année de référence** : 2030 pour les PASS et les HGV ;
- **Structure du parc** : structure de base pour chacun des types de véhicules pour toutes les années ;
- **Polluants** : oxydes d'azote (NO_x), dioxyde de carbone (CO₂) et poussières fines (PM₁₀) ;

- **Conditions de circulation** : les vitesses commerciales servant au calcul des émissions sont déterminées sur la base des vitesses légales et des caractéristiques des tronçons considérés (présence ou absence de feux, route principale ou secondaire). Pour le cas présent, les routes principales du secteur du projet sont en :
 - URB/Distrib/70/Fluide
 - URB/Distrib/60/Fluide
 - URB/Accès/50/Fluide
 - URB/Accès/30/Fluide
 - URB/Local/60/Fluide
- **Classes de profils en long** : la détermination s'est faite sur la base de cartes topographiques du périmètre retenu. Le manuel informatisé prend en compte des pentes jusqu'à une déclivité maximale de 6 %. Dans le cadre de cette évaluation, les déclivités de 0 % à 4 % sont retenues.

6.1.5. Résultats et commentaires

Les résultats des calculs sont donnés pour le projet de SPd = 17'850 m², et un périmètre d'investigation de 1.6 km².

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

PQ Sus-le-Jordil - Synthèse des émissions de Nox				
Etat	[t/an]	Emissions dues au trafic [t/an]	Effet projet [t/an]	Effet projet [%]
E0 2030 INITIAL	Etat SANS Projet	2.0		
E1 2030 + Projet	Etat AVEC Projet	2.1	0.1	2.7%

PQ Sus-le-Jordil - Synthèse des émissions de PM10				
Etat	[kg/an]	Emissions dues au trafic [kg/an]	Effet projet [kg/an]	Effet projet [%]
E0 2030 INITIAL	Etat SANS Projet	39.5		
E1 2030 + Projet	Etat AVEC Projet	40.6	1.1	2.7%

PQ Sus-le-Jordil - Synthèse des émissions de CO2				
Etat	[t/an]	Emissions dues au trafic [t/an]	Effet projet [t/an]	Effet projet [%]
E0 2030 INITIAL	Etat SANS Projet	2928		
E1 2030 + Projet	Etat AVEC Projet	3006	79	2.7%

Figure 6.4: Résultats de l'impact sur les polluants atmosphériques dus au trafic

Synthèse

Le projet de PA « Sus le Jordil » sur la commune de Saint-Sulpice montre un léger impact en ce qui concerne les émissions de polluants atmosphériques.

L'impact du projet est d'environ 2.7 % sur l'ensemble des polluants étudiés pour le scénario de trafic prévu par Transitec Ingénieurs-Conseils SA.

Les émissions dues au stationnement et au chauffage n'ont pas été prises en compte à ce stade de l'étude.

L'impact du projet sur les prestations kilométriques est du même ordre de grandeur.

PQ Sus-le-Jordil - Synthèse des prestations kilométriques				
Etat	[km/j]	Prestations kilométriques [km/j]	Augmentation [%]	
E0 2030 INITIAL	Etat SANS Projet	49 724		
E1 2030 + Projet	Etat AVEC Projet	50 923	2.4%	

Figure 6.5: Synthèse des prestations kilométriques

6.1.6. Emissions de PM₁₀ non dues au gaz d'échappement

Les émissions de polluants atmosphériques non dues au gaz d'échappement sont des émissions de PM₁₀, dues à l'usure et au tourbillonnement (usure des pneus sur la chaussée, freins, embrayage et soulèvement de particules au sol dû au passage des véhicules). Ces émissions sont évaluées selon l'annexe A4 du rapport *Emissions polluantes du trafic de 1990 à 2035*, publié par l'OFEV.

Le calcul tient compte des prestations kilométriques, et de la situation générale du périmètre d'étude (autoroute, hors ou en localité). Les coefficients d'émission sont résumés dans le tableau ci-après :

	Autoroute	Extérieur des localités	Intérieur des localités
VAL	0,047	0,022	0,054
PL	0,074	0,144	0,54
MC	0,01175	0,0055	0,0135

OFEFP 2003, condensé, p. 33/34, adaptation

Le périmètre du PA et ses alentours sont considérés comme étant à l'intérieur des localités. Les émissions de PM₁₀ non dues au gaz d'échappement sont évaluées pour les véhicules légers et les poids lourds, les deux valeurs sont ensuite additionnées. Les résultats sont illustrés dans le tableau ci-après :

PQ Sus-le-Jordil - Emissions de PM10 non dues aux gaz d'échappement				
Etat	[kg/an]	Emissions dues au trafic [kg/an]	Effet projet [kg/an]	Effet projet [%]
E0 2030 INITIAL	Etat SANS Projet	1484.4		
E1 2030 + Projet	Etat AVEC Projet	1518.2	33.8	2.3%

Figure 6.6: Résultats de l'impact sur les PM₁₀ non dues aux gaz d'échappement

On observe une augmentation d'environ 2.3 % des émissions de PM₁₀ non dues aux gaz d'échappement pour le PA « Sus le Jordil ».

Avec une augmentation de 1.1 kg/an de PM₁₀ dues au gaz d'échappement (chapitre ci avant) et 33.8 kg/an de PM₁₀ non dus aux gaz d'échappement, l'augmentation totale représente 34.9 kg/an, soit une augmentation totale de 2.3 % des PM₁₀.

6.1.7. Conclusion générale

Les augmentations des émissions de polluants atmosphériques dues au trafic sont considérées comme peu significatives. Avec une augmentation générale de l'ordre de 2-3% des émissions de polluants atmosphériques dues au trafic, le projet, au stade de développement total, n'entraînera pas de modification notable de la qualité de l'air dans le secteur du PA « Sus le Jordil ».

6.1.8. Conformité avec le plan OPair

L'agglomération Lausanne – Morges a initialement fait l'objet de deux plans de mesures d'assainissement de l'air, en septembre 1994 pour la commune de Morges et en juin 1995 pour Lausanne et sa couronne. Ces plans des mesures ont fait l'objet d'une révision et d'une mise à jour profonde en 2004 - 2005 et ils ont finalement été regroupés dans un seul document. Le plan des mesures OPair 2005 de l'agglomération Lausanne-Morges, approuvé par le Conseil d'Etat le 11 janvier 2006, contient 50 mesures ayant trait à divers domaines : aménagement du territoire (AT), mobilité (MO), poids lourds (PL), énergie (EN), composés organiques volatils (COV) et suivi de la qualité de l'air (SU). Les mesures suivantes se concrétisent avec le projet :

N° mesure	Nom mesure	Concrétisation avec le PA
AT-1	Coordination entre le projet d'agglomération et les objectifs d'assainissement de l'air	Le PA « Sus le Jordil » s'insère dans le réseau de TP ce qui conduit à une réduction du trafic généré
AT-2	Affectation des sites en fonction de l'accessibilité multimodale	Le PA « Sus le Jordil » est desservi par la ligne tl n° 31 qui relie Saint-Sulpice à Renens et la ligne MBC n° 101 qui Saint-Sulpice à Morges.
MO-22	Incitation à une pratique quotidienne de la mobilité douce	Le PA s'insère au centre d'axes routiers résidentiels favorisant le déplacement à pieds et à vélo.
EN-5	Application de normes plus strictes en matière de performances thermiques des bâtiments	Le règlement du PA recommande une utilisation rationnelle de l'énergie et conseil d'avoir recours aux énergies renouvelables dans le cadre du respect de la LVLEne.
EN-9	Recours aux énergies renouvelables à faibles émissions de NOx	Le règlement recommande une utilisation rationnelle de l'énergie et conseil d'avoir recours aux énergies renouvelables dans le cadre du respect de la LVLEne.

6.2. PROTECTION CONTRE LE BRUIT

Le périmètre du projet est longé au sud par la rue du Centre. Il est en outre à proximité d'une zone industrielle (à l'ouest) comprenant entre autres la déchetterie de la commune de Saint-Sulpice.

6.2.1. Législation

Au sens de l'OPB, trois contraintes légales doivent être respectées :

- Les installations techniques et les aires de stationnement et leurs accès devront respecter les exigences de l'article 7 de l'OPB.
- L'utilisation accrue des voies de communication selon l'Art. 9 de l'OPB.
- L'évaluation des niveaux sonores dus aux sources de bruits existantes en façade des bâtiments projetés pour le bruit routier se fait selon l'Art. 29 de l'OPB. En effet, le périmètre a été affecté en zone à bâtir après l'entrée en vigueur de l'OPB en 1985.

Article 7, OPB: « limitation des émissions des nouvelles installations fixes »

1. *Les émissions de bruit d'une nouvelle installation fixe seront limitées conformément aux dispositions de l'autorité d'exécution:*

- a. dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable, et*
- b. de telle façon que les immissions de bruit dues exclusivement à l'installation en cause ne dépassent pas les valeurs de planification.*

2. *L'autorité d'exécution accorde des allègements dans la mesure où le respect des valeurs de planification constituerait une charge disproportionnée pour l'installation et que cette dernière présente un intérêt public prépondérant, notamment sur le plan de l'aménagement du territoire. Les valeurs limites d'immission ne doivent cependant pas être dépassées.*

Article 9, OPB: « Utilisation accrue des voies de communication »

Les nuisances sonores supplémentaires engendrées par le trafic induit par le projet sont soumises à l'article 9 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) qui régit l'utilisation accrue des voies de communication en stipulant que:

L'exploitation d'installations fixes nouvelles ou notablement modifiées ne doit pas entraîner :

- a. Un dépassement **des valeurs limites d'immission** consécutif à l'utilisation accrue d'une voie de communication ou*
- b. La perception d'immissions de bruit plus élevées en raison de l'utilisation accrue d'une voie de communication nécessitant un assainissement.*

Remarque : 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, le projet se situe dans le périmètre de centre d'agglomération de Lausanne — Morges (PALM), une différence de niveau d'émission inférieure à 1.0 dB(A) est considérée comme peu perceptible.

Art. 29, OPB: « Délimitation de nouvelles zones à bâtir et de nouvelles zones requérant une protection accrue contre le bruit »

1 Les nouvelles zones à bâtir destinées à des bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit, et les nouvelles zones non constructibles qui requièrent une protection accrue contre le bruit, ne peuvent être délimitées qu'en des secteurs où les immissions de bruit ne dépassent pas **les valeurs de planification** ou en des secteurs dans lesquels des mesures de planification, d'aménagement ou de construction permettent de respecter ces valeurs.

Valeurs limites d'exposition

Selon le projet de PA « Sus le Jordil », le degré de sensibilité II (DS II) est attribué à l'ensemble des terrains compris à l'intérieur du périmètre du PA. Le projet de PA prévoit d'affecter l'ensemble de la zone pour l'habitation. Les zones adjacentes au périmètre du PA ont un degré de sensibilité II (DS II) ou III (DS III) attribué. Le tableau ci-dessous résume les valeurs d'exposition en fonction du DS et de l'affectation des locaux à usage sensible au bruit.

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

Figure 6.7 Valeurs d'exposition des DS II et DS III en dB(A)

Les valeurs ci-avant s'appliquent au milieu des fenêtres ouvertes des locaux à usage sensible au bruit. Les locaux sensibles au bruit sont les locaux d'habitation, ainsi que les locaux d'exploitations, 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.

6.2.2. Source de bruit

Bruit routier

Directement autour du périmètre du PA, différentes sources de bruit sont identifiables. En ce qui concerne le bruit routier, on relève au sud le bruit de la rue du Centre et à l'ouest le bruit de la rue des Jordil.

Le chapitre *Données de base concernant le trafic* illustre les tronçons pris en compte lors de l'étude de bruit routier. Le tableau ci-dessous résume les données de base pour les calculs liés au bruit routier.

N°		TJM 2030 sans projet	TJM 2030 avec projet	Vitesse limite	PLM	Pente
tronçon	Dénomination	[v/j]	[v/j]	[km/h]	[%]	[%]
1 2	RC1	11 790	12 000	70	6%	1%
2 3	RC1	15 240	15 300	60	6%	2%
3 4	RC1	15 240	15 300	60	6%	3%
4 5	RC1	18 150	18 400	60	6%	0%
2 6	rue du Centre	3 520	3 900	50	4%	0%
6 7	rue du Centre	3 580	3 900	30	4%	0%
7 4	rue du Centre	4 525	4 750	30	4%	0%
6 8	rue des Jordils	500	1 200	30	4%	1%
7 3	ch. de l'Ochettaz	670	750	30	4%	3%
2 9	route de la Vallaire	5 300	5 400	60	6%	1%
4 10	av. du Tir-Fédéral	7 390	7 500	60	6%	0%

Figure 6.8 Tronçons de route considérés dans l'étude

Bruit industriel

Le périmètre du PA « Sus le Jordil » prend place à l'est de la déchetterie communale de Saint-Sulpice. Les périmètres constructibles projetés (plus particulièrement le périmètre 6) sont donc exposés aux bruits industriels liés à l'exploitation de la déchetterie (manutention, presse, mouvements de véhicules...), de la voirie communale et au système de ventilation de la carrosserie voisine.

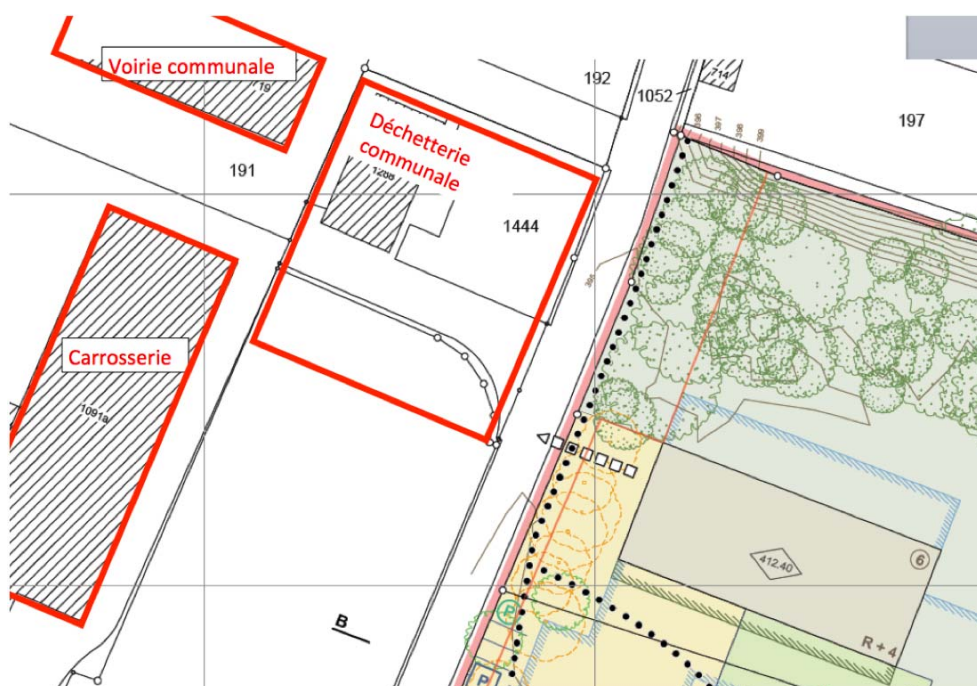


Figure 6.9 situation des sources de bruit industriel

Bruit des installations techniques du quartier

Aucune information n'est connue, à ce stade d'avancée du projet, quant à la nature et à l'emplacement des futures installations techniques (p.ex ventilation). Il convient, au stade de la demande du permis de construire, d'effectuer une étude acoustique permettant de s'assurer du respect de l'OPB, en ce qui concerne les installations techniques projetées.

Bruit des parkings

Le règlement du PA prévoit que 90 % des places de stationnement nécessaires aux habitants et aux employés doivent être situés à l'intérieur de garages enterrés. Les places de stationnement nécessaire aux visiteurs ou aux clients pourront, en revanche être aménagées en surface, dans l'aire de circulation et de stationnement à ciel ouvert, à l'ouest du PA.

6.2.3. Résultat et commentaire Art. 7 OPB: « Bruit des nouvelles installations fixes »

Les différents objets dans ce présent chapitre sont liés au bruit industriel et sont évalués conformément à l'annexe 6 OPB.

Bruit des parkings

Le LUS le plus exposé par rapport au bruit des parkings se situe à environ 40m de la zone d'accès au PA. Il s'agit du bâtiment de la carrosserie. De par la distance entre le LUS et les futures entrées de parking souterrain ou les places prévues en surface, il est possible d'affirmer que les VP DS III activités seront respectés.

L'art 7 OPB, en ce qui concerne les parkings est respecté.



Figure 6.10 Parking, accès et LUS à proximité

6.2.4. Résultats et commentaire Art. 9 OPB : « Utilisation accrue des voies de communication »

Une évaluation, basée sur les formules de StL-86, a permis de mettre en évidence une différence du niveau d'émission sonore perceptible (différence du niveau d'émission supérieur à 1.0 dB(A)) sur la rue des Jordil — Tronçon 6-8.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats de calculs art.9 OPB :

N° tronçon	Dénomination	Lr sans projet [dB(A)]		Lr avec projet [dB(A)]		Delta E1-E0	
		Lr,e jour	Lr,e nuit	Lr,e jour	Lr,e nuit	Lr,e jour	Lr,e nuit
1 2	RC1	79.3	72.3	79.4	72.4	0.1	0.1
2 3	RC1	79.2	72.2	79.3	72.3	0.1	0.1
3 4	RC1	79.2	72.2	79.3	72.3	0.1	0.1
4 5	RC1	80.0	73.0	80.1	73.1	0.1	0.1
2 6	rue du Centre	71.0	56.0	71.5	56.9	0.5	0.9
6 7	rue du Centre	69.2	54.3	69.6	55.1	0.4	0.8
7 4	rue du Centre	70.3	56.3	70.5	56.8	0.2	0.5
6 8	rue des Jordil	55.7	46.6	62.9	50.4	7.2	3.8
7 3	ch. de l'Ochettaz	57.9	47.9	58.8	48.4	0.9	0.5
2 9	route de la Vallaire	74.7	62.9	74.7	63.1	0.0	0.2
4 10	av. du Tir-Fédéral	76.1	65.8	76.2	66.0	0.1	0.2

Figure 6.11 Résultats de l'article 9 OPB

Une évaluation basée sur les formules de StL-86, sur le bâtiment le plus exposé à la rue des Jordil a été effectuée. Malgré de fortes augmentations de trafic sur ce tronçon, aucun dépassement des VLI sur le bâtiment n'est constaté.

Les exigences de l'article 9 OPB sont respectées, pour l'ensemble des tronçons aux alentours du PA « Sus le Jordil ». L'article 9 OPB est respecté.

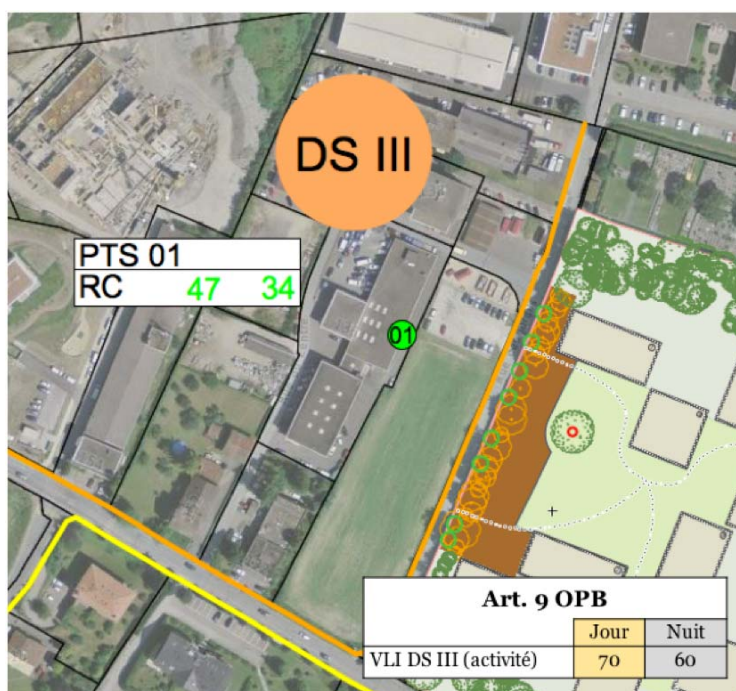


Figure 6.12 Plan des contraintes de bruit, selon l'article 9 OPB

6.2.5. Résultat et commentaire Art. 29 OPB: « Délimitation de nouvelles zones à bâtir et de nouvelles zones requérant une protection accrue contre le bruit »

Bruit routier

L'étude acoustique des périmètres constructibles fait apparaître un faible risque de dépassement en façade de la rue du Centre, au Sud du périmètre du PA (+ 1 dB(A)). La modélisation est effectuée sans aucun effet d'obstacle acoustique en façade et devra être affinée au stade de la demande de permis de construire. Afin de respecter les valeurs de planification DS II (55/45 dB(A)) respectivement de jour/de nuit) pour le PEC3, les mesures constructives et/ou organisationnelles suivantes pourraient être mises en place :

- Mise en place de dispositifs architecturaux tels que balcons avec parapets pleins, bow-windows, etc.
- Affectation des locaux à un usage non sensible au bruit (cuisine, local technique, cage d'escalier, ascenseur, coursive,...) sur les façades exposées au bruit ;

Une étude acoustique détaillée devra être établie au stade du permis de construire. Elle indiquera l'efficacité des mesures envisagées et démontrera le respect des exigences de l'OPB pour le DS considéré.

Les résultats des calculs sont présentés sur la figure ci-dessous.

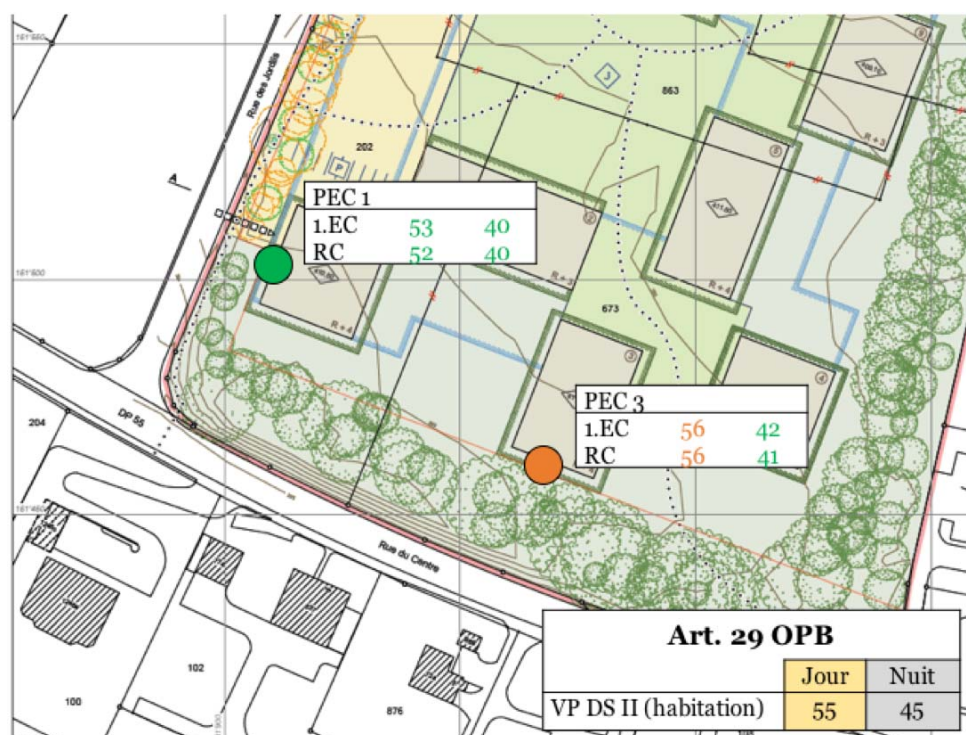


Figure 6.13 Plan des contraintes de bruit routier, selon l'article 29 OPB

Bruit industriel

Trois sources de bruit industriel sont identifiées dans le périmètre proche du PA. Ces sources de bruit sont évaluées conformément à l'annexe 6 OPB concernant le bruit industriel et artisanal.

Déchetterie

Une visite de la déchetterie a été effectuée le 25.07.2016 et une mesure des immissions en façades du futur bâtiment le plus exposé a été effectuée.

La mesure a été effectuée à 1.5 m du sol sur une durée de 15 min afin que la mesure soit le moins perturbée par les autres sources de bruit environnantes.

Mesures de bruit	Leq en dB(A)
Mesure	47.6 dB(A)
Pointe de bruit causée par le déversement de verre dans la benne	<60 dB(A)

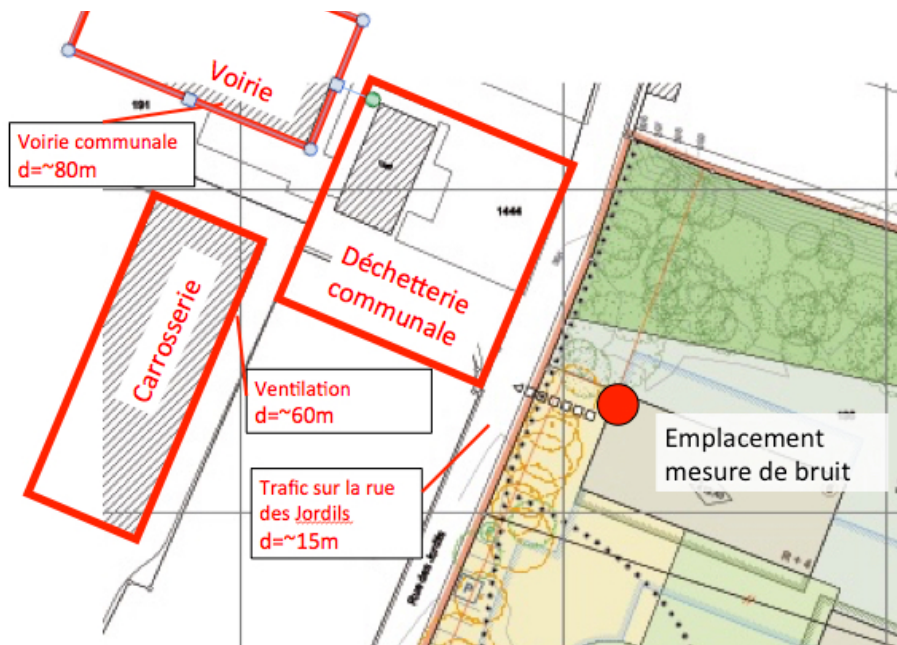


Figure 6.14 Emplacement de la mesure de bruit et des différentes sources de bruits.

Les heures d'ouverture de la déchetterie sont les suivantes :

- Heure d'ouverture (de jour uniquement)
 - Avril-Octobre : 12h/semaine (7 mois par année)
 - Novembre-Mars : 5.5h/semaine (5 mois par année)
 - Durée journalière moyenne de la phase de bruit: $t_i = 79.6 \text{ min/jour}$
- Correction temps : $10 \cdot \log(t_i/720) = -9.6 \text{ dB(A)}$

Les facteurs de correction suivants sont considérés conformément à l'annexe 6 OPB :

- **K1 = 5**
- **K2 = 2** (composantes tonales : de 0 à + 6 dB(A))
- **K3 = 4** (composantes impulsives : de 0 à + 6 dB(A))

Il en résulte un niveau d'évaluation partiel L_r lié à la déchetterie de 49.0 dB(A)

Carrosserie

La carrosserie est exploitée de jour uniquement, entre 7h et 19h. L'accès se fait depuis la façade ouest, soit à l'opposé des bâtiments projetés du plan de quartier. Sur la façade est, la visite effectuée a mis en évidence une installation de ventilation liée au four à peinture de la carrosserie. L'exploitant nous a indiqué un fonctionnement moyen de 5 heures par jour.

Une mesure effectuée sur place a mis en évidence un niveau sonore dû à cette ventilation de 63 dB(A) à 5m.

Selon les informations fournies par le responsable de la carrosserie, l'installation de ventilation fonctionne en moyenne 5 heures par jour (uniquement entre 7h et 19h, durant les heures d'ouverture de la carrosserie)

- Correction temps : $10 \cdot \log(t_i/720) = - 3.8 \text{ dB(A)}$

Les facteurs de correction suivants sont considérés conformément à l'annexe 6 OPB :

- **K1 = 5**
- **K2 = 4** (composantes tonales : de 0 à + 6 dB(A))
- **K3 = 0** (composantes impulsives : de 0 à + 6 dB(A))

Il en résulte un niveau d'évaluation partiel L_r lié à la carrosserie de 44.7 dB(A)

Centre de voirie

Le centre de voirie permet le stationnement des véhicules et petit entretien, en particulier le lavage des véhicules. Sauf car particulier, la voirie est ouverte uniquement de jour, entre 7h et 19h.

L'évaluation des nuisances sonores induites par le centre de voirie est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

- 20 mouvements de poids lourds par jour, sur une distance de 100m, à une vitesse de 20 km/h, Leq source de 97 dB(A).
- distance moyenne entre la source de bruit et le récepteur de 80m ; faible angle d'ouverture sur l'aire d'exploitation et présence de bâtiments faisant écran.
- 90 minutes par jour d'activité sur la place extérieure devant le bâtiment, Leq source moyen de 80 dB(A).

Les facteurs de correction suivants sont considérés conformément à l'annexe 6 OPB :

- Circulation sur l'aire d'exploitation : $K1 = K2 = K3 = 0$
- Entretien divers, lavage bennes :
- **K1 = 5**
- **K2 = 4** (composantes tonales : de 0 à + 6 dB(A))
- **K3 = 2** (composantes impulsives : de 0 à + 6 dB(A))

Il en résulte un niveau d'évaluation partiel L_r lié au centre de voirie de 44.9 dB(A)

Le niveau d'immission global de jour (7h – 19h) pour le bruit industriel est évalué à 51.5 dB(A) en limite ouest du périmètre 6 des constructions, soit inférieur à la valeur de planification du DS II. Aucune nuisance de nuit n'est attendue.

L'art 29 est respecté concernant le bruit industriel.

6.3. VIBRATIONS / BRUIT SOLIDIEN PROPAGE

Le PA « Sus le Jordil » n'est pas situé à proximité directe d'une source de vibration. Les vibrations sont évaluées comme non significatifs.

6.4. PROTECTION CONTRE LE RAYONNEMENT NON IONISANT

6.4.1. Législation

L'ordonnance fédérale sur le rayonnement non ionisant (ORNI) vise à protéger l'homme contre le rayonnement non ionisant nuisible ou incommodant. Elle comporte deux types de valeurs limites : des valeurs limites de nocivité (valeurs limites d'immissions) et des valeurs limites préventives (valeurs limites de l'installation).

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.

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 permanent¹³
- 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 :

- A. Les garages et les places de stationnement
- B. Les cages d'escalier
- C. Les postes de travail non permanent
- D. Les entrepôts et les locaux d'archives
- E. Les églises, les salles de concert et de théâtre
- F. Les zones agricoles
- G. Les routes et trottoirs
- H. Les jardins
- I. Les balcons et les terrasses en attique

En ce qui concerne l'affectation du sol, l'article 16 fixe les contraintes à appliquer pour les nouvelles affectations.

¹³ 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 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.

6.4.2. Installation 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 ».

La valeur limite de l'installation pour la valeur efficace de l'intensité de champ électrique est de:

- 4,0 V/m pour les installations qui émettent exclusivement dans la gamme de fréquences de 900 MHz environ ;
- 6,0 V/m pour les installations qui émettent exclusivement dans la gamme de fréquences de 1800 MHz environ ou dans une gamme de fréquence plus élevée ;
- 5,0 V/m pour les installations qui émettent à la fois dans la gamme de fréquences selon la let. a et dans la gamme de fréquence selon la let. b.

Les valeurs limites d'installation doivent être respectées pour tous les lieux à usage sensible (lieux dans lesquels des personnes séjournent « régulièrement », soit environ 800 h/année ou 2 h/jour).

Autour du projet, les différentes antennes de téléphonie mobile ont été relevées via le guichet cartographique fédéral (funksender).

- Au nord, l'installation n° VD2001C de l'opérateur Salt, de type GSM / UMTS / LTE et d'une puissance rayonnée moy/moy/moy.
- A l'ouest, l'installation n° VD013_2 de l'opérateur Sunrise, type GSM / UMTS / LTE et d'une puissance rayonnée moy/moy/forte.

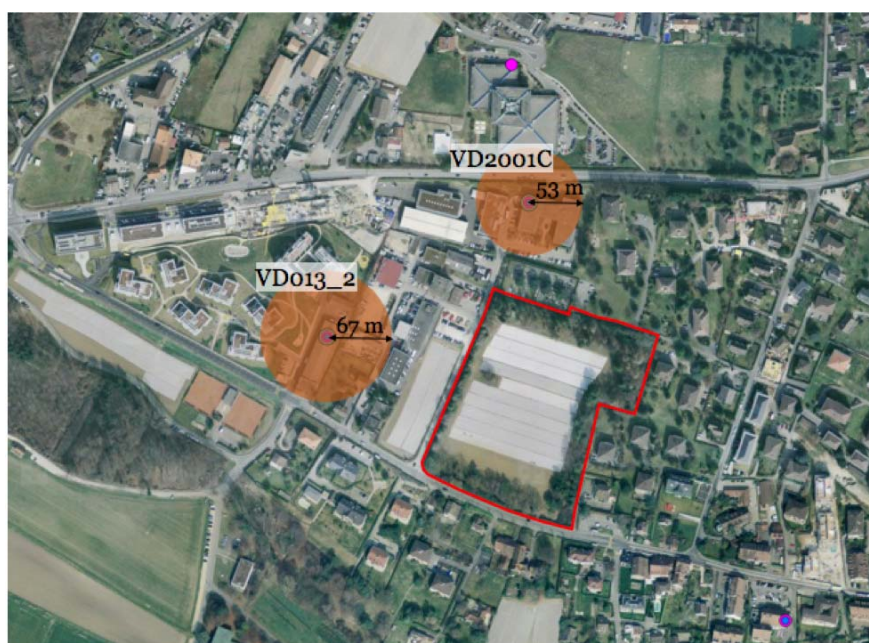


Figure 6.15 Installations de téléphonie mobile autour du PA

Les installations de téléphonie mobiles, situées à proximité du périmètre d'étude n'ont, de par leur distance, pas d'influence sur le développement du PA, en termes de protection contre les rayonnements non ionisants.

Cependant, il convient de signaler que l'état du réseau de téléphonie mobile, et les installations d'antennes qui l'habillent évoluent très rapidement. Il convient d'effectuer, au stade du permis de construire, une étude ORNI spécifique, afin de s'assurer du respect de l'ORNI pour les installations de téléphonie mobile.

6.4.3. Ligne de chemin de fer

Il n'y a, ni au sein ni à proximité directe du périmètre d'étude, aucune ligne de chemin de fer pouvant avoir une influence sur le développement du projet. Le PA n'est pas concerné par le rayonnement non ionisant en provenance de ligne de chemin de fer.

6.4.4. Lignes à haute-tension

Il n'y a, ni au sein ni à proximité directe du périmètre d'étude, aucune ligne à haute-tension pouvant avoir une influence sur le développement du projet. Le projet de PA n'est pas concerné par le rayonnement non ionisant en provenance de ligne à haute-tension.

6.4.5. Transformateurs de courant

Aucun transformateur de courant n'est présent, ni au sein, ni à proximité du périmètre du projet. Le PA n'est pas concerné pas le rayonnement non ionisant en provenance des transformateurs de courant.

Cependant, la réalisation des bâtiments du PA nécessitera très certainement l'installation de transformateurs de courant. Selon notre expérience, et en comparaison avec d'autres projets similaires, la distance pour respecter la VLIInst est comprise entre 10 et 15 m autour de l'installation de transformation du courant.

Dans tous les cas, une étude ORNI spécifique devra être effectuée, en amont de la demande du permis de construire, afin de s'assurer du respect des exigences de l'ORNI.

6.4.6. Synthèse

- **Pour ce qui concerne les installations de téléphonie mobile**, le projet n'est pas concerné par le rayonnement non ionisant en provenance des installations de téléphonie mobile. Cependant, il convient de signaler que l'état du réseau de téléphonie mobile évolue très rapidement. Il convient donc d'effectuer, au stade du permis de construire, une étude ORNI spécifique pour les installations de téléphonie mobile.
- **Pour ce qui concerne les lignes de chemin de fer**, le projet n'est pas concerné par le rayonnement non ionisant en provenance de lignes de chemin de fer.
- **Pour ce qui concerne les lignes à haute tension**, le projet n'est pas concerné par le rayonnement non ionisant en provenance des lignes à haute tension.
- **Pour ce qui concerne les transformateurs de courant**, le projet n'est actuellement pas concerné par le rayonnement non ionisant en provenance de transformateurs de courant. Une étude spécifique ORNI devra être menée, dans le cas où une installation de transformation de courant est nécessaire à la réalisation du projet.

6.5. EAUX PLUVIALES

6.5.1. Législation

La Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) stipule que les eaux non polluées (eaux des toits, des places...) doivent être évacuées séparément des eaux usées et doivent retourner dans le milieu récepteur par infiltration. Si cela n'est pas possible, 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).

Le plan général d'évacuation des eaux (PGEE) de la commune de Saint-Sulpice planifie la gestion des eaux pluviales et eaux usées au sein de la commune.

6.5.2. Etat actuel et contexte

Le projet prend place sur une zone intermédiaire actuellement exclusivement utilisée pour l'agriculture, la surface est entièrement perméable.

6.5.3. Etat futur

Le PA vise la densification du secteur pour l'habitation et l'activité. Le règlement du PA n'est pas contraignant sur le type de revêtement des toitures. Les calculs de volumes de ruissellement, de rétention et de restitution des eaux claires s'axent sur trois variantes :

- Scénario 1 : toitures standard ;
- Scénario 2 : toitures végétalisées ;
- Scénario 3 : système de rétention sur toiture.

Un système de rétention sur toiture permet de diminuer sensiblement les surfaces réduites et par conséquent le volume des ouvrages de rétention ou d'infiltration.



Figure 6.16 Affection des surfaces du PA

Pluie déterminante

À l'aide des hypothèses issues de la VSS 640'350, la pluie déterminante est estimée à un débit de pointe de 218.7 l/s/ha pour un temps de retour de 10 ans soit environ 263 m³/ ha, pour une pluie de 20 minutes.

Scénario 1 — Toitures standard

A l'état projeté, pour le scénario 1, les différentes hypothèses ayant permis de définir les volumes d'eau de ruissellement, ainsi que les coefficients de ruissellement (Ψ_v), sont :

Type de surface	Coefficient de ruissellement (Ψ_v)	Surface	Surface réduite
Toitures standard	$\Psi_v = 0.95$	6'620 m ²	6'289 m ²
Accès	$\Psi_v = 0.9$	3'080 m ²	2'772 m ²
Constructions enterrées	$\Psi_v = 0.6$	4'050 m ²	2'430 m ²
Aménagements extérieurs	$\Psi_v = 0.6$	2'930 m ²	1'758 m ²
Aire de jeux	$\Psi_v = 0.35$	820 m ²	287 m ²
Zone de verdure	Non collectée	17'001 m ²	-
Total		34'501 m ²	13'536 m ²

Au vu des hypothèses concernant la surface réduite, le volume d'eau de ruissellement est alors estimé à **360 m³** pour une pluie de 20 minutes, et un temps de retour de 10 ans.

Scénario 2 — Toitures végétalisées

A l'état projeté, pour le scénario 2, les différentes hypothèses ayant permis de définir les volumes d'eau de ruissellement, ainsi que les coefficients de ruissellement (Ψ_v), sont :

Type de surface	Coefficient de ruissellement (Ψ_v)	Surface	Surface réduite
Toitures végétalisées	$\Psi_v = 0.65$	6'620 m ²	4'303 m ²
Accès	$\Psi_v = 0.9$	3'080 m ²	2'772 m ²
Constructions enterrées	$\Psi_v = 0.6$	4'050 m ²	2'430 m ²
Aménagements extérieurs	$\Psi_v = 0.6$	2'930 m ²	1'758 m ²
Aire de jeux	$\Psi_v = 0.35$	820 m ²	287 m ²
Zone de verdure	Non collectée	17'001 m ²	-
Total		34'501 m ²	11'550 m ²

Au vu des hypothèses concernant la surface réduite, le volume d'eau de ruissellement est alors estimé à **300 m³** pour une pluie de 20 minutes, et un temps de retour de 10 ans.

Scénario 3 — Toitures avec rétention

A l'état projeté, pour le scénario 3, les différentes hypothèses ayant permis de définir les volumes d'eau de ruissellement, ainsi que les coefficients de ruissellement (Ψ_v), sont :

Type de surface	Coefficient de ruissellement (Ψ_v)	Surface	Surface réduite
Toiture avec rétention	$\Psi_v = 0$	6'620 m ²	-
Accès	$\Psi_v = 0.9$	3'080 m ²	2'772 m ²
Constructions enterrées	$\Psi_v = 0.6$	4'050 m ²	2'430 m ²
Aménagements extérieurs	$\Psi_v = 0.6$	2'930 m ²	1'758 m ²
Aire de jeux	$\Psi_v = 0.35$	820 m ²	287 m ²
Zone de verdure	Non collectée	17'001 m ²	-
Total		34'501 m²	7'247 m²

Au vu des hypothèses concernant la surface réduite, le volume d'eau de ruissellement est alors estimé à **190 m³** pour une pluie de 20 minutes, et un temps de retour de 10 ans.

6.5.4. Exutoire final

Le secteur « Sus le Jordil » se situe sur deux bassins-versants.

La plus grosse partie du PA, soit la partie centrale et ouest (cf. figure ci-dessous) se trouve dans le bassin-versant de La Venoge. Le PGEE préconise que dans cette zone les eaux claires du PA soient infiltrées à travers un bassin d'infiltration. Le trop-plein du bassin pourra être connecté au collecteur d'eaux claires.

La partie est du PA, essentiellement l'air de parc, se trouve sur un bassin-versant dont l'exutoire est le lac, situé à environ 320 m au sud du PA. Pour ce secteur, il n'y a pas de contraintes quant à la limitation des rejets des eaux pluviales. Les eaux pluviales pourront être directement rejetées dans le réseau d'eau claire.

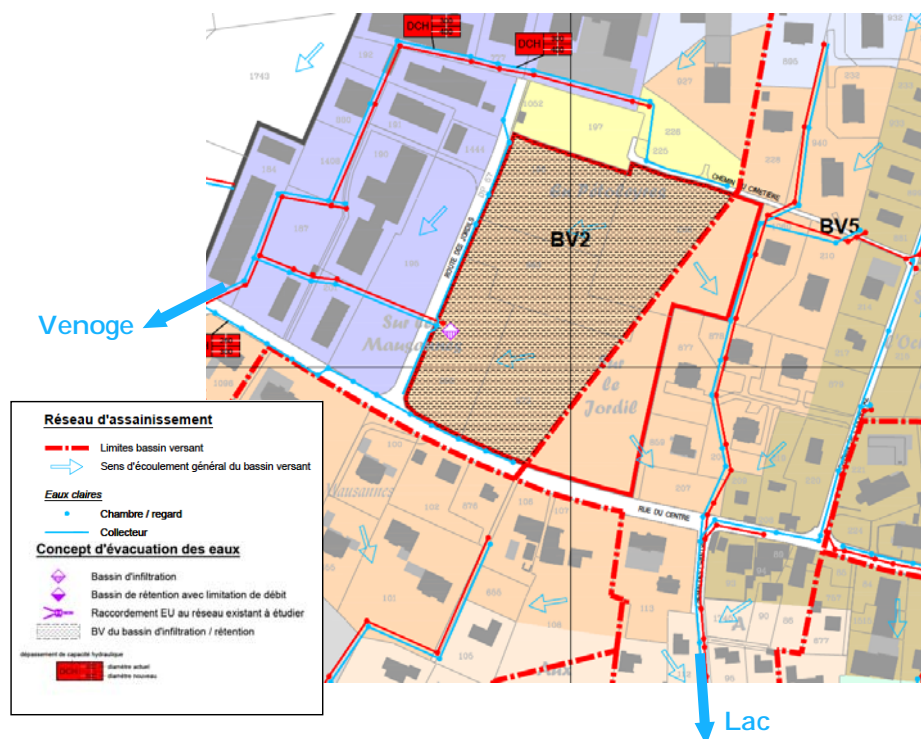


Figure 6.17 Extrait du PGEE de la commune de Saint-Sulpice

6.5.5. Synthèse

Le PGEE préconise l'infiltration des eaux pluviales pour la majeure partie du secteur de « Sus le Jordil ». Sur ce secteur, les eaux claires seront infiltrées à travers un bassin d'infiltration. Afin de déterminer le volume du bassin trois scénarii ont été analysés : i) toitures standards ; ii) toitures végétalisées ; iii) toitures avec rétention. Le volume du bassin d'infiltration sera d'environ 190 m³ pour le scénario le plus favorable (toitures avec rétention) et d'environ 360 m³ pour le plus péjorant (toitures standard).

Des essais d'infiltrations devront être effectués au stade du permis de construire afin d'évaluer la capacité d'infiltration réelle dans le secteur du PA « Sus le Jordil ».

Le mode d'évacuation, voire de prétraitement des eaux des biens-fonds privés devra être conforme à la norme SN 592 000.

Un concept de gestion des eaux claires, et notamment la rétention et l'infiltration des eaux claires devra être inclus dans les dossiers de demande de permis de construire.

Les futures mises à jour du PGEE devront intégrer les nouvelles données induites par ce plan de quartier, notamment les caractéristiques du sous bassin-versant EU et EC du quartier, avec l'adaptation du nombre d'équivalents-habitants et du coefficient de ruissellement.

6.6. EAUX SUPERFICIELLES

Le périmètre du projet se trouve à environ 340 m du lac Léman. La Venoge est située à 490 du plan de quartier.

Le développement du PA « Sus le Jordil » n'induit pas d'impact supplémentaire sur les cours d'eau.

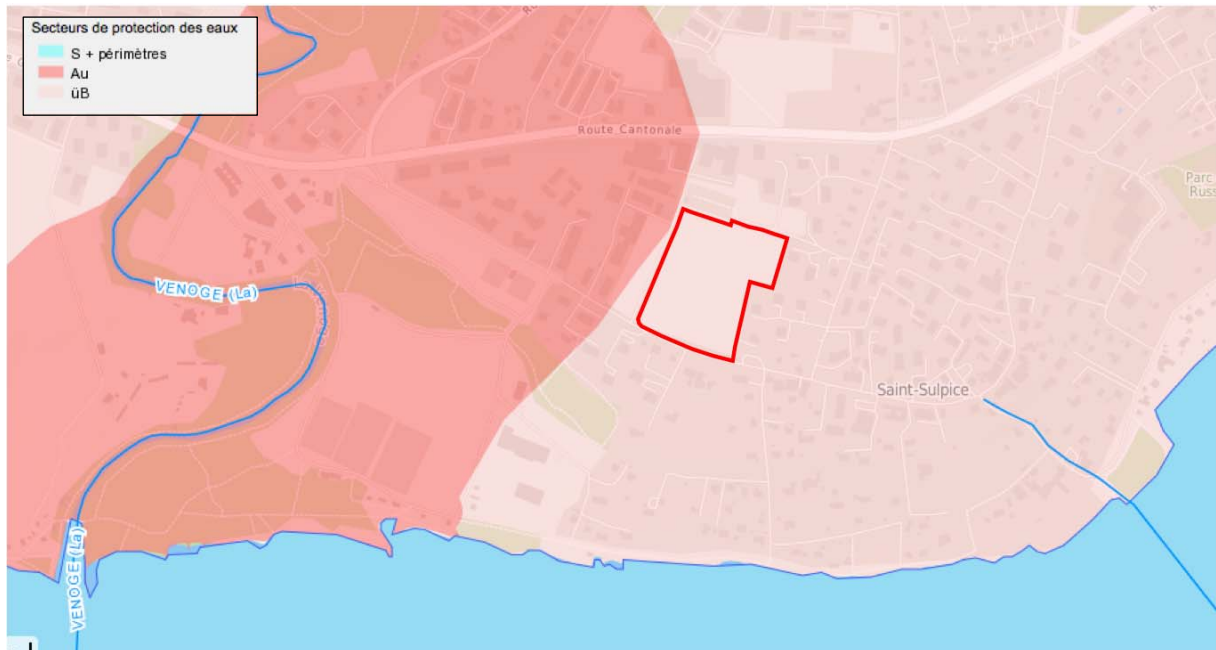


Figure 6.18 Eaux souterraines et eaux superficielles à proximité du site PA

6.7. EAUX SOUTERRAINES

6.7.1. Législation

A l'ouest du PA, le secteur Au de protection des eaux souterraines est attribué, du fait de la présence de La Venoge. Par contre, le périmètre du PA se situe exclusivement en secteur ûB de protection des eaux.

Il n'y a, hormis les mesures standard de protection des eaux souterraines, pas de mesure particulière à prendre.

6.8. PROTECTION DES SOLS

6.8.1. Généralités

L'étude pédologique a pour but de préserver et de protéger les sols. Cette étude documente l'état des sols avant travaux afin de planifier et optimiser au mieux la gestion des matériaux terreux, pendant et après travaux.

Un sol sain est constitué de couches successives, souvent identifiables par leur couleur et/ou leur texture, appelées horizons. Différentes interactions chimiques et organiques interviennent entre ces horizons, structurant ainsi le sol. La formation naturelle de ces horizons est issue d'une lente évolution (pour la plupart depuis le retrait des glaciers de la dernière grande glaciation), d'où la fragilité et la difficulté pour les préserver. Pour les sols qui nous concernent, il est usuellement possible de distinguer une succession d'horizons classés comme suit :

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Horizon A (souvent appelé « terre végétale ») : horizon de surface, riche en humus (mais contenant moins de 30 % de matière organique), présentant une forte activité biologique et souvent de couleur foncée. Cet horizon constitue la principale zone d'enracinement.</i> 	<p>MATÉRIAUX TERREUX (LPE, art.7 al.4bis)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Horizon B (souvent appelé « sous-couche ») : horizon sous-jacent, disposé au-dessous de l'Horizon A. C'est une « couche » structurellement plus évoluée, pourvue de minéraux secondaires, pauvre en humus, mais importante pour l'enracinement, la fourniture en eau, en éléments nutritifs et en oxygène.</i> 	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Horizon C : horizon constitué de la roche mère ou du matériel parental. Cet horizon est situé généralement sous les Horizons A ou B, et ne contient pas ou peu d'activité biologique ou d'enracinement.</i> 	<p>MATÉRIAUX D'EXCAVATION (LPE, art.7 al.6)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Horizon R : assise rocheuse, parfois altérée. Elle est située au-dessous d'un horizon C.</i> 	

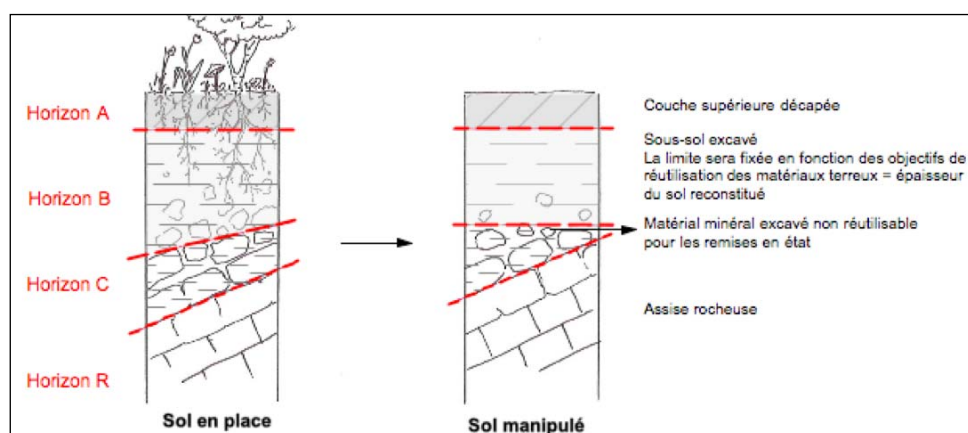


Figure 6.19 Profil type de sol naturel avant et après manipulation

6.8.2. Bases légales

Les trois documents de référence en matière de légalité sur la protection des sols sont :

- *Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) du 7 octobre 1983 (état le 1^{er} avril 2015) ;*
- *Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (OSites) du 26 août 1998 (état le 1^{er} janvier 2016) ;*
- *Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol) du 1er juillet 1998 (état le 12 avril 2016).*

Le sol est protégé par la Loi fédérale sur la protection de l'environnement (Art. 33 à 35 LPE) et par l'Ordonnance fédérale sur les atteintes portées au sol (OSol). Sa fertilité doit être assurée à long terme. En outre, il faut veiller à préserver le sol des atteintes suivantes :

- Chimiques : empêcher l'introduction, l'accumulation de polluant dans les sols.
- Physiques : éviter toute intervention mécanique dommageable à la structure, à la succession des couches pédologiques ou à l'épaisseur des sols.
- Biologiques : protéger la diversité biologique typique d'une station. Eviter les atteintes portées au sol par des organismes, en particulier par des organismes génétiquement modifiés ou pathogènes.
- Erosion : veiller, par des aménagements ou des techniques culturales, à prévenir l'érosion qui pourrait menacer la fertilité du sol à long terme.
- Surface : utiliser de manière économe et rationnelle les sols.

Les moyens pour parvenir à atteindre ces objectifs sont essentiellement l'information du personnel de chantier, la supervision, l'accompagnement, la participation et l'information des acteurs du projet. En outre les articles 6 et 7 de l'Ordonnance fédérale sur les atteintes portées aux sols (OSol), prévoient que :

- Quiconque construisant une installation ou exploitant le sol doit prévenir les compactions et les autres modifications de la structure des sols qui pourraient menacer la fertilité du sol à long terme (article 6) ;
- Quiconque manipule, excave ou décape un sol, doit procéder de telle façon que le sol puisse être réutilisé en tant que tel. Si des matériaux terreux sont utilisés pour reconstituer un sol (par exemple en vue de la remise en état ou du remodelage d'un terrain), ils doivent être mis en place de telle manière que :
 - *la fertilité du sol en place et celle du sol reconstitué ne soient que provisoirement perturbées par des atteintes physiques ;*
 - *le sol en place ne subisse pas d'atteintes chimiques supplémentaires.*

Un certain nombre de directives, normes suisses et instructions de l'OFEV (Office fédéral de l'environnement) traitent des bonnes pratiques de chantiers et concepts de gestion des matériaux terreux. Tous ces documents ont été réalisés dans le but de protéger les sols, essentiellement contre les compactions, les pollutions et autres détériorations de la qualité des sols. Ces principaux documents sont:

- *« Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais » (Directive sur les matériaux d'excavation) — OFEV, 1999 ;*
- *« Directives ASG pour la remise en état des sites » — ASG (Association Suisse des Sables et Graviers), 2001 ;*
- *« Construire en préservant les sols », guide de l'environnement — OFEV, 2001 ;*

- « *Sols et constructions — Etat de la technique et pratiques* » – OFEV, 2015 ;
- « *Évaluation et utilisation des matériaux terreux* » (instruction matériaux terreux) — OFEV, 2001
- Union des professionnels suisses de la route, Norme Suisse SN 640 581 ;
- « *Manuel — Sols pollués — Évaluation de la menace et mesures de protection* » — OFEFP, 2005 ;

La directive DMP 864 « Etudes pédologiques relatives à la protection contre les atteintes aux sols sur les chantiers » (2014) fixe le canevas des études pédologique à réaliser. Des informations de base doivent être fournies dans le cadre de projet d'aménagement du territoire, tel que le présent projet de PA. Des exigences différentes sont demandées selon que le projet n'a pas d'impact sur des sols ou absence de sols, que le projet a des emprises de moins de 5000 m² (exigences de niveau 1, de base) ou que le projet a des emprises de plus de 5000 m² (exigences de niveaux 2, renforcées).

6.8.3. État initial

Le PA a une superficie totale d'environ 34'501 m². Les parcelles du PA « Sus le Jordil » sont encore allouées à l'agriculture. Elles sont actuellement occupées par une activité de maraîchage.

6.8.4. Surfaces concernées

Le projet prévoit plusieurs constructions ayant une emprise définitive sur le sol, notamment 10 immeubles et une aire à l'ouest du PA destinée à la circulation et au stationnement. Ces surfaces induisent à elles seules le décapage d'environ 9'200 m². Le reste de la surface du PA sera aussi grandement décapé, notamment pour la construction du parking souterrain et de l'aire publique de jeux.

Des surfaces seront nécessaires pour les installations de chantier, pour le stockage des Horizons A, B et C et pour les pistes de chantier.

La durée prévue des travaux n'est actuellement pas connue, il est à prévoir qu'elle sera supérieure à une année.

6.8.5. Caractérisation de l'état initial

Le tableau 1 de la SN 640 581 présente un cahier des charges en trois phases pour les spécialistes de chantiers :

- Phase 1 : Projet et études préliminaires ;
- Phase 2 : Constructions et emprises ;
- Phase 3 : Remises-en place et restitution.

La caractérisation de l'état initial (phase 1) représente la clé des décisions concernant les mesures à prendre.

La description des caractéristiques de ces sols nécessite un certain nombre de sondages (selon la classification suisse des sols (FAL)) et un résumé des dispositions légales en matière de protection des sols. Dans le cas présent, 3 sondages à la tarière ont été réalisés le 27.07.2016 dans le périmètre du projet de PA. Les profondeurs atteintes varient entre 40 cm et environ 60 cm. L'horizon C a été systématiquement atteint.

Pour l'ensemble des sondages, une seule fiche¹⁴ résumant les caractéristiques du sol rencontré a été remplie (cf. Annexe A). Les éléments les plus significatifs sont la profondeur des Horizons A et B (nécessaire pour définir les profondeurs de décapage et les volumes à excaver), l'hydromorphie des sols, et les taux respectifs d'argiles, limons et sable, ainsi que le squelette¹⁵ (indiquant notamment la sensibilité du sol).

Les sols concernés par le projet sont des sols naturels, actuellement exploités par l'agriculture pour la majeure partie des terrains en cultures maraîchères. Ces sols sont issus d'une exploitation ancienne de gravière qui a été exploitée de 1910 à 1965. Les premiers sondages n'ont pas révélé d'apport de terres végétales après l'exploitation de la gravière.

Lors des investigations sur le terrain un seul type de sol a été relevé. La figure suivante détaille l'emplacement des sondages effectués et dresse une carte des sols succincte.

L'horizon C est constitué de gravier de moraine de fond ou de dépôts fluvioglacière liée aux phases de retrait glaciaire en relation avec les terrasses d'inondation de La Venoge située à environ 600 m du projet de PA.

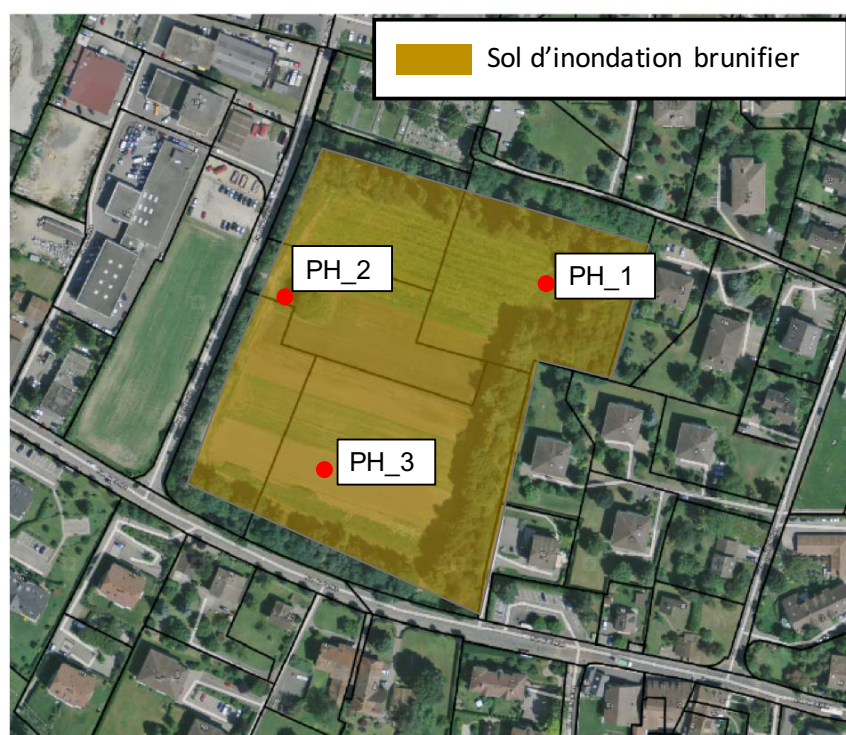


Figure 6.20 Localisation des sondages effectués dans le périmètre du PA et description du type de sol trouvé

6.8.6. Caractéristiques générales et sensibilité des sols

De manière générale, nous sommes en présence d'un sol très homogène de type fluvisol brunifié. Le sol est bien drainé et aucune trace de pseudo-gleyfication n'a été observée lors des sondages.

¹⁴ Selon la clé de données 6.1, basée sur la classification des sols de Suisse (Société Suisse de Pédologie, 2010)

¹⁵ Teneurs déduites sur place et non en laboratoire

Fluvisol brunifié, sol alluvial d'inondation

Ce sol alluvial d'inondation est représenté sur l'ensemble du périmètre d'étude. C'est un sol bien drainé, assez moyennement profond (environ 40 à 60 cm de profondeur). La texture des terres fine est composée d'environ 20 % de limon et 75 % de sable. Les argiles ne sont pas ou très peu représentées dans la portion fine du sol. Ceci en fait un sol sablo-limoneux. Ce sol montre une bonne résistance à la compaction car son squelette est essentiellement composé de graviers fins et de sables grossiers.



Figure 6.21 Sondage Ph_1

Dans les parties où la végétation naturelle est représentée (bordure de cordon boisé, zone de friche), le sol alluvial montre un Horizon A (OH) plus riche composé de matière organique en décomposition. Cet horizon organique est représenté sur une profondeur d'environ 5 à 10 cm uniquement dans les zones boisées.



Figure 6.22 Caractéristique agropédologique du sol



Figure 6.23 Horizon A (OH) dans les parties boisées

6.8.7. Etat en phase de réalisation

A ce stade de la planification, aucun bilan de volume des sols décapés pour le projet de PA n'a été effectué. En effet, beaucoup d'éléments sont susceptibles d'évoluer d'ici la mise à l'enquête publique. Cependant, on remarque que le projet générera un volume de sol assez important à revaloriser. Afin de déterminer les filières de revalorisation de ces matériaux terreux, il s'agira de pratiquer des analyses selon l'OLED et l'OSol.

6.8.8. Description des étapes de réalisation du projet – cahier des charges phase de permis de construire:

Les grandes étapes de chantier ne sont pas connues à ce stade de la planification. Vu les volumes de terres excavés et la durée du chantier, il est conseillé qu'un spécialiste protection de sols sur les chantiers (SPSC) soit en charge du suivi des matériaux terreux pendant la durée des travaux.

Le cahier des charges suivant permettra de guider le SPSC pendant la phase de réalisation du projet :

- Effectué une cartographie précise des sols avant chantier ;
- Dresser une cartographie des décapages en fonction du phasage de chantier du projet de PA ;
- Définir les accès de chantier sous l'angle de la protection des sols ;
- Établir un bilan des volumes de sols touchés par le projet ;
- Définition des objectifs de remise en culture ou des aménagements extérieurs ;
- Définir les conditions particulières de protection des sols pendant la phase d'établissement des soumissions aux entreprises ;
- Suivi des décapages des matériaux terreux pendant la phase de chantier ;
- Suivi de la mise en stock ;
- Analyse de la pollution des sols, si nécessaires ;
- Définir les filières de revalorisation ou d'évacuation des matériaux terreux ;
- Suivi de l'enherbement des andins des stocks de sols.
- Suivi de la remise en état lors de la phase de déstockage et de la phase de réalisation des aménagements extérieurs.
- Contrôle et suivi des néophytes pendant la phase de réalisation.

6.8.9. Conditions générales de réalisation

Les conditions générales sont communes à tous les projets et énoncent les recommandations de base nécessaires à la bonne pratique de chantier. Elles doivent être adaptées en fonction de chaque cas donnant suite aux conditions particulières.

- **Humidité du sol** : Les travaux de décapage (et toutes les manipulations de terre en général) sont effectués sur des sols bien ressuyés et par temps sec. Le contrôle de l'humidité à l'aide de tensiomètres permet de fixer des limites d'utilisation (qui dépend de la nature du sol (teneur en argile) ainsi que du poids et de la pression au sol des machines et des véhicules engagés. En outre la détermination de la force de succion permet de définir quels types de pores sont encore remplis d'eau ou déjà ressuyés). Une valeur minimale de 10 centibars (Cb) est requise pour autoriser les travaux dans le terrain. Ainsi, aucune machine ne doit rouler ni manipuler un sol mal ressuyé. En cas de doute, des tensiomètres doivent être mis en place préalablement (minimum 24h avant) et serviront à calculer la limite d'utilisation (en Cb) des machines. La force de succion du sol doit être supérieure à la pression au sol des machines ;
- Au-dessous d'une valeur pF de 2 (soit 10 Centibares ; Cb), il ne faut pas tolérer la mise en service de machine de chantier. De ce fait, il faut prévoir des restrictions et arrêts de chantier lorsque les sols en dépendent ;

- Le Maître d'Ouvrage est tenu d'avertir le spécialiste des sols avant toute intervention. Si possible au minimum une semaine à l'avance afin de pouvoir planifier la pose des tensiomètres en cas de doute quant à l'état d'humidité du sol;

pF	Cb	Ressuyage d'après les pores
1,8	6,3	Pores grossiers ressuyés
2,0	10	Pores > 30 µm ressuyés
2,5	31,5	Pores > 10 µm ressuyés
2,7	50	Pores > 06 µm ressuyés
2,8	63	Pores > 05 µm ressuyés
2,9	80	Limite de mesure du tensiomètre
4,2	1500	Tous les pores moyens sont ressuyés (Point de flétrissement permanent)

- Décapages** : Avant toute intervention sur les sols, que ce soit pour la mise en place des pistes ou places de chantiers, le décapage des surfaces destinées à l'être ou les surfaces d'entreposage des matériaux terreux, les sols doivent avoir été préalablement ensemencés puis fauchés. Le produit de la fauche doit avoir été évacué;
- Machines utilisées** : Les engins à chenilles qui ont une pression au sol raisonnable conviennent en général mieux que les véhicules à pneus. La description et les caractéristiques des machines utilisables sont expliquées dans la norme SN 640 581. Le roulage de camions sur les Horizons A et B est proscrit. Le passage répété sur le même sol sera évité. En cas de situation limite (compactage du sol trop important), ces types de travaux de chantier devront être arrêtés. La force de succion admissible peut être calculée individuellement pour chaque machine par la formule suivante¹⁶ :

$$\text{Poids (tonne)} \times \text{pression à la surface du sol (bars)} \times 1.25$$

- La liste des machines prévues doit être transmise au spécialiste des sols, afin qu'il puisse déterminer la force minimale de succion admissible pour chaque machine (selon un nomogramme des limites d'utilisation des machines de chantiers). Pour le choix des machines, il est conseillé de recourir à des machines légères munies de chenilles;
- Organisation du chantier** : voir les fiches de bonnes pratiques de chantier du canton de Vaud en annexe;
- Concernant les emprises provisoires utilisées comme pistes de chantier, le sol de ces dernières devra aussi être protégé contre la compaction. Elles pourront être protégées soit de la même manière que les zones d'installation de chantier, soit à l'aide de rondins en bois ou autre piste de chantier efficace en termes de répartition des charges;
- Valorisation des matériaux**: De manière générale, les Horizons A, B et C des sols excavés doivent être si possible valorisés sur place ou éliminés, tout en tenant compte des exigences légales en ce qui concerne les matériaux pollués. L'état initial des sols

¹⁶ Cette formule ne s'applique pas pour les véhicules à pneu.

en place sert de base pour le tri des matériaux terreux. Les deux unités de sols décrites plus haut seront traitées, entreposées et valorisées séparément;

- **Stockage de la terre végétale:** Le stockage des matériaux terreux dépend de plusieurs paramètres. Notamment la hauteur des tas et la force de succion du sol. Les hauteurs maximums des tas devront être définies avant les travaux, par le responsable sol du SER;
- **Remise en état :** La procédure de remise en état des sols dépend des contraintes qu'ils ont subies pendant la phase de chantier. Les sols restitués doivent avoir des propriétés pédologiques, forestières ou agronomiques au moins égales à la situation précédant les interventions. La procédure à suivre est décrite dans la norme SN 640 581. Pour les sols créés, l'objectif de la reconstitution ainsi que les caractéristiques du nouveau sol dépendent de la future utilisation (agricole dans notre cas).

6.8.10. Etat en phase d'exploitation

Aucune atteinte n'est attendue après la réalisation des travaux et remblais, à condition de respecter les mesures à prendre en phase de réalisation.

6.9. SITES CONTAMINES

6.9.1. Législation

Les lois, ordonnances et directives qui concernent les sites pollués sont les suivantes :

- Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE).
- Ordonnance du 26 août 1998 sur l'assainissement des sites pollués (OSites).
- Ordonnance du 4 décembre 2015 sur la limitation et l'élimination des déchets des déchets (OLED).
- Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation). OFEFP; juin 1999.
- Directive sur les déblais de voie — Planification des travaux d'excavation en voie, évaluation et élimination des déblais de voie. OFT, septembre 2002.

Aucun site pollué ne se trouve au sein du périmètre. Il y a cependant 5 sites pollués à l'ouest du périmètre, situés à moins de 140 m et à 25 m pour le plus proche. Aucun ne nécessite surveillance ou assainissement.

Le projet n'est pas inquiété par les sites pollués.

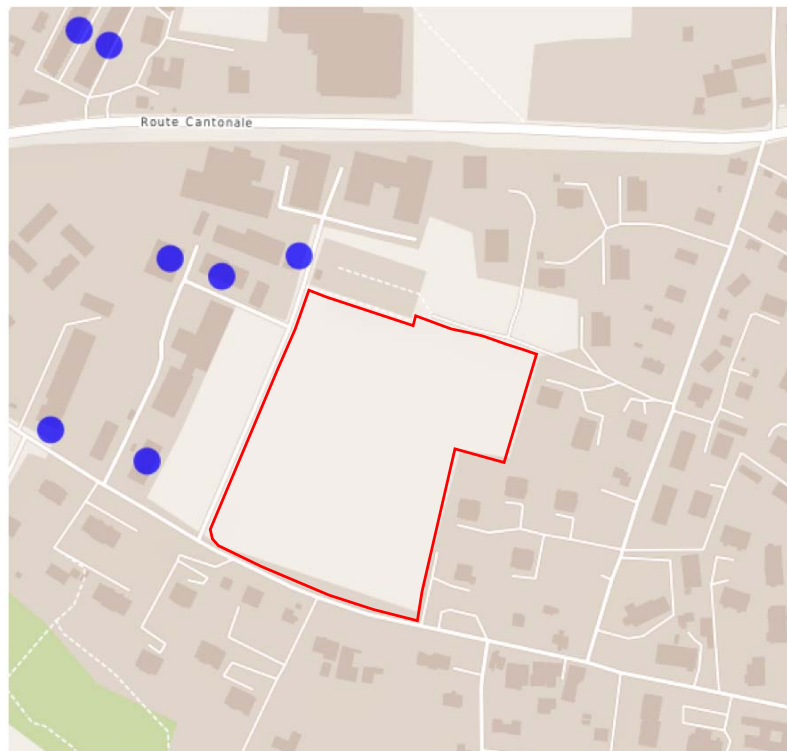


Figure 6.24 Sites contaminés à proximité du PA

6.10. ORGANISMES DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT

6.10.1. 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. Pour les plantes, en font partie notamment les renouées du Japon (*Reynoutira japonica*), les solidages géants (*Solidago gigantea*, *Solidago canadensis*) et le sumac (*Rhus typhina*).

L'ODE repose sur une réflexion mise en place au niveau national par différents groupes de scientifiques, instituts de recherches, offices cantonaux et fédéraux. Ces réflexions ont notamment conduit la Commission suisse pour la conservation des plantes sauvages (CPS) à l'élaboration de deux listes, une liste « noire » et une liste de mise en garde/surveillance « Watch List » :

- Liste Noire : Liste des néophytes envahissantes de Suisse qui causent actuellement des dommages au niveau de la diversité biologique, de la santé et/ou de l'économie. La présence et l'expansion de ces espèces doivent être empêchées (remarque : il n'y a pas de concordance parfaite avec l'annexe 2 ODE).
- « Watch List » : Liste des néophytes envahissantes de Suisse qui ont le potentiel de causer des dommages, dont l'expansion doit être surveillée, et si nécessaire empêchée. Dans les pays voisins, elles créent déjà des problèmes. Cette liste a été mise à jour en août 2014.

Le canton de Vaud a édité en 2007 des fiches info sur la Gestion des plantes exotiques envahissantes (Département de la sécurité et de l'environnement. Service des forêts, de la faune et de la nature — Conservation de la nature. Mars 2007).

Toutes les espèces de la Liste Noire et la Watch List de la CPS sont concernées par l'ODE. L'ordonnance prévoit l'interdiction de toute utilisation directe dans l'environnement des organismes exotiques qui, en plus de leur forte capacité de se disséminer, provoquent d'autres dommages (sur la santé, sur l'économie, etc.). De manière générale, les stations de néophytes doivent être contrôlées et éliminées de manière adéquate, c'est-à-dire sans atteintes supplémentaires à l'environnement. Les déchets de coupes et les terres contaminées par des semences ou des parties de plantes susceptibles de repartir doivent être traitées en conséquence. L'article 15 prévoit : « Les matériaux d'excavation contaminés par des organismes exotiques envahissants au sens de l'annexe 2 doivent être valorisés au lieu d'enlèvement ou éliminés de manière à exclure toute nouvelle propagation de ces organismes ».

6.10.2. Etat actuel

Une visite du site a été effectuée le 25.07.2016. L'espèce suivante a été observée dans le périmètre du PA, ou à ses abords :

Liste Noire

- 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. 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. Les quelques individus de robinier sont localisés dans la haie arborescente, au nord, principalement dans le coin où commence le vieux boisement.

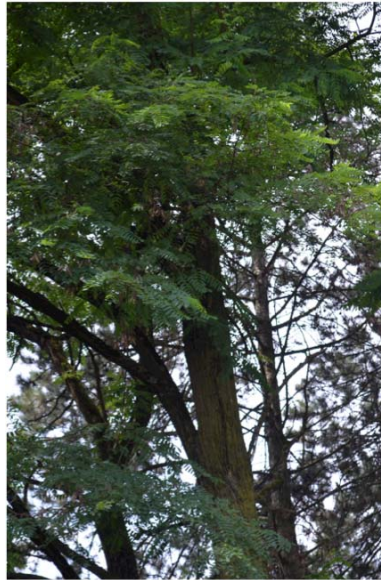


Figure 6.25 Robinier faux-acacias au coin nord entre la haie arborescente et le vieux boisement

6.10.3. Etat futur et mesures

La situation actuelle concernant les néophytes est assez problématique, les stations étant étendues. Toutefois des mesures de gestion spécifiques anticipées permettraient de s'assurer que ce phénomène est sous contrôle et limiteraient les inconvénients posés par l'ODE concernant les restrictions des mouvements de matériaux contaminés et les mesures particulières. Une lutte préventive permettrait d'éviter une propagation encore plus importante de nouvelles colonies.

Mesure de surveillance et d'entretien préalable à la phase de réalisation

- Agir de manière préventive et anticiper la mise en œuvre du PA « Sus le Jordil », ce qui pourrait avoir comme conséquence une réduction significative préalablement au début du chantier.
- Surveillance régulière (en principe 2x par année) avec arrachage des plantes et dessouchage (pour les ligneuses) avec évacuation en incinération.
- Surveillance avant le début des travaux avec arrachage des plantes (sur plusieurs années).

6.11. PREVENTION EN CAS D'ACCIDENTS MAJEURS / PROTECTION CONTRE LES CATASTROPHES

6.11.1. Législation

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.

Article 11a OPAM — Coordination avec les plans directeurs et les plans d'affectation

1. Les cantons prennent en considération la prévention des accidents majeurs dans les plans directeurs et les plans d'affectation.

[...]

En octobre 2013, l'Office fédéral du développement territorial (ARE), l'Office fédéral des transports (OFT) et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) ont publié le guide de planification « coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs ». Ce document décrit une méthodologie d'approche des risques liés aux accidents majeurs sur les voies ferrées.

La significativité du risque doit être évaluée pour chaque projet en fonction du niveau de risque initial, de la densification prévue, des affectations et autres éléments influant directement sur la présence des personnes. Dans tous les cas, il incombe à l'autorité compétente de définir le niveau de risque et de valider les mesures éventuellement proposées pour abaisser ce niveau de risque en lien avec le développement d'un projet.

6.11.2. Route de grand transit

Aucune route de grand transit au sens de l'OPAM n'est située à proximité du PA « Sus le Jordil ». La route de lac (RC 1) a un TJM 2014 évalué à 11'800 v/j (sans le développement du PA).

6.11.3. Exploitations stationnaires

Législation

Les exploitations en cause sont en principe toutes celles qui sont soumises à l'OPAM, et qui, en cas d'accident majeur, risquent de porter atteinte à l'intégrité physique de personnes qui se trouvent hors du site de l'entreprise.

Eu égard à la portée de l'impact propre aux cas d'accident majeur, le guide de planification OPAM¹⁷ considère qu'il est judicieux de coordonner l'aménagement du territoire et la prévention des accidents majeurs dans un périmètre de 300 m de large autour des exploitations stationnaires. Ce secteur est appelé périmètre de consultation.

Les exploitations stationnaires sont définies par l'autorité d'exécution, sur la base des rapports succincts.

¹⁷ Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs – OFEV – octobre 2013

Etat actuel

L'entreprise LEMO est située de l'autre côté de la route du Lac (RC 1) par rapport au PA. Le périmètre attenant de cette entreprise est de 100 m selon le guide fédéral (coord. moyennes 532'000/151'800). La distance du PA à cette coordonnée étant de plus de 100 m, il n'y a pas de contrainte OPAM causée par les exploitations stationnaires.

Le projet n'est donc pas concerné par les accidents majeurs en provenance d'exploitation stationnaire.

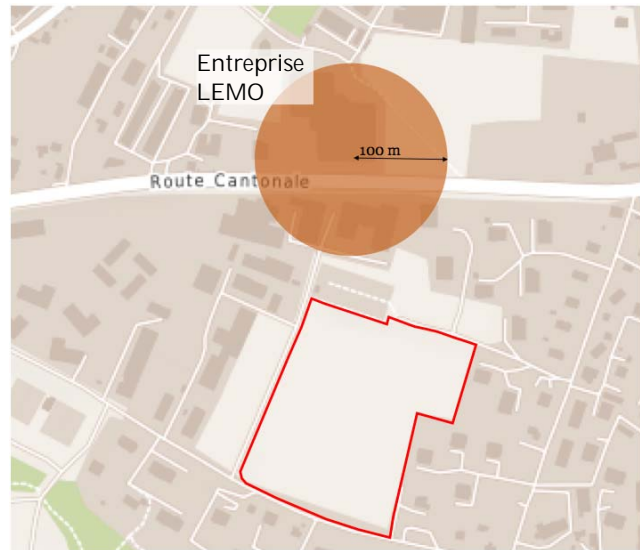


Figure 6.26 Installations stationnaires (avec attenant) à proximité du PA « Sus le Jordil »

6.12. CONSERVATION DE LA FORET

Aucune zone forestière n'est située au sein du périmètre, ni à proximité directe. Le cordon d'arbres autour du périmètre n'est pas soumis à la législation forestière. Le projet n'a donc pas d'effet sur l'aire forestière en termes de défrichement, temporaire ou définitif.

6.13. FAUNE, FLORE, BIOTOPES

6.13.1. 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 ;
- Evaluer l'impact du projet sur les milieux naturels, la faune et la flore ;
- Définir les aménagements écologiques et paysagers à intégrer dans le PA « Sus le Jordil ».

6.13.2. Bases légales

Les principales bases légales applicables sont :

Législation fédérale :

- Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN) du 1^{er} juillet 1966
- Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN) du 16 janvier 1991
- Loi sur la faune du 28 février 1989 et le règlement d'exécution de la loi du 28 février 1989 sur la faune (RLFaune) du 7 juillet 2004.

Législation cantonale (VAUD) :

- Loi du 10 décembre 1969 sur la protection de la nature, des monuments et des sites (LPNMS)
- Règlement d'application du 22 mars 1989 de la loi du 10 décembre 1969 sur la protection de la nature, des monuments et des sites (RPNMS)
- Règlement du 2 mars 2005 concernant la protection de la flore (RPF)

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 ».

Législation communale :

La protection des arbres non soumis au régime forestier est régie par le règlement communal qui stipule que toutes les entités de types « groupes d'arbres », « cordon boisé » et parc jouissent d'une protection générale. Tout abattage d'arbre protégé ne peut être effectué qu'avec l'accord de la Municipalité. Les entités de type « haie » jouissent d'une protection totale, car ils exercent une fonction biologique importante. Une élimination doit être demandée à la Municipalité également.

Les arbres bordant le périmètre du PA « Sus le Jordil » sont classés par la commune.

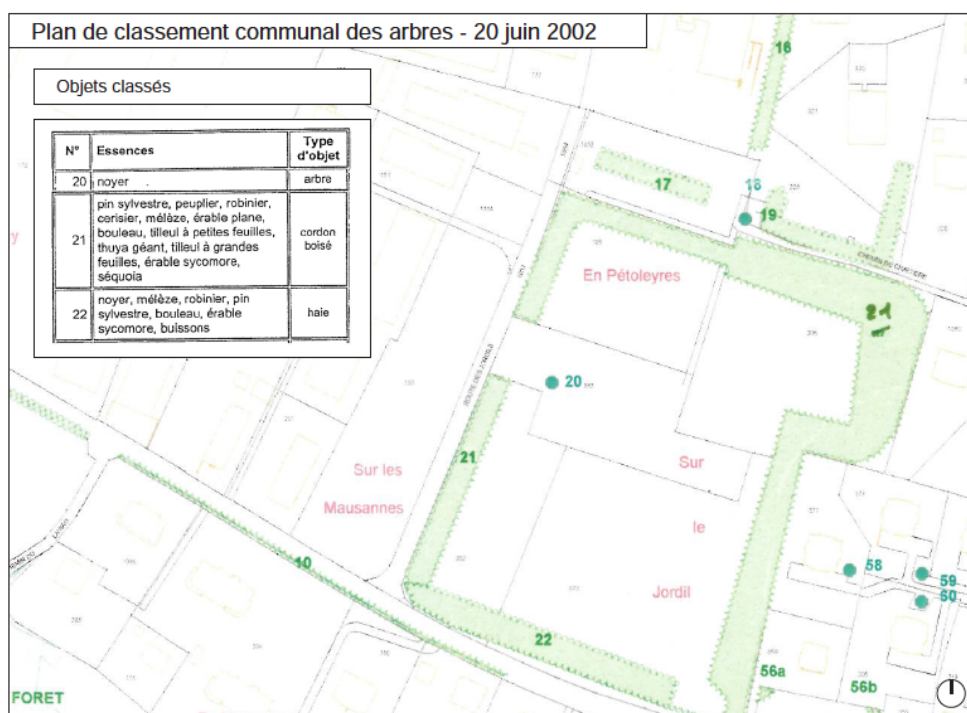


Figure 6.27 Extrait de l'étude de mise en valeur des terrains du PA « Sus le Jordil », Plarel 2014

6.13.3. Situation générale et contexte biogéographique

Le site du PA « Sus le Jordil » prend place dans le village de Saint-Sulpice, au bord du lac Léman, entre la route Cantonale et la rue du Centre. Le site se trouve à une altitude d'environ 390 mètres et est utilisé à des fins agricoles. Le site du projet est entouré d'habitations et jouit d'une certaine tranquillité de par le fait qu'elle est entièrement entourée de végétation arborée protégée par le règlement communal. Le solde est occupé par des cultures intensives, à l'exception d'une grange en ruine et d'un noyer isolé protégé sur le côté ouest.



Figure 6.28 Extrait du guichet cartographique cantonal vaudois avec le périmètre du PA « Sus le Jordil » en rouge

6.13.4. Données et inventaires

Inventaires fédéraux et cantonaux

Le site du PA « Sus le Jordil » ne se situe dans aucun inventaire fédéral et il n'est pas non plus inscrit à l'Inventaire cantonal des Monuments Naturels et des Sites (IMNS). Il est cependant inclus dans la réserve de faune cantonale n° 19.

Inventaires des biotopes communaux (IBIO)

Les articles 4a LPNMS, 21 LFaune et 18 LPN font office de réglementation concernant la protection des biotopes. Il est nécessaire d'obtenir une autorisation du Centre de conservation de la faune et de la nature du Canton de Vaud (DGE-BIODIV) si une atteinte est portée à un biotope inventorié. Dans le cas où l'autorisation est octroyée, une mesure de compensation peut être exigée.

Aucun biotope communal n'est inscrit dans le périmètre du projet. Le recensement (ECONAT, 1981). Le biotope classé le plus proche étant le bois du Laviau, situé au sud-ouest de la zone à environ 130 mètres.

Réseau écologique national (REN) et corridors à faune

Le réseau écologique national ne recense aucun élément important près de la zone du projet.

Réseau écologique cantonal (REC-VD)

Le réseau écologique cantonal (REC-VD) est la traduction au niveau du canton de Vaud du réseau écologique national (REN). Il s'intègre dans une stratégie globale de préservation de la biodiversité et doit être vu comme un ensemble d'éléments naturels ou semi-naturels permettant à la biodiversité d'évoluer dans un espace garantissant la survie des populations, notamment au travers d'échanges et de déplacement d'individus.

Son objectif est donc de mettre en évidence les éléments clés du réseau écologique dans son état actuel, mais également les territoires nécessaires pour assurer son bon fonctionnement à l'avenir. Il s'adresse en premier lieu aux acteurs du territoire, aménagistes, forestiers ou gestionnaires d'espace naturel ou semi-naturel en charge de projets à incidence spatiale aux échelles régionale et locale.

Le REC-VD se traduit par la définition de territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP), de territoires d'intérêt biologique supérieur (TIBS), de liaisons biologiques d'importance suprarégionale ou régionale, ainsi que par des espèces d'intérêt particulier réparties au sein des TIBP.

La situation du site du PA dans le REC-VD montre que le site du projet ne se trouve pas dans un territoire d'intérêt biologique prioritaire et qu'il n'interrompt pas directement de liaison biologique régionale ou suprarégionale. Il se trouve toutefois dans la zone tampon d'une liaison aquatique longeant le lac. Le site du PA « Sus le Jordil » est une des dernières zones non urbanisées des environs et est donc possiblement utilisé comme zone relais pour la faune. Le Territoire d'Intérêt Biologique Prioritaire (TIBP) le plus proche se situe au sud de la zone, le long du lac ainsi que sur l'embouchure de La Venoge à environ 150 mètres.

Réseau Vert de Lausanne et de l'Ouest lausannois

Le Réseau Vert de Lausanne et de l'Ouest lausannois (RVLO), (Delarze, janvier 2014) est une précision du REC-VD sur l'agglomération lausannoise. Il définit, comme le REC, 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 « Sus le Jordil » ne se trouve pas sur le réseau vert de l'Ouest lausannois, mais il est avoisinant au site 41 « Vallaire-Venoge » (OL 41) qui se trouve à son nord. La carte ci-dessous montre l'emplacement de cette zone ainsi que les éléments mis en évidence dans la fiche descriptive.



Figure 6.29 Périmètre en bleu du site n° 41 avoisinant le PA « Sus le Jordil » au nord, en rouge








Globalement, les milieux et espèces de cette zone adjacente au PA sont relativement communs. Plusieurs biotopes de petites et moyennes tailles peuvent faire office de refuges pour des espèces plus rares comme *Dianthus armeria* (liste rouge suisse, niveau NT), *Petrorhagia prolifera* (protection totale dans le canton de Vaud, niveau NT), *Petrorhagia saxifraga* (protection totale dans le canton de Vaud, niveau VU) et *Asparagus officinalis* (protection totale dans le canton de Vaud, niveau NT). Un vieux boisement dans un parc privé fait office de refuge pour la faune (mammifères, oiseaux, insectes). La zone du projet possède un boisement similaire et pourrait être une zone de refuge de la même manière que cet objet.

Légende

 périmètre du PQ "Sus Le Jordil"



Liaison biologique du REC-VD

Liaisons de type

-  lacunes
-  régionale
-  suprarégionale
-  amphibie
-  terrestre
-  liaisons biologiques à renforcer
-  espace de localisation potentielle de la liaison

TIBP - existants

Etat

-  à conserver
-  à renforcer

ECOSCAN
ETUDES EN ENVIRONNEMENT

Rue de Genève 70 1004 Lausanne
Tél. 021 / 613 44 77 Fax 021 / 613 44 78

N/Ref 19261
Août 2016

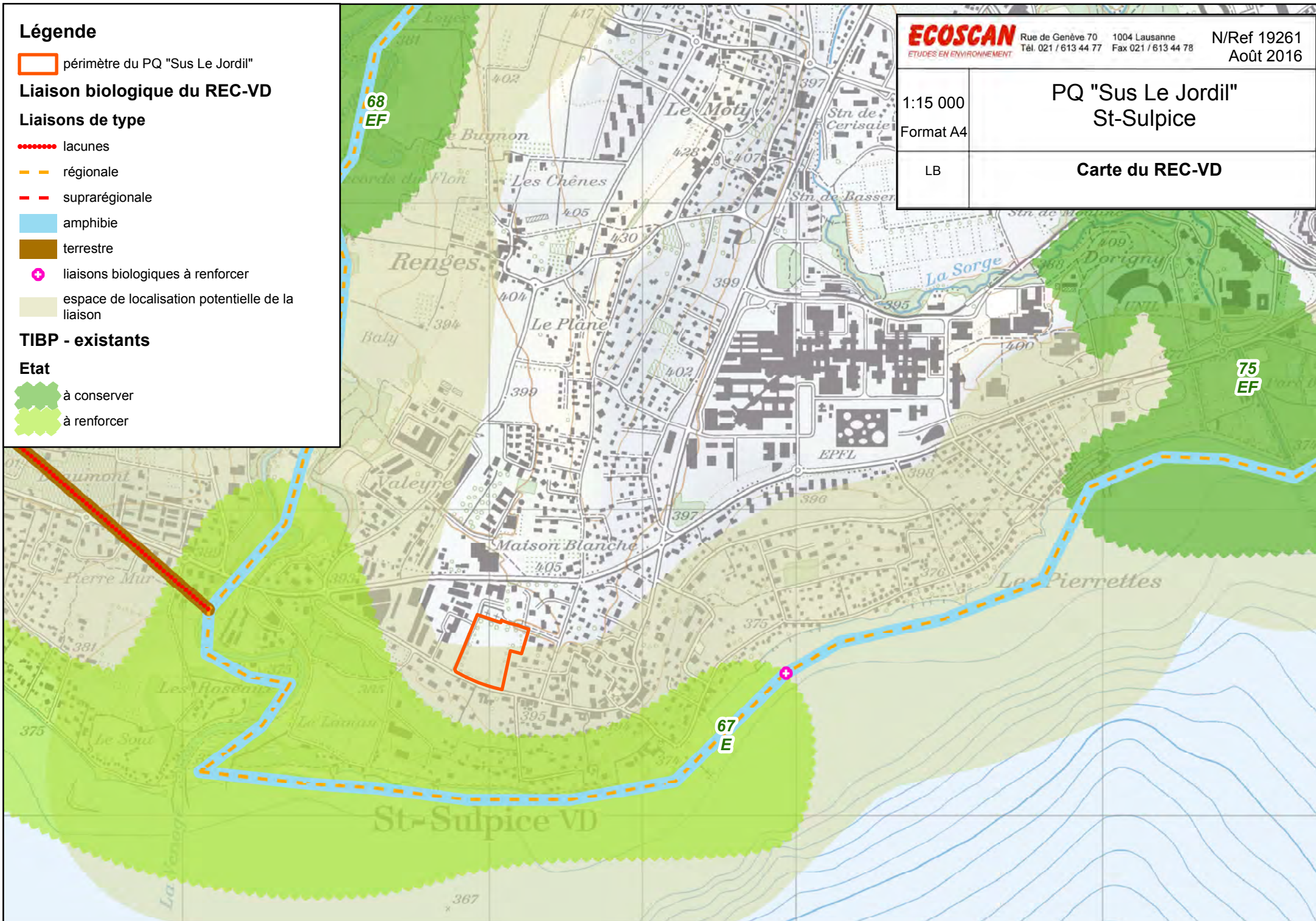
1:15 000

Format A4

LB

PQ "Sus Le Jordil"
St-Sulpice

Carte du REC-VD



6.13.5. Etat actuel

Une visite a été effectuée sur le site le 28 juillet 2016 pour les milieux naturels, la faune et la flore en général.

Flore et milieux naturels

Le site du PA « Sus le Jordil » est actuellement exploité en agriculture intensive en son centre. La parcelle est entourée d'une ceinture arborée relativement dense à certains endroits. Le site a été découpé en 6 parties distinctes localisées sur la carte à la page suivante, commentées et illustrées par des photos ci-après.

1. Surface exploitée en culture intensive:

D'une surface d'environ 18'600 m², cette zone est utilisée pour la production agricole intensive ainsi que comme zone de pâture selon la période. La parcelle est entourée d'une bande herbeuse et d'un cordon boisé plus ou moins dense selon l'endroit.



Figure 6.31 Surface de culture intensive au centre du PA « Sus le Jordil »

2. Bande herbeuse intensive :

D'une surface d'environ 15'000 m², elle entoure la zone cultivée. Cette bande herbeuse intensive à une composition majoritaire en légumineuses (*Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Medicago sativa*, *Lotus corniculatus*) avec quelques graminées (*Lolium sp.*, *Dactylis glomerata*). Cette composition botanique suggère que la parcelle a été semée probablement à des fins de rendements fourragers.



Figure 6.32 Bande herbeuse entourant la zone cultivée

Légende

Milieux naturels

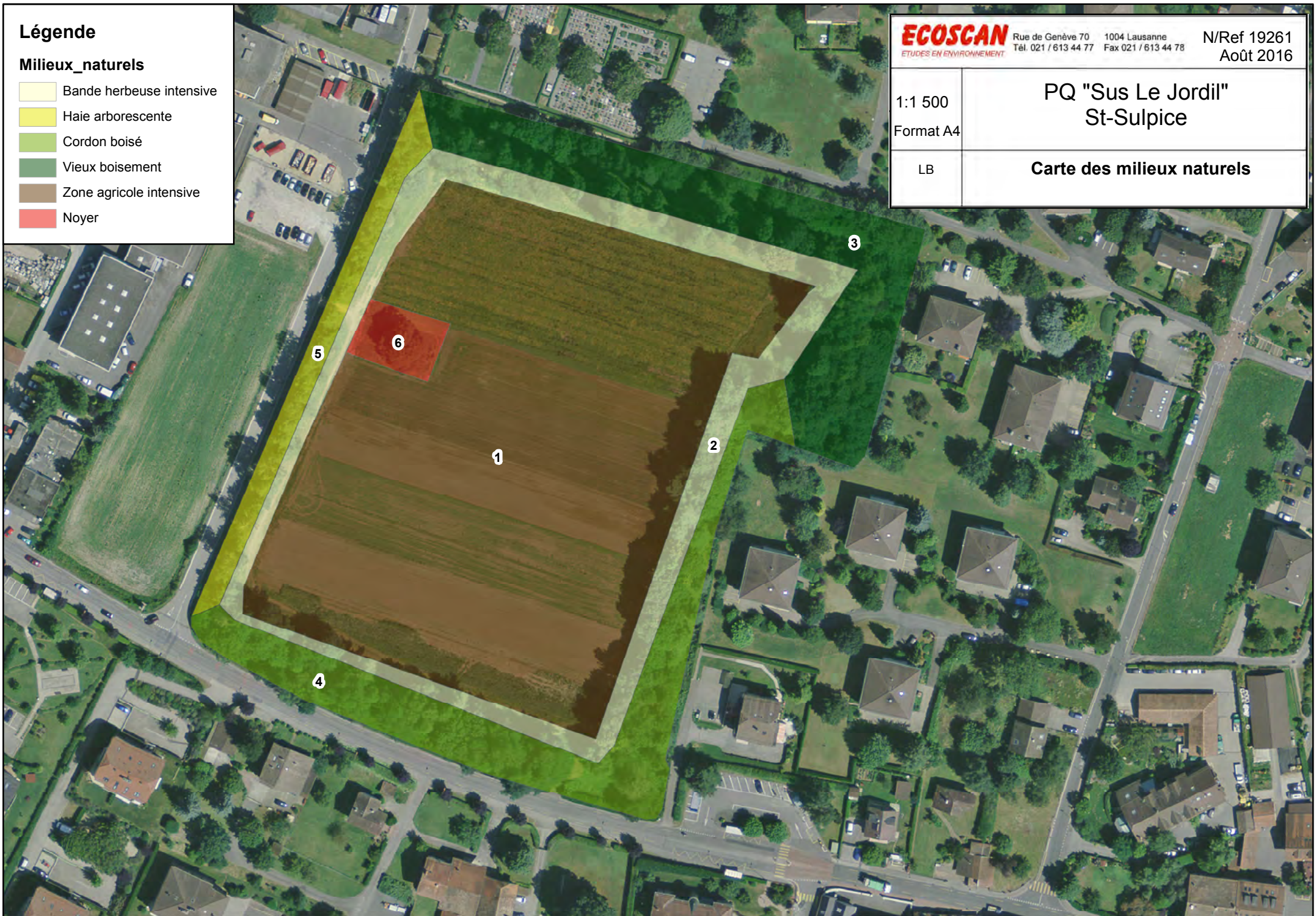
- Bande herbeuse intensive
- Haie arborescente
- Cordon boisé
- Vieux boisement
- Zone agricole intensive
- Noyer

1:1 500
Format A4

PQ "Sus Le Jordil"
St-Sulpice

LB

Carte des milieux naturels



3. Vieux boisement :

Partie Nord de la ceinture arborée entourant la parcelle agricole d'environ 6200 m². De vieux arbres ont été observés avec de nombreux trous aménagés par des oiseaux cavernicoles ou des écureuils roux. La strate arbustive y est moyennement représentée. Le sous-bois est relativement sombre dû aux grands arbres. La valeur écologique de ce vieux boisement est relativement importante étant donné sa composition. L'emplacement proche du bois du Laviau (IBIO) fait de cette partie-ci une zone relais importante pour la faune. Cette partie de la ceinture arborée est un lieu de refuge pour plusieurs espèces d'oiseaux, d'insectes et de micromammifères.



Sous-bois relativement sombre



Vieux arbres avec trous à oiseaux ou écureuils



Sous-bois avec quelques jeunes arbres



Vieille souche pouvant servir de refuge à insectes et micromammifères

Figure 6.34 Photographies du cordon boisé

4. Cordon boisé:

Partie est et sud de la ceinture arborée, d'environ 5900 m². Celle-ci est moins riche que le vieux boisement de par le fait qu'il est composé de moins de vieux arbres que la zone 3. La densité d'arbres est plus faible, mais cette zone est tout de même propice aux oiseaux, micromammifères et insectes.



Figure 6.35 Cordon boisé relativement ouvert

5. Haie arborescente:

Cette haie arborescente d'environ 1400 m² est la partie ouest de la ceinture arborée qui entoure la parcelle agricole et qui borde la route d'accès à l'unique entrée du PA. Cette haie est composée de quelques hauts arbres, buissons divers ainsi que de haies de thuyas sur l'extérieur. La haie n'est pas particulièrement intéressante écologiquement parlant. Quelques robiniers faux acacias (*Robinia pseudoacacia*), néophytes sur Liste Noire, ont été observés.



Figure 6.36 Haie arborescente bordant la parcelle cultivée et la route



Figure 6.37 Unique entrée sur le site du PA « Sus le Jordil »

6. Noyer et grange en ruine:

Petite zone sur le côté ouest de la parcelle cultivée où se trouve un noyer relativement vieux avec une grange en ruine. Le noyer est inscrit à l'inventaire du plan de classement communal de protection des arbres.



Figure 6.38 Noyer isolé et grange en ruine

Faune

Dans le cadre des études préliminaires de faisabilité, le site a été visité par un ornithologue le 13 janvier 2014. Les espèces suivantes ont été observées :

- Héron cendré
- Buse variable
- Pigeon ramier
- Tourterelle turque
- Pic vert
- Pic épeiche
- Bergeronnette grise
- Bergeronnette des ruisseaux
- Rouge-Gorge familier
- Merle noir
- Grive musicienne
- Accenteur mouchet
- Troglodyte mignon
- Mésange charbonnière
- Mésange bleue
- Mésange noire
- Mésange nonnette
- Mésange huppée
- Mésange à longue queue
- Sittelle torchepot
- Grimpereau des jardins
- Etourneau sansonnet
- Corneille noire
- Pie bavarde
- Moineau domestique
- Pinson des arbres
- Pinson du Nord
- Verdier d'Europe
- Gros-bec casse-noyaux

En plus de ces espèces plus ou moins sédentaires sur le site, les espèces nicheuses probables sont:

- Milan noir
- Faucon crécerelle
- Pic épeichette
- Rougequeue noir
- Pouillot véloce
- Gobemouche gris
- Roitelet à triple bandeau
- Linotte mélodieuse
- Chardonneret élégant
- Serin cini

Plusieurs nids de Pigeons ramiers et Tourterelle turque ainsi qu'un nid d'Ecureuil en activité ont été observés dans la haie au sud. Les nombreux troncs morts laissés sur pied sont favorables aux insectes xylophages et aux pics, dont il y avait plusieurs loges.

La petite cabane isolée pourrait servir de refuge à des chauves-souris (pipistrelles, c'est pourquoi, lors de la démolition de la cabane, il s'agira d'informer la présence de ces animaux ou de prendre les mesures qui s'impose avec l'aide d'un spécialiste pour déplacer les individus.

6.13.6. Etat futur

Description du projet

Le PA « Sus le Jordil » prévoit une implantation de dix périmètres constructibles à l'intérieur d'une zone d'habitation de moyenne densité ainsi que d'une zone de verdure, inconstructible, qui comprend l'ensemble des terrains et du cordon boisé existant périphérique au site. La zone constructible comprend elle-même une importante aire de rencontre et une aire de parc dédiée à l'aménagement de surface végétale extensive, principalement.

Le projet permet ainsi de maintenir en grande partie le cordon d'arbres périphériques et vise à créer un parc en pleine terre et des espaces de verdure pour les habitants.

Impacts

Les impacts sur les milieux naturels du PA « Sus le Jordil » prévus sont de l'ordre d'environ 20'000 m² principalement sur la surface cultivée (no 1) et la bande herbeuse intensive, milieux de faible valeur écologique, mais aussi sur la haie arborescente (no 5).

Il est à noter que les arbres de la haie arborescente (no 5) impactés par le périmètre constructible sont classés selon la commune de Saint-Sulpice et doivent faire l'objet d'une demande d'abattage. Les autres éléments boisés (no 3, 4 et le noyer) sont également protégés, ils devraient toutefois être maintenus dans le cadre du projet.

Aménagements

Les aménagements extérieurs du PA « Sus le Jordil » ont été développés par le bureau L'Atelier du Paysage Jean-Yves Le Baron sàrl et sont jointes au projet. Les lignes directrices visent à définir un quartier vert avec des aménagements qualitatifs du point de vue écologique. La qualité et la densité des nouvelles plantations permettront de compenser la végétation ligneuse impactée par le projet. Les fiches thématiques sont au nombre de treize:

- Fiche 1 : Rues et accès
- Fiche 2 : La ceinture arborée

- Fiche 3 : Un parc unitaire
- Fiche 4 : La Place
- Fiche 5 : Mobilité douce
- Fiche 6 : Accessibilité
- Fiche 7 : Contact aux immeubles
- Fiche 8 : Jeux-loisir
- Fiche 9 : Plantages
- Fiche 10 : Gestion des eaux
- Fiche 11 : Eclairage
- Fiche 12 : Ecopoints
- Fiche 13 : Toitures

Outre les fiches de mesures des aménagements extérieurs, les articles 7.9 à 7.11 du règlement du PA « Sus le Jordil » fixent les exigences relativement à la conservation, aux interventions et entretiens sur les arbres, haies et cordon boisé.

Ainsi, le cordon boisé doit être conservé et entretenu sur sa plus grande partie. Les arbres sénescents et morts sur pied, importants comme refuge pour l'avifaune, les chauves-souris et les insectes xylophages, doivent être maintenus pour autant qu'ils ne créent aucun danger pour les habitants riverains. Ponctuellement, le cordon peut être complété par des plantations arbustives indigènes. Des éclaircissements sélectifs, effectués dans les règles de l'art, peuvent être réalisés si des zones denses et peu accessibles sont maintenues comme refuge pour la faune.

Le principe de maintien des éléments boisés existants est également inscrit dans le règlement (article 7.9 al.2 et 7.11). Une liste d'essences indigènes est indiquée en annexe 7 du présent document.

L'aire de parc est une surface végétale dévolue au dégagement des bâtiments. Elle doit être entretenue, sur sa plus grande partie, en nature de gazon fleuri naturel ou de prairie fleurie ponctuée d'arbres fruitiers (variétés anciennes).

Finalement, l'article 5.4 prévoit la végétalisation des toitures plates non aménagées en terrasse et sans installations techniques au moyen d'une végétation extensive indigène sur un substrat d'une épaisseur comprise entre 10 et 25 cm.

Mesures de protection des arbres

Durant le chantier, un suivi des arbres devra être effectué afin de garantir la pérennité des individus non impactés par le chantier. Des mesures de protection pour les arbres en bordure de l'emprise du projet doivent être prises. Ces mesures de protection se feront principalement par la pose d'une barrière au sol autour de l'arbre. Le périmètre de protection doit englober tout le système racinaire de l'arbre, sa dimension minimale étant égale au diamètre de la couronne plus 1 mètre (illustration ci-dessous, à gauche). Si pour des raisons techniques, cela est impossible à réaliser, il est également possible d'imaginer une protection du tronc de 2 x 2 x 2 m avec la pose de plaques de soutènement afin d'éviter la compaction du sol, nuisible pour les racines (ci-dessous, à droite).

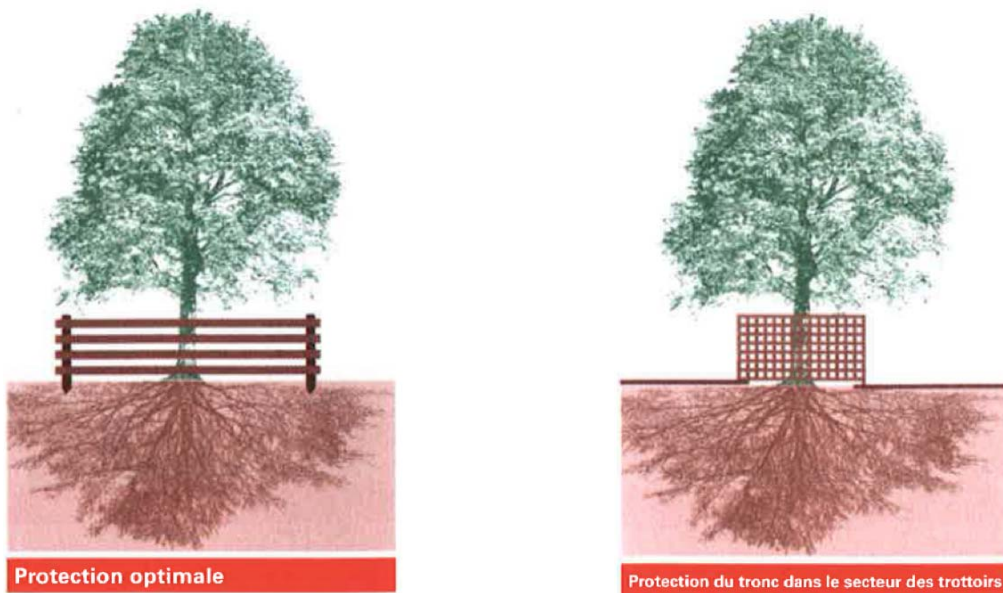


Figure 6.39 Recommandations de l'Union suisse des services des parcs et promenades (VSSG/USSP) relativement à la protection des arbres en phase de réalisation – protection du domaine vital de l'arbre

L'entreposage de matériaux d'excavation, ou de substance de nature à polluer les sols est prohibé dans le périmètre des racines. La circulation de véhicules sur le périmètre des racines est également à éviter, car cela provoque une compaction du sol, qui nuit à la croissance de l'arbre.

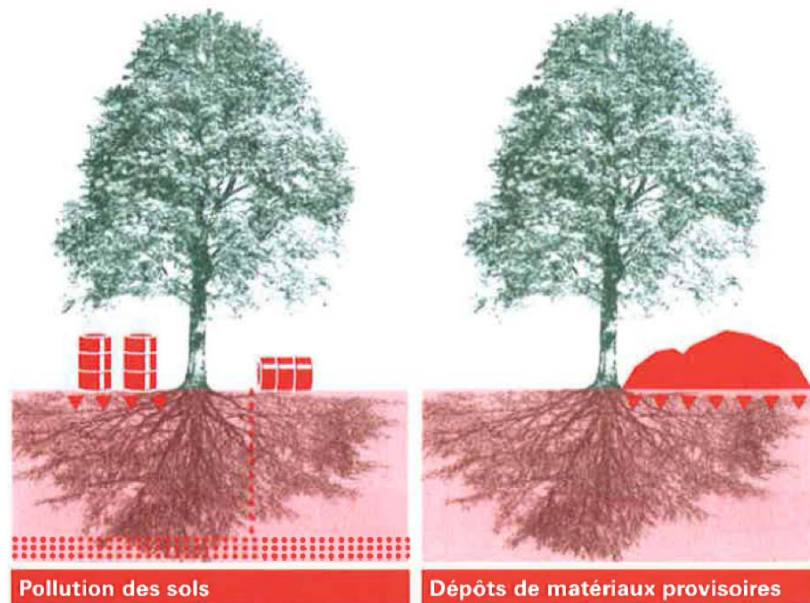


Figure 6.40 Recommandations de l'Union suisse des services des parcs et promenades (VSSG/USSP) relativement à la protection des arbres en phase de réalisation – risques de pollution et dépôts

Le terrassement (remblais et déblais) sur le périmètre des racines est à éviter, et doit, si cela est vraiment nécessaire, être réalisé à la main. En cas d'excavation, la zone doit être immédiatement recouverte d'une natte ou d'un géotextile biodégradable, fixé solidement avec des tuteurs et des poids, et réensemencée. Un arrosage régulier est nécessaire. Dans tous les cas, il convient de faire appel à un spécialiste si le risque de blessures aux racines est élevé.

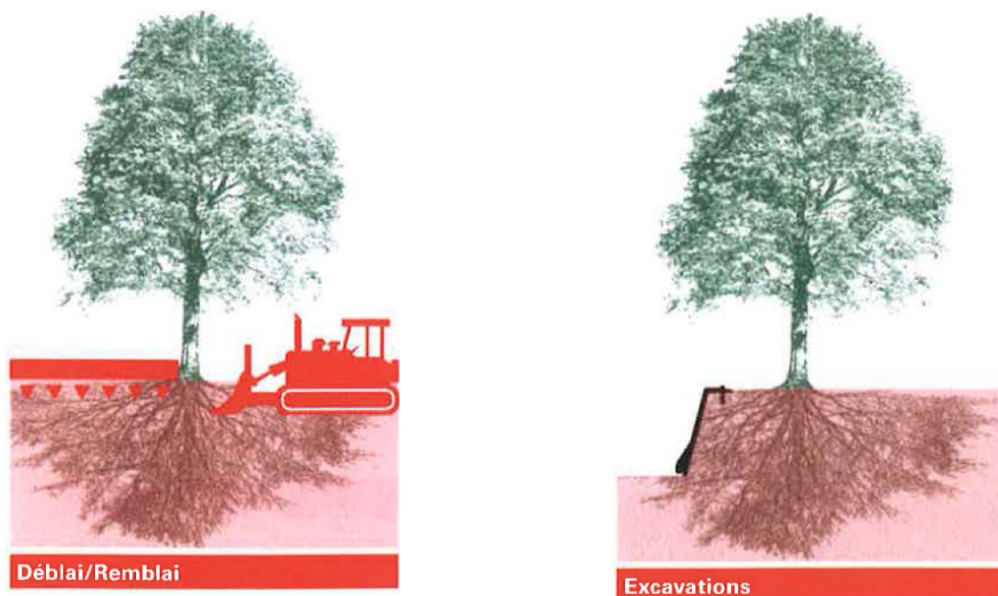


Figure 6.41 Recommandations de l'Union suisse des services des parcs et promenades (VSSG/USSP) relativement à la protection des arbres en phase de réalisation – travaux à proximité et dans le système racinaire

6.14. PROTECTION DU PATRIMOINE BATI ET DES MONUMENTS, ARCHEOLOGIE

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

Les voies de communication historiques d'importances nationales sont protégées par l'OIVS, qui stipule que :

Article 7 OIVS : Atteinte

1. Les atteintes aux objets sont autorisées lors de l'accomplissement d'une tâche de la Confédération si elles n'entravent pas les objectifs de protection.

[...]

3. De graves entraves aux objectifs de protection sont autorisées lors de l'accomplissement d'une tâche de la Confédération si des intérêts de valeur équivalente ou supérieure revêtant aussi une importance nationale s'opposent à la conservation de l'objet.

Article 11 OIVS : Information sur les voies de communication historiques d'importance régionale ou locale

[...]

3. La protection accordée en vertu de la présente ordonnance vaut exclusivement pour les voies de communication historiques d'importance nationale visées à l'art. 3.

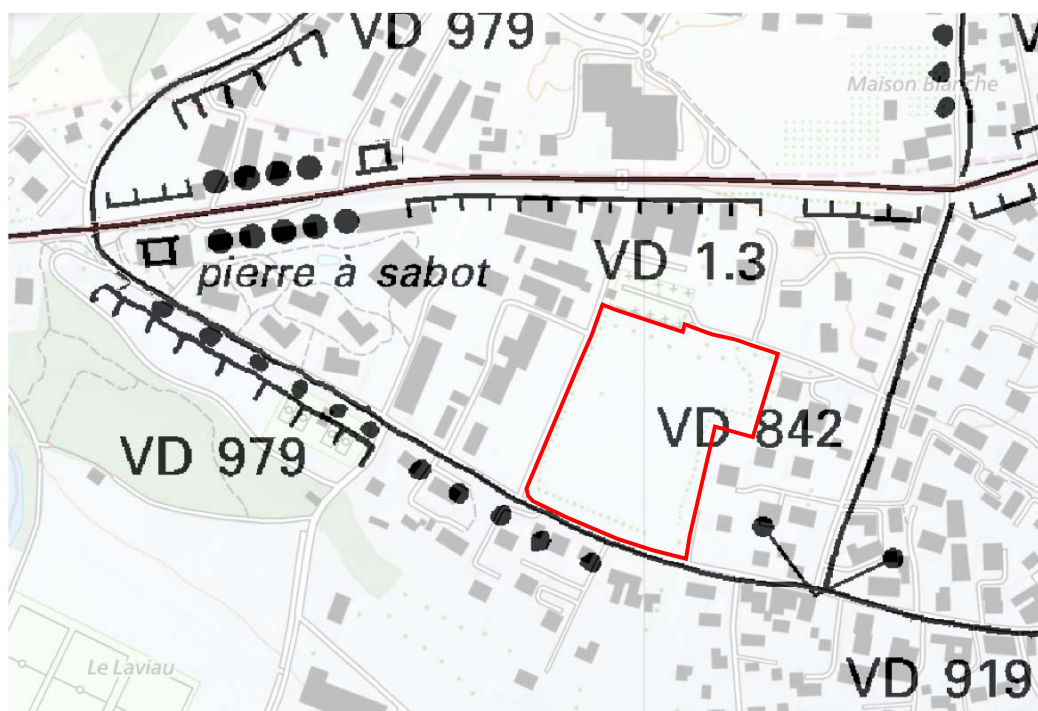


Figure 6.42 IVS — Extrait de carte de terrain IVS

Objets d'importance nationale

Le tronçon de la route de Lac (RC 1) passant au nord du PA « Sus le Jordil » est recensé comme étant l'objet VD 1.3 étant un des tracés de l'ancienne route de Lausanne — Morges (- Genève). Le tronçon est inscrit comme tracé historique, d'importance nationale et étant avec substance. (cf. Figure 6.43)

Le projet de PA se situe à environ 100 m de la route du Lac, il n'a pas d'impact sur ce tronçon.

Le projet de PA ne porte pas atteinte aux objets de l'IVS.



Figure 6.43 Voies de communication historiques à proximité du projet

Objets d'importance régionale ou locale

La rue de Centre longeant le sud du PA « Sus le Jordil » est recensée comme étant l'objet VD 979, soit l'ancienne route Echandens – Saint-Sulpice. Une partie, à l'ouest du périmètre, est notée comme étant d'importance locale avec substance. La partie à l'Est du périmètre est notée comme d'importance locale sans substance. La substance est constituée par une arborisation qui se situe au Sud de la route. Cette arborisation structurante présente sur le côté de la voie n'est pas touchée par le projet ; celui-ci ne porte en conséquence pas atteinte aux objets de l'IVS.

6.14.2. Patrimoine bâti (ISOS)

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).

Objets recensés à l'ISOS

L'ISOS considère Saint-Sulpice comme un cas particulier d'intérêt régional. Néanmoins, le secteur concerné par le plan de quartier se trouve en dehors des périmètres décrits par cet inventaire. L'ISOS n'a donc pas de conséquence sur le projet de planification.

6.14.3. Recensement architectural

Le SIPAL (Service architecture, patrimoine et logistique) met à disposition un cadastre des objets recensés architecturalement. Les notes attribuées sont basées sur une échelle allant de 1 (objet d'importance nationale) à 7 (objet dérangeant, altère le site).



Figure 6.44 Bâtiments recensés au SIPAL à proximité PA « Sus le Jordil »

6.14.4. Archéologie

Les zones d'archéologie sont soumises au chapitre VI de la loi cantonale sur la protection de la nature, des monuments et des sites (LPNMS).

Article 69 LPNMS : Suspension des travaux

1. Des travaux ne peuvent être poursuivis, sur les lieux de la découverte, que moyennant l'accord du département concerné.

Article 73 LPNMS : Trouvailles et fouilles

1. Le propriétaire d'un fonds dans lequel se trouvent des curiosités naturelles ou des antiquités offrant un intérêt scientifique est tenu de permettre les fouilles nécessaires.

2. [...]

Relevé de l'état initial

Le périmètre du PA « Sus le Jordil » n'est pas compris dans une zone archéologique. Il ne porte pas atteinte aux régions archéologiques, au sens de l'article 67 LPNMS. Cependant les constructions concernent une surface supérieure à 5'000 m², des investigations complémentaires sont nécessaires au stade du permis de construire afin de vérifier que les travaux envisagés dans le cadre du PA ne portent atteinte à d'éventuels vestiges archéologiques.

Préalablement à tous travaux ou aménagements ayant un impact sur le sous-sol, des sondages préalables (creuse de tranchées à la pelle mécanique) doivent être effectués sous le contrôle du Département compétent (SIPAL-ARCHE). Ces sondages doivent être effectués avant le décapage de la terre végétale. En cas de mise à jour de vestiges archéologiques, les modalités de sauvegarde seront mises au point d'entente entre le maître de l'ouvrage et le Département compétent (SIPAL-ARCHE).

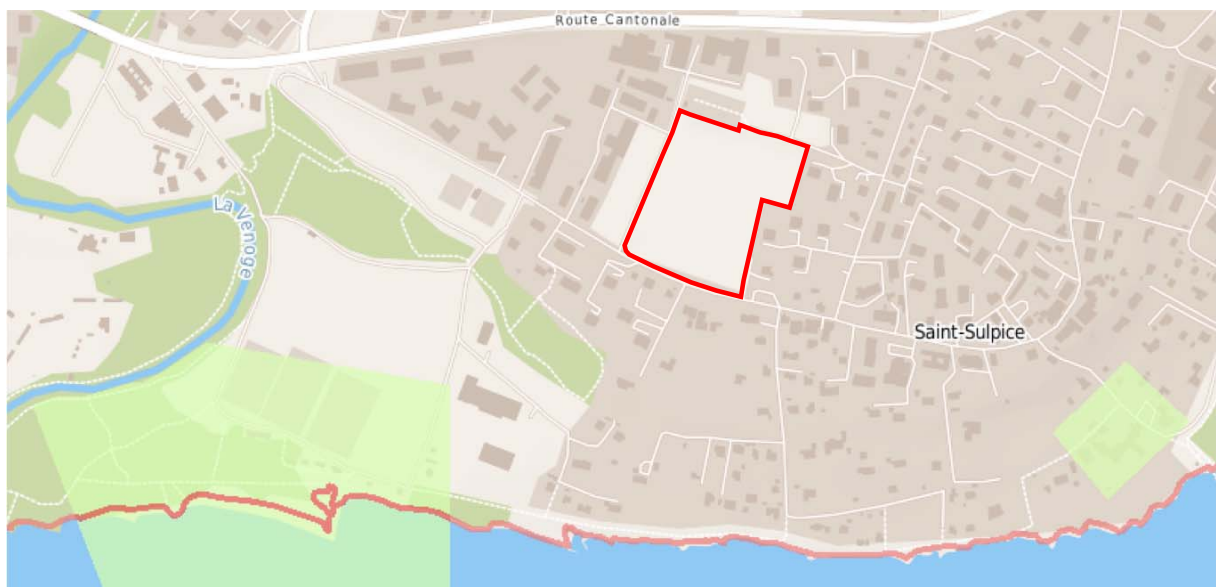


Figure 6.45 Situation des régions archéologiques à proximité du périmètre du PA

6.15. DANGERS NATURELS

Selon les informations de la Direction générale de l'environnement, section Dangers Naturels (DGE-GEODE - Dangers Naturels), le périmètre du PA n'est pas situé dans une zone de danger naturel. La Venoge, à l'ouest du PA, est suffisamment éloignée pour qu'elle n'entraîne aucun risque d'inondation (cf. figure ci-dessous).

Le projet de PA n'est pas concerné pas les dangers naturels.

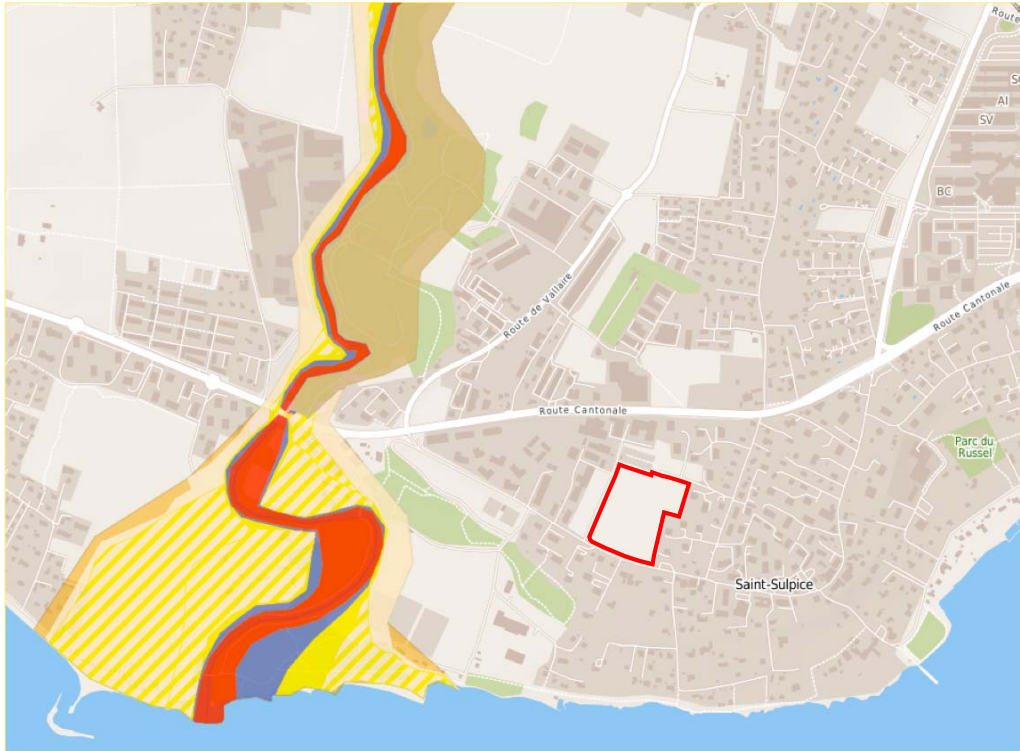



Figure 6.46 Aléa inondations à proximité du PA « Sus le Jordil »

7. ANNEXES

- Annexe 1 : Profil de sol
- Annexe 2 : DMP 864
- Annexe 3 à 6 : fiches techniques protection des sols, canton de Vaud.
- Annexe 7 : Liste des essences d'arbres et arbustes indigènes

Situation		Topographie / Géologie				Données du profil									
REMBLAIS MODERNE DUE À L'EXPLOITATION DE GRAVIÈRE.		Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date		Désignation du profil							
		1	2	3	4	5		6	7						
			1326	H	CC	27 07 2016		PH	A.						
		8	Commune SAINT-SULPICE				Comm. N°		5648.			10			
		9	Canton				Localité Toponyme		PPA "LES JORDIS".			11			
12	N° feuille 1:25'000	Coordonnées		13	552	058	161	564		14					
		Code cartographique				15									
Remarques		Désignation du sol													
ZONE DE DÉBLAIS SUR L'ENSEMBLE DE LA ZONE. EXPLOITÉ EN GRAVIÈRE DEPUIS EN 1950.		SEL FLUVIAL BLANCHIÉ				Type de sol	16	832L			17				
		SA ALLUVIAL D'IMPACTY.				Sous-type		E4/KE/FB			18				
						Pierrosité		19	0			20			
						Texture de la terre fine		21	2			22			
						Groupe du régime hydrique		C			23				
						Profondeur utile cm		55			24				
		Pente		25	0 %		Forme du terrain		a				26		
Relevé du profil															
27	28	29/30		31/32		33/34	35/36	37/38	39/40	41 (43)	42	44/45	46/47	48 - 55	56
Horizon			Croquis du profil	Struc-ture	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0.2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Couleur (Munsell)	Echantillons remarques	
N°	Profond-deur	Description													
		0		Pr.	0.5	0	2	7.5	xxx	0	3	pH 7	Dyr 3/2		
50	A.	20													
		30													
		40													
		50													
10	C	60	COUCHE DE GRAVIÈRE GROSSE ANGLEUX - FOND DE RIVIÈRE.												
		70													
		80													
		90													
		100													
		120													
		140													
		160													
		180													
Profondeur du profil															
57															
60															
Site							Evaluation / Aptitude								
Altitude	Exposition	Zone agrocli-matique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Élément du paysage		Zone du cadas-tre agricole	Classe d'aptitude	Pointage du sol	Catégorie d'exploitation	Classe d'exploitation				
58	59	60	61	62/63	64	65	60 b	73	74	75	76				
395	●	MITTELAND	AK	AL	TT										
Restrictions à l'utilisation / Aménagements															
Etat de la structure		Limitations		Restrictions à l'utilisation			Aménagements constatés		Aménagements recommandés		Utilisation d'engrais solides		liquides		
66		67		68			69		70		71		72		
A.		S.		-			-		-		-		-		
Forêt															
Forme d'humus	Peuplement		Hauteur arbres, m mes. estim.		Réserves, m³/ha mes. estim.		Age (ans) mes. estim.		Associa-tion	Espèces d'arbres adaptées			Capacité production Classe Points		
100	101		102	103	104	105	106	107	108	109			110	111	
-	a	-	b	-	-	-	-	-	-	-			-	-	

Clé de données 6.1 (modifiée) pour fiche de profil - avec complément de la Cartographie des Soils Canton de Soleure, Août 2004 (■) et adaptations à NABODAT, Avril 2010 (■)
 ** Résolution des codes des thèmes: "limite inférieure"(incl.) - "limite supérieure"(excl.) #

3 Type de profil

P Foace / Profil
 B Talus, graviers
 C Carrière hydrique
 H Tarière à main
 U Sondage à percussion (Pöckhauer)
 S Gouge #
 X Autres
 * Avec photo, Dia

16 Type de sol (sélection) 17

O Régosol 1322
 F Flavisol 1322
 R Rendzine 1333
 K Sol brun calcaire 1353
 B Sol brun 1352
 T Sol brun lessivé 1355
 E Sol brun acide 1351
 Q Sol ocre podzolique 1361
 P Podzol hummo-fertigieux 1368
 Z Phaeozem 2342
 Y Pseudogley - Sol brun 4356
 V Pseudogley 4376
 I Clay - Sol brun 6352
 W Gley oxydé 6376
 G Gley réduit 6396
 M Sol semi-tourbeux 6592
 N Tourbe 6592
 A Sol alluvial d'inondation 8322
 X Remblai #

18 Sous types

Diagnostics lithologiques

PE érodé
 PK colluvial
 PH antipodogène
 PA alluvial
 PU recouvert
 PS sur marne de marais
 PP polyglyffé
 PL dolique
 PT avec intercalation(s) de tourbe
 PD sous-sol très perméable
 PB aménagé en terrasse #

V Degré d'altération

VL lithosolique (< 10 cm de profondeur)
 VF sur roc (10 - 90 cm de profondeur)
 VA crassé
 VB karstique
 VC en blocs
 VK pséphytique (extr. graveleux)
 VS psammitique (ex. sablonneux)
 VT pélique (extr. fin)

E Degré d'acidité (pH CaCl2)

E0 acide < 6.7
 E1 neutre 6.2 - 6.7
 E2 faiblement acide 5.1 - 6.1
 E3 acide 4.3 - 5.0
 E4 fortement acide 3.3 - 4.2
 E5 extrêmement acide < 3.3

K Teneur en carbonates et sels

KE partiellement calcaire/décarbonaté
 KH calcaire
 KR riche en calcaire
 KT à efflorescences calcaires
 KF à tuf calcaire
 KA sodique

F Distribution des oxydes de fer (Fe)

FB brunifié
 FE podzolique
 FF enveloppes ferrugineuses
 FG à grains de quartz
 FM marmorisé
 FK concrétions
 FL à laches grises
 FR rubéfié
 Z Structure, Etat

ZS grumeleux, mottoux (sable)
 ZK en mottes
 ZT à recouvrements argileux
 ZV vermiculique
 ZL latite
 ZP pélosolique

L Assemblage des composants

L1 meuble
 L2 compacté
 L3 compact
 L4 induré

I Nappe perchée

I1 faiblement pseudogleyifié
 I2 pseudogleyifié
 I3 fortement pseudogleyifié
 I4 très fortement pseudogleyifié

G Nappe permanente à battements

G1 humide en profondeur
 G2 faiblement glyffé
 G3 glyffé
 G4 fortement glyffé
 G5 très fortement glyffé
 G6 extrêmement glyffé

R Nappe permanente stable

R1 faiblement mouillé
 R2 mouillé
 R3 fortement mouillé
 R4 très fortement mouillé
 R5 débarrassé

D Drainage artificiel

DD drainé

M Mat. organiques en milieu aérobie

ML à humus brut
 MF à moder
 MA pauvre en humus
 MM à mùll
 MH riche en matières humiques

O Mat. organiques en milieu anaérobie

OM amorphe
 OS sepro-organique
 OA pars tourbeux
 OT tourbeux superficiel
 OF tourbeux profond

T Expression du type

T1 peu typé
 T2 typé
 T3 aténu/dégradé

H Néoté des horizons

HD diffus
 HA nettement délimité / transition abrupte
 HU à horizons irréguliers
 HB bioturbation / mélange biologique
 HT labour profond, défoncé

Pierrosité (Vol.-%) **

19 CaS estimation / 20 CIS estimation #

0 non/peu pierreux < 5 %
 1 faiblement pierreux 5 - 10 %
 2 graveleux* 10 - 20 %
 3 assez pierreux 20 - 30 %
 4 très graveleux* 20 - 30 %
 5 très caillouteux 20 - 30 %
 6 riche en graviers* 30 - 50 %
 7 pierriers, riche en pierres 30 - 50 %
 8 graviers > 50 %
 9 éboulis, blocs > 50 %
 # au maximum 1/3 de squelette grossier (> 5 cm)

Pierrosité sols de forêt (Vol.-%) ** #

0 non/peu pierreux 0 - 5 %
 1 faiblement pierreux 5 - 10 %
 2 pierreux 10 - 20 %
 4 fortement pierreux 20 - 30 %
 6 riche en squelette 30 - 50 %
 8 graviers, éboulis, charriage > 50 %

Texture de la terre fine **

21 CaS estimation / 22 CIS estimation #

Argile % Sil %

1 sableux 0 - 5 0 - 15
 2 sablo-sableux sS 0 - 5 15 - 50
 3 sablo-limoneux IS 5 - 10 0 - 50
 4 limono-sableux léger 10 - 15 0 - 50
 5 limono-sableux sL 15 - 20 0 - 50
 6 limoneux 20 - 30 0 - 50
 7 limono-argileux IL 30 - 40 0 - 50
 8 argilo-limoneux IT 40 - 50 0 - 50
 9 argile T 50 - 100 0 - 50
 10 silto-sableux sU 0 - 10 50 - 70
 11 silteux IU 0 - 10 70 - 100
 12 silto-limoneux IU 10 - 30 50 - 90
 13 silto-argileux IU 30 - 50 50 - 70

23 Groupes du régime hydrique

Sols lavés verticalement

Normalement perméables

a très profond
 b profond
 c modérément profond
 d assez superficiel
 e superficiel - très superficiel

Influencés par de l'eau de fond

f profond
 g profond
 h assez superficiel
 i superficiel - très superficiel

Influencés par de l'eau de fond ou de pente

k profond
 l profond
 m assez superficiel
 n superficiel - très superficiel

Sols influencés par de l'eau de fond

Rarement engorgés jusqu'en surface

o modérément profond - profond
 p assez superficiel - superficiel

Souvent engorgés jusqu'en surface

q assez superficiel
 r superficiel - très superficiel

Sols influencés par de l'eau de fond/de pente

Rarement engorgés jusqu'en surface

s profond
 t modérément profond
 u assez superficiel-superficiel

Souvent engorgés jusqu'en surface

v modérément profond
 w assez superficiel-superficiel

Fréquemment engorgés jusqu'en surface

x assez superficiel
 y superficiel - très superficiel

Sols en permanence engorgés jusqu'en surface

z très superficiel

24 Profondeur utile **

0 extrêmement profond > 150 cm
 1 très profond 100 - 150 cm
 2 profond 70 - 100 cm
 3 modérément profond 50 - 70 cm
 4 assez superficiel 30 - 50 cm
 5 superficiel 10 - 30 cm
 6 très superficiel < 10 cm

26 Forme du terrain

a plat 0 - 5 %
 b légèrement incliné 5 - 10 %
 c convexe 10 - 10 %
 d concave 10 - 10 %
 e irrégulier 0 - 10 %
 f pente régulière 10 - 15 %
 g convexe 10 - 15 %
 h concave 10 - 15 %
 i irrégulier 0 - 15 %
 k pente régulière 15 - 20 %
 l convexe 20 - 25 %
 m concave 20 - 25 %
 n irrégulier 0 - 25 %
 o pente régulière 25 - 35 %
 p convexe 35 - 35 %
 q concave 35 - 35 %
 r irrégulier 0 - 35 %
 s pente régulière 35 - 50 %
 t convexe 50 - 50 %
 u irrégulier 50 - 50 %
 v pente régulière 50 - 70 %
 x irrégulier 0 - 75 %
 y pente régulière > 75 %
 z irrégulier 0 - 75 %

Description des horizons

29 Horizons principaux

A horizon supérieur organo-minéral (< 30 % MO)
 B horizon d'altération
 C horizon de profondeur (matériau de départ)
 E horizon d'illuvation ou de lessivage
 I horizon d'illuvation ou d'accumulation
 O horizon organique supérieur (> 30 % MO)
 R tourbe
 T tourbe
 AB horizon de transition
 B/C horizon complexe
 II, III changement lithologique

30 Caractéristiques des horizons

a amoor (10 - 30 % MO)
 b horizon enfouï
 ch altération achevée de la partie minérale
 cn concrétions ou nodules riches en zones de fermentation (30 - 90 % de restes végétaux)
 f horizon élevé en oxydes de fer
 fe tourbe fossilisée
 g horizon modérément lavé de rouille
 gg horizon très lavé de rouille (hydromorphe)
 h humifiés (< 30 % restes vég. reconnaissables)
 hh couche d'humus noire supérieure #
 k enrichi en calcaires (efflorescences tuf)
 l libre (90 % de restes végétaux)
 m zone massive, cimentée et durcie
 na riche en alcalis
 ox horizon à oxydes (oxydes de Fe/Al)
 p horizon labouré
 q entassement en quartz résiduel
 r débarrassé en permanence; fortement entassé en sols solubles
 sa bien structuré
 si horizon relativement riche ou enrichi
 vt verticillique, fissuré
 w roche-mère alléguée
 x zone compactée, non cimentée
 y anthropogène (dépot artificiel) #
 z fragmentation de la roche-mère () peu développé
 [] horizon partiellement présent

31 Structure: forme

Gr granulé #
 Kr structure grumeleuse
 Sp subpolyédrique
 Pn structure polyédrique
 Pr structure prismatique
 Pl structure squameuse / en plaquettes
 Ko structure cohérente

EK structure particulière, granulaire
 cam sepro-organique
 of fibreuse } organique
 obi feuilleté

structures anthropogènes #

Er moles massives
 Ee moles ardoises
 Kk moles anguleuses
 Fr fragments

32 Taille de la structure () #**

1 < 2 mm
 2 2 - 5 mm
 3 5 - 10 mm #
 3.5 5 - 20 mm #
 4 10 - 20 mm #
 5 20 - 50 mm #
 6 50 - 100 mm #
 7 > 100 mm #

44 Carbonates (CaCO₃)

0 pas de CaCO₃
 1 CaCO₃ seulement dans le squelette
 2 CaCO₃ à présent, efflorescences ponctuelles
 3 faible efflorescence (+)
 4 efflorescence modérée (++)
 5 efflorescence marquée, durable (+++)

59 Exposition

N, NE, E, SE, S, SW, W, NW (= pas d'exposition)

60 Zone agroclimatique

D'après la carte des aptitudes climatiques (1977) #

60 b) Zone du cadastre agricole

D'après la Classification des Soils de Suisse (2008) #

61 Végétation (actuelle)

AK terres ouvertes
 KW prairies temporaires
 WI prairies permanentes
 WE pâturages
 BG vergers
 SO vergers intensifs
 SG cultures maraichères, jardins potagers
 SL surfaces à litière
 RI marécages
 MO tourbières
 LW steppes / pelouses naturelles
 CL terrains artificiels incultes
 XX autres

62 Matériau de départ

T0 tourbe
 TU tu fu
 SK crasse lacustre
 SA sable
 LO loess
 HS éboulis (éboulement)
 AL alluvions
 KO colluvions
 HL limon de pente
 SL limon lacustre
 ME marne
 MS moraine graveleuse #
 MO moraine #
 MG moraine de fond #
 ME marne
 TN argile
 TS argille
 SB molasse
 KG conglomérat
 GN grès
 DO dolomite
 RW Rauwacke, concolite, dolomite vacuolaire
 GR granite
 GN grès
 SF schiste

63 Glaciation *

1 Günz
 2 Mindel
 3 Riss
 4 Würm
 5 postglaciaire

64 Élément du paysage

EE plaine, plateau - 5 %
 TM vallée en cuvette - 10 %
 TS fond de vallée - 15 %
 TC petite vallée, vallon - 15 %
 SF cône d'épanchement - 15 %

SK cône d'éboulement - 25 %
 TW bosse de vallée - 25 %
 TT terrasse de vallée - 15 %
 HT terrasse suspendue - 15 %
 KR plateau - 15 %
 KR île, dos, bosse - 25 %
 HF bas de pente - 25 %
 HH pente modérée - 25 %
 HX pente forte - 50 %
 HY pente raide - 75 %
 HZ pente très raide > 75 %
 HR terrain instable
 HM dépression sur pente
 ER ravine d'érosion
 HF côte suspendue

85 Microrrelief

1 convexe (ablation)
 2 concave
 0 plane / équilibré

86 Etat de la structure

1 bon
 2 modérément perturbé
 3 très perturbé

87 Limitations

du sol
 A type de sol
 C chimisme
 D perméabilité
 E eau de fond
 G profondeur utile pour les racines
 S squelette du sol
 U sous-sol extrêmement perméable
 Z état de la structure de la topographie

L position dans le relief
 N pente du versant
 O configuration de la surface du climat
 K situation climatique
 H altitude/étage de végétation
 X exposition
 Y précipitations

88 Restrictions à l'utilisation

B exploitation mécanique
 E érosion
 G profondeur
 M microclimat (gel, vent etc.)
 P recouvrement
 Q submersion, inondation
 R glissement de terrain
 T résistance
 V période de végétation
 W régime hydrique et aération

89/70 Aménagement

Amélioration du régime hydrique et de l'aération

WR conduites de drainage
 RW sous-solage au bout
 WU ameublissement du sous-sol
 WQ captage des sources
 WG fosse de drainage
 WV régularité du cours d'eau évacuateur
 WB irrigation
 WB Aménagement de la surface
 OE aplatissement
 OS nettoyage
 OT aménagement en terrasses
 OR remise en culture

Matures de conservation du sol

EU épandage de sable
 EH apport de terre végétale
 ET labourage profond
 EB enherbement permanent
 EF reboisement
 EW protection contre le vent
 EG stabilisation de la structure
 Connections du chimisme du sol

CK épandage de calcaire
 CD complément de fumure
 CS lessivage des sels
 CA support de supports absorbants

71 Utilisation d'engrais solides

1 normal
 2 prudence
 3 précaution renforcée
 4 pas d'application

72 Restrictions à l'épandage d'engrais liquides

1 risques faibles
 2 risques moyens
 3 risques élevés
 4 risques très élevés

73 Classes d'aptitude 74 points

1 classe d'aptitude 1 80 - 100
 2 classe d'aptitude 2 80 - 89
 3 classe d'aptitude 3 70 - 79
 4 classe d'aptitude 4 60 - 69
 5 classe d'aptitude 5 35 - 49
 6 classe d'aptitude 6 20 - 34
 7 classe d'aptitude 7 10 - 19
 8 classe d'aptitude 8 0 - 9

75 Catégories d'exploitation du sol (complément)

FE prairie de fauche sans restriction
 FE prairie de fauche avec restriction
 FV prairie de fauche, prairie favorable
 FM prairie de fauche, fauche favorable
 MM fauche
 WG pâturage de bétail
 WJ pâturage de jeune bétail
 WK pâturage de pelli bétail
 SG légumes
 SO fruits
 SR baies
 SB baies
 SZ épices
 SM plantes médicinales
 ON emplacement humide #

Enrichissement écologique

76 Classes d'exploitation

1 assolement sans restriction 1^{er} type
 2 assolement sans restriction 2^{em} type
 3 assolement prédom. de céréales 1^{er} type
 4 assolement prédom. de céréales 2^{em} type
 5 prédominance de cultures fourragères
 6 assolement prédominance de cultures fourragères (cultures céréalières possibles)
 7 prairies et pâturages (bon à moyen)
 8 prairies humides (à faucher uniquement)
 9 prairies extensives (pâturage et fauche)
 10 surfaces à litière

FORET

100 Formas d'humus

Mull (M)
 Ml mull typique
 Mf mull-modéré
 Mh mull humide typique
 Mhf mull-modéré humique
 Moder (F)
 Fm moder-mull
 Fa moder typique, pauvre en humus fin
 Fr moder typique, riche en humus fin
 Fi moder-humus brut
 Fhm moder-mull humide
 Fha moder typique humide, pauvre en humus fin

Fhr moder typique humide, riche en humus fin
 Fhi moder-humus brut humide
 Humus brut (mor) (L)
 La humus brut typique, pauvre en humus fin
 Lr humus brut typique, riche en humus fin
 Lha humus brut typique humide, pauvre en humus fin
 Lhr humus brut typique humide, riche en humus fin

A Anmoor
 T Tourbe

101 Peuplement

a) Type de peuplement

type forstier, structure du peuplement

100 futaie traitée par coupes, unistrale
 200 futaie traitée par coupes, pluristrale
 300 forêt jardinée ou autre peuplement étagé
 400 (aménagement) taillis
 500 (aménagement) taillis sous futaie
 600 peuplements spécifiques : forêt buissonnante, bosquet, boisement dispersé

stade de développement

10 jeune futaie (diam. moyen < 10 cm)
 20 perchis (diam. moyen 10 - 30 cm)
 30 jeunes futaie, futaie moyenne (diam. moyen 30 - 50 cm)
 40 vieille futaie (diam. moyen > 50 cm)
 50 mélangé

parité du peuplement

1 91 - 100 % de résineux = résineux pur
 2 51 - 90 % de résineux = résineux mélangé
 3 11 - 50 % de résineux = feuillus mélangé
 4 0 - 10 % de résineux = feuillus pur

b) Degré de fermeture

1 fermé comprimé, serré
 2 normal - lâche
 3 aéré - clairsemé
 4 en groupes comprimés ou noueux
 5 fermeture dilagée

Hauteur des arbres

102 hauteur mesurée des (100) arbres les plus forts en m (échantillonnage)
 103 hauteur estimée en m

RésERVE

104 réserve mesurée en m²ha
 105 réserve estimée en m²ha

Age

106 âge "mesuré" en années
 107 âge estimé en années

108 forêt association #
 Numéro d'après bas (OFEV, 2005)

109 Espèces d'arbres adaptées
 Liste de combinaisons d'espèces d'arbres adaptées. Moyennant les abréviations officielles

110 Capacité de production 111 Points

1 excellente 92 - 100
 2 très bonne 80 - 91
 3 bonne 60 - 75
 4 assez bonne 30 - 59
 5 faible 10 - 29
 6 très faible 0 - 9

Signatures pour esquisses de profil

Limites des horizons

MO / humus aérobie

litière stratifiée
 litière fibreuse
 MO gratuite
 MO grumeleuse-safoconneuse
 xx substances humiques

Squelette

frais, non-altéré
 IIIII neutre
 hbd acide
 sans calcaire
 bois
 charbon

Carbonates

efflorescences calcaires
 tuf calcaire
 limite des carbonates

Hydromorphie

enveloppes argileuses
 laches
 escargols
 marmorisation
 sous-solage (ameublissement)
 réduct
 compactions

niveau de l'eau (date)
 récurrence d'eau

DIRECTIVE

ÉTUDES PÉDOLOGIQUES RELATIVES À LA PROTECTION CONTRE LES ATTEINTES AUX SOLS SUR LES CHANTIERS

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	2
2. Objectifs de la présente directive.....	3
3. Définitions.....	3
4. Champ et modalités d'application.....	5
5. Exigences de niveau 1	7
6. Exigences de niveau 2	9
7. Références.....	12

1. INTRODUCTION

1.1 Les **objectifs** des études pédologiques sont :

- définir l'état initial, l'impact de travaux en cours de réalisation et après leur achèvement ;
- définir les objectifs de remise en état des sols ;
- définir les méthodes permettant de satisfaire aux exigences légales de protection des sols et aux objectifs de remise en état ;
- permettre à l'autorité de surveillance¹ d'évaluer l'impact des projets qui lui sont soumis sur le domaine environnemental sol et la pertinence des mesures proposées en matière de protection des sols ;
- protéger la ressource « sols » en garantissant à long terme la fertilité et les fonctions écologiques des sols touchés par le projet.

1.2 Les études pédologiques relatives à la protection des sols sur les chantiers peuvent prendre les **formes** suivantes :

- chapitre « sol » aux stades des rapports d'enquête préliminaires (REP), notices d'impact (NIE), études d'impact sur l'environnement (RIE) ou rapports de conformité selon l'art. 47 OAT ;
- concepts de gestion ou protection des sols, rapports pédologiques avant chantiers ou pièces jointes à des demandes de permis de construire.

1.3 Les études pédologiques doivent être **entreprises le plus en amont possible des étapes de la procédure**, au plus tard au stade de la demande de permis de construire.

1.4 Remarques :

- référence est faite à l'**Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol, [1])** qui fixe les règles destinées à garantir à terme la fertilité des sols. Elle s'applique à tous les **sols protégés par la Loi fédérale sur la Protection de l'Environnement (LPE [5])**, par quoi on entend « la couche de terre meuble de l'écorce terrestre où peuvent pousser les plantes » ;
- **les sols sont protégés indépendamment de leur qualité, quantité, surface, utilisation ou affectation** (exemples au chapitre 3.1) ;
- la loi prévoit une **obligation de valorisation** (art. 30 al. 2 LPE et art. 6bis et 12 de l'Ordonnance sur le traitement des Déchets, OTD [6]) ; elle s'applique sans réserve aux sols excavés ;
- référence est faite à la directive sur la Protection des sols sur les chantiers (DMP 863 [20]), qui définit les règles de protection des sols sur les chantiers, les rôles et compétences applicables sur le territoire cantonal.

¹ Direction générale de l'environnement (DGE), Direction des ressources et du patrimoine naturels (DIRNA), Division géologie, sols et déchets (GEODE), section Sols (Sols).

2. OBJECTIFS DE LA PRÉSENTE DIRECTIVE

- 2.1** La présente directive vise l'intégration des études pédologiques dans la démarche de la protection des sols sur les chantiers, en tant qu'élément significatif de planification et de prévention.
- Les études pédologiques intègrent ainsi la protection des sols en amont, au stade du projet.
- Ceci implique d'anticiper les impacts sur les sols et de planifier des méthodes de protection adaptées et propres à garantir à long terme le maintien de la fertilité et des autres fonctions du sol.
- 2.2** La directive vise également un **minimum d'uniformisation**, tout en réservant les pratiques spécifiques adaptées aux cas concrets.
- 2.3** Elle fixe le **cadre et les éléments techniques** devant figurer dans les projets de construction pour la planification de la protection des sols sur les chantiers.
- 2.4** Elle s'adresse en premier lieu aux **auteurs de projets** de construction, **maîtres d'ouvrages** ou **mandataires environnementaux** spécialisés dans la planification des projets de construction, les chantiers ou tout autre travail ayant un impact potentiel sur les sols naturels.

3. DÉFINITIONS

3.1 Sols

Les **sols sont définis dans la LPE**, art. 7 al. 4bis :

« *par sol, on entend la couche de terre meuble de l'écorce terrestre où peuvent pousser les plantes* ».

Ceci implique que tous les sols, en tant que volume « potentiel » de croissance racinaire, entrent dans le cadre de cette définition, et ce, quelle que soit leur affectation.

Les sols voués aux productions agricoles (grandes cultures, maraîchage, etc.) ne sont donc pas les seuls concernés. Sont également protégés les sols voués aux cultures spéciales (arboriculture, viticulture), les sols forestiers, les prairies, ainsi que les sols anthropiques ou urbains (dépôts, remblais, jardins, espaces verts, talus routiers et ferroviaires, etc.).

La loi protège les couches **vivantes du sol (horizons A et B²)**, des atteintes chimiques, physiques ou biologiques, intentionnelles ou par négligence.

3.2 Matériaux terreux

Sont réputés matériaux terreux les matériaux excavés issus des horizons A et B selon la définition ci-dessus (ch. 3.1).

3.3 Matériaux d'excavation

On entend par matériaux d'excavation les matériaux pierreux et terreux sains excavés lors de travaux de génie civil ou de construction tels que fouilles, tunnels, cavités et galeries.

D'un point de vue juridique, les matériaux d'excavation non réutilisés sur place sont considérés comme des déchets, même s'ils sont non pollués, dès le moment où le détenteur entend s'en défaire (art. 7 al. 6 LPE).

² Les horizons « A » sont aussi appelés « couche supérieure », « terre végétale », « humus », « horizon de labour » ;
Les horizons « B » sont aussi appelés « couche sous-jacente » du sol, « sous-couche arable », « terre végétale B », « organique » ou « couche intermédiaire ».

3.4 Atteintes physiques aux sols

Des atteintes physiques portées aux sols destinés à la construction sont admises uniquement pour les surfaces définitivement imperméabilisées³.

Les atteintes physiques du sol sont la compaction (contraintes mécaniques impliquant la dégradation de la structure du sol) et l'érosion.

Les sols des emprises temporaires et les volumes de sol manipulés doivent être protégés conformément à l'OSol et à l'état de la technique (cf. 3.5 ci-dessous).

3.5 Etat de la technique

L'état de la technique est applicable. En règle générale, les documents suivants servent à la garantie de la protection des sols sur les chantiers. Les versions les plus récentes de ces documents s'appliquent :

- Emprises de surface :

Guide « Construire en préservant les sols » [13], en tant qu'aide à l'exécution éditée par l'OFEV ;

- Emprises linéaires (type pose de conduites) :

Directives OFEN [21], moyennant le respect de l'horizon B tel que décrit dans le guide cité ci-dessus (OFEV, [13]).

Les normes VSS [14], [15], [16] et [17] servent d'aide à l'exécution pour la protection des sols sur les chantiers.

3.6 Spécialistes de la protection des sols (planification et suivi pédologique)

Les spécialistes des études environnementales et du suivi pédologique de chantier (Spécialistes SSP de la protection des Sols sur les Chantiers, ci-après SPSC) sont les mandataires privilégiés des maîtres d'ouvrages pour la protection des sols.

Les SPSC sont les spécialistes reconnus pour la planification et le suivi de la mise en œuvre des mesures de protection des sols.

La liste des SPSC agréés est disponible auprès de l'autorité ou sur le site de la Société Suisse de Pédologie (SSP/BGS) [19].

Les SPSC sont notamment compétents pour :

- l'aide au choix des entreprises et des méthodes de travail sur les sols ;
- le conseil à l'auteur de projet pour la définition et l'optimisation des méthodes de travail sur les sols, pour l'anticipation nécessaire dès la phase de planification ;
- le suivi de la conformité des travaux en phase de réalisation ;
- le conseil aux entreprises et aux maîtres d'ouvrages ;
- la coordination et la facilitation avec les exploitants agricoles ;
- la définition des mesures de remise en état et le suivi du recouvrement de la fertilité du sol.

³ « En vertu de l'art. 33, al. 2, LPE, les atteintes physiques portées aux terrains destinés à la construction sont admises du point de vue de la protection des sols. Cette disposition ne concerne toutefois que l'imperméabilisation définitive du sol. Tous les terrains non construits et tous les sols perméables, y compris les terrains provisoirement utilisés lors de travaux de construction pour le passage des engins de chantier ou pour accueillir des installations de construction (emprises), entrent dans le champ d'application de la protection des sols selon la LPE. » [2]

4. CHAMP ET MODALITÉS D'APPLICATION

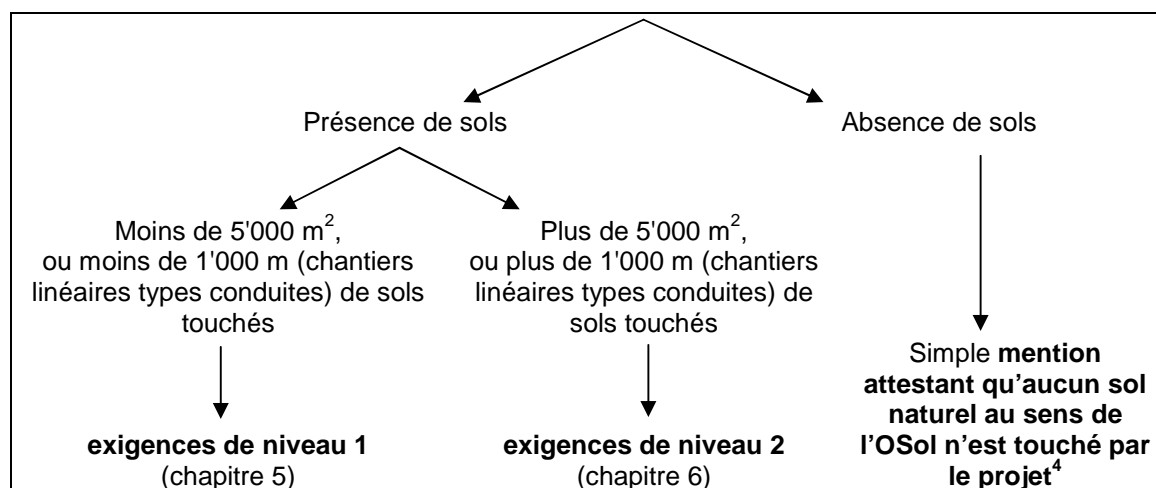
- 4.1 La présente directive s'applique à tous les projets de construction ayant un impact sur les sols, que cet impact soit temporaire ou définitif.

Elle ne s'applique pas lorsque le projet ne touche pas les sols au sens de l'OSol, ou que les sols sont, de par leur niveau de pollution ou de contamination, destinés impérativement à l'évacuation en décharge (cf. [4]).

- 4.2 Les études requises doivent être soumises à l'autorité le plus tôt possible, dans tous les cas avant l'ouverture du chantier.

L'autorité vérifie la qualité et la pertinence des éléments fournis et peut demander des compléments ou modifications.

- 4.3 Le tableau qui suit fixe des niveaux d'exigence différenciés, en fonction de l'ampleur des projets sur les sols en terme d'étendue :



Note : sont prises en compte les surfaces d'emprises définitives et temporaires.

4.4 Portée juridique

Les présentes directives (chapitres 5 et 6) sont à considérer comme des **exigences minimum**, susceptibles d'être adaptées au cas par cas.

Toute non prise en compte de ces exigences minimales devra être justifiée : données manifestement inutiles dans le cas concret, données impossibles à obtenir, non respect de la proportionnalité, choix d'une méthode ou alternative d'exécution atteignant les objectifs requis.

⁴ Cette mention est fournie dans le dossier de la demande de permis de construire, ou sous forme d'un élément de la notice ou de l'étude d'impact sur l'environnement.

Des **situations particulières** peuvent justifier l'élaboration d'études et de cahiers des charges plus poussés que ne le prévoit la présente directive. L'autorité de surveillance peut notamment imposer des mesures particulières dans les cas suivants :

- présence de sols très sensibles à la compaction ;
- présence de sols particulièrement humides rendant les périodes d'intervention théoriques rares ;
- présence de sols aux épaisseurs rendant la garantie de leur protection particulièrement complexe ;
- présence de sols tourbeux, fréquemment engorgés, lourds (plus de 30% d'argile) ou limoneux (plus de 50% de silt) ;
- configurations topographiques rendant l'engagement des machines sur les sols complexe avec les méthodes habituelles (pente, etc.) ;
- configurations de chantier particulièrement complexes (engins possédant des limites d'engagement nécessairement très élevées ou besoins de circulations très fréquentes sur les sols, mesures de répartition des charges disproportionnées ou impossibles à mettre en oeuvre, etc.) ;
- présence de sols pollués selon l'OSol ou l'OSites impliquant des contraintes de réutilisation ou leur élimination ;
- soupçons d'atteintes biologiques (contamination avérée, ou risques liés à la présence de foyers aux alentours).

5. EXIGENCES DE NIVEAU 1

(emprises sur les sols de moins de 5'000 m², ou moins de 1000 m pour les chantiers linéaires)

Aucun suivi pédologique du chantier par un SPSC n'est formellement exigé.

Un suivi est toutefois recommandé en cas d'impact prévisible significatif sur les terrains agricoles ou en présence de sols difficiles à préserver ou pollués (cf. situations particulières au chapitre 4.4).

5.1 Données de base requises

- Localisation, état et bilan des surfaces définitives et temporaires touchées par le projet ;
- Indication de soupçons ou non de pollution selon l'OSol ou l'OSites (voir [1], [4], [6], [7], [8], [10] et [11]) ;
- Pour les emprises temporaires, types d'emprises prévues (installations de chantier, pistes de circulation et d'accès, stockage temporaire de matériaux terreux, etc.).

5.2 Eléments techniques « sols » requis

- Indication de la présence de sols potentiellement délicats⁵ selon les données à disposition (cuvettes, sols fréquemment inondés ou à texture impliquant une potentielle sensibilité à la compaction, fortes pentes, cf. encadré au chapitre 4.4). Ces sols requièrent une étude plus poussée et un suivi pédologique pour l'optimisation des méthodes de travail ;
- Description : (i) des méthodes de décapages, (ii) de mise en dépôt des matériaux terreux, (iii) des surfaces de stockage, (iv) des possibilités étudiées et des propositions ;
- Enumération des exigences standard pour la protection des sols (voir encadré ci-après) et directives applicables sur le chantier (à citer en tant que charges du projet, cf. chapitre 3.5), et intégration de la protection des sols dans les soumissions aux entreprises ;
- Localisation des drains, collecteurs et accès (routes et chemins) ;
- Précisions supplémentaires éventuellement utiles (voir à titre indicatif les cas particuliers à l'encadré du chapitre 4.4).

5.3 Rapport de suivi pédologique

Aucun rapport de suivi pédologique n'est exigé pour les chantiers de cette ampleur.

Le maître d'ouvrage reste toutefois responsable de la protection des sols selon les devoirs imposés par la LPE : des contrôles a posteriori et des mesures correctives peuvent être exigés en cas d'atteinte aux sols.

⁵ La consultation d'un SPSC ou de l'autorité de surveillance est vivement conseillée pour la détermination de ces surfaces potentiellement délicates à préserver.

Exigences standard requises

Les exigences standard évoquées ci-dessus, inspirées des bonnes pratiques en matière de protection des sols, sont les suivantes :

- Le manuel « Construire en préservant les sols [13] et les normes VSS relatives à la protection des sols ([14], [15] et [16]) sont applicables.
- Les horizons **fertiles A et B** doivent être intégralement protégés et valorisés ;
- Les **épaisseurs moyennes de sol à protéger** contre la compaction sont en règle générale de 20 à 35 cm pour l'horizon A et 30 à 80 cm pour l'horizon B ;
- Les travaux de manipulation ou de circulation d'engins doivent être effectués **sur des sols secs et friables**, suffisamment ressuyés.

A titre indicatif, les travaux sur les sols ne doivent pas avoir lieu en période pluvieuse, ni moins de 24h après une pluie de 10 mm, ou 48 h après une pluie de 20 mm. Un test tactile par un spécialiste ou des mesures de force de succion par tensiomètres à bougies poreuses permettent de préciser ces interventions en fonction des conditions spécifiques du site.

- Les travaux de manipulation ou circulation sur les sols doivent généralement **être planifiés en période de végétation** (mai à septembre).

En dehors de ces périodes, le maître d'ouvrage doit pouvoir justifier du respect des limites d'engagement des machines sur les sols définies dans les normes et guides précités ([13], [14], [15] et [16]). La consultation d'un spécialiste est fortement recommandée pour la possibilité de travailler sur les sols en dehors des périodes précitées.

- Les circulations ne doivent se faire qu'avec des **engins de chantier à chenilles** ou avec des machines agricoles adaptées (pneus basse pression, etc.) ;
- Les véhicules et **engins de chantier à roues sont proscrits** sur les sols ;
- **Aucune circulation** n'est autorisée **sur un horizon B** ;
- **Aucune circulation** n'est autorisée **sur un sol foisonné** (en place ou dépôt provisoire) ;
- Les **dépôts provisoires de sols** doivent être systématiquement **ensemencés** à partir d'une durée de stockage de plus de 3 mois ;
- Toutes les mesures préventives et curatives usuelles de **lutte contre les atteintes chimiques** (pollutions, traitements phytosanitaires, etc.) et **biologiques** (néophytes envahissantes, espèces indésirables, etc.) doivent être mises en œuvre. Le recours à des spécialistes est dans ce cas généralement nécessaire.

Toute **dérogation à ces exigences** standard doit être formellement validée par un SPSC ou l'autorité de surveillance⁶.

⁶ Tous les chantiers restent soumis à contrôle cantonal à l'improviste et à décision de remise en état lorsque les atteintes sont avérées.

6. EXIGENCES DE NIVEAU 2

(emprises sur les sols supérieures à 5'000 m², ou supérieures à 1000 m pour les chantiers linéaires)

Un suivi pédologique du chantier par un SPSC est exigé. Des exceptions ne peuvent être accordées que dans des cas dûment justifiés.

6.1 Données de base requises (élaborées par l'auteur de projet ou le SPSC) :

- Localisation, état et bilan des surfaces définitives et temporaires touchées par le projet ;
- Eléments historiques de l'utilisation du sol pertinents pour la définition de l'état initial (exploitation agricole, anciens remblais, forêt, anciennes décharges, pollutions potentielles, etc.) ;
- Eléments d'utilisation actuelle du sol pertinents pour l'étude (affectation, type de cultures, rotations, couverture du sol, intensité de l'exploitation, etc.) ;
- Utilisation future du sol (agriculture, surfaces d'assolement, espaces verts, forêt, etc.) ;
- Indication de soupçons ou non de pollution selon l'OSol ou l'OSites (voir [1], [4], [6], [7], [8], [10] et [11]) ;
- Plans et types d'emprises temporaires sur les sols prévus (installations de chantier, pistes de circulation et d'accès, etc.).

6.2 Eléments techniques « sols » requis (élaborés par le SPSC)

- **Etat initial** du sol, contenant les éléments suivants :
 - **Cartographie des sols** : description des sols et horizons en place selon les méthodes reconnues ([9], [12], [18])⁷, carte des sols de l'état initial (unités pédologiques, localisation des sondages et fosses).
La méthodologie de cartographie des sols doit être effectuée :
 - pour les emprises en surface selon le manuel EIE [12] (i.e. méthodes FAL [9] ou ASGB [18]) : échelle de cartographie de 1:5'000, soit 4 à 5 sondages par hectare et un profil de sol par unité géomorphologique⁸) ;
 - pour les chantiers linéaires selon la directive OFEN [21] : échelle de cartographie de 1:5'000 à 1:10'000, soit un relevé tous les 50 à 100 mètres linéaires ;
 Les descriptions de profils de sols sont impératives, sauf si leur réalisation ne se justifie pas ou n'est pas matériellement envisageable.
 - **Sensibilité à la compaction** (selon [13] ou équivalent) ;
 - **Régime hydrique, profondeur utile, évaluation du potentiel agricole** ;

⁷ L'essentiel est la description précise des horizons en place, selon la législation et l'état de la technique.

Pour les paramètres essentiels et sujets à erreurs d'estimation (teneur en matière organique, texture de la terre fine, etc.), des analyses de laboratoire sont fortement recommandées.

Les paramètres « stables » et agronomiques du sol (MO, pH, CEC_{cobaltihexamine}, P_{EDTA}, CaCO₃) sont généralement nécessaires en cas de stockages longs (supérieurs à une année).

Les paramètres dont l'estimation est compromise par la méthodologie employée (par exemple structure, pierrosité ou profondeur du sol lors des sondages à la tarière) doivent être clairement mentionnés comme des estimations, et faire l'objet d'analyses plus poussées lorsque nécessaire (par exemple par la réalisation de profils de sol).

Les paramètres estimables sur le terrain sans analyse sont en général : roche-mère, pierrosité, classe texturale, groupe de régime hydrique, pH, HCl, profondeur utile, structure (sur profils de sols), couleur munsell, profondeur d'enracinement, présence de faune du sol, traces et profondeurs d'hydromorphie, traits pédologiques particuliers.

⁸ La densité de sondage est de la responsabilité du pédologue spécialiste, l'objectif étant de garantir une caractérisation de l'état initial suffisante pour le respect des objectifs de remise en culture et la préservation de la fertilité et des fonctions du sol. Un terrain par exemple très homogène en termes de types de sols et de profondeur des horizons et un pédologue expérimenté pourront justifier une échelle moins précise.

- En cas de soupçon de **pollution**, les analyses de teneurs en polluants selon l'OSol seront fournies et les cartes de décapage, plans et méthodes de stockage adaptés en fonction ;
- En cas de risque d'**atteintes biologiques**, les méthodes de prévention, de lutte, voire d'élimination adéquate devront être prévues. Toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour limiter l'apparition des néophytes envahissantes, espèces agricoles indésirables (chardons, rumex, etc.), leur surveillance, et en cas d'apparition, la définition et la mise en œuvre des moyens de lutte appropriés.
- **Impact du projet** sur le domaine environnemental Sol selon le manuel EIE [12] pour les phases de réalisation et d'exploitation ;
- **Mesures prévues pour la protection** contre les atteintes aux sols et **méthodologie pour la gestion des sols**. Ces éléments ne doivent pas se borner à une énumération des principes généraux de l'état de la technique, mais être détaillés et spécifiques au contexte des travaux ;
- **Cartes de décapage** des horizons A et B ;
- **Localisation des emprises** temporaires et définitives, des surfaces destinées au stockage des matériaux terreux, des places d'installation de chantier et des pistes ;
- Localisation des drains, collecteurs et accès (routes et chemins) ;
- **Bilan des surfaces** (emprises temporaires et définitives), bilan des **volumes** de sol ;
- **Volumes de sols revalorisés** sur site dans le cadre du projet, hors site pour les valorisations ou évacués ;
- **Définition et filières de valorisation / évacuation** des volumes excédentaires (cf. chapitre 1.4), ou définition des **volumes manquants** et qualité requise pour obtention d'une épaisseur de sol restituée conforme aux objectifs de remise en culture (cf. ci-après) ;
- **Objectif de remise en culture** (couverture prévue, épaisseurs des couches de sol remises en état⁹, durée prévisible jusqu'au recouvrement de la fertilité initiale du sol, utilisation du sol prévue, etc.) ;
- **Conditions de remise en culture** (mesures agronomiques de transition vers une rotation culturale normale et procédure de restitution définitive à l'exploitation) ;
- **Intégration dans les soumissions** aux entreprises des éléments précités et pertinents pour la protection des sols ;
- Mention de la charge du maître d'ouvrage d'**engagement d'un SPSC** [19] ;
- **Cahier des charges du suivi pédologique** (y compris lors des phases de préparation, soumission, réalisation et restitution des parcelles, selon le module 6 SER, ch. 4.3 du manuel [13])¹⁰.

6.3 Rapport de suivi pédologique

Un rapport de suivi pédologique doit être fourni par le SPSC après la réalisation des travaux, à destination du maître d'ouvrage et de l'autorité.

Ce rapport doit être objectif. Il doit présenter de façon indépendante les aspects positifs et négatifs liés au respect des objectifs de protection des sols.

Le rapport de suivi pédologique doit contenir au minimum les éléments suivants :

⁹ Pour les sols agricoles, il est d'usage de remettre en état 110 cm d'épaisseur au total : remise en place des épaisseurs initiales d'horizons A et B, et en cas de manque, le solde est réalisé par des horizons (B) de substitution (i.e. aux caractéristiques pédologiques suffisantes pour garantir une percolation effective et une colonisation racinaire).

Pour les sols à objectif de restitution écologique, paysagers ou forestier, les épaisseurs sont à définir en fonction de l'état initial des sols et de l'utilisation prévue.

¹⁰ La fréquence de suivi doit être notamment définie en fonction du planning des travaux estimé et des types d'intervention sur les sols. Une fréquence de suivi hebdomadaire (présence effective du SPSC pour une visite de chantier) est à considérer comme une moyenne pendant les phases de travaux sur les sols. Ces fréquences sont revues en fonction de la complexité du chantier et de la qualité de travail des entreprises (à titre indicatif, la fréquence peut être bimensuelle pour les chantiers simples, journalière pour des travaux complexes).

-
- Les **résultats des prestations de suivi pédologique**, en terme de respect de l'état de la technique pour la protection des sols, contenant :
 - Un journal de suivi de chantier annexé ;
 - Le tableau de synthèse du respect des méthodes de protection des sols ;
 - Le planning des travaux avec mesures des précipitations et force de succion du sol ;
 - Des commentaires généraux sur le déroulement du chantier et le mandat de suivi pédologique.
 - La synthèse de la **réalisation des objectifs de protection des sols** : l'atteinte ou non des objectifs fixés par l'OSol, en termes de protection physique, chimique et biologique.
 - La synthèse de la **réalisation des objectifs de remise en culture et la définition et la planification des mesures agronomiques** pour la transition vers une rotation culturale normale.
 - En cas de résultats négatifs pour l'un au moins des trois aspects ci-dessus :
 - définition et planification des mesures correctives à mettre en œuvre ;
 - définition des besoins en suivi pédologique supplémentaire.

7. RÉFÉRENCES

- [1] Ordonnance sur les atteintes portées aux sols du 1^{er} juillet 1998 (Osol ; RS 814.12).
- [2] Commentaires concernant l'ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol), OFEV, 2001.
- [3] Directive sur les matériaux d'excavation (Office fédéral de l'environnement, 1999).
- [4] Instructions sur les matériaux terreux (Office fédéral de l'environnement, 2001).
- [5] Loi sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 (LPE ; RS 814.01).
- [6] Ordonnance sur le traitement des déchets du 13 décembre 1990 (OTD ; RS 814.600).
- [7] Ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement du 13 septembre 2008 (ODE ; RS 814.911).
- [8] Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués du 26 août 1998 (OSites ; 814.680).
- [9] Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, FAL-Schriftenreihe Nr. 24, 1997, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Reckenholzstrasse 191 CH-8046 Zürich.
- [10] Manuel Sols pollués – Evaluation de la menace et mesures de protection, OFEV, 2005.
- [11] Manuel prélèvement et préparation d'échantillons pour l'analyse de substances polluantes, OFEV, 2003.
- [12] Manuel EIE, Directive fédérale sur l'étude de l'impact sur l'environnement, OFEV, 2009.
- [13] Guide de l'environnement n°10 : Construire en préservant les sols, Häusler S. et Salm C., OFEV, 2001.
- [14] SN 640 581a Terrassement, sol : Bases. VSS Zurich, 1998.
- [15] SN 640 582 Terrassement, sol : Inventaire de l'état initial, tri des matériaux terreux manipulés. VSS Zurich, 1999.
- [16] SN 640 583 Terrassement, sol : Emprises et terrassements, entreposage, mesures de protection, remise en place et restitution. VSS Zurich, 1999.
- [17] SN 640 581 b Norme suisse de l'union des constructeurs de routes (en préparation).
- [18] Directives pour la remise en état des sites de l'association suisse de l'industrie des graviers et du béton (ASGB, 2001) Bubenbergrplatz 9, 3011 Bern.
- [19] Une liste des personnes spécialisées dans la protection des sols sur les chantiers peut être obtenue sur le site de la Société Suisse de Pédologie (http://www.soil.ch/doku/bbb/spsc_liste.pdf) ou auprès de la Direction générale de l'environnement, Division géologie, sols et déchets.
- [20] Directive - Protection des sols sur les chantiers, DGE, 2014 (DMP 863).
- [21] Directives pour la protection de sols lors de la création de conduites souterraines de transport du 1^{er} janvier 1997, Office fédérale de l'énergie (OFEN).

DTE-DGE, octobre 2014

Cornelis Neet
Directeur général de l'environnement

Réf. : 215/5756 GEODE-Sols/FF

Lausanne, le 25 février 2015

Affaire traitée par :

François Füllemann

☎ : 021/316 74 26

**ETUDES PEDOLOGIQUES
RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LES ATTEINTES
AUX SOLS SUR LES CHANTIERS
DMP 864**

Aide à l'exécution selon les procédures

Le présent document vise à clarifier les exigences en matière de traitement du domaine environnemental sol dans les différentes procédures de demande d'autorisation des projets.

Les éléments référencés sont issus de la Directive cantonale, Etudes pédologiques relatives à la protection des sols sur les chantiers, Direction générale de l'environnement, division Géologie, Sols et Déchets, 2014 (DMP 864).

Liste des abréviations :

PPA	Plan partiel d'affectation	} « Planification »
PQ	Plan de Quartier	
47OAT	Rapport selon l'article 47 OAT	
PC	Demande de permis de construire	

Les chapitres mentionnés et chiffres entre crochets correspondent aux références de la DMP 864 (2014).

NOTE : Pour les projets actuels, si les éléments nécessaires au stade de la planification n'ont pas été traités, ces éléments doivent l'être au stade des demandes de permis de construire.

5. Exigences de niveau 1

5.1. Données de base requises	Planification	PC
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Localisation, état et bilan des surfaces définitives et temporaires touchées par le projet ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indication de soupçons ou non de pollution selon l'OSol ou l'OSites (voir [1], [4], [6], [7], [8], [10] et [11]) ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour les emprises temporaires, types d'emprises prévues (installations de chantier, pistes de circulation et d'accès, stockage temporaire de matériaux terreux, etc.). 		X
5.2. Eléments techniques « sols » requis		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indication de la présence de sols potentiellement délicats selon les données à disposition (cuvettes, sols fréquemment inondés ou à texture impliquant une potentielle sensibilité à la compaction, fortes pentes, cf. encadré au chapitre 4.4). Ces sols requièrent une étude plus poussée et un suivi pédologique pour l'optimisation des méthodes de travail ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Description : (i) des méthodes de décapages, (ii) de mise en dépôt des matériaux terreux, (iii) des surfaces de stockage, (iv) des possibilités étudiées et des propositions ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enumération des exigences standard pour la protection des sols (voir encadré ci-après) et directives 3.5), et intégration de la protection des sols dans les soumissions aux entreprises ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Localisation des drains, collecteurs et accès (routes et chemins) ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Précisions supplémentaires éventuellement utiles (voir à titre indicatif les cas particuliers à l'encadré du chapitre 4.4). 		X

6. Exigences de niveau 2

6.1. Données de base requises	Planification	PC
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Localisation, état et bilan des surfaces définitives et temporaires touchées par le projet ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eléments historiques de l'utilisation du sol pertinents pour la définition de l'état initial (exploitation agricole, anciens remblais, forêt, anciennes décharges, pollutions potentielles, etc.) ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eléments d'utilisation actuelle du sol pertinents pour l'étude (affectation, type de cultures, rotations, couverture du sol, intensité de l'exploitation, etc.) ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation future du sol (agriculture, surfaces d'assolement, espaces verts, forêt, etc.) ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indication de soupçons ou non de pollution selon l'OSol ou l'OSites ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plans et types d'emprises temporaires sur les sols prévus (installations de chantier, pistes de circulation et d'accès, etc.). 		X
6.2. Eléments techniques « sols » requis (élaborés par le SPSC)		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etat initial du sol, contenant les éléments suivants : 	X	
<ul style="list-style-type: none"> - Cartographie des sols : description des sols et horizons en place selon les méthodes reconnues ([9], [12], [18]), carte des sols de l'état initial (unités pédologiques, localisation des sondages et fosses). 	X	
<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilité à la compaction (selon [13] ou équivalent) ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> - Régime hydrique, profondeur utile, évaluation du potentiel agricole ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> - En cas de soupçon de pollution, les analyses de teneurs en polluants selon l'OSol seront fournies et les cartes de décapage, plans et méthodes de stockage adaptés en fonction ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> - En cas de risque d'atteintes biologiques, les méthodes de prévention, de lutte, voire d'élimination adéquate devront être prévues. Toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour limiter l'apparition des néophytes envahissantes, espèces agricoles indésirables (chardons, rumex, etc.), leur surveillance, et en cas d'apparition, la définition et la mise en œuvre des moyens de lutte appropriés. 		X

	Planification	PC
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impact du projet sur le domaine environnemental Sol selon le manuel EIE pour les phases de réalisation et d'exploitation ; 	X¹	X²
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesures prévues pour la protection contre les atteintes aux sols et méthodologie pour la gestion des sols. Ces éléments ne doivent pas se borner à une énumération des principes généraux de l'état de la technique, mais être détaillés et spécifiques au contexte des travaux ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cartes de décapage des horizons A et B ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Localisation des emprises temporaires et définitives, des surfaces destinées au stockage des matériaux terreux, des places d'installation de chantier et des pistes ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Localisation des drains, collecteurs et accès (routes et chemins) ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bilan des surfaces (emprises temporaires et définitives), bilan des volumes de sol ; 	X¹	X²
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Volumes de sols revalorisés sur site dans le cadre du projet, hors site pour les valorisations ou évacués ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Définition et filières de valorisation / évacuation des volumes excédentaires (cf. chapitre 1.4), ou définition des volumes manquants et qualité requise pour obtention d'une épaisseur de sol restituée conforme aux objectifs de remise en culture (cf. ci-après) ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objectif de remise en culture (couverture prévue, épaisseurs des couches de sol remises en état, durée prévisible jusqu'au recouvrement de la fertilité initiale du sol, utilisation du sol prévue, etc.) ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conditions de remise en culture (mesures agronomiques de transition vers une rotation culturale normale et procédure de restitution définitive à l'exploitation) ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intégration dans les soumissions aux entreprises des éléments précités et pertinents pour la protection des sols ; 		X
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mention de la charge du maître d'ouvrage d'engagement d'un SPSC[19] ; 	X	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cahier des charges du suivi pédologique (y compris lors des phases de préparation, soumission, réalisation et restitution des parcelles, selon le module 6 SER, ch. 4.3 du manuel [13]). 		X

¹ Impact général en phase de réalisation, dans la mesure des informations à disposition + Impact en phase d'exploitation.

² Impact spécifique en phase de réalisation.

Manipulation appropriée du sol

Projet de construction	Machines	Conditions préalables
Réalisation et comblement d'une fouille étroite	Pelle mécanique sur chenilles	Le sol est enherbé et bien ressuyé. La force de succion mesurée dans le sol, [centibars], est supérieure à la valeur limite d'intervention de la machine (cf. mode de calcul présenté ci-dessous).

Test pour le machiniste : « Lorsque le sol est bien ressuyé, les mottes de terre se brisent facilement et roulent dans le godet sans adhérer. »

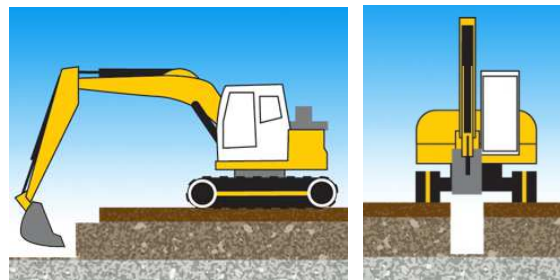
Marche à suivre

Décapage du sol / Creusement de la fouille

- Décaper le sol (horizons inférieur et supérieur) lorsqu'il est bien ressuyé et uniquement sur le tracé suivi par la fouille.
- Trier et séparer les matériaux décapés provenant de l'horizon supérieur, de l'horizon inférieur et du sous-sol.
- Les matériaux des horizons supérieur et inférieur sont conservés, seul ceux du sous-sol sont évacués en cas d'excédent.

Utilisation des machines

- Avec la pelle mécanique, circuler sur la surface du sol et procéder successivement au décapage de l'horizon supérieur, de l'horizon inférieur et du sous-sol, avant de reculer et de passer à la portion suivante du tracé.



Stockage temporaire

- Déposer les horizons supérieur et inférieur ainsi que le sous-sol en formant des andains séparés.
- Pour les dépôts, respecter une hauteur maximale de 1.50 m pour l'horizon supérieur et 2.50 m pour l'horizon inférieur.
- Séparer les différents horizons décapés de telle sorte qu'ils ne soient pas mélangés lors du comblement de la fouille. Au besoin, disposer un géotextile pour bien séparer les différents dépôts de matériaux terreux.

Utilisation des machines

- Ne jamais circuler sur les dépôts formés des matériaux provenant des horizons supérieur et inférieur.

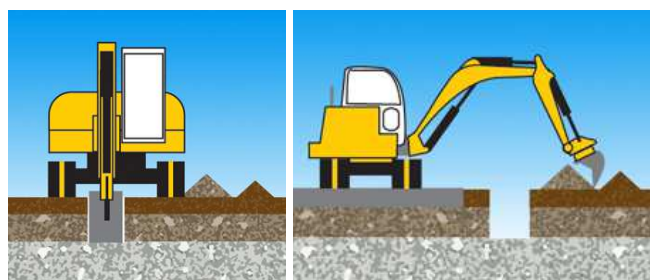


Remblayage de la fouille

- Ne pas mélanger l'horizon supérieur, l'horizon inférieur et le sous-sol.
- Remettre en place le sous-sol, évacuer l'excédent si besoin.
- Remettre en place tout l'horizon inférieur (à déposer précautionneusement, sans compacter).
- Remettre en place tout l'horizon supérieur (à déposer précautionneusement, sans compacter : un léger bombement de la surface remblayée est alors parfaitement normal).

Utilisation des machines

- Lors du remblayage, la pelle mécanique se tient sur un chemin longeant la fouille ou sur une piste de gravier spécialement aménagée.
- Il est possible d'effectuer le remblayage depuis une bande de sol adjacente à la fouille, mais uniquement si les limites d'engagement de la machine [cbar] sont respectées.



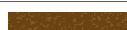


Tassement du sous-sol après sa remise en place.

Reprise des matériaux de l'horizon inférieur depuis un chemin existant adjacent à la fouille (emprise d'environ 5m de largeur).

Limite d'intervention des machines (cbar) = poids opérationnel de la machine (t) x pression à la surface du sol (kg/cm²) x 1,25

- La limite d'intervention est spécifique à chaque machine, elle est calculée en utilisant la formule ci-dessus.
- Cette valeur doit être inférieure à la force de succion mesurée au tensiomètre (cbar) dans le sol pour permettre l'engagement de la machine sur le sol.
- Si la limite d'intervention est inférieure à la force de succion du sol, la machine ne peut être employée directement sur le sol en place.

Légende

-  **Horizon supérieur**, horizon de terre végétale ou horizon A: foncé, riche en humus, fortement colonisé par les racines, épais de 20-30 cm.
-  **Horizon inférieur**, sous-couche arable ou horizon B: clair, comporte moins d'humus et moins de racines, épais de 30-70cm.
-  **Sous-sol**, matériel parental ou horizon C: matériel minéral plus ou moins altéré (blocs, cailloux, graviers, sable, limons, argiles), ne compte pas comme sol.

DGE-GÉODE-Sols – Valentin 10, CH - 1014 LAUSANNE - T +41 21 316 74 26 - F +41 21 316 75 57- info.dge@vd.ch - www.vd.ch/dge

Manipulation appropriée du sol

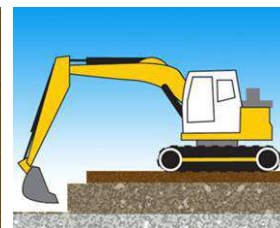
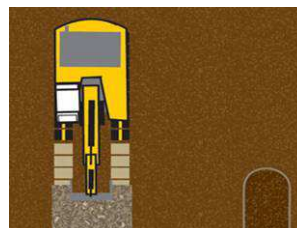
Projet de construction	Machines	Conditions préalables
Réalisation et comblement d'une fouille large	Pelle mécanique sur chenilles Le poids opérationnel de la machine et la pression qu'elle exerce à la surface du sol doivent être connus pour déterminer sa limite d'intervention.	Le sol est enherbé et bien ressuyé. La force de succion mesurée dans le sol, exprimée en centibars, est supérieure à la valeur constituant la limite d'intervention de la machine.

Test pour le machiniste : « Lorsque le sol est bien ressuyé, les mottes de terre se brisent facilement et roulent dans le godet sans adhérer. »

Marche à suivre

Décapage de l'horizon supérieur

- Décaper l'horizon supérieur du sol uniquement dans les limites de la zone où doit être creusée la fouille.
- Séparer proprement l'horizon supérieur de l'horizon inférieur.
- Déposer l'horizon supérieur du sol en formant un andain à portée du bras de la pelle mécanique depuis la fouille.
- Pour les dépôts temporaires de matériaux de l'horizon supérieur, respecter une hauteur maximale de 1.50 m.



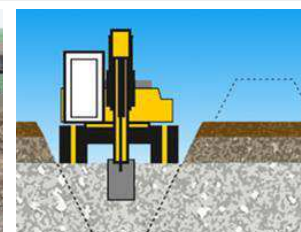
Décapage de l'horizon inférieur

- Décaper l'horizon inférieur en creusant de sorte à ce que les parois de la fouille commencent à converger en « V ».
- Séparer proprement l'horizon inférieur du sous-sol.
- Déposer l'horizon inférieur en formant un andain.
- Pour les dépôts temporaires de matériaux provenant de l'horizon inférieur, respecter une hauteur maximale de 2.5 m.



Excavation du sous-sol

- Déposer les matériaux excavés du sous-sol en formant des andins distincts de ceux de l'horizon supérieur et de l'horizon inférieur.
- Les engins peuvent circuler librement sur le sous-sol (pas de limite d'intervention)

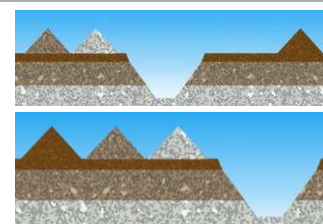


Stockage temporaire

- Déposer les matériaux séparément. Au besoin, disposer un géotextile pour bien séparer les différents dépôts de matériaux terreux.

Utilisation des machines

- Interdiction de circuler sur les dépôts formés des matériaux provenant des horizons supérieur et inférieur.



Remblayage de la fouille




- Remettre en place le sous-sol ; si des matériaux excédentaires doivent être évacués, seuls ceux de ce sous-sol le seront, les couches inférieures et supérieures doivent être intégralement remises en place.
- Remettre en place l'horizon inférieur puis l'horizon supérieur précautionneusement, sans compacter. Un léger bombement de la surface remblayée est alors parfaitement normal. La mise à niveau du terrain se fait ensuite par tassement naturel.



Limite d'intervention des machines (cbar) = poids opérationnel de la machine (t) x pression à la surface du sol (kg/cm²) x 1,25

- La limite d'intervention est spécifique à chaque machine, elle est calculée en utilisant la formule ci-dessus.
- Cette valeur doit être inférieure à la force de succion mesurée au tensiomètre (cbar) dans le sol pour permettre l'engagement de la machine sur le sol.
- Si la limite d'intervention est inférieure à la force de succion du sol, la machine ne peut être employée directement sur le sol en place.

Légende

-  **Horizon supérieur**, horizon de terre végétale ou horizon A: foncé, riche en humus, fortement colonisé par les racines, épais de 20-30 cm.
-  **Horizon inférieur**, sous-couche arable ou horizon B: clair, comporte moins d'humus et moins de racines, épais de 30-70cm.
-  **Sous-sol**, matériel parental ou horizon C: matériel minéral plus ou moins altéré (blocs, cailloux, graviers, sable, limons, argiles), ne compte pas comme sol.

DGE-GÉODE-Sols – Valentin 10, CH - 1014 LAUSANNE - T +41 21 316 74 26 - F +41 21 316 75 57- info.dge@vd.ch - www.vd.ch/dge

Manipulation appropriée du sol

Projet de construction	Machines	Conditions préalables
Chantiers linéaires avec intervention de machines équipées de pneus	<ul style="list-style-type: none"> • Pelle-araignée • Dumper • Pelle mécanique sur pneus 	Accès possible au chantier par une piste ou une voie de communication préexistante (chemin, route).

Test pour le machiniste : « Sauf conditions exceptionnelles, les véhicules sans chenilles ne circulent jamais sur les sol. »

Marche à suivre

Pelle-araignée

- Employée uniquement sur les sols en forte pente.

Utilisation

- Toujours circuler sur l'horizon supérieur du sol en place, bien ressuyé.
- Ne pas rouler sur les dépôts temporaires formés des matériaux provenant des horizons supérieur et inférieur décapés.

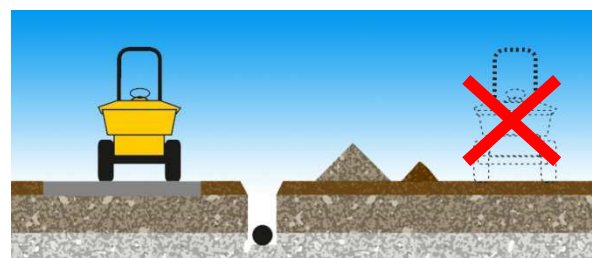


Dumper à pneus

- Employé pour le transport de matériaux.

Utilisation

- Avec le dumper, ne jamais circuler sur les sols.
- Circuler sur les chemins existants, ou, s'il n'y en a pas, sur une piste de chantier spécialement aménagée (cf. fiche n°1).
- Ne jamais rouler sur les dépôts temporaires de matériaux terreux (couches inférieure et supérieure), ni sur les sols récemment remis en place.



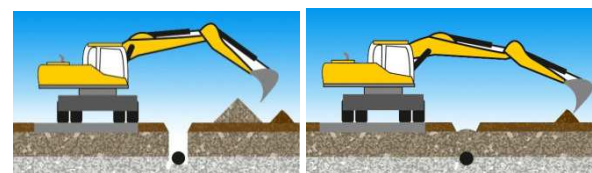
Dumper circulant sur un chemin existant adjacent à la fouille.

Pelle mécanique sur pneus




- Employée, par exemple, lors du remblayage d'une fosse.

Utilisation

- Ne jamais circuler directement sur le sol.
- Manipulation des sols possible sans circulation si la force de succion dans le sol est supérieure à 6 cbar.
- Effectuer les manipulations depuis le chemin ou la route jouxtant les travaux.



Reprise des matériaux depuis un chemin existant adjacent à la fouille.

Légende	 Horizon supérieur , horizon de terre végétale ou horizon A: foncé, riche en humus, fortement colonisé par les racines, épais de 20-30 cm.
	 Horizon inférieur , sous-couche arable ou horizon B: clair, comporte moins d'humus et moins de racines, épais de 30-70cm.
	 Sous-sol , matériel parental ou horizon C: matériel minéral plus ou moins altéré (blocs, cailloux, graviers, sable, limons, argiles), ne compte pas comme sol.

DGE-GÉODE-Sols – Valentin 10, CH - 1014 LAUSANNE - T +41 21 316 74 26 - F +41 21 316 75 57- info.dge@vd.ch - www.vd.ch/dge

Manipulation appropriée du sol

Projet de construction	Machines	Conditions préalables
Aménagement de pistes renforcées / Places d'installations de chantier en grave		Pas de chemin permettant l'accès aux travaux et/ou aucun emplacement disponible pour les installations de chantier.

Les matériaux de la piste et du sol doivent être secs et friables ; alors une piste doit toujours être mise en place à la surface du sol. Les pistes renforcées permettent de s'affranchir des limites d'engagement des machines sur les sols, qui peuvent être manipulés dès 6 cbar.

Marche à suivre

Aires pour les installations de chantier et pistes d'accès

- Disposer un géotextile sur le sol enherbé en place, sans décapage préalable, afin d'obtenir une séparation nette entre le sol et la couche de protection.
- Déposer les matériaux devant constituer le matelas protecteur ou la piste (ex. : grave, rondins, plaques).
- Dans le cas de la grave, constituer une couche d'au moins 50 cm d'épaisseur après roulage, en une seule fois (pas de couches successives).
- À la fin des travaux, décaper la couche formant le matelas protecteur ou la piste d'accès en une seule fois. Ne pas procéder par épaisseurs successives.



Sur sol sec et enherbé, les machines peuvent circuler librement en respect de leur limite d'intervention spécifique



Mise en place d'une piste provisoire sur un géotextile, sans circulation sur le sol en place



Aire d'installation de chantier préparée en disposant un matelas protecteur en grave



Déconstruction d'une piste, en reculant et en circulant sur la piste

Utilisation des machines

- Les véhicules à pneus ne circulent que sur les pistes dûment aménagées.
- Les véhicules à chenilles sont autorisés à circuler sur le sol en place à condition que celui-ci soit enherbé, bien ressuyé et de respecter la limite d'intervention propre à chaque machine (cf. mode de calcul présenté ci-après), et de réduire au maximum la fréquence des passages.

Matelas protecteurs en modules (rondins, plaques)

- Déposer/assembler les différents éléments constitutifs des matelas protecteurs (rondins en bois, panneaux métalliques, ou systèmes analogues) à même le sol en place.

Utilisation des machines

- Les machines de chantier et les véhicules de transport doivent rester sur les matelas protecteurs lorsqu'ils circulent/manoeuvrent dans le périmètre des travaux.



Limite d'intervention des machines (cbar) = poids opérationnel de la machine (t) x pression à la surface du sol (kg/cm²) x 1,25

- La limite d'intervention est spécifique à chaque machine, elle est calculée en utilisant la formule ci-dessus.
- Cette valeur doit être inférieure à la force de succion mesurée au tensiomètre (cbar) dans le sol pour permettre l'engagement de la machine sur le sol.
- Si la limite d'intervention est inférieure à la force de succion du sol, la machine ne peut être employée directement sur le sol en place.

Installations pouvant être disposées sans mesure de protection particulière




Les containers, baraquements de chantiers et autres installations légères peuvent être directement disposés sur le sol en place, si et seulement si aucune circulation de machine à pneu n'est nécessaire pour leur mise en place, retrait, ou en cours d'utilisation de la place d'installation.

Remarques

Les matelas protecteurs et les pistes sont indispensables lorsque le sol est trop humide et ne dispose pas d'une portance suffisante pour les engins et les équipements.

Ainsi, les véhicules à pneus (camions, dumpers, etc.) ne doivent jamais circuler directement sur le sol. Un matelas protecteur ou une piste est nécessaire.

Légende

-  **Horizon supérieur**, horizon de terre végétale ou horizon A: foncé, riche en humus, fortement colonisé par les racines, épais de 20-30 cm.
-  **Horizon inférieur**, sous-couche arable ou horizon B: clair, comporte moins d'humus et moins de racines, épais de 30-70cm.
-  **Sous-sol**, matériel parental ou horizon C: matériel minéral plus ou moins altéré (blocs, cailloux, graviers, sable, limons, argiles), ne compte pas comme sol.

DGE-GÉODE-Sols – Valentin 10, CH - 1014 LAUSANNE - T +41 21 316 74 26 - F +41 21 316 75 57- info.dge@vd.ch - www.vd.ch/dge

ANNEXE 7 LISTE DES ESSENCES D'ARBRES ET ARBUSTES INDIGENES

Arbres indigènes de haut jet

Sapin blanc *Abies alba*
Erable plane *Acer platanoides*
Erable sycomore *Acer pseudoplatanus*
Hêtre *Fagus sylvatica*
Pin sylvestre *Pinus sylvestris*
Chêne sessile *Quercus petraea*
Chêne pédonculé *Quercus robur*
Tilleul à petites feuilles *Tilia cordata*
Tilleul à grandes feuilles *Tilia platyphyllos*

Petits arbres indigènes

Erable champêtre *Acer campestre*
Erable à feuilles d'obier *Acer opalus*
Aulne glutineux *Alnus glutinosa*
Aulne blanc *Alnus incana*
Bouleau commun *Betula pendula*
Charme *Carpinus*
Merisier *Prunus avium*
Poirier sauvage *Pyrus communis*
Saufe blanc *Salix alba*
Saufe marsault *Salix caprea*
Saufe cendré *Salix cinerea*
Alisier blanc *Sorbus aria*
Sorbier des oiseleurs *Sorbus aucuparia*
Cormier *Sorbus domestica*
If *Taxus baccata*
Orme de montagne *Ulmus glabra*

Arbustes

Aubépine à un style / Epine blanche
Alisier blanc
Alisier torminal / Sorbier torminal
Aubépine épineuse
Bourdaine
Charme / Charmille
Chèvrefeuille des haies
Cornouiller sanguin
Coronille émerus / Hippocrépide émerus
Eglantier / Rosier des chiens
Épine noire / Prunellier
Épine-vinette
Erable champêtre
Fusain d'Europe / Bois carré
Groseillier épineux
Houx
Nerprun purgatif
Noisetier
Saufe marsault
Saufe pourpre / Osier rouge
Sorbier des oiseleurs
Sureau à grappes
Sureau noir
Troène vulgaire
Viorne lantane
Viorne obier

Essences proscrites

Toutes les essences situées sur la Liste Noire des néophytes
Toutes les essences situées sur la Watch List des néophytes
Frêne *Fraxinus excelsior* en raison de la maladie de la chalarose