

RAPPORT G2 PRO

Réf. : 19-09/74-183

Projet « NUANCE LEMAN »
15 rue des Prés du Four
74 – DOUVAINE

24/02/2021 – V1

Maître d'ouvrage

NUANCE LEMAN RESIDENCE
C/o SAGEC
Résidence "L'atrium"
2, Avenue de Genève
74140 DOUVAINE

c.dahenne@sagec.fr
n.roux@sagec.fr ;



SOMMAIRE

1.	PRESENTATION / INTERVENANTS / MISSIONS.....	4
2.	LE PROJET / SON ENVIRONNEMENT ET LES RISQUES NATURELS.....	6
2.1	LE SITE	6
2.2	LA GEOLOGIE	7
2.3	LES RISQUES NATURELS.....	9
2.4	LA SISMICITE	10
2.5	LE PROJET	10
3.	SYNTHESE GEOTECHNIQUE et HYDROGEOLOGIQUE	12
3.1	SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE 10T	12
3.2	SONDAGES AU PENETROMETRE STATIQUE-DYNAMIQUE LOURD 20T.....	14
3.3	ESSAIS DE PERMEABILITE, DONNEES HYDROGEOLOGIQUES COLLECTEES ET PIEZOMETRIE.....	14
3.3.1	CADRE GENERAL	14
3.3.2	PIEZOMETRIE	15
4.	CALCUL DES DEBITS OU VOLUME DE DRAINAGE EN PHASE PROVISOIRE	15
5.	GESTION DES EAUX PLUVIALES.....	16
6.	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES A RETENIR (FONDATIONS, NIVEAU BAS, DRAINAGE).....	18
6.1	SOLUTION PAR RADIER NERVURE POUR LES BATIMENTS SUR SOUS-SOLS :	18
6.2	NIVEAUX BAS DES BÂTIMENTS	19
7.	TERRASSEMENTS – POMPAGES.....	19
7.1	Travaux de terrassement	19
8.	DEFINITION DU DISPOSITIF DE POMPAGE EN PHASE CHANTIER	21
8.1	DEFINITION DU DISPOSITIF.....	21
8.2	DISPOSITIF DE DRAINAGE DES EAUX EN FOND DE FOUILLE EN PHASE CHANTIER.....	22
8.3	CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES DE RABATTEMENT	22
8.4	LE DISPOSITIF DE PROTECTION EN PHASE DEFINITIVE (PROTECTION « PASSIVE »).....	24
9.	ELEMENTS DE LA ZIG ET RECOMMANDATIONS	25
9.1	TRONÇON AB.....	25
9.2	TRONÇON BC.....	26
9.3	TRONÇON DE.....	28

10.	PREDIMENSIONNEMENT DES SOUTÈNEMENTS	29
10.1	COUPE TYPE 1 : PAROI BERLINOISE CLOUEE PROVISoire – TRONÇON AB + BC	29
10.2	COUPE TYPE 2 : PAROI BERLINOISE CLOUEE PROVISoire – TRONÇON DE	31
11.	ESTIMATION DES SURFACES NECESSAIRES	32
12.	REMARQUES	33

ANNEXES

- Plans d'implantation des sondages sur plan de terrassement et plan topographique
- Résultats des sondages à la pelle mécanique
- Résultats des essais au pénétromètre statiques dynamiques 200KN
- Résultats des coupes géologiques relevés lors de la pose des piézomètres
- Plan de localisation des tronçons de soutènement nécessaires
- Coupes de soutènement en berlinoises forée clouées
- Tableau de classification des missions géotechniques extrait de la NFP 94500
- Conditions générales

1. PRESENTATION / INTERVENANTS / MISSIONS

Dans le cadre d'un projet de construction de 3 bâtiments collectifs de type R+1+combles sur un niveau de sous-sol à Douvaine, une mission G2 PRO+ACT a été confiée au bureau IMOGEO par la SCCV Nuance Lemman Résidence C/o SAGEC.

L'équipe d'ingénierie constituée pour l'opération est la suivante :

INTERVENANTS	SOCIETE	INTERLOCUTEURS	MAIL ET DIFFUSION
Maître d'ouvrage	NUANCE LEMAN RESIDENCE C/o SAGEC	M. DAHENNE M. ROUX M. RICCHI	c.dahenne@sagec.fr ; n.roux@sagec.fr ; d.ricchi@sagec.fr ;
Architecte	PHILIPPE CHEYSSON ARCHITECTE	M. MARQUETTY	Stephan.marquetty@daragon-cheysson.fr ;
Maître d'œuvre	CABINET MAPELLI	M. GRIMONT	cabinet.orlando.mapelli@orange.fr
Bureau structure	EDS		eds74@bureau-eds.fr
Bureau VRD			
Bureau de Contrôle	APAVE	M. PANLOUP	Arnaud.panloup@apave.com ;
Bureau Géotechnique	IMOGEO	M.BELOT	v.belot@imogeo.fr

Le rapport d'étude FONDA CONSEIL n°VB/74/16/11238 a également été transmis par la maîtrise d'ouvrage et réutilisé dans le cadre du présent rapport. Les sondages réutilisés comportent :

- 4 sondages à la pelle mécanique 10T,
- 6 essais statiques dynamiques lourd 200 KN menés entre 7,50 et 9,00m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel ;

Dans le cadre de la mission G5 Hydrogéologique confiée au bureau IMOGEO les investigations suivantes ont été menées au droit du site en Février 2020 :

- 3 forages de type ODEX pour mise en place de piézomètres en 104/114 mm de 10 m de profondeur pour la vérification du rayon d'action lors des essais de pompage permettant la caractérisation de la nappe.
- Fourniture et mise en place d'un enregistreur de niveau permanent pour le suivi des fluctuations dans le temps.

L'ensemble des investigations réalisées permet de disposer des données suffisantes pour le projet. Il conviendra toutefois, en début de chantier de procéder aux vérifications nécessaires dans les zones non accessibles compte tenu de la présence des constructions existantes.

L'objet du présent rapport est de répondre à l'étape 2 correspondant à l'étude géotechnique de conception et spécifiquement à la phase Projet selon la norme NFP94500 de novembre 2013. Le contenu de ce rapport G2 PRO traite donc des points suivants :

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

2. LE PROJET / SON ENVIRONNEMENT ET LES RISQUES NATURELS

2.1 LE SITE

Adresse du chantier	15 rue des Prés du Four – 74 DOUVAINE
Numéro des parcelles cadastrales	1763 et 1166
Occupation actuelle	Habitations, garages, pelouse arborée
Limite parcellaire NORD	Propriété bâtie
Limite parcellaire OUEST	Propriété bâtie
Limite parcellaire SUD	Propriété bâtie
Limite parcellaire EST	Rue des Prés du Four
Topographie	Site relativement plat, avec une altitude variante entre 429.9 m NGF (Est) à 428 m NGF



Photographie aérienne + plan cadastral de la parcelle



Vue depuis la partie Ouest du terrain lors des forages



Vue générale du site en direction de l'Ouest

2.2 LA GEOLOGIE

D'après la carte géologique de DOUVAINÉ au 1/50 000^{ème} ci-dessous, le secteur de Douvaine se situe sur un plateau, limité au Nord par les chaînes jurassiennes et au Sud par les Préalpes. Elle est traversée par divers ruisseaux qui se jettent dans le lac Léman.

A la fin du Crétacé, différents types de molasses se sont déposées sur le plateau.

A l'Oligocène, ces molasses émergent et un système fluvio-lacustre s'installe. Des cours d'eau l'érodent profondément et se jettent dans le « Proto-Rhône ».

Dès le quaternaire, le plateau Lémanique subit l'influence de deux glaciations différentes, l'une venant des Alpes et l'autre du Jura. Les retraits et avancées des glaciers ont laissés diverses empreintes.

Le proche sous-sol de la quasi-totalité de la plaine est constitué de dépôts des périodes glaciaires ou interglaciaires du quaternaire.

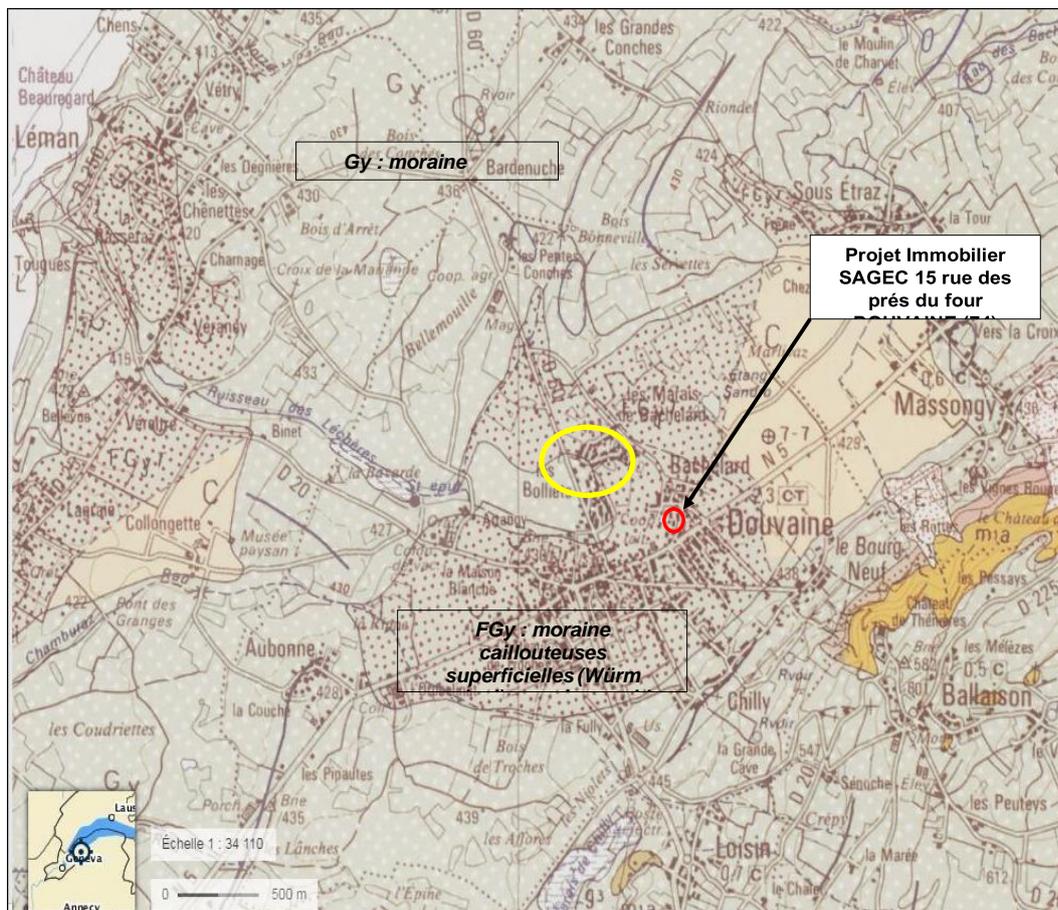
Dans cette couverture, on peut distinguer 2 grands ensembles :

- Gy Argiles à blocs (formations argileuses morainique – argile bleue)
- FGy Moraine caillouteuse superficielle, du stade Würm terminal
Lors de la fonte du glacier Rhodanien, à la fin du Würm, des lacs de barrages périglaciaires se sont formés entre le glacier et le versant. Les alluvions transportées par les torrents descendant des Préalpes, se sédimentaient dans ces lacs de barrage.
Les matériaux sont essentiellement gravelo-sableux. L'épaisseur de ces matériaux varie de quelques mètres à une trentaine de mètres.

Ce matériel détritique – parfois cimenté – est très hétérogène. Sa granulométrie est étalée, les changements latéraux et verticaux de faciès sont rapides, les variations d'épaisseur importantes. La puissance de ces formations serait d'environ 10 mètres dans le secteur de Douvaine.

Sous ces sédiments, et formant le substratum régional, on trouve la molasse représentée par des marnes plus ou moins argileuses et des grès.

La nappe des sables et graviers fluvio-glaciaires est le réservoir aquifère principal de la région. Mais, dans ce type de dépôts où la lithologie varie très vite aussi bien verticalement que latéralement, cette nappe est cloisonnée et discontinue. On est en présence de niveaux aquifères séparés les uns des autres. Ce cloisonnement rend souvent l'aquifère captif à semi-captif.



Extrait de la carte géologique de DOUVAINE au 1/50 000

Lithologie au droit du site :

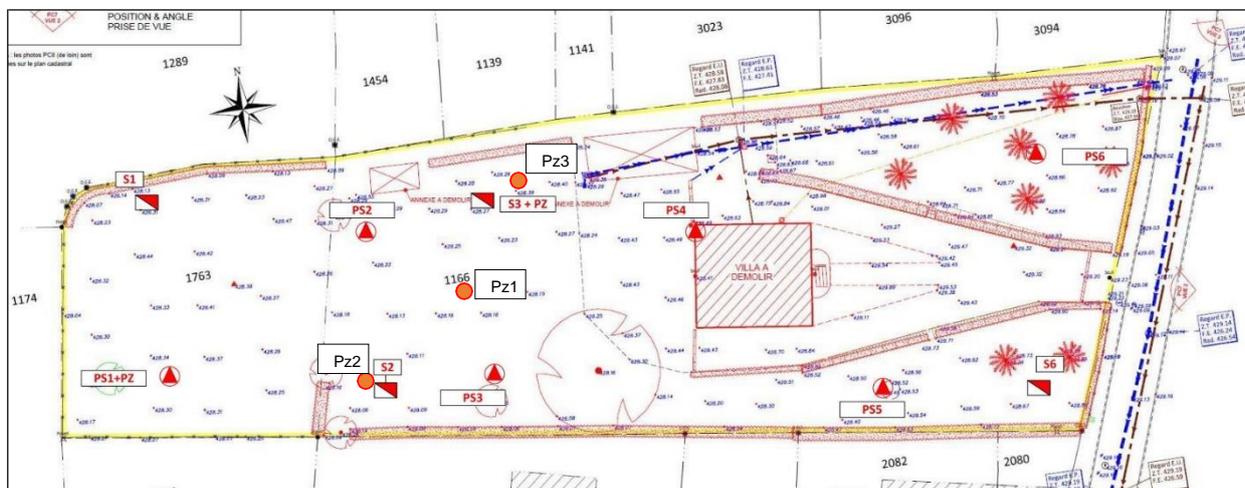
Dans le cadre de l'étude géotechnique G2AVP, divers ouvrages de reconnaissance ont été réalisés sur le site en janvier 2017 (sondages à la pelle mécanique, sondages destructifs avec essais de pénétration statique-dynamique 200KN).

Des ouvrages complémentaires ont été réalisés en janvier 2020 avec une méthodologie ODEX. Tous les ouvrages sont localisés sur le plan ci-dessous.

Les sondages à la pelle mécanique permettent de visualiser la coupe lithologique :

- des limons argileux à sableux, jusqu'à 1,8 à 2 m de profondeur,
- des alluvions (sable, graviers, galets et blocs) jusqu'à 2,8 m (S1) à 4,5 m,

- des argiles à graviers, jusqu'à environ 5 m de profondeur,
- des argiles gris-bleutée au-delà.



Implantation des sondages de reconnaissance

2.3 LES RISQUES NATURELS

Les différents risques naturels d'après la base de données du BRGM et le DICRIM de DOUVAINE sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

Type d'aléa	Degré d'aléa			
	Aléa négligeable	Aléa faible	Aléa modéré	Aléa moyen à fort
Inondations par remontée de nappe	X			
Glissements de terrain		X		
Retrait-gonflement des argiles				
Cavités	X			
Séismes				Zone 4
Radon		Catégorie 1		

Extraits de la carte du BRGM d'aléa risque sismique selon le site Géorisque.



Extraits des cartes du BRGM d'aléas glissements de terrain et risques sismiques selon le site Géorisque.

2.4 LA SISMICITE

Il est nécessaire de suivre les règles parasismiques en vigueur, à savoir l'Eurocode 8.

La commune de DOUVAINNE se trouve en zone de sismicité 4.

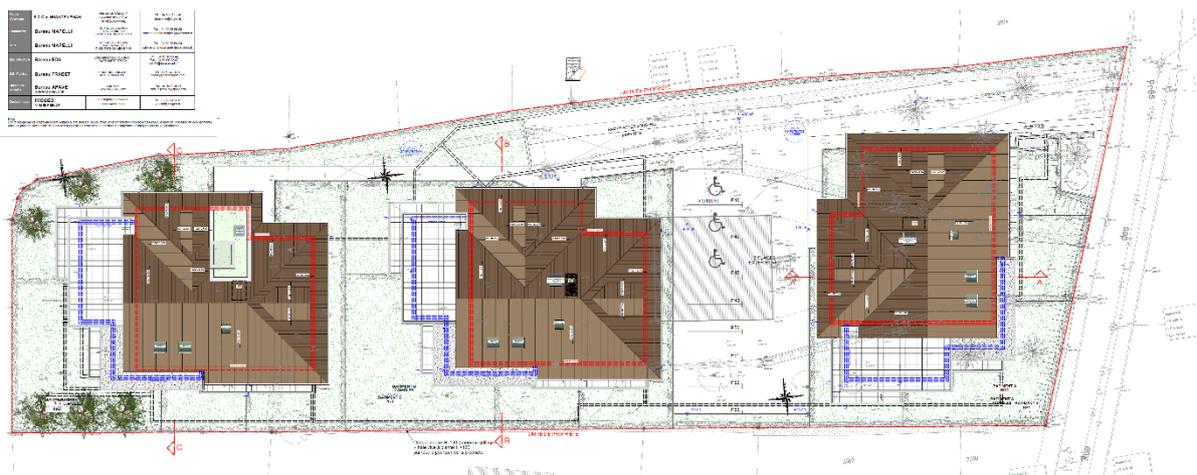
D'après l'Eurocode 8, les sols sont alors de classe B : « Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur ». Le paramètre de sol S est alors de 1,35.

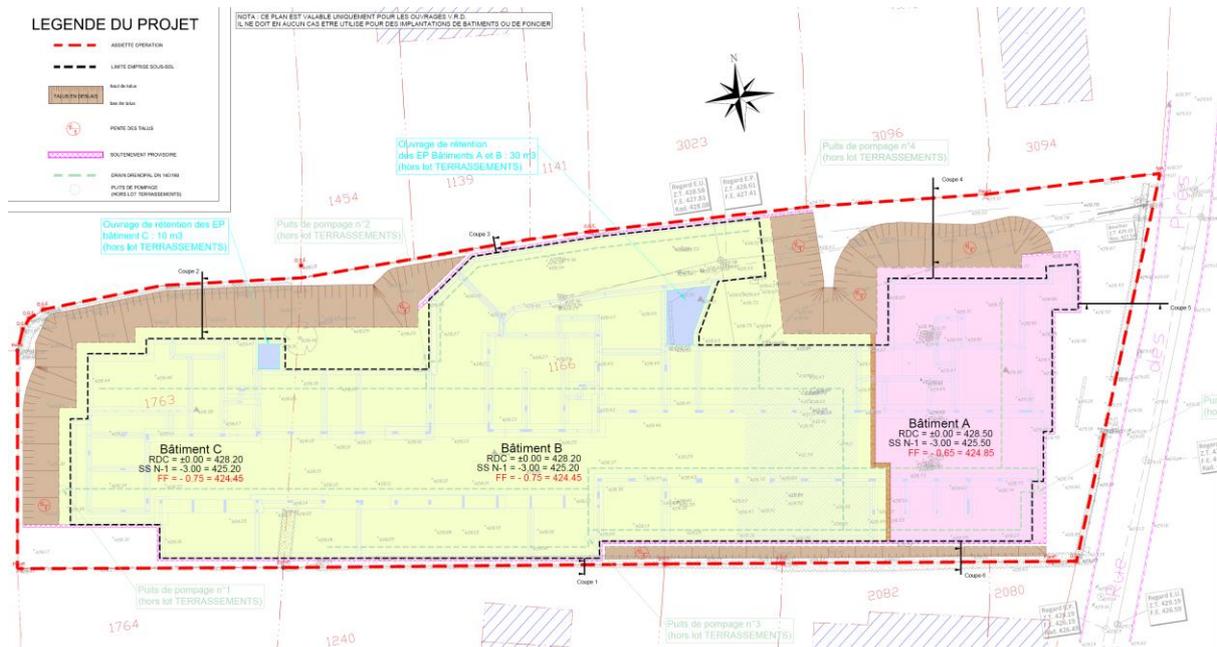
Compte-tenu de la compacité élevée des matériaux naturels et de leur nature sablo-graveleuse et argileuse à forte cohésion contrôlée lors des sondages, les sols ne sont pas liquéfiables.

2.5 LE PROJET

Le projet prévoit la construction d'un ensemble de 3 bâtiments collectif de type R+2+attique sur un niveau de sous-sol. On trouvera ci-dessous une coupe transversale permettant de connaître les niveaux de référence du projet. La conception du projet a été établie en tenant compte d'un calage du RDC au niveau du terrain naturel actuel soit à une altimétrie comprise entre 428,20 m NGF pour les bâtiments B et C et 428,50m NGF pour le bâtiment A.

Le projet envisagé sur un niveau de sous-sols avec une altimétrie finie à comprise entre 425,20 et 425,50 soit un niveau de pleine masse à 424,45 et 424,85 des terrassements compris entre 3,55 et 4,45m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel seront nécessaires.





Dans sa globalité le site se trouve à une altimétrie plane comprise entre 428,00 et 429,20. La partie centrale de la parcelle apparaît surélevée par rapport à l'ensemble du terrain dans la zone de construction.

Les bâtiments sont calés à des altimétries différentes entre le bâtiment A et les bâtiments BC.

Bâtiment	SS (m NGF)	Pleine masse* (m NGF)	Terrain naturel actuel (m NGF)		Hmin déblais	Hmax déblais
			Min	Max		
A	425,50	424,85	428,50	429,30	-3,65	-4,45
B	425,20	424,45	428,10	428,90	-3,65	-4,45
C	425,20	424,45	428,00	428,50	-3,55	-4,05

Les descentes de charges du projet sont mixtes linéaires et ponctuelles de moyenne à forte importance.

Les bâtiments de type R+1+combles avec un niveau de sous-sol, comportera 3 dalles. Pour plus de détails on se reportera au paragraphe 5.2 en page 21 où les éléments nécessaires aux vérifications de tassement sont présentés.

Les plans disponibles lors de la rédaction du rapport sont des plans en phase DCE établis par le bureau d'Architecture DARAGON ET CHEYSSON répertoriées ci-dessous :

Nom	Modifié le	Type	taille
01 PLAN MASSE	12/01/2021 09:43	ZWCAD.Drawing	16 098 Ko
01 PLAN MASSE	12/01/2021 09:42	Adobe Acrobat Docu...	8 312 Ko
02 SOUS-SOL GENERAL	12/01/2021 09:43	ZWCAD.Drawing	2 044 Ko
02 SOUS-SOL GENERAL	12/01/2021 09:42	Adobe Acrobat Docu...	843 Ko
11-405 du 08-10-2015	12/01/2021 09:45	Adobe Acrobat Docu...	395 Ko
151075- Topo-200	12/01/2021 09:45	Adobe Acrobat Docu...	694 Ko
151075_plan_20201012_envoi	12/01/2021 09:45	ZWCAD.Drawing	476 Ko
RE_Derniers plans Nuance Leman	12/01/2021 09:52	Élément Outlook	151 Ko
SURFACES RDC A-B	12/01/2021 09:32	Adobe Acrobat Docu...	3 760 Ko
SURFACES RDC C	12/01/2021 09:33	Adobe Acrobat Docu...	2 728 Ko
SURFACES TOITURES A	12/01/2021 08:40	Adobe Acrobat Docu...	820 Ko
SURFACES TOITURES B	12/01/2021 08:39	Adobe Acrobat Docu...	998 Ko
SURFACES TOITURES C	12/01/2021 08:39	Adobe Acrobat Docu...	978 Ko

Les plans structures établit par le bureau EDS en phase DCE sont les suivants :

Nom	Modifié le	Type	Taille
01b - FONDATIONS - Ensemble - Bat A	22/01/2021 10:19	Adobe Acrobat Docu...	947 Ko
21b - PLANCHER HAUT DU SOUS SOL-1 - Ensemble - Bat A	22/01/2021 10:19	Adobe Acrobat Docu...	1 227 Ko
100b - CAHIER DE DETAILS - BAT A	22/01/2021 10:20	Adobe Acrobat Docu...	1 530 Ko
201b - FONDATIONS - Ensemble - Bat C	22/01/2021 10:19	Adobe Acrobat Docu...	709 Ko
221b - PLANCHER HAUT DU SOUS SOL-1 - Ensemble - Bat C	22/01/2021 10:19	Adobe Acrobat Docu...	816 Ko
BORDEREAU D'ENVOI	22/01/2021 10:31	Adobe Acrobat Docu...	535 Ko
LISTE DE PLANS	22/01/2021 10:32	Adobe Acrobat Docu...	536 Ko
NUANCE LEMAN-INFRASTRUCTURE	24/02/2021 06:37	Archive WinRAR ZIP	6 051 Ko

3. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE et HYDROGÉOLOGIQUE

La synthèse géotechnique correspond à l'analyse :

- Des sondages à la pelle mécanique 10T,
- Des essais statiques dynamiques lourd 200 KN

Ces sondages ont été réalisés en Janvier 2017 par Fondaconseil et font l'objet d'une synthèse ci-dessous. Ces éléments sont issus du rapport VB/74/16/11238 établi en date du 13 février 2017.

3.1 SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE 10T

Une série de 4 sondages à la pelle mécanique numérotés de S1 à S4 ont été menés en Janvier 2017 et descendus jusqu'à 3.50 m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel.

Le but de ces investigations était de reconnaître la nature des terrains superficiels et les venues d'eau éventuelles. Les sondages devaient permettre l'observation de la tenue des terrains en fouille et de vérifier le comportement des différents horizons caractéristiques.

Nous avons joint en annexe le plan d'implantation des points de sondages. D'une manière générale, la coupe de synthèse suivante peut être retenue :

- Une couche de terre végétale de 30 cm d'épaisseur recouvrant des limons argileux marron de 0.70 à 1.20 m d'épaisseur ;
- Sous cet horizon et jusqu'à des profondeurs de 1.10 à 1.80 m par rapport au niveau du terrain naturel actuel, une couche de limons argileux. Au droit du sondage S6, cet horizon n'a pas été rencontré ;
- Ensuite, à partir de 1.10 à 1.80 m et jusqu'à des profondeurs comprises entre 1.60 et 2.40 m par rapport au terrain naturel actuel, un horizon de limons sableux marron à blocs, galets et cailloutis ;
- Enfin, à partir de 1.60 à 2.40m et jusqu'en fin de sondages à des profondeurs de 3.20 à 3.50 m par rapport au terrain naturel actuel, une grave sableuse grise avec des blocs de taille importante localement sans matrice. Cet horizon a été rencontré sur une hauteur limitée au droit de S1 entre 1.80 et 2.80 m de profondeur.

Uniquement en S1, entre 2.80 et jusqu'en fin de sondage, un horizon de moraine consolidée argileuse compacte jusqu'à 3.50 m de profondeur.

Des venues d'eau systématiques ont été observées lors de l'excavation des sondages, entre 2.60 et 3.20 m de profondeur. Ces venues d'eau correspondent à la nappe phréatique enchâssée dans un chenal recoupant le terrain. En effet, au droit du sondage S1, aucune venue d'eau importante n'a été rencontrée.

Les sondages ont globalement présenté une bonne tenue des parois jusqu'à 1.10 à 1.80 m de profondeur, jusqu'au toit des graves sableuses. La présence d'eau dans les terrains sablo-graveleux entraîne des éboulements importants des parois.

3.2 SONDAGES AU PENETROMETRE STATIQUE-DYNAMIQUE LOURD 20T

Les résultats des 6 essais de pénétration statique-dynamique lourds 20T numérotés PS1 à PS6 sont présentés en annexe et figurés sur le plan d'implantation. Ils ont été descendus entre 7.50 et 9.00 m de profondeur par rapport au terrain actuel.

L'analyse des différences de compacité permet de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Sur 1,0 m à 1,75 m d'épaisseur, un horizon de faibles compacités, aux caractéristiques mécaniques suivantes :

0,56	<	qc	<	16,2 MPa
0	<	fs	<	10 kPa
1,0	<	Rf	<	2,0 %

Il s'agit vraisemblablement de la terre végétale associée aux limons sableux, de faible compacité, reconnus lors des sondages à la pelle mécanique.

Sous cet horizon, jusqu'à des profondeurs comprises entre 5,0 m et 7,50 m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel, un horizon de compacité élevée à très élevée avec les caractéristiques géotechniques suivantes :

10,0	<	qc	<	100 MPa
5	<	Qsta	<	40 kN
0,5	<	Rf	<	4,0 %

Il s'agit de l'horizon de galets et graviers reconnue lors des sondages à la pelle mécanique.

Puis, sous cette formation, jusqu'à des profondeurs comprises entre 7,5m et 9,0m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel, un horizon de bonne compacité avec les caractéristiques géotechniques suivantes :

4	<	qc	<	100 MPa
5	<	Qsta	<	40 kN
2	<	Rft/10	<	10 %

Il s'agit de la moraine argileuse grise connue dans le secteur et reconnue jusqu'en fin de sondages à la pelle mécanique au droit de S1.

3.3 ESSAIS DE PERMEABILITE, DONNEES HYDROGEOLOGIQUES COLLECTEES ET PIEZOMETRIE

3.3.1 CADRE GENERAL

Une étude hydrogéologique (R31711 – RHA – 4S/90) réalisée en 1990 par le BRGM pour le compte du Syndicat Intercommunal des Eaux des Moises a montré que les réservoirs exploités dans le secteur de Douvaine sont d'extensions limitées.

Les forages du syndicat situés sur la commune de Douvaine montrent des caractéristiques hydrodynamiques élevées (transmissivité maximale de $2 \cdot 10^{-2}$ m/s, coefficient d'emmagasinement de 0,005). Ils montrent toutefois la présence de limites étanches proches.

On peut noter dans le tableau des caractéristiques des ouvrages réalisés sur la commune de Douvaine (voir tableau plus haut) que :

- les ouvrages productifs sont situés principalement au Nord de la route de Genève (D1005) et principalement à l'Est de l'avenue du bas Chablais (lieu-dit Bachelard),
- les ouvrages situés au Sud de la route de Genève sont soit secs, soit très faiblement productifs,
- la hauteur d'alluvions productives augmente sensiblement du Sud vers le Nord, de 1 m au Sud de l'avenue de Thonon, jusqu'à près de 7 mètres au droit des forages d'irrigation.

3.3.2 PIEZOMETRIE

Lors de la réalisation des sondages en janvier 2017 et en janvier 2020, les niveaux d'eau suivants ont été mesurés :

Janvier 2017

- S1 sec
- S2 425,5 m NGF
- S3 425,4 m NGF
- S6 425,5 m NGF

Janvier 2020

- Pz1 425,8 m NGF
- Pz2 425,8 m NGF
- Pz3 425,9 m NGF

Les niveaux d'eau mesurés en janvier 2017 et janvier 2020 sont assez cohérents. Il n'est toutefois pas certain que les niveaux mesurés lors de la réalisation des sondages à la pelle, en 2017, soient stabilisés.

Pour faire suite au relevé des dernières données collectées au droit du site, le niveau le plus haut relevé lors des études et du relevé piézométrique en place atteint une altimétrie de 426,10m NGF. Cela signifie que le niveau de protection à retenir à l'heure actuelle est à une altimétrie de 426,60mNGF. L'enregistreur de niveau est toujours en place au droit du site. De ce fait la vérification de l'évolution altimétrique de la nappe pourra être vérifiée et le cas échéant adaptée.

4. CALCUL DES DEBITS OU VOLUME DE DRAINAGE EN PHASE PROVISoire

Les hypothèses retenues pour caractériser le projet sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

HYPOTHESES RETENUES POUR LE CALCUL DU DEBIT DE DRAINAGE EN PHASE CHANTIER		
Superficie estimée de la fouille au droit du sous-sol	1800	m ²
Cote finie du sous-sol	425.15	m NGF
Cote pleine masse	424.35	m NGF
Cote du niveau rabattu en phase travaux (-0,2 m sous le fond de fouille)	424.15	m NGF
Cote moyenne du niveau piézométrique (janvier 2020, centre de la parcelle)	425.9	m NGF
Rabattement	1.75	m
Perméabilité moyenne	7.0E-05	m/s

Hypothèses retenues

A partir des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère et des formules habituellement utilisées, le débit d'exhaure pour une mise hors d'eau de l'ensemble de la fouille serait de l'ordre de 25 à 30 m³/h par mètre de rabattement.

Pour un rabattement de 1,7 m, le débit global serait alors de 42 à 50 m³/h, soit 11,5 à 14 l/s, pour une surface de 1800 m², **ce qui représente un débit d'apport de 0,4 l/h par m².**

Toutefois, lors de la réalisation des sondages à la pelle en 2017, il est important de noter :

- au droit de S1 : la présence d'une faible épaisseur d'alluvions
- au droit de S6 : la présence de matériaux de plus faible perméabilité.

Il semble que la zone affectée par de fortes perméabilité (de 5 à 9. 10⁻⁵ m/s) devrait être plus réduite et se situer principalement dans la partie centrale du terrain.

Le débit d'exhaure devrait donc être plus faible (débit d'exhaure de l'ordre de 20 m³/h par mètre de rabattement). Pour un rabattement de 1,7 m, le débit global serait alors de l'ordre de 35 m³/h, soit 9,5 l/s.

Pour conforter ces hypothèses (débit de 20 ou 30 m³/h par mètre de rabattement), de nouveaux sondages avec des essais d'eau pourraient être réalisés au droit des bâtiments A (Est) et C (Ouest).

A ce débit de drainage permanent, il y a lieu d'ajouter le débit des précipitations durant une averse. Ce débit qui correspond aux apports météoriques sur l'emprise de la fouille peut considérablement augmenter le débit de drainage. L'incidence de ce débit dépend notamment de la dimension de la fouille et de la nature des terrains.

Dans le cas du projet, si on considère par exemple une pluie de 10 mm sur une durée d'une heure, le volume d'eau météorique à évacuer de la fouille d'une superficie de 1800 m² **serait alors d'environ 20 m³ sur une heure.**

5. GESTION DES EAUX PLUVIALES

La nature des formations caractérisées par les sondages et les niveaux de nappe rencontrés empêchent toute solution d'infiltration des EP dans le sol.

Les observations réalisées au droit du site indiquent que la gestion des EP sera impérativement réalisée par un dispositif de bassin de rétention avec débit limité au réseau.

Compte tenu des éléments précédents, l'infiltration des eaux pluviales est à proscrire sur ce terrain.

La solution la plus adaptée au projet et au terrain est par **bassins (ou cuve) de rétention muni d'un débit de fuite régulé vers le réseau EP** (sous réserve de l'autorisation de l'administration). Au regard des surfaces imperméabilisées et des vérifications menées, un volume de stockage de 43m³ est nécessaire.

Au cas présent le volume du bassin de rétention est prévu en béton armé au niveau de l'infrastructure. Il sera divisé en deux zones compte tenu de la longueur de l'opération et du fait des difficultés de collecte de l'ensemble des EP devant être ramenées à l'entrée de l'opération.

Les volume de rétention sont de 30 m³ pour les bâtiments A + B (surface active de 1657 m²) et de 10 m³ pour le C (surface active de 534 m²).

Préconisations :

- Dimensionnement pour des précipitations trentennales (T = 20 ans).
- Le débit de fuite au réseau est donné par l'administration et sera assuré par un système de Vortex ou par des pompes dimensionnées par rapport au débit de fuite possible.
- Les fils d'eau des réseaux peuvent nécessiter la mise en place d'une pompe de relevage.
- Les bassins de rétention seront enterrés (par sécurité du public) et étanches.
- Prévoir une surverse au réseau en cas de pluies supérieures à la trentennale.
- Il est indispensable de disposer en amont de chaque ouvrage de rétention un dispositif de décantation et de prévoir des regards de visite.
- Entretien : la clé du bon fonctionnement de ce type d'ouvrage repose sur un entretien régulier (deux fois par an et à chaque dysfonctionnement) : vidange, curage...

6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES A RETENIR (FONDATIONS, NIVEAU BAS, DRAINAGE)

On trouvera ci-dessous un tableau de synthèse faisant apparaître les profondeurs d'apparition de l'horizon homogène en nature et compacité, constitué par l'horizon de grave sablo-argileuse.

SONDAGES	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6
Cote du TN	428,30	428,46	428,15	428,52	428,49	428,65
Profondeur de la couche d'ancrage compacte	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	0,75
Cote du toit des galets et graviers compacts	426,55	427,46	426,40	427,52	426,74	427,90

Les variations altimétriques mesurées au droit des sondages ne permettent pas de préjuger des variations entre les points de sondages. L'apparition des horizons peuvent être variables selon les zones et les rattrapages devront impérativement suivre l'horizon compact sablo-graveleux ou l'horizon de moraine consolidée.

Il sera indispensable de respecter une pente de 3/1 entre la base des fondations décalées en niveau.

6.1 SOLUTION PAR RADIER NERVURE POUR LES BATIMENTS SUR SOUS-SOLS :

Une solution de radier souple ou radier nervuré peut être envisagée compte tenu des caractéristiques mécaniques assez homogènes et élevées dans les formations graveleuses rencontrées.

La faisabilité du radier dépend essentiellement des tassements différentiels sous contrainte de service. Un paragraphe spécifique relatif est dédié aux vérifications de tassements.

Nous considérons les niveaux finis des RdC calés à une altimétrie de 428,20 et 428,50 compte tenu des coupes transmises. Nous retenons un niveau de sous-sol général calé à une altimétrie de 425,15. En considérant un radier de 40cm d'épaisseur et une couche de forme drainante de 40cm, des terrassements de l'ordre de 3,90m à 4,50m environ seront nécessaires selon le niveau de calage retenu.

La contrainte sous le radier estimée en première approche compte tenu du nombre de dalle, des combles et du radier est vraisemblablement de l'ordre de 55 kPa/m². Ces descentes de charges seront impérativement contrôlées et validées par le BET structure et le bureau de contrôle.

Le terrassement en déblai sur 3,50m de hauteur au minimum par rapport à la sous-face de radier va déjauger le terrain de (3,5 x 1,8 t/m³) soit de l'ordre de 63 kPa/m². Dans ces conditions, il existe un équilibre des masses entre le poids des terres excavées et la charge de l'ouvrage. Dans ces conditions, les tassements resteront négligeables si la répartition des charges et la structure du radier permettent de raisonner en charge surfacique homogène répartie en sous face du radier.

Cette solution de radier, avec les hypothèses retenues semble au cas présent être la solution la plus adaptée au regard de la présence d'eau et d'horizons sous-jacents de faibles caractéristiques mécaniques sous réserve de l'acceptabilité des tassements théoriques pour la structure. Cette solution doit préférentiellement être retenue compte tenu des fortes interactions avec la nappe.

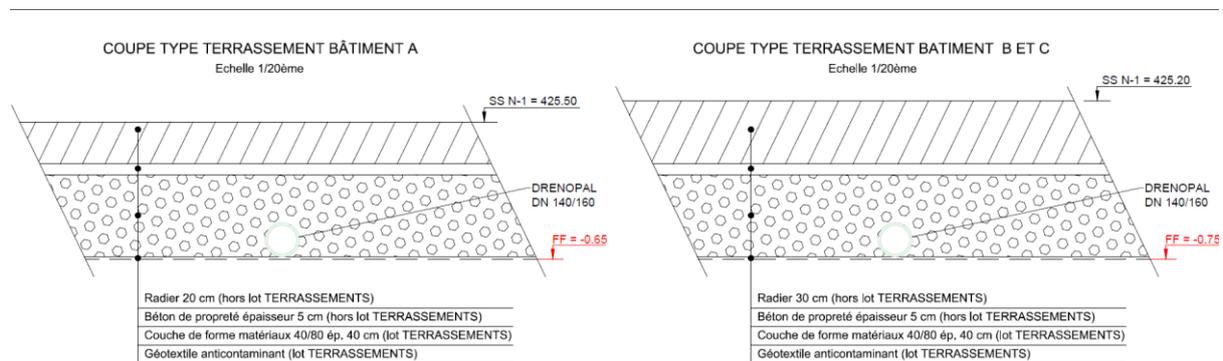
Compte tenu des configurations rencontrées et des altimétries retenues, avec un encastrement de 0,30 m dans les formations compacte de type blocs, galets et cailloutis à matrice limoneuse à sableuse grises compactes et en suivant le toit d'apparition de cet horizon, on obtient, à partir des résultats des essais statiques lourds 200kN, et en utilisant les règles pour le calcul des fondations superficielles à l'Eurocode (NF P 94-261), une contrainte q net admissible de 1,20 MPa.

Selon le DTU 13.2, avec un ancrage indifféremment dans les horizons argileux ou sablo-graveleux compact, la contrainte admissible sur le sol de fondation à retenir est de l'ordre de 0,4 MPa (ELS) pour les semelles intégrées dans le radier.

Au regard des caractéristiques mécaniques très élevées mesurées sur l'ensemble des sondages au pénétromètre 200kN, les tassements seront systématiquement inférieurs au centimètre avec un ancrage dans le terrain naturel non remanié.

6.2 NIVEAUX BAS DES BÂTIMENTS

Le niveau bas sera constitué du radier souple de fondation selon la coupe de référence présentée ci-dessous.



Une couche de forme de 0,4m d'épaisseur minimale composée de matériaux de type concassé 20/40 ou 40/80 devra être mise en œuvre. Un contrôle du sol support par des essais de chargement à la plaque, selon le DTU 13.3, devra être effectué pour la réception de la couche de forme, pour le gros œuvre. Les critères de réception à rechercher seront les suivants pour des bâtiments collectifs :

Pour les bâtiments collectifs

$$k_w > 50 \text{ MPa/m}$$

$$EV2/EV1 < 2,1$$

Pour rappel, la réglementation relative au dallage, impose la réalisation de 3 essais de chargement à la plaque pour les bâtiments collectifs. Une série de 9 points sera donc nécessaires pour l'ensemble du projet.

7. TERRASSEMENTS – POMPAGES

Compte tenu des observations réalisées lors de la réalisation des investigations in-situ, les niveaux d'eau sont compris entre 2,60m et 3,20m de profondeur environ par rapport au terrain naturel actuel au droit des sondages à la pelle mécanique soit à des altimétries comprises entre 425,37 et 425,48. Les fluctuations des niveaux de la nappe ont été contrôlées dans le temps.

7.1 Travaux de terrassement

Dans l'état actuel du projet, la réalisation du bâtiment avec un niveau de sous-sol nécessitera des terrassements en déblais de hauteur de l'ordre de 2,70m à 3,00m et la mise en œuvre de la couche de forme drainante.

Les formations graveleuses à matrice limoneuse à sableuse de bonne compacité présentent un bon comportement à court terme hors nappe.

Compte tenu de ces indications, il est important de respecter les points suivants lors des terrassements :

- Là où l'espace disponible est suffisant, il est possible d'envisager des talutages avec une pente à 1/1. L'espace disponible est considéré comme suffisant pour envisager un talutage lorsqu'il est possible de disposer d'une largeur de 4,00 à 4,50m afin de permettre, à minima, de prévoir un espace de 1,00 à 1,10m en pied de talus pour la mise en œuvre des banches associé à un talutage de 3,00m de hauteur environ.
- Là où l'espace disponible n'est pas suffisant, il sera nécessaire d'envisager la mise en œuvre de parois berlinoises. Une solution de soutènement de ce type devra impérativement être envisagée le long de la limite de propriété Sud-Ouest dans la zone de la rampe d'accès au sous-sol du bâtiment, et dans la zone de la base vie à l'entrée du site.
- **En phase chantier**, du fait de la sensibilité des matériaux limoneux de surface et sableux à sablo-limoneux du site aux variations de teneur en eau, des accès et plateformes de travail en matériaux drainants seront réalisés pour permettre un bon déroulement du chantier. En effet, en période pluvieuse, la traficabilité dans les matériaux limoneux est rapidement réduite. Un exutoire sera donc indispensable avant le début des travaux de terrassement, et il sera associé à un dispositif de collecte et de reprise des eaux par un dispositif de pompage lourds, continu correctement réparti au droit du site. Les autorisations de rejet au réseau communal devront être demandées auprès de la mairie et des services concernés.
- Du fait de la présence de la nappe pouvant fluctuer de manière importante et compte tenu du mauvais comportement des terrains en présence d'eau, des ouvrages de soutènement sont nécessaires sur la périphérie des ouvrages enterrés où les interactions avec les avoisinants sont rencontrées. Ces dispositifs de soutènement peuvent être de type paroi berlinoise tel que prévus dans les prédimensionnements réalisés. Le cuvelage est aujourd'hui envisagé avec une méthodologie de type cristallisation. Si le cuvelage était prévu par procédé VOLCLAY, des adaptations seront à définir en phase EXE pour les clouages, fondation, remblaiements... selon la procédure constructive retenue et dans le respect des recommandations techniques de ce produit.
- Tous les matériaux remaniés par les intempéries au droit des plateformes seront purgés et substitués par une surépaisseur de matelas graveleux.
- Compte tenu de la présence d'eau au niveau de la pleine masse terrassée et compte tenu des circulations au toit de l'argile compacte, il sera nécessaire de prévoir la mise en œuvre d'une plateforme drainante de 40cm d'épaisseur en matériaux d'apport 20/40 ou 40/80. Cette plateforme devra être mise en œuvre à l'avancement des travaux. Cette couche de forme sera associée au dispositif de pompage nécessaire au droit du site.
- Il sera préférable, dans la mesure du possible, de réaliser les travaux en période sèche.
- Compte tenu de la sensibilité à l'eau des matériaux argilo-limoneux qui seront mis à jour au niveau de la pleine masse, la réalisation du matelas graveleux-sableux devra impérativement se faire à l'avancement des travaux de terrassements.
- La mise en œuvre de 5 à 6 puits de pompage sera nécessaire pour la mise hors d'eau de la fouille pendant le chantier afin d'assurer la mise hors d'eau du chantier. Le débit attendu étant considéré inférieur à 50 m³/h. Chacun des puits sera équipé d'une pompe de 10 à 15 m³/h et devra être prévu mis en œuvre au lot pompage. La mise en place des pompes devra impérativement être continu pendant la totalité de la phase de construction de l'infrastructure.

- L'épuisement devra intervenir au moins 2 semaines avant le début des travaux de terrassement et de soutènements pour permettre un bon ressuyage des terrains. Il conviendra de bien prévoir la mise en place de piézomètres de contrôles pour la vérification de l'abaissement du niveau pendant la durée du chantier.
- Les puits seront positionnés de manière à permettre une bonne répartition sur l'ensemble du projet et les cheminements des canalisations de rejets devront être étudiés pour le bon fonctionnement du chantier.
- La durée du pompage devra être estimée en fonction d'un planning de travaux et l'arrêt des pompes ne pourra être réalisé qu'après l'atteinte de la charge suffisante pour contrebalancer la poussée d'Archimède et après que la totalité des remblaiements périphériques aura été réalisée.
- Le dispositif de rabattement de la fouille sera prévu par pompage dans des puits correspondant à nervures repoussées mises en œuvre à l'avancement des travaux de terrassement. Compte tenu de notre expérience sur le secteur, ce dispositif de pompage devra nécessairement être associé à un réseau de fossés ou drains permettant une bonne collecte des eaux au niveau des plateformes pour permettre une redirection vers les puisards.
- ❖ Phase définitive :

En phase définitive, le niveau bas du projet avec sous-sol se trouve en interaction avec la nappe.

Une protection doit être prévue en cuvelage étanche de type cristallisation.

Pour faire suite au relevé des dernières données collectées au droit du site, le niveau le plus haut relevé lors des études et du relevé piézométrique en place atteint une altimétrie de 426,10m NGF. Cela signifie que le niveau de protection à retenir à l'heure actuelle est à une altimétrie de 426,60mNGF compte tenu des recommandations du DTU 14.1. L'enregistreur de niveau est toujours en place au droit du site. De ce fait la vérification de l'évolution altimétrique de la nappe pourra être vérifiée et le cas échéant adaptée.

8. DEFINITION DU DISPOSITIF DE POMPAGE EN PHASE CHANTIER

Nota : les éléments présentés ci-dessous constituent les principes généraux du dispositif de drainage à mettre en œuvre durant la phase de travaux. Ces éléments excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages.

8.1 DEFINITION DU DISPOSITIF

En l'absence d'un suivi piézométrique sur une longue période, le dispositif de mise hors d'eau en phase chantier est défini pour des niveaux de nappe pouvant atteindre la cote de 425,9 m NGF.

Le dispositif de drainage à mettre en œuvre en phase travaux doit permettre d'assurer le maintien hors d'eau du fond de fouille mais il faut également s'assurer de la stabilité des parois de soutènement (parois semi étanche de type berlinoise) sur la totalité de la fouille. Dans le cadre de la mission G2PRO ; il sera donc nécessaire de considérer une poussée hydrostatique en partie arrière des parois de soutènement.

Il est important de signaler que la pleine masse est située à 424,35 m NGF, que la base des alluvions est située globalement vers 424 m NGF. L'aquifère sera terrassé sur 90% de sa hauteur hors variation latérale majeure tel que reconnue au droit du sondage PS3 mettant en évidence une épaisseur plus importante d'alluvions jusqu'à 5m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel soit jusqu'à 423,15 m NGF.

La production principale d'eau, lors de la phase de terrassement, sera visible au droit des parois de soutènement (niveau statique à 2,4 m/sol et pleine masse à 4,1 m/sol).

Concernant la stabilité de la fouille, le rabattement induit par le dispositif derrière les parois ne sera pas homogène car il dépend de nombreux facteurs comme le niveau de la nappe, le débit d'exploitation, la position hydraulique des parois et l'hétérogénéité des terrains.

Si dans ces conditions, la stabilité des parois était assurée, aucun drainage complémentaire ne serait nécessaire à l'arrière des parois. Dans le cas contraire, l'évacuation des eaux souterraines au niveau des parois pourrait être facilitée par la mise en place de barbacanes au droit des berlinoises et des reprises en sous-œuvre.

8.2 DISPOSITIF DE DRAINAGE DES EAUX EN FOND DE FOUILLE EN PHASE CHANTIER

Après mise en œuvre du dispositif de puits de pompages le débit de drainage résiduel en fonction du niveau de la nappe et des rayons d'action limités du fait de la faible perméabilité des terrains, le dispositif de drainage en fond de fouille sera constitué d'un réseau de tranchées drainantes incorporées au sein du matelas graveleux drainant et reliées aux puits de pompage.

Les tranchées, d'une largeur minimale de 0,5 m, devront être incorporées dans la couche de forme de 0,4m d'épaisseur. Au fond de ces tranchées, un drain de type routier d'un diamètre minimum de 100 mm sera mis en place au sein de matériaux drainants (exempts de fines) de granulométrie 10-20 à 20-40 mm.

Pour assurer une mise hors d'eau homogène de la fouille, le dispositif sera constitué :

- De l'épaisseur de couche de forme drainante de 40cm d'épaisseur,
- d'une tranchée drainante périphérique située à environ 1 m des parois de soutènement,
- de tranchées drainantes centrales,
- de tranchées drainantes transversales (facultative en fonction de l'efficacité du drainage initial).

Les tranchées drainantes seront positionnées de manière à ce qu'elles soient distantes d'environ 7 à 10 m les unes des autres. Elles seront interconnectées entre elles et reliées à plusieurs puits répartis sur la fouille qui permettront d'extraire les eaux drainées.

Pour de faibles hauteurs de rabattement (de l'ordre de 1 m), on peut supposer que les travaux de terrassement pourront être réalisés en une seule étape jusqu'au fond de fouille où sera aménagé le dispositif de tranchées drainantes.

Dans le cas d'un rabattement plus important, il sera nécessaire de procéder par étapes successives, avec terrassement en plusieurs phases selon le processus suivant :

- Réalisation de tranchées drainantes de 0,5 à 1,0 m sous l'eau puis pompage et attente éventuelle du ressuyage des terrains,
- Reprise du terrassement pour les terrains dénoyés,
- Réalisation de nouvelles tranchées drainantes plus basses, pompage et attente éventuelle du ressuyage des terrains,
- Reprise du terrassement et répétition des cycles jusqu'à ce que le fond de fouille soit atteint.

Les eaux drainées devront être rejetées au réseau public après obtention des autorisations nécessaires.

8.3 CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES DE RABATTEMENT

Compte tenu de la grande sensibilité des terrains argileux présents au droit du site, il sera indispensable que l'entreprise de terrassement dispose d'un dispositif complémentaire de pompage permettant, le cas échéant d'évacuer les eaux pouvant être stockées au droit de zones avec une base imperméable et assurer la bonne évacuation des eaux météoriques pouvant affecter la pleine masse. Afin de permettre la conservation d'une

pleine masse de bonne qualité, il conviendra que la couche de forme drainante soit mise en œuvre à l'avancement des travaux sur un géotextile anti contaminant de classe 7.

Les puits de pompage d'une profondeur maximale de 8m (depuis le terrain naturel) seront réalisés par l'entreprise de pompage.

Ils traverseront la couverture limoneuse jusqu'à -1,0/-1,6 m de profondeur, puis des alluvions sablo-graveleuses à matrice limoneuse jusqu'à -2,5/-5,0 m de profondeur, reposant sur des matériaux morainiques jusqu'à plus de 12 m de profondeur.

Ces ouvrages seront crépinés sur toute la hauteur soit environ 8 mètres, afin de pouvoir capter tous les horizons productifs.

Du fait de la très forte sensibilité des horizons argileux qui seront rencontrés au droit de la pleine masse terrassée, une couche de forme de 40 cm d'épaisseur en matériaux graveleux ou concassé drainant, de type 40/80 par exemple devra être mise en œuvre afin d'atteindre un objectif de 50 MPa.

Etant donné l'épaisseur de l'aquifère, la profondeur des forages dans les graves sableuse devra permettre de recouper l'ensemble des formations productives ce qui permettra d'obtenir un rabattement optimum.

On peut considérer que la réalisation d'environ 6 puits sera nécessaire pour assurer la mise hors d'eau de l'ensemble de la fouille.

Pour un débit de vidange de la fouille compris entre 30 et 40 m³/h, le débit de chaque puits devrait être de l'ordre de 6 à 7 m³/h.

Des tranchées seront réalisées au fur et à mesure du terrassement, de façon à conduire l'eau en direction des puits.

Les forages Pz1, Pz2 et Pz3 pourront également être conservés et équipés de pompes immergées pour compléter le dispositif.

Le nombre de puits sera fonction de la nature des terrains et des observations réalisées lors des terrassements. En effet, et comme l'ont montré les sondages de reconnaissance à la pelle, on peut s'attendre à d'importantes hétérogénéités des terrains entre l'Ouest et l'Est de la parcelle, avec une zone centrale assez productive et des zones latérales moins productives.

A la base du terrassement, des tranchées seront réalisées au sein de la couche de forme graveleuse de 40cm d'épaisseur. Un drain de type routier sera mis en place au sein de matériaux perméables de granulométrie 10-20 à 20-40 mm.

Ces drains assureront le maintien hors d'eau de la pleine masse et l'écoulement de l'eau vers les puits de pompage.

Un matelas de matériaux perméables (matériaux lavés, sans fines) sera mis en place en fond de fouille. Le fond de fouille devra être sec et non boueux.

Une tranchée, à proximité des parois de soutènement, permettra d'évacuer le drainage périphérique de la fouille, et d'évacuer les eaux pouvant provenir de la paroi de soutènement.

Au droit des zones fortement productrices (principalement au droit du bâtiment B), il sera éventuellement nécessaire de mettre en place, à l'extérieur de la paroi de soutènement, côté Nord et côté Sud, des forages de petit diamètre, afin de réduire les arrivées d'eau par les parois si l'efficacité des puits ne permet pas un rabattement suffisant.

Pour de faibles hauteurs de rabattement (de l'ordre de 1,7 m selon le niveau de nappe), on peut supposer que les travaux de terrassements pourront être réalisés en une seule étape jusqu'au fond de fouille où sera aménagé le dispositif de tranchées drainantes.

L'eau devra être évacuée en dehors du chantier, vers un réseau d'assainissement ou un réseau d'eau pluviale, sous réserve d'une obtention des autorisations auprès de la ville.

☞ Le débit de vidange initial de la fouille sera compris entre 30 et 40 m³/h.

Au fur et à mesure du terrassement, l'épaisseur de l'aquifère productif va diminuer. Si la pleine masse atteint le sommet des argiles, le débit d'exhaure sera extrêmement réduit. Les venues d'eau seront plus importantes depuis les parois de soutènement.

8.4 LE DISPOSITIF DE PROTECTION EN PHASE DEFINITIVE (PROTECTION « PASSIVE »)

La solution envisagée au cas présent correspond à une protection passive par cristallisation ou étanchéification des murs d'infrastructure du bâtiment et du radier dimensionné à la sous-pression.

Cette protection devra être une étanchéité constituée par un cuvelage étanche au sens du DTU 14.1, par exemple de type cristallisation ou Volclay, compte tenu du niveau de la nappe relevé au droit du site, de ses battements supposés et du niveau bas du projet. Au regard des variations d'altimétrie de la nappe au droit de la zone présentant de fortes hétérogénéités, la protection devra être prévue jusqu'à 1m sous le terrain naturel avant la connaissance des données de fluctuations de niveaux au droit du piézomètre suivi.

Le niveau de protection retenu par le maître d'ouvrage nécessitera s'il se situe en dessous du niveau du terrain naturel actuel la mise en œuvre de barbacanes dans les murs à la hauteur de protection fixée par le maître d'ouvrage en phase définitive.

9. ELEMENTS DE LA ZIG ET RECOMMANDATIONS

- En phase chantier, il est indispensable d'éviter toute stagnation des eaux au niveau de la pleine masse pour éviter toute déstructuration de cette dernière par les travaux et les intempéries.
- Les travaux de soutènement provisoire seront pré-dimensionnés dans le cadre d'un paragraphe spécifique ci-après puis dimensionnés par un bureau spécialisé pour le compte de l'entreprise en phase de mission G3. L'entreprise qui réalisera les travaux devra faire les demandes de DICT de manière à intégrer les réseaux dans les notes de calcul.
- Les installations de chantier ne sont pas intégrées dans les zones de talus. Toutefois, afin de ménager une zone d'installation de chantier la zone d'entrée sera impérativement réalisée sur une hauteur totale de soutènement pour permettre de disposer d'accessibilités suffisantes avec considération de surfaces de chantier avec les surcharges appropriées. Cette zone ne sera toutefois pas destinée à recevoir la grue.
- Lors de la réalisation des ouvrages de soutènement provisoire, une étude d'impact de la ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) devra être entreprise (réseaux, voiries, mitoyens...).
- Dans tous les cas les éléments suivants devront être intégrés au droit des différents tronçons :

9.1 TRONÇON AB





Vue des éléments dans la zone du tronçon AB

Dans cette zone la configuration rencontrée en entrée du chantier nécessitera impérativement des ouvrages de soutènement sur la totalité de la hauteur terrassée de manière à disposer, à minima d'une installation de chantier cohérente pour le site.

9.2 TRONÇON BC

Intégration des poussées et surcharges liées aux éléments environnants présents en limite de propriété Est au droit des parcelles cadastrées 191 et 68. Les surcharges à retenir sont 10 kPa pour la zone d'accès et de parking avec intégration des surcharges des constructions avoisinantes (muret, maison voisine, bâtiment...)



Vue du mur en limite de propriété côté Ouest au droit du tronçon AB



Vue du muret de soutènement existant en limite de propriété côté Sud au droit du tronçon BC le long de la parcelle 1240

Compte tenu de la proximité du mur de clôture avec l'infrastructure envisagée, la mise en œuvre des ouvrages de soutènement aura des impacts pouvant être importants sur cet ouvrage qu'il est nécessaire de conserver. Le vibro-fonçage des profilés métalliques à proximité immédiate de ces murs pourra entraîner des désordres

lourds, cette solution peut être maintenue mais il sera nécessaire de prévoir un budget de reprise de cet ouvrage.

Il sera important de bien faire réaliser un relevé des réseaux existants sur l'accès à la propriété voisine afin de ne pas les endommager lors des travaux de soutènements.

En toute état de cause, il est important d'intégrer ces impacts en prévoyant une reprise de ce mur en fin de chantier.

9.3 TRONÇON DE



Vue des éléments en limite de propriété Nord au droit des parcelles 1139-1141 et 3023

Aucune sensibilité particulière n'est à relever au droit de ce tronçon. Les clôtures devront être conservées dans un état convenable pendant toute la durée du chantier.

10. PREDIMENSIONNEMENT DES SOUTÈNEMENTS

Les ouvrages de soutènement devront être prévus accolés à l'infrastructure enterrée afin de limiter les volumes de terrassements et les surcoûts liés à ces terrassements et compte tenu de la place disponible réduite. Cette solution permettra la mise en œuvre de murs en coffrage une face ou de berli-murs

L'entreprise de gros œuvre tiendra compte dans la remise de son offre des éventuelles adaptations nécessaires et l'entreprise de soutènement précisera son degré de précision dans le cadre de la mise en œuvre de ces ouvrages. Les solutions techniques pour la réalisation de l'infrastructure (coffrage une face, pré murs...) devront être adaptées à la mise en œuvre des parois des soutènements selon les détails d'exécution (tête de clous, liernes...) qui seront fournis par l'entreprise de travaux spéciaux dans le cadre de la mission G3. L'étancheur précisera les spécifications nécessaires pour les retombées d'étanchéité dans les zones où la superstructure présente des débords de sous-sols. Ce point devra permettre, notamment, de caler convenablement l'altimétrie des têtes de parois berlinoises.

Une solution de blindage de type prédalles béton sera privilégiée sur la totalité de la périphérie de l'infrastructure.

Dans les zones de passages de réseaux ou de ventilation et en partie sommitale des parois un boisage bois sera prévu pour faciliter le passage des ouvrages ou la mise en œuvre des retombées d'étanchéité. Le positionnement sera prévu selon les plans VRD en tenant compte des zones de passage de réseaux. Cette zone sera prévue en blindage bois pour permettre des travaux d'évacuation plus simples en fin de travaux.

Les coupes-types réalisées dont l'implantation est reportée en annexe tiennent compte :

- des variations altimétriques du site
- des différents horizons
- de la variation de leur niveau d'apparition,
- de la présence des terrains mitoyens
- des configurations du site.

Aucun plan d'installation de chantier n'est actuellement disponible, par conséquent, ces éléments seront à intégrer directement dans la note de calcul de l'entreprise dans le cadre de la mission G3.

Les ouvrages prévus sont les suivants :

- Coupe de principe 1 : paroi berlinoise clouée provisoire pour les tronçons AB et BC sur rue avec surcharge de chantier,
- Coupe de principe 2 : paroi berlinoise clouée provisoire pour le tronçon DE le long des parcelles mitoyennes coté rampe d'accès

10.1 COUPE TYPE 1 : PAROI BERLINOISE CLOUEE PROVISOIRE – TRONÇON AB + BC

Site et matériaux

La coupe CT1 se situe le long du tronçon AB correspondant au tronçon nécessaire le long de la rue et avec l'intégration des surcharges de chantier. L'ouvrage de soutènement est prévu directement au nu extérieur des murs d'infrastructure hormis au droit de la zone d'implantation du puits de pompage. L'impact des clouages

provisoires devra nécessairement être contrôlé et présenté dans le cadre de la mission G3, en fonction de la présence des réseaux (retour des DICT).

Cette coupe a été calculée avec les surcharges liées aux voiries présentes en amont mais sans surcharge de chantier (grue, base vie...).

Une solution de soutènement de type paroi berlinoise clouée est envisagée.

	Surcharge	Terrain naturel actuel amont (tête de paroi)	Pleine masse	Poussée hydrostatique
Coupe 1	Blindage bois de 50cm de hauteur en tête de paroi + 15 kPa sur la zone de chantier	428,80	424,85	oui

Les sondages de référence sont S6 et PS5/PS6. La coupe de synthèse retenue est la suivante :

Profondeur [m]	Cote de la base de la formation (m)	Expansion	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	ϕ [°]	qs [kPa]	Em moyen [MPa]
Limons de surface	427,00	1,2	19	5	25	-	1
Grave sableuse compacte	426,75	1,2	20	2	35	250	96
Moraine argileuse compacte	400,00	1,2	20	5	30	80	20

Travaux envisagés

Il est envisagé de réaliser une paroi berlinoise provisoire avec les caractéristiques suivantes :

Type de profilé	Cote terrain/ de la tête de fer	Longueur (m)	Espacement horizontal (m)
HEA 240	428,80 / 428,30	6,00	2,00

Les inclusions prévues possèdent les caractéristiques suivantes :

	Lit de clous 1
Cote d'ancrage	427,50
Espacement (m)	2,00
Inclinaison (°)	25
Type d'inclusions	T30/11
Ø taillant (mm)	90/110
Longueur (m)	6
Frido ELU STR (Kn)	110,00
Précharge (Kn)	0

La mise en œuvre de la paroi se déroulera de la manière suivante :

- Pré terrassement / décapage avec création d'une plateforme de travail à 428,00.

- Mise en œuvre des profilés HEA240 de 6,00m de longueur tous les 2,0m ;
- Terrassement et blindage jusqu'à la cote 427,30 ;
- Pose du premier lit de clous à 427,50 ;
- Terrassement et blindage jusqu'au niveau de la pleine masse à 424,85 ;

Les résultats attendus d'après le prédimensionnement sont les suivants :

- Dmax le long de l'ouvrage > 10mm
- Effort max clous 1 : 86,5 kN < 99,55 kN force de frottement admissible
- Mmax = 66.32 kN.m/profilé < 174,8 kN.m/profilé

Le prédimensionnement des ouvrages permet bien de reprendre les efforts de poussée lié aux talutages et aux voiries environnantes.

Pour plus de détails on se reportera aux vérifications présentées en annexes.

10.2 COUPE TYPE 2 : PAROI BERLINOISE CLOUEE PROVISOIRE – TRONÇON DE

Site et matériaux

La coupe CT2 se situe le long du tronçon DE. Elle a été calculée en considérant une surcharge légère au droit des jardins mitoyens. L'ouvrage de soutènement est prévu en coffrage une face par rapport au nu extérieur des murs d'infrastructure compte tenu de l'espace disponible limité. L'impact des clouages provisoires devra nécessairement être contrôlé et présenté dans le cadre de la mission G3, en fonction de la présence des réseaux (retour des DICT).

Cette coupe a été vérifiée avec les surcharges liées au avoisinants et au muret présent en amont mais sans surcharge de chantier (grue, base vie....).

Une solution de soutènement de type paroi berlinoise clouée est envisagée.

	Surcharge	Terrain naturel actuel amont (tête de paroi)	Pleine masse	Poussée hydrostatique
Coupe CT2	Paroi + 2,5 kPa sur les propriété avoisinantes	428,30 / 427,80	424,55	oui

Les sondages de référence sont PS3. La coupe de synthèse retenue est la suivante :

Profondeur [m]	Cote de la base de la formation (m)	Expansion	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	ϕ [°]	qs [kPa]	Em moyen [MPa]
Limons de surface	426,65	1,2	19	5	25	-	1
Grave sableuse compacte	423,15	1,2	20	2	35	250	96
Moraine argileuse compacte	415,00	1,2	20	5	30	80	20

Travaux envisagés

Il est envisagé de réaliser une paroi berlinoise provisoire :

Type de profilé	Cote terrain/ de la tête de fer	Longueur (m)	Espacement horizontal (m)
HEA 240	428,30 / 427,80	6,00	2,00

Les inclusions prévues possèdent les caractéristiques suivantes :

	Lit de clous 1
Cote d'ancrage	427,00
Espacement (m)	2,00
Inclinaison (°)	25
Type d'inclusions	T30/11
Ø taillant (mm)	90/110
Longueur (m)	6
Frido ELU STR (Kn)	110,00
Précharge (Kn)	0

La mise en œuvre de la paroi se déroulera de la manière suivante :

- Pré terrassement / décapage avec création d'une plateforme de travail à 427,50.
- Mise en œuvre des profilés HEA240 de 6,00m de longueur tous les 2,0m après forage préalable ou purge ;
- Terrassement et blindage jusqu'à la cote 426,80 ;
- Pose du premier lit de clous à 427,00 ;
- Terrassement et blindage jusqu'au niveau de la pleine masse à 424,55 ;

Les résultats attendus d'après le prédimensionnement sont les suivants :

- Dmax le long de l'ouvrage > 10,00mm
- Effort max clous 1 : 50,00 kN < 77,20 kN force de frottement admissible
- Mmax = 57,9 kN.m/profilé

Le prédimensionnement des ouvrages permet bien de reprendre les efforts de poussée lié aux talutages et aux voiries environnantes.

Cette paroi se situe à proximité immédiate du muret faisant limite de propriété. Il conviendra de bien travailler par passes alternées et de prévoir des sciages et rabotages compte tenu du débord de fondation du muret. Il sera nécessaire de bien prévoir un poste de remise en état chez le maçon pour la reprise définitive des murets.

Pour plus de détails on se reportera aux vérifications présentées en annexes.

11. ESTIMATION DES SURFACES NECESSAIRES

A partir du plan de terrassement transmis et des coupes établies au droit des différents tronçons, on trouvera ci-dessous le tableau récapitulatif des ouvrages de soutènement nécessaires au droit des différentes zones.

Tronçons	Tête de soutènement (m NGF)		Pleine masse* (m NGF)	Terrassement nécessaire (m NGF)		Linéaire (m)	Surface (m ²)
	Min	Max		Min	Max		
AB	428,70	429,00	424,85	-3,85	-4,15	46,00	184,00
BC	428,00	428,20	424,55	-3,45	-3,65	55,00	195,25
CD	428,20	428,50	424,55	-3,65	-3,95	35,00	133,00
TOTAL							512

12. REMARQUES

Le présent rapport correspond à une mission G2 PRO avant démolition conformément à la norme des missions géotechniques NF 94-500.

Les recommandations relatives aux clouages nécessaires pour les ouvrages de soutènement sont basées sur la solution technique la plus fiable pour la sécurité. Il conviendra, dans tous les cas, de disposer des autorisations de tréfonds appropriées pour la mise en œuvre des clous sous les propriétés voisines. Si les autorisations ne sont pas obtenues, des adaptations de type butonnage devront alors être envisagées.

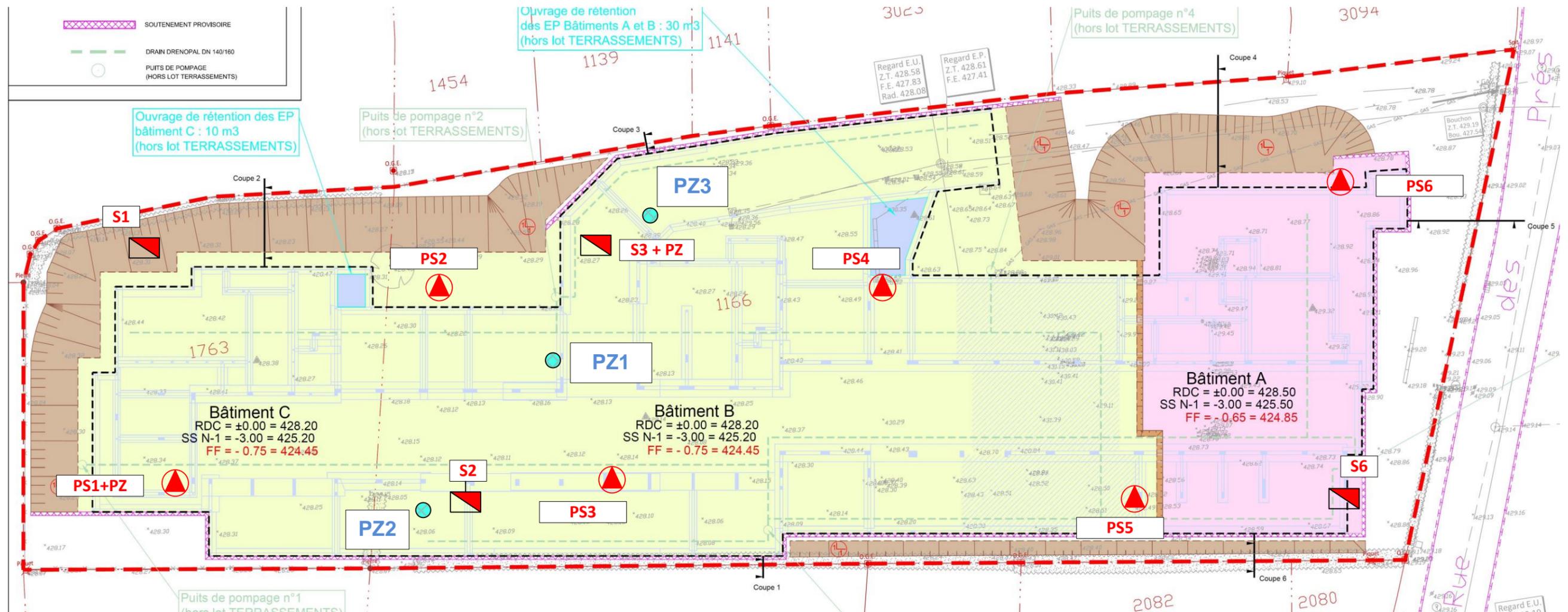
Les missions géotechniques de type G2, G3 et G4 doivent être réalisées successivement pour une analyse plus approfondie dans les définitions et l'exécution des problèmes géotechniques selon l'avancement et les évolutions du projet. Pour cela, une présence aux réunions de conception est nécessaire pour l'intégration des différentes adaptations selon les choix retenus. On se réfèrera au tableau de synthèse des missions Géotechniques annexé au présent rapport pour plus de détails.

Evidemment on devra tenir compte des dispositions énoncées dans le rapport et des observations importantes jointes en annexe.

Etabli à Saint-Sixt
Le 24/02/2021

L'Ingénieur Géotechnicien - Dirigeant
V.BELOT





PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES SUR PLAN DE TERRASSEMENT / 19-09/74-183 G2 PRO

ADRESSE DU CHANTIER
 Rue du Pré des Fours
 Construction de 3 bâtiments de logements R+2+ATTIQUE Sur un niveau de SS
DOUVAINE (74)



LEGENDE DES SONDAGES /

- Sondages à la pelle mécanique
- Essais Statiques Lourds + PZ
- PIEZOMETRES ODEX 140

Plan du 24/02/2021
 Fond : - plan du bureau IMOGEO

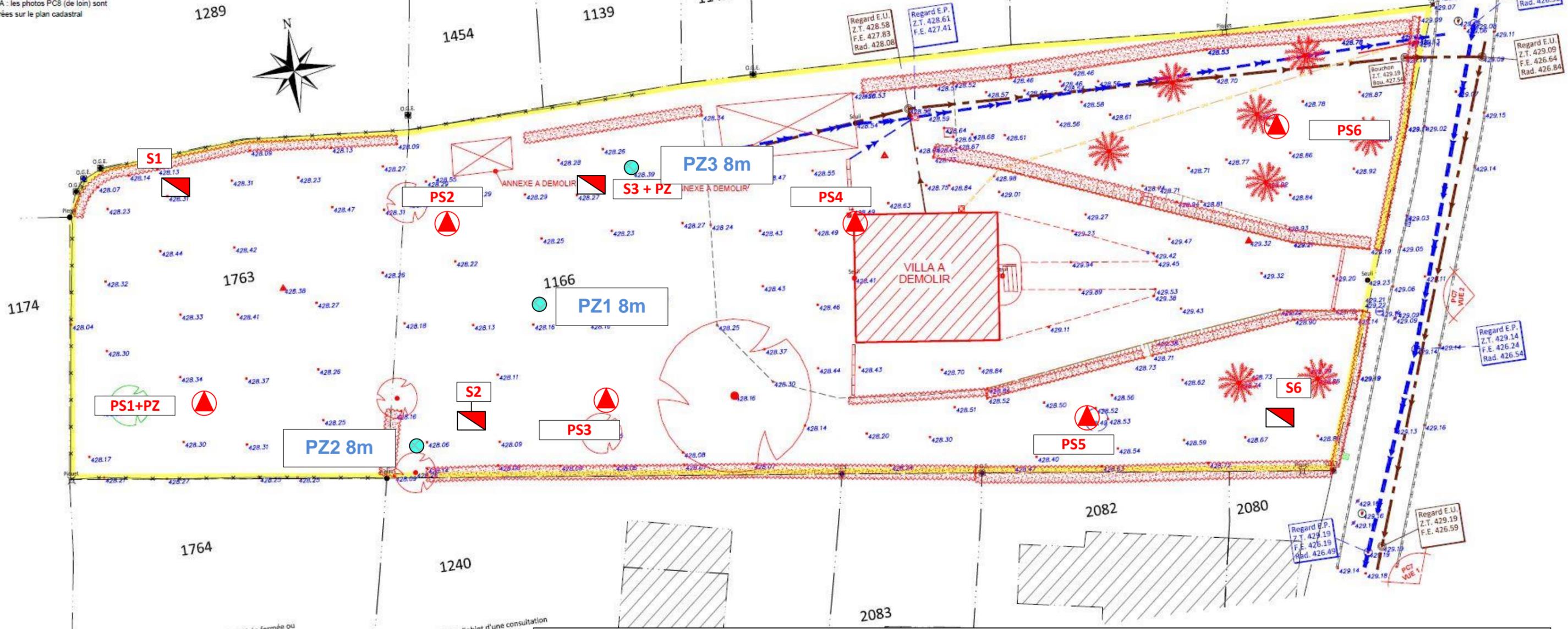


A1 - PLAN MASSE DES CONSTRUCTIONS A DEMOLIR

LEGENDE DEMOLITION

-  ARBRE A ABATTRE (13 unités)
-  HAIE A ABATTRE
-  POSITION & ANGLE PRISE DE VUE

NOTA : les photos PC8 (de loin) sont repérées sur le plan cadastral



Nota : Les réseaux enterrés dessinés sur le plan ont été levés en tranchée fermée ou suivant plans et indications fournis par le demandeur et/ou l'entreprise, hormis ceux qui sont complètement décrits et portant la mention "tranchée ouverte". En conséquence, le cabinet décline toutes responsabilités en cas de construction ou de travaux portant atteinte en totalité ou partiellement aux ouvrages répertoriés.

Planimétrie rattachée au système LAMBERT 93 décret n° 2006-272 du 4 mars 2006 (01/03/09) Nivellement rattaché au système N.G.F. par G.P.S. Seuls les exemplaires des documents et plans portant le tampon original du Géomètre-Expert engagé sa responsabilité

Les servitudes pouvant exister devront faire l'objet d'une consultation particulière.

Nota : Limites fixées suivant application graphique du plan cadastral vérification des titres de propriété et sous réserve de bornage contradictoire effectué en présence des propriétaires et des représentants du Domaine Public routier devra faire l'objet d'un individuel d'alignement délivré par le concessionnaire de la voirie.

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES SUR PLAN DE TERRASSEMENT / 19-09/74-183 G2 PRO

ADRESSE DU CHANTIER
Rue du Pré des Fours
Construction de 3 bâtiments de logements R+2+ATTIQUE Sur un niveau de SS
DOUVAINE (74)



- #### LEGENDE DES SONDAGES /
-  Sondages à la pelle mécanique
 -  Essais Statiques Lourds + PZ
 -  PIEZOMETRES ODEX 140

Plan du 24/02/2021
Fond : - plan du bureau IMOGEO



RÉSULTATS DES SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE DU 25/01/2017

Sondage S1 : 428.20m

0,00 – 0,30m	Terre végétale
0,30 – 1,80m	Limons argileux marron
1,80 – 2,80m	Blocs, galets et graviers à matrice sablo-limoneuse
2,80 – 3,20m	Argile limoneuse marron
3,20 – 3,50m	Argile gris/bleuté (moraine) à petits cailloutis, débit en blocs anguleux

Tenue bonne jusque 1,80m, devenant moyenne puis de nouveau bonne à 2,80m jusque 3,50m.

Aucune arrivée d'eau sur toute la hauteur.

Creusement facile jusque 1,80m puis un peu plus difficile jusque 2,80m.

Arrêt sondage à 3,50m.



RÉSULTATS DES SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE DU 25/01/2017

Sondage S2 : 428.08m

0,00 – 0,30m	Terre végétale
0,30 – 1,10m	Limons argileux
1,10 – 1,60m	Limons sableux à galets et blocs (diam. Max 20cm)
1,60 – 2,60m	Galets, blocs et graviers grossiers à matrice sableuse (diam. Max 80cm)
2,60 – 3,20m	Galets, blocs et graviers sans matrice

Bonne tenue des terrains jusque 1,10m, moyenne jusque 1,60m, puis mauvaise jusque 3,20m.
Arrivée d'eau importante à 2,60m, creusement sous nappe.
Creusement facile jusque 1,60m puis difficile jusque 3,20m.
Arrêt sondage à 3,20m.



RÉSULTATS DES SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE DU 25/01/2017

Sondage S3 : 428.27m

0,00 – 0,30m	Terre végétale
0,30 – 1,50m	Limons argileux marron
1,50 – 2,40m	Limons sableux à blocs et galets (diam. Max 45cm)
2,40 - 3,30m	Blocs et galets à légère matrice sableuse (diam. Max 75cm)

Bonne tenue jusque 1,50m, puis moyenne jusque 3,30m.
Arrivée d'eau importante à 2,90m, creusement sous nappe.
Creusement facile jusqu'aux blocs et galets, devenant difficile.
Arrêt sondage à 3,30m.



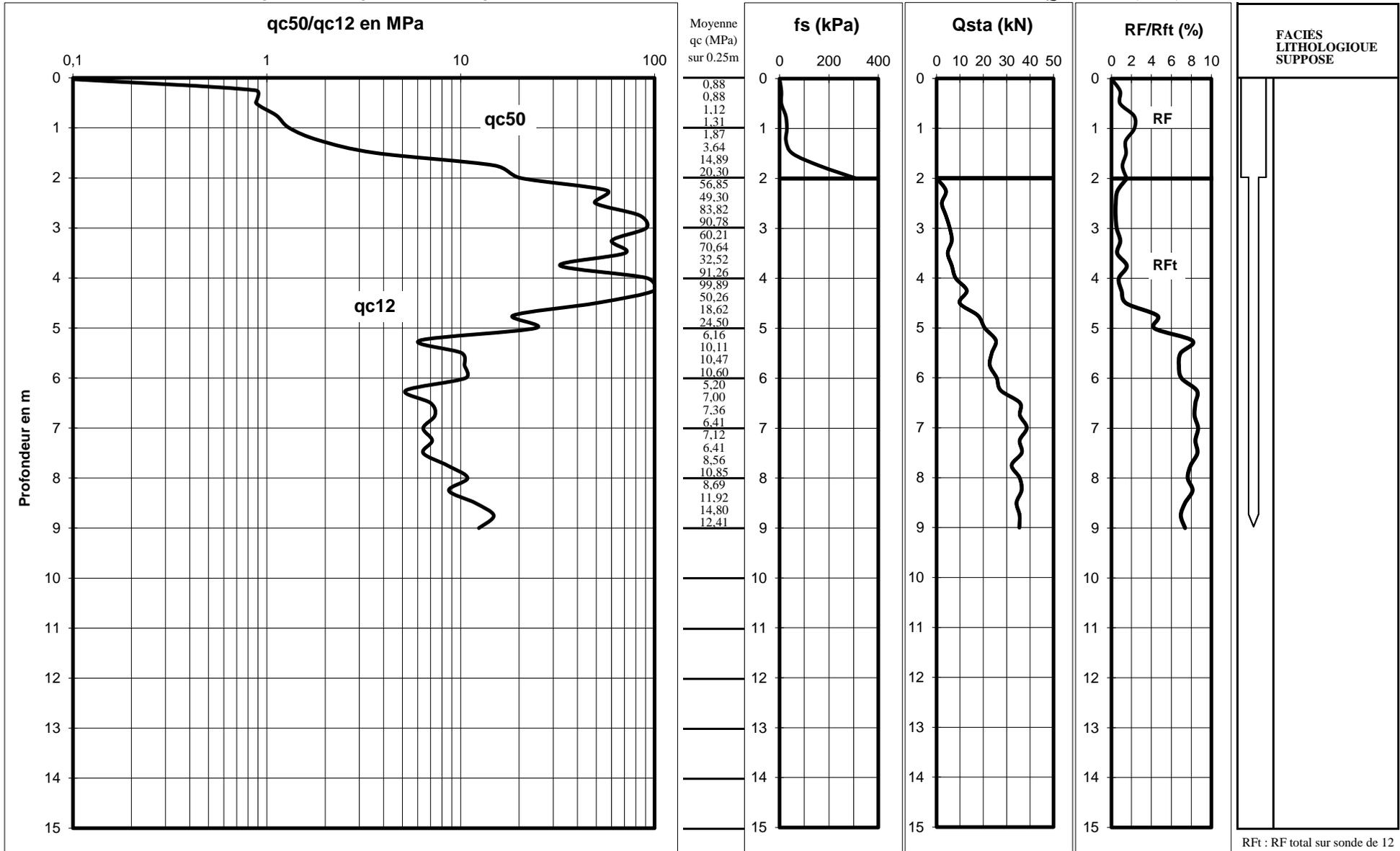
RÉSULTATS DES SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE DU 25/01/2017

Sondage S6 : 428.68m

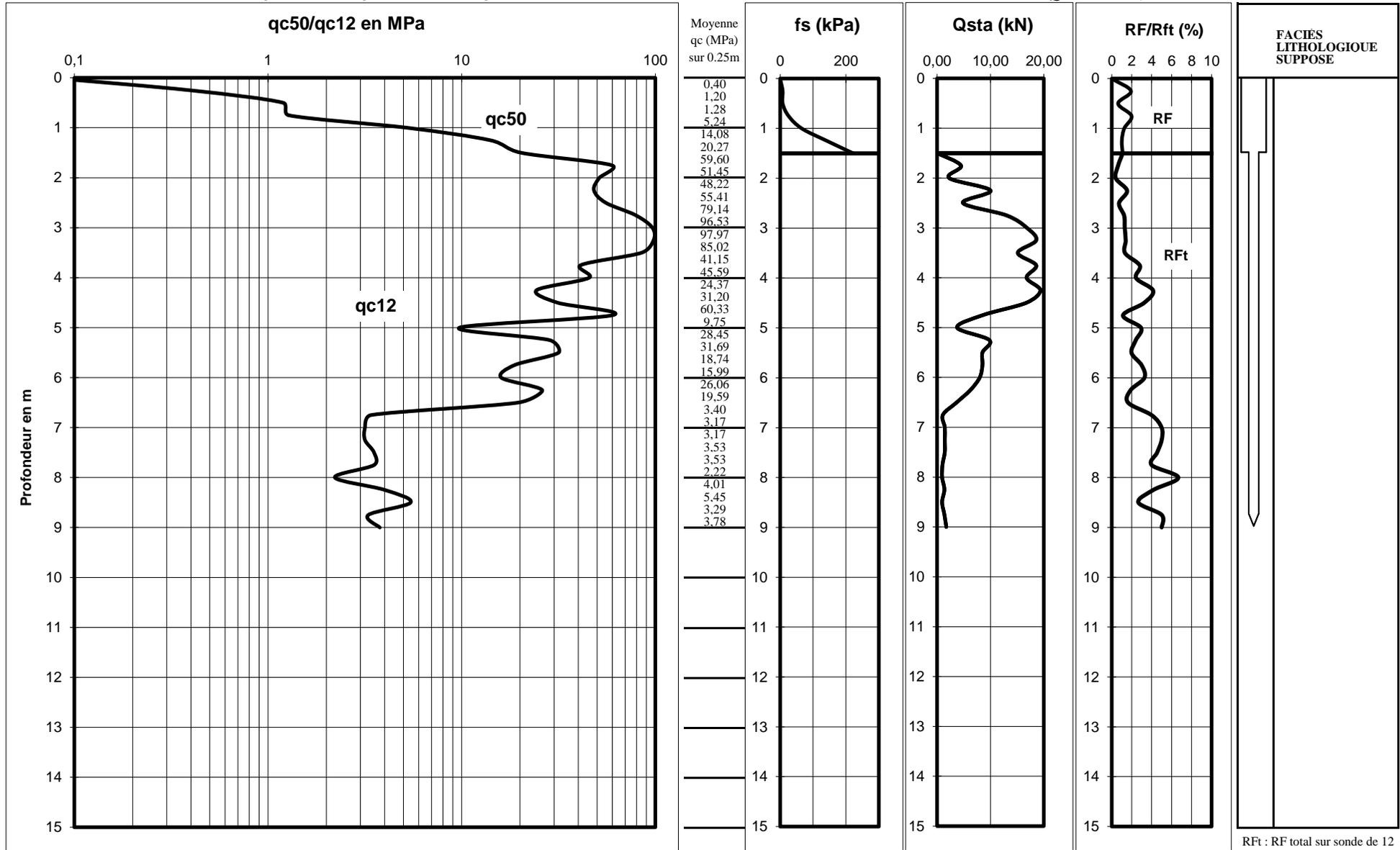
0,00 – 0,30m	Terre végétale
0,30 – 0,70m	Limons sableux marron
0,70 – 1,60m	Argile limoneuse brune contenant quelques galets et blocs (diam. Max 15cm)
1,60 – 3,20m	Galets et blocs à matrice sableuse (diam. Max 40cm)

Bonne tenue des parois jusque 1,60m devant moyenne jusque 3,20m.
Humide à partir de 2,80m, puis très légère arrivée d'eau à 3,20m, niveau non stabilisé.
Creusement facile jusque 1,60m devenant très difficile jusque 3,20m.
Arrêt sondage à 3,20m.

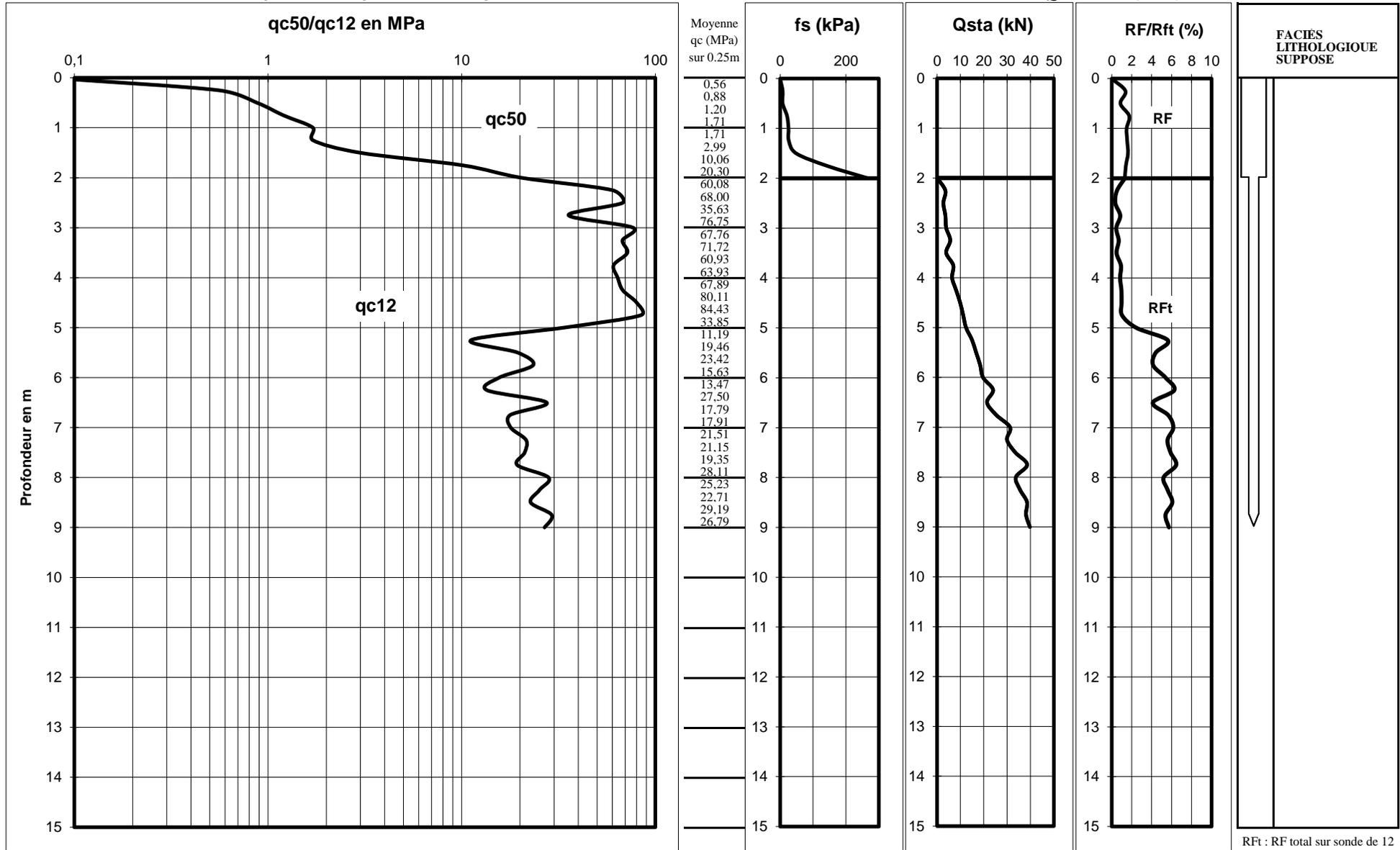




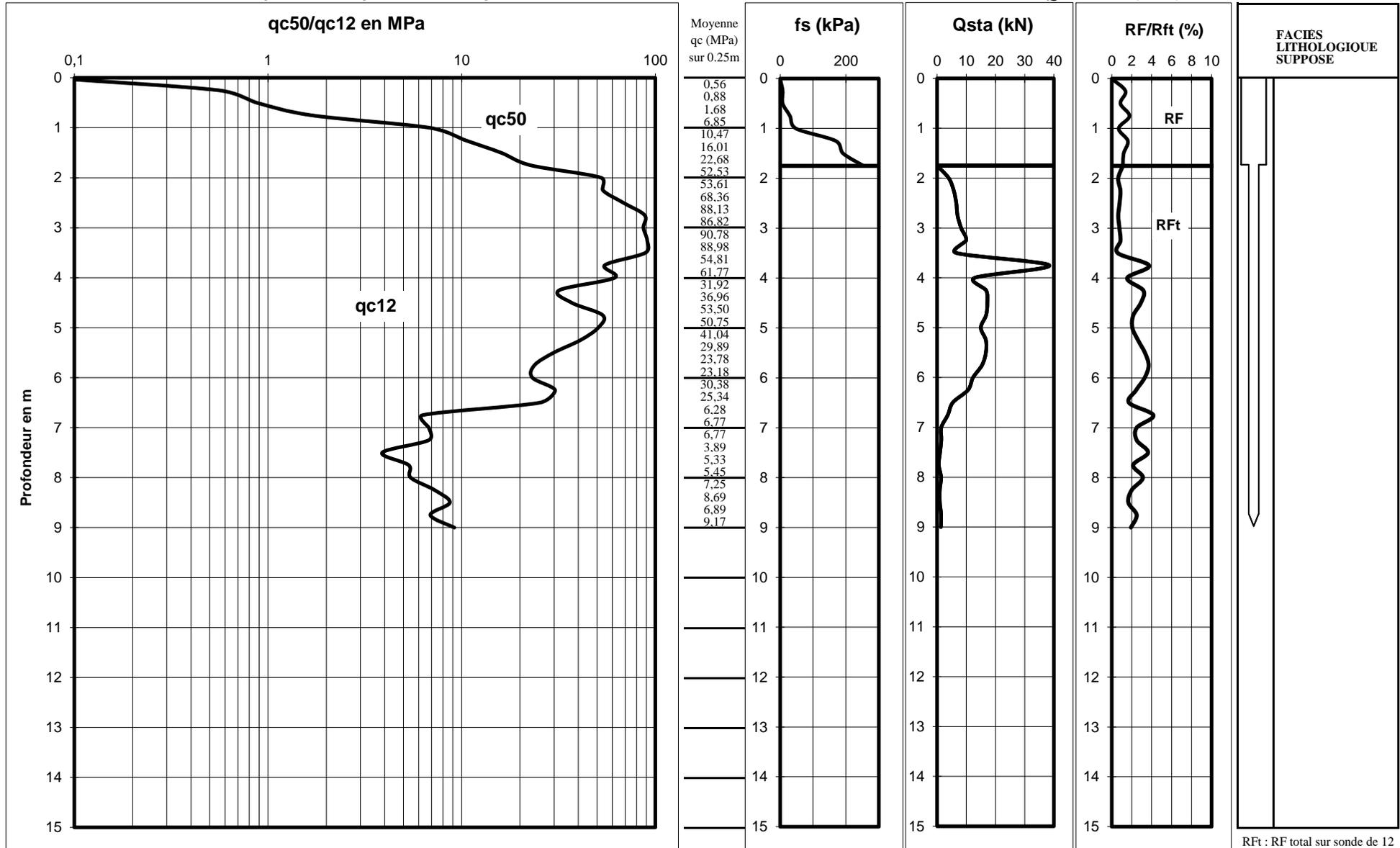
SONDAGE ARRÊTE EN STATIQUE A 9m (arrêt)



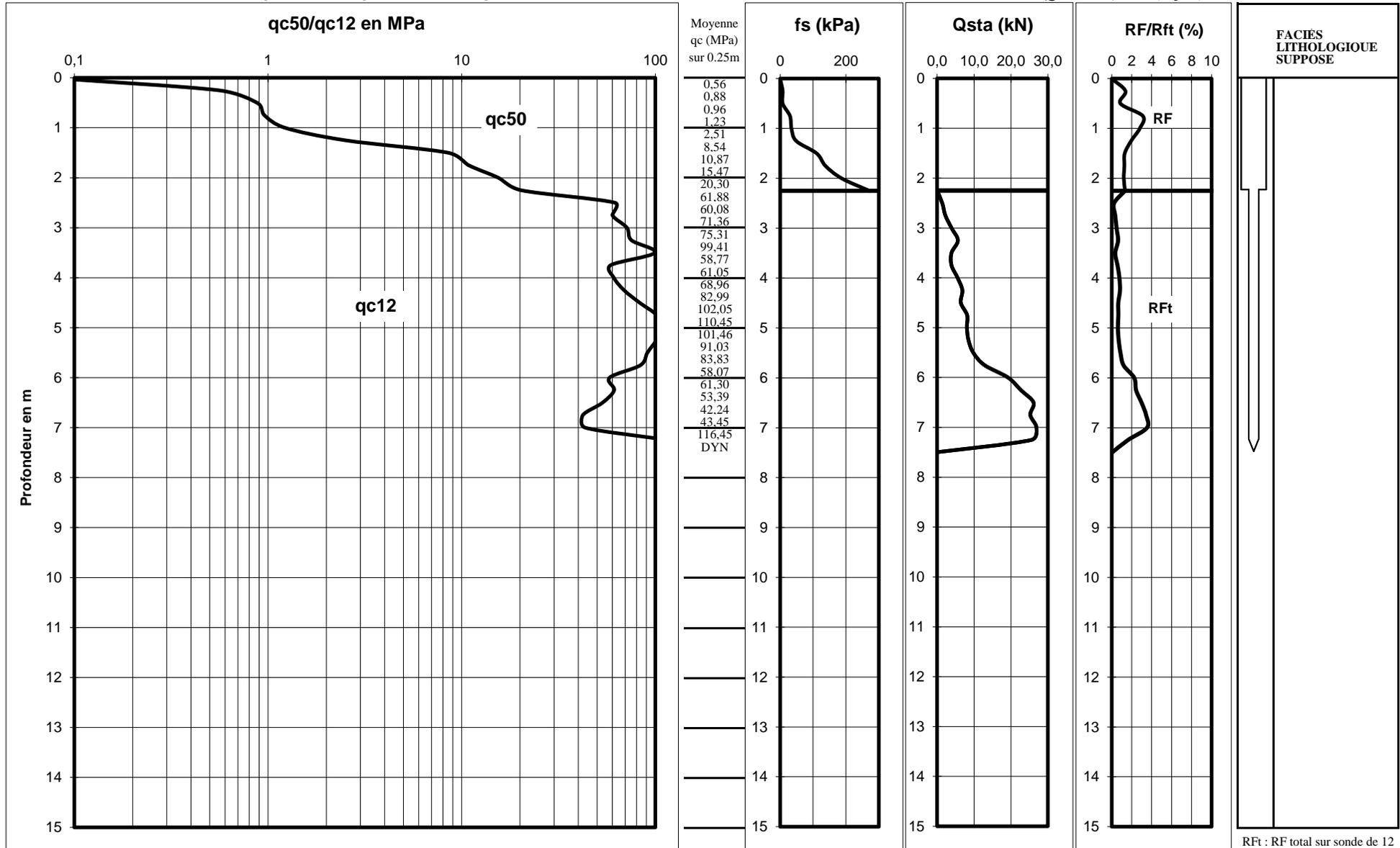
SONDAGE ARRÊTE EN STATIQUE A 9m (arrêt)

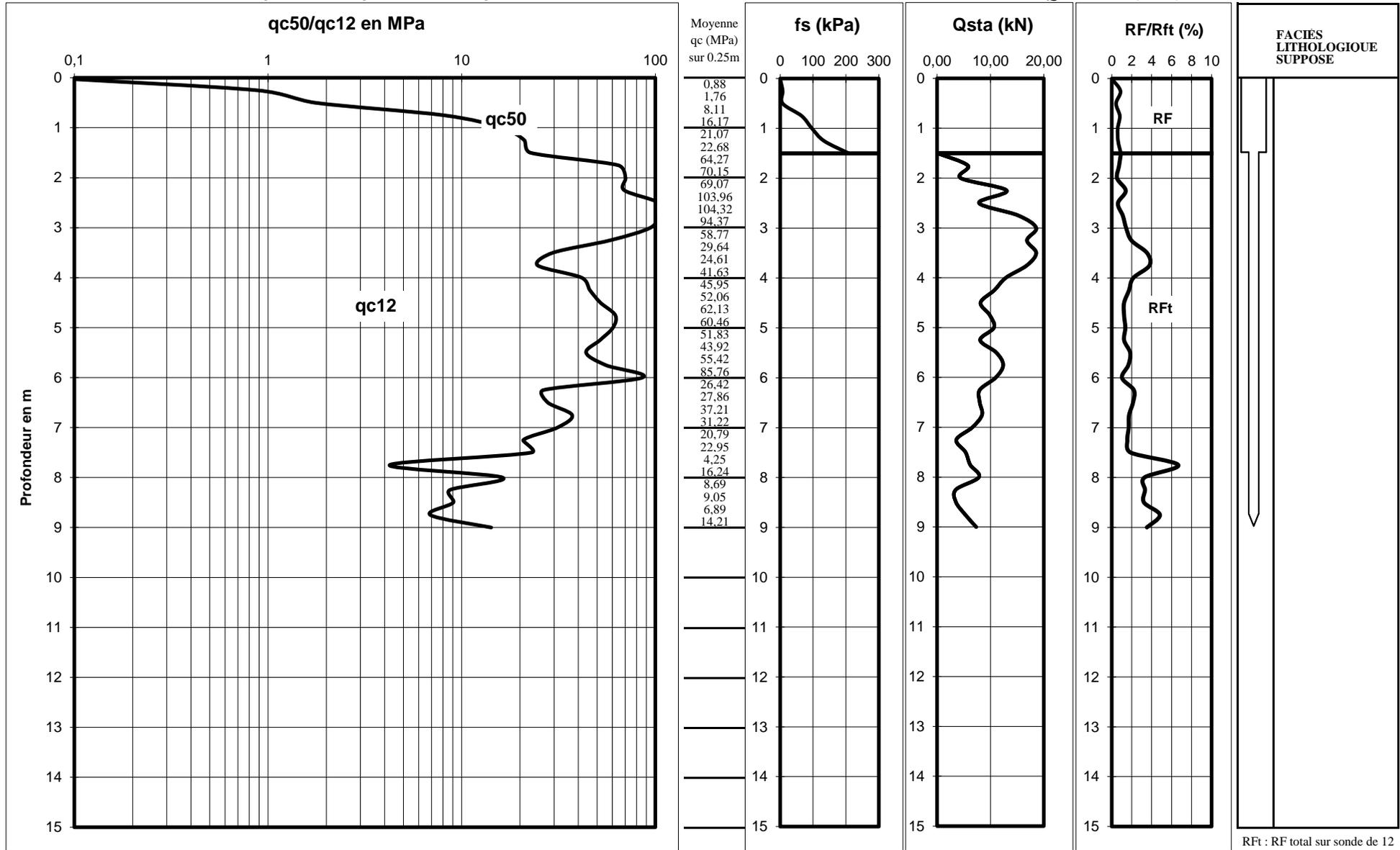


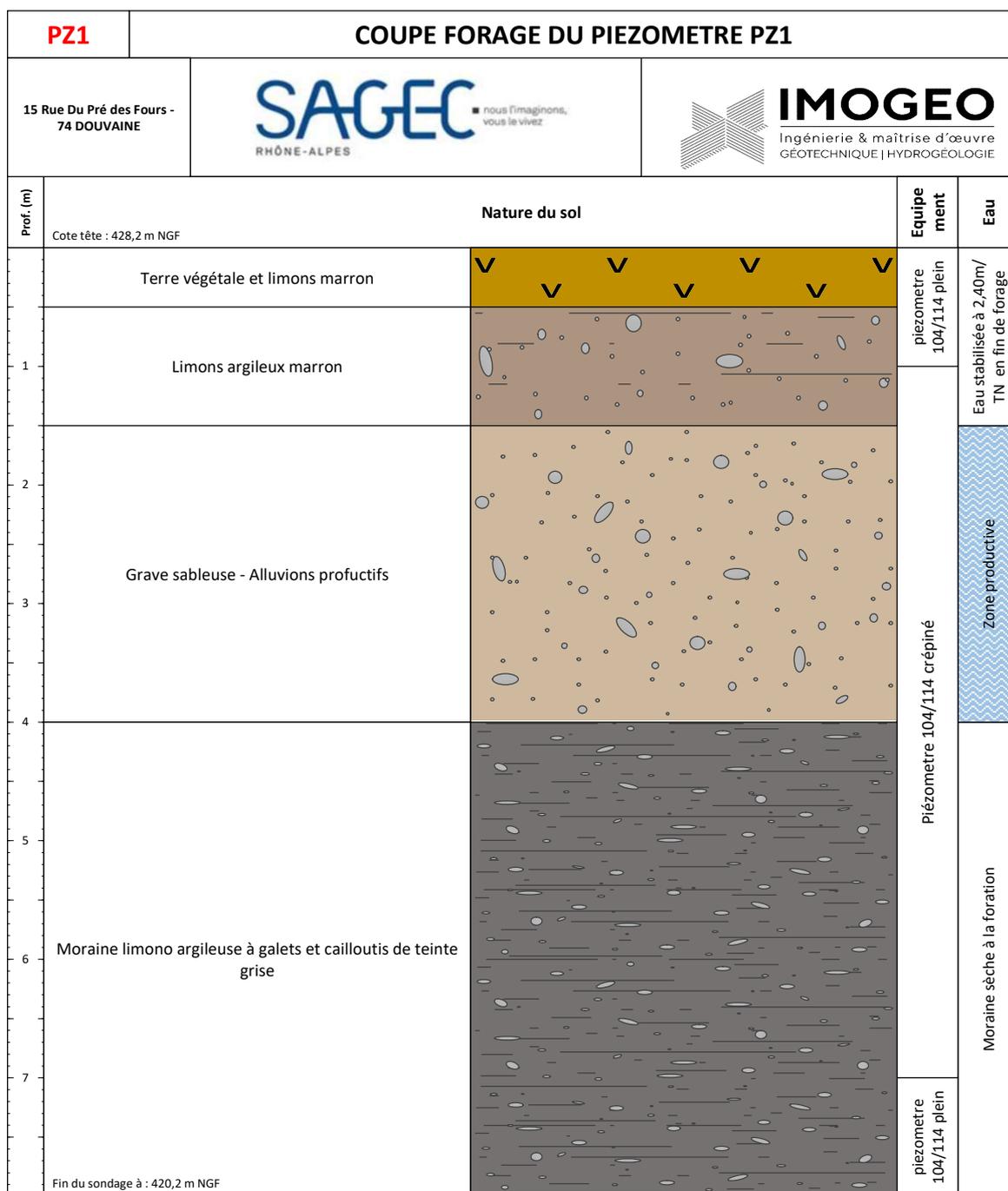
SONDAGE ARRÊTE EN STATIQUE A 9m (arrêt)

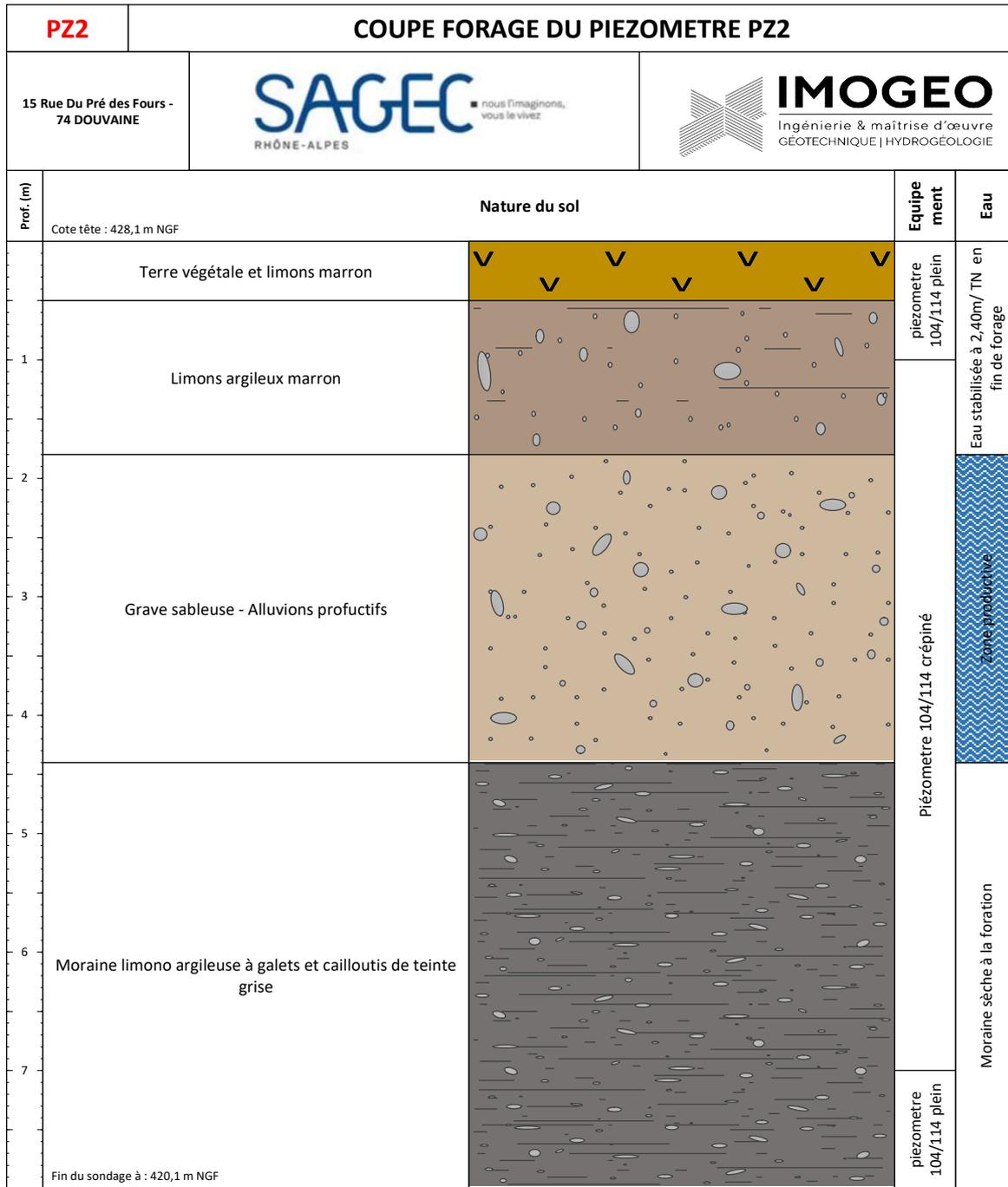


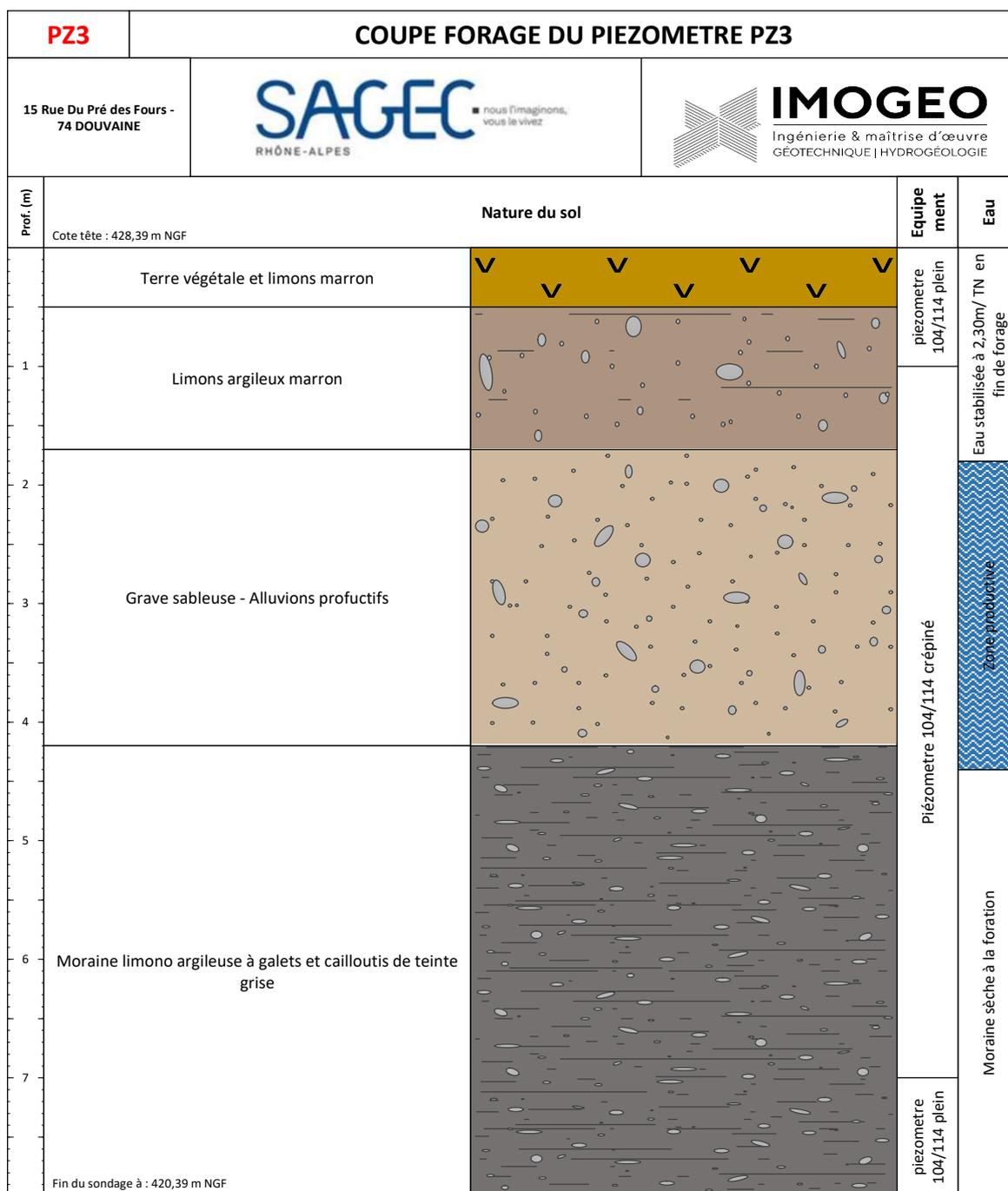
SONDAGE ARRÊTE EN DYNAMIQUE A 7,25m (refus)

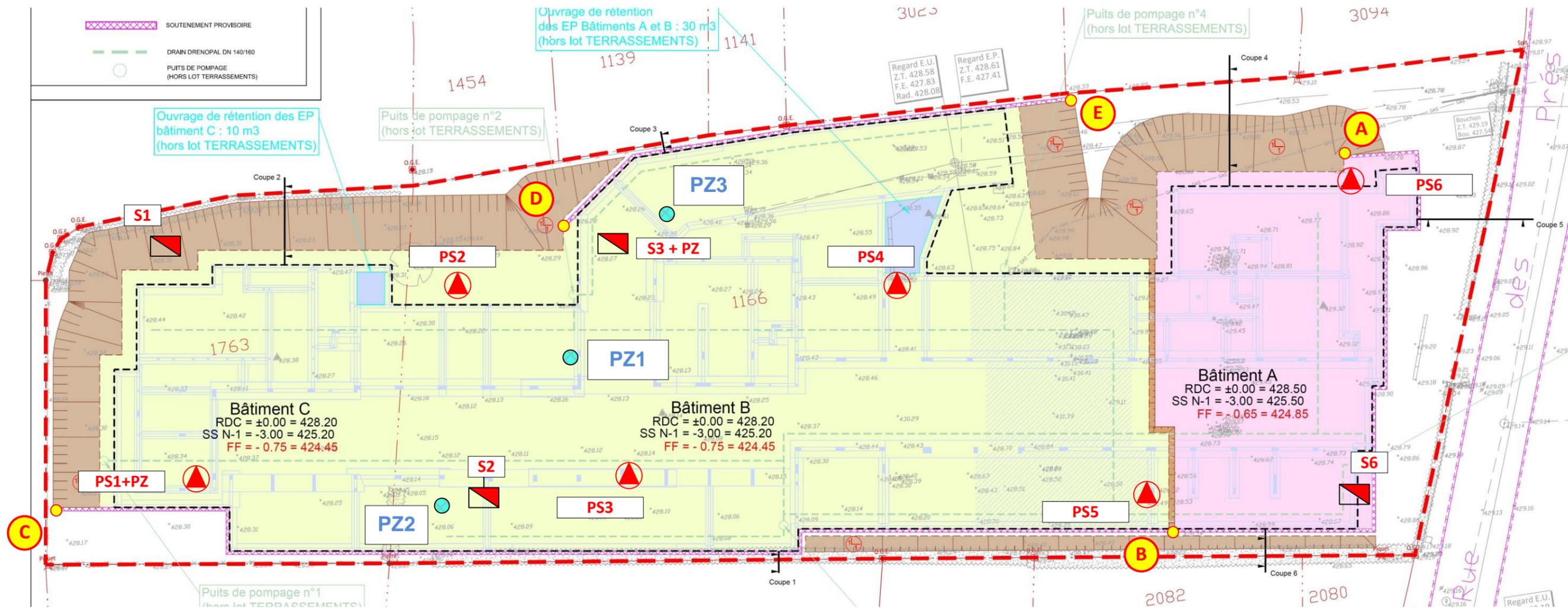












PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES SUR PLAN DE TERRASSEMENT / 19-09/74-183 G2 PRO

ADRESSE DU CHANTIER
 Rue du Pré des Fours
 Construction de 3 bâtiments de logements R+2+ATTIQUE Sur un niveau de SS
DOUVAINE (74)



LEGENDE DES SONDAGES /

- Sondages à la pelle mécanique
- Essais Statiques Lourds + PZ
- PIEZOMETRES ODEX 140

Plan du 24/02/2021
 Fond : - plan du bureau IMOGEO



COUPE DE PRINCIPE CT1 – AB et BC SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE

Coupe de prèdimmensionnement pour calculs RIDO

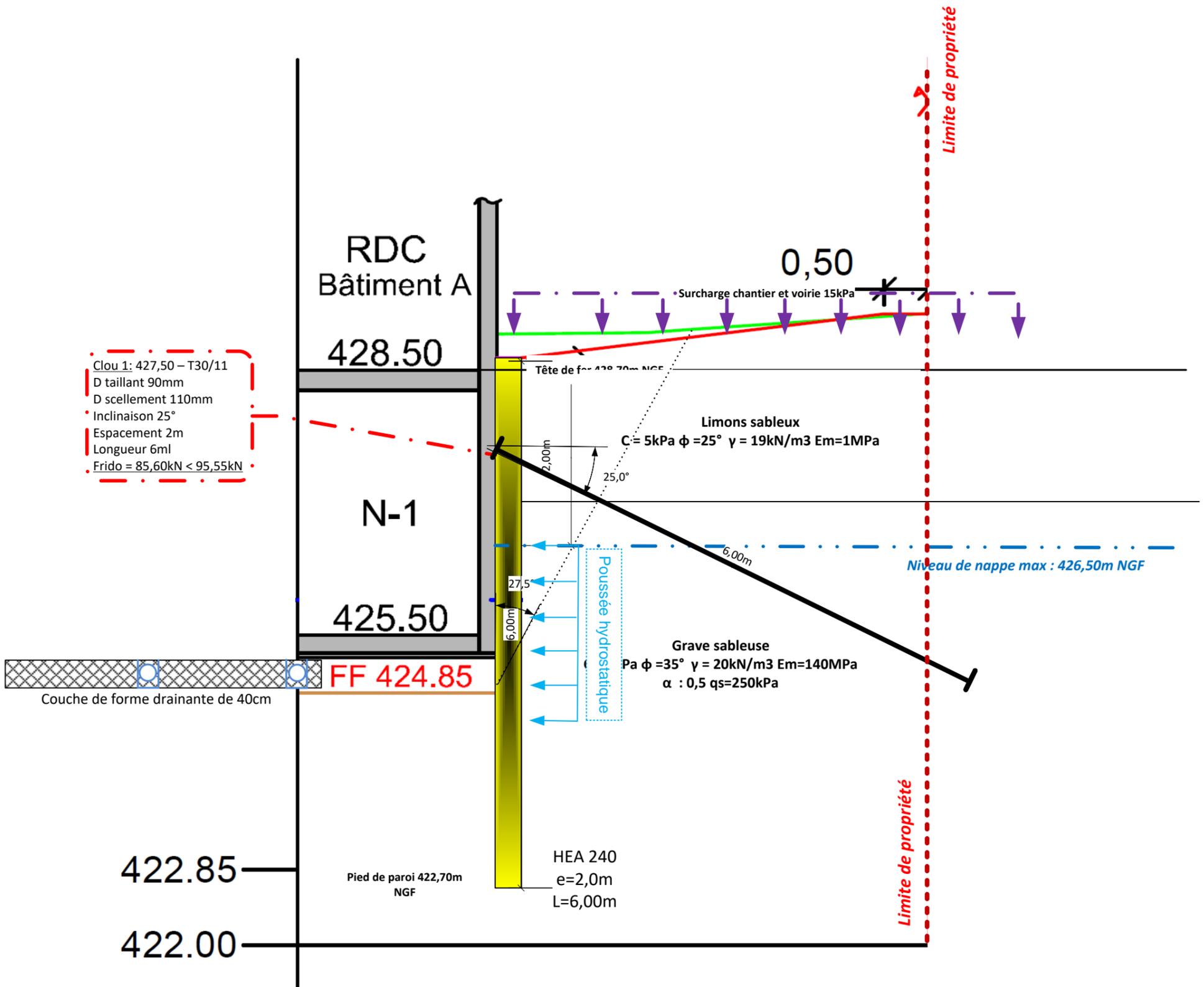
Echelle : 1/50 au format A3



Rue du Prés du Four
« SCCV NUANCE LEMAN »
74 DOUVAINE



SONDAGE DE REFERENCE : PS5 + PS6



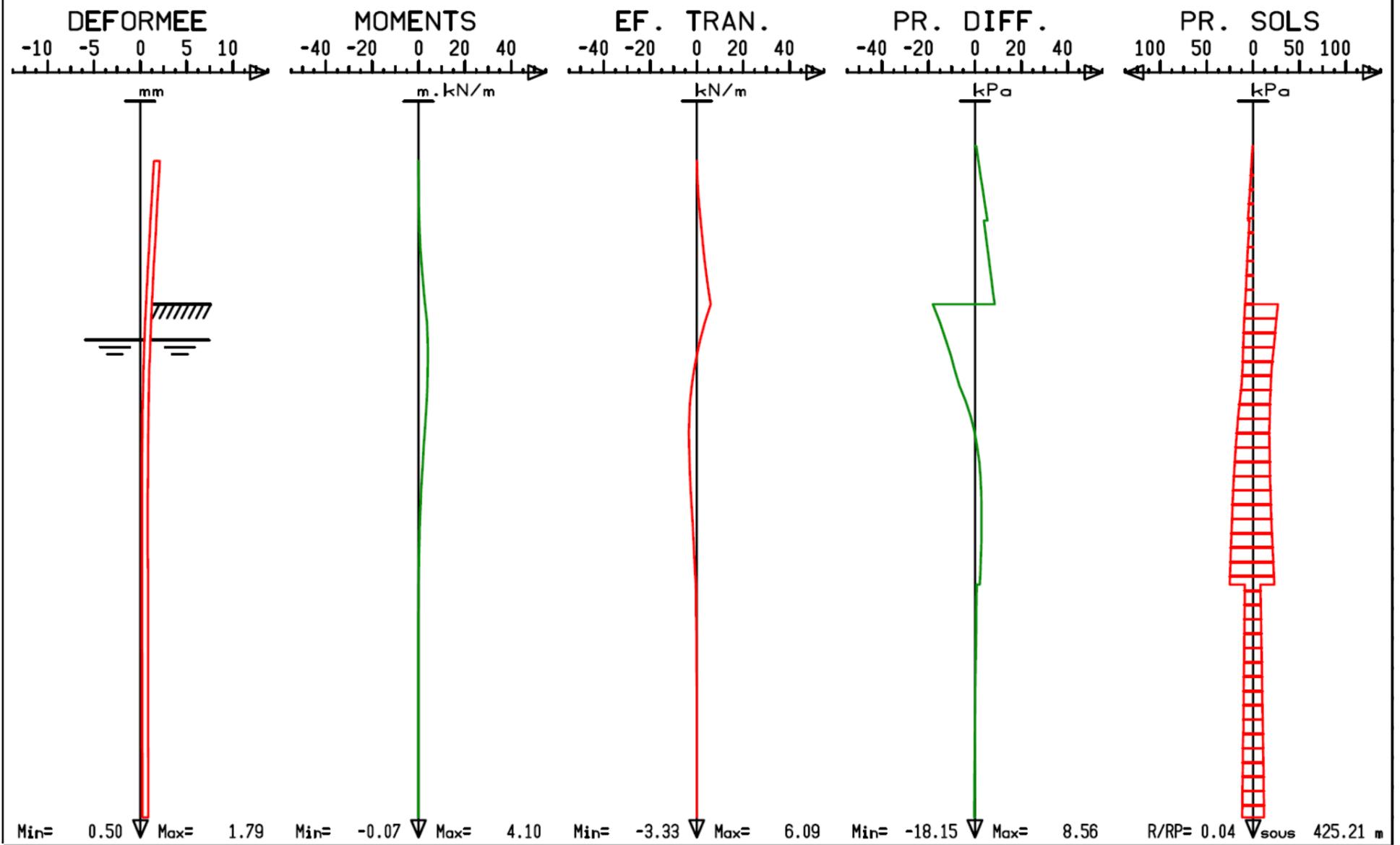
Résultats :

d max en tête : 7,02mm
Moment max par profilé ELU STR : 57,9kN.m /profilé
Effort max ELU STR dans clou 1 : 50,0 kN < 77,2 kN

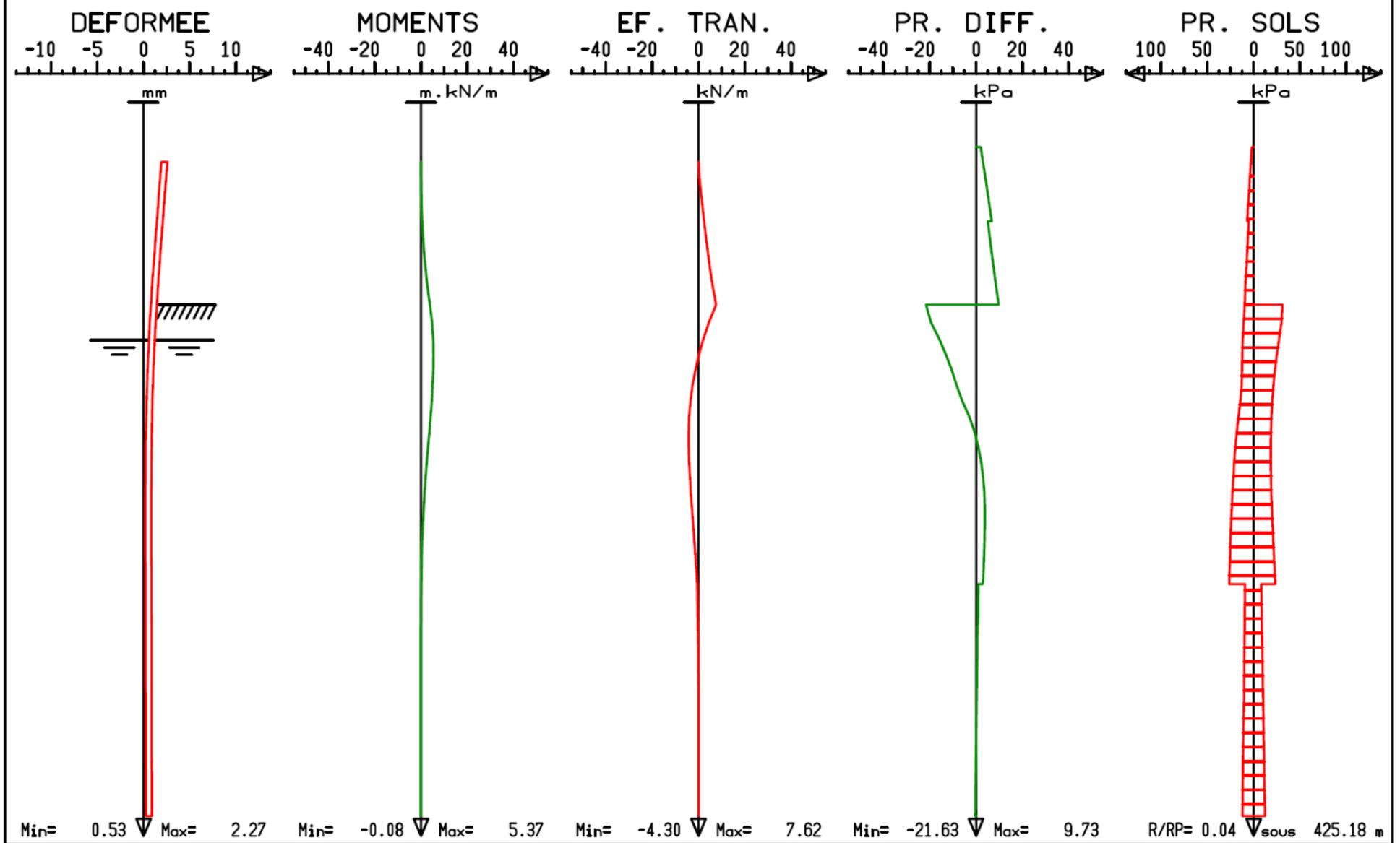
Cette coupe de calcul est établi dans le cadre de la mission G2 stade Projet. Une note de calcul de dimensionnement de type G3 (EXE) devra impérativement être produite par l'entreprise dans le cadre de son marché. Dès le début des travaux l'entreprise devra procéder aux essais d'arrachement pour la validation des frottements définis dans la présente coupe Cette coupe est valide si les autorisations de tréfonds sont obtenues. Si tel n'était pas le cas, une solution de butonnage devra alors être étudiée

PREDIMENSIONNEMENT REALISE AVEC POUSSEE HYDROSTATIQUE

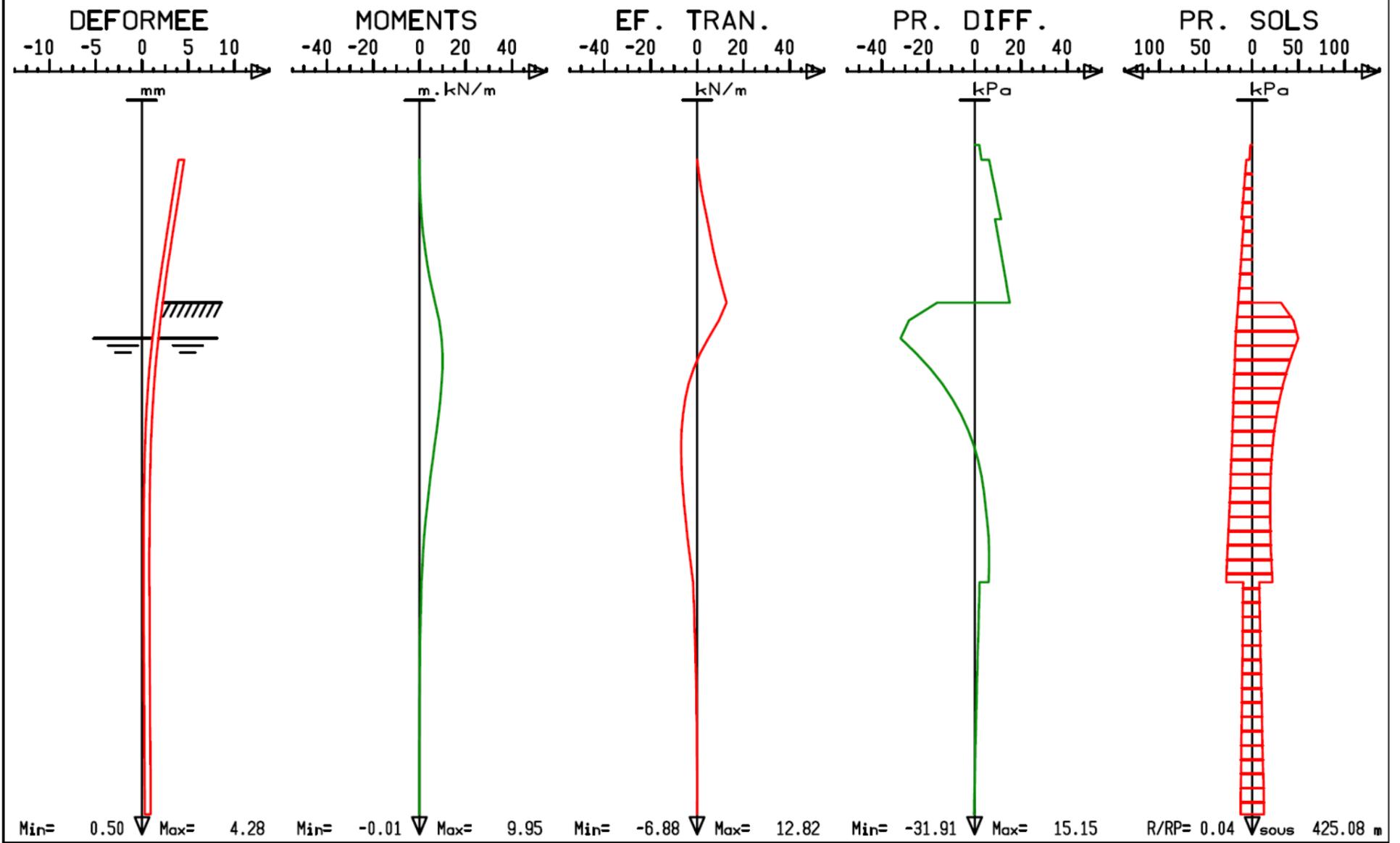
COUPE DE PRINCIPE CT1 – AB SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°1 – Test aux états limites



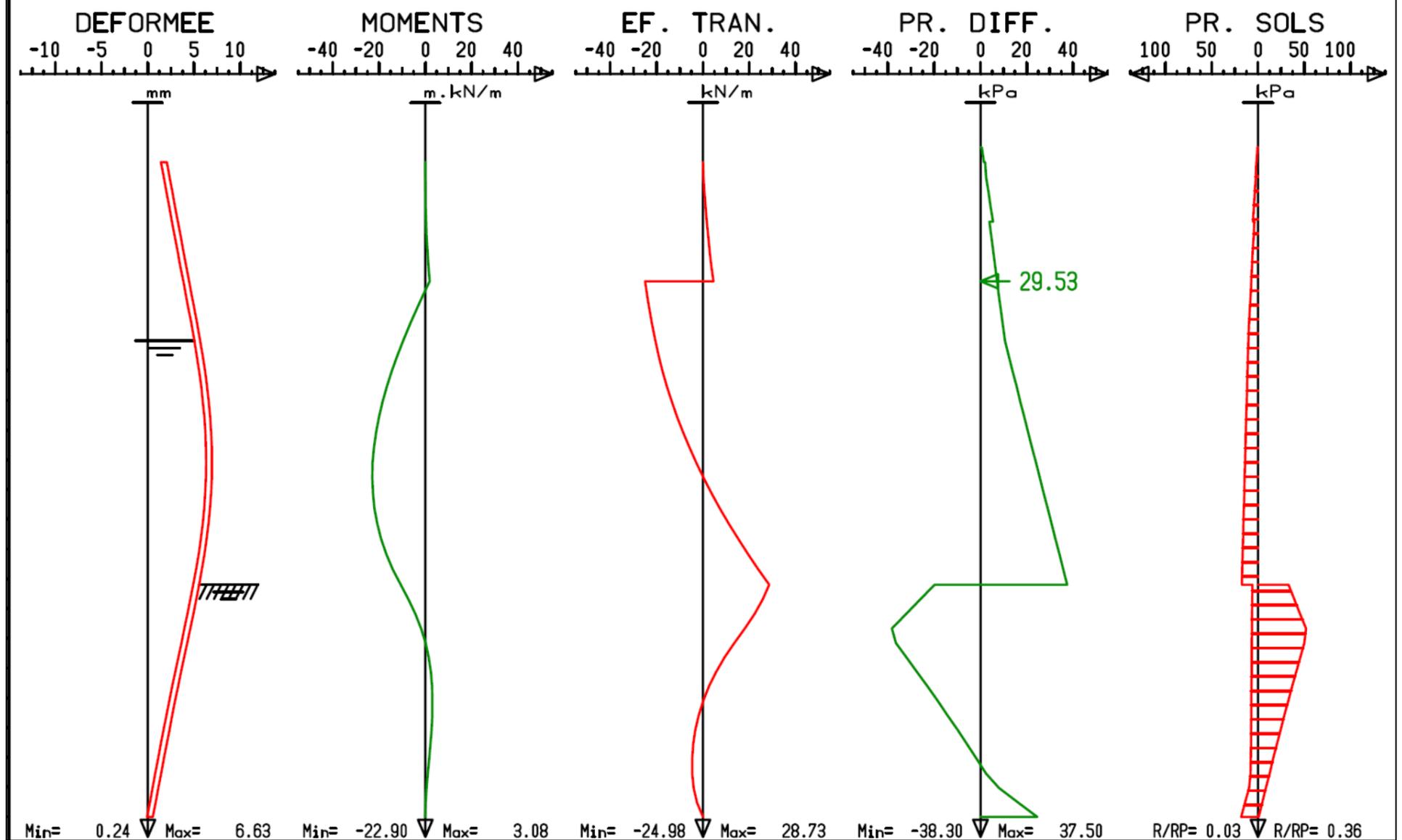
COUPE DE PRINCIPE CT1 – AB SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°2 - Test aux états limites



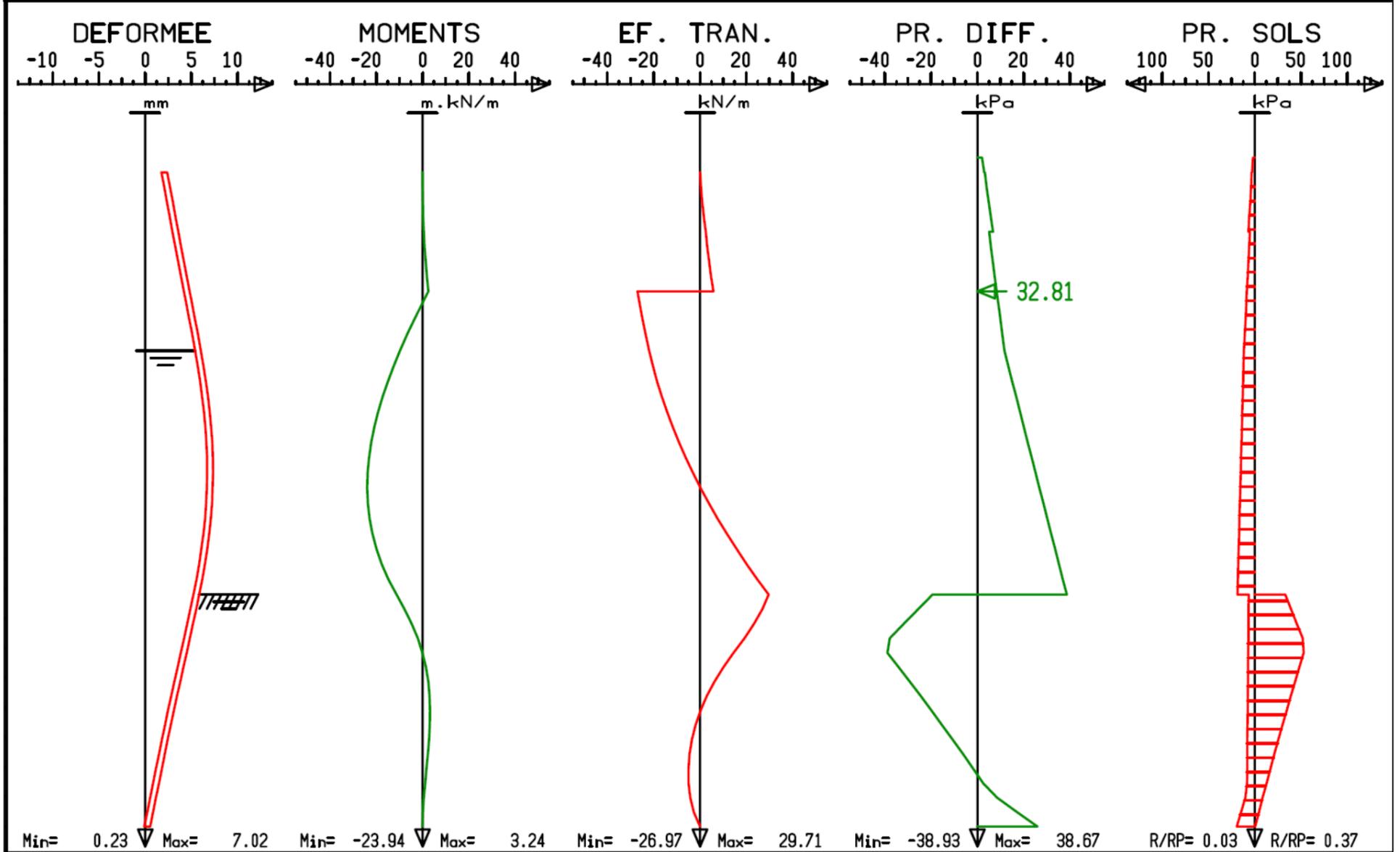
COUPE DE PRINCIPE CT1 – AB SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°3 – Test aux états limites



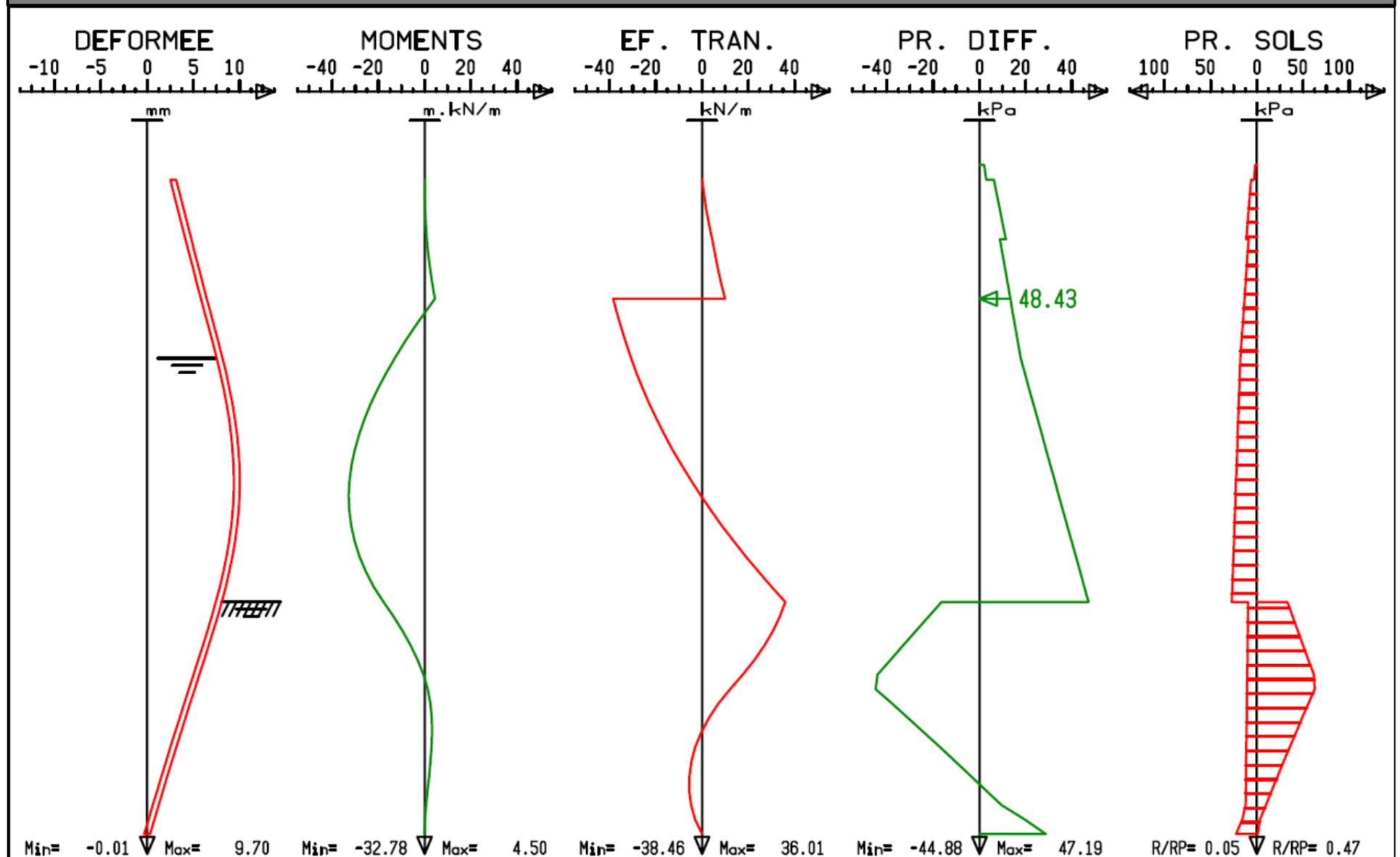
COUPE DE PRINCIPE CT1 – AB SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°4 - Test aux états limites



COUPE DE PRINCIPE CT1 – AB SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°5 – Test aux états limites

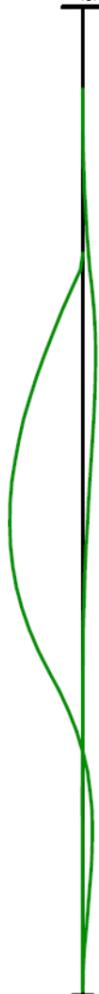


COUPE DE PRINCIPE CT1 – AB SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°6 - Test aux états limites

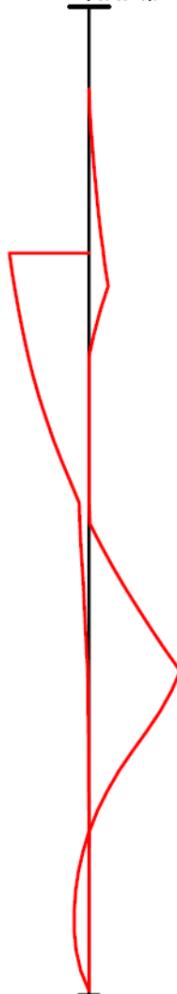


COUPE DE PRINCIPE CT1 – AB SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES ENVELOPPE DE LA PHASE N°1 A LA PHASE N°6 – Hors test aux états limites

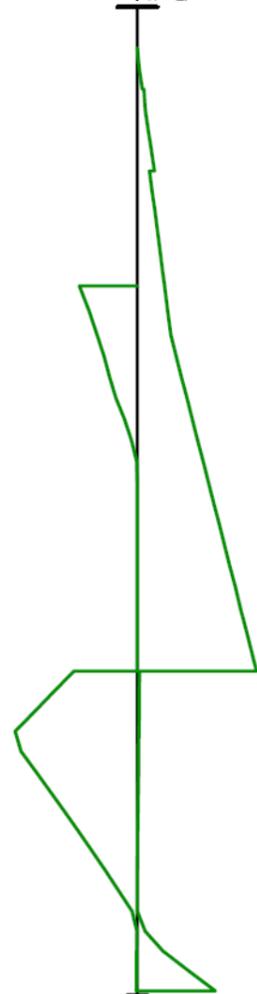
MOMENTS
-40 -20 0 20 40
mini m.kN/m maxi



EFFORTS TRANCHANTS
-40 -20 0 20 40
mini kN/m maxi



PRESSIONS DIFF.
-40 -20 0 20 40
mini kPa maxi



COUPE DE PRINCIPE CT2 – DE SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE

Coupe de prédimensionnement pour calculs RIDO

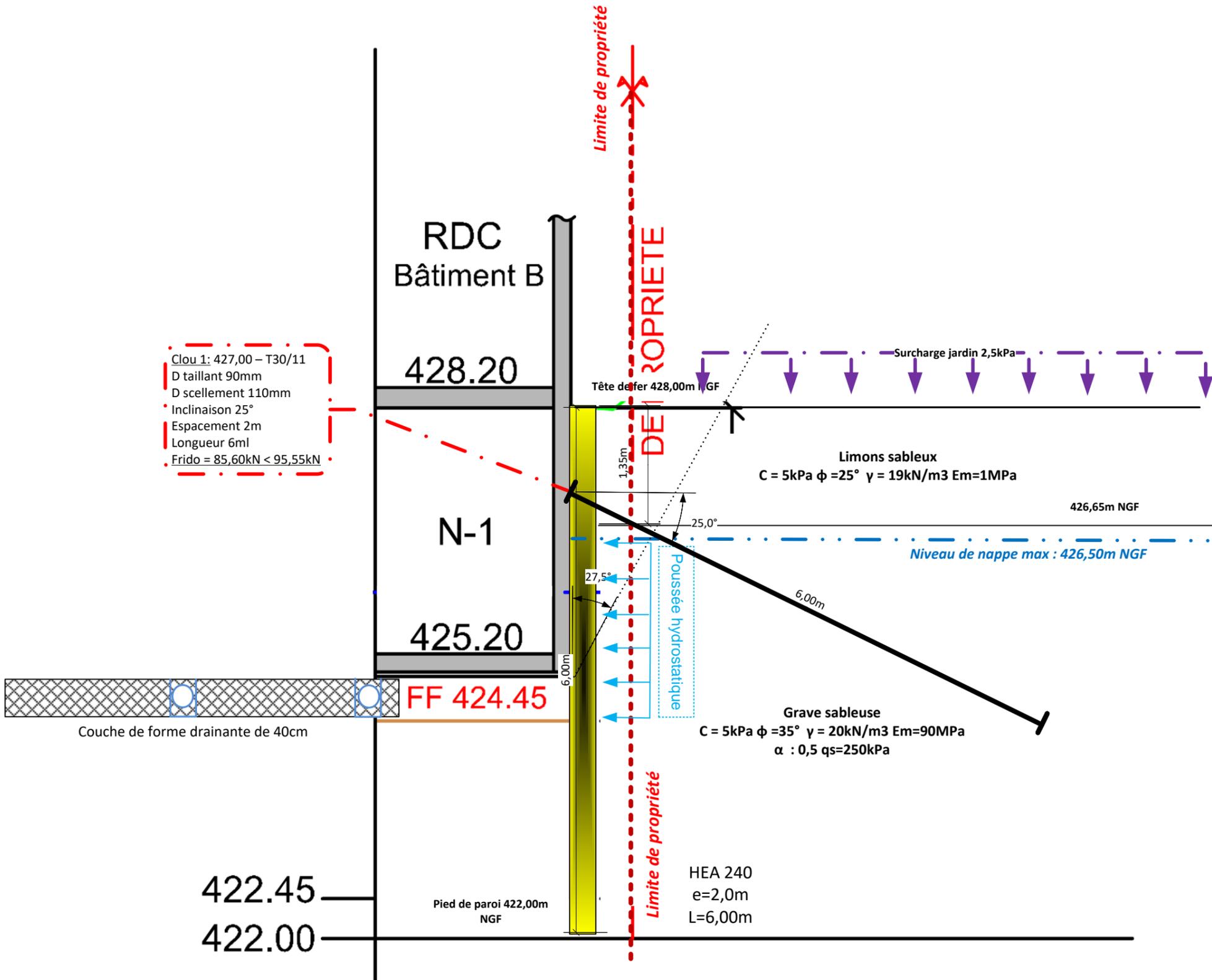
Echelle : 1/50 au format A3



Rue du Prés du Four
« SCCV NUANCE LEMAN »
74 DOUVAINE



SONDAGE DE REFERENCE : PS4 + PZ3



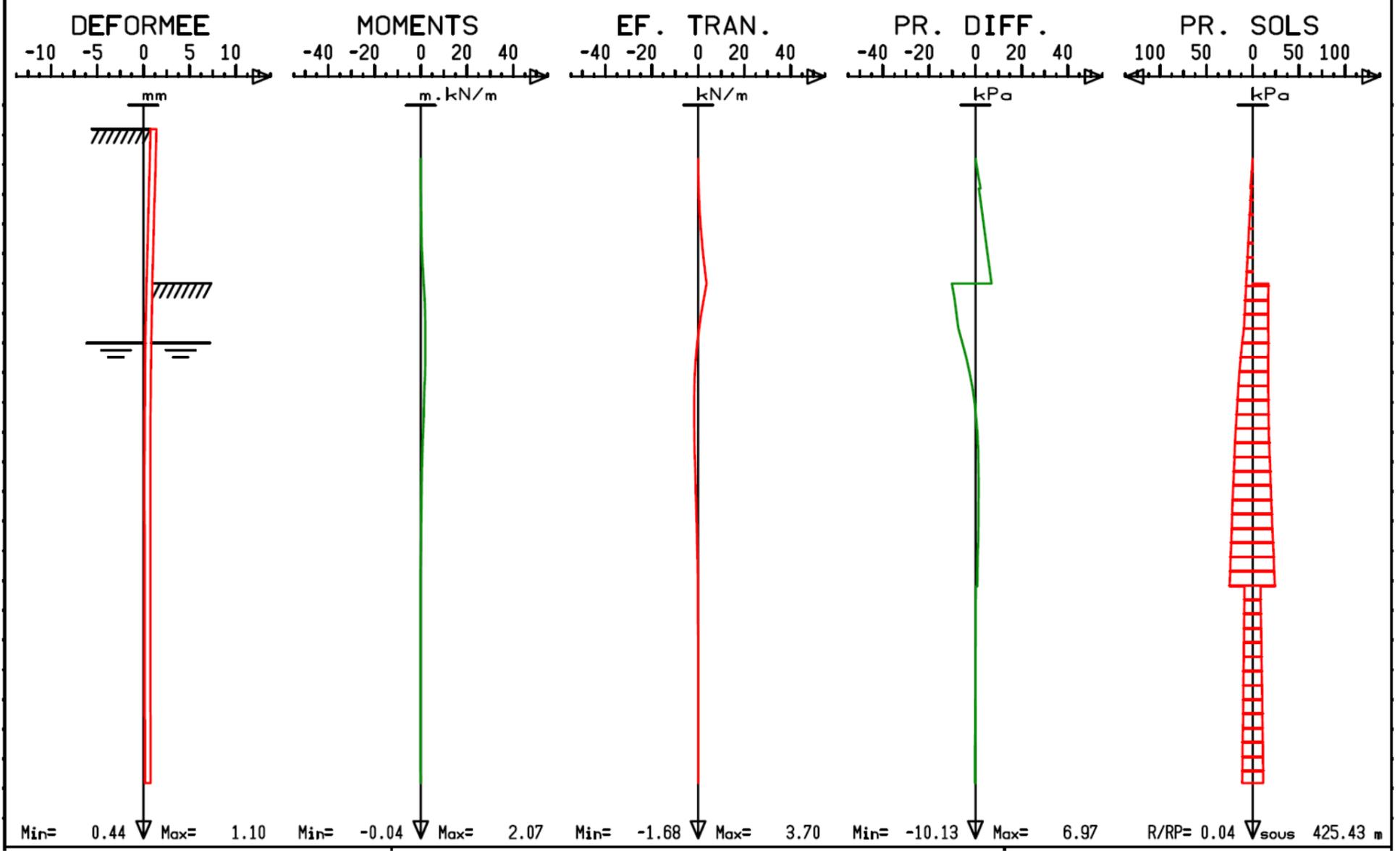
Résultats :

d max en tête : 7,88 mm
Moment max par profilé ELU STR : 57,9kN.m /profilé
Effort max ELU STR dans clou 1 : 50,0 kN < 77,2 kN

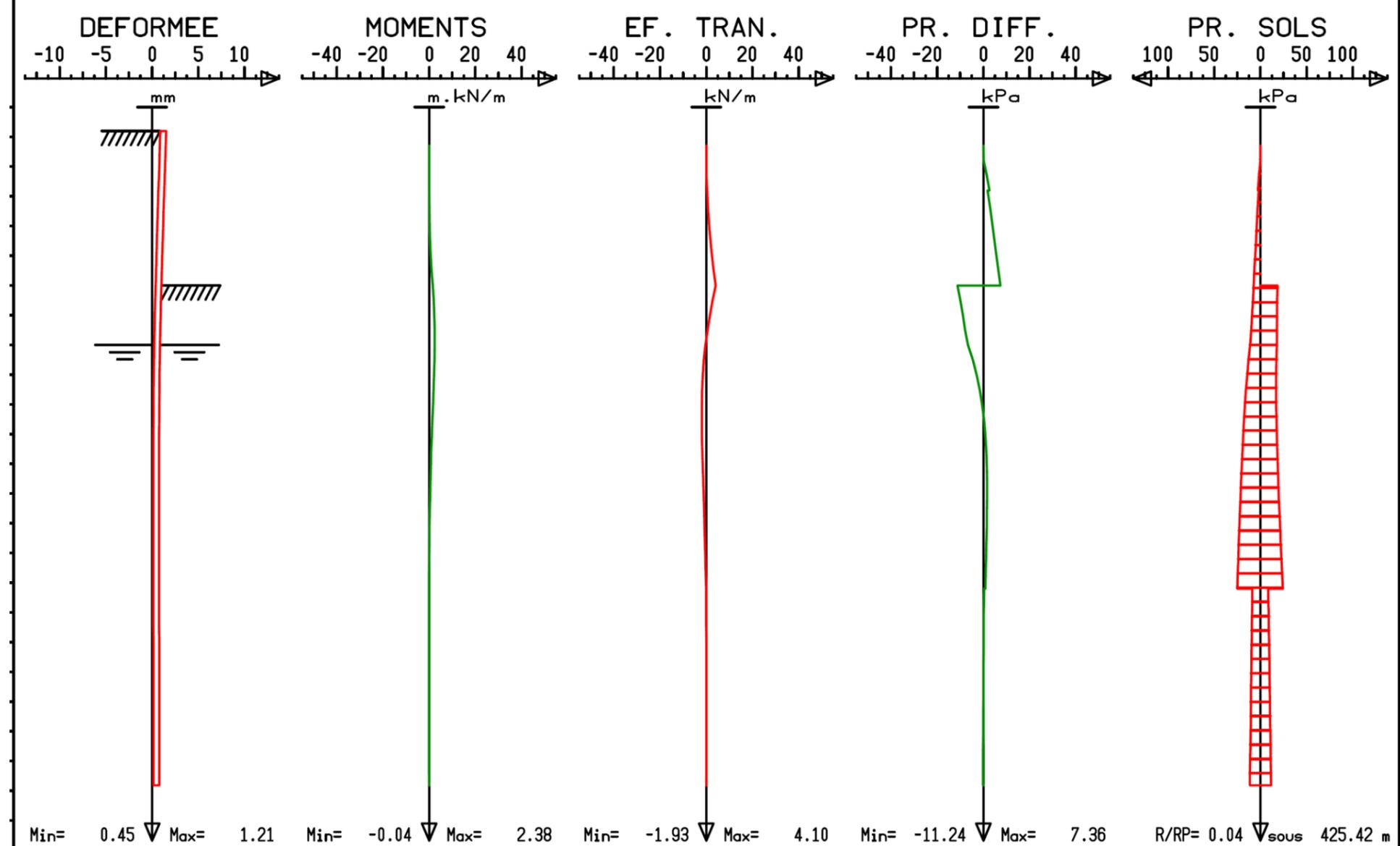
Cette coupe de calcul est établie dans le cadre de la mission G2 stade Projet. Une note de calcul de dimensionnement de type G3 (EXE) devra impérativement être produite par l'entreprise dans le cadre de son marché. Dès le début des travaux l'entreprise devra procéder aux essais d'arrachement pour la validation des frottements définis dans la présente coupe. Cette coupe est valide si les autorisations de tréfonds sont obtenues. Si tel n'était pas le cas, une solution de butonnage devra alors être étudiée

PREDIMENSIONNEMENT REALISE AVEC POUSSEE HYDROSTATIQUE

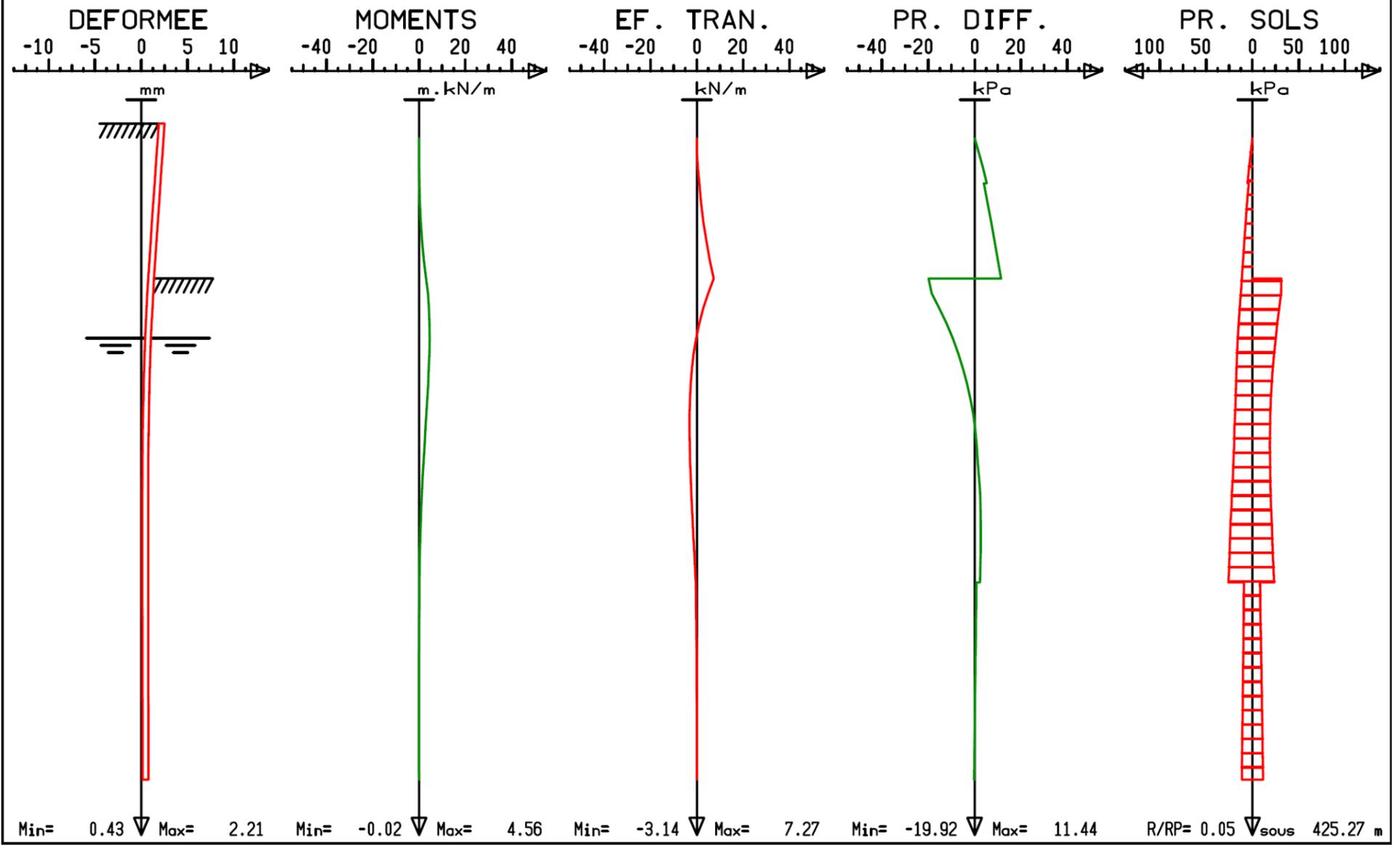
COUPE DE PRINCIPE CT2 – DE SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°1



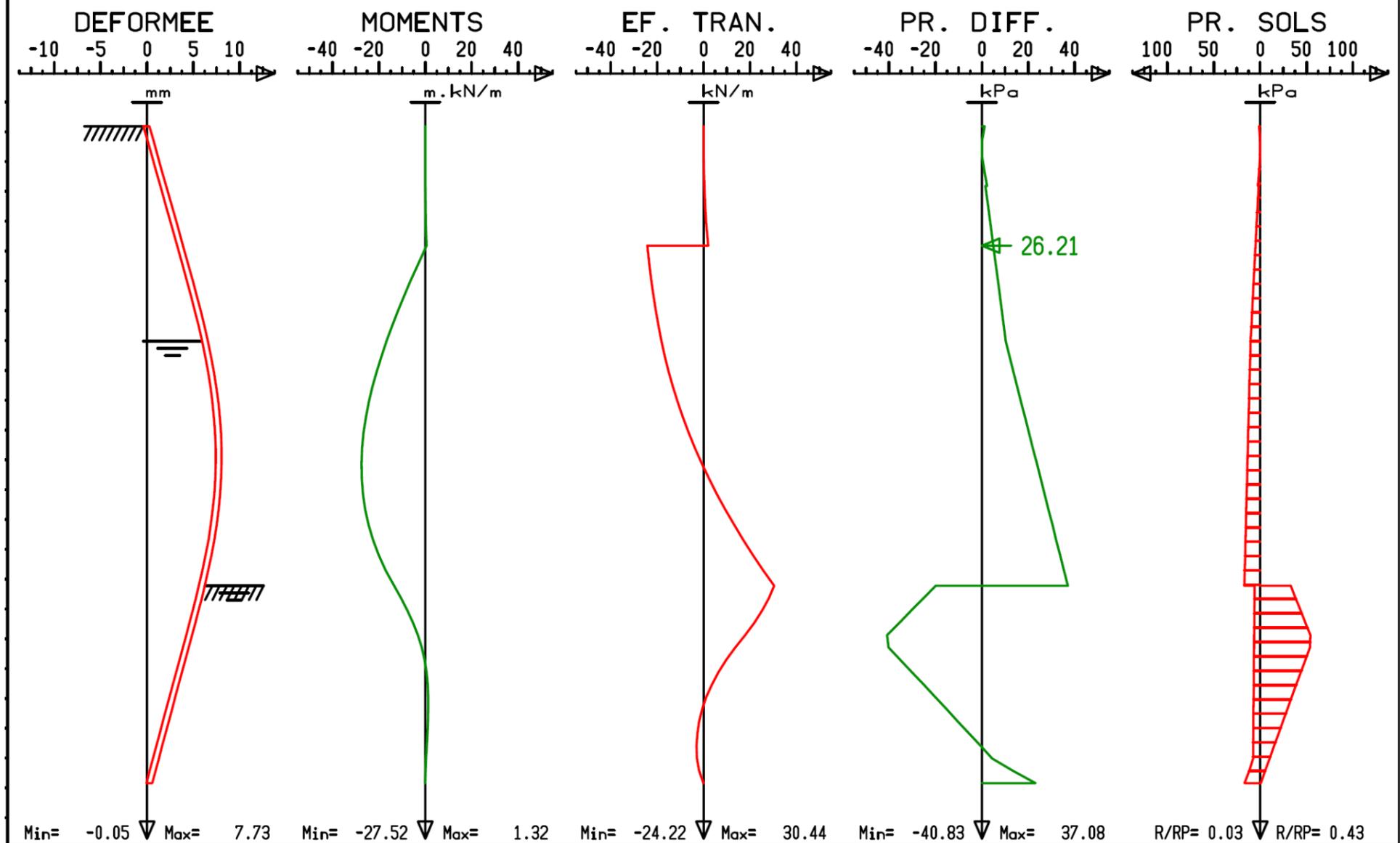
COUPE DE PRINCIPE CT2 – DE SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N° 2 Test aux états limites



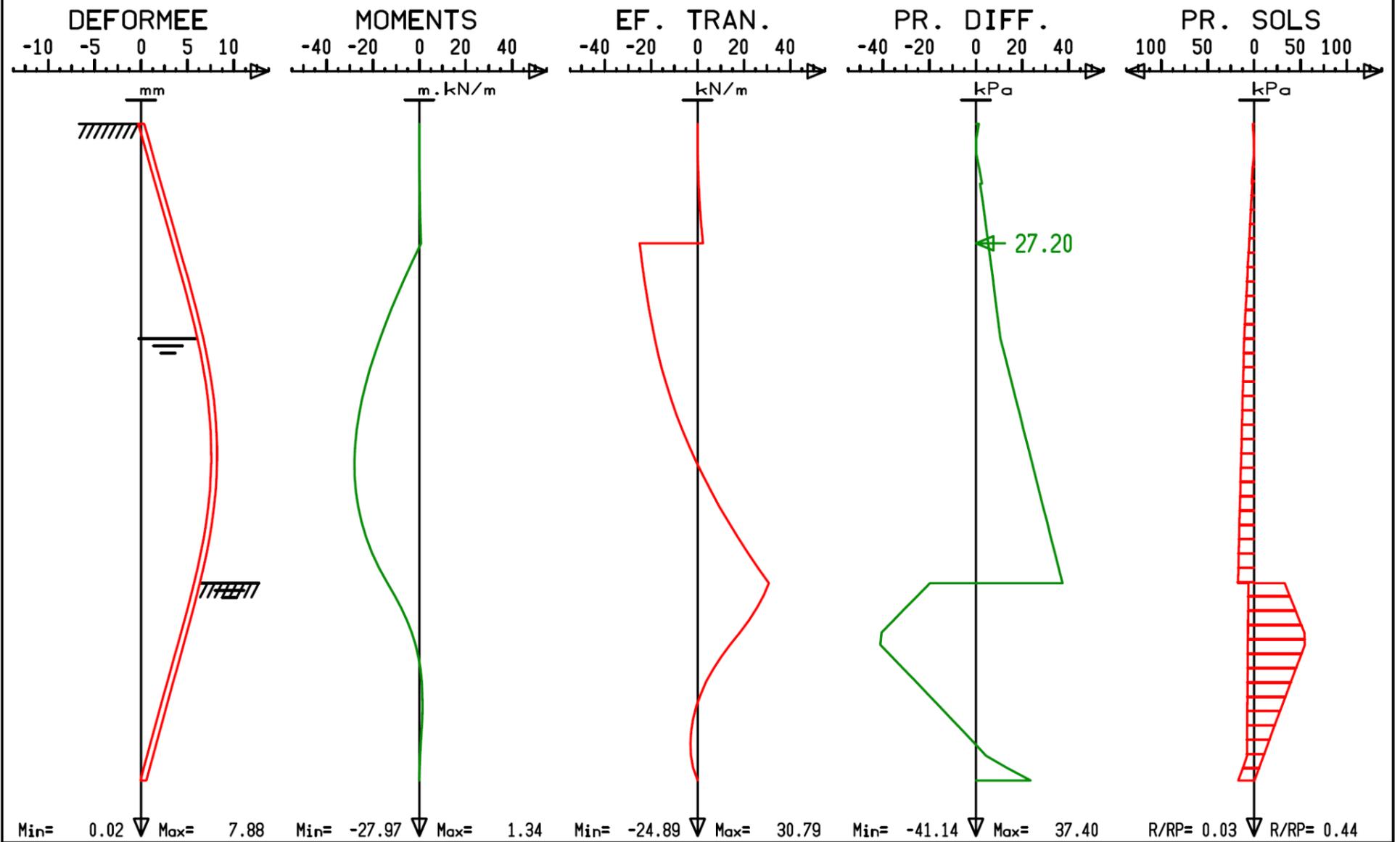
COUPE DE PRINCIPE CT2 – DE SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°3 – Test aux états limites



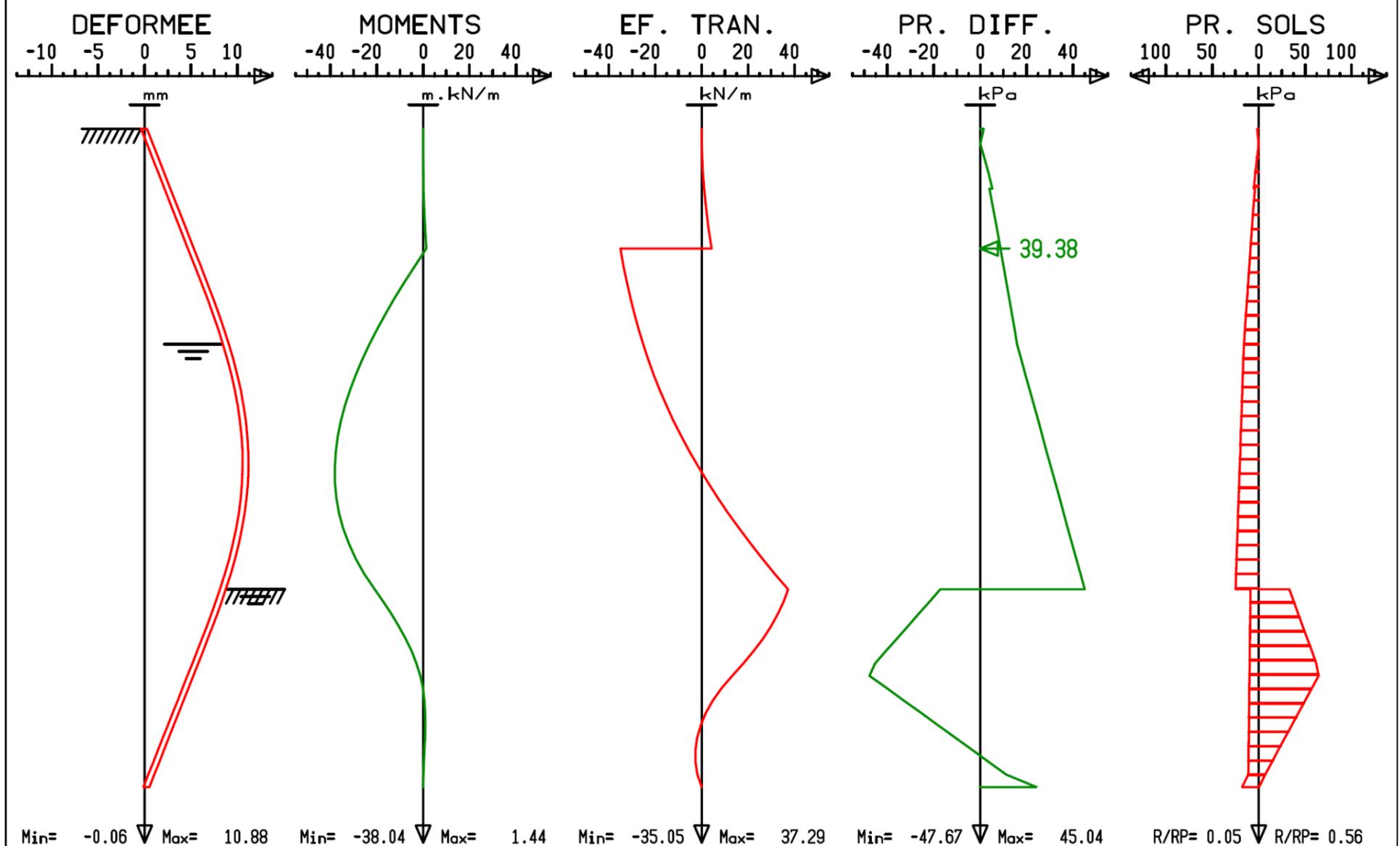
COUPE DE PRINCIPE CT2 – DE SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N° 4- Test aux états limites



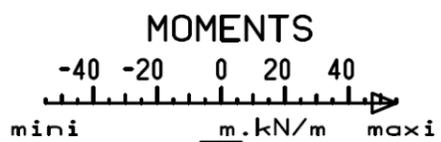
COUPE DE PRINCIPE CT2 – DE SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°5 – Test aux états limites



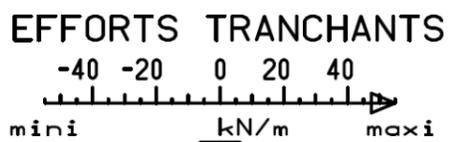
COUPE DE PRINCIPE CT2 – DE SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES DE LA PHASE N°6 - Test aux états limites



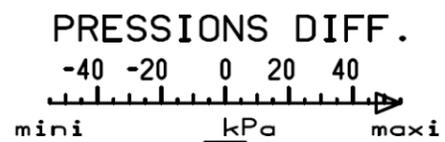
COUPE DE PRINCIPE CT2 – DE SOUTÈNEMENT TYPE PAROI BERLINOISE CLOUEE
GRAPHES ENVELOPPE DE LA PHASE N°1 A LA PHASE N°6 – Hors test aux états limites



Min= -27.52 Max= 2.07



Min= -24.22 Max= 30.44



Min= -40.83 Max= 37.08

OBSERVATIONS IMPORTANTES

Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord de IMOGEO ne saurait engager la responsabilité de cette Société.

Des modifications dans l'implantation, le niveau, la conception, ou l'importance des constructions par rapport aux données initiales, peuvent conduire à modifier les conclusions et recommandations du rapport et doivent, par conséquent être portées à la connaissance de IMOGEO.

De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de reconnaissance complémentaire ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (par exemple : failles, remblais anciens ou récents, cavenerne de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau etc...) peuvent rendre caduque tout ou partie des conclusions du rapport.

Ces éléments nouveaux, ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc...) doivent être immédiatement signalés à IMOGEO pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées.

Le niveau de venues d'eau indiqué éventuellement sur les coupes de sondages correspond à un niveau instantané mesuré au moment de la réalisation des sondages. Il est donc sujet à des fluctuations dans l'avenir et ne saurait engager notre responsabilité sauf indications contraires stipulées dans le rapport dans le cas où, par exemple, une étude hydrogéologique complète et détaillée nous aurait été confiée.

IMOGEO ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à ses conclusions que dans la mesure où elle aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.

Il est vivement recommandé au Maître d'ouvrage, au Maître d'œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou dès la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite peut être réalisée par la société IMOGEO si elle est chargée d'une mission de vérifications de l'exécution des travaux de fondations. Le client est alors prié de prévenir IMOGEO en temps utile.

Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données du rapport. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu et à une facturation établie en fonction du temps passé et dont le montant s'ajoute à celui de la rédaction du rapport initial proprement dit.

Dans le cas des fondations profondes ou semi-profondes exécutées avec les méthodes classiques de battage (pieux battus, colonnes ballastées par pilonnage, etc ..) ou avec les méthodes de vibre-flottation (colonnes ballastées vibro-flottées), il appartient à l'entreprise retenue, spécialisée pour ces travaux, de s'assurer que le battage ou la vibro-flottation ne sera pas susceptible de provoquer des désordres dans les constructions existantes environnantes et en conséquence de prendre les dispositions qui s'imposeront compte tenu des caractéristiques de son matériel.

Des modifications importantes de l'état des lieux au droit de terrains situés en limite ou à proximité du terrain n'ayant fait l'objet de la présente étude et susceptibles de mettre en cause la stabilité de ce dernier et de la construction qu'il supporte (par exemple, travaux de terrassement intempestifs réalisés en contrebas dans le cas d'un terrain en pente) ne pourraient pas engager notre responsabilité. Il appartient dans un tel cas aux propriétaires des terrains voisins de confier les études qui s'imposent à un bureau d'études géotechniques qualifié.

Tableaux synthétiques**Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) 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
Etape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, esquisse, APS	Etude 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	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Etape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude 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	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet 'choix constructifs)
	DCE/ACT	Etude 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		
Etape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (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)	Etude 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	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase Etude)	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
A 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

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><i>Phase : Étude de Site (ES)</i></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants 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. <p><i>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</i></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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).
<p>ÉTAPE 2: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><i>Phase Avant-projet (AVP)</i></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><i>Phase Projet (PRO)</i></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><i>Phase DCE/ACT</i></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

Suite Tableau 2– Classification des missions d'ingénierie géotechnique

ÉTAPE 3: ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES 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 GÉOTECHNIQUE 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.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (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'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de 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).