



fondasol

MARIGNANE (13)
Mission G5 – Diagnostic géotechnique

Rapport n° PR.84CO.21.0056 – 001 – Ind 0 – 07/02/2023



Diagnostic de la piste principale 13L/31R
Aéroport Marseille-Provence

- Rapport d'étude -

VOTRE AGENCE

231 ROUTE DE MORIERES
ZA ST MONTANGE
84270 - VEDENE

☎ 04.90.31.54.76

✉ tgr@groupefondasol.com

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	07/02/2023	57	1 ^{ère} diffusion	Benjamin AILLAUD	Stéphane CIESIELSKI
A					
B					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X				41	X			
2	X				42	X			
3	X				43	X			
4	X				44	X			
5	X				45	X			
6	X				46	X			
7	X				47	X			
8	X				48	X			
9	X				49	X			
10	X				50	X			
11	X				51	X			
12	X				52	X			
13	X				53	X			
14	X				54	X			
15	X				55	X			
16	X				56	X			
17	X				57	X			
18	X				58				
19	X				59				
20	X				60				
21	X				61				
22	X				62				
23	X				63				
24	X				64				
25	X				65				
26	X				66				
27	X				67				
28	X				68				
29	X				69				
30	X				70				
31	X				71				
32	X				72				
33	X				73				
34	X				74				
35	X				75				
36	X				76				
37	X				77				
38	X				78				
39	X				79				
40	X				80				

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	4
A.1.	Mission selon la norme NF P94-500	4
A.2.	Documents à notre disposition pour réaliser cette étude	4
A.3.	Description générale du site	5
A.4.	Programme d'investigations	6
B.	Caractéristiques générales du site	8
B.1.	Résultats de l'enquête documentaire	8
B.2.	Description du site	14
C.	Synthèse des investigations In-situ	17
C.1.	Résultats des sondages de reconnaissance à la tarière et à la pelle mécanique	17
C.2.	Résultats des essais de pénétration dynamique	22
C.3.	Résultats des carottages de chaussées	23
C.4.	Résultats des investigations géophysiques par méthode Radar	25
C.5.	Résultats des mesures de déflexions au HWD	26
C.6.	Relevés visuels en surface de la piste	30
D.	Synthèse des investigations en laboratoire	34
D.1.	Résultats des essais sur les matériaux de la structure chaussée	34
D.2.	Résultats des essais sur les sols	35
E.	Autres données FONDASOL disponibles	38
E.1.	Données disponibles	38
E.2.	Principales informations relatives aux études antérieures	39
F.	Analyse et Interprétations des différents résultats et diagnostic	41
F.1.	Analyse des résultats vis-à-vis des fiches PCN et des données du CCP	41
F.2.	Sections homogènes	45
F.3.	Synthèse des caractéristiques mesurées sur les matériaux de chaussées	45
F.4.	Indice CBR – Module K	47
F.5.	Diagnostic	48

ANNEXE

- 1. Conditions Générales de service – 3 pages**
- 2. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) – 1 page**
- 3. Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)**
- 4. Risques naturels – 2 pages**

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

Maître d'Ouvrage : AEROPORT DE MARSEILLE PROVENCE (AMP)

Devis : SQ.84CO.21.08.002-A complété du SQ.84CO.22.05.002-0

Commande : Bon de commande I/210044829-I & 2 / Acte d'engagement du 08/09/2021 + Avenant n°01 du 09/09/2022 – Marché N°21T5030000

A.1. Mission selon la norme NF P94-500

Mission : G5 selon norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013).

Notre mission concerne la piste principale 13L/31R et ses accotements de l'aéroport Marseille-Provence.

Contenu de notre mission :

- Prise en charge du dossier et définition du programme des investigations complémentaires
- Organisation, réalisation et suivi des investigations in-situ et en laboratoire
- Analyse des résultats des investigations et synthèse du contexte géologique et géomécanique du site, et des caractéristiques des chaussées existantes afin d'établir une base de données sur la base du sectionnement présenté dans le cadre des fiches PCN
- Déterminer les propriétés des couches d'enrobés (y compris l'état de leurs interfaces), des dalles de béton et des couches de GNT existantes
- Déterminer les caractéristiques du sol support (CBR, module de réaction K)
- Pour les chaussées plus globalement :
 - Confirmer la segmentation actuelle ou proposer une autre segmentation des sections homogènes
 - Déterminer la capacité portante de la chaussée et des accotements, leur capacité à accueillir le trafic prévisionnel (PCN),
 - Estimer la durée de vie résiduelle des chaussées y compris accotements,
 - Proposer des solutions de réfection à court terme (immédiate) et long terme, adaptées aux caractéristiques observées des chaussées.

A.2. Documents à notre disposition pour réaliser cette étude

A.2.1. Documents préalables

Nous disposons pour cette étude des documents suivants :

- [1]. Cahier des clauses particulières (C.C.P) – Etude géotechnique piste principale AMP – 01/07/2021
- [2]. Annexe au CCP : Plan masse aire manœuvre – AMP - X000-00S-LOMQA-C-0001 Ind E du 16/11/2015
- [3]. Annexe au CCP : Plan des réseaux VRD – AMP - X000-00V-RXVRD-C-0001 Ind A du 30/11/2015
- [4]. Annexe au CCP : Fiches PCN – PIS1 à PIS12

- [5]. Plan topographique de l'aéroport – AMP - X000-00M-TOPOG-C-0001 Ind H du 28/09/2021
[6]. Plans des différents réseaux du site au format AUTOCAD – AMP

A.2.2. Autres sources d'information

Notre étude s'est également basée sur les sources d'information suivantes :

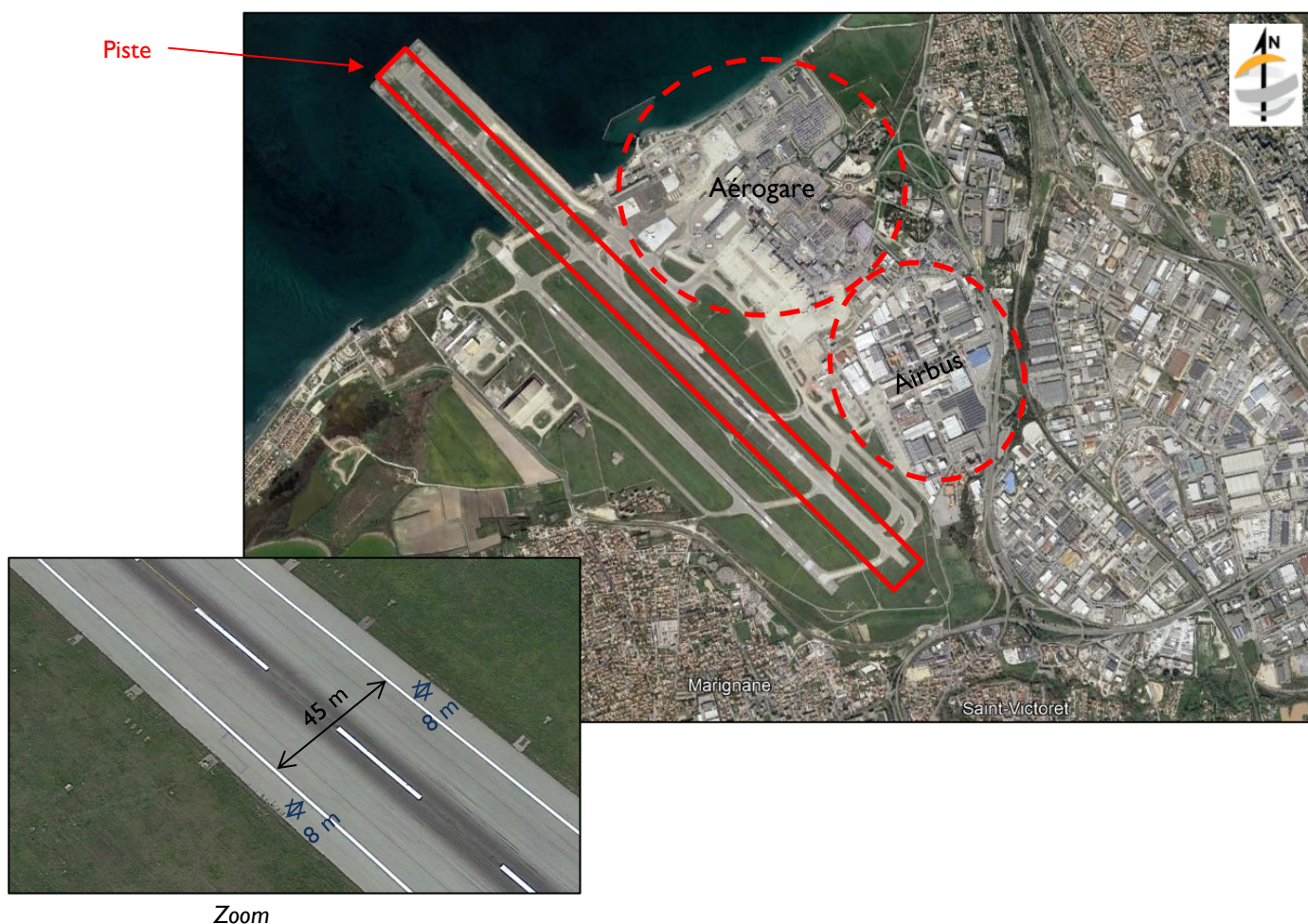
- La carte IGN du secteur,
- Les données du BRGM,
- La carte géologique du secteur,
- Les vues aériennes du secteur disponibles sur remonterletemps.ign.fr,

A.3. Description générale du site

La piste principale 13L/31R est implantée au Sud-Ouest de l'aérogare de l'aéroport Marseille-Provence.

Elle est longue de 3500m et présente une largeur de 45m. Ses accotements mesurent environ 8 m de largeur de part et d'autre.

Elle présente une structure bitumineuse ou mixte (enrobé - béton) selon le cas. En effet, initialement piste béton, elle a subi des opérations de réfection (dont la dernière en 2007) qui ont conduit à la mise en place de couches bitumineuse au-dessus des dalles bétons existantes.



Vue aérienne (google Earth – 2020)

A.4. Programme d'investigations

L'intégralité des résultats des investigations in situ et en laboratoire réalisées par FONDASOL sont donnés dans le cahier des investigations référencé PR.84CO.21.0056-002-0 et dans le document référencé PR.84CO.21.0056-003-0 pour l'auscultation radar.

A.4.1. Investigations in-situ

MESURES DE DEFLEXION AU HWD (EVALUATION DE LA PORTANCE)

Des mesures de déflexion ont été réalisées :

- sur la piste :
 - 71 mesures à 3.5m de l'axe (côté gauche) : sens I3L → 3IR (pas de 50m)
 - 72 mesures à 3.5m de l'axe (côté droite) : sens I3L → 3IR (pas de 50m)
 - Nota : Les mesures « droite » et « gauche » ont été réalisées en quinconce.*
- sur les accotements :
 - 36 mesures (côté gauche) : sens I3L → 3IR (pas de 100m)
 - 36 mesures (côté droite) : sens I3L → 3IR (pas de 100m)

AUSCULTATION RADAR

Les mesures d'auscultation radar ont été réalisées avec deux antennes de fréquences 400/900MHz et 2GHz, selon 4 profils : 2 à 3.5m de l'axe de la piste et 2 sur les accotements.

SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU

Les investigations suivantes ont été réalisées :

- Sondages carottés en Ø100mm des structures de chaussée au droit de 18 points répartis le long de la piste + accotements :
 - 10 points (**SCI à SC10**) au droit de la piste,
 - 8 points (**SC11 à SC18**) au droit des accotements.
- Sondages à la tarière en Ø89mm descendus à 3 m de profondeur ou au refus, dans le prolongement de 9 sondages carottés (**SCI+TAR, SC4+TAR, SC5+TAR, SC8+TAR, SC10+TAR, SC12+TAR, SC13+TAR, SC15+TAR et SC17+TAR**).
- Essais au pénétromètre dynamique descendus entre 1.1m (refus) et 3.7m de profondeur, soit :
 - dans le prolongement de 9 sondages carottés (**SC2, SC3, SC6, SC7, SC9, SC11, SC14, SC16 et SC18**),
 - soit en prolongement d'un sondage destructif doublé pour les 9 autres sondages carottés et tarière (**SCI+TAR, SC4+TAR, SC5+TAR, SC8+TAR, SC10+TAR, SC12+TAR, SC13+TAR, SC15+TAR et SC17+TAR**).
- Sondages de reconnaissance à la pelle mécanique (Mécacac) descendus entre 2.0m et 2.6m de profondeur (**PM1 à PM17**) au droit des bas-côtés de la piste.
- Essais à la dynaplaque au droit ou à proximité des sondages de reconnaissance à la pelle mécanique, après décapage superficiel des sols (environ 0.2m d'épaisseur).

Le nivellement des sondages a été estimé à partir du fond topographique.

A.4.2. Essais en laboratoire

Des essais en laboratoire ont été réalisés :

- sur les sols (identification GTR, IPI, CBR, Proctor, aptitude au traitement, ...)
- sur les matériaux bitumineux et les bétons (résistance au fendage, modules, ...)

Le programme des essais en laboratoire réalisés sera détaillé au chapitre D.

B.1.2. Risques naturels connus

Risque	Aléa / sensibilité
Inondations	Hors zone inondable selon PPRi en vigueur du 20/10/2000
Remontées de nappe	Terrains situés en zone potentiellement sujette aux inondations de caves ou aux débordements de nappes (fiabilité faible à forte) selon les zones du site
Retrait-gonflement des sols argileux	- Aléa fort selon arrêté du 22 juillet 2020 JORF n00195 du 09 août 2020, sauf pour la zone en extension sur l'Etang de Vainé - Zone faiblement à moyennement exposée (B2) selon le PPR Argiles du 14/04/2014
Cavités	Pas de cavité recensée à moins de 500 m des sites
Mouvement de terrain	Pas de mouvement de terrain recensé à moins de 500 m des sites
Risque sismique	Zone de sismicité 3
Radon	Non situé dans un département prioritaire - potentiel faible (catégorie I)

Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter aux extraits joints en annexe.

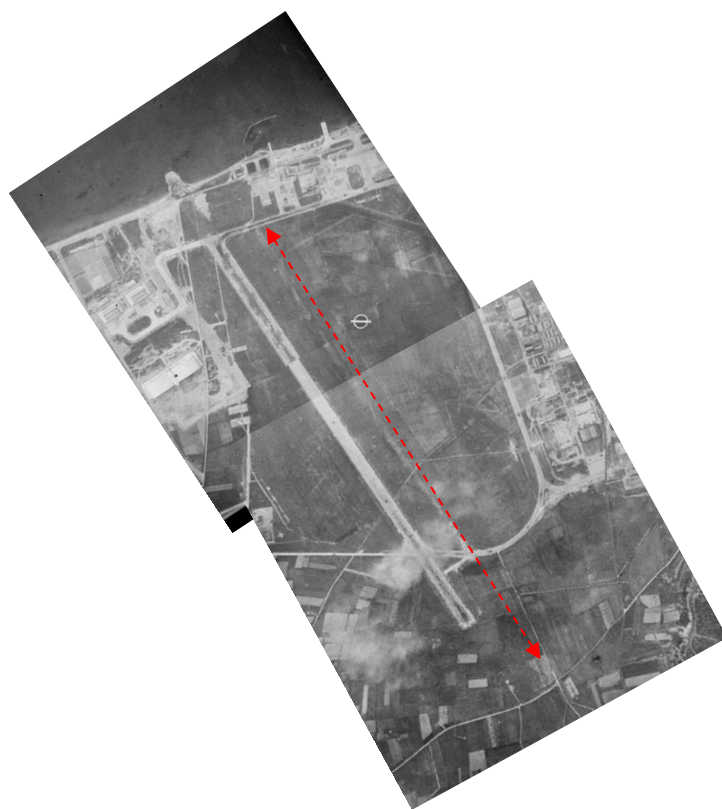
B.1.3. Eléments d'histoire

Depuis sa création en 1922, l'aéroport de Marseille a connu de nombreuses évolutions. Les principales relatives à la piste principale sont présentées ci-après.

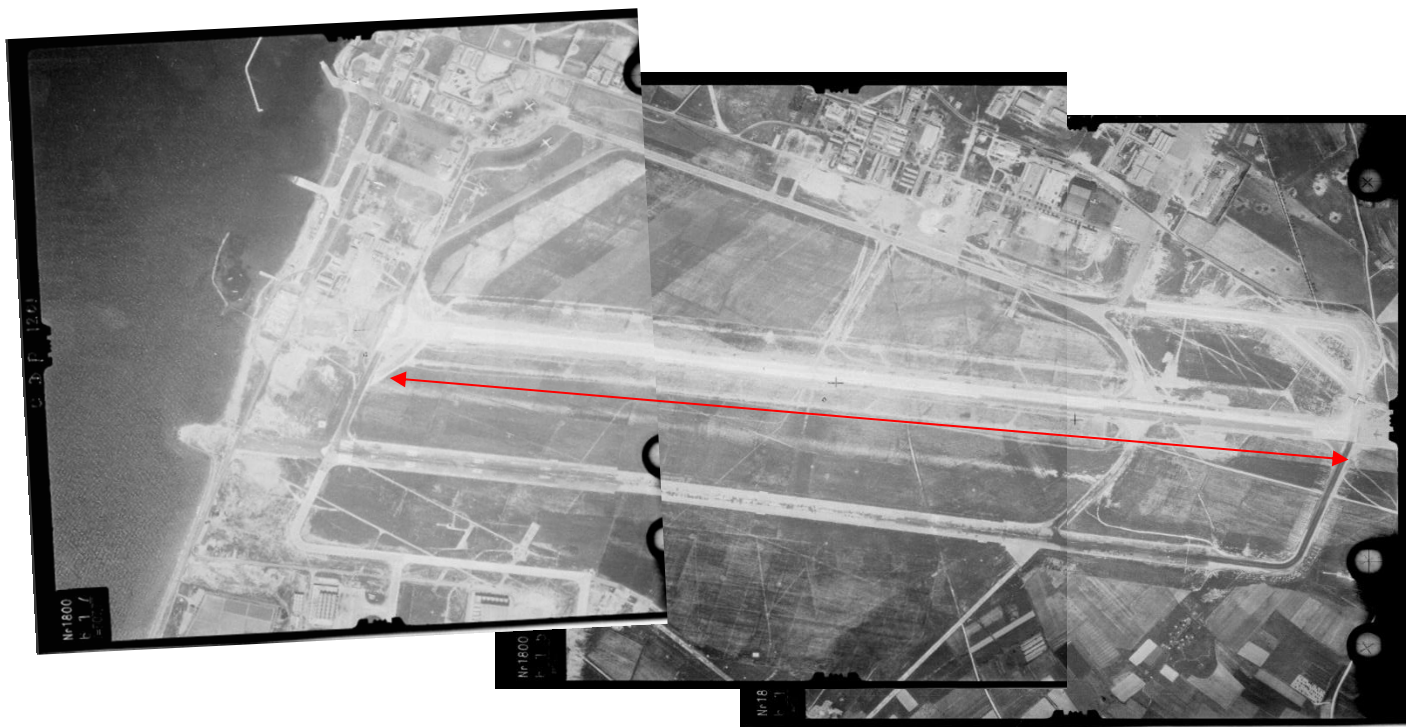
- 1949 : piste 2 existante – piste 1 non créée



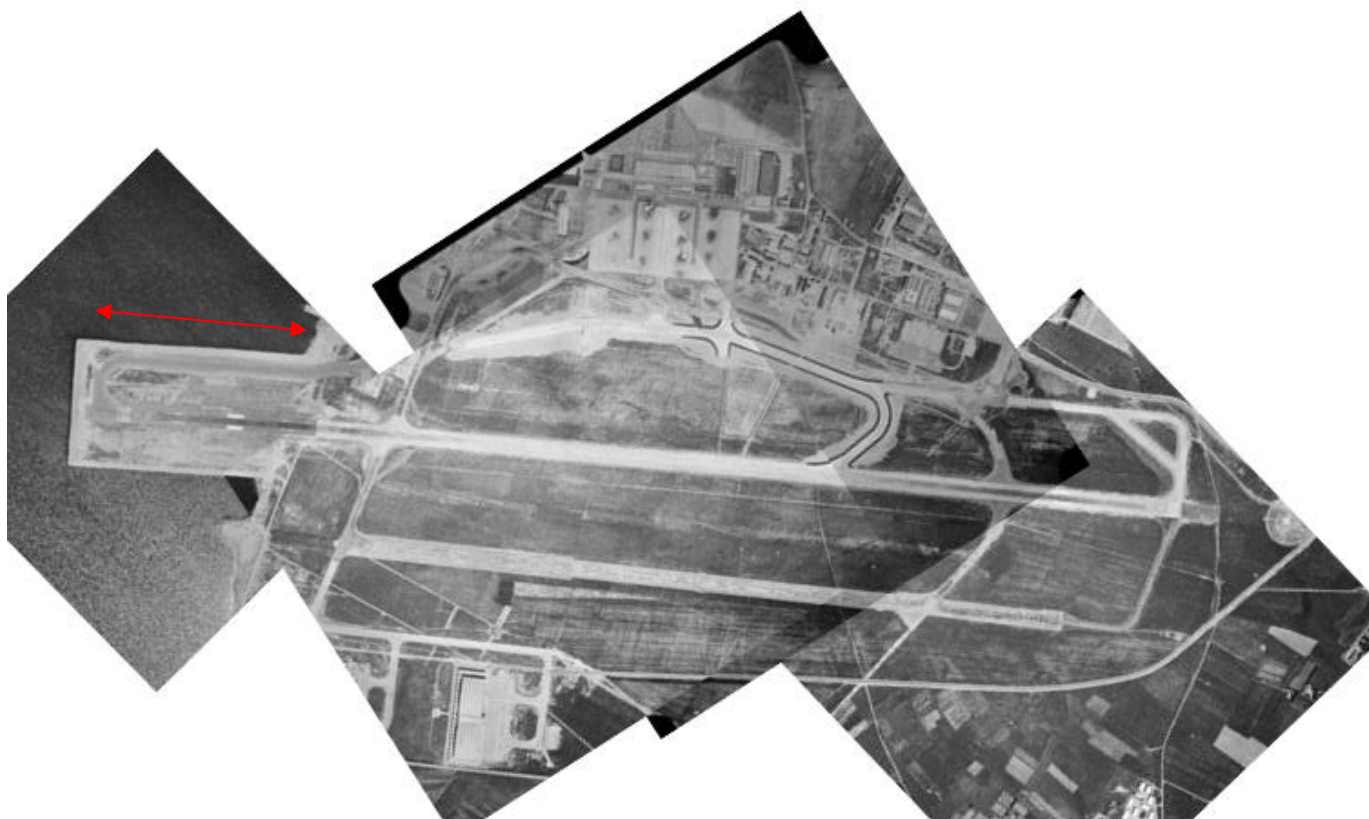
- 1952 : piste 2 existante – piste 1 non créée



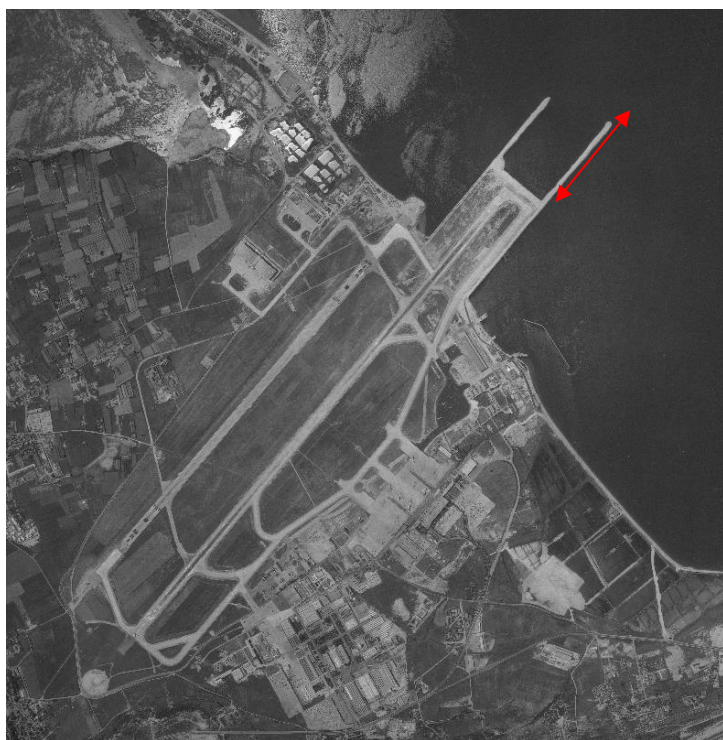
- 1957 (mai) : création de la piste I



- 1964 (mai) : piste I étendue (partie I) en béton ?



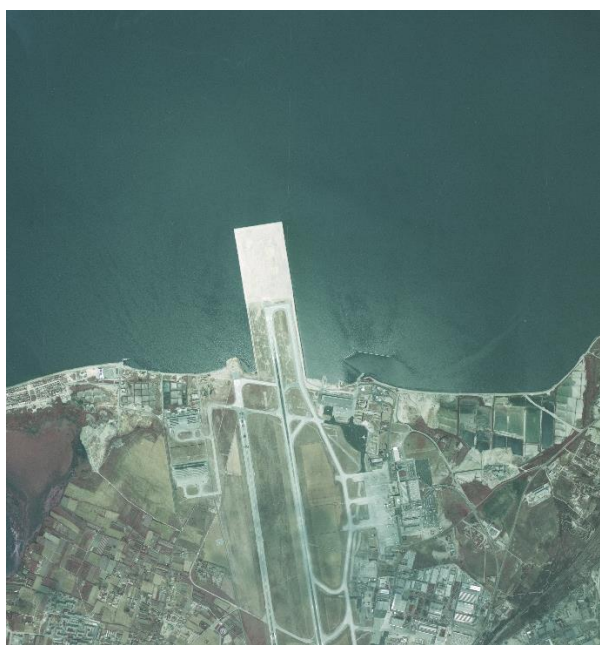
- **1974-1978** : piste I étendue (partie 2) – structure en enrobés
Le reste de la piste est toujours en structure béton (a priori)



1974



1975

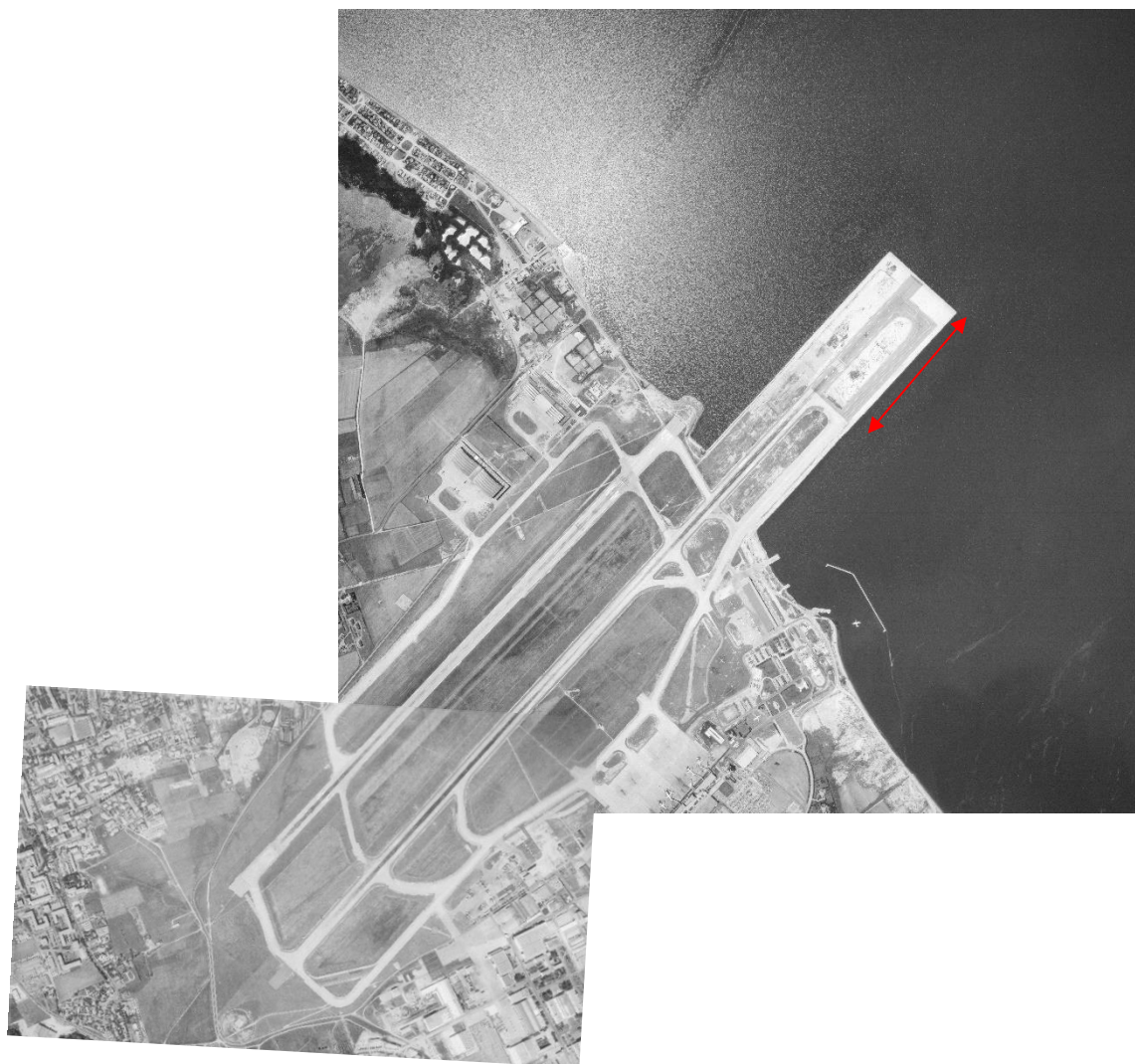


1976

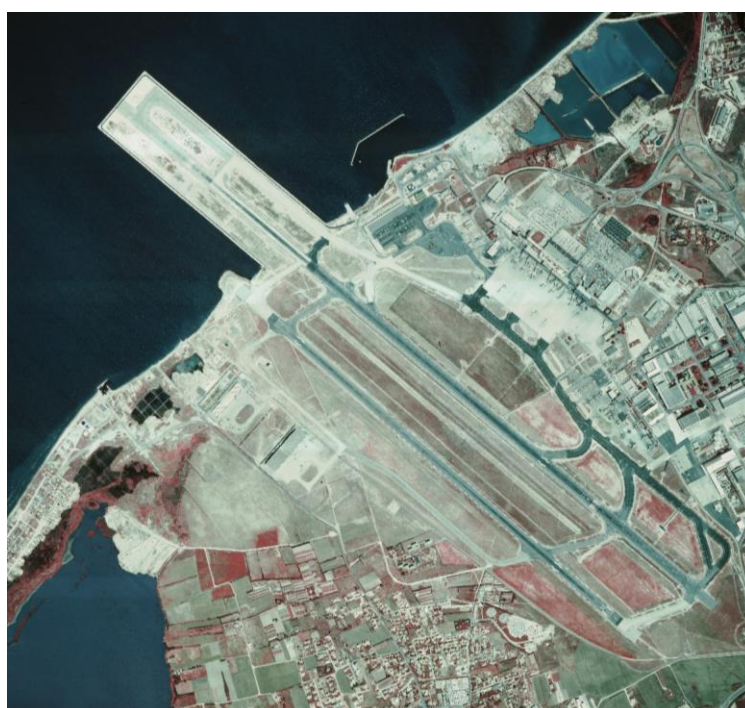


1978

- **1981**: Après mise en œuvre d'enrobé bitume sur extrémité piste I (données fiches PCN)



- **1985**: Après mise en œuvre béton bitume (+ grave bitume) sur la piste I , sauf extensions (données fiches PCN)



- **2008** : après reprise en béton bitumineux de 2007 de l'intégralité de la piste



B.2. Description du site

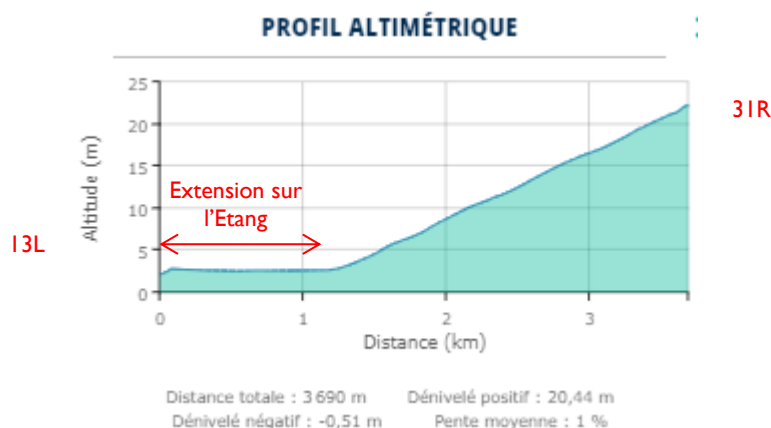
Adresse du site : Aéroport Marseille Provence, MARIGNANE (13)

Linéaire de la piste : environ 3500m

Le profil de la piste présente une topographie légèrement vallonnée à grande échelle, avec une partie plane côté étang (tronçon en allongement sur l'étang côté I3L) puis une partie en pente ascendante en direction de l'extrémité 31R de la piste.

D'après le fond topographique, le niveau altimétrique à l'axe de la piste varie entre +2.4 NGF et +21 NGF.

A noter que les bas-côtés enherbés suivent le profil topographique de la piste.



Profil en long schématique de la piste réalisé à partir du site geoportail.gouv.fr

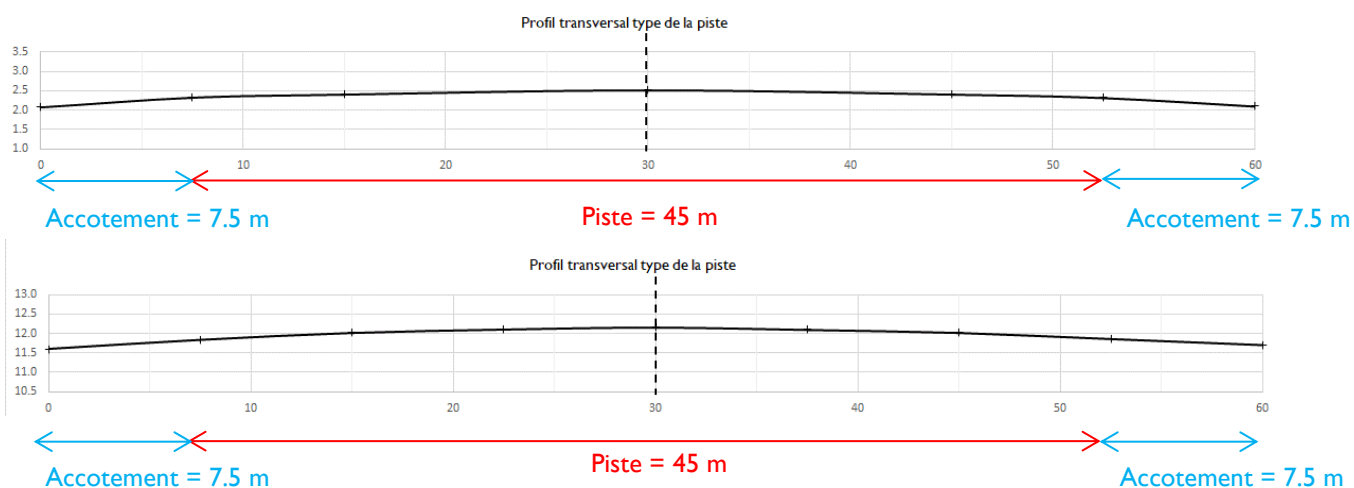
A l'échelle de la plateforme aéroportuaire, la topographie présente une pente descendante en direction de l'Etang de Vainé.

La plateforme aéroportuaire est délimitée au Nord-Ouest par l'Etang de Vainé, au Nord-Est par l'aérogare, et au Sud-Est et Sud-Ouest par les villes de Saint Victoret et Marignane.



Extrait de la carte IGN (geoportail.gouv.fr)

En profil transversal, la piste présente un bombement axial avec un différentiel d'environ 30 à 35 cm entre l'axe et les bords de la piste (hors accotements).



Profils transversaux types estimés d'après les données du plan topographique



Vue aérienne du site de 2020 (geoportail.gouv.fr)



Vue de la piste en direction du Nord-Ouest depuis le taxiway D8



Vue de la piste en direction du Nord-Ouest entre les taxiways D4 et D6



Vue de la piste en direction du Sud-Est depuis le taxiway D1



Vue de la piste et accotement Nord en direction du Nord-Ouest entre les taxiways D2 et D3



Vue de la piste en direction du Nord-Ouest depuis le taxiway D7



Vue de la piste en direction du Nord-Ouest depuis le taxiway D2

Photographies du site prises en août et septembre 2022

C. SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS IN-SITU

C.1. Résultats des sondages de reconnaissance à la tarière et à la pelle mécanique

Les sondages de reconnaissance à la pelle mécanique ont été réalisés sur les bas-côtés de la piste, entre 7 et 10 m du bord de la zone revêtue.

Les sondages de reconnaissance à la tarière ont été réalisés en prolongement de certains carottages de chaussées réalisés au droit de la piste et sur les accotements.

Ci-après une vue générale de l'implantation des sondages de reconnaissance réalisés.



C.I.I. Lithologie

De l'Étang de Vainé à l'extrémité Sud-Est de la piste, les sondages ont mis en évidence les coupes lithologiques suivantes :

TRONÇON EN EXTENSION SUR L'ÉTANG

- Une couche superficielle de terre végétale sur les bas-côtés (PM) et les structures de chaussées au droit de la piste (SC+TAR).
- Des remblais anthropiques hétérogènes mis en œuvre lors des deux phases extensions de la piste sur l'étang, avec :
 - ✓ pour la 2nd extension (SC1+TAR, PM1, PM2)
 - Des remblais avec des éléments grossiers ($D_{max} = 600\text{mm}$) : blocs, cailloux et graves dans une matrice limono-sableuse à sablo-limoneuse. Les blocs semblent venir de gisement de calcaires gréseux ou de conglomérats (PM1, PM2). En profondeur, des agglomérats d'argile marneuses sont observés (PM2).
 - En alternance, avec des niveaux de remblais moins grossiers, à savoir de limons argileux graveleux et caillouteux.
 - ✓ pour la 1^{ère} extension (PM3, PM4, SC12+TAR, SC13+TAR)
 - Des remblais limono sableux à sablo-limoneux graveleux marron grisâtre en surface (0.4 à 0.5m d'épaisseur).
 - Des limons argileux voire des limons sableux, graveleux, plutôt compacts, surmontant, au droit de PM4, un horizon de limons argileux gris foncé, graveleux très compact présentant une légère odeur (non définissable) (0.8 à 1.3m de profondeur).
 - Des sables limoneux à sables grossiers graveleux et cailloutis, brun beige, avec intercalations ponctuelles de niveaux argilo-limoneux marron foncé à noirâtre (matière organique ?) en PM4.

⇒ Les anciens sols naturels du fond de l'étang n'ont probablement pas été atteints à la base de nos sondages (arrêtés entre 2.2 et 3.0 m).
 - ✓ pour la zone de transition entre le trait de côte d'avant 1964 et la 1^{ère} extension (PM5, PM6, SC4+TAR)
 - Des remblais limono sableux graveleux et caillouteux marron grisâtre en surface (0.4 à 0.5m d'épaisseur) (PM5 et PM6).
 - Des sables limoneux à limons sableux graveleux et caillouteux orangé brun en PM5 (1.1m) ou des limons sableux voire argilo-sableux graveleux-caillouteux brun orangé très denses surmontant un horizon transitoire de limons argilo-sableux gris foncés noirâtre en PM6 (1.2m).
Au droit de SC4+TAR, des graves caillouto-sableuses ont été mis en évidence sous la structure de chaussée (1.1m de profondeur).
 - Au droit de PM5, PM6, SC4+TAR (zone de transition), des sables à sables limoneux beige, graveleux, +/- caillouteux, à passés de limon argileux à argile limoneuse grisâtre / noirâtre (matière organique ?) (sondages arrêtés entre 2.2 à 3m), pouvant correspondre aux sols naturellement en place avant les aménagements.

Nota : La distinction entre les sols mis en remblais et les sols en place avant les travaux d'aménagement de la piste peut être difficile à faire.

Remarque : Un ancien réseau a été rencontré au droit du sondage PM4 vers 0.7m de profondeur.

TRONÇON EN SITE TERRESTRE

- Une couche superficielle de terre végétale sur les bas-côtés (PM) et les structures de chaussées au droit de la piste (SC+TAR).
- En deçà :
 - De *PM10* à *PM18*, des limons légèrement argilo-sableux à sablo-argileux, à dominance gris clair, +/- graveleux et caillouteux (0.75 à 1.4m de profondeur). Au droit de la piste, il semblerait que cet horizon soit absent ou de faible puissance.
 - Au droit de la piste (SC5+TAR, SC8+TAR, SC10+TAR), sous la structure de chaussée, des graves caillouteux sableuses à limono-sableuses marron clair (0.9 à 1.2m de profondeur). Au droit des accotements (SC15+TAR, SC17+TAR), sous la structure de chaussée, il s'agit plutôt de graves limono-argileuses voire d'argile limoneuse gravelo-caillouteuses, beige marron (> 1m de profondeur).
 - Une relative hétérogénéité des sols dans le secteur de *PM7*, *PM8* et *PM9*, avec :
 - des remblais anciens liés à la présence de réseaux, à savoir des graves type ballast dans une matrice limono-sableuse marron (1.0m de profondeur) en *PM7*,
 - des limons argilo-sableux marron graveleux, surmontant des limons argilo-sableux, graveleux beige ocre, de consistance raide (1.6m de profondeur), en *PM8*,
 - des limons sableux graveleux caillouteux marron surmontant des graves sablo-limoneuses, partiellement indurées (creusement difficile) puis des graves sableuses à cailloutis (1.5 m de profondeur), en *PM9*.
- Au-delà et jusqu'à l'arrêt des sondages (volontaire ou refus entre 2 et 3m de profondeur), pour quasiment tous les sondages (sauf *PM8*), avec quelques variations néanmoins, des colluvions sableuses à sablo-limoneuses +/- gravelo-caillouteuses.

Suivant les sondages, il s'agit de sables grossiers à fins beige ocre à orangé, graveleux, ou de sables limoneux beige jaunâtre voire de limons sableux ou des graves caillouteuses à matrice sableuse. Il peut s'agir plus localement d'argiles +/- sableuses à dominante orangé voire des argiles marneuses, en *PM14* et *SC17+TAR*.

Au sein des horizons denses à très denses, à faciès graveleux et caillouteux dominants, le creusement s'est avéré plus difficile.

Au droit de *SC10+TAR*, il a été observé des limons argileux mous marron clair (2.5m de profondeur), puis devenant + caillouteux et fermes.

En *PM8*, cet horizon n'a pas été mis en évidence ; il a été plutôt observé des argiles marneuses raides à dominante rougeâtre et des lits bariolés.

Nota :

Sur le linéaire de la piste, des variations lithologiques locales peuvent exister. Il n'est pas toujours évident appréhender les variations latérales de faciès. En effet, certains sondages PM ou TAR implantés à faible distance les uns des autres montrent des lithologies différentes (par exemple, *PM7* et *PM8*, *PM17* et *SC10+TAR*).

Remarque :

Des anciens réseaux ont été rencontrés au droit des sondages *PM7*, *PM8* et *PM14* entre 0.7 et 1.0m de profondeur.

C.1.2. Niveaux d'eau

Lors de nos différentes interventions, des arrivées d'eau ont été rencontrées aux profondeurs suivantes :

Niveau d'eau	PM1 (22/09/2022)		PM2 (22/09/2022)		PM3 (22/09/2022)		SCI3+ TAR (29/09/2022)	
	Prof. (m)	Cote (NGF)	Prof. (m)	Cote (NGF)	Prof. (m)	Cote (NGF)	Prof. (m)	Cote (NGF)
En cours de sondage	1.9	+0.1	1.9	+0.0	2.0	+0.2	2.8	+0.2
En fin de sondage	1.9	+0.1	1.9	+0.0	1.9	+0.3	-	-

Niveau d'eau	PM5 (22/09/2022)		PM6 (22/09/2022)		PM7 (15/09/2022)		SC5+ TAR (23/09/2022)	
	Prof. (m)	Cote (NGF)	Prof. (m)	Cote (NGF)	Prof. (m)	Cote (NGF)	Prof. (m)	Cote (NGF)
En cours de sondage	-	-	-	-	2.2	+0.1	2.8	+0.2
En fin de sondage	2.1	+0.1	2.1	+0.1	2.2	+0.1	-	-

Les niveaux d'eau ci-avant correspondent à des observations réalisées lors de nos interventions sur site ; les niveaux mentionnés peuvent être influencés par la durée d'observation dans le cas de terrains peu perméables, les conditions pluviométriques ayant précédé ces relevés....

Au droit des sondages PM4, PM9, PM10, PM11, PM13, PM15, PM16 et PM17, les matériaux étaient humides en fond de fouille.

Les autres sondages sont restés secs sur les profondeurs investiguées.

De plus, les essais de pénétration dynamique ne permettent pas de relever les éventuelles arrivées d'eau.

L'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

C.1.3. Résultats des essais à la dynaplaque

Des essais à la dynaplaque (norme NF P 117-2) ont été réalisés le 15/09/2022 sur les bas-côtés de la piste, préalablement aux sondages à la pelle mécanique, après décapage superficiel des sols (sur 0.15 à 0.25 m d'épaisseur).

La réalisation des essais a été sous-traitée au laboratoire DTE (EUROVIA).

Nota : seuls les essais 8 et 10 sont légèrement décalés vis-à-vis de la position du sondage à la pelle mécanique correspondant.

Dans le document Annexes figure le PV des essais et les photographies des points d'essais.

Les résultats sont récapitulés ci-après :

N° essai	E _{DYN2} (MPa)	Arase
1	150	-0.25 m / Graves concassées à blocs dans matrice limono-sableuse
2	76	-0.15 m / Graves, cailloux, et blocs dans matrice sablo-limoneuse
3	115	-0.2 m / Limons graveleux sable peu argileux
4	54	-0.25 m / Limons sableux graveleux
5	103	-0.25 m / Limons sableux graveleux
6	82	-0.2 m / Limons sableux graveleux à quelques cailloux
7	139	-0.15 m / Limons sableux très graveleux et cailloux anguleux (éléments métalliques dans sols superficiels)
8	88	-0.2 m / Limons sableux graveleux
9	67	-0.2 m / Sables limoneux graveleux et cailloux sub-anguleux
10	22	-0.25m / Limons sableux
11	110	-0.2 m / Limons sableux à sables limoneux graveleux à cailloux
12	68	-0.2 m / Limons sableux graveleux (compact au creusement)
13	67	-0.2 m / Limons sableux à sables limoneux graveleux à cailloux
14	73	-0.2 m / Limons sableux graveleux
15	29	-0.2 m / Limons sableux graveleux moins compact, un peu plus humide
16	107	-0.2 m / Limons sableux graveleux compact
17	84	-0.2 m / Limons sableux graveleux

➔ A l'exception des points 10 et 15, les valeurs sont toujours supérieures à 50 MPa, ce qui indique une bonne portance de la plateforme dans les conditions hydriques des matériaux lors de la réalisation des essais (état visuel plutôt sec).

C.2. Résultats des essais de pénétration dynamique

Les essais de pénétration dynamique ont été réalisés au droit de tous les sondages carottés. Les caractéristiques mécaniques mesurées q_d (résistance dynamique de pointe) montrent :

TRONÇON EN EXTENSION SUR L'ETANG

- PDB1, PDB11 et PDB2 : une compacité hétérogène dans les remblais, généralement élevée à très élevée (refus à 0.8m de profondeur sur bloc probablement pour PDB1), avec quelques passages moins compacts :

$$7 \leq q_d \leq 90 \text{ MPa}$$

- PDB12, PDB13 et PDB4 :

- une compacité hétérogène dans les remblais, généralement élevée à très élevée en partie supérieure (refus à 1.1m de profondeur sur bloc probablement pour PDB12) :

$$17 \leq q_d \leq 90 \text{ MPa}$$

- puis une compacité peu dense (PDB13) à dense (PDB4) dans les sables limono-caillouteux :

$$5 \leq q_d \leq 30 \text{ MPa}$$

TRONÇON EN SITE TERRESTRE

- PDB14, PDB5 et PDB15 :

- une compacité plutôt élevée dans les horizons gravo-caillouteux sous les structures de chaussée :

$$10 \leq q_d \leq 60 \text{ MPa}$$

- puis, une compacité plus lâche à moyennement dense dans les horizons plus sableux à sablo-limoneux, moins graveleux, jusqu'à 3.4 à 3.7m (arrêt sondage PDB5 et PDB15) :

$$2 \leq q_d \leq 10 \text{ MPa}$$

- enfin, en PDB14 uniquement, une compacité très élevée (refus à 2.6m), possiblement les argiles marneuses à marnes raides.

- PDB6, PDB7, PDB16, PDB8, PDB16, PDB9 et PDB18 :

- une compacité hétérogène dans les horizons gravo-caillouteux sous les structures de chaussée, moyenne à élevée :

$$5 \leq q_d \leq 20 \text{ MPa}$$

- une compacité hétérogène, moyenne dans les horizons plutôt sableux à sablo-limoneux et plutôt élevée dans les horizons plutôt gravo-caillouteux, avec des refus précoces observés à 1.3m en PDB7, 1.5m en PDB8 et 1.4m en PDB9 :

$$5 \leq q_d \leq 70 \text{ MPa}$$

- en PDB10 :

- une compacité médiocre jusqu'à 2.1m dans les limons argileux :

$$2 \leq q_d \leq 5 \text{ MPa}$$

- puis une compacité qui augmente à la faveur d'horizons plus graveleux :

$$15 \leq q_d > 90 \text{ MPa (refus)}$$

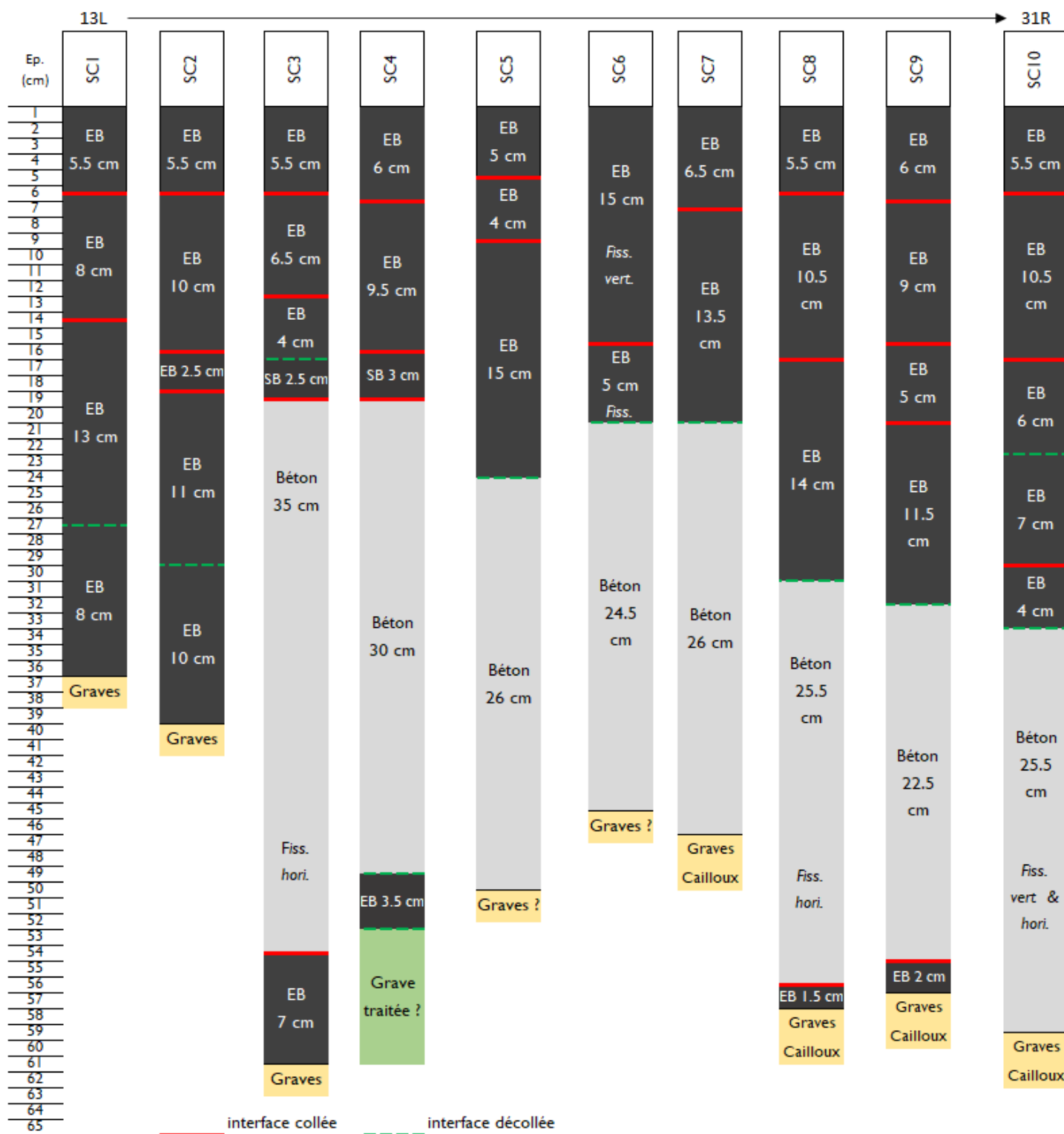
⇒ Les résultats des essais de pénétration dynamique montrent également l'hétérogénéité observée au sein des formations colluvionnaires.

C.3. Résultats des carottages de chaussées

Les résultats des carottages de chaussées sont synthétisés ci-après.

Les coupes détaillées de chaque carottage sont fournies en annexe du document PR.84CO.21.0056-002-0.

PISTE



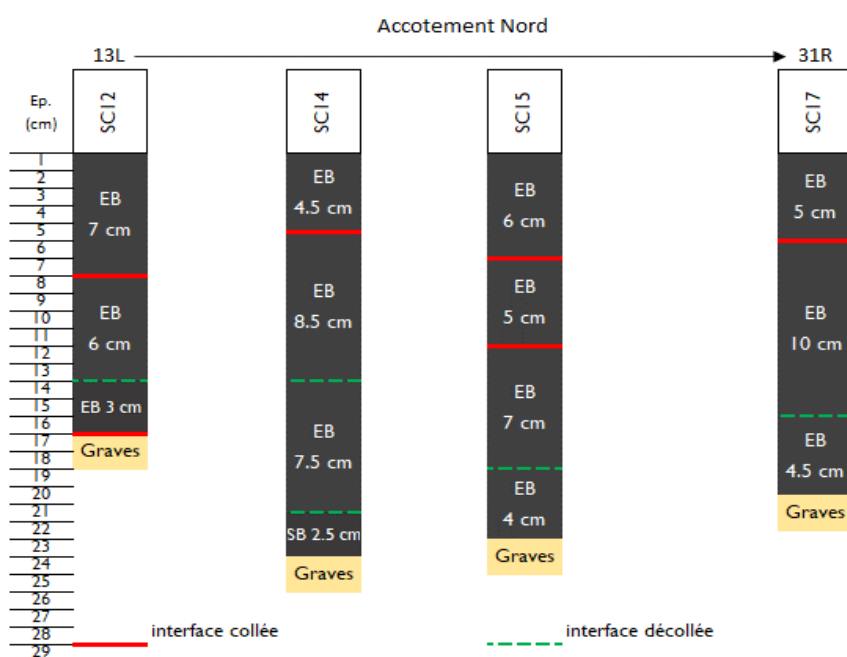
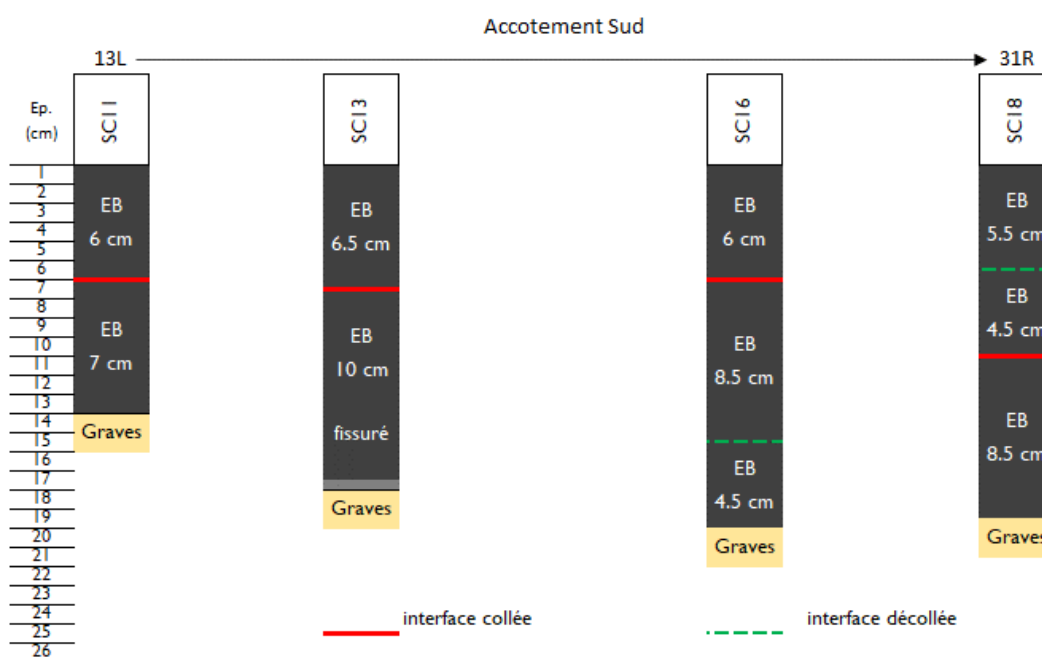
➔ On observe une certaine hétérogénéité des épaisseurs de la structure béton sur le linéaire de la piste. En se basant sur les données historiques, la dalle béton des sondages SC3 et SC4, plus épaisse (≥ 30 cm) est postérieure (extension I de la piste) à la dalle béton des autres sondages (épaisseur comprise entre 22 et 26 cm).

➔ L'observation des carottages répartis le long de la piste met en évidence 4 types structures de chaussée différentes, en accord avec les données du CCP :

- Zone 1 : SC1 et SC2 ⇒ Allongement de la piste des années 70 : structure souple en enrobés
- Zone 2 : SC3 et SC4 ⇒ Allongement de la piste des années 60 : structure mixte en béton + enrobés
- Zone 3 : SC5, SC6 et SC7 ⇒ Piste initiale : structure mixte en béton + enrobés
- Zone 4 : SC8, SC9 et SC10 ⇒ Piste initiale : structure mixte en béton + enrobés

Nota : la différence entre les zones 3 et 4 tient à des épaisseurs de couches bitumineuses différentes.

ACCOTEMENTS



➔ On observe des structures de chaussée moins épaisses, sans dalle béton pour les accotements.

C.4. Résultats des investigations géophysiques par méthode Radar

L'intervention s'est déroulée le 08/03/2022.

Il a été réalisé :

- Deux profils implantés à 3,5m de part et d'autre de l'axe de la piste, correspondant à la zone la plus sollicitée par le trafic.
- Deux profils sur les accotements de piste à 3m du bord de la piste.

Le rapport complet fait l'objet de la pièce 003 du dossier (PR.84CO.21.0056-003).

Les profils implantés de part et d'autre de l'axe montrent des résultats similaires vis-à-vis des épaisseurs des structures de chaussée.

On observe plus de variations en ce qui concerne les accotements, aussi bien dans le sens longitudinal qu'entre les deux accotements.

Dans le CCP, le linéaire de la piste a été subdivisé en 4 zones. Les investigations géophysiques associées aux sondages carottés permettent de confirmer ce zonage et d'affiner ses limites (extrait ci-après).

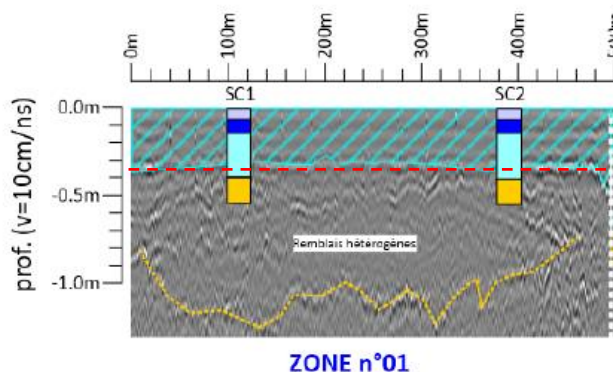


Pour la zone I, extension la plus récente, les investigations géophysiques montrent la présence de remblais hétérogènes (non observés sur les autres zones), confirmée par les résultats des sondages à la pelle mécanique dans ce secteur (PM1 et PM2).

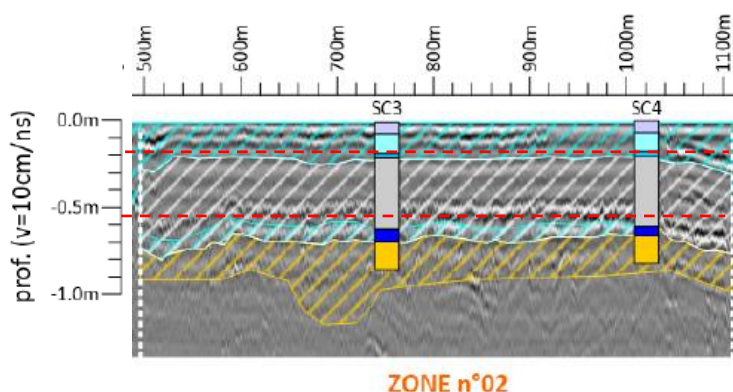
Au droit de chacune des zones, on observe de petites variations des épaisseurs des différentes structures (enrobés ou béton) sur le linéaire de la piste (cf. figures ci-après).

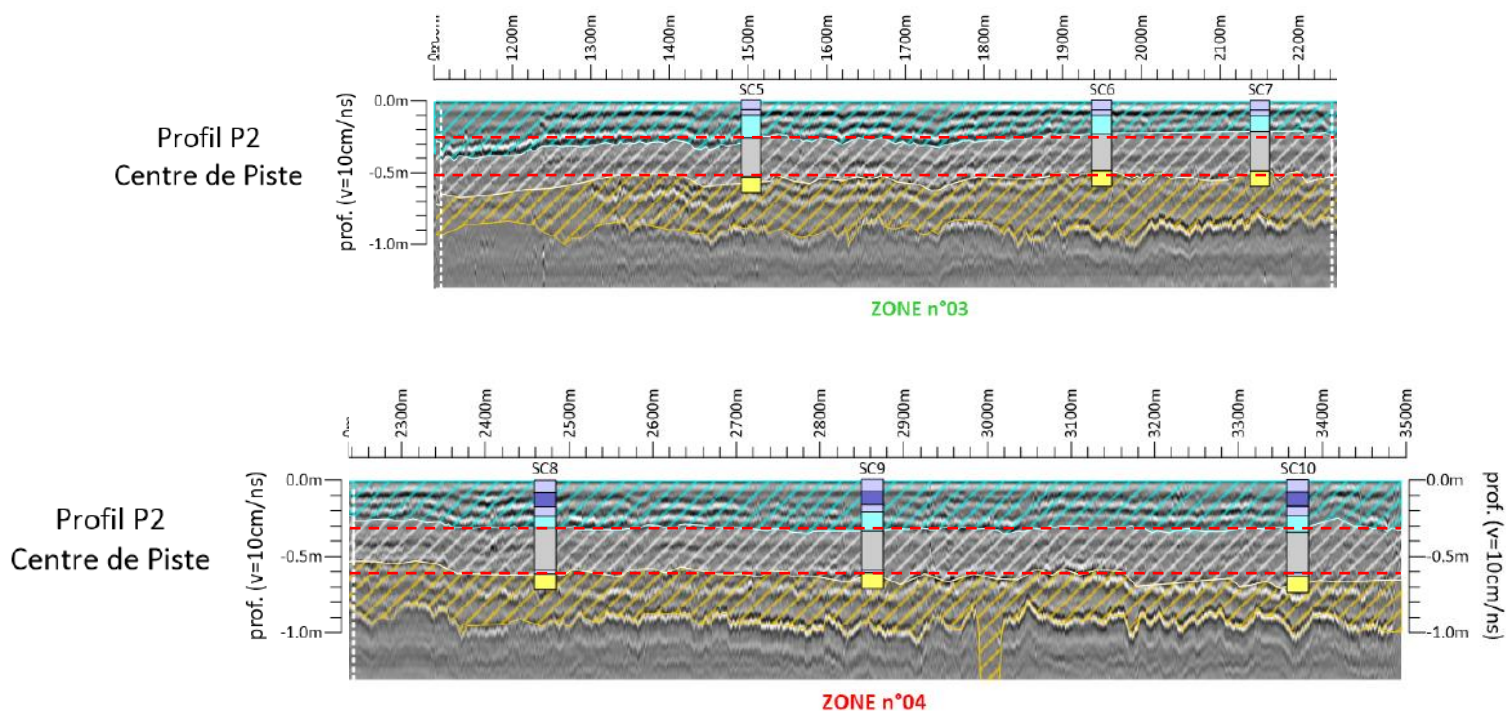
On observe une épaisseur des couches bitumineuses un peu moindre dans le secteur de SC6 et SC7.

Profil P2
Centre de Piste



Profil P2
Centre de Piste





*Extrait des résultats des mesures géophysiques niveau moyen de chaque type de structures
(Axe piste -3.5m)*

C.5. Résultats des mesures de déflexions au HWD

L'intervention s'est déroulée le 17/02/2022.

Il a été réalisé, dans le sens I3L-3IR :

- Deux profils implantés à 3,5m de part et d'autre de l'axe de la piste, correspondant à la zone la plus sollicitée par le trafic.
- Deux profils sur les accotements de pistes à 3m du bord de la piste.

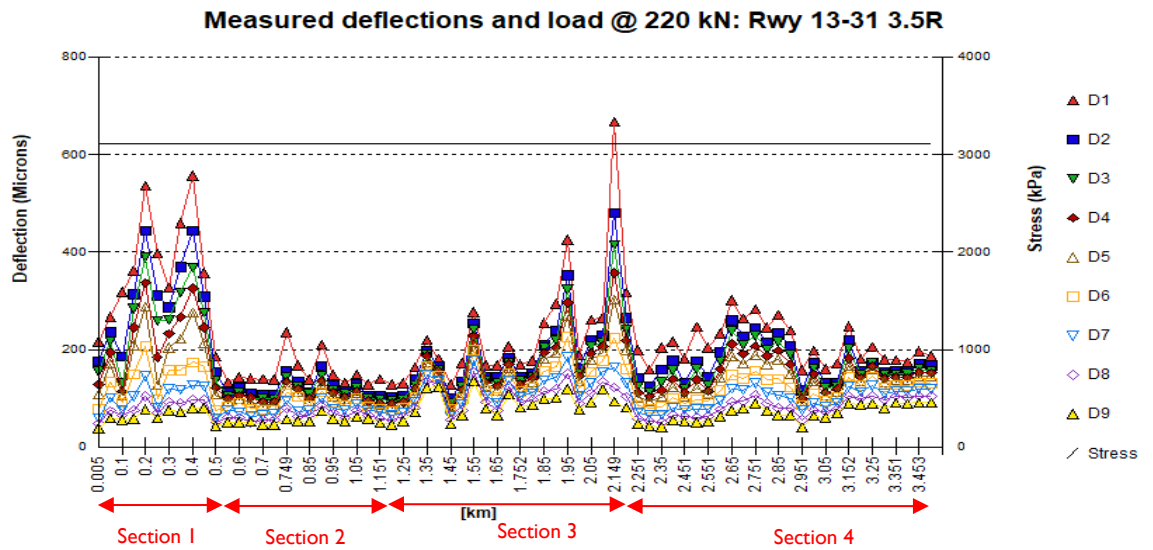
Les mesures de déflexions délivrées correspondent à des déformations sous une charge de 220 kN, avec une plaque de 30 cm de diamètre (soit une contrainte de 3.1 MPa).

Le rapport complet est joint dans la pièce 002 du dossier, relative aux annexes (PR.84CO.21.0056-002).

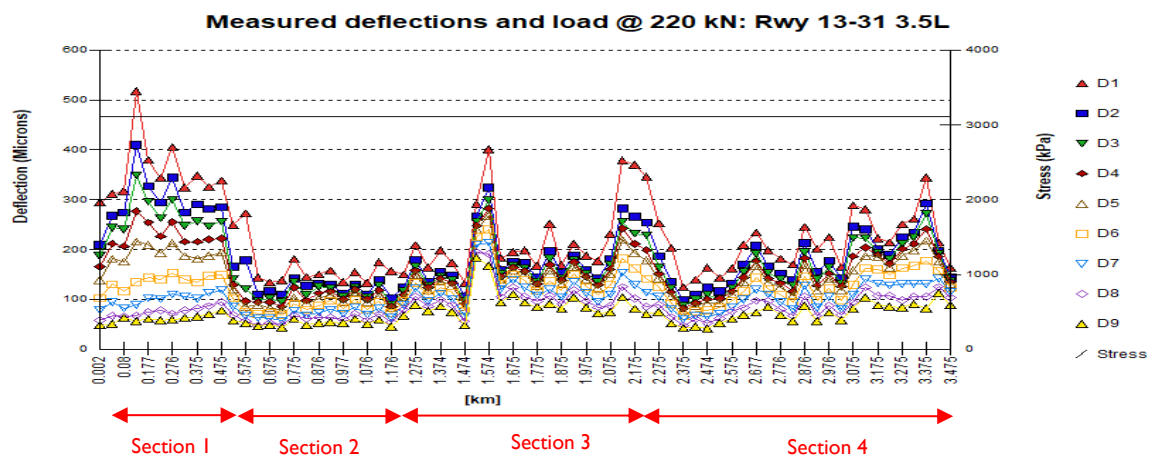
Les principaux résultats sont mentionnés ci-après :

PISTE

Mesures de déflexions (en μm) et chargement (sens 13L-31R - droit)



Mesures de déflexions et chargement (en μm) (sens 13L-31R - gauche)



Remarques :

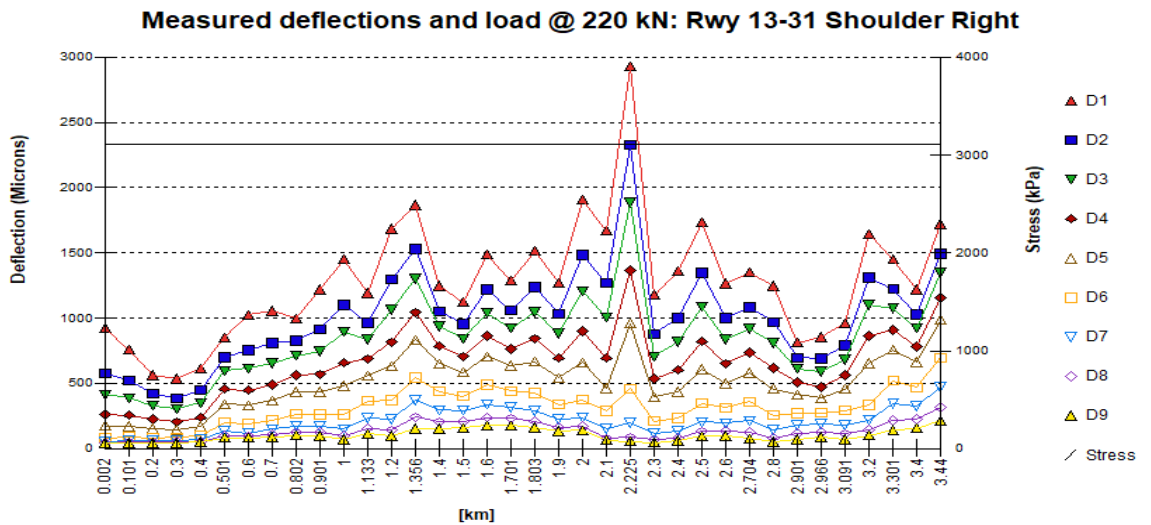
- Au droit de la piste, les mesures réalisées en partie gauche et en partie droite montrent une même tendance des résultats, avec néanmoins quelques rares variations ponctuelles entre l'axe droit et l'axe gauche.

On observe clairement la différence entre le linéaire de piste en chaussée mixte (béton / enrobés) et le linéaire en chaussée souple (enrobés bitumineux) au niveau de l'extension 2 de la piste (section 1).

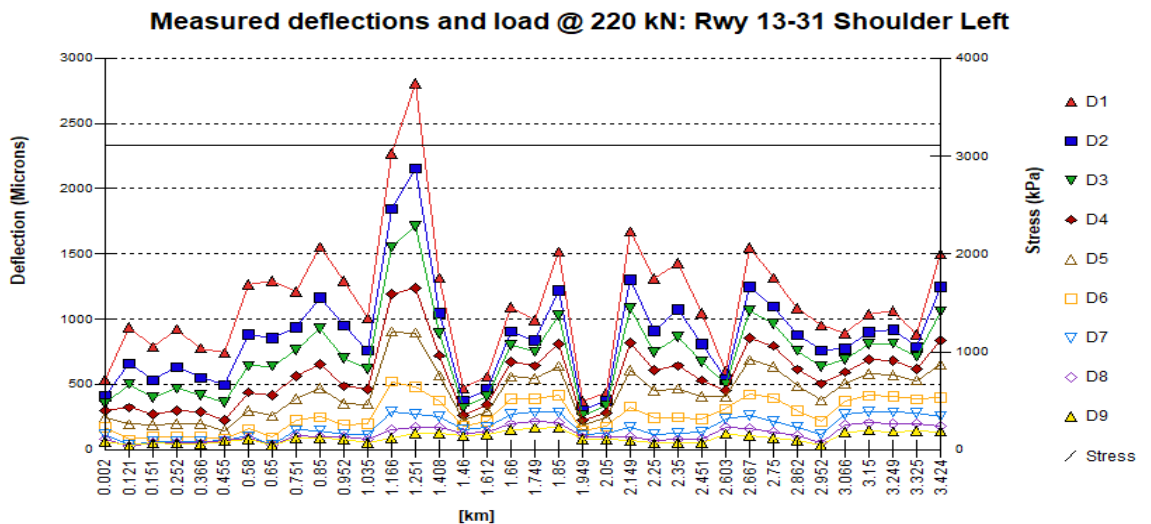
- Sur l'axe gauche (vers 31R), on observe deux pics de déflexion à proximité des sondages carottés SC6 et SC7 ; sondages ayant mis en évidence les structures de chaussée les moins épaisses au droit de la piste en structure mixte.

ACCOTEMENTS

Mesures de déflexions (en μm) et chargement (sens I3L-31R - accotement droit)



Mesures de déflexions (en μm) et chargement (sens I3L-31R - accotement gauche)



Remarques :

- Logiquement, pour un même chargement, on observe des déformations plus importantes au droit des chaussées en accotement, structure de plus faible épaisseur, que pour les chaussées épaisses de la piste.
- On observe des différences de comportement entre les deux accotements.
- De manière générale, les accotements sur la partie en extension 2 de la piste présentent des valeurs plutôt faibles par rapport aux autres tronçons.

CONCLUSIONS

En se basant sur le découpage en section homogène du CCP, les mesures au HWD conduisent aux valeurs de modules par couches suivantes (modules d'enrobés à 15° C en MPa) :

Nota : modules d'enrobés pour une fréquence de 30 Hz (fréquence propre de l'essai)

Remarque sur les modules enrobés, béton et sol support :

Ces résultats sont issus d'un calcul inverse. Il convient d'être prudent sur la prise en compte de ces valeurs et elles ne sont pas à utiliser telles quelles pour des calculs de renforcement structurel de chaussée notamment.

❖ PISTE (extrait rapport HWD)

Section 1	Moyenne -10 du Module (Mpa) / couche de la structure			Portance sol support (MPa)	CBR
Matériaux	BBA 8cm + Enrobé 7 cm + GB 20 cm	GNT 40cm	Sol support		
Ligne 3,5m Droit 13/31	3 200	470	160	80	11

Section 2	Moyenne -10 du Module (Mpa) / couche de la structure				Portance sol support (MPa)	CBR
Matériaux	BB 6 cm + GB 7 cm + Sable Bitume 2 cm	Dalles BC 28 cm	Enrobé 7cm + Grave naturelle 30 cm	Sol support		
Ligne 3,5m Droit 13/31	6 400	17 800	1 200	300	150	21

Section 3	Moyenne -10 du Module (Mpa) / couche de la structure				Portance sol support (MPa)	CBR
Matériaux	BBA 6 cm + BB 5 cm + GB 10 cm	Dalles BC 28 cm	Enrobé 4cm + Tout Venant 22 cm	Sol support		
Ligne 3,5m Droit 13/31	4 800	10 500	2 600	280	140	20

Section 4	Moyenne -10 du Module (Mpa) / couche de la structure				Portance sol support (MPa)	CBR
Matériaux	BBA 6 cm + EME 7 cm + BB 5 cm + GB 10 cm	Dalles BC 28 cm	Enrobé 4cm + Tout Venant 22 cm	Sol support		
Ligne 3,5m Droit 13/31	8 500	8 600	1 200	270	135	19

Nota :

- Pour la différence entre le module et la portance du sol support il a été appliqué un coefficient de régression de 0,5.
- Également, afin de définir le CBR il a été pris comme relation $EV2=7*CBR$.

❖ ACCOTEMENT DROIT (extrait rapport HWD)

	Moyenne -10 du Module (Mpa) / couche de la structure			Portance sol support (MPa)	CBR
Matériaux	Enrobé 6 + 8,5 + 4,5 cm	Grave 13 cm	Sol support		
Accotement Droit 13/31	6 800	250	180	90	13

Nota : L'accotement a été traitée comme une seule section homogène.

❖ ACCOTEMENT GAUCHE (extrait rapport HWD)

	Moyenne -10 du Module (Mpa) / couche de la structure			Portance sol support (MPa)	CBR
Matériaux	Enrobé 4,5 + 8,5 + 7,5 + 2,5 cm	Grave 13 cm	Sol support		
Accotement Gauche 13/31	4 600	280	65	33	5

Nota : L'accotement a été traitée comme une seule section homogène.

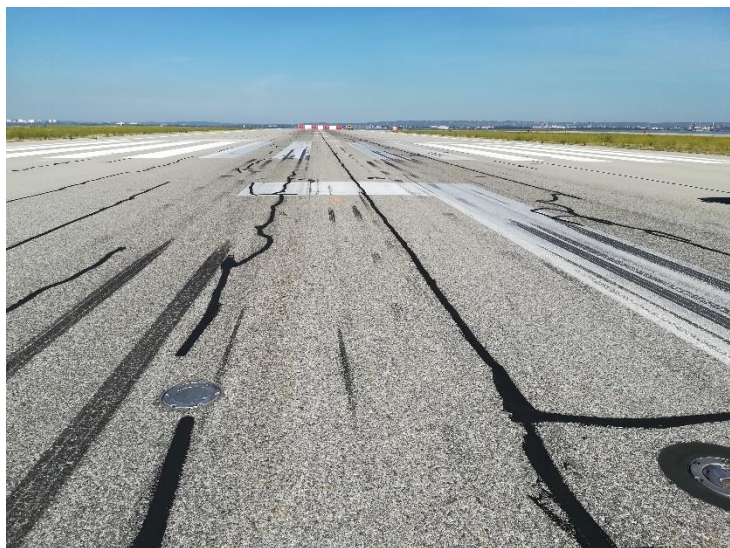
C.6. Relevés visuels en surface de la piste

Lors de nos différentes visites sur site, nous avons pu faire des relevés visuels de la surface de la piste. Nous présentons ci-après quelques relevés significatifs mais non exhaustifs.

De manière générale, on note :

- Les deux extrémités de la piste, entre les taxiways C1 et D1 et D7 et D9, montrent plutôt un bon état de surface, bien que plusieurs fissures rebouchées soient visibles au niveau de l'extrémité Nord-Ouest.
Quelques rares fissures localisées peuvent être observées en surface.
- La partie centrale, la plus sollicitée, et notamment le tronçon entre D1 et D3, met en évidence du faïençage localisé de la piste de part et d'autre de l'axe (vers SC3 par exemple). A noter que dans cette zone, entre D2 et D3, une réparation ponctuelle récente de la couche de roulement a été réalisée sur 1.5m de largeur de part et d'autre de l'axe.
- La présence de fissures longitudinales, non continues, sur la largeur de la piste, qui ont été pour certaines colmatées avec du bitume. Elles peuvent être mises en relation avec les joints des dalles béton sous-jacentes. Localement, ces fissures s'évasent du fait d'un départ de matériaux bitumineux (vers SC7 par exemple, entre D1 et D2, ...).
- La présence de fissures transversales, non continues, sur la largeur de la piste, qui ont été pour certaines colmatées avec du bitume. Elles peuvent être mises en relation avec les joints des dalles béton sous-jacentes (vers SC6, SC5 par exemple).
Sur de longs tronçons, ces fissures ne sont pas observées.
- Une perte du liant bitumineux avec risque de départ de gravillons sur le linéaire où les interventions de dégomme sont les plus importantes.
- La présence d'une fissure longitudinale à la limite de la piste et des accotements : elle semble correspondre à la limite de mise en œuvre entre deux bandes de matériaux bitumineux.

Quelques photographies pour illustrer ces observations :



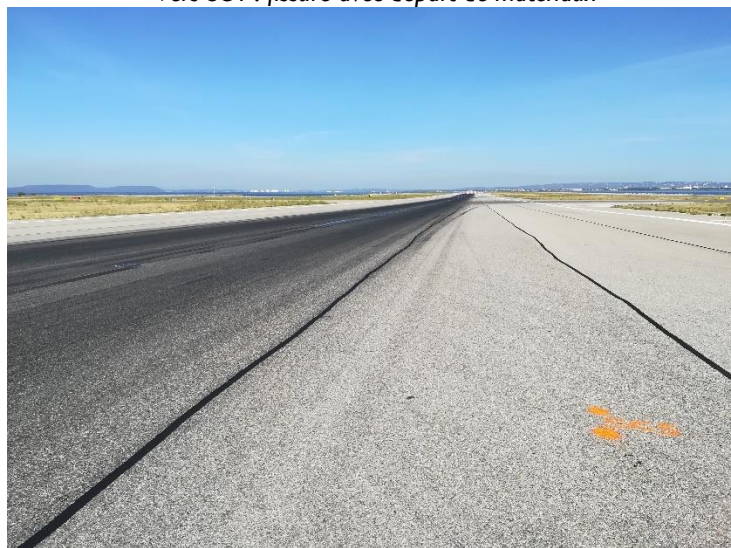
Extrémité Nord-Ouest : fissures colmatées au bitume



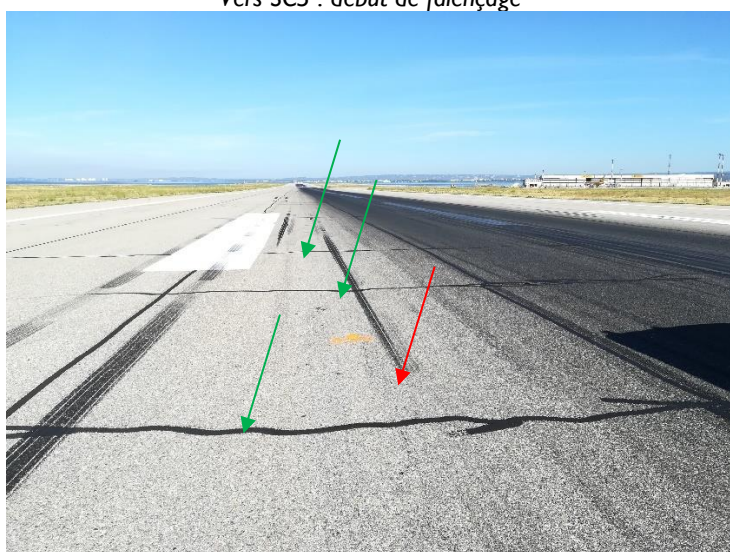
Vers SC4 : fissure avec départ de matériaux



Vers SC3 : début de faïençage



Vers SC5 : longues fissures longitudinales colmatées



Vers SC6 : fissures transversales colmatées + fissures longitudinales



Vers SC16 : Fissure transversale



Vers SC9 : fissure longitudinale



Vers SC9 : fissure longitudinale en limite piste/accotement



Vers SC7 : fissure avec départ de matériaux



Vers SC8 : surface très rugueuse suite à perte du liant bitumineux en surface vers l'axe de la piste, en comparaison avec la bande extérieure peu affectée par le phénomène (intervention de dégomme)

Remarque :

L'observation des vues aériennes d'avant la réfection de la piste de 2007 montre la présence de nombreuses fissures, fissures a priori colmatées, le long de la piste en structure bitumineuse (allongement 2 et piste originale) mais peu ou pas au droit de l'allongement 1 en structure béton. Le maillage de fissures est plus dense dans les zones les plus sollicitées de la piste (extraits de vues aérienne ci-après).

Ce maillage de fissures n'est pas réapparu en surface en 2022.



Seuil 31R



Entre D6 et D7



Entre D5 et D6



Entre D2 et D4

Vues aériennes d'août 2007 - Zoom sur tronçon de piste (source : google Earth)

D. SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS EN LABORATOIRE

D.I. Résultats des essais sur les matériaux de la structure chaussée

D.I.I. Essais sur les matériaux bitumineux

Les essais ont été sous-traités au laboratoire DTE (EUROVIA).

11 échantillons de matériaux bitumineux prélevés au droit de 7 carottages ont été testés en laboratoire. La position des échantillons prélevés est indiquée sur le PV des essais joint en annexes (pièce 002).

Les essais ont été réalisés selon la norme NF EN 12697-26 Annexe C (méthode IT-CY) sur des éprouvettes cylindriques.

Les résultats sont :

Sondage	Module 10°C - 124ms (MPa)	Module 10°C - 124ms (MPa)	Module E équivalent ⁽¹⁾ 15°C - 0.02s ou 10 Hz (MPa)
SC 1-1	20 879	15 441	19 248
SC 1-2	15 694	12 841	14 838
SC 4	16 987	11 116	15 226
SC 5-1	13 668	8 985	12 263
SC 5-2	13 420	10 829	12 643
SC 7-1 ⁽²⁾	16 250	10 389	14 492
SC 7-2 ⁽²⁾	4 993	4 514	4 849
SC 8	11 493	8 569	10 616
SC 9-1	15 045	11 081	13 856
SC 9-2	9 704	7 054	8 909
SC 10	18 278	14 381	17 109

⁽¹⁾ Equivalence module établie sur la base d'une étude comparative

⁽²⁾ Possiblement même enrobé mais mise en œuvre en 2 couches

Commentaires du laboratoire DTE :

Les résultats des essais obtenus confirment les observations qui avaient été relevées précédemment à réception des carottages - à savoir :

- Rien à signaler sur les éprouvettes SC1-1 & 2, SC8, SC9-1 & 2 et SC10 avec des valeurs de module allant de 9 000 à 19 000 MPa.
- Concernant les éprouvettes SC4, SC5-1 & 2 et SC7-1 sur lesquelles nous avons quelques interrogations du fait de l'aspect extérieur des carottages, les valeurs de module se situent entre 12 000 et 15 000 MPa. Ces valeurs ne démontrent donc pas de dégradations prématurées des enrobés testés, l'aspect observé sur certaines éprouvettes étant probablement dû à une pollution extérieure anecdotique (« salissures »).
- L'éprouvette SC7-2, avec une valeur de module inférieure à 5 000 MPa semble avoir subi une altération, l'aspect visuel de l'éprouvette va dans le même sens que cette supposition puisque la matrice bitumineuse présente un aspect « dégradé » (aspect terne et légère érodabilité au toucher).

D.1.2. Essais sur béton

Les essais ont été sous-traités au laboratoire GRACCHUS.

5 échantillons de dalle béton ont été testés en laboratoire. La position des échantillons au sein des carottes est indiquée sur le rapport photographique des carottages de chaussée.

Les essais de traction indirecte ont été réalisés selon les normes NF EN 13286-42 et 43 relatives aux mélanges traités aux liants hydrauliques.

Les résultats sont :

Sondage	Résistance R_{it} (ou R_{tb})	Classe de béton (indicatif) ⁽²⁾	Module E_{it} (ou E_{tb})	Classe de béton (indicatif) ⁽²⁾
SC3	4.91 MPa	BC6	49 414 MPa	BC6
SC5	3.98 MPa	Limite BC5-BC6	32 552 MPa	BC4
SC7	4.35 MPa	BC6	40 843 MPa	BC6
SC8	4.43 MPa	BC6	43 008 MPa	BC6
SC9	4.57 MPa	BC6	45 856 MPa	BC6
Moyenne (SC5 à SC9) ⁽¹⁾	4.33 MPa	BC6	40 564 MPa	BC6

⁽¹⁾ Hors SC3, car béton mis en œuvre postérieurement au béton des autres carottages

⁽²⁾ Selon la norme NF P 98-086 de mai 2019

On note des valeurs plus faibles pour la structure béton au droit de SC5 par rapport aux autres points.

D.2. Résultats des essais sur les sols

Les résultats des essais réalisés sur des échantillons de sols prélevés en sondages à la pelle mécanique et en sondage à la tarière sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Nota :

Aucun essai en laboratoire n'a été réalisé au droit de l'extension 2 de la piste car il s'agit de matériaux de remblais plutôt très grossiers et hétérogènes, même si des niveaux plus fins peuvent être intercalés.

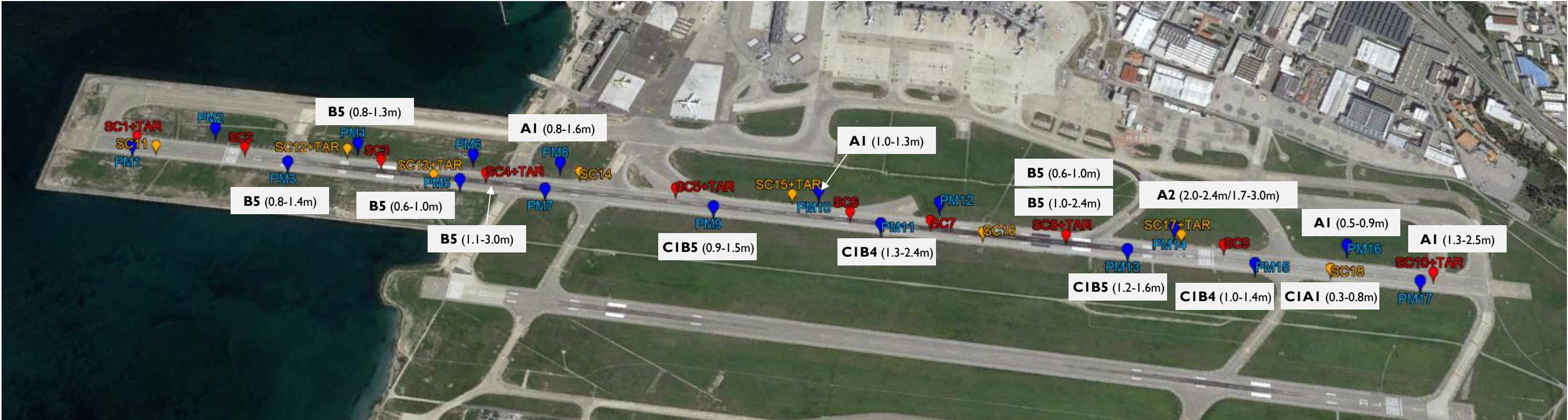
Forage	Prof. moyenne (m)	Nature	Traitement	Wn	W sans liant	W avec liant	ρ	ρ _d	ρ _s	W _L	W _p	I _p	VBS	Ca CO ₃	D _{max}	Passant à				Passant à				Proctor+IPI		ICBR immersion	G	R _{tb}	G _v	Aptitude traitement	Classification			
				%	%	%	t/ m ³	t/ m ³	t/ m ³	%	%	%	%	%	(-)	%	mm	50 mm 0 / D	2 mm 0 / D	80 μm 0 / D	63 μm 0 / D	2 μm 0 / D	2 mm 0 / 50	80 μm 0 / 50	W _{opn}							ρ _{dopn}	IPI	ICBR
				%	%	%	t/ m ³	t/ m ³	t/ m ³	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%							t/m ³	%	%
Remarques: *Wn = teneur en eau sur 0/20 (NF P11-300) *Ic ne peut être calculé uniquement si le matériau < 400μm (NF P94-051)				94-050			94-053	94-053	94-054	1-051 & 52			94-068	94-048	1-056 & 57								94-078	94-078						11-300				
Nombre d'essais				16	5	2							16		16	16	16	16	16	2	16	16	3	3	2	2	11	11	2	2				
PM10	1.15	Limon gris	1% CaO+7% CPJ 1% CaO+7% CPJ	9.3									1.25		35	100.0	94.1	60.9	59.7	23.1	94.1	60.9	14.2	1.82							Etat naturel à OPN	A1		
PM10	1.15	Limon gris			13.8																													
PM10	1.15	Limon gris			16.3	14.8																												
PM10	1.15	Limon gris																																
PM11	1.85	Sable graveleux beige	1% CaO+7% CPJ 1% CaO+7% CPJ	7.1									0.48		78	92.1	62.3	10.8	10.3		67.7	11.7										C1B4		
PM13	1.40	Sable limono graveleux beige		4.2									0.24		84	90.8	26.3	11.9	11.4		28.9	13.1										C1B5		
PM14+SC17+TAR	2.35	Argile limoneuse marron grise		9.8									3.67		41	100.0	92.7	83.9	82.6		92.7	83.9										A2		
PM15	1.20	Sable graveleux gris			2.9								0.22		54	94.9	41.7	7.2	7.0		43.9	7.6											C1B4	
PM16	0.70	Sable limoneux gris	1% CaO+7% CPJ 1% CaO+7% CPJ	7.5									0.86		15	100.0	97.0	80.4	78.6	22.5	97.0	80.4	23.0	1.53								Etat naturel à OPN	A1	
PM16	0.70	Sable limoneux gris			23.5																													
PM16	0.70	Sable limoneux gris			26.6	23.7																												
PM16	0.70	Sable limoneux gris																																
PM3	1.10	Sable limono graveleux marron	1% CaO+7% CPJ 1% CaO+7% CPJ	5.4									0.48		33	100.0	54.5	14.6	14.1		54.5	14.6												
PM4	1.05	Graves limoneuses marron		6.7									1.04		27	100.0	62.6	29.8	28.6		62.6	29.8												
PM5	0.80	Sable limono graveleux marron		6.9									0.51		38	100.0	57.5	16.4	16.1		57.5	16.4												
PM8	1.20	Limon sablo graveleux beige			7.3								1.45		33	100.0	77.1	55.9	55.2		77.1	55.9											A1	
PM9	1.20	Graves sableuses marron	1% CaO+7% CPJ 1% CaO+7% CPJ	7.4									0.36		54	99.6	38.7	13.6	12.7		38.8	13.7	8.0	2.10									C1B5	
PM9	1.20	Graves sableuses marron			7.4																												C1B5	
SC10+TAR	1.90	Limon argileux gris		20.4									1.81		12	100.0	94.5	81.0	80.2		94.5	81.0											A1	
SC18	0.55	Argile limono graveleuse grise		20.1									1.55		53	94.8	84.6	69.1	67.1		89.2	72.9												
SC4+TAR	2.05	Sable limono graveleux gris	1% CaO+7% CPJ 1% CaO+7% CPJ	6.2									0.53		26	100.0	51.0	17.3	16.6		51.0	17.3											B5	
SC8+TAR	0.80	Grave argilo limoneuse marron		8.6									0.74		25	100.0	53.2	28.3	27.3		53.2	28.3											B5	
SC8+TAR	1.70	Graves sablo limoneuses marron clair		4.0									0.36		28	100.0	37.7	13.5	12.8		37.7	13.5											B5	

Remarque :

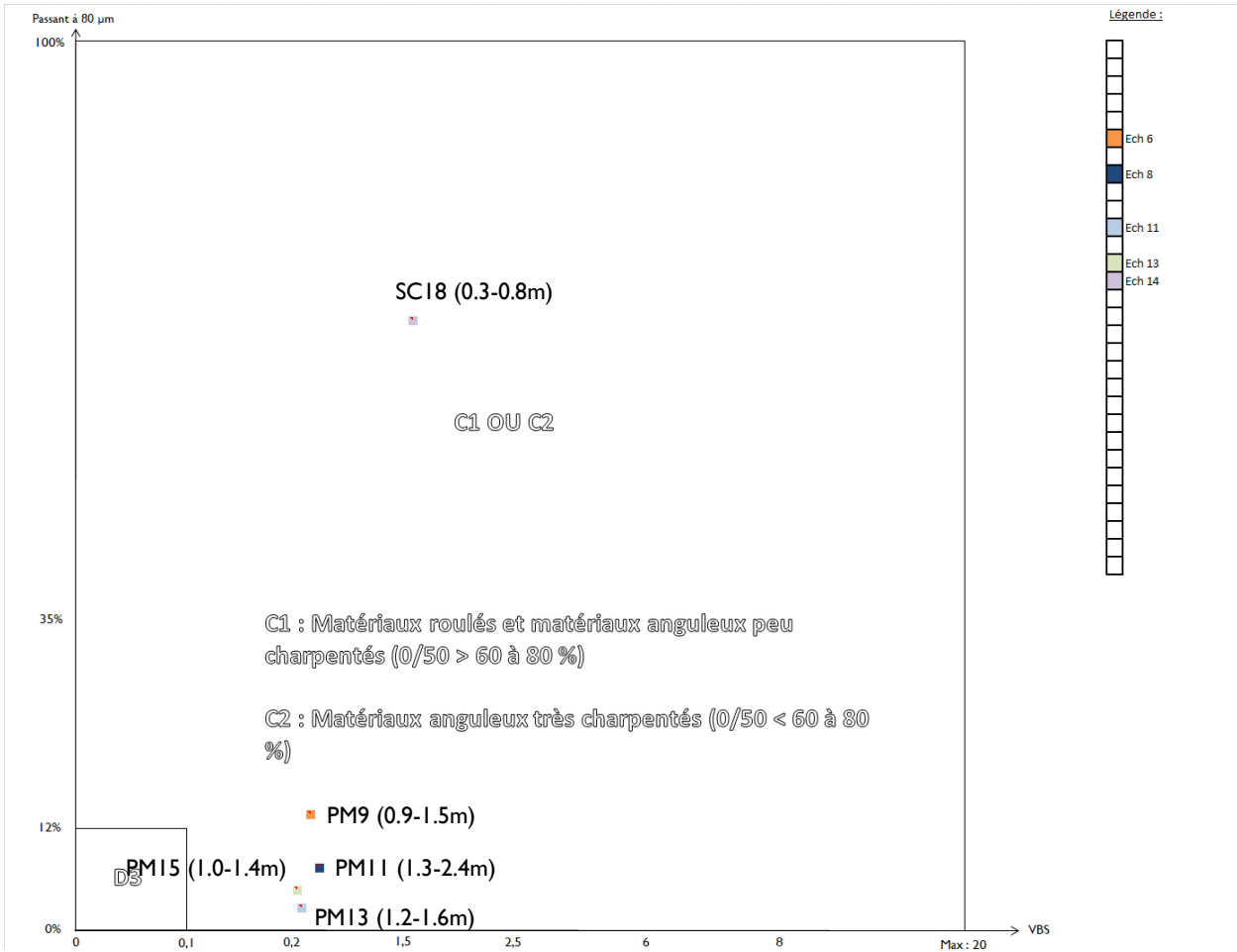
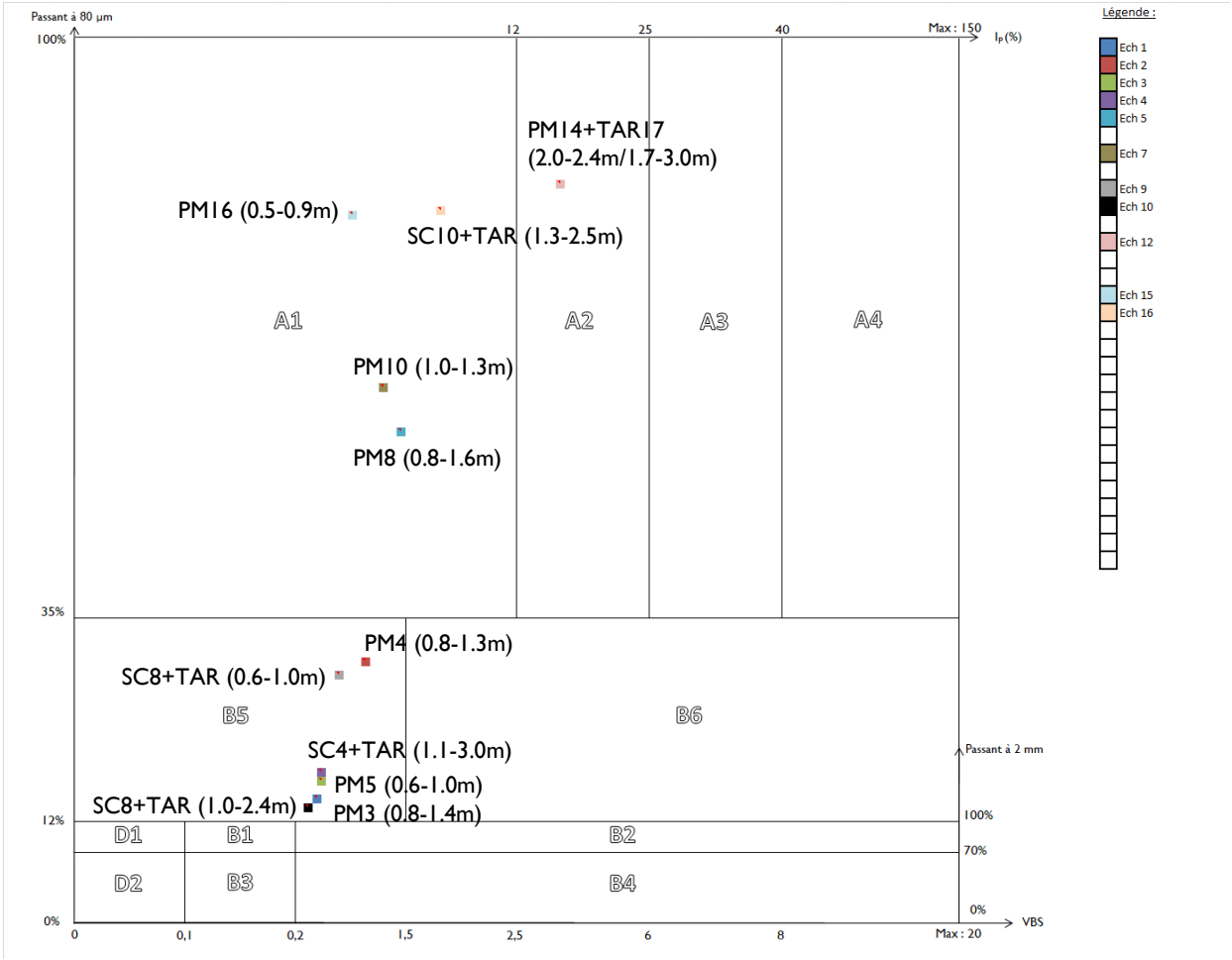
- Aptitude au traitement : pour un même traitement testé (1% CaO et 7% CPJ), et pour des matériaux à première vue de caractéristiques proches en sondage, les résultats de l'aptitude sont différents (apte et inadapté). Néanmoins, ces résultats ne signifient pas en absolue que ces matériaux sont inaptes à n'importe quel traitement ; un autre liant ou dosage pourrait conduire à des résultats différents.
- De manière générale, on observe 2 grands familles de matériaux selon le GTR, en fonction du zonage des sondages et de la profondeur.
- Une 1^{ère} famille correspond à des matériaux plus grossiers, à dominante de graves sableuses à limono-sableuses voire limono-argileuse, de classe GTR B5, C1B5 et C1B4.
- De manière synthétique, il s'agit plutôt des formations lithologiques (hors terrain de couverture) rencontrées au droit de l'extension I, puis à partir de la zone du sondage PM10, des formations lithologiques rencontrées à moyenne profondeur (en deçà de 0.8m en PM11, de 1.4 m en PM10, de 0.75m en PM13, de 0.9m en PM15 et PM16).
- Au droit de PM14+TAR17 et de SC10+TAR, cet horizon est de plus faible épaisseur car des sols de classe GTR A2 ou A1 sont rencontrés en deçà à partir de 1.2 à 1.5 m.
- Une 2nd famille correspond à des matériaux plus fins, à dominante de limons argileux, voire sableux, de classe GTR A1, C1A1 et A2. De manière synthétique, il s'agit des formations lithologiques rencontrées en bordure Nord de la piste vers PM8 puis à partir de la zone du sondage PM10, des formations lithologiques rencontrées à faible profondeur (jusqu'à 0.8m en PM11, 1.4 m en PM10, 0.75 m en PM13, 0.9 m en PM15, 0.9 m en PM16 et en SC18).
- Au droit de SC18, sous l'accotement, des sols de classe GTR C1A1 ont été rencontrés à très faible profondeur sous la structure de chaussée. La très faible valeur de CBR (0.3%) peut être mis en relation avec la teneur en eau élevée de l'échantillon (forage réalisé à l'eau). Cela traduit néanmoins une faible portance de ces sols lorsqu'ils sont humides à très humides.
- Bien que le faciès lithologie soit différent entre les horizons de classe GTR A1 et B5, selon le GTR, il s'agit de sols ayant un comportement similaire. En effet, ces sols sont sensibles à l'environnement hydrique et changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. Toutefois, pour les matériaux B5 ou C1B5, une plus faible proportion de fines (passant à 80µm) et une VBS légèrement supérieure à 0.2 pourront atténuer la sensibilité à l'eau.
- Les sols C1B4 ont également un comportement proche de celui des sols C1B5, dont le comportement est globalement dépendant de leur fraction 0/50mm.
- Les sols de classe A2 sont également sensibles aux variations hydriques.

⇒ Au sens du GTR, ces matériaux ne peuvent pas être utilisés en l'état en couche de forme, sauf associé à un traitement (liant hydraulique par exemple).

- Les résultats des essais IPI, CBR et CBRimmersion mettent en évidence des résultats différents pour des sols de classe GTR pourtant identique (la granulométrie et l'argilosité des sols jouent un rôle sur le comportement des différents échantillons). Au droit de PM3, PM4 et PM5, les valeurs de CBRimmersion varient entre 4 et 49.5 % ; la plus faible valeur étant liée avec le sol ayant la proportion de passant à 80µm et la VBS les plus élevés. Néanmoins, il ne s'agit pas d'une tendance absolue car les résultats du sondage PM13 ne suivent pas les résultats des sondages PM3 et PM5.



Résultats des identifications au sens du GTR reportés sur le plan d'implantation des sondages



E. AUTRES DONNEES FONDASOL DISPONIBLES

E.1. Données disponibles

FONDASOL a réalisé ces dix dernières années des études géotechniques sur le site de l'aéroport et notamment sur l'aire de mouvement.

Il s'agit de :

- **A** : Aménagement des aires de sécurité en extrémités de piste (R.E.S.A) – 2014
- **B** : Redressement du taxiway C4 – 2011/2012
- **C** : Aménagement bloc 50 et restructuration du parking CAG – 2016

La localisation des études les plus proches de la zone de la piste principale est reportée sur la vue aérienne ci-après.



Vue aérienne de 2020

E.2. Principales informations relatives aux études antérieures

E.2.1. Aménagement des aires de sécurité aux extrémités de piste

Au niveau du seuil 31R (extrémité Sud-Est de la piste), il avait été mis en évidence :

- une structure de chaussée constituée par de l'enrobé hydrocarboné sur 0.13 à 0.22 m puis une couche de forme en matériaux sablo-graveleux plus ou moins limoneux sur 0.17 à 0.28 m d'épaisseur.
Il s'agit de matériaux de classe GTR B5 à CIB5 (matériaux sablo-graveleux sensibles aux variations hydriques).
- des limons plus ou moins argileux à proportion variable de sable et graves.
Il s'agit de matériaux de classe GTR A1 (à faible profondeur) puis A2 en deçà.

⇒ Cette coupe type est plutôt en accord avec les résultats des sondages de 2022 les plus proches.

Pour la portance de l'arase, l'étude a conclu, pour des matériaux dans un état hydrique « très humide », à une portance médiocre (CBR < 3%).

Au niveau du seuil 13L (extrémité Nord-Ouest de la piste), il avait été mis en évidence :

- une structure de chaussée constituée par de l'enrobé hydrocarboné sur 0.08 à 0.10 m puis une couche de forme en matériaux sablo-graveleux plus ou moins limoneux sur 0.12 à 0.20 m d'épaisseur (matériaux de classe GTR B3 et D3).
- des remblais constitués de graves sableuses mêlées à des limons et argiles identifiés D3, B3, CIB5, CIB4, CIB3 au sens du GTR.

Ce sont les matériaux mis en remblais lors de l'extension de la piste. Il s'agit de matériaux sablo-graveleux sensibles aux variations hydriques sauf pour les matériaux D3 et B3.

⇒ Cette coupe type est plutôt en accord avec les résultats des sondages de 2022 les plus proches.

Pour la portance de l'arase, l'étude a conclu, pour des matériaux dans un état hydrique « moyen » à « très sec », à une bonne portance (CBR de 15 à 20%).

E.2.2. Redressement du taxiway C4

Les sondages avaient mis en évidence :

- des remblais de nature hétérogène, constitués de limons, sable et graviers plus ou moins argileux, d'argile graveleuse ou sableuse et de sable. Cet horizon peut contenir des blocs (\varnothing 100 mm et plus) ainsi que du ballast. Les matériaux sont hétérogènes et présents sur une épaisseur variable de 1 à 2 m. La distinction avec l'horizon sous-jacent est délicate. Il s'agit de matériaux de classe GTR A1, CIB4 voire CIB5.
- des sables et graviers plus ou moins argileux alternés d'argile beige à jaunâtre plus ou moins sableuse.
Il s'agit de matériaux de classe GTR CIB5 pour les sols à dominante sableuse et A2 pour les sols à dominante argileuse.
- de la marne rougeâtre pénétrée plus en profondeur.

⇒ Cette coupe type est plutôt en accord avec les résultats des sondages de 2022 les plus proches.

E.2.3. Bloc 50 et parking CAG

De manière générale, les sondages avaient mis en évidence des horizons lithologiques similaires à ceux rencontrés lors des sondages de 2022 au droit et à proximité de la piste.

Il existe une relative hétérogénéité des sols à l'échelle du site avec des variations latérales de faciès, entre des sols à dominante limoneuse voire argileuse et des sols à dominante sableuse.

En se rapprochant de l'Etang de Vainé, un niveau de nappe peut être observé à partir de 2 m de profondeur.

F. ANALYSE ET INTERPRETATIONS DES DIFFERENTS RESULTATS ET DIAGNOSTIC

F.1. Analyse des résultats vis-à-vis des fiches PCN et des données du CCP

En tenant compte des résultats des différentes investigations, nous proposons de réaliser une analyse comparative avec les fiches PCN (S1 à S12) de novembre 2019 qui nous ont été transmises.

ZONAGE DES FICHES PCN TRANSMISES (SECTIONS) :



COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES STRUCTURELLES (EPAISSEURS THEORIQUES) DES FICHES ET DES SONDAGES :

❖ Section S1 / Carottages SC1 et SC2

Fiche PCN (515 ml)		SC1	SC2	Relevé radar
Structure théorique				
BBA 3 (2007)	-	5.5 cm	5.5 cm	Epaisseur moyenne mesurée : 38 cm
Enrobé bitume (1980)	7 cm	8 cm	10 cm	
Grave bitume	20 cm	21 cm	21 + 2.5 cm	
GNT	40 cm	-	-	-

⇒ La structure observée en carottage et avec les relevés radar est de manière générale un peu plus épaisse que la structure théorique.

❖ Section S2 / Carottages SC3 et SC4

Mise en œuvre en 2007	Fiche PCN (553 ml)		SC3	SC4	Relevé radar
	Structure théorique				
	BBA 3 (2007)	6 cm	5.5 cm	6 cm	Ep. moy. mesurée : 19 cm
	Grave bitume	7 cm	6.5 + 4 cm	9.5 cm	
	Sable bitume	2 cm	2.5 cm	3 cm	
	Dalle BC (1969)	33 cm	35 cm	30 cm	34 cm
	Enrobé	7 cm	7.0 cm	3.5 cm	5cm
	GNT	30 cm	-	Grave traitée ?	35 cm

⇒ Pour SC3, la structure observée est un peu plus épaisse voire similaire à la structure théorique. Idem pour les relevés au radar.

Pour SC4, la structure observée est un peu plus épaisse pour les couches bitumineuses supérieures mais un peu moins épaisse pour la structure béton et la couche bitumineuse sous-jacente, ce qui conduit à une structure totale moins épaisse que la structure théorique. Néanmoins, une couche de grave traitée pourrait être présente à la base de la structure de chaussée.

❖ Section S3

Fiche PCN (112 ml)		Relevé radar
Structure théorique		
BBA 3 (2007)	6 cm	Ep. moy. mesurée : 21 à 41 cm
Grave bitume	7 cm	
Sable bitume	2 cm	
Dalle BC (1969)	33 cm	35 à 22 cm
Enrobé	7 cm	-
GNT	30 cm	-

⇒ Il s'agit d'une zone de transition entre la piste originale et la 1^{ère} extension au niveau du taxiway D3 et qui présente localement une structure un peu plus épaisse. Diminution de l'épaisseur de la dalle béton.

❖ Section S4

Fiche PCN (109 ml)		Relevé radar
Structure théorique		
BBA 3 (2007)	6 cm	Ep. moy. mesurée : 31 à 38 cm
Béton bitumineux (1984)	5 cm	
Grave bitume	10 cm	
Dalle BC (1957)	-	20 à 25 cm
Tout-venant	-	-

⇒ A priori, l'épaisseur de la structure est un peu différente de celle de la fiche PCN (structure bitumineuse plus épaisse et structure béton un peu moindre).

❖ Section S5

Fiche PCN (117 ml)		Relevé radar
Structure théorique		
BBA 3 (2007)	6 cm	Ep. moy. mesurée : 28 à 30 cm
Béton bitumineux (1984)	5 cm	
Grave bitume	10 cm	
Dalle BC (1957)	-	21 cm
Tout-venant	-	-

⇒ Idem S4

❖ Section S6 et carottage SC5

Fiche PCN (102 ml)		SC5	Relevé radar
Structure théorique			
BBA 3 (2007)	6 cm	5 cm	Ep. moy. mesurée : 25 cm
Béton bitumineux (1984)	5 cm	4 cm	
Grave bitume	10 cm	15 cm	
Dalle BC (1957)	-	26 cm	26 cm
Tout-venant	-	-	40 cm

⇒ La structure observée en carottage et avec les relevés radar est de manière générale similaire à la structure théorique.

❖ **Section S7 et carottages SC5 à SC7**

Fiche PCN (928 ml)		SC5	SC6	SC7	Relevé radar
Structure théorique					
BBA 3 (2007)	6 cm	5 cm	15 + 5 cm	6.5 cm	Ep. moy. mesurée : 25 cm (20 à 29 cm)
Béton bitumineux (1984)	5 cm	4 cm		13.5 cm	
Grave bitume	10 cm	15 cm			
Dalle BC (1957)	-	26 cm	24.5 cm	26 cm	26 cm
Tout-venant	-	-	-	-	40 cm

⇒ En se basant sur les résultats des relevés au radar et des sondages carottés SC6 et SC7, on observe une légère diminution de l'épaisseur de la structure bitumineuse entre les sondages SC6 et SC7, par rapport à la zone du sondage SC5.

La structure observée en carottage et avec les relevés radar est de manière générale similaire à la structure théorique, voire un peu moindre en épaisseur (SC6).

❖ **Section S8 et carottage SC8**

Fiche PCN (178 ml)		SC8	Relevé radar
Structure théorique			
BBA 3 (2007)	6 cm	5.5 cm	Ep. moy. mesurée : 30 cm
EME	7 cm	10.5 + 14 cm	
Béton bitumineux (1984)	5 cm		
Grave bitume	10 cm		
Dalle BC (1957)	28 cm	25.5 cm	25 cm
Béton bitumineux	4 cm	1.5 cm	-
Tout-venant	22 cm	13 cm	30 cm

⇒ La structure observée est un peu plus épaisse pour les couches bitumineuses supérieures mais un peu moins épaisse pour la structure béton et la couche bitumineuse sous-jacente, ce qui conduit à une structure totale d'épaisseur légèrement inférieure à la structure théorique.

❖ **Section S9 et carottage SC9**

Fiche PCN (346 ml)		SC9	Relevé radar
Structure théorique			
BBA 3 (2007)	6 cm	6 cm	Ep. moy. mesurée : 30 cm (28 à 31 cm)
EME	7 cm	9 cm	
Béton bitumineux (1984)	5 cm	5 cm	
Grave bitume	10 cm	11.5 cm	
Dalle BC (1957)	28 cm	22.5 cm	25 cm
Béton bitumineux	4 cm	2 cm	-
Tout-venant	22 cm	13 cm	30 cm

⇒ La structure observée est un peu plus épaisse pour les couches bitumineuses supérieures mais moins épaisse pour la structure béton et la couche bitumineuse sous-jacente, ce qui conduit à une structure totale d'épaisseur légèrement inférieure à la structure théorique.

❖ Section S10

Fiche PCN (134 ml)		Relevé radar
Structure théorique		
BBA 3 (2007)	6 cm	Ep. moy. mesurée : 30 cm
EME	7 cm	
Béton bitumineux (1984)	5 cm	
Grave bitume	10 cm	
Dalle BC (1957)	28 cm	25 cm
Béton bitumineux	4 cm	Absente ? Non prélevé ?
Tout-venant	22 cm	30 cm

⇒ Idem section S9

❖ Sections S11 et S12 et carottage SC10

Fiche PCN (432 ml)		SC10	Relevé radar
Structure théorique			
BBA 3 (2007)	6 cm	5.5 cm	Ep. moy. mesurée : 30 cm
EME	7 cm	10.5 cm	
Béton bitumineux (1984)	5 cm	6 cm	
Grave bitume	10 cm	11 cm	
Dalle BC (1957)	28 cm	25.5 cm	25 cm
Béton bitumineux	4 cm	Absente ? Non prélevé ?	-
Tout-venant	22 cm	-	30 cm

⇒ La structure observée est un peu plus épaisse pour les couches bitumineuses supérieures mais un peu moins épaisse pour la structure béton et la couche bitumineuse sous-jacente, ce qui conduit à une structure totale d'épaisseur légèrement inférieure à la structure théorique.

CONCLUSION

Les fiches PCN présentent quatre structures théoriques le long de la piste, liées principalement à l'historique des travaux de construction et d'entretien de la piste.

Néanmoins, des divergences, certes limitées, ont été observées concernant les épaisseurs des structures bitumineuses et des structures béton.

Des spécificités plus marquées ont également pu être mises en évidence. Par exemple pour la zone du sondage SC6 et du sondage SC9 vis-à-vis de l'épaisseur de la dalle béton.

Pour les zones 3 et 4, l'épaisseur de la dalle béton mesurée en carottage (22.5 à 26 cm) est inférieure à l'épaisseur retenue dans les fiches PCN (28 cm).

A l'inverse, pour plusieurs carottages, l'épaisseur de la structure bitumineuse mesurée est supérieure à l'épaisseur totale retenue dans les fiches PCN. Toutefois, il n'est pas possible de distinguer visuellement les types de matériaux bitumineux observés en carottage (cf. § ci-après).

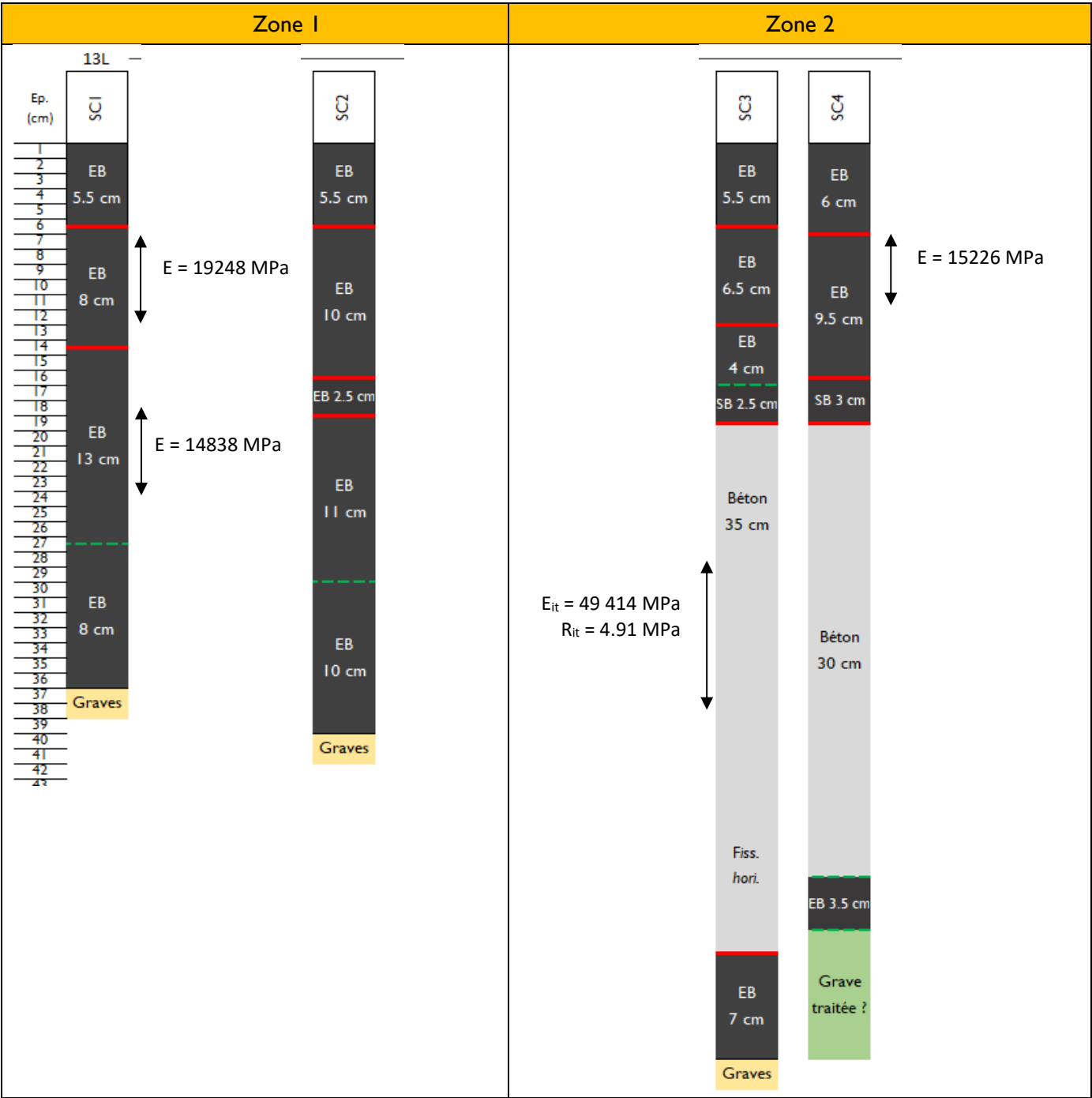
F.2. Sections homogènes

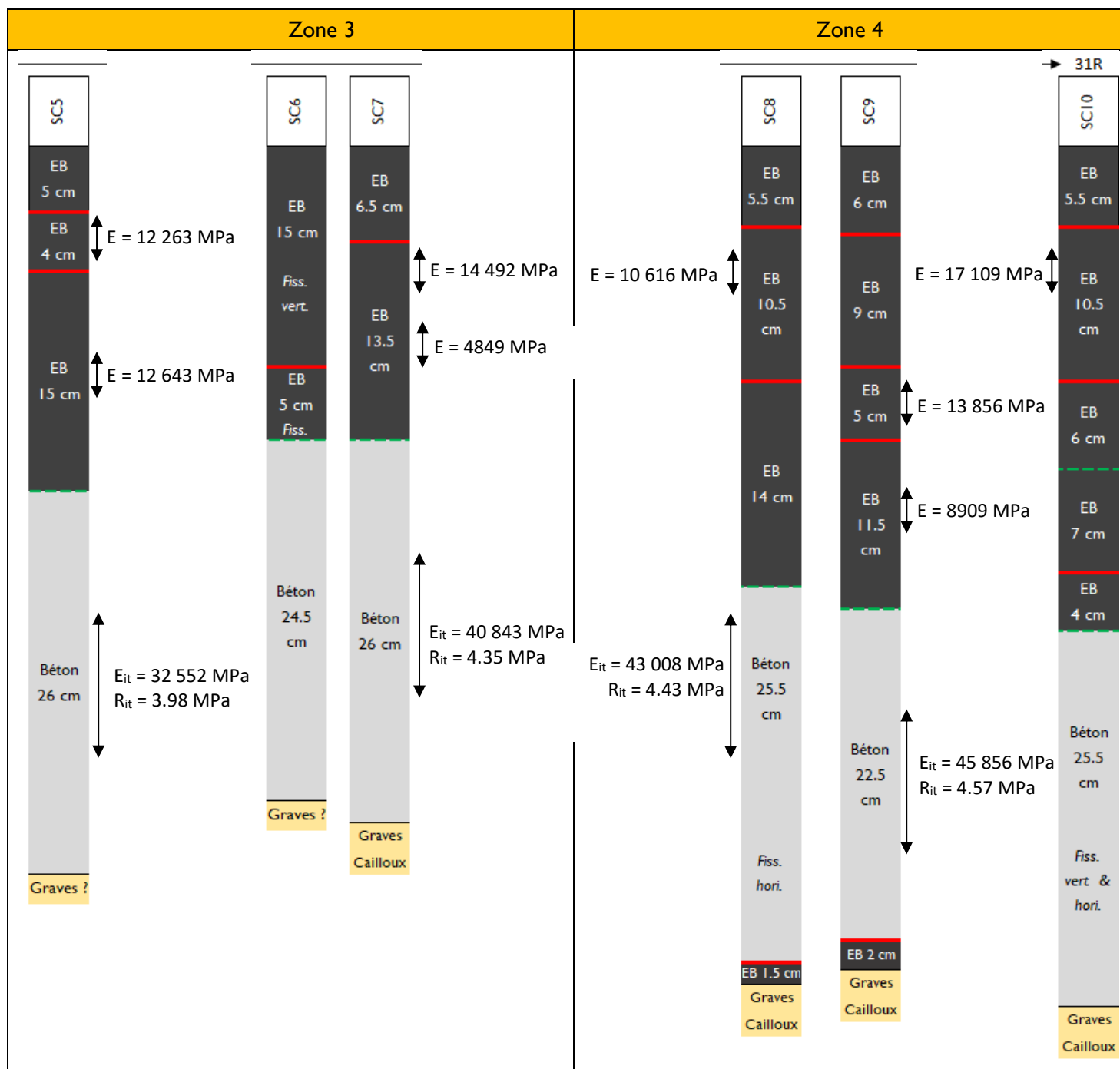
A grande échelle, le découpage en 4 zones basé sur les fiches PCN et proposé dans le CCP est cohérent avec les résultats des investigations. Sur la base des relevés radar et des mesures au HWD, seule la limite entre les zones 3 et 4 peut être décalée vers l'Ouest.



Extrait du rapport des investigations géophysiques par radar

F.3. Synthèse des caractéristiques mesurées sur les matériaux de chaussées





A l'exception d'un échantillon de couche bitumineuse au droit du carottage SC7, les caractéristiques des matériaux constitutifs des chaussées sont bonnes dans l'ensemble, malgré l'ancienneté de certaines des couches.

La dalle béton ancienne de 1957 montre des valeurs de résistance élevées, probablement similaire voire supérieures à celles lors de sa mise en œuvre. Seule la dalle béton de SC5 montrerait une résistance un peu moindre.

Les valeurs de modules d'enrobés mesurées sont dans l'ensemble cohérentes et parfois supérieures avec les caractéristiques des couches d'enrobé probablement mises en œuvre (sauf SC7-2 et SC8).

F.4. Indice CBR – Module K

Les fiches PCN présentent les caractéristiques du sol support suivantes (reprises des rapports SSBA de 1986 et SSBA de 2000) :

Section (Zone)	S1 (Zone 1)	S2 / S3 (Zone 2)	S4 / S5 / S6 / S7 (Zone 3)	S8 / S9 / S10 / S11 / S12 (Zone 4)
Structure	Souple	Mixte	Mixte	Mixte
CBR	10	-	-	
K_0 (MPa/m)	-	50	45	40
K_c (MPa/m)	-	85	60	55

Avec :

- K_0 : module de réaction du sol support
- K_c : module de réaction corrigé (fonction de (K_0 ; H_{eq}))

ZONE 1 :

Compte-tenu des résultats des différentes investigations (remblais mis en œuvre lors de l'allongement 2 de la piste), au droit de la piste, on peut estimer que la valeur d'indice CBR retenue à ce jour est plutôt sécuritaire et qu'une valeur comprise entre 10 et 15 serait plus proche du comportement du sol support in-situ.

ZONE 2 :

Compte-tenu des résultats des différentes investigations (allongement 1 de la piste), au droit de la piste, on peut estimer que la valeur de module de réaction retenue à ce jour est plutôt cohérente, voire un peu sécuritaire, notamment dans des conditions hydriques favorables. Une valeur comprise entre 50 et 70 MPa/m pourrait être plus proche du comportement du sol support in-situ.

ZONE 3 :

Compte-tenu des résultats des différentes investigations (piste d'origine), au droit de la piste, on peut estimer que la valeur de module de réaction retenue à ce jour est plutôt cohérente, notamment dans des conditions hydriques favorables.

Un bon drainage de la plateforme aéroportuaire reste un point important au comportement pérenne du sol support.

ZONE 4 :

Compte-tenu des résultats des différentes investigations (piste d'origine), au droit de la piste, on peut estimer que la valeur de module de réaction retenue à ce jour est plutôt cohérente, notamment dans des conditions hydriques favorables.

Un bon drainage de la plateforme aéroportuaire reste un point important au comportement pérenne du sol support.

A noter que localement, par exemple au droit de SC10, les essais de pénétration dynamique ont mis en évidence une résistance du sol un peu moindre sous la chaussée qui pourrait induire localement une valeur de module de réaction plus faible.

Remarque :

Pour les accotements, il est plus difficile de définir des modules K et des indices CBR par tronçon homogène compte-tenu de la plus grande variation des résultats obtenus suite aux investigations. Par contre, on peut estimer que localement l'indice CBR peut être assez faible, de l'ordre de 2 à 5.

F.5. Diagnostic

L'ensemble des données collectées lors de nos différentes investigations nous conduit aux principales conclusions suivantes :

- Il n'y a pas de déformation majeure de la structure de chaussée sur l'ensemble du linéaire de la piste, ce qui peut être mis en relation avec un bon comportement du complexe structure de chaussée / sol support.

- La résistance structurelle de la dalle béton apparaît bonne pour l'ensemble des zones. Elle ne semble pas beaucoup dégradée, ni fissurée.

- Les caractéristiques intrinsèques des couches bitumineuses apparaissent globalement bonnes, sauf ponctuelle pour certaines couches, dans certaines zones (SC7 par exemple).

Des fissures sont visibles en surface, selon un maillage et une densité variable selon les tronçons de la piste. Les zones les plus sollicitées de la piste par le trafic aérien semblent être les zones les plus affectées par ce phénomène. Comme on l'a observé au droit du carottage SC6, implanté au droit d'une fissure, cette dernière affecte toute la hauteur des couches bitumineuses, jusqu'à la dalle béton, a priori non affectée. Il est néanmoins difficile de dire si l'ensemble des fissures affectent également la totalité des couches bitumineuses ou seulement la couche supérieure. Il y a probablement les deux cas de figure.

Des fissures ont été colmatées avec du bitume ce qui permet de limiter l'évolution de ces dernières.

Dans les zones soumises à un dégomme important, on observe un désenrobage des granulats via le retrait du liant bitumineux, conduisant à une dégradation de surface de la couche de roulement.

Une reprise de la couche de roulement sur une largeur de 10 à 15 m de part et d'autre de l'axe la piste est nécessaire à court ou moyen terme, en fonction de l'évolution de ce phénomène lié aux fréquences des actions de dégomme.

- De manière générale, le sol support des structures de chaussée présente une bonne portance. Toutefois, la nature des matériaux présents et les résultats des essais en laboratoire montrent une sensibilité plus ou moins prononcée vis-à-vis de l'état hydrique et donc de la teneur en eau des matériaux (sensibilité plus forte pour des matériaux de classe GTR A1 ou B5 notamment avec une argilosité plus marquée). Dans le cas de matériaux très humides, la portance des sols peut chuter de manière significative (à l'exception de l'allongement 2 de la piste réalisé avec des remblais à dominante grossière).

- Le système de drainage des eaux pluviales présent de part et d'autre de la piste, et sur l'ensemble de plateforme aéroportuaire est très important pour assurer un bon drainage des sols sous les structures de chaussées. Son bon fonctionnement et donc son entretien régulier sont très importants pour la pérennité de la plateforme.

- A minima, à court ou moyen terme une reprise de la couche de roulement est à prévoir. Une reprise des couches d'enrobés sur une plus grande épaisseur voire un renforcement, à court, moyen ou long terme sera fonction des objectifs de durée d'exploitation et du trafic prévisionnel à venir. En premier lieu, une analyse du niveau d'endommagement des couches de chaussées bitumineuses en place et une estimation de leurs durées de vie résiduelles sont à prévoir sur la base du trafic passé, en intégrant les nouvelles données collectées.

Le linéaire de la piste pourrait ne pas faire l'objet du même traitement du fait des sollicitations différentes qu'il subit.

- Une mise à jour de l'indice de service pourrait être nécessaire dans les prochains mois pour actualiser les fiches PCN en tenant compte des nouvelles données collectées.

Le présent rapport conclut la mission confiée à FONDASOL.

ANNEXES



I. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

– 3 PAGES

1. Formation du Contrat

Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

2. Entrée en vigueur

Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.

Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profondeurs, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

4. Obligations générales du Client

4.1 Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

4.2 Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnaît et accepte expressément.

La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.

4.3 Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :

- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation

d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;

- fournir, conformément aux articles R.554-I et suivants du même chapitre du code de l'environnement, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

4.4 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.

En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

6. Délais de réalisation

À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

- Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

7. Formalités, autorisations et accès, obligations d'information, dégâts aux ouvrages et cultures

À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou réglementaires non transférable par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'histoire du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non consécutif, résultant des événements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.

Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et/ou les réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

8. Implantation, nivellement des sondages

À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais.

9. Hydrogéologie - Géotechnique

9.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9.2 L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment à titre d'exemple glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

9.3 L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des Prestations de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Pollution - dépollution

Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaires au transport, aux traitements et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.

Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs.

Les missions d'assistance à maîtrise d'œuvre ou de maîtrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client

Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. À défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

12. Réserve de propriété, confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

13. Propriété Intellectuelle

Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.

En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client

s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

14. Modifications du contenu des Prestations en cours de réalisation

La nature des Prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le Client et ceux recueillis lors de l'établissement du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

15. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maître d'ouvrage, constructeur ou maître d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

16. Force Majeure

Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force majeure. La Force majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeurs affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.

Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.

Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations.

Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la **facture ou décompte final(e)**.

En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.

Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- (i) En cas d'Imprévus,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au

taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.

Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

- (i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- (ii) Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
- (iii) les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
- (iv) un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

20. Répartition des risques, responsabilités

20.1 Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

20.2 Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. À ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat,

la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

20.3 Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

21. Assurances

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L241-I du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.** Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRÉSENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITÉ, SON INTERPRÉTATION, SON EXISTENCE, SA RÉALISATION, DÉFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RÉSILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DÉLAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ÉTAT D'UN DIFFÉREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RÉSOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

2. ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P94-500) – I PAGE

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

3. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

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 géotechniques. 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)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques 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 si besoin 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 étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs 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:

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données 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 géotechniques 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 et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales 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 du projet 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 du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs 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.

- Établir 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 particulières, 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.

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 Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier 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, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution 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 des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- 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).
- Établir 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 suivi géotechniques 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 géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

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), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de 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.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou 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 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.
- Étudier 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'état de l'état général de l'ouvrage existant.

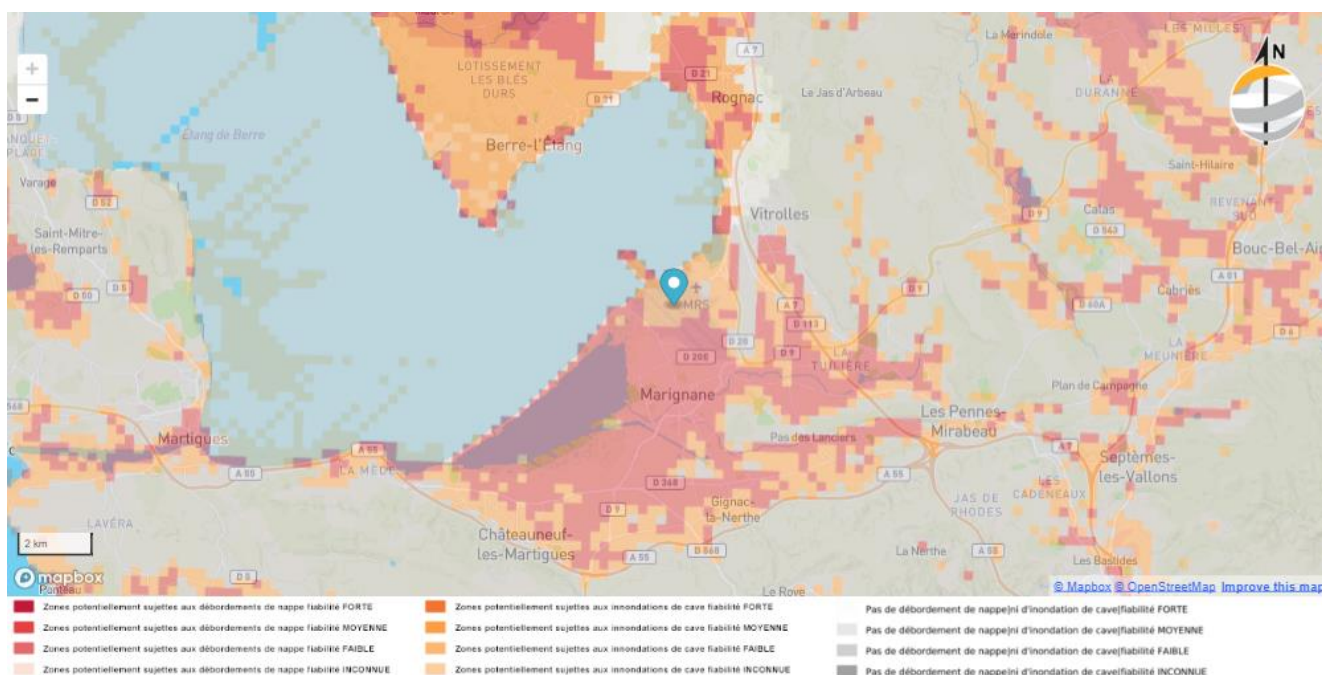
Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014

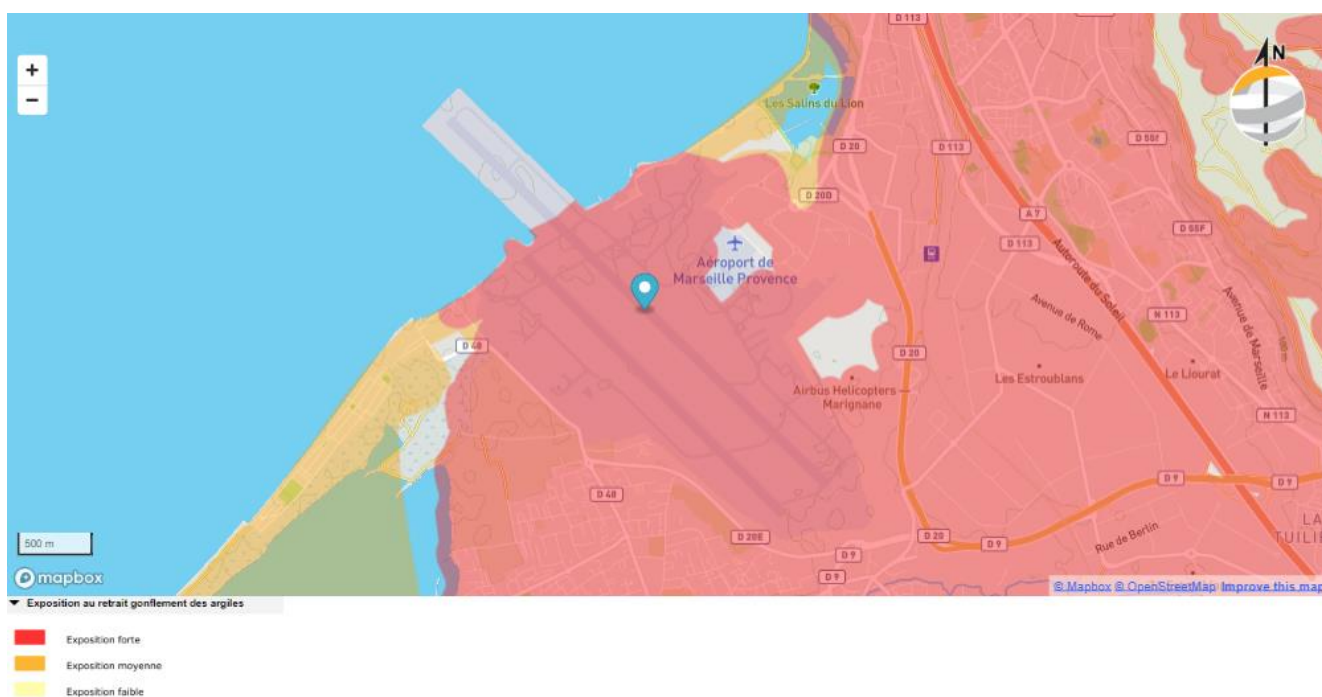
ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et

4. RISQUES NATURELS – 2 PAGES

REMONTEE DE NAPPE



RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES



ARRETES DE RECONNAISSANCE DE CATASTROPHE NATURELLE PUBLIES POUR LA COMMUNE

Code National CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le journal officiel du	Risque	Commune
13PREF19820055	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982	Tempête	MARIGNANE
13PREF19930036	22/09/1993	24/09/1993	11/10/1993	12/10/1993	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE
13PREF19940051	01/05/1989	31/12/1991	30/06/1994	09/07/1994	Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	MARIGNANE
13PREF19940071	04/11/1994	06/11/1994	21/11/1994	25/11/1994	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE
13PREF19960026	26/08/1996	26/08/1996	01/10/1996	17/10/1996	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE
13PREF19980008	01/01/1992	31/12/1997	12/06/1998	01/07/1998	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF19990002	07/09/1998	07/09/1998	21/01/1999	05/02/1999	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE
13PREF20020003	01/01/1998	30/06/1998	12/03/2002	28/03/2002	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20020006	01/01/1998	30/06/1998	30/04/2002	05/05/2002	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20020028	19/09/2002	19/09/2002	17/12/2002	08/01/2003	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE
13PREF20030052	01/12/2003	02/12/2003	12/12/2003	13/12/2003	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE
13PREF20040027	01/01/2002	30/06/2002	25/08/2004	26/08/2004	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20050018	10/09/2005	10/09/2005	10/10/2005	14/10/2005	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE
13PREF20080082	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20080083	01/07/2007	30/09/2007	07/08/2008	13/08/2008	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20090074	18/09/2009	18/09/2009	10/12/2009	13/12/2009	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE
13PREF20170025	01/01/2016	30/06/2016	25/07/2017	01/09/2017	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20180004	01/07/2016	31/12/2016	22/02/2018	24/03/2018	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20180022	01/01/2017	30/06/2017	10/07/2018	27/07/2018	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20190017	01/01/2018	31/03/2018	16/07/2019	09/08/2019	Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	MARIGNANE
13PREF20190061	02/11/2019	03/11/2019	12/12/2019	19/12/2019	Inondations et coulées de boue	MARIGNANE

Liste des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle (source : Georisques)



www.groupefondasol.com