

4.2 Objectifs du projet

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
----------------------------	-----------

4.6 Localisation du projet

Coordonnées géographiques¹

Long. ° ' " Lat. ° ' "

Point de départ :

Long. ° ' " Lat. ° ' "

Point d'arrivée :

Long. ° ' " Lat. ° ' "

Communes traversées :

4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ?

Oui ☐

Non ☐

4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ?

Oui

Non	
-----	--

3/11

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère de l'environnement vous propose un regroupement de ces données environnementales par région, à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Les-donnees-environnementales-.html>.

Cette plateforme vous indiquera la définition de chacune des zones citées dans le formulaire.

Vous pouvez également retrouver la cartographie d'une partie de ces informations sur le site de l'inventaire national du patrimoine naturel (<http://inpn.mnhn.fr/zone/sinp/espaces/viewer/>).

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	☐	☐	
En zone de montagne ?	☐	☐	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	☐	☐	
Sur le territoire d'une commune littorale ?	☐	☐	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	☐	☐	
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	☐	☐	
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	☐	☐	

Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	☐	☐	
Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	☐	☐	
Dans un site ou sur des sols pollués ?	☐	☐	
Dans une zone de répartition des eaux ?	☐	☐	
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	☐	☐	
Dans un site inscrit ?	☐	☐	
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	☐	☐	
D'un site classé ?	☐	☐	

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il susceptible d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veuillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? <i>Appréciez sommairement l'impact potentiel</i>
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	☐	☐	
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	☐	☐	
	Est-il excédentaire en matériaux ?	☐	☐	
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	☐	☐	
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	☐	☐	
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	☐	☐	

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	☐	☐	
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	☐	☐	
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	☐	☐	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	☐	☐	
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	☐ ☐	☐ ☐	
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	☐	☐	
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	☐ ☐	☐ ☐	

	Engendre-t-il des odeurs ? Est-il concerné par des nuisances olfactives ?	☐ ☐	☐ ☐	
	Engendre-t-il des vibrations ? Est-il concerné par des vibrations ?	☐ ☐	☐ ☐	
	Engendre-t-il des émissions lumineuses ? Est-il concerné par des émissions lumineuses ?	☐ ☐	☐ ☐	
Emissions	Engendre-t-il des rejets dans l'air ?	☐	☐	
	Engendre-t-il des rejets liquides ? Si oui, dans quel milieu ?	☐	☐	
	Engendre-t-il des effluents ?	☐	☐	
	Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?	☐	☐	

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	☐	☐	
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol?	☐	☐	

6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?

Oui ☐ Non ☐ Si oui, décrivez lesquelles :

6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?

Oui ☐ Non ☐ Si oui, décrivez lesquels :

6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :

7. Auto-évaluation (facultatif)

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	☐
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (Il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	☐
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	☐
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	☐
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	☐
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	☐

8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet

9. Engagement et signature

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus ☐

Fait à le,

Signature

PARKING GAUDIN

Impact du rejet de la ventilation de parking sur la qualité de l'air – Étude exploratoire

RT114GAUDIN-BASTIA/CGR/2014/1 -Version 2

IDENTIFICATION ET REVISION DU DOCUMENT

IDENTIFICATION DU DOCUMENT

Projet	Parking GAUDIN
Maître d'Ouvrage	SEM BASTIA AMENAGEMENT
Document	Impact du rejet de la ventilation de parking sur la qualité de l'air – Étude exploratoire
Version	Version 2

REVISION DU DOCUMENT

Version	Date	Rédacteur(s)	Qualité du rédacteur(s)	Contrôle	Modifications
0	24/10/2014	C.GRACIAN	Responsable de projet	H.PIET	Version minute
1	7/11/2014	C.GRACIAN	Responsable de projet	H.PIET	Version complète
2	28/11/2014	C.GRACIAN	Responsable de projet	H.PIET	Corrections de forme

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE ET OBJECTIF.....	7
2.	CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL.....	8
2.1.	Domaine d'étude	8
2.2.	Qualité de l'air à proximité du projet.....	9
2.2.1.	Mesures permanentes Qualitair Corse	9
2.2.2.	Campagne de mesures dans le domaine d'étude	12
3.	EVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR	16
3.1.	Méthodologie	16
3.2.	Données d'entrée	17
3.2.1.	Domaine de calcul	17
3.2.2.	Bati et relief.....	18
3.2.3.	Météorologie	19
3.2.4.	Emissions	21
3.3.	Résultats	25
3.3.1.	Dioxyde d'azote	25
3.3.2.	Benzène.....	29
4.	CONCLUSION	30

TABLES DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Domaine d'étude.....	8
Figure 2 : Localisation des stations de mesures permanentes à proximité du projet.....	10
Figure 3 : Localisation des points de mesures	12
Figure 4 : Rose des vents – station météo France Bastia.....	13
Figure 5 : Teneurs en NO ₂ – campagne de mesures de septembre	15
Figure 6 : Domaine de calcul pour les simulations de dispersion atmosphérique.....	17
Figure 7 : Bâti et relief.....	18
Figure 8 : Rose des vents du fichier météorologique utilisé	20
Figure 9 : Flux émis en kg/j.....	23
Figure 10 : Localisation du rejet canalisé de ventilation du parking	24
Figure 11 : Concentration en NO ₂ – Etat initial	25
Figure 12 : Concentration en NO ₂ – Etat futur base – Scénario 385 places	26
Figure 13 : Concentration en NO ₂ – Etat futur variante – Scénario 385 places	27

TABLEAUX

Tableau 1 : Concentrations en moyenne annuelle par polluant et par station sur Bastia en 2012 et 2013 (source : Qualitair Corse).....	11
Tableau 2 : Fréquence d'apparition des vents selon leur vitesse.....	13
Tableau 3 : Concentration dans l'air ambiant pendant la campagne de mesures (9 au 23 septembre 2014).....	14
Tableau 4 : Données de trafic sur les voies du domaine d'étude	22
Tableau 5 : Données de fréquentation du parking.....	22
Tableau 6 : Flux émis par le trafic routier.....	23
Tableau 7 : Flux émis par le parking.....	23
Tableau 8 : Caractéristiques du rejet canalisé de ventilation du parking	24
Tableau 9 : Résultats des simulations de dispersion atmosphérique.....	28

1. CONTEXTE ET OBJECTIF

La mairie de Bastia projette la création d'un parking souterrain de 300/400 places en centre-ville de Bastia.

Préalablement, la mairie et la SEM BASTIA Aménagement, porteur du projet, souhaiteraient connaître l'impact que pourrait avoir la réalisation de ce parking sur la qualité de l'air, tout particulièrement au niveau des cours de récréations d'établissements scolaires situés à proximité.

Pour répondre à cette problématique, une étude exploratoire a été réalisée afin d'évaluer l'impact du parking sur la qualité de l'air, au moyen de simulations de la dispersion atmosphérique des polluants traceurs du trafic routier.

Cette étude, présentée dans ce rapport se compose de deux parties :

- Etape 1 : Caractérisation de l'état initial,
- Etape 2 : Évaluation de l'impact du projet par simulations numériques de la dispersion atmosphérique.

2. CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL

2.1. DOMAINE D'ETUDE

Le domaine d'étude est constitué du quartier situé autour du futur projet de parking. La figure suivante présente le domaine d'étude.



Figure 1 : Domaine d'étude

Parking GAUDIN

Ce domaine d'étude est de type urbain et comprend 2 établissements scolaires mitoyens :

- École Gaudin,
- Collège Simon Vinciguerra.

Dans ce domaine d'étude, la principale source de pollution atmosphérique provient du trafic routier.

A noter que des études de qualité de l'air sur la ville de Bastia ont montré que « les émissions portuaires participent de manière non négligeable à l'augmentation des niveaux en dioxyde d'azote sur la ville, mais que la pollution automobile reste la principale source d'émission ». (source : Qualitair Corse - Cartographie de la pollution atmosphérique de Bastia-2012 - Campagne de mesure sur Bastia afin de cartographier la pollution et d'évaluer l'impact des émissions portuaires).

2.2. QUALITE DE L'AIR A PROXIMITE DU PROJET

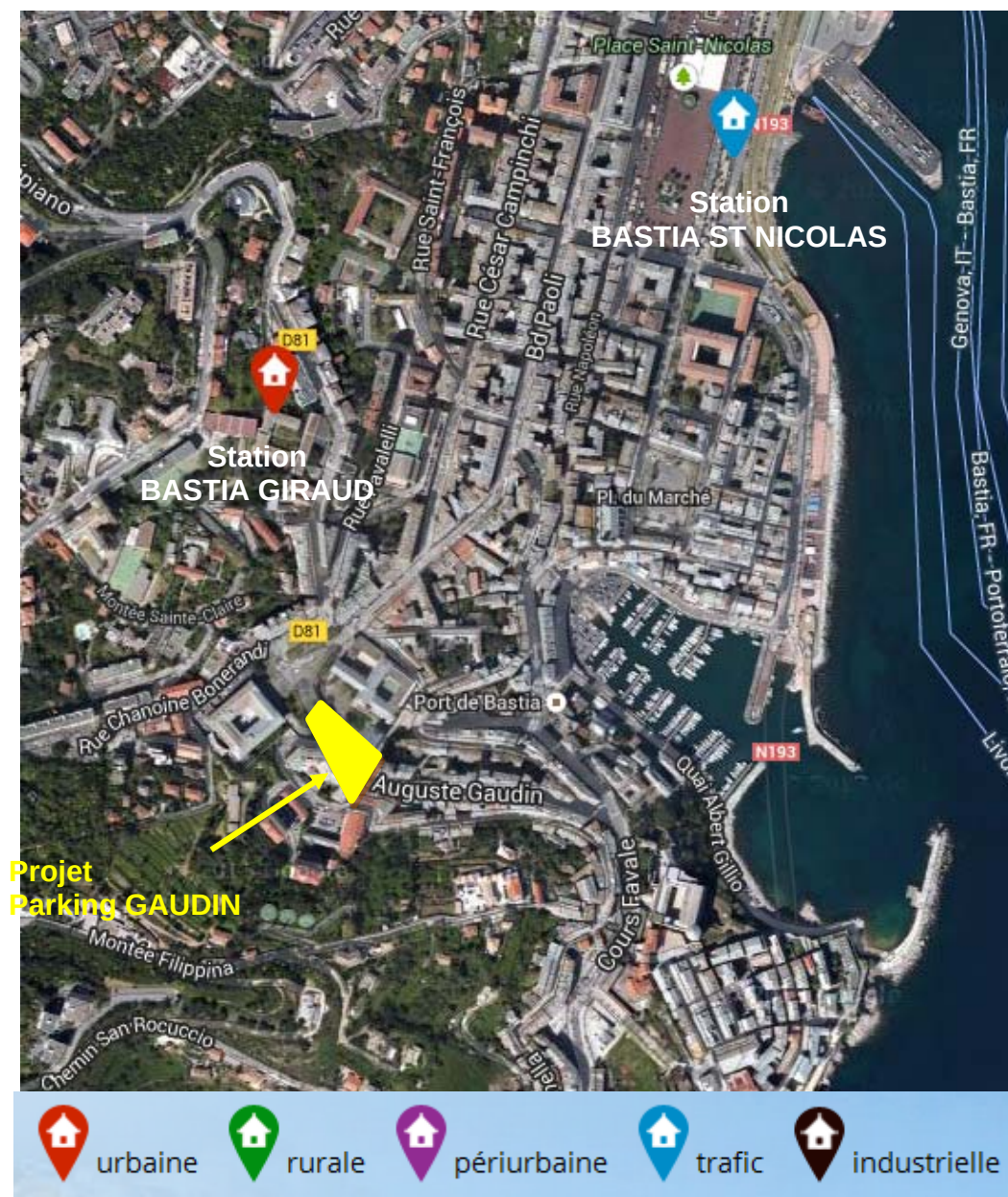
2.2.1. MESURES PERMANENTES QUALITAIR CORSE

La surveillance permanente de la qualité de l'air dans la région Corse est assurée par l'association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) Qualitair Corse (<http://www.qualitaircorse.org>).

Qualitair Corse dispose de 9 stations de surveillance fixes sur le territoire corse. Deux stations se trouvent sur la commune de Bastia, à proximité du projet étudié (Figure 2) :

- 1 station de type urbain : **Bastia Giraud** située au centre-ville de Bastia et mesurant les polluants suivants : O₃, NO₂, SO₂, PM₁₀,
- 1 station de type trafic : **Bastia Saint Nicolas** située au centre-ville de Bastia et mesurant les polluants suivants : PM₁₀, NO₂.

Parking GAUDIN



Source Qualitair Corse

Figure 2 : Localisation des stations de mesures permanentes à proximité du projet

Parking GAUDIN

Le Tableau 1 présente les moyennes annuelles sur les années 2012 et 2013 de deux paramètres mesurés sur ces stations et émis par le trafic routier : le dioxyde d'azote (NO₂) et les poussières PM₁₀.

Remarque : la mesure du benzène, polluant pris en compte dans la suite de ce dossier, n'est pas disponible pour ces stations.

Polluant	Concentration en moyenne annuelle (µg/m ³)				
	Station urbaine Bastia Giraud		Station trafic Bastia Saint Nicolas		Valeur limite
	2012	2013	2012	2013	
NO₂	15	15	40	38	40
PM₁₀	19	18	29	27	40

Tableau 1 : Concentrations en moyenne annuelle par polluant et par station sur Bastia en 2012 et 2013 (source : Qualitair Corse)

Ainsi, en fond urbain, les concentrations en NO₂ et PM₁₀ sont nettement en-dessous des objectifs de qualité en moyenne annuelle.

Par contre, en situation de trafic, les concentrations sont très proches, voire atteignent, les objectifs de qualité de l'air en moyenne annuelle. Cette situation est représentative de la majorité des villes moyennes françaises et de la ville de Bastia en général (source : Qualitair Corse - Cartographie de la pollution atmosphérique de Bastia-2012 - Campagne de mesure sur Bastia afin de cartographier la pollution et d'évaluer l'impact des émissions portuaires).

2.2.2. CAMPAGNE DE MESURES DANS LE DOMAINE D'ETUDE

Afin d'évaluer la qualité de l'air initiale dans le domaine d'étude, une campagne de mesures a été réalisée sur 15 jours, du 9 au 23 septembre 2014.

Lors de cette campagne, les paramètres mesurés sont les concentrations en air ambiant de 2 composés représentatifs du trafic routier :

- Le dioxyde d'azote (NO₂),
- Le benzène.

La figure suivante présente la localisation des points de mesures.

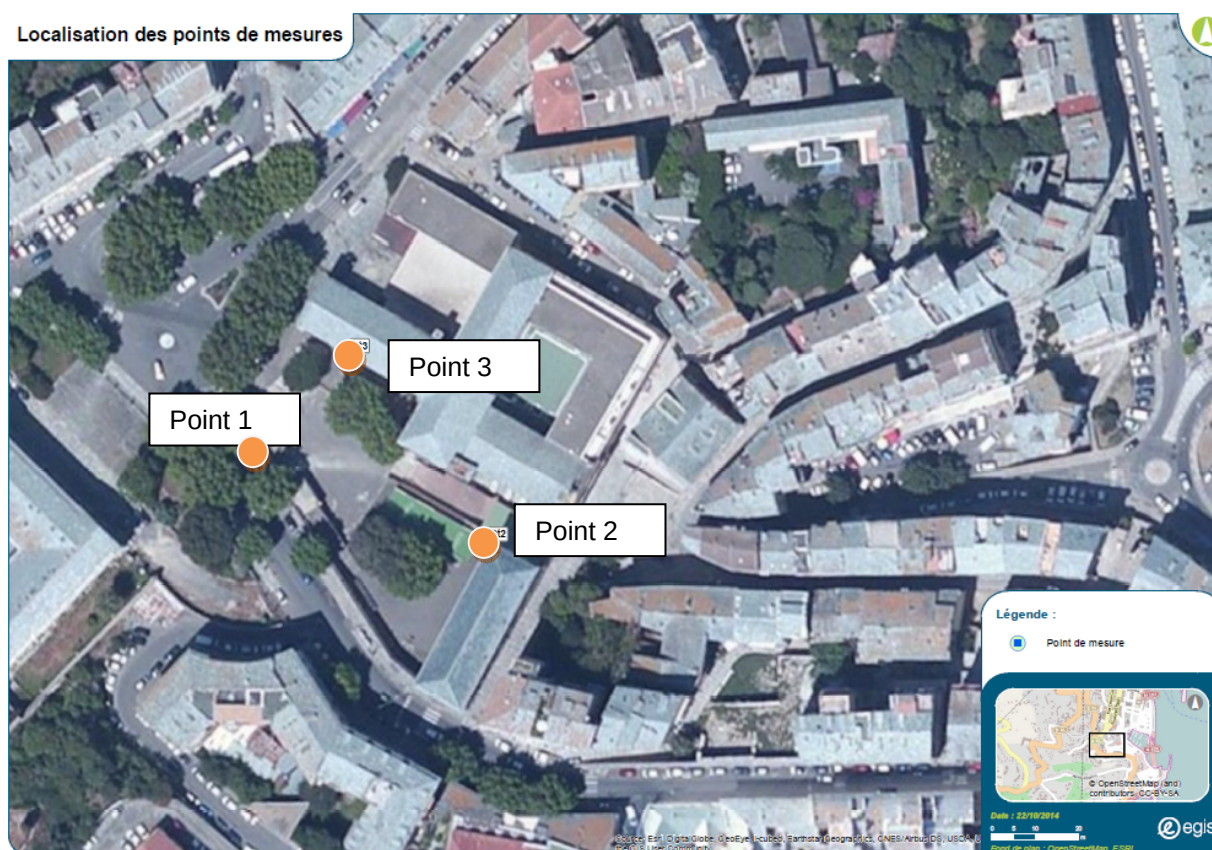


Figure 3 : Localisation des points de mesures

Parking GAUDIN

Les mesures ont été réalisées en 3 points, choisis pour caractériser :

- La qualité de l'air à proximité immédiate du trafic routier du domaine d'étude et du futur rejet d'air vicié du parking (point 1).
- La qualité de l'air au niveau des populations sensibles situées à proximité du projet :
 - Cours de l'école (point 2)
 - Cours du collège (point 3).

Les conditions météorologiques apparues lors de cette campagne de mesures sont présentées ci-après et comparées aux conditions météorologiques des 10 dernières années.

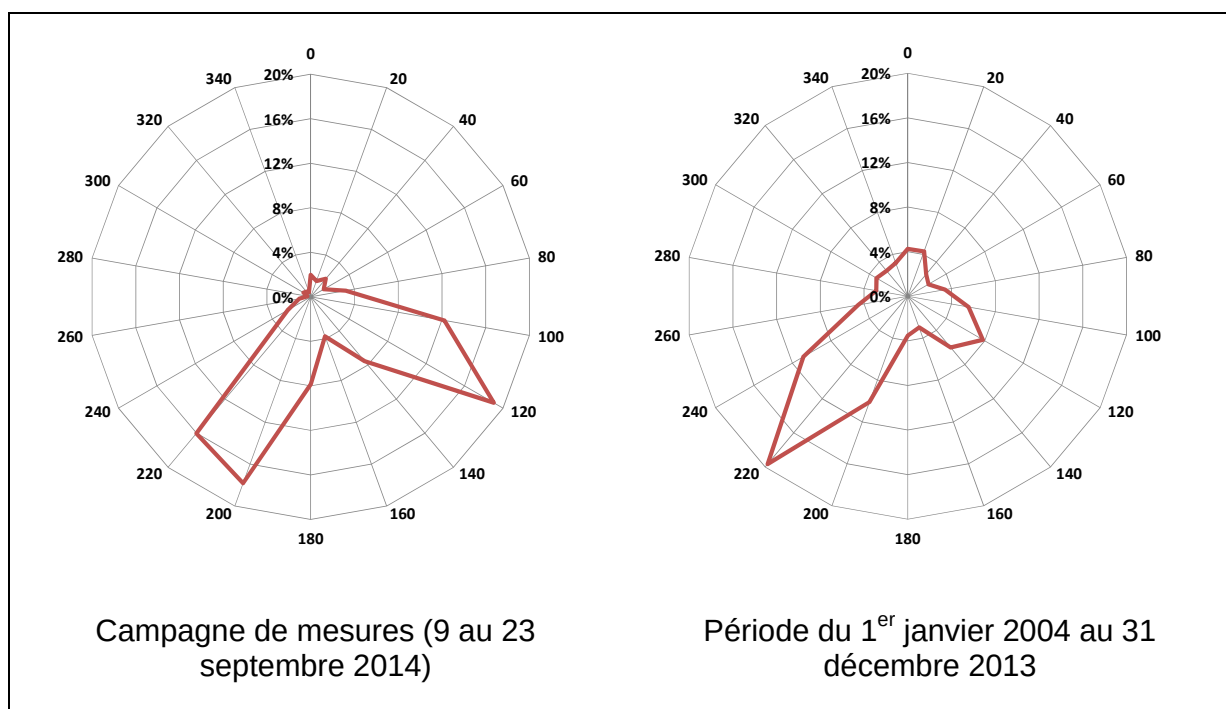


Figure 4 : Rose des vents – station météo France Bastia

Période	Calme (<1 m/s)	Faible (1 à 3 m/s)	Modéré (3 à 8 m/s)	Fort (> 8 m/s)
Campagne de mesures	6%	62%	32%	0%
Période de 2004 à 2014	22%	52%	24%	2%

Tableau 2 : Fréquence d'apparition des vents selon leur vitesse

Parking GAUDIN

Ainsi, lors de la campagne de mesures :

- les vents ont majoritairement été de Sud-Ouest (200° à 220°) et de Sud-Est (100° à 120°). La direction Sud-Est a été plus marquée pendant la campagne de mesures que la normale (31% de vents de 100 à 120° pendant la campagne de mesures contre 13% sur les 10 dernières années)
- les vents ont été majoritairement faibles (<3 m/s), tout comme sur les 10 dernières années.

Les concentrations mesurées lors de la campagne de mesures sont présentées dans le tableau suivant ainsi que la valeur limite en moyenne annuelle fixée par la réglementation française. Les résultats sont également illustrés sous forme de carte pour le NO₂.

Point de mesures	Concentration dans l'air ambiant (µg/m ³)	
	Dioxyde d'azote (µg/m ³)	Benzène (µg/m ³)
Point 1 - Voirie	38	0,9
Point 2 - Ecole	23	0,9
Point 3 - Collège	21	0,5
Bastia Giraud	11	<i>non mesuré</i>
Valeur limite moyenne annuelle	40	5

Tableau 3 : Concentration dans l'air ambiant pendant la campagne de mesures (9 au 23 septembre 2014)

Parking GAUDIN



Figure 5 : Teneurs en NO₂ – campagne de mesures de septembre

Ainsi, les concentrations en NO₂ sont nettement plus élevées sur le point 1 située à proximité de la voirie. En ce point, la concentration mesurée (38 µg/m³) est très proche de la valeur limite autorisée en moyenne annuelle (40 µg/m³).

Sur les deux autres points les concentrations sont plus faibles qu'au point n°1 mais sont supérieures à celles mesurées par la station de fond urbain Qualitair « Bastia Giraud », indiquant que **les points de mesures 2 et 3, situés dans les cours des établissements scolaires sont sous influence du trafic routier des voies environnantes.**

Sur les trois points de mesures, les concentrations en benzène sont nettement inférieures à la valeur limite en moyenne annuelle.

3. EVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR

3.1. METHODOLOGIE

Pour évaluer l'impact sur la qualité de l'air du futur parking, la dispersion des polluants émis par le trafic routier et par la ventilation du parking est modélisée. Cette modélisation, réalisée pour différentes conditions météorologiques représentatives des conditions réelles, permet de calculer la concentration moyenne en air ambiant du dioxyde d'azote, polluant traceur du trafic routier retenu dans cette étude.

Au total, 5 scénarios différents sont simulés :

- Un état initial, permettant d'évaluer la qualité de l'air dans l'état actuel, sans le parking, sur l'ensemble du domaine d'étude,
- Des états futurs, permettant d'évaluer la qualité de l'air avec le parking en fonctionnement, sous 2 configurations de rejet de ventilation et pour deux hypothèses de fréquentation du parking :
 - Configuration de base : rejet de ventilation à une hauteur de 3 m dans l'édicule situé à proximité des rampes d'accès au parking,
 - Configuration variante : rejet de ventilation à une hauteur de 15 m au niveau de la toiture de l'école,
 - Parking 5 niveaux : 385 places,
 - Parking 4 niveaux : 303 places.

Du fait de la taille peu importante du domaine d'étude, de la distance faible entre le rejet et les points d'intérêt (cours d'école) et de la présence importante de bâti dans le domaine d'étude (immeubles), il a été choisi d'utiliser un modèle de dispersion atmosphérique 3D : **PMSS (Parallèle Micro Swift Spray)**.

Ce modèle est composé des modules suivants :

- le module MICRO SWIFT, qui détermine les champs météorologiques tridimensionnels nécessaires aux calculs de dispersion et qui est adapté aux calculs sur des petits domaines (de 0 à quelques kilomètres) avec la modélisation explicite des sillages des obstacles.
- Le module MICRO SPRAY, modèle de dispersion dit « lagrangien stochastique à particules » qui simule la dispersion des émissions atmosphériques par le mouvement stochastique de pseudo-particules virtuelles dans le flux turbulent atmosphérique sur terrain complexe.

3.2. DONNEES D'ENTREE

3.2.1. DOMAINE DE CALCUL

Les calculs de champs de vent et de dispersion atmosphérique ont été réalisés dans un domaine de 180 m x 180 m avec une résolution de 1 mètre.

La figure suivante illustre le domaine de calcul.

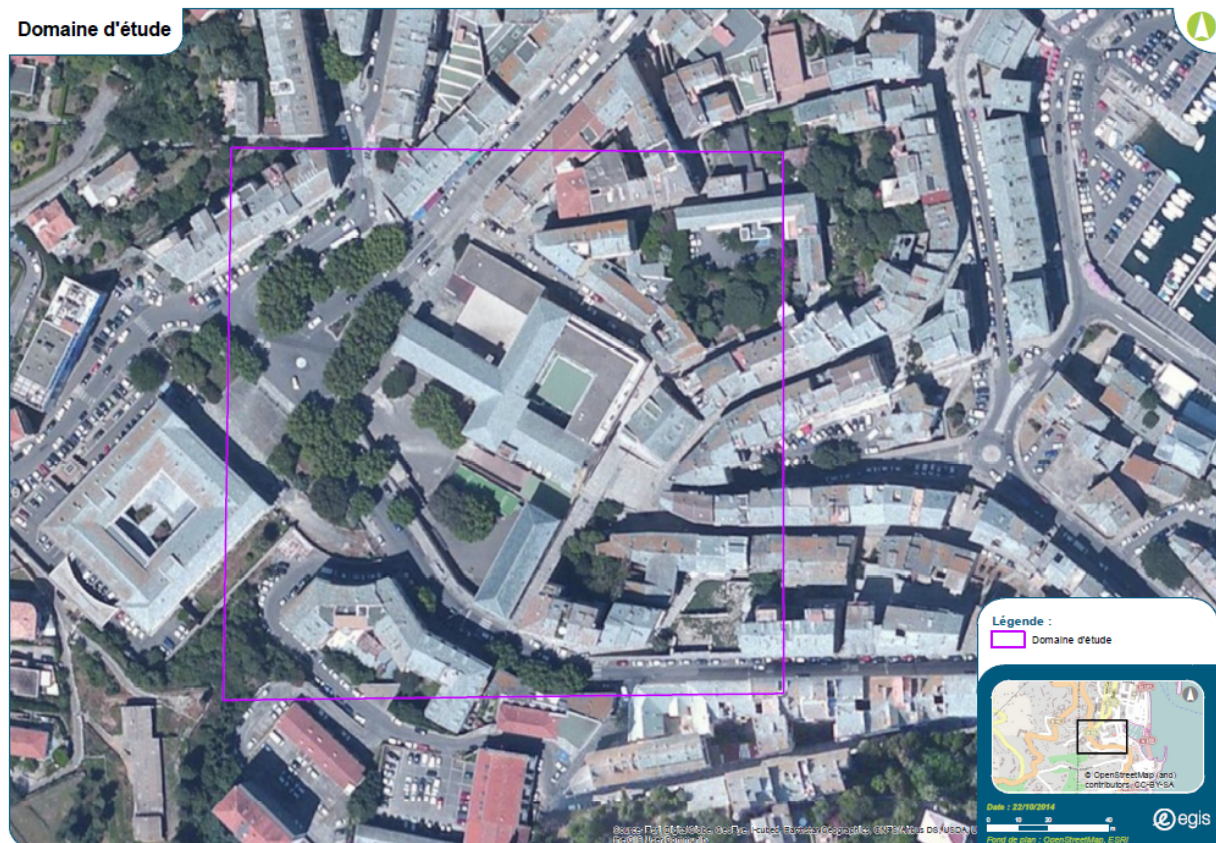


Figure 6 : Domaine de calcul pour les simulations de dispersion atmosphérique

3.2.2. BÂTI ET RELIEF

Le bâti et le relief dans le domaine de calcul ont été pris en compte. Le relief a été pris en compte de façon simplifiée en considérant :

- Pour l'état actuel, la dénivellation des cours des établissements scolaires par rapport aux axes routiers.
- Pour l'état futur, les accès au souterrain du parking.

La bâti pris en compte correspond à l'ensemble des immeubles et obstacles majeurs du domaine d'étude et pouvant avoir une influence sur la dispersion.

La figure suivante illustre le relief et le bâti pris en compte dans le modèle.

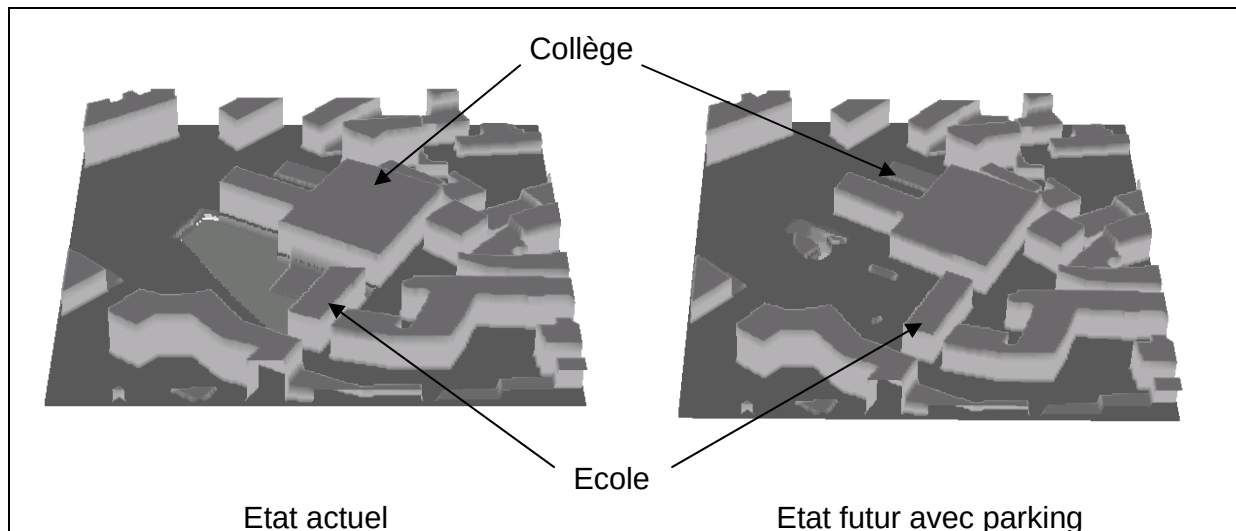


Figure 7 : Bâti et relief

3.2.3. METEOROLOGIE

Les données météorologiques utilisées pour simuler la dispersion atmosphérique des émissions liées au trafic routier sont issues de la station Météo France de Bastia. Les données recueillies sont des données statistiques croisant les 3 principaux paramètres météorologiques influençant la dispersion atmosphérique :

- La direction du vent,
- La vitesse du vent,
- La stabilité atmosphérique.

Ces données statistiques ont été fournies par météo France sur la base de données horaires observées à Bastia sur la période du 1^{er} janvier 2004 – 31 décembre 2013 (soit 10 ans de données) :

- La direction du vent est représentée par 18 classes de 20°.
- La vitesse du vent est représentée par les 5 classes suivantes :
 - Vitesses inférieures à 0,75 m/s (vents très calmes),
 - Vitesses comprises entre 0,75 et 3,5 m/s,
 - Vitesses comprises entre 3,5 et 5,5 m/s,
 - Vitesses comprises entre 5,5 et 7,5 m/s,
 - Vitesses supérieures à 7,5 m/s
- La stabilité atmosphérique est représentée par les 6 classes de Pasquill :
 - Classe A : atmosphère très instable
 - Classe B : atmosphère instable
 - Classe C : atmosphère moyennement instable
 - Classe D : atmosphère neutre
 - Classe E : atmosphère stable
 - Classe F : atmosphère très stable

Parking GAUDIN

La figure suivante présente la rose des vents sur les 10 dernières années, élaborées sur la base des données statistiques recueillies.

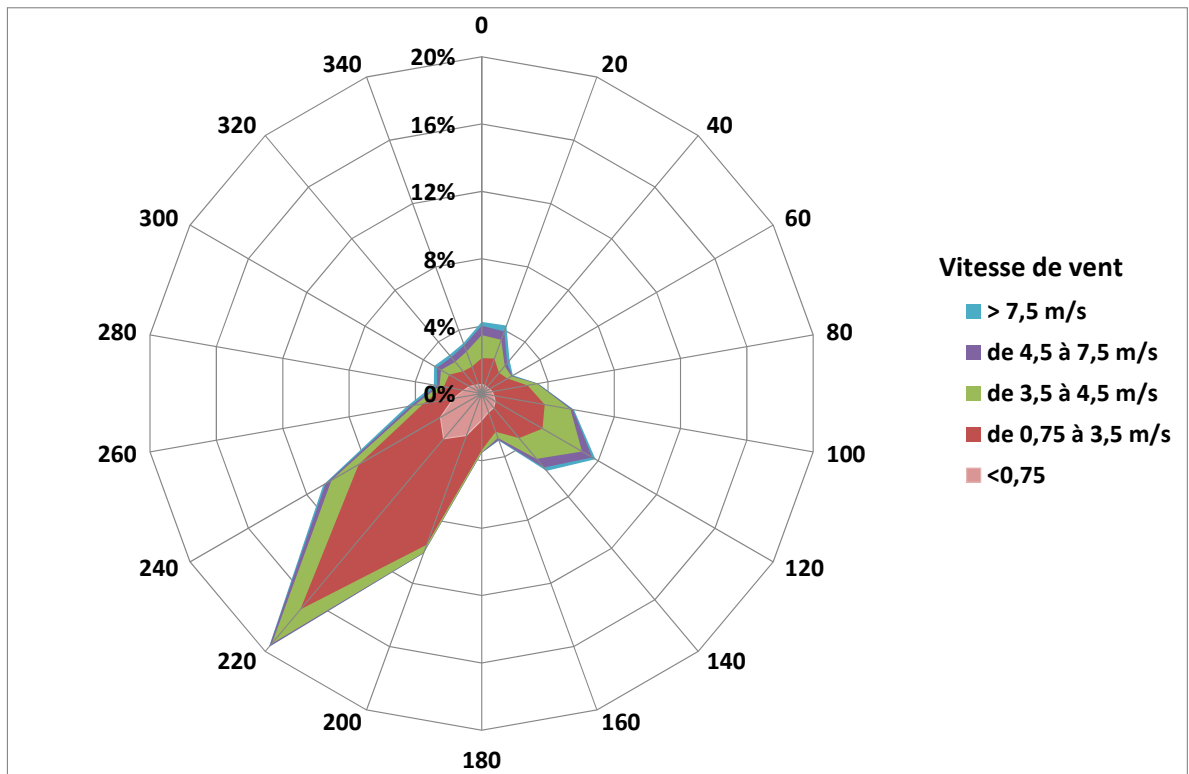


Figure 8 : Rose des vents du fichier météorologique utilisé

De plus, sur la base de données horaires sur une année type et du fichier de données statistiques, nous avons réparti les fréquences d'apparition de chaque condition météorologique sur les périodes :

- Jour : 6h à 20h
- Nuit : 21h à 5 h.

3.2.4. EMISSIONS

La pollution à l'intérieur du domaine d'étude provient :

- Des sources de pollution présentes à l'intérieur même du domaine d'étude, à savoir :
 - o **principalement les émissions du trafic routier des axes contenus dans le domaine d'étude,**
 - o dans une moindre mesure, les émissions du secteur tertiaire (par exemple chauffage utilisant un combustible...) ;
- De la pollution de fond urbaine :
 - o Pollution apportée par l'ensemble des voies routières de l'agglomération et qui se dispersent sur la ville ;
 - o Pollution liée au trafic maritime (bateaux) ;
 - o Pollution du secteur tertiaire, des logements, des industries, etc.

Dans le cadre de cette étude, nous avons procédé à une estimation des flux de polluant émis par le trafic automobile des principaux axes du domaine d'étude, sources de pollution prépondérante du domaine d'étude.

Les émissions liées au rejet du parking sont également estimées dans ce chapitre.

Parking GAUDIN

3.2.4.1. DONNEES DE TRAFIC

Les données de trafic sur les axes routiers du domaine d'étude ont été définies sur la base du document transmis par la mairie de Bastia intitulé « Impact piétonisation_Transmobilités1 ».

Ces données sont présentées ci-après.

Axe routier	Trafic (véhicules/heure)		Poids Lourds (%)	Vitesse moyenne (km/h)
	jour (6h à 20h)	nuit (21h à 5h)		
Bd Auguste Gaudin	1 105	111	17%	30
Bd Paoli	905	91	17%	30
Bd Général Giraud	825	83	17%	30

Tableau 4 : Données de trafic sur les voies du domaine d'étude

Les données de trafic fournies par ASCO CONSULTING pour les deux scénarios de capacité du parking sont synthétisées ci-après. Ces données ont été établies à partir d'un taux de rotation de 2.2, correspondant à un parc « actif » (commerces, résidents...).

Capacité parking	Fréquentation (véh/jour)	Distance moyenne parcourue (m/véh)	Vitesse moyenne (km/h)
303 places	666	280	10
385 places	847	350	10

Tableau 5 : Données de fréquentation du parking

Le parking sera ouvert de 6h à 22h et n'émettra que sur cette période.

Parking GAUDIN

3.2.4.2. CARACTERISTIQUES DES EMISSIONS

Les émissions en NOx et benzène des axes routiers ont été calculées avec les données de trafic selon la méthodologie COPERT IV, avec un parc automobile 2014.

Axe routier	NOx (kg/h/m)		Benzène (kg/h/m)	
	jour (6h à 20h)	nuit (21h à 5h)	jour (6h à 20h)	nuit (21h à 5h)
Bd Auguste Gaudin	1,77	0,18	1,46 ^e -3	1,46 ^e -4
Bd Paoli	1,54	0,15	1,45 ^e -3	1,45 ^e -4
Bd Général Giraud	1,32	0,13	1,09 ^e -3	1,09 ^e -4

Tableau 6 : Flux émis par le trafic routier

Les émissions provenant du parking sont présentées ci-après. Ces flux représentent les émissions moyennes sur la période d'ouverture du parking (6h à 22h).

Capacité parking	NOx (g/h)	Benzène (g/h)
303 places	21,32	0,08
385 places	33,90	0,13

Tableau 7 : Flux émis par le parking

Remarque : la conversion des NOx en NO₂ est prise en compte au moment des calculs de dispersion atmosphérique selon l'équation de Derwent and Middleton.

L'importance des émissions des voiries au regard des émissions du parking est illustrée sur la figure suivante.

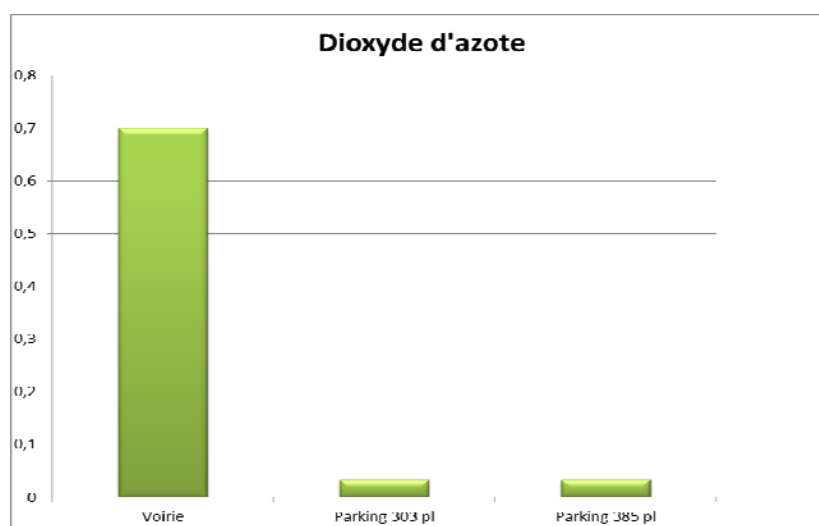


Figure 9 : Flux émis en kg/j

Parking GAUDIN

La figure suivante illustre l'emplacement du rejet pour les deux configurations du rejet de ventilation.

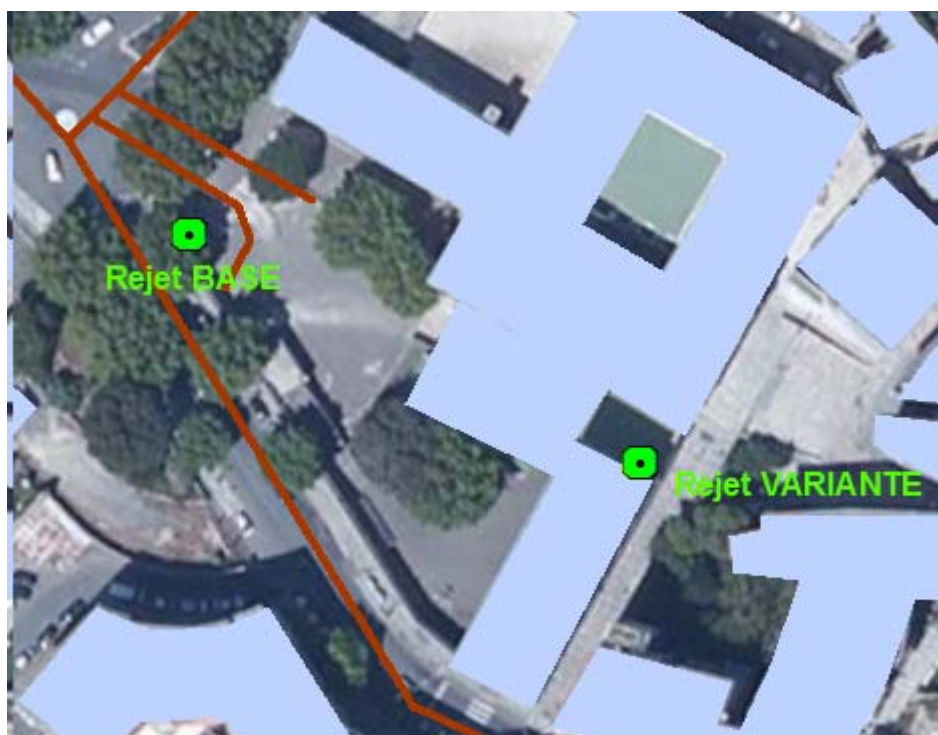


Figure 10 : Localisation du rejet canalisé de ventilation du parking

Les caractéristiques physiques des rejets pour les deux variantes sont présentées ci-dessous.

Paramètre		BASE	VARIANTE
Hauteur du point de rejet		3,5 m	15 m
Vitesse d'éjection des gaz		3,5 m/s	3,5 m/s
Section de la conduite	303 places	5 m ²	5 m ²
	385 places	6 m ²	6 m ²

Tableau 8 : Caractéristiques du rejet canalisé de ventilation du parking

3.3.RESULTATS

3.3.1. DIOXYDE D'AZOTE

Les figures suivantes présentent les concentrations en NO₂ simulées, exprimées en moyenne annuelle. Pour l'état futur, nous avons choisi de représenter le cas le plus majorant : parking de 385 places.

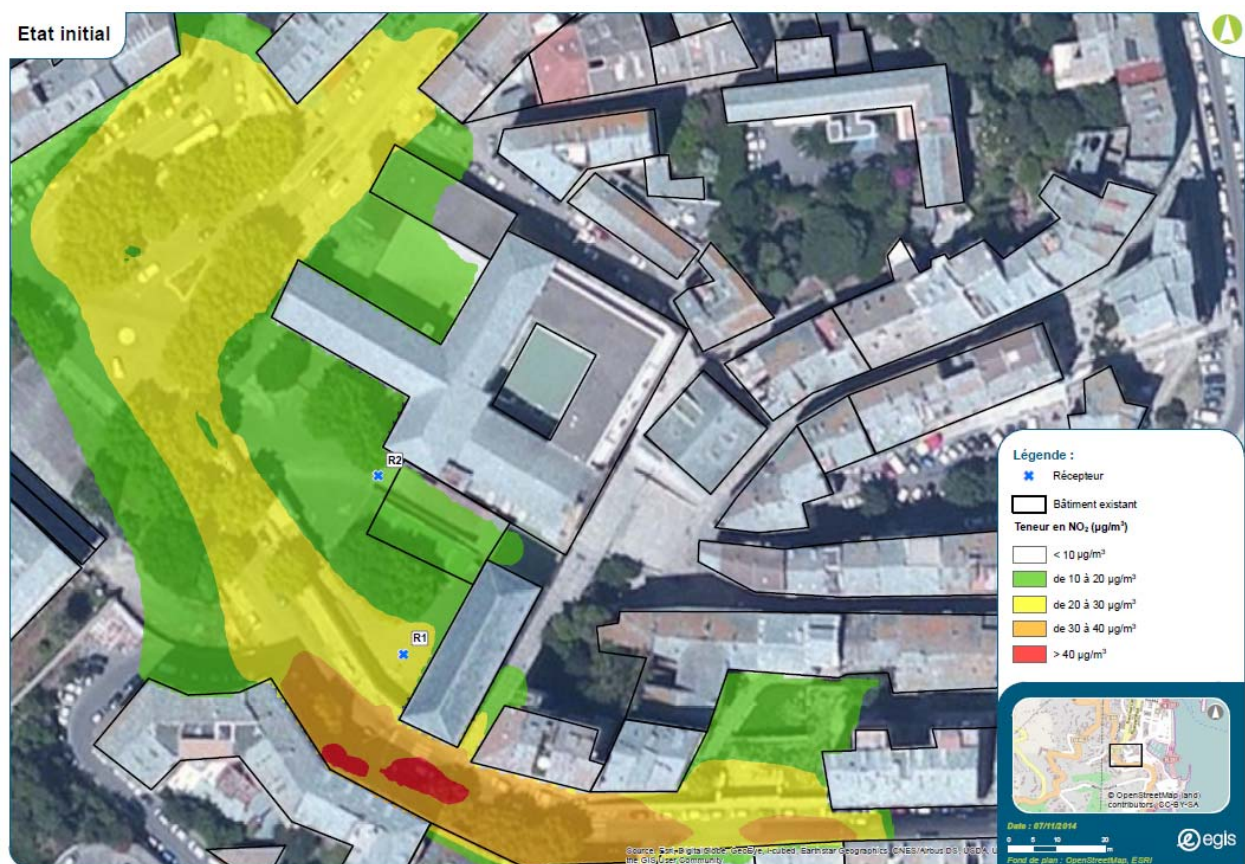


Figure 11 : Concentration en NO₂ – Etat initial

Parking GAUDIN

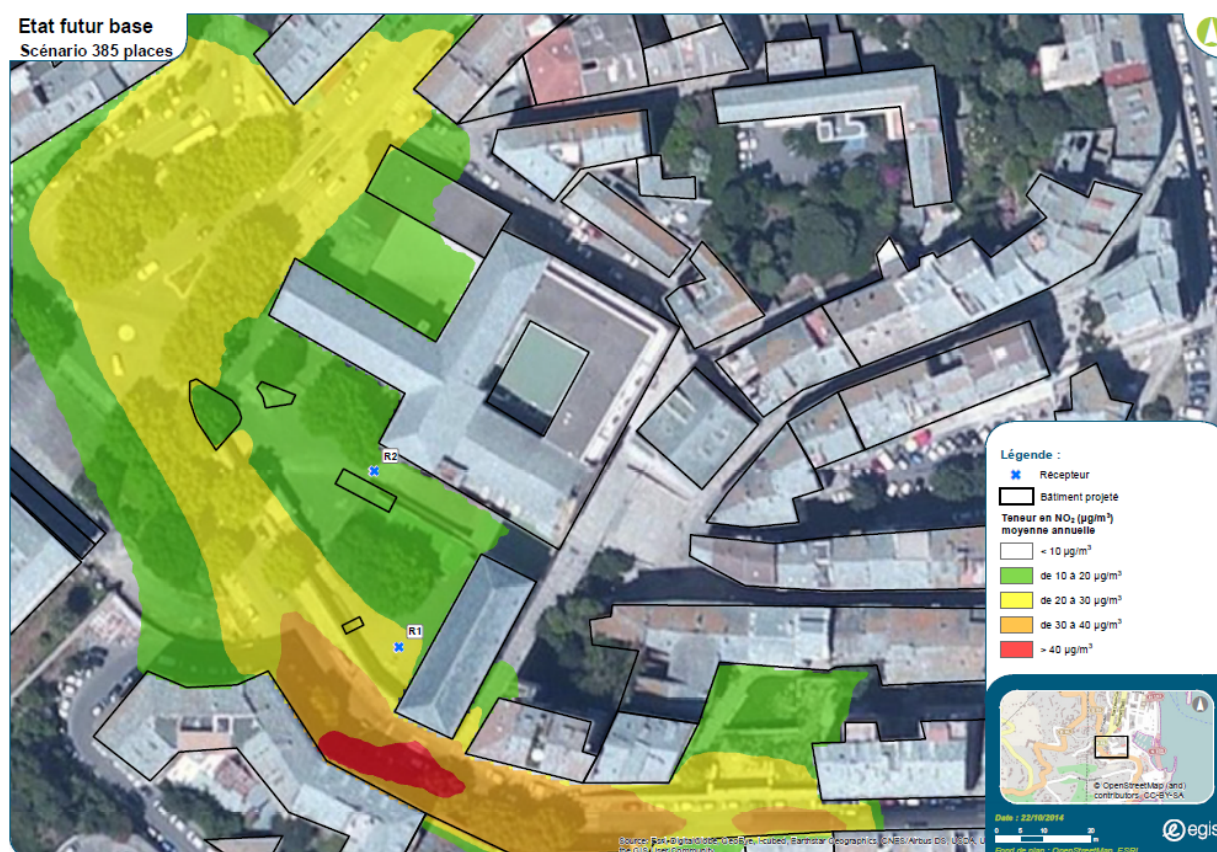


Figure 12 : Concentration en NO_2 – Etat futur base – Scénario 385 places

Parking GAUDIN

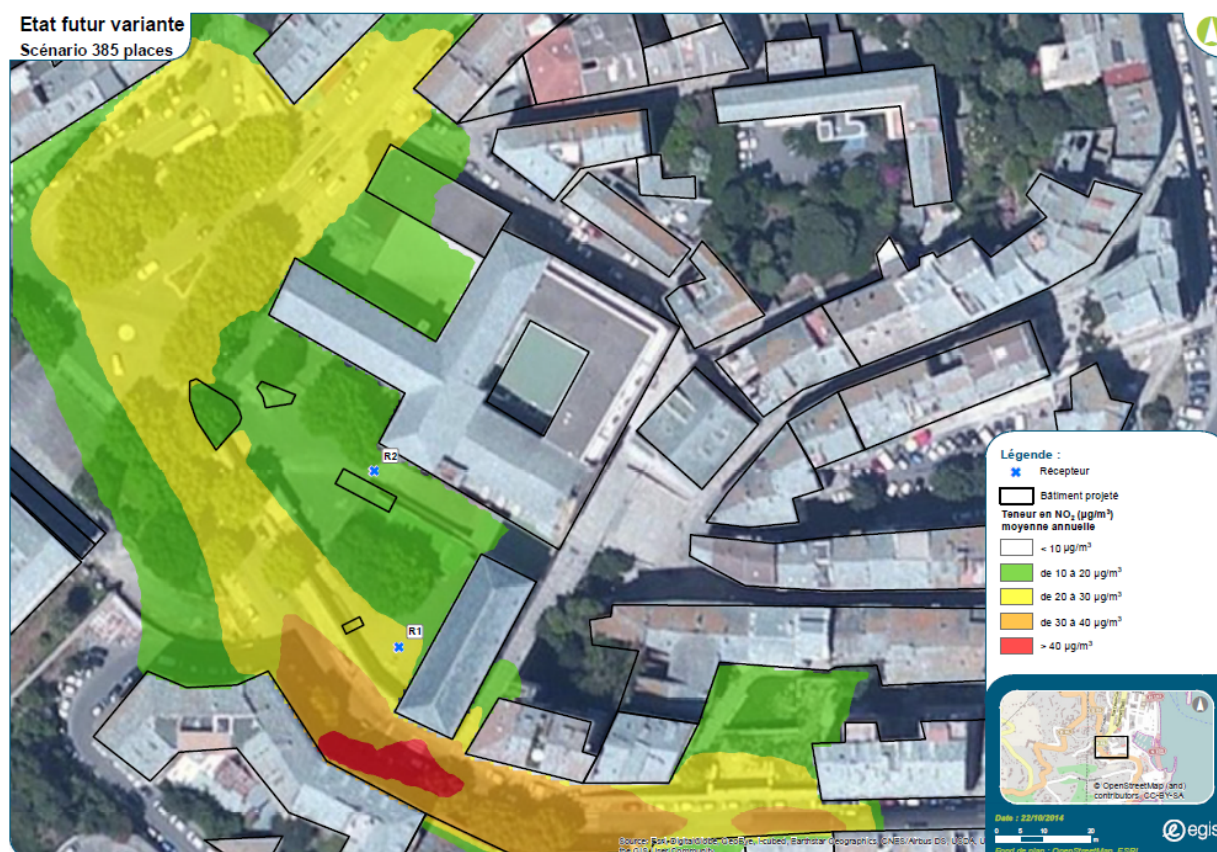


Figure 13 : Concentration en NO₂ – Etat futur variante – Scénario 385 places

Ainsi, d'après ces résultats, (avec parking – hypothèse de fréquentation maximale) :

- Dans l'état initial, les concentrations en NO₂ en moyenne annuelle sont **inférieures à la valeur limite de qualité de l'air au niveau des établissements scolaires et au niveau des zones d'habitations**. Des dépassement peuvent être observés au niveau de la voirie.
- Dans l'état futur, avec une **hypothèse maximale** de fréquentation du parking, les concentrations en NO₂ en moyenne annuelle sont **inférieures à la valeur limite de qualité de l'air au niveau de l'école et au niveau des zones d'habitations**. Les dépassements sont en effet observés uniquement au niveau de la voirie même, sur une zone très localisée.
- Les concentrations en NO₂ en moyenne annuelle sont sensiblement identiques quelle que soit la configuration du rejet de la ventilation (à 3,5 mètres ou 15 mètres de hauteur). Ceci s'explique **par la contribution prépondérante du trafic routier aux teneurs ambiantes ; le rejet de la ventilation du parking ayant une contribution négligeable sur les concentrations ambiantes.**

Parking GAUDIN

Le tableau suivant présente les concentrations en NO₂ aux points récepteurs R1 et R2 localisés sur les cartes précédentes et représentatifs des populations sensibles fréquentant l'école. Ces points récepteurs sont dans tous les scénarios à une hauteur de 1m70 par rapport au sol et ne sont donc pas à la même altitude dans l'état initial (NGF) et dans les états futurs (NGF).

Scénario		NO ₂ µg/m ³	
		Récepteur école (R1)	Récepteur collège (R2)
Etat initial		22,8	14,2
Parking Base	385 places	22,3	12,3
	303 places	22,2	12,2
Parking Variante	385 places	22,6	11,6
	303 places	22,5	11,5

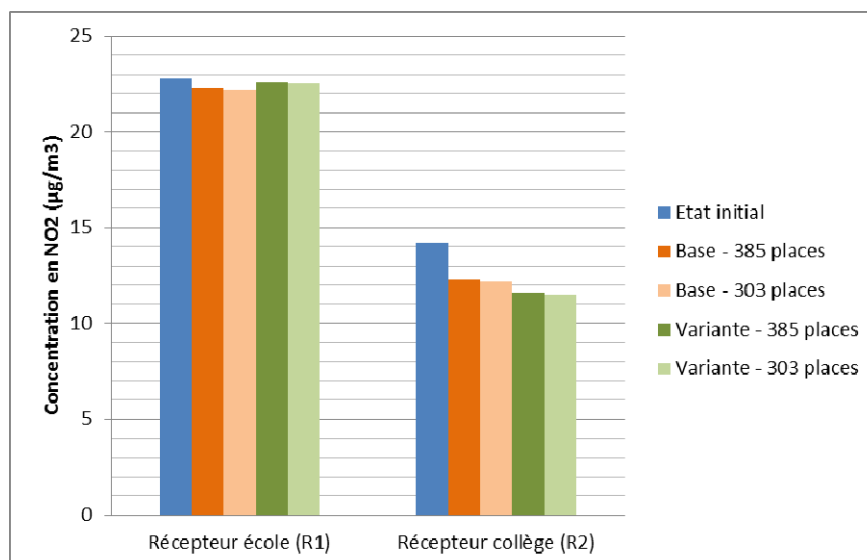


Tableau 9 : Résultats des simulations de dispersion atmosphérique

Ces résultats amènent les commentaires suivants :

- Les concentrations en NO₂ sont très similaires pour tous les scénarios et les résultats ne sont significativement pas différents pour :
 - les 2 configurations de rejet (Base et Variante),
 - les deux hypothèses de fréquentation du parking (303 ou 385 places)
- Les concentrations en NO₂ sont légèrement supérieures dans l'état initial (notamment au niveau du point récepteur 2), probablement du fait d'une accumulation des masses d'air dans la cour actuelle située en contrebas de la voirie.

3.3.2. BENZENE

Les résultats concernant le benzène, sont présentés au niveau des récepteurs R1 et R2 pour les 5 scénarios dans le tableau ci-dessous.

Scénario		Benzène $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Récepteur école (R1)	Récepteur collège (R2)
Etat initial		0,52	0,51
Parking Base	385 places	0,52	0,52
	303 places	0,52	0,52
Parking Variante	385 places	0,52	0,52
	303 places	0,51	0,51

D'après ces résultats, les concentrations en benzène aux points récepteurs ne sont pas significativement différentes selon les scénarios, et identiques à l'état initial.

4. CONCLUSION

En conclusion de cette étude :

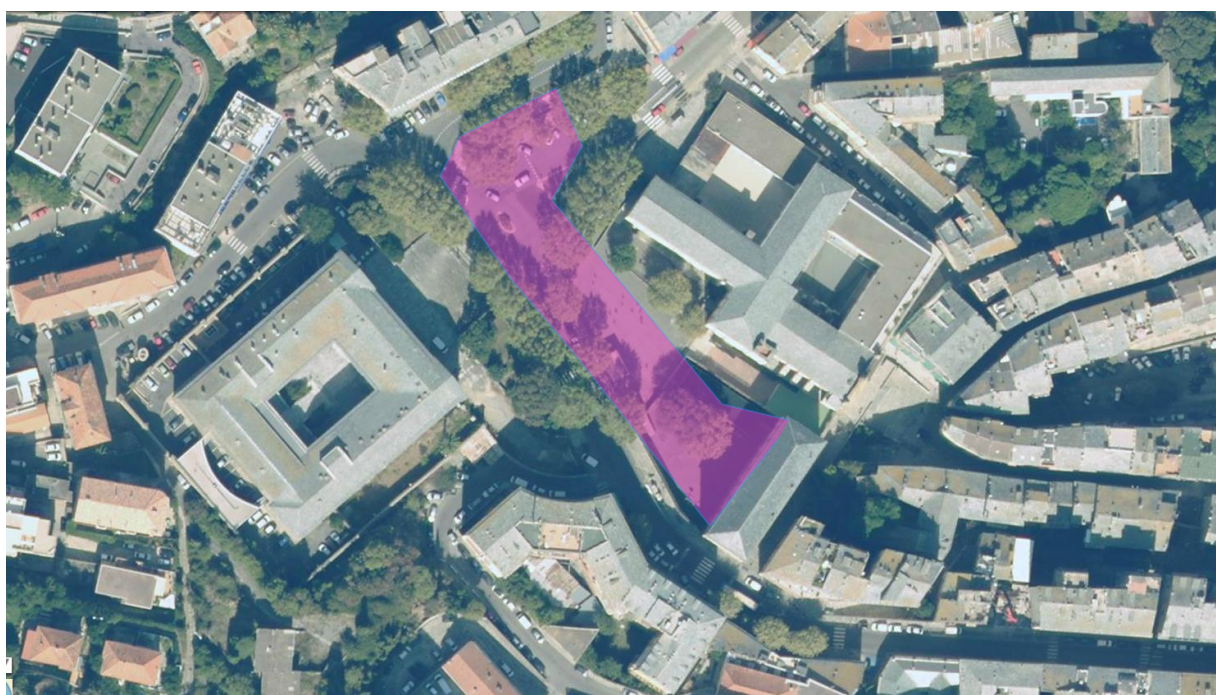
- La qualité de l'air actuelle autour du projet du parking Gaudin est comparable à la qualité de l'air observée dans les villes moyennes françaises.
- Les deux configurations de rejets et de capacité du parking n'apportent pas de différences significatives.
- La réalisation du parc de stationnement n'affecte pas la qualité de l'air dans les cours des établissements scolaires.

Ainsi, l'impact du parc de stationnement Gaudin sur la qualité de l'air apparaît comme très faible voire non significatif au niveau du quartier.

PROJET : Construction d'un parking souterrain

LIEU : Boulevard Gaudin, 20 000 BASTIA

DEMANDEUR : Mairie de Bastia



Numéro d'affaire	Indice	Date	Nombre de pages	Rédigé et vérifié par	Etabli par	Mission Géotechnique
021015138	E	19/05/2016	52	Eric Grabowski	L.GUSTIN J.N Lemot M.Firmat A.Grabowski A.Schneider	Rapport de sol

PLAN DU RAPPORT

1. CADRE DE L'INTERVENTION	3
1.1 Intervenants.....	3
1.2 Localisation du projet	3
1.3 Projet	3
2. INVESTIGATIONS	4
2.1 Campagne d'investigations préliminaires	4
2.2 Campagne de reconnaissances de sols	4
2.3 Aspect géologique et géo-mécanique.....	6
2.4 Prospection géophysique par sismique réfraction	7
2.5 Aspect hydrogéologique.....	13
2.6 Sollicitations sismiques	13
2.7 Analyses et recommandations pour les terrassements	14
2.8 Mur de soutènement	14
2.9 Conclusion.....	15
Annexe 1 – Classification des missions géotechniques type.....	17
Annexe 2 – Présentation des sondages	23
Annexe 3 – Analyse laboratoire sur échantillon.....	47

1. CADRE DE L'INTERVENTION

1.1 Intervenants

FONCTION	ORGANISME	CONTACT	DIFFUSION
Maîtrise d'Ouvrage	Mairie de Bastia Bastia Aménagement	M.BARBONI flb.barboni@bastia-amenagement.com	X
		M.DECASALTA p.decasalta@bastia-amenagement.com	X
Assistant à Maitrise d'Ouvrage	Asco-Consulting	M.GOLLY m.golly@asco-consulting.com	X
Etude Géotechnique	Rocca e Terra	M.GRABOWSKI eric.grabowski@rocca-e-terra.com	X
B.E structure			
Entreprise			

1.2 Localisation du projet

Le projet se situe boulevard Gaudin sur la commune de Bastia, dans le département de la Haute-Corse. Il se situe sous l'emplacement des cours des établissements scolaires Collège Vinciguerra et Ecole Gaudin.

1.3 Projet

Le projet consiste à construire un parking souterrain de 200 à 300 places avec aménagements suivant son emprise au sol. Par la suite la partie supérieure sera réaménagée au-dessus d'une dalle de couverture.

Les sujétions d'exécution sont liées à la présence des bâtiments mitoyens d'un côté et du boulevard Gaudin de l'autre.

2. INVESTIGATIONS

2.1 Campagne d'investigations préliminaires

Sur l'emprise du projet, des sondages ont été réalisés au niveau altimétrique des cours des enceintes scolaires.

Cette étude a comporté la réalisation des investigations géotechniques suivantes :

- 4 sondages destructifs avec essais pressiométriques descendus entre 15 et 20 m par rapport au terrain naturel,

2.2 Campagne de reconnaissances de sol

Afin de préciser, le niveau d'assise des fondations et d'avoir une indication sur les horizons du sol au niveau de l'emprise potentiel du projet, nous avons réalisé des reconnaissances géotechniques et géophysiques.

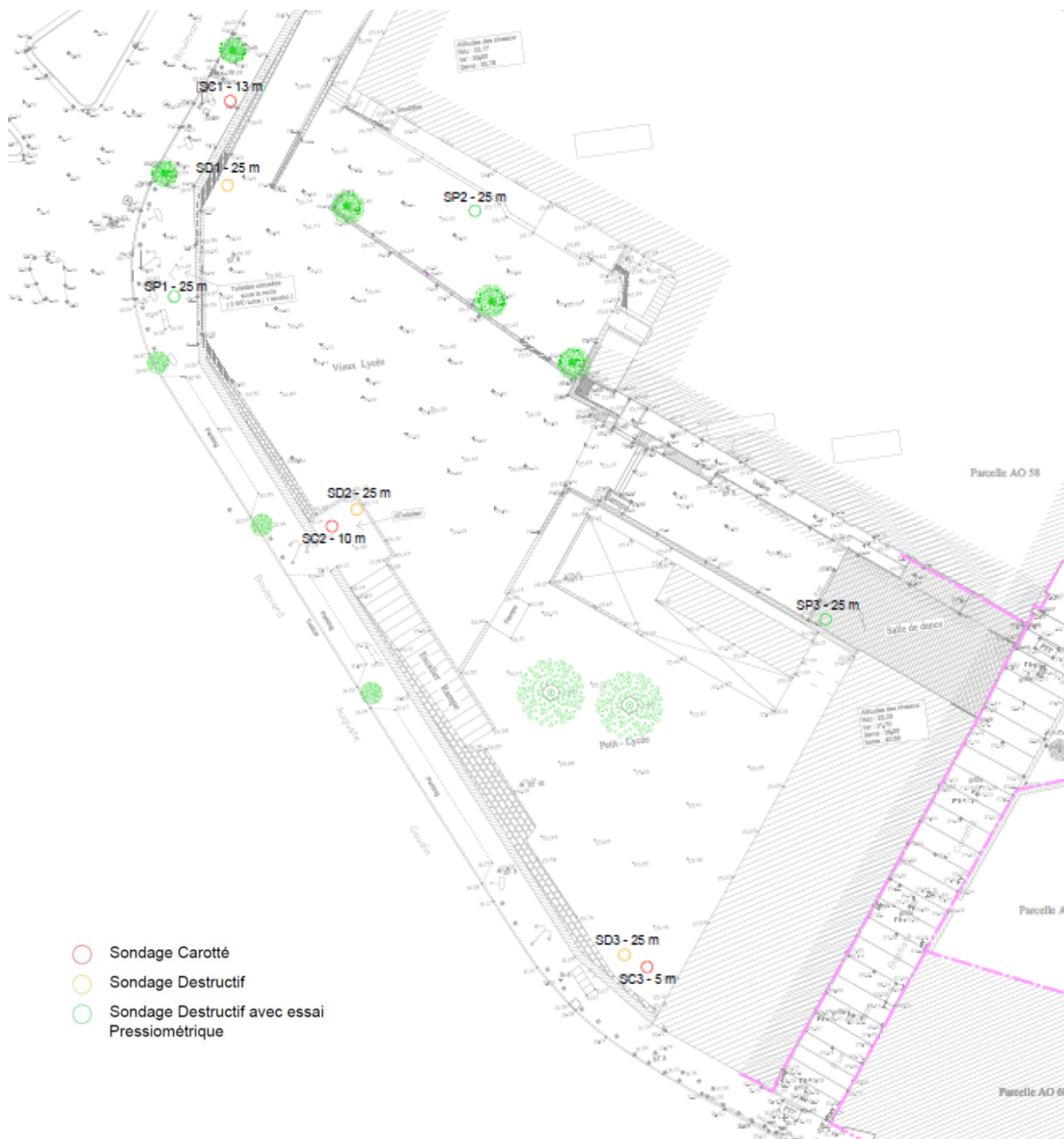
Ces investigations ont été réalisées du 23 février 2015 au 9 Mars 2015 :

Les sondages ont été réalisés au niveau altimétrique des cours des enceintes scolaires.
(Se référer aux tableaux des cotes altimétriques, page suivante).

Les sondages réalisés in situ sont :

- 3 sondages carottés, descendus entre 6 et 13 mètres de profondeur par rapport au terrain naturel, notés SC1, SC2 et SC3. Initialement ses sondages étaient prévus à 25 m. La dureté du quartz rencontrée a freiné la progression des carottages. Etant donné le délai imparti, et les circonstances (travaux à réaliser pendant la période scolaire) nous avons poursuivi les forages en destructif jusqu'à 25 m pour vérifier les horizons rencontrés. (but initial)
- 3 sondages destructifs complémentaires de 25 m dans les sondages carottés ou à proximité. Notés SD1, SD2 et SD3.
- 3 sondages destructifs avec essais pressiométriques, descendus à 25 mètres de profondeur par rapport au terrain naturel, notés SP1, SP2 et SP3
- 2 essais de compression (Rc)
- 1 identification dans les remblais

Implantation des sondages (plans topographiques en pièce jointe)



Altimétrie des têtes de sondage, rattachée aux cotes NGF FMM'

Point	Z
SC.1	28.56m
SP.2	25.76m
SP.1	26.91m
SD.1	26.97m
SC.2	26.84m
SD.2	26.84m
SC.3	25.44m
SD.3	25.44m
SP.3	25.05m

2.3 Aspect géologique et géo-mécanique

Les sondages carottés et destructifs, réalisés dans le cadre de la mission G2 ont permis de mettre en évidence :

- Des remblais, très hétérogènes contenant des graviers, des argiles et des blocs de quartzite et localement du béton.

Les essais pressiométriques donnent les résultats suivants :

$$1 < E_m < 13.2 \text{ MPa}$$

$$0.12 < PI < 0.71$$

- Un substratum de quartzite, d'une grande dureté, cependant fracturé.

Les essais pressiométriques donnent les résultats suivants :

$$25.7 < E_m < 272 \text{ MPa}$$

$$PI > 2.5 \text{ MPa}$$

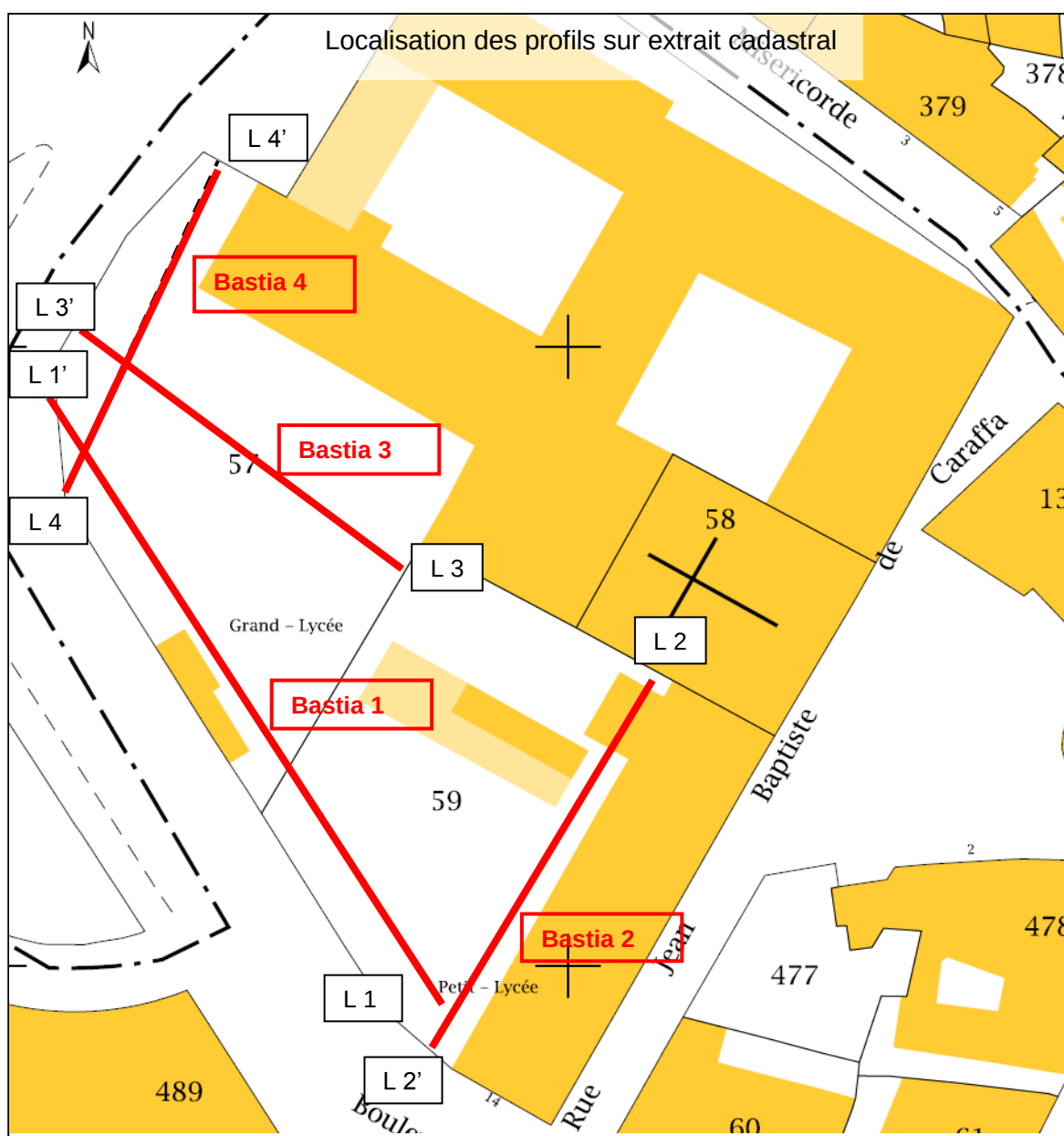
Les résistances à la compression sont de 46.7 et 30.7 MPa

2.4 Prospection géophysique par sismique réfraction

La deuxième phase de notre étude a consisté en la réalisation de 4 **profils sismiques**, réalisés le 06 Mars 2015, avec un système d'acquisition sismique de type PASI 16S12-16S24 N 12 traces et 12 géophones 10 Hz reliés par l'intermédiaire d'une flûte sismique 1x12 traces.

Les profils ont été répartis sur l'ensemble du site et disposés de façon à couvrir le maximum de terrain.

Les profils ont été implantés au droit des cours du collège et sont globalement horizontaux, hormis le profil Bastia4.



Cotes altimétriques du début et fin de lignes

Point	Z
L 3	25.97m
Bastia 3	
L 3'	27.00m

Point	Z
L 1	25.27m
Bastia 1	
L 1'	27.14m

Point	Z
L 2	25.02m
Bastia 2	
L 2'	25.37m

Point	Z
L 4	27.08m
Bastia 4	
L 4'	30.74m

Paramètres des profils sismiques

Les caractéristiques géométriques de ces profils sont décrites dans le tableau et le schéma ci-dessous :

Profil	<i>Bastia1</i>	<i>Bastia2</i>	<i>Bastia3</i>	<i>Bastia4</i>
Nombre de géophones	12	12	12	12
Longueur (distance G1 / G12)	60m	33m	33m	33m
Espacement entre géophones	5m	3m	3m	3m
Nombre de tirs	5	5	5	5
Emplacement des tirs directs et inverses (T1-T5)	0m / 65m	0m / 37m	0m / 39m	0m / 38m
Emplacement des tirs intermédiaires (T2 - T3 - T4)	17.5m – 32.5m – 47.5m	10.5m – 19.5m – 28.5 m		

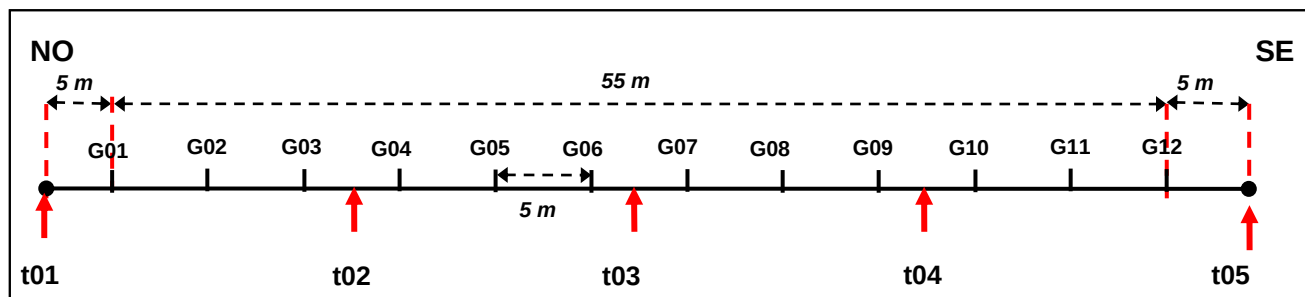


Schéma du profil sismique **Bastia1**

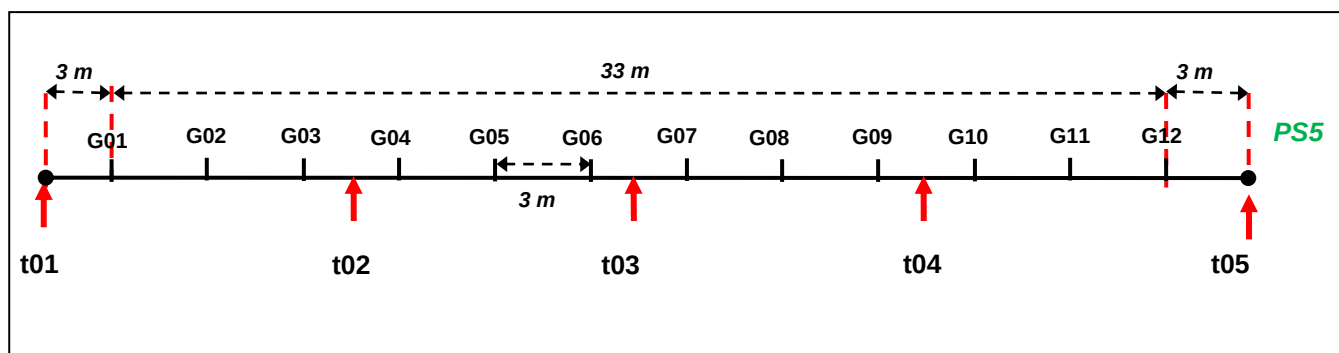


Schéma des profils sismiques **Bastia2**, **Bastia3** et **Bastia4**

Analyse des profils sismiques

Le profil **Bastia1** a été déployé à cheval entre les deux cours du collège.

Le profil **Bastia2** a été réalisé dans la cour Sud-Est, de façon à longer le bâtiment existant. Ce profil suit donc un axe SO/NE.

Les profils **Bastia3** et **Bastia4** ont été faits dans la cour Nord-Ouest du Collège, ainsi, le profil **Bastia 3** suit un axe SE/NO et le profil **Bastia4** un axe SO /NE en suivant la rampe d'accès à l'avenue située en contre-haut.

La modélisation réalisée à partir du pointé des premières arrivées des ondes P traduit pour l'ensemble des profils la présence de deux/trois horizons différents.

Le premier horizon (en rose) correspond à des formations de recouvrement vraisemblablement composées de remblais à blocs compris dans une matrice sablo-argileuse. Cet horizon montre des épaisseurs globalement constantes, comprises entre 4m et 9m de profondeur en moyenne.

Le second horizon, intermédiaire (en jaune/vert), correspond à des formations plus compactes, les vitesses de propagation des ondes P augmentent avec la profondeur. Cet horizon met donc en évidence des formations de type quartzites altérées et fracturées.

Le troisième horizon (en bleu) correspond à des matériaux de bonne compacité correspondant vraisemblablement à des quartzites faiblement fracturés.

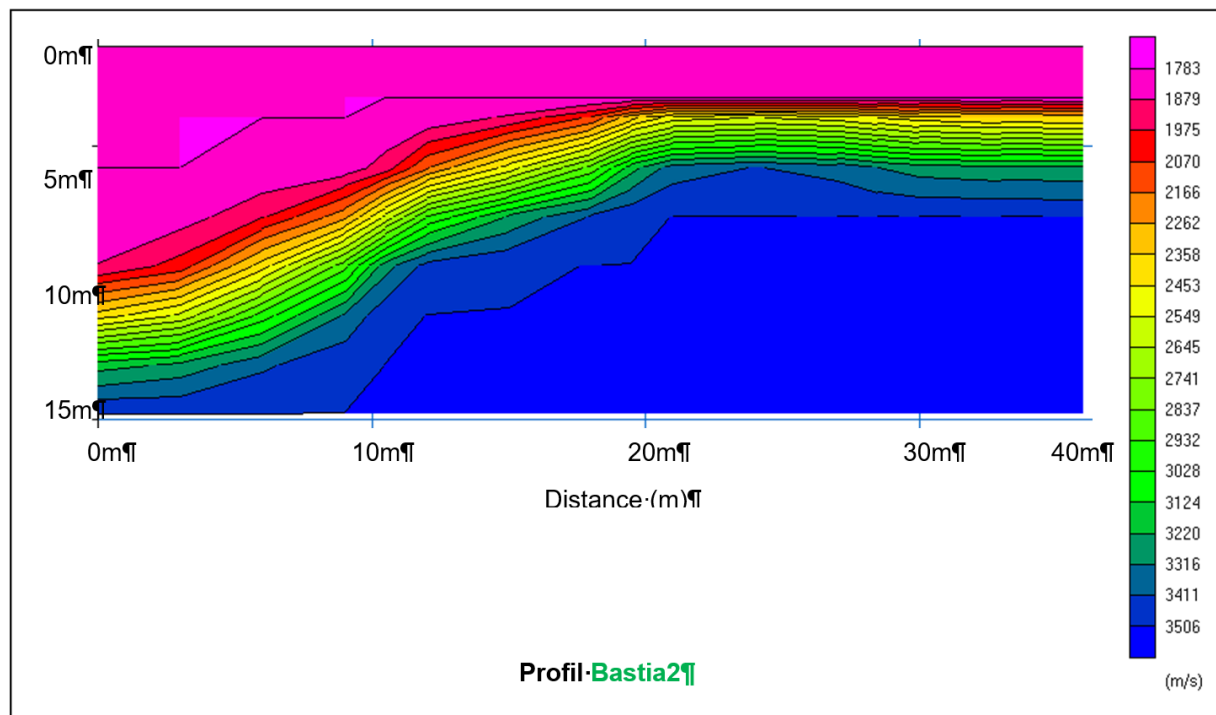
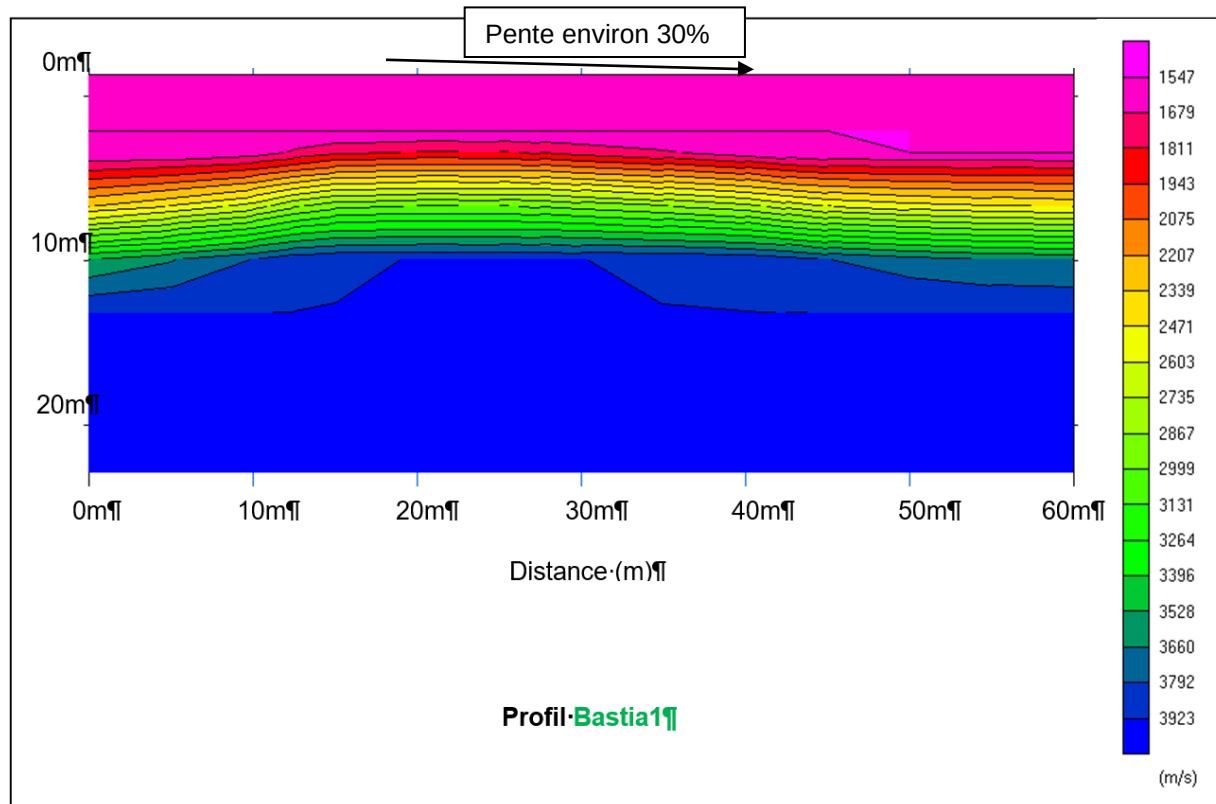
Les résultats de la modélisation montrent :

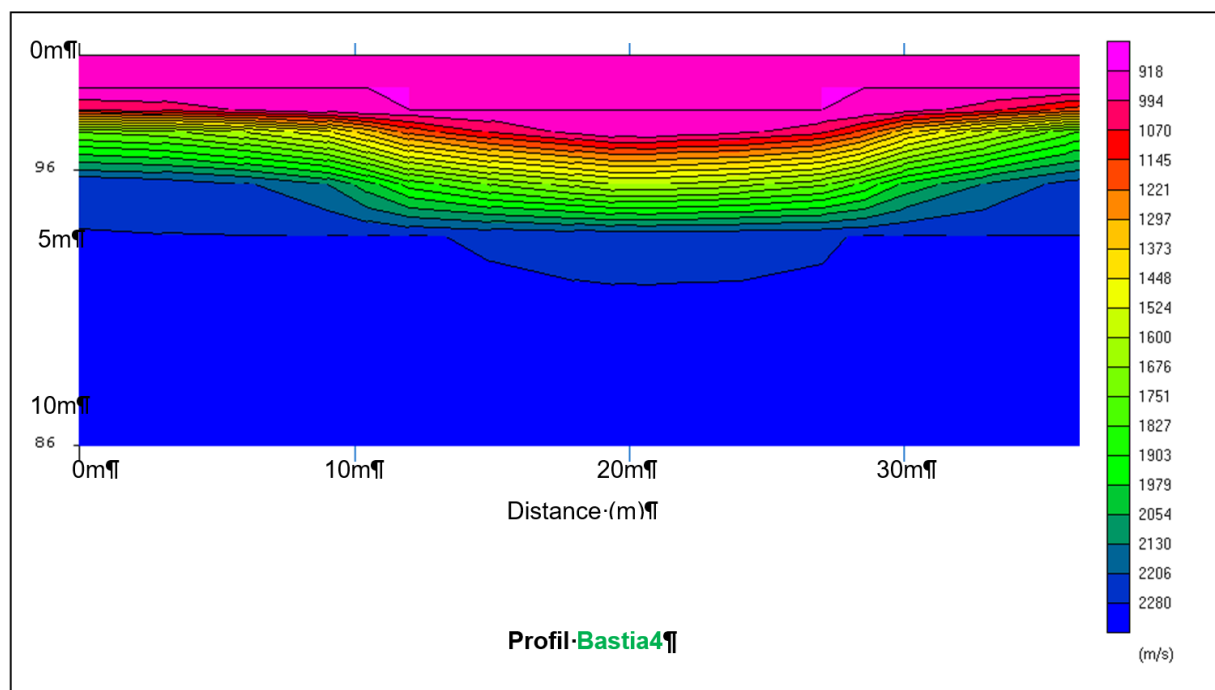
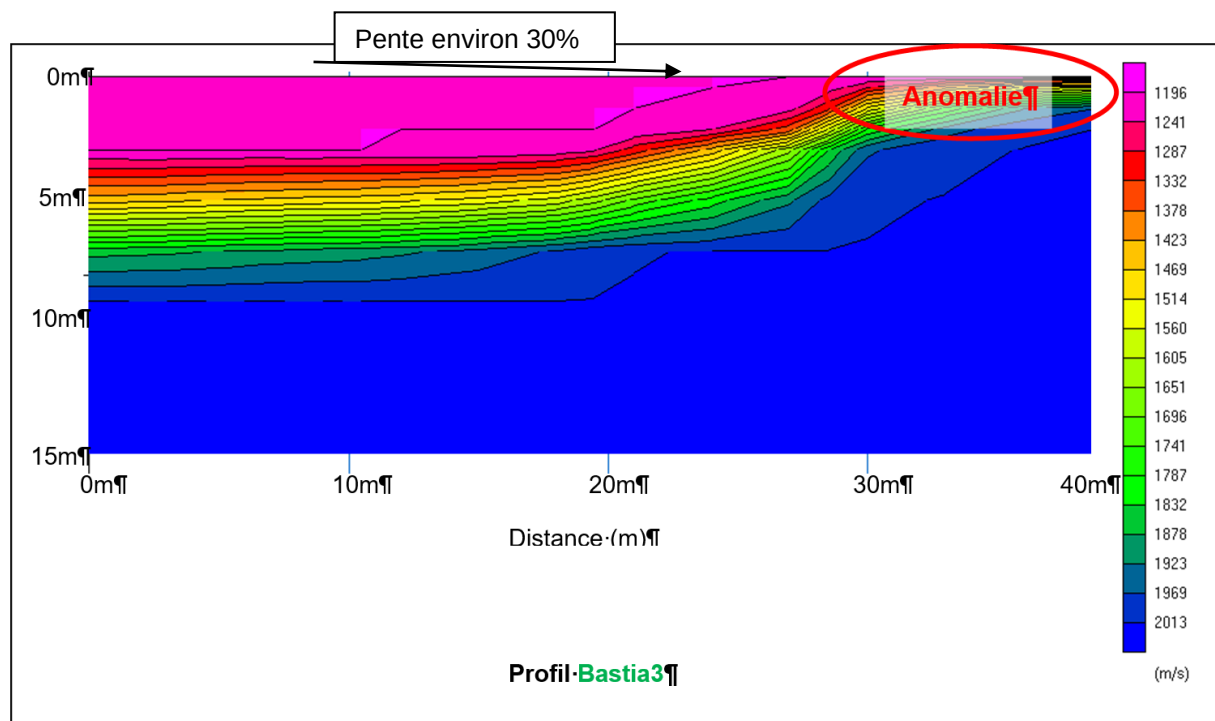
- **Horizon 1** : $V_{p1} = 1\,300$ m/s en moyenne, correspondant à des **sols granulaires lâches**,
- **Horizon 2** : $V_{p2} = 2\,000$ m/s en moyenne, correspondant à des **roches altérées et fracturées, sols cohérents moyennement compacts**,
- **Horizon 3** : $V_{p3} = 3\,000$ m/s en moyenne, correspondant à des **roches plus ou moins saines faiblement non altérées, sols compacts**.

Les profils sismiques réalisés sont cohérents avec les sondages destructifs et les sondages carottés opérés à proximité. En effet, ces derniers mettent en évidence une épaisseur de remblais, qui peut être importante dans certains secteurs, poursuivie en profondeur par des quartzites altérées et fracturées avant de devenir massives.

Dans un contexte urbain comme celui-ci, le fond sonore de la ville et l'ouvrage du Guadello à proximité ont engendré un brouillage partiel du signal. Le RMS (Root Mean Square) qui définit le taux d'erreur des profils peut être important, les limites des horizons sont donc à prendre avec précaution.

Le fond sonore de la ville et les ouvrages existants ont également engendré une anomalie. Celle-ci a été remarquée sur le profil **Bastia3**. Elle est liée à la présence d'une dalle béton qui doit être ferrillée, ainsi, les ondes se sont propagées plus rapidement dans cette dalle que dans le milieu sous-jacent.





Les différents sondages et les profils sismiques permettent de situer le substratum rocheux (hors anomalie du massif béton traversé par le sondage SC1) entre 3.0 m et 11.0 m par rapport au niveau des cours des écoles situées approximativement entre 25.5 et 27.0 mNGF. Le toit du substratum se situe donc entre les côtes extrêmes 22.5 et 15.3 NGF sur la base des reconnaissances effectuées.

2.5 Aspect hydrogéologique

Lors des investigations géotechniques, des niveaux d'eau ont été observés entre 11.0 m et 14.5 m par rapport à la tête des sondages. Ces cotes concernent à priori les niveaux bas des parkings.

Il s'agit vraisemblablement d'écoulements qu'il faudra drainer et diriger vers un exutoire gravitaire (ou par relevage). Des tubes piézométriques non exploités sont utilisables, nous avons demandé à la maîtrise d'ouvrage de relancer l'exploitation. Les résultats devront être fournis afin de prendre en compte l'aspect hydrogéologique.

Une étude hydrogéologique de JT.CHIARI et Z.ALAMI a été réalisée et montre qu'il s'agit en effet d'écoulements qui se situent à des cotes de 16.85 NGF et 18.75 mNGF, ces niveaux ont été trouvés entre 11.0 m et 14.4 m en date des investigations menées par Rocca e Terra. Les pompages réalisés montrent de très faibles débits. (Vidange rapide de 2 piézomètres sur trois).

Les calculs réalisés doivent prendre en compte ces écoulements qui se situent à l'interface remblais/rocher.

Un drainage périphérique permettra de récupérer les éventuels écoulements et de les diriger vers un exutoire (Guadello par exemple).

2.6 Sollicitations sismiques

Le projet étudié se situe en **zone sismique 1** suivant le décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010. D'après les caractéristiques du projet, la catégorie de l'ouvrage est de classe **III** (associée aux établissements scolaires proches).

2.7 Analyses et recommandations pour les terrassements

Le dispositif de drainage périphérique devra assurer partout la bonne évacuation des eaux souterraines afin d'éviter toute dégradation du sol de fondation et toute infiltration d'eau. On veillera à mettre en place une bonne étanchéité.

Les terrassements seront menés à l'aide de moyens classiques pour la formation de couverture et aux moyens de pelles puissantes pour les matériaux compacts et localement par micro minage ou ciment expansif compte tenu de la proximité des bâtiments. Immédiatement à l'aplomb du bâtiment existant, il devra être mis en œuvre des moyens moins destructifs pour éviter tout désordre sur les structures (sciage, fragmentation par ciment expansif par exemple).

Nous recommandons des essais préalables de ces procédés avant tout commencement des terrassements de grande masse dans le substratum.

Sur l'ensemble de la zone, les matériaux constituant le substratum seront d'une grande dureté, bien que fracturés. Seulement environ 2 m en tête de cette formation seront légèrement moins résistants.

2.8 Mur de soutènement

Compte tenu des profondeurs de fouille importantes, des soutènements provisoires seront à mettre en place. La faible compacité et l'hétérogénéité des matériaux de remblais imposent un mur rideau continu capable de maintenir ces terrains sans effondrement. Les dispositifs de soutènement périphérique provisoire et ou définitif devront prendre en compte les surcharge des bâtiments et chaussée existante.

2.9 Conclusion

Un maître d'œuvre spécialisé devra être chargé du suivi technique des différents aspects géotechniques de ce projet notamment concernant la mise en place des fondations. Si le projet évolue dans le temps les préconisations émises dans ce présent rapport devront être revues. Des soutènements et dispositions de drainages devront être prises en compte aux niveaux des avoisinants.

Nous rappelons que la construction autorisée est subordonnée aux conditions spéciales définies dans ce rapport qui prend en compte la zone d'influence.

Nous restons à la disposition des différents intervenants afin de préciser conjointement les modalités de ces travaux ou pour réaliser les missions complémentaires.

Ce rapport sol devra être enchaîné par des études géotechniques selon la norme NF P 94.500 par étape :

- Etude G2 AVProjet
- Etude G2 Projet
- Etude G3 Exécution
- Etude G4 de suivi

A Antisanti, Le 18/05/2016

CHARGE D'ETUDE : Louis GUSTIN (Ingénieur Géotechnicien)

J.N LEMOT (Ingénieur)

Marine FIRMAT (Ingénieur Géotechnicien)

Tiffany BAUDRION (Ingénieur Géotechnicien)

VALIDATION :

Le Responsable de Projet

Eric Grabowski



ANNEXES

Table des matières

Annexe 1 – Classification des missions géotechniques type.....	17
Annexe 2 – Présentation des sondages	23
Annexe 3 – Analyse laboratoire sur échantillon.....	47

Annexe 1 – Classification des missions géotechniques type

Extrait de la norme NF P 94-500 (30 novembre 2003)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entrent dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Etude de Site (ES)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS (avant-projet sommaire) pour une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques majeurs.

Phase Principes Généraux et Construction (PCG)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels), ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-Projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes de talus, fondations, assises de dallages et voiries, amélioration de sols, dispositifs généraux vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes de talus, fondations, assises de dallages et voiries, amélioration de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les seuils et une approche des quantités.

Phase DCE/ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des

ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives.

Phase Etude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assure le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, contrôles, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique du dossier des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et de suivi géotechnique d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposés par l'entrepreneur, du plan de contrôle du programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

Phase Supervision du suivi d'exécution

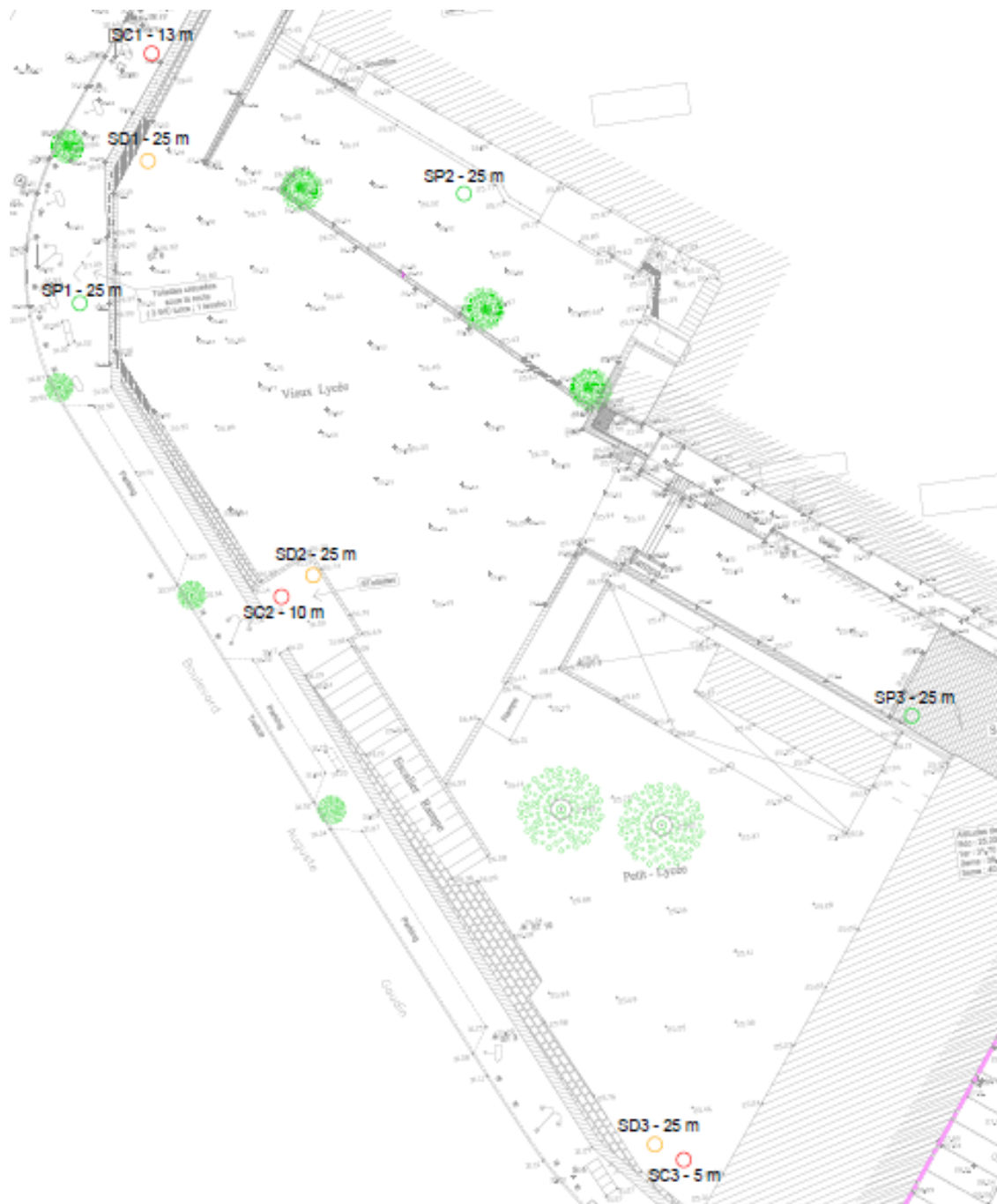
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), sur le comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

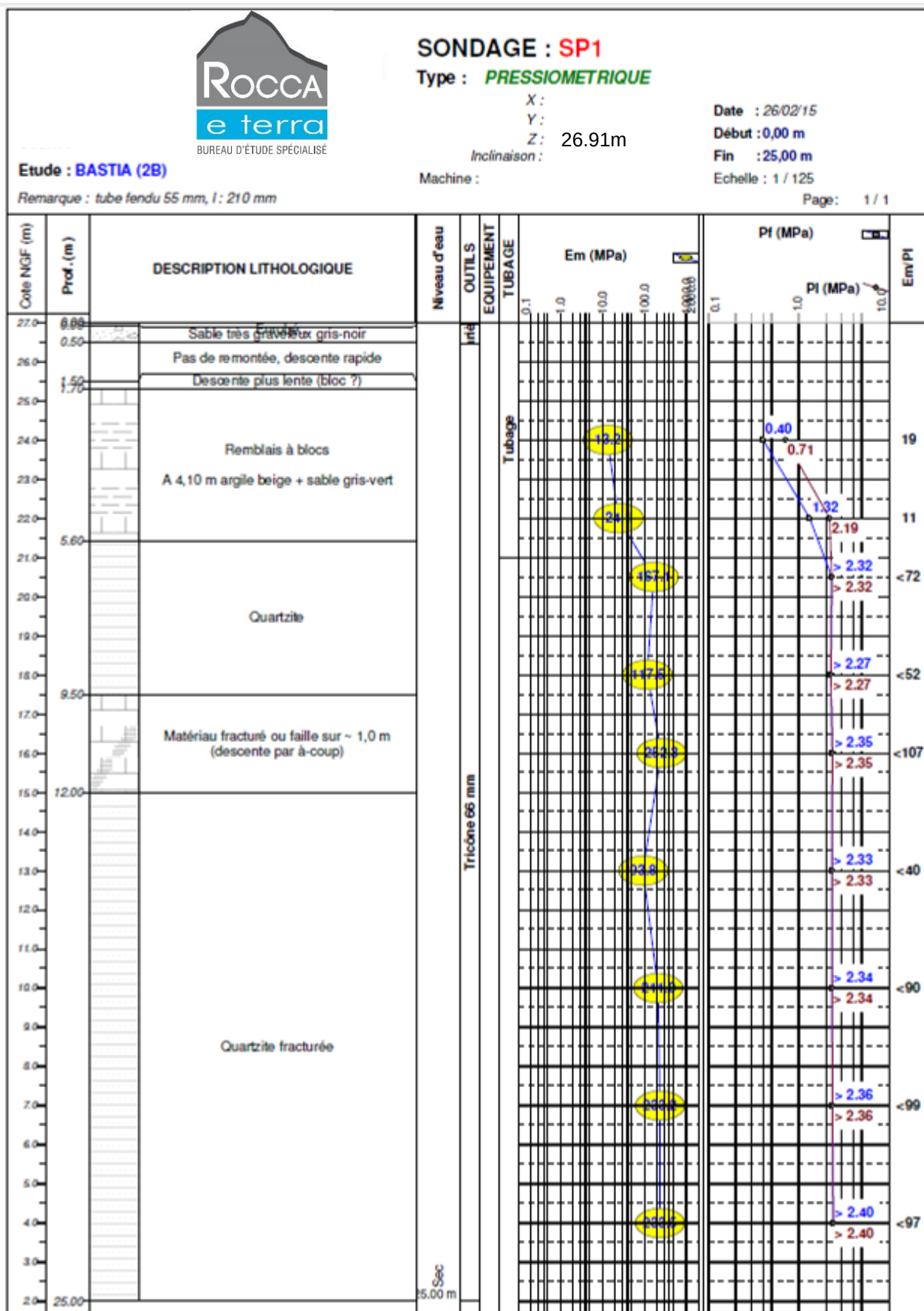
DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

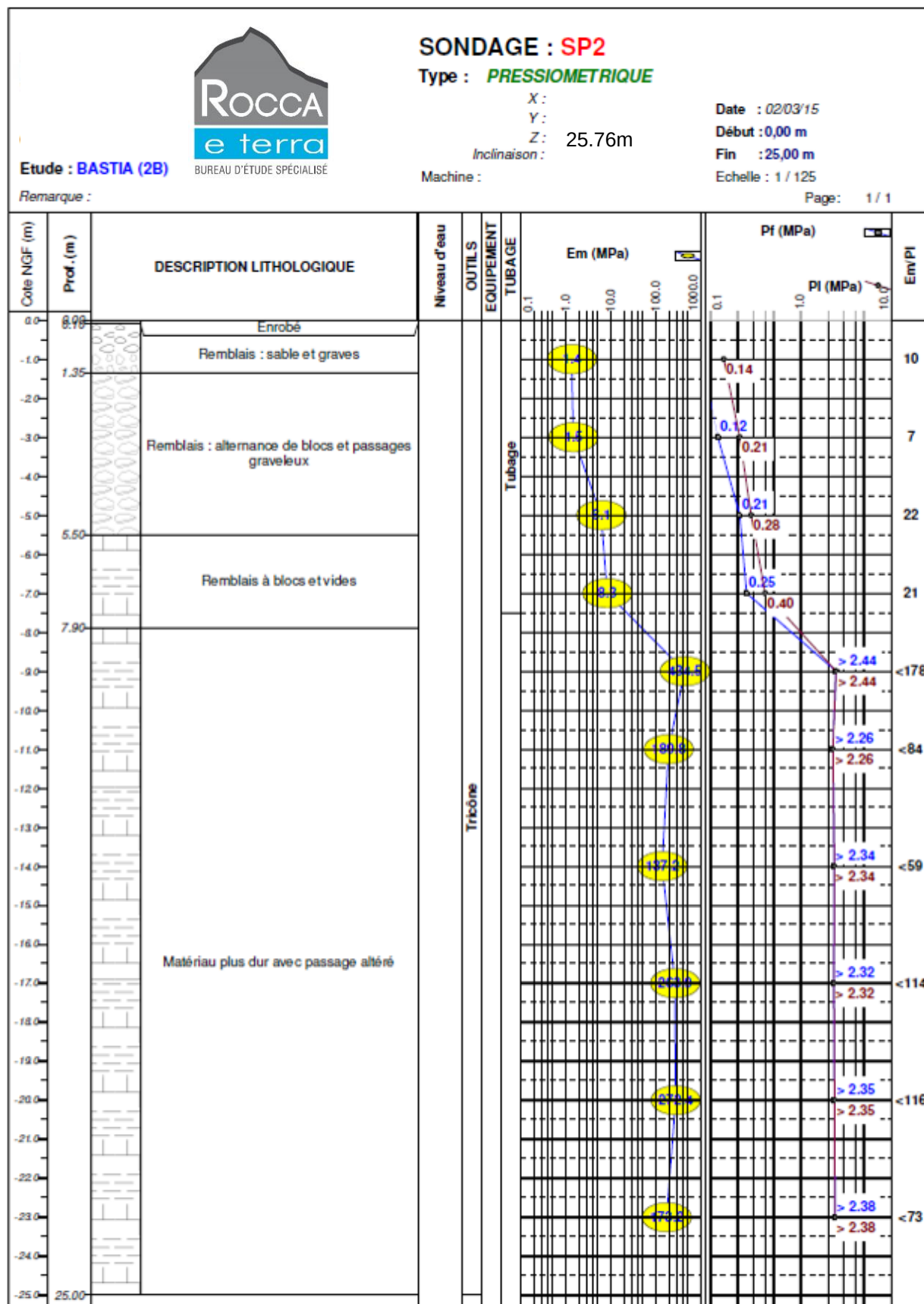
Pendant le déroulement d'un projet au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou de ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

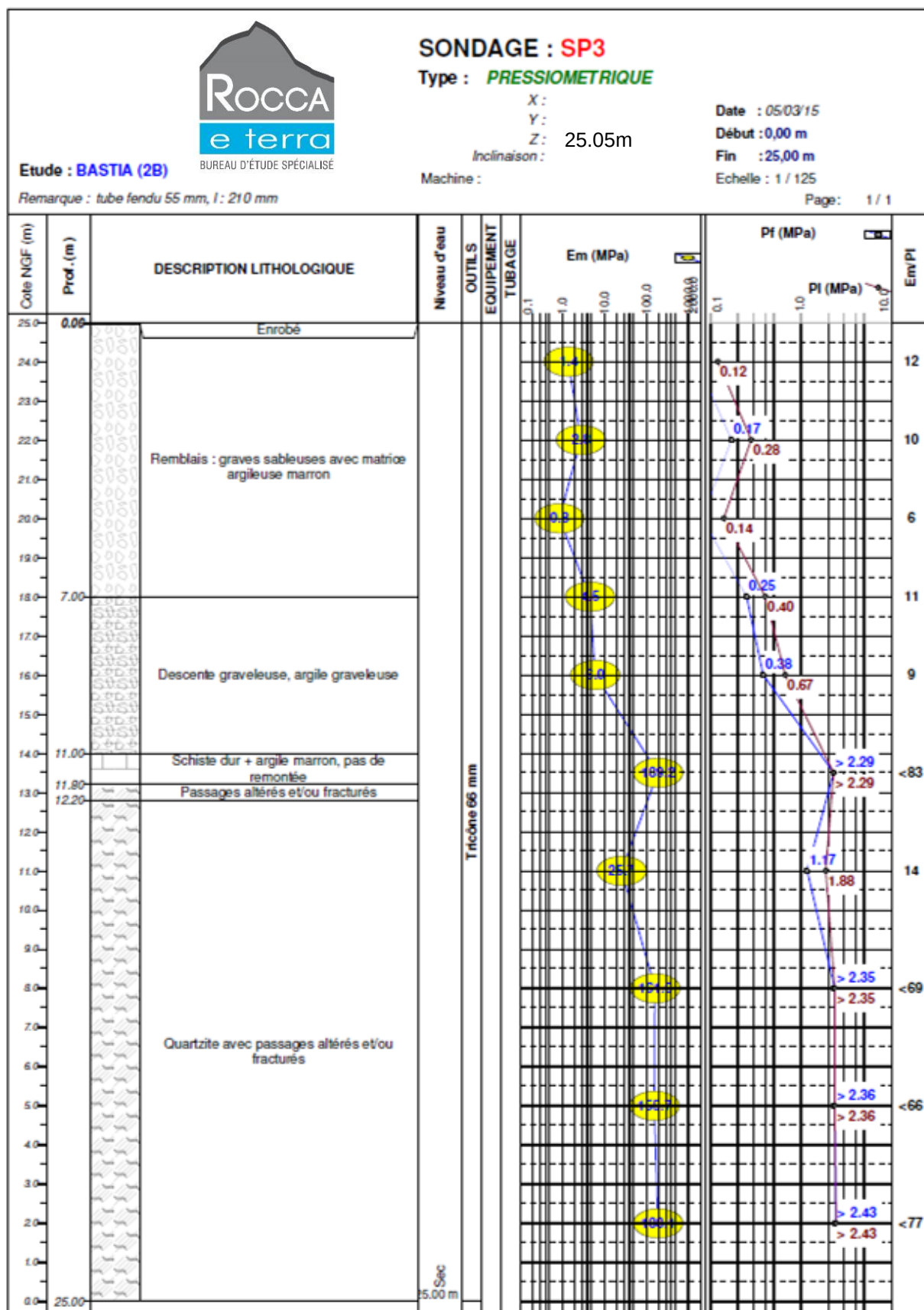
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant des études géotechniques de projet et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision, seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape2 et/ou 3).

Annexe 2 – Présentation des sondages







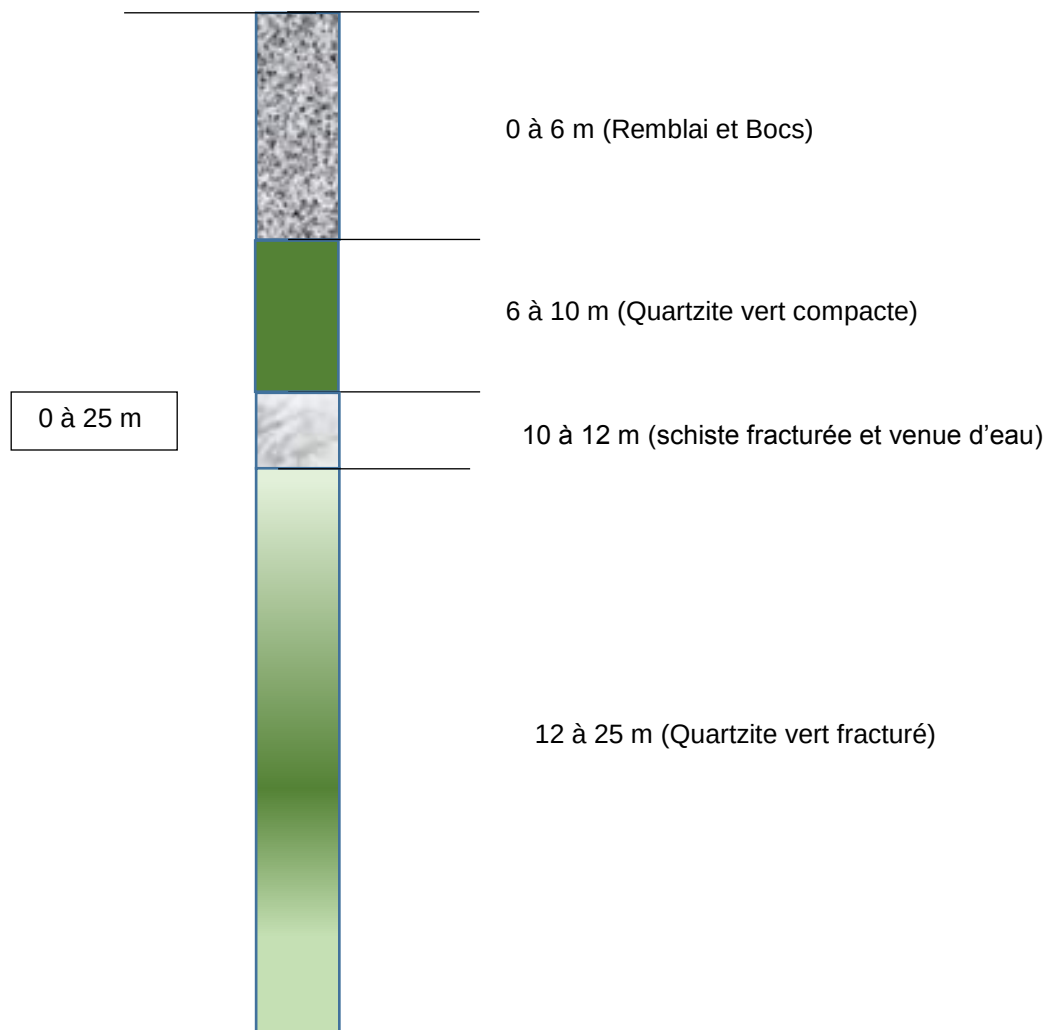


Sondage destructif SD1 NGF : Z (26.97m)

Foreur : Stephan Pascal

Date d'exécution : 6 /03/2015

Outil :MDF 115 MM

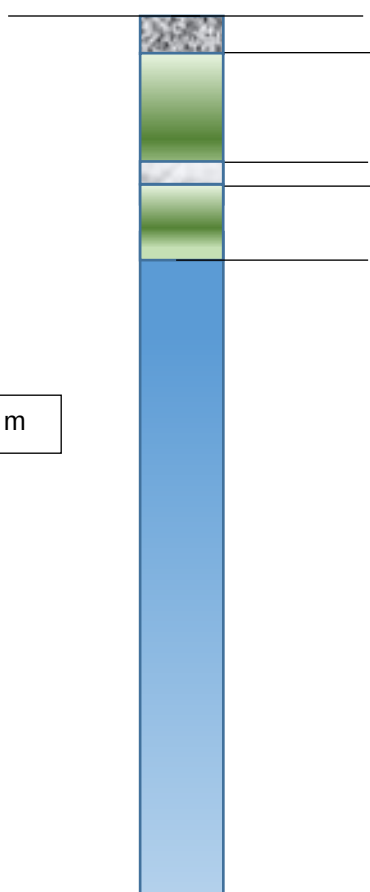


Sondage destructif SD2 NGF : Z (26.84m)

Foreur : Stephan Pascal

Date d'exécution : 6 /03/2015

Outil :MDF 115 MM



0 à 1 m (Remblai et Bocs)

1 à 5 m (Quartzite vert fracturé)

5 à 5.5 m (schiste fracturée et venue d'eau)

5 à 7.5 m (Quartzite vert fracturé)

0 à 25 m

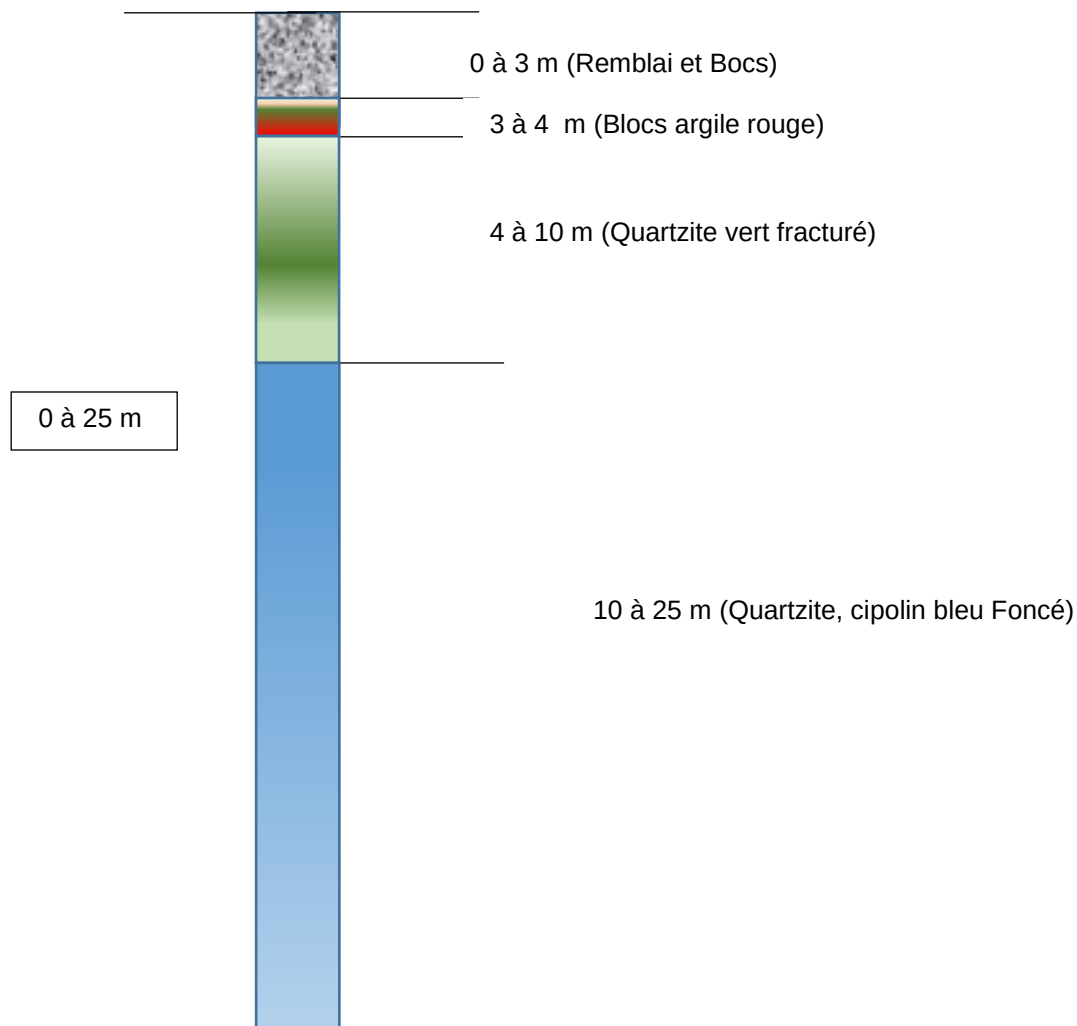
7.5 à 25 m (Quartzite, cipolin bleu Foncé)

Sondage destructif SD3 NGF : Z (25.44m)

Foreur : Stephan Pascal

Date d'exécution : 7 /03/2015

Outil :MDF 115 MM



SONDAGE CAROTTE SC1

Chantier : Parking gaudin

Localisation

- X :
- Y :
- Z : 28.56m

Echelle prof. : /

Nappe : /

Prof. (m)	NGF	Interprétation Lithologique	RESULTATS : Pf * - PL * - E			E/PL
			--x-- P.fluage	--o-- P.Limite	--O-- Module E (en MPa)	
			0.5	1	5	
1	0.05	Remblais : Blocs, briques et Graves				
2	2.00					
	2.20 Béton					
3		Remblais : Blocs, briques et Graves				
	3.50					
4		Bloc de cipolin bleu				
	4.00					
5		Remblais : Blocs, briques, graves et agriès				
6	6.00					
7						
		Béton + bloc bleu				
8						
9	8.80					
10						
11		Quartzite verdâtre fracturée				
12						
13	13.00					

OUTILS DE FORAGE

Carottier 116T à couronne diamant Øint 90 mm	3.00 m

TUBAGES

DATES D'EXECUTION

ESPRESS Version 5.98 - Dépouillement d'essais selon norme NF P 94-110

SONDAGE CAROTTE SC2

Chantier : Parking Gaudin

Localisation

- X :
- Y :
- Z : 26.84m

Echelle prof. : /

Nappe : /

Prof. (m)	RQD	Interprétation Lithologique	RESULTATS : Pf* - PL* - E			E/PL
			--x-- P.fluage	--o-- P.Limite	--O-- Module E (en MPa)	
			0.5	1	5	
1	15.00	0.08 Remblais : Blocs, briques et graves				
2		1.00 Quartzite avec beaucoup de fractures obliques et horizontales				
3	53.50	2.15 Quartzite verdâtre fracturée				
4		4.80 Zone très fracturée et altérée				
5	54.00	5.20 Quartzite verdâtre fracturée				
6		7.20 Quartzite/ Cipolin bleu foncé				
7	35.00	10.00				
8						
9	87.50					
10						

OUTILS DE FORAGE

Carottier 116T à couronne diamant Øint 80mm 10.00 m

TUBAGES

DATES D'EXECUTION

ESPRESS Version 5.95 - Dépouillement d'essais selon norme NF P 94-110

SONDAGE CAROTTE SC3

Chantier : Parking Gaudin

Localisation

- X :
- Y :
- Z 25.44m

Echelle prof. : /

Nappe : /

Prof. (m)	RQD	Interprétation Lithologique	RESULTATS : Pf* - PL* - E			E/PL
			--x-- P.fluage	--o-- P.Limite	--O-- Module E (en MPa)	
		0.04 Remblais : Blocs, briques et graves	0.5	1	5	
		0.20 Bloc de Quartzite				
1						
2		Remblais : Blocs, briques et graves				
3		2.00				
4		Argile rouge et blocs de quartzite verdâtre				
		4.00				
		Quartzite verdâtre fracturée				
		4.50				
5						

OUTILS DE FORAGE

Carottier 116T à couronne diamant Ø int 50mm 10.00 m	

TUBAGES

DATES D'EXECUTION

ESPRESS Version 5.95 - Dépouillement d'essais selon norme NF P 94-110

	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B) Nos réf. :
--	--

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE

SC1

Profondeurs : 0,05 à 3,00 m
Date de prélèvement :
Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE			
0,05 m	à	2,00 m	Remblais: blocs, briques et grave
2,00 m	à	2,20 m	Béton
2,20 m	à	3,00 m	Remblais: blocs, briques et grave

PHOTO



	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B)	Nos réf :
--	--	-----------

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC1
--

Profondeurs : 3,00 à 6,00 m
 Date de prélèvement :
 Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE			
3,00 m	à	3,50 m	Remblais: blocs, briques et grave
3,50 m	à	4,00 m	Blocs de dipoln
4,00 m	à	6,00 m	Remblais: blocs, briques, grave et argiles

PHOTO



	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B)	Nos réf. :
--	--	------------

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC1
--

Profondeurs : 6,00 à 8,00 m
 Date de prélèvement :
 Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE	
6,00 m à 8,00 m	Béton+bloc bleu

PHOTO



	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B) Nos réf. :
--	--

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC1
--

Profondeurs : 8,00 à 10,00 m
 Date de prélèvement :
 Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE	
8,00 m à 10,00 m	Quartzite verdâtre fracturée

PHOTO



	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B) Nos réf. :
--	--

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC1
--

Profondeurs : 10,00 à 12,00 m
 Date de prélèvement :
 Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE	
10,00 m à 12,00 m	Quartzite verdâtre fracturé



	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B) Nos réf. :
--	--

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC1
--

Profondeurs : 12,00 à 13,00 m
 Date de prélèvement :
 Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE	
12,00 m à 13,00 m	Quartzite verdâtre fracturé

PHOTO



Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B)		Noe réf. :
--	--	------------

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC2

Profondeurs : 0,00 à 2,15 m
Date de prélèvement :
Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE		
0,00 m	à	0,08 m
0,08 m	à	1,00 m
1,00 m	à	2,15 m
dallage Remblai: briques, blocs et graves Quartzites avec beaucoup de fractures obliques et horizontales		

PHOTO



Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B)	
Nos réf. :	

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC2

Profondeurs : 2,15 à 4,15 m
Date de prélèvement :
Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE	
2,15 m à 4,15 m	Quartzites verdâtre fracturée

PHOTO



	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B)
Nos réf. :	

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC2
--

Profondeurs : 4,15 à 6,05 m
 Date de prélèvement :
 Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE			
4,15 m	à	4,80 m	Quartzite verdâtre fracturée
4,80 m	à	5,20 m	zone fracturée et altérée
5,20 m	à	6,05 m	Quartzite verdâtre fracturée

PHOTO



	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B) Nos réf. :
--	--

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC2
--

Profondeurs : 6,05 à 8,00 m
 Date de prélèvement :
 Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE			
6,05 m	à	7,20 m	Quartzite verdâtre fracturée
7,20 m	à	8,00 m	Quartzite/Cipolin bleu foncé

PHOTO



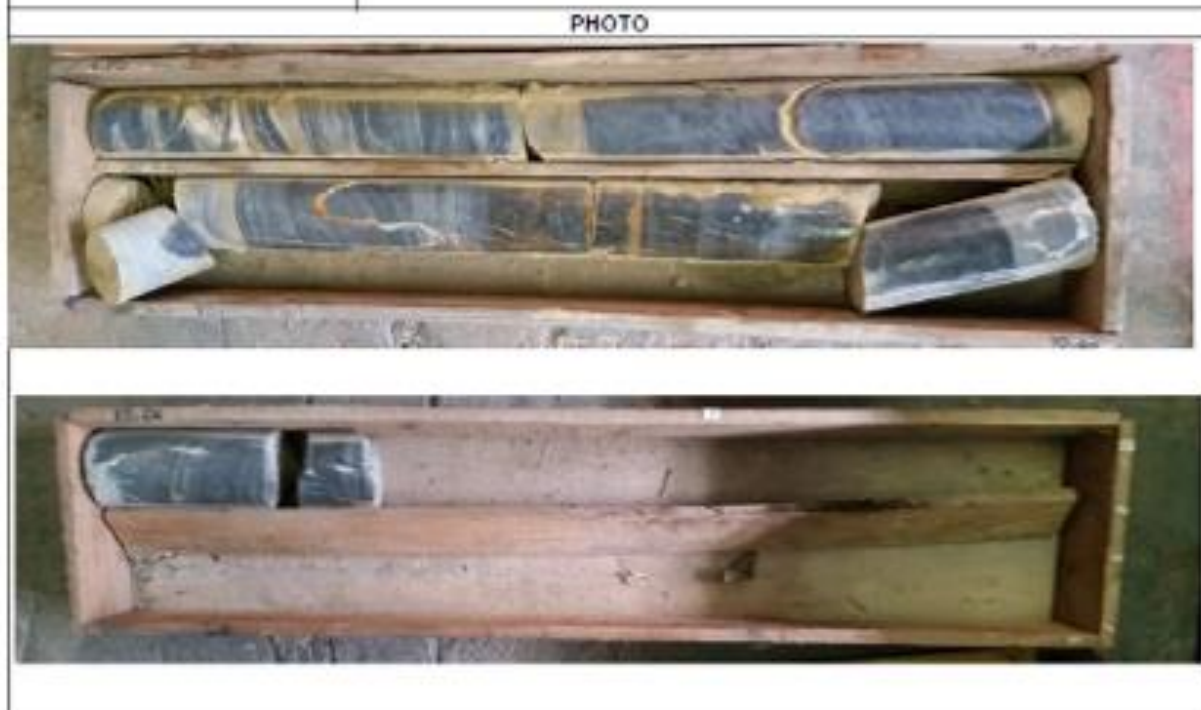
	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN Boulevard Gaudin (2B) Nos réf. :
--	--

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE SC2
--

Profondeurs : 8,00 à 10,00 m
 Date de prélèvement :
 Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE	
8,00 m à 10,00 m	Quartzite/Cipolin bleu foncé



Rue des Monts d'Or – ZAC de Follucques Sud 01700 MIRABEL 04 78 66 75 83	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN boulevard Gaudin (2B)	N°dossier : 2015-04-1
	Client :	Nos réf. :

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE

SC3

Profondeurs : 0,00 à 4,50 m
Date de prélèvement :
Observations :
Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE		
0,00 m	à	0,04 m
0,04 m	à	0,20 m
0,20 m	à	0,32 m
0,32 m	à	3,00 m
3,00 m	à	4,00 m
4,00 m	à	4,50 m
dallage Remblai: blocs, briques et grava bloc de quartzite Remblai: blocs, briques et grava Argile rouge et blocs de quartzite verdâtre quartzite verdâtre fracturé		

PHOTO



	Chantier : Parc de stationnement GAUDIN	Date :
	Boulevard Gaudin (2B)	N°dossier : 2015-04-1
	Client :	Nos réf. :

DESCRIPTION DES CAROTTES AU LABORATOIRE

SC3

Profondeurs : 4,15 à 5,15 m
Date de prélèvement :
Observations :

Opérateurs : MD

DESCRIPTION VISUELLE	
4,15 m à 5,15 m	Quartzite verdâtre fracturée

PHOTO



Annexe 3 – Analyse laboratoire sur échantillon

Client : CORSE - Bastia - Parking Gaudin

N° de
Nos réf :

RESISTANCE EN COMPRESSION UNIAXIALE SUR ROCHE - NF P 94 420

Etat de l'éprouvette : ☒ naturel ☐ altéré Date de l'essai : 01/04/15 Opérateur : MD




1 2 3 4 5 6

Réf. Sondage + profondeur	Nature de roche	Dimensions		Masse éprouvette	Teneur en eau	ρ humide (g/cm³)	Durée (min)	Force rupture	Contrainte rupture
		Dmm	Hmm						
SC2 -9,45/9,92m	Substratum gris	90	182	3039 g	0,26%	2,625	7'11	297,0 kN	46,7 MPa
SC2 -9,45/9,92m	Substratum gris	90	186	3146 g	0,37%	2,659	1'56	195,2 kN	30,7 MPa

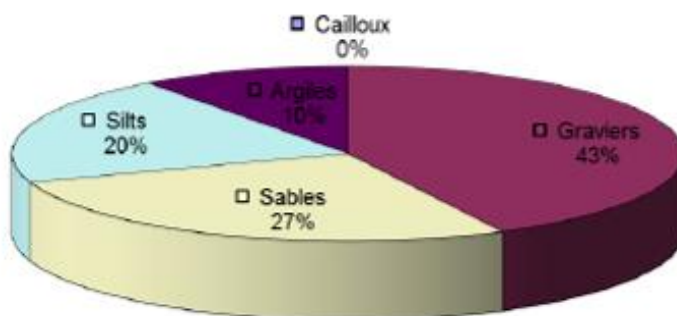
PV14

Bastia

Bilan des essais en laboratoire :

Echantillon N°		<i>Ech 1</i>
Sondage		SC3
Profondeur de prélèvement		3.10m – 3.30m
Teneur en eau W_{nat}		-
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W_L	36.11 %
	Limite de plasticité W_P	24.43 %
	Indice de plasticité I_P	11.69 %
	Indice de consistance I_c	-
Valeur au Bleu (V.B.S.)		2.01
Analyse granulométrique	D_{max}	28 mm
	D_{95}	12.50 mm
	D_{60}	2.50 mm
	D_{50}	1.10 mm
	D_{30}	0.080 mm
	D_{15}	0.0068 mm
	D_{10}	0.0025 mm
	Passant à 31,500 mm	100 %
	Passant à 2,000 mm	58 %
	Passant à 0,080 mm	30 %
	Passant à 0,002 mm	8 %
Classe GTR 92		B6

D'après l'analyse granulométrique, l'échantillon **Ech1** est composé par les fractions suivantes :



→ L'échantillon **Ech1** est principalement composé de graviers compris dans une matrice sablo limono-argileuse.

→ Selon la classification GTR92, l'échantillon **Ech1** appartient à la classe B6 qui regroupe les sables et graves argileux à très argileux.

→ Selon l'abaque de Casagrande, les limites d'Atterberg qualifient les argiles et limons de l'échantillon comme étant à la limite entre le domaine des argiles non organiques à moyenne plasticité et le domaine des limons non organiques et argiles organiques de compressibilité moyenne.

N'ayant pas pu mesurer la teneur en eau naturel de l'échantillon (forage à l'eau et carottage réalisé 3 semaines avant la demande d'essais en laboratoire), l'indice de consistance I_c de l'échantillon n'a pas pu être estimé.

→ La mesure au bleu de méthylène qualifie l'échantillon de limoneux.

Evaluation de la susceptibilité de la matrice fine au retrait-gonflement :

Paramètres de classification	Valeurs mesurées pour Ech1	Susceptibilité pour Ech1
Valeur au Bleu VBS	2.01	Faible
Indice de plasticité I_p	11.69 %	Faible
Limite de liquidité W_L	36.11 %	Moyenne

→ L'échantillon **Ech1** présente une susceptibilité faible vis-à-vis du retrait-gonflement.

Evaluation de la susceptibilité du matériau au risque de liquéfaction :

Selon la norme NF P 06-013, un échantillon est considéré comme liquéfiable dans le cas où les conditions suivantes sont réunies :

- Pour les matériaux limoneux et sableux (47 % de l'échantillon) :

Critères de la norme NF P 06-013	Valeurs mesurées	Susceptibilité
Degrés de saturation $S_r = 100 \%$	$S_r < 100 \%$	NON
Coefficient d'uniformité $C_u^* < 15$	$C_u = 1000$	NON
$0.05 \text{ mm} < D_{50} < 1.50 \text{ mm}$	$D_{50} = 1.10 \text{ mm}$	OUI

* $C_u = D_{50}/D_{10}$

→ L'échantillon **Ech1** n'est pas à considérer comme un sol exposé au risque de liquéfaction.

Extraits de la norme NF P11-300 :

Sols FINS A $d_{max} \leq 50 \text{ mm}$ et $d_{11} < 0,08 \text{ mm}$	$VBS \leq 2,5^*$ ou $IP \leq 12$	A₁ : limons peu plastiques, silt alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...
	$12 < IP \leq 25^*$ ou $2,5 < VBS \leq 6$	A₂ : sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...
	$25 < IP \leq 40^*$ ou $6 < VBS \leq 8$	A₃ : argiles et argiles mameuses, limons très plastiques...
	$IP > 40^*$ ou $VBS > 8$	A₄ : argiles et argiles mameuses très plastiques
Sols sableux ou graveleux avec fines B $d_{max} \leq 50 \text{ mm}$ et $d_{11} \geq 0,08 \text{ mm}$	$d_{12} \geq 0,08 \text{ mm}$ $d_{75} < 2 \text{ mm}$ $0,1 \leq VBS \leq 0,2$	B₁ : sables silteux...
	$d_{12} \geq 0,08 \text{ mm}$ $d_{75} < 2 \text{ mm}$ $VBS > 0,2$	B₂ : sables argileux (peu argileux)...
	$d_{12} \geq 0,08 \text{ mm}$ $d_{75} \geq 2 \text{ mm}$ $0,1 \leq VBS \leq 0,2$	B₃ : graves silteuses...
	$d_{12} \geq 0,08 \text{ mm}$ $d_{75} \geq 2 \text{ mm}$ $VBS > 0,2$	B₄ : graves argileuses (peu argileuses)...
	$d_{12} < 0,08 \text{ mm} \leq d_{15}$ $VBS \leq 1,5^*$ ou $IP \leq 12$	B₅ : sables et graves très silteux...
	$d_{12} < 0,08 \text{ mm} \leq d_{15}$ $VBS > 1,5^*$ ou $IP > 12$	B₆ : sables et graves argileux à très argileux.
Sols comportant des fines et des gros éléments C $d_{max} > 50 \text{ mm}$	$d_{12} < 0,08 \text{ mm}$ ou $d_{12} > 0,08 \text{ mm}$ et $VBS > 0,1$	C : Argiles à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières,
Sols insensibles à l'eau D $VBS \leq 0,1$ $d_{12} \geq 0,08 \text{ mm}$	$d_{max} \leq 50 \text{ mm}$ $d_{75} < 2 \text{ mm}$	D₁ : sables alluvionnaires propres, sables de dune...
	$d_{max} \leq 50 \text{ mm}$ $d_{75} \geq 2 \text{ mm}$	D₂ : graves alluvionnaires propres, sables...
	$d_{max} > 50 \text{ mm}$	D₃ : graves alluvionnaires grossières propres, dépôts glaciaires...