

B 3 G 2

Bureau d'études de Géologie,
Géophysique et Géotechnique

AVANT-PROJETS-FONDATIONS-HYDROLOGIE-GEOPHYSIQUE-EXPERTISES

S.A.S. D'INGENIEURS CONSEILS
AU CAPITAL DE 10 000,00 EUROS

Saint Vit, le 20 Janvier 2017

Notre Référence : RB/2017/16439-b

5.1

Extension BBCI

« Canton de Naglan »

25-VILLERS SOUS MONTROND

RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE
Et GEOTECHNIQUE

Cette reconnaissance géologique a été réalisée à la demande et pour le compte du Groupe BONNEFOY

Son but est de reconnaître la nature et la structure du sous-sol d'un terrain d'une superficie voisine de 4,5 hectares, en vue d'aborder les principes de son aménagement.

Situation cadastrale et géographique

Le terrain est constitué par les parcelles 82, 53 21 et 5 de la section ZA de la Commune de Villers Sous Montrond (25).

Il se situe à l'Est des terrains appartenant au Groupe BONNEFOY et faisant l'objet d'une exploitation de matériaux calcaire depuis de nombreuses années.

Les planches suivantes illustrent cette localisation.



.../...



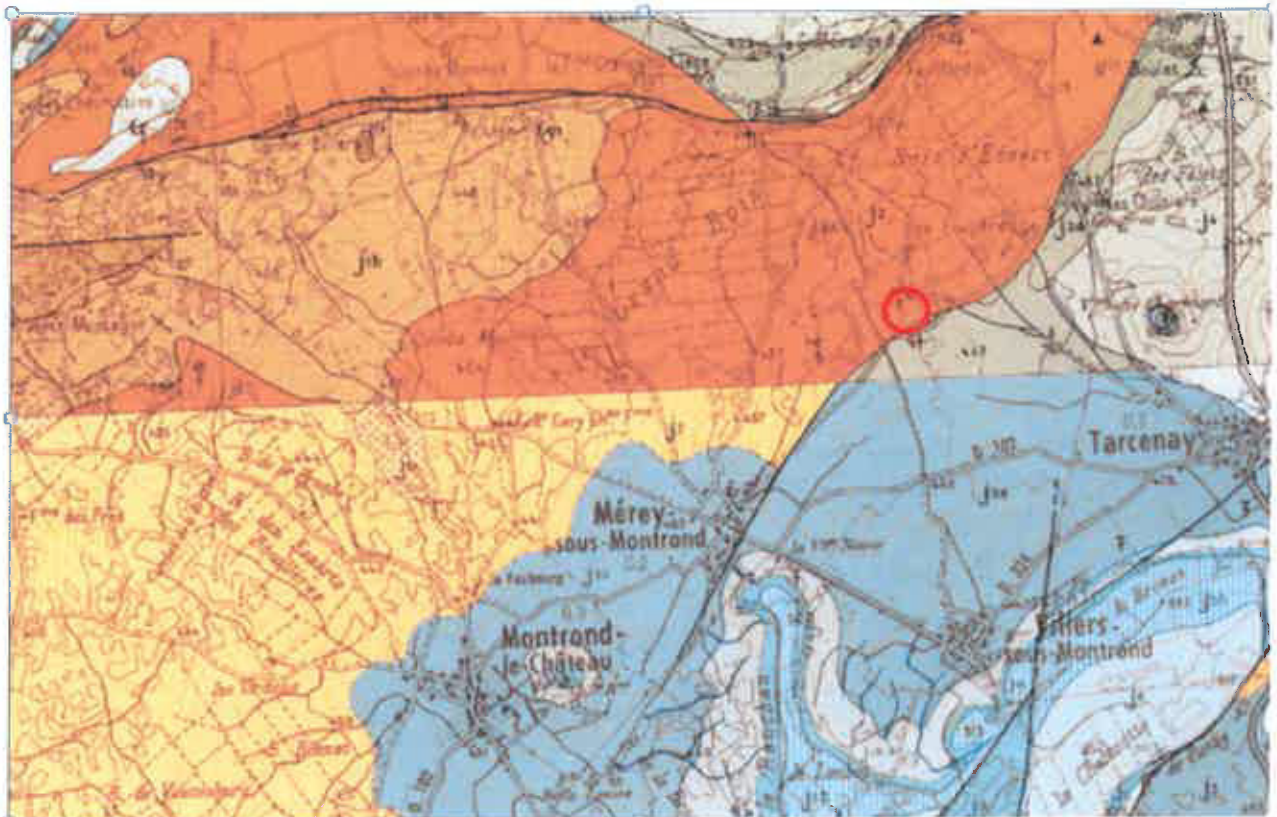
.../...

Contexte géologique

Le site de la carrière est situé dans une unité tabulaire qui est comprise entre le faisceau bisontin et le faisceau salinois. Il s'agit du premier plateau calcaire qui est constitué par un substratum essentiellement calcaire du Jurassique Moyen (Malm). Ce secteur est affecté par diverses manifestations karstiques tant superficielles (lappiez, sentier karstique ...) que profondes (cavités, fissures...).

La présence de dolines met en évidence cette activité karstique.

Au niveau du projet, le sous-sol est constitué par une formation calcaire du Bathonien notée J2 sur la carte géologique (exploité dans la carrière).



On peut relever le développement de 5 dolines ou dépressions plus ou moins marquées dans la topographie.

Afin de reconnaître plus en détail le sous-sol de la zone à aménager nous avons procédé au creusement de 25 excavations à la pelle mécanique et à la réalisation de 23 sondages de reconnaissance géologique. L'implantation de ces différentes investigations est donnée sur le plan joint en annexe. L'échelle est de l'ordre de 1/1000.

.../...

EXCAVATIONS A LA PELLE MECANIQUE

Les fouilles ont été implantées sur l'ensemble du site. Elles sont notées « F » sur le plan.

Les excavations F1, F5, F6, F7 et F23, bien qu'implantées sur les parties planes ont reconnu plus de 3,00 m d'argiles.

Toutes les autres excavations ont mis en évidence le substratum calcaire entre 0,50 m et 1,50 m de profondeur.

Le substratum se présente comme un rocher fracturé en tête de couleur beige. Plus en profondeur il devient franchement plus compact (refus à la pelle mécanique) et de couleur plus claire.

Ces investigations ont mis en évidence sur la zone tabulaire du site quelques surépaisseurs d'argile brune ocre.

.../...

SONDAGES GEOLOGIQUES

Les sondages de reconnaissance géologiques ont été réalisés en rotopercussion Ø 92 mm.

Les coupes de terrain sont établies à partir de l'analyse des cuttings qui sont véhiculées par la circulation d'air et au vu des enregistrements de paramètres.

Les vitesses d'avancement élevées (supérieures à 2 m / min) traduisent la présence d'argiles.
Les faibles vitesses (de l'ordre de 0,5 m / min) correspondant au rocher compact.
Les franges qui mettent en évidence des variations brutales de la vitesse d'avancement caractérisent un rocher fissuré, fracturé avec des interlits ou des interbanes argileux.

Lorsque la vitesse élevée est associée à une chute de la pression sur l'outil (Po) et du couple de rotation (CR) cela souligne une anomalie structurelle (niveau d'argile molle ou fissure ouverte). Ceci est le cas pour les sondages S2 au-delà de – 20 m de profondeur, S11 au-delà de – 25 m, S15 au-delà de – 20,50 m, S17 au-delà de – 11,00 m et S22 au-delà de -15,00 m.

Les sondages implantés dans le fond des dolines ont reconnu des épaisseurs importantes d'argiles (15 à 20 m ou plus).

.../...

HYDROLOGIE

Aucun de nos sondages n'a relevé la présence d'eau.

Nous ne sommes pas en présence d'une nappe. Il y a lieu de penser que les circulations aquifères éventuelles sont très localisées.

Le contexte hydrologique est un contexte karstique. Certains sondages (S2- S11 – S15 – S17 et S22) ont mis en évidence des anomalies en profondeur (en général au-delà de 15 à 20 m).

Il s'agit de terrain argileux décomprimé dont la faible cohésion pourrait trouver une origine dans un phénomène de soutirage. Ces phénomènes ont été reconnus en profondeur, et sont isolés. En effet les reconnaissances avoisinantes n'ont pas décelé un phénomène comparable.

En ce qui concerne le traitement des eaux pluviales, il est prévu de les rejeter dans la doline septentrionale. Il pourra y avoir dans cette dépression un risque de soutirage. Mais il ne fera l'objet d'aucune construction.

Pour les autres anomalies (S11 – S15 – S17 et S22), il n'y aura pas de risques de soutirage, puisque l'aménagement ne comporte pas d'infiltration des eaux dans les anomalies ponctuelles.

.../...

SYNTHESE GEOLOGIQUE

Le site étudié est constituée d'une zone sensiblement tabulaire entaillée par des dolines et dépressions.

Le substratum calcaire a été reconnu généralement à faible profondeur (0,50 m à 2,00 m) dans la partie tabulaire. On note localement des surprofondeurs argileuses.

Les sondages profonds ont mis en évidence des anomalies en profondeur (au-delà de 11 à 20 m). Ces dernières compte tenu de l'épaisseur de la couverture n'auront aucune incidence sur le projet.

Les dolines et dépressions possèdent un sous-sol de nature argileuse. Généralement les épaisseurs d'argile atteignent et dépassent 10 à 20 m.

Les anomalies structurelles (argiles décompressées) ont été mises en évidence d'une manière ponctuelle et elles se situent toujours en profondeur.

Il n'y a pas de défaillance structurelle en surface (dans les 10 à 15 premiers mètres).

Nous n'avons pas décelé la présence d'eau lors du forage.

On retiendra donc que la plus grande partie du terrain ne présente pas de risques majeurs inhérents à la karstification du substratum calcaire. Il s'agit d'une zone en aléa moyen avec des anomalies ponctuelles (**en orange sur la carte**) pour 2 d'entre elles (S15 et S22).

Au niveau de la doline septentrionale (S2 – S3 – S4 – S5 – S6) et des anomalies S7, S11 et S17 l'aléa peut être considéré comme fort (**en rouge sur la carte**).

Cette identification des anomalies est basée sur les coupes des sondages, mais également sur la géomorphologie des dépressions.

.../...

LE PROJET

L'aménagement de la zone comprendra plusieurs secteurs. Comme mentionné sur le plan il y aura essentiellement :

- 1 station d'épuration qui traitera les effluents des usines voisines avant de diriger les eaux traitées vers la carrière (arrosage des pistes, humidification des granulats...).
- 1 secteur dédié à la construction d'unité de séchage de bois.
- 1 secteur dédié à l'implantation des Serres.
- 1 doline réservée à la rétention et à l'infiltration des EP, après passage dans un Séparateur d'Hydrocarbures.

Tous ces aménagements n'apporteront pas de fortes charges. Il sera donc possible d'envisager une technique de fondation superficielle ce qui permettra de s'affranchir des anomalies relevées en profondeur au-delà de 15 à 20 m de profondeur.

.../...

PRINCIPE D'AMENAGEMENT

- 1) Tout d'abord la doline située au Nord (S2, S3, S4, S5, S6) sera réservée à la rétention et à l'infiltration des eaux. Les eaux pluviales issues de voiries transiteront préalablement par un séparateur d'hydrocarbures. Elles rejoindront les eaux de toitures dans cette doline. Il sera possible d'améliorer l'infiltration naturelle par le percement de forage profond (15-20 ml) si cela s'avère nécessaire. Une étude spécifique basée sur des tests d'infiltration sera réalisée une fois les quantités d'eau pluviales à évacuer estimées.

Une partie de ces eaux pourra également être dirigée vers la carrière (arrosage, humidification des matériaux ...). Une protection vis-à-vis des personnes (barrières, grillage ou autre) sera mise en place à la périphérie de cette zone de rétention- infiltration.

- 2) L'angle Nord-Ouest (F1-F23) est retenu pour l'implantation d'un ouvrage de traitement des eaux issues des bâtiments voisins.

Les effluents sains seront ensuite dirigés vers le bassin de stockage qui fournit les eaux nécessaire à l'arrosage des pistes de la carrière, l'humidification des matériaux, la fabrication des bétons

Les différentes parties de cet ouvrage feront l'objet d'une reconnaissance de sol spécifique, adaptée au projet. Il s'agira à minima d'une étude de type G2 AVP + PRO. On peut penser à priori que les descentes de charges des structures pourront être reprises soit par les argiles soit par le substratum calcaire. Ces ouvrages n'apporteront qu'une faible contrainte au sol il n'y aura donc pas d'influence sur la structure et contexte géologiques.

- 3) Les zones Nord et Sud (séchage de bois et serres) feront l'objet d'un aménagement visant à créer une plateforme dont le niveau fini devrait se situer vers la cote à 449,50 (niveau moyen de la plateforme existante à l'Ouest de la zone).

.../...

Dans un premier temps on décapera toutes les couches végétales et on extraira les troncs et racines.

Le but étant de fonder les futurs bâtiments sur un sol homogène, il faut prévoir de créer une plateforme de substitution de 2,00 m d'épaisseur. Ceci nécessitera donc de terrasser en déblai jusqu'à la cote 447,50, ce qui intéressera plus de la moitié de la zone. Ces travaux de déblai se feront principalement dans le calcaire, d'où la nécessité d'envisager l'emploi d'explosifs.

En dessous de cette cote de 44,50, dans les dolines après avoir décapé les couches végétales on pourra procéder à la mise en œuvre des corps de remblais. Pour ce faire on utilisera exclusivement les matériaux calcaires propres issus des déblais. Ainsi le remblaiement avec un matériau largement perméable ne perturbera pas les cheminements aquifères actuels.

Une fois cette phase des terrassements généraux (déblais-remblais) terminée, on créera la plateforme d'assise des différents bâtiments et de leurs voiries. Cette dernière sera constituée :

- Une couche de blocage type 0-200 mm de 0,80 m d'épaisseur.
- Une couche de grave calibrée type 0-80 mm ou 0-31,5 mm de 0,70 m d'épaisseur minimale.
- Une couche de finition variable (0,00 à 0,35 m) en 0-31,5 mm selon la destination du bâtiment (serre ou séchoir).

Un contrôle de la mise en œuvre sera effectué en continu.

Il faudra toujours au minimum :

Dans le corps de remblai :

k (module de Westergald) > 5 bars/cm
EV2 > 500 bars
EV2/EV1 $< 2,2$

Sur le blocage 0-200 mm :

$k > 6$ bars/cm
EV2 > 600 bars
EV2/EV1 < 2

.../...

A 1,00 m du niveau fini (soit vers 448,50) sur le 0-31,5 mm au niveau de l'assise de fondation :

$k > 8$ bars/cm
 $EV2 > 800$ bars
 $EV2/EV1 < 2$

Au niveau de l'assise des dallages

$k > 8$ bars/cm
 $EV2 > 800$ bars
 $EV2/EV1 < 2$

Cette technique permet de s'affranchir des déformations différentielles qui pourraient être néfastes à la structure des bâtiments.

A noter que si un bâtiment est implanté totalement sur un secteur rocheux, on pourra alors asseoir les fondations de la structure dans l'horizon calcaire.

Il s'agit là d'une étude générale qui dégage les principes d'adaptation au sol des différentes composantes du projet. Si besoin est, des études spécifiques pour une adaptation plus rationnelle pourront être engagées.

Nous restons à la disposition des concepteurs pour préciser et adapter nos conclusions.

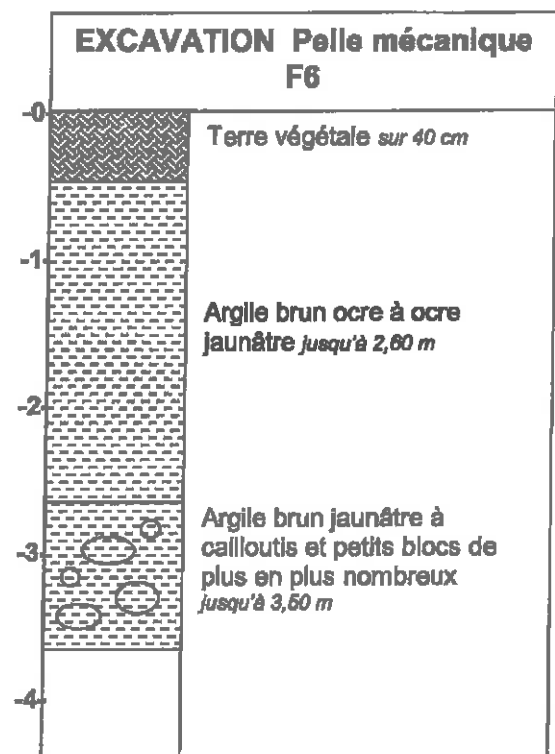
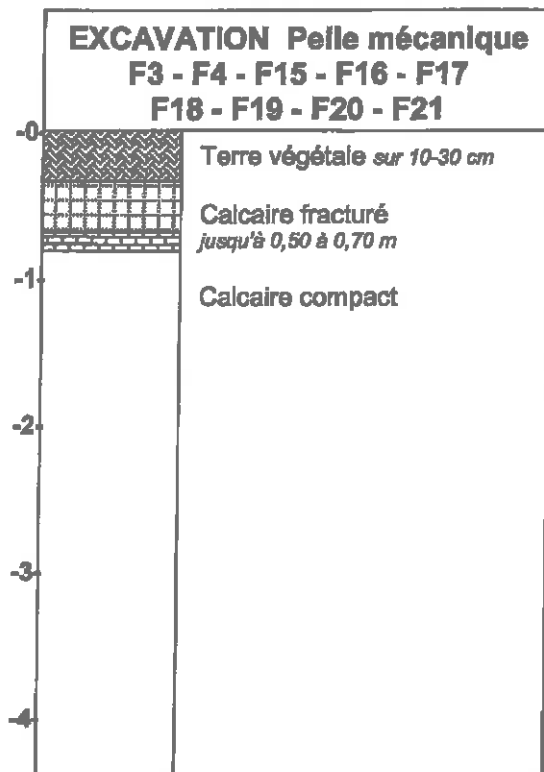
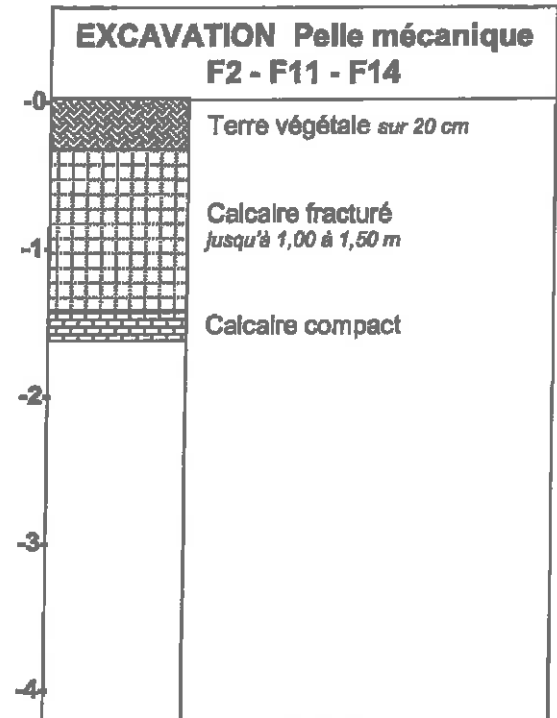
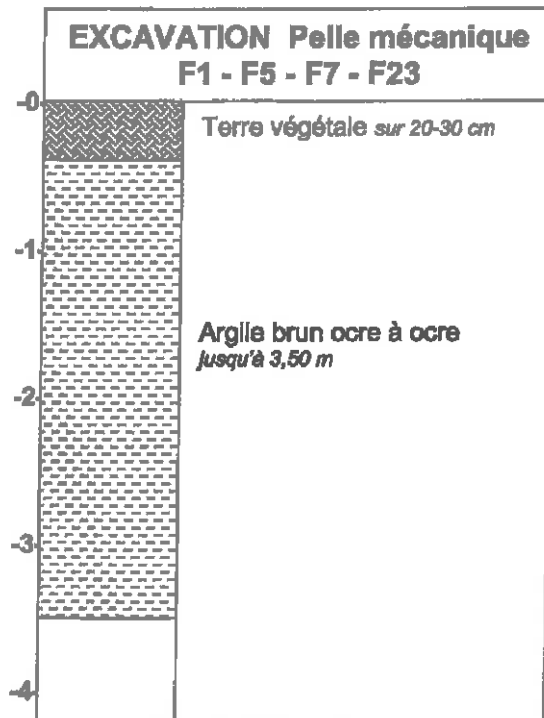
R.BIANCHI

DOCUMENTS ANNEXES

B 3 G 2

Dossier N° : 16439
Affaire : Projet BBCI 25-VILLERS SOUS MONTROND
Date : 31/05/2016

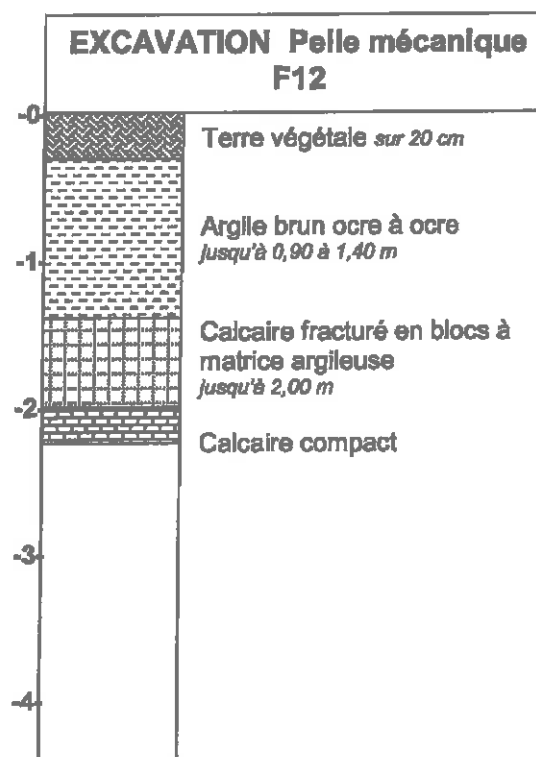
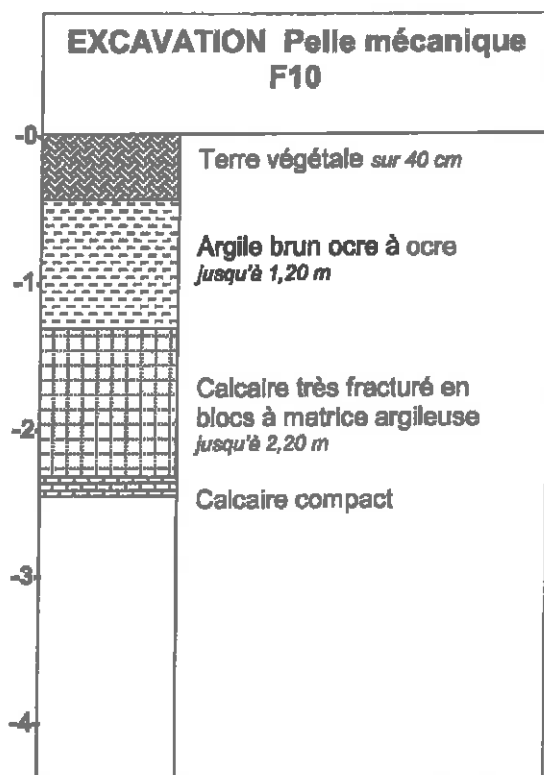
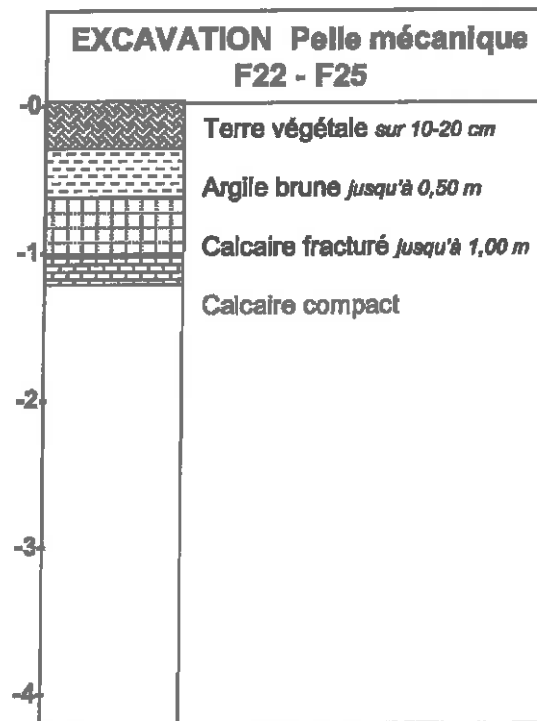
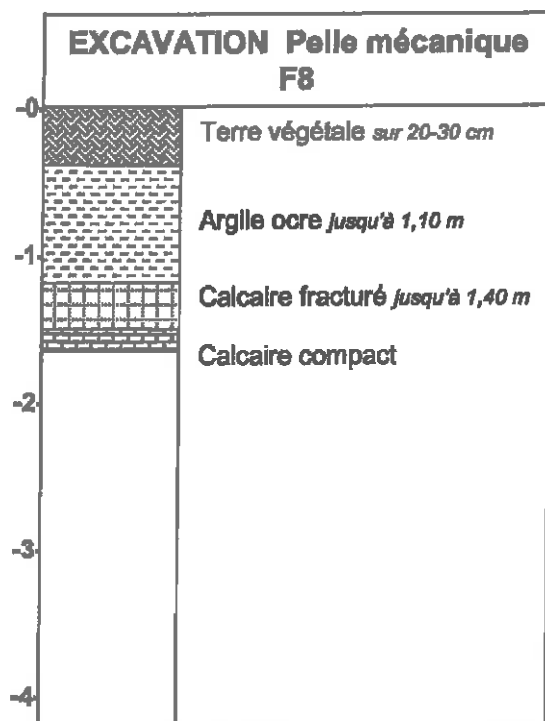
Excavation à la pelle mécanique



B 3 G 2

Dossier N° : 16439
Affaire : Projet BBCI 25-VILLERS SOUS MONTROND
Date : 31/05/2016

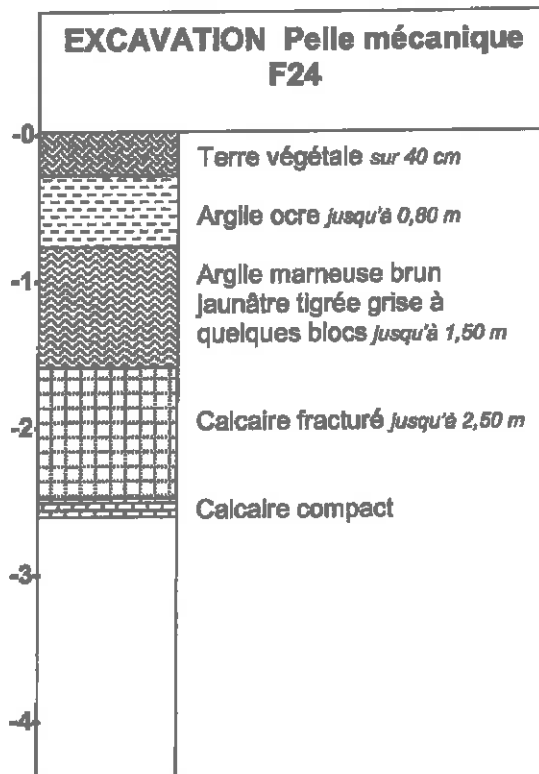
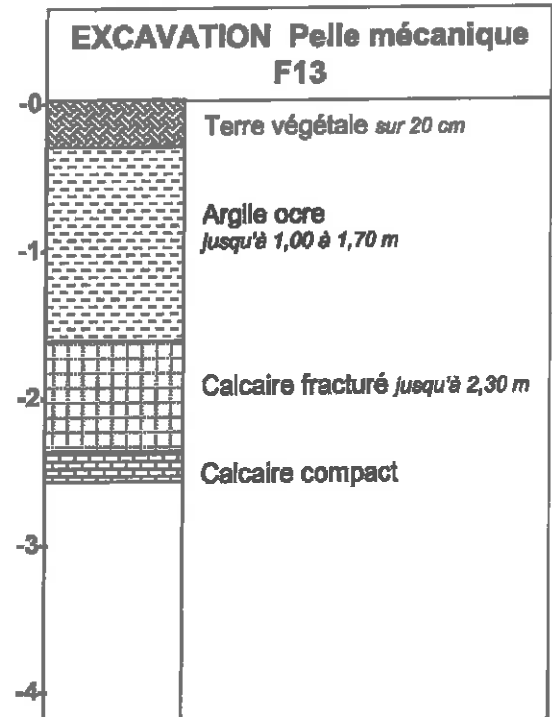
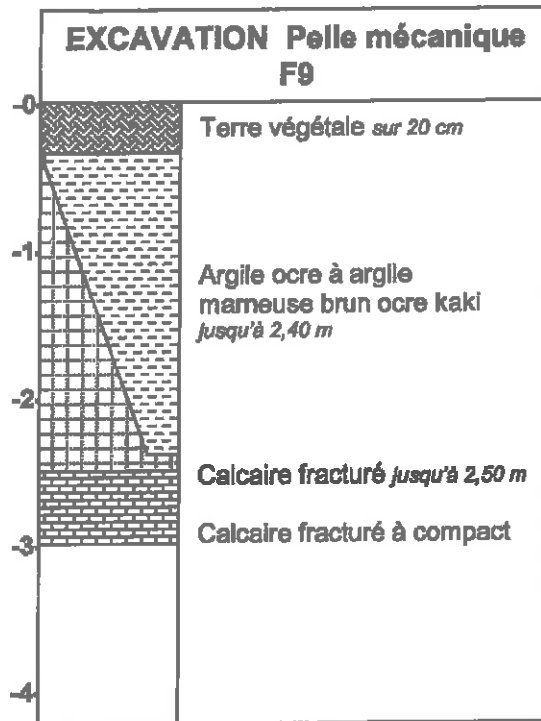
Excavation à la pelle mécanique



B 3 G 2

Dossier N° : 16439
Affaire : Projet BBCI 25-VILLERS SOUS MONTROND
Date : 31/05/2016

Excavation à la pelle mécanique



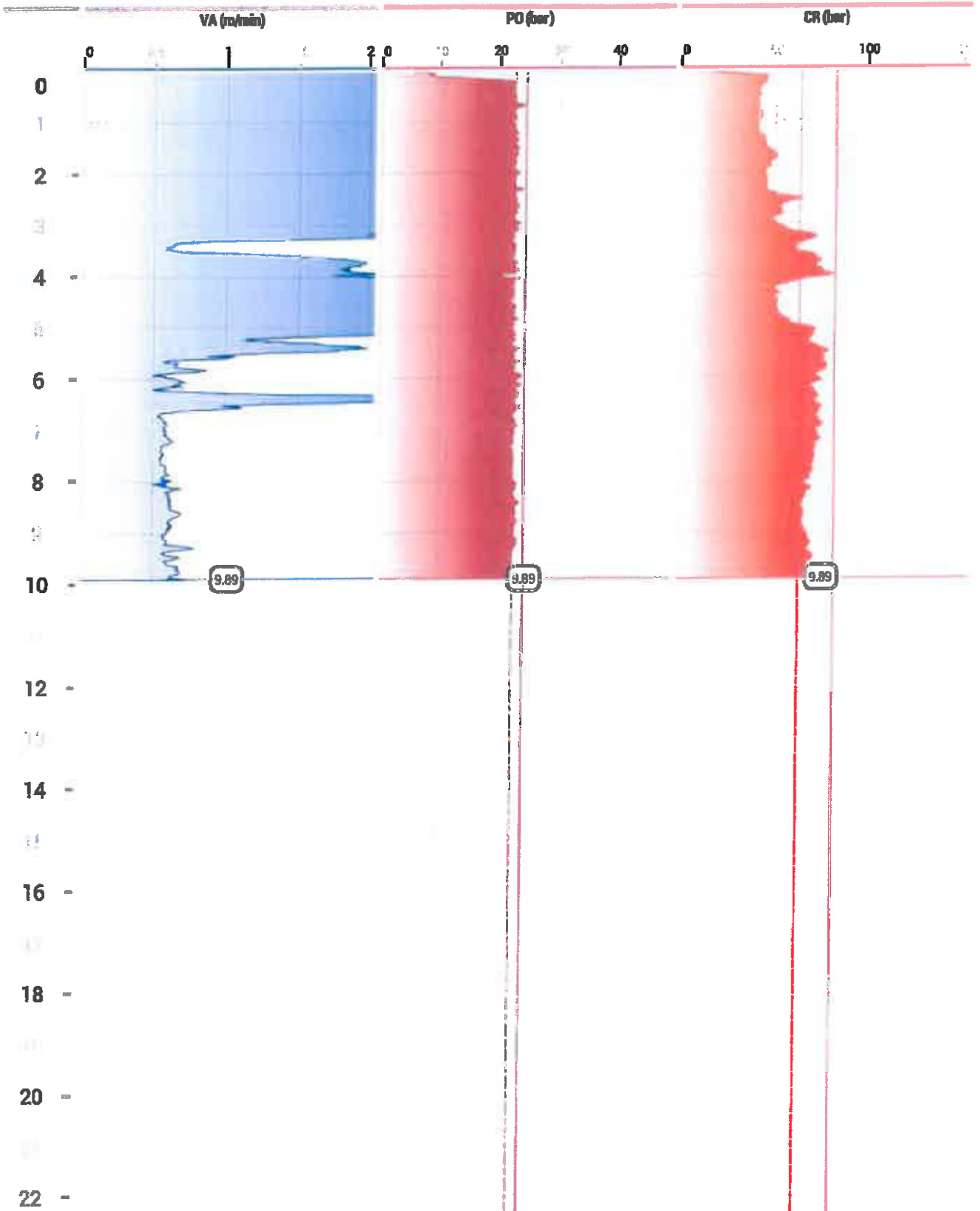


Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE 1
Machine
HFDT026
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	07/06/2016 06:26:49	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)
Date de fin	07/06/2016 06:39:43	Cote fin	9.89 m	Altitude GPS
Durée de foration	12 min 7 s	Longueur	9.89 m	Inclinaison X/Y





Dossier

SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE 2

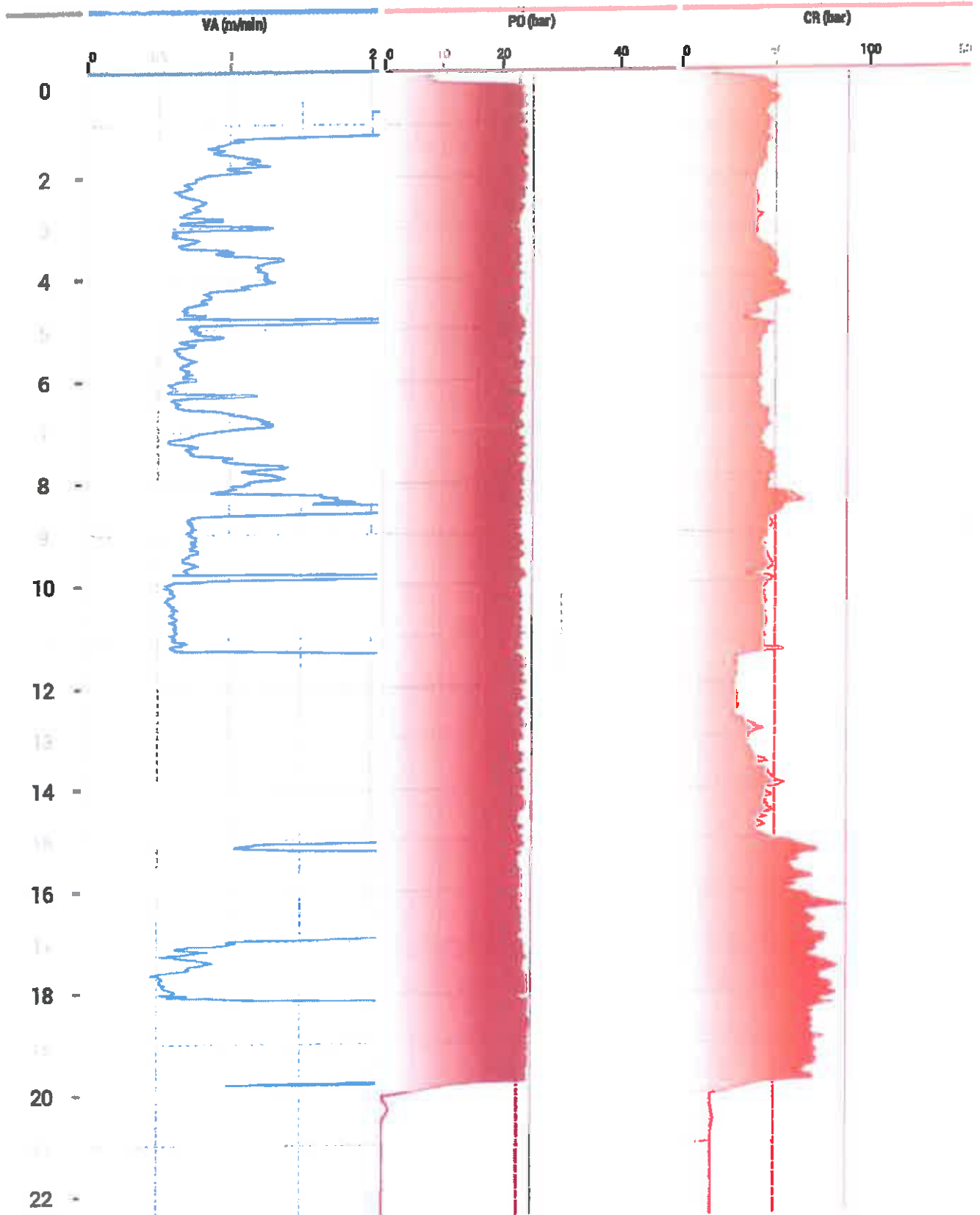
Machine
HFDT025

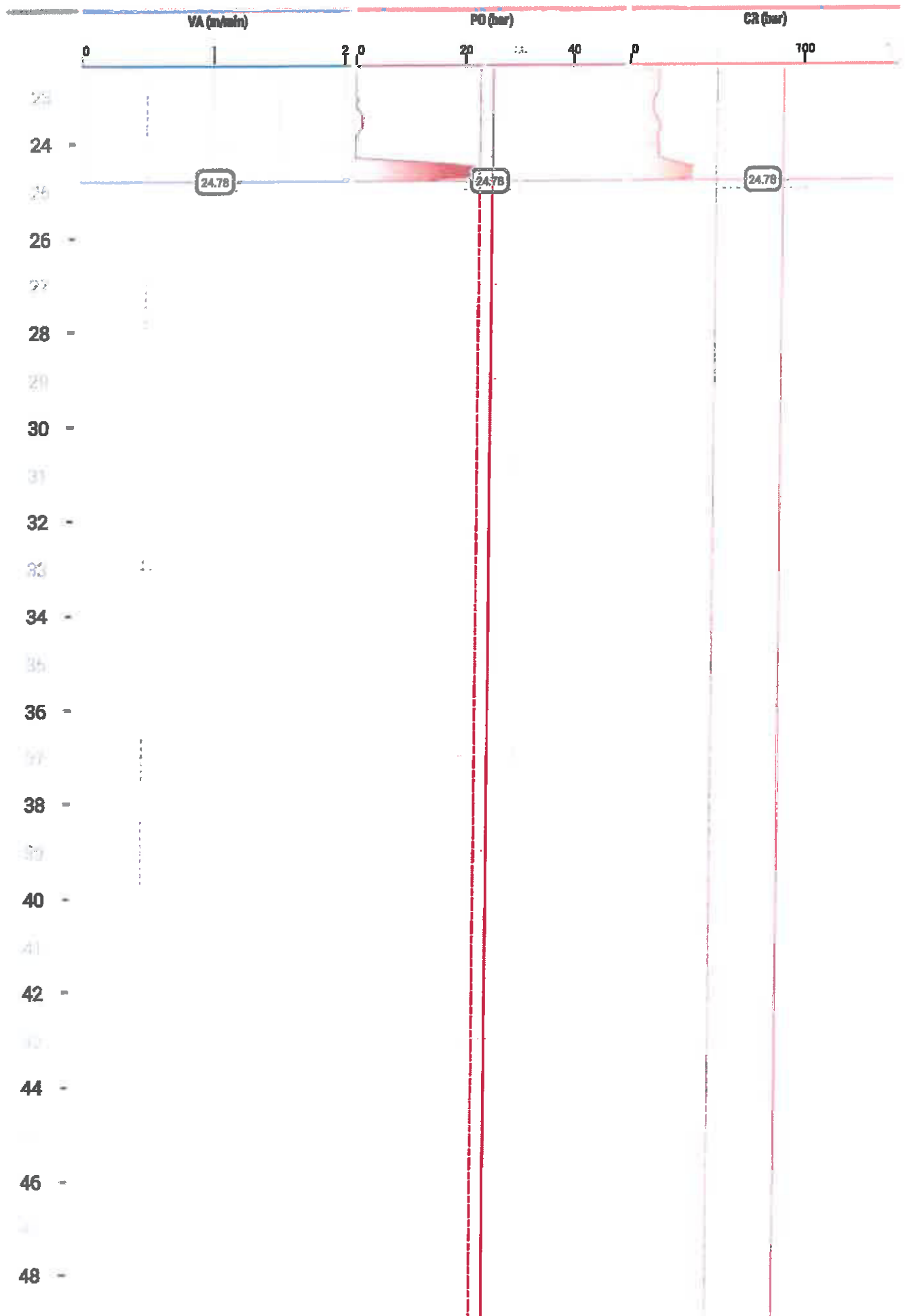
Outil de forage

Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
07/06/2016 06:44:00	0 m	Altitude GPS
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
07/06/2016 07:06:08	24.78 m	/
Durée de foration	Longueur	
20 min 56 s	24.78 m	





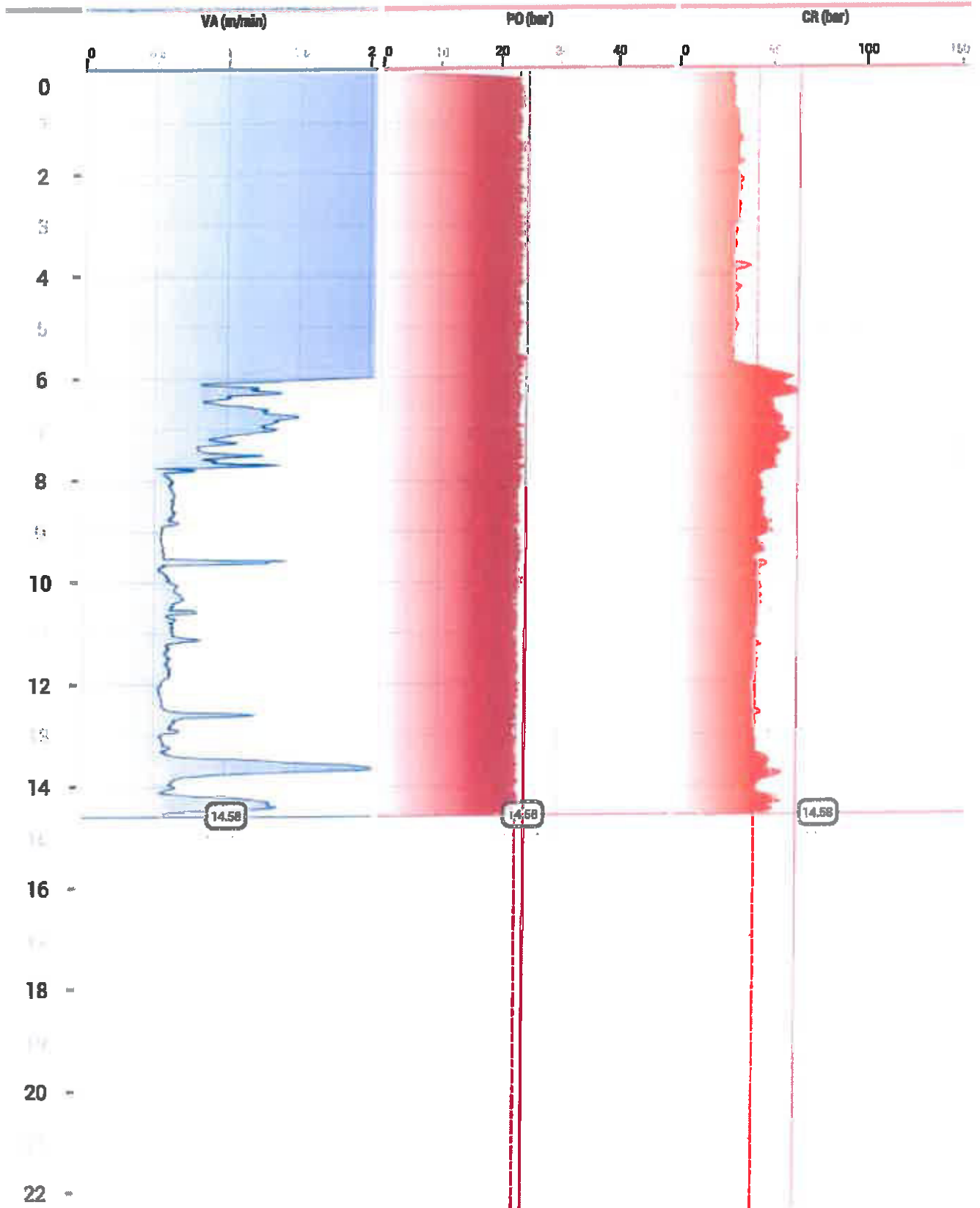


Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE 3
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	07/06/2016 07:11:38	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	07/06/2016 07:27:25	Cote fin	14.58 m	Altitude GPS	
Durée de foration	14 min 54 s	Longueur	14.58 m	Inclinaison X/Y	/





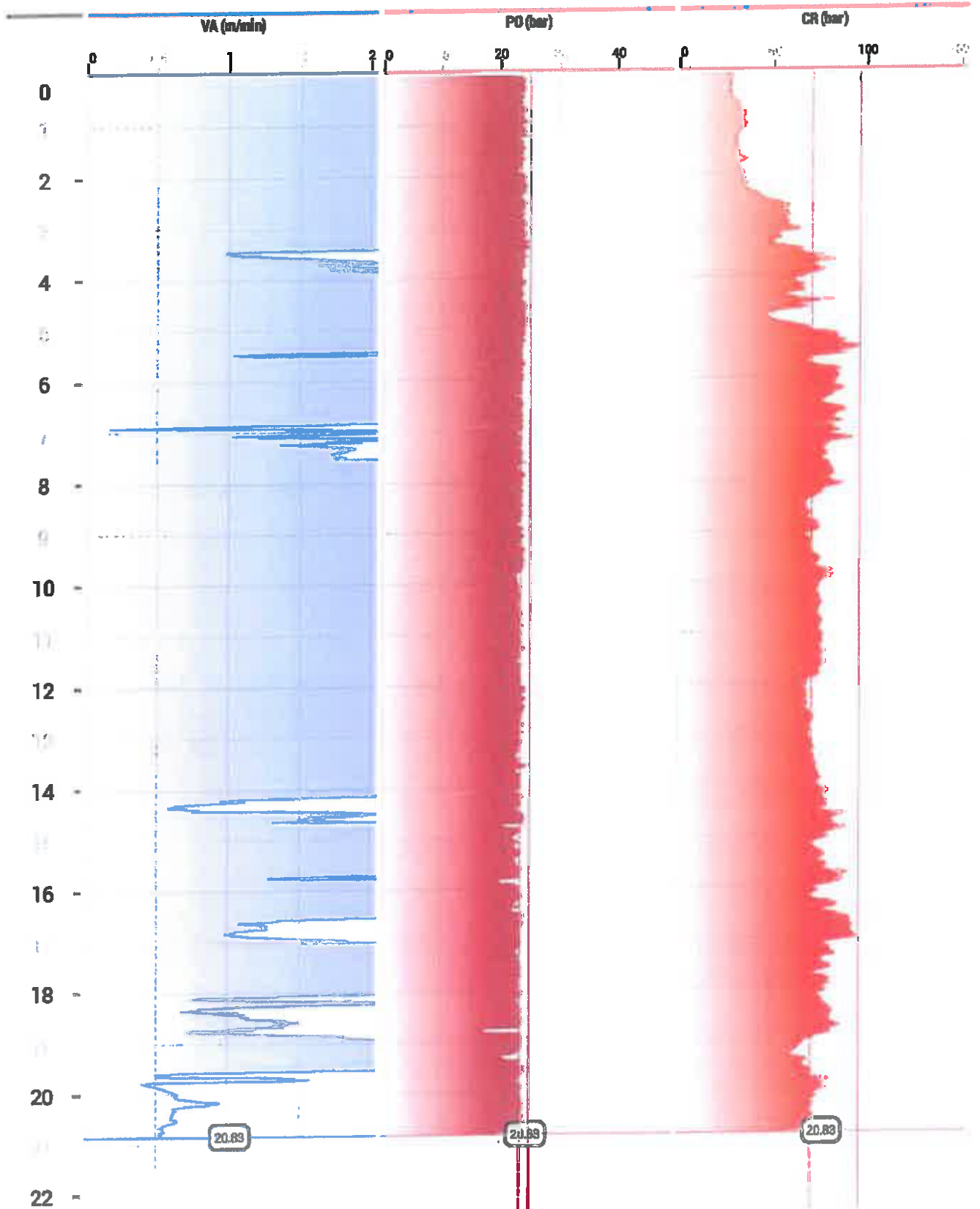
Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE 4
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Date de début
07/06/2016 07:33:38
Date de fin
07/06/2016 07:58:00
Durée de foration
22 min 59 s

Paramètres de forage

Cote début
0 m
Cote fin
20.83 m
Longueur
20.83 m
Localisation GPS (lat, lon)
Altitude GPS
Inclinaison X/Y
/



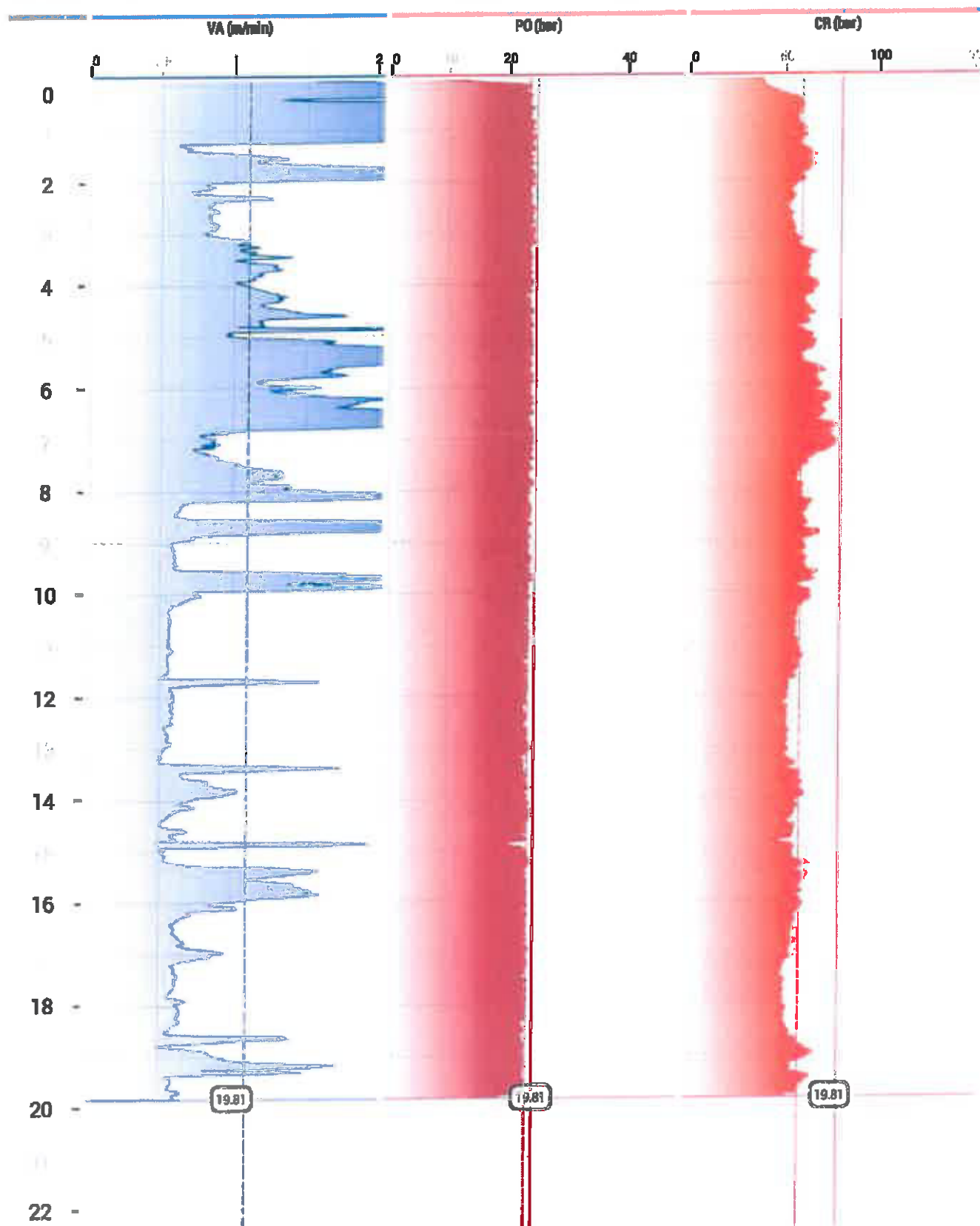


Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGES
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	07/06/2016 08:12:07	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	07/06/2016 08:39:39	Cote fin	19.81 m	Altitude GPS	
Durée de foration	25 min 32 s	Longueur	19.81 m	Inclinaison X/Y	/





Dossier

SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage

SONDAGE6

Machine

HFDT025

Outil de forage

Diamètre de l'outil

92 mm

Paramètres de forage

Date de début

07/06/2016 08:57:01

Date de fin

07/06/2016 09:24:02

Durée de foration

25 min 27 s

Cote début

0 m

Cote fin

19.76 m

Longueur

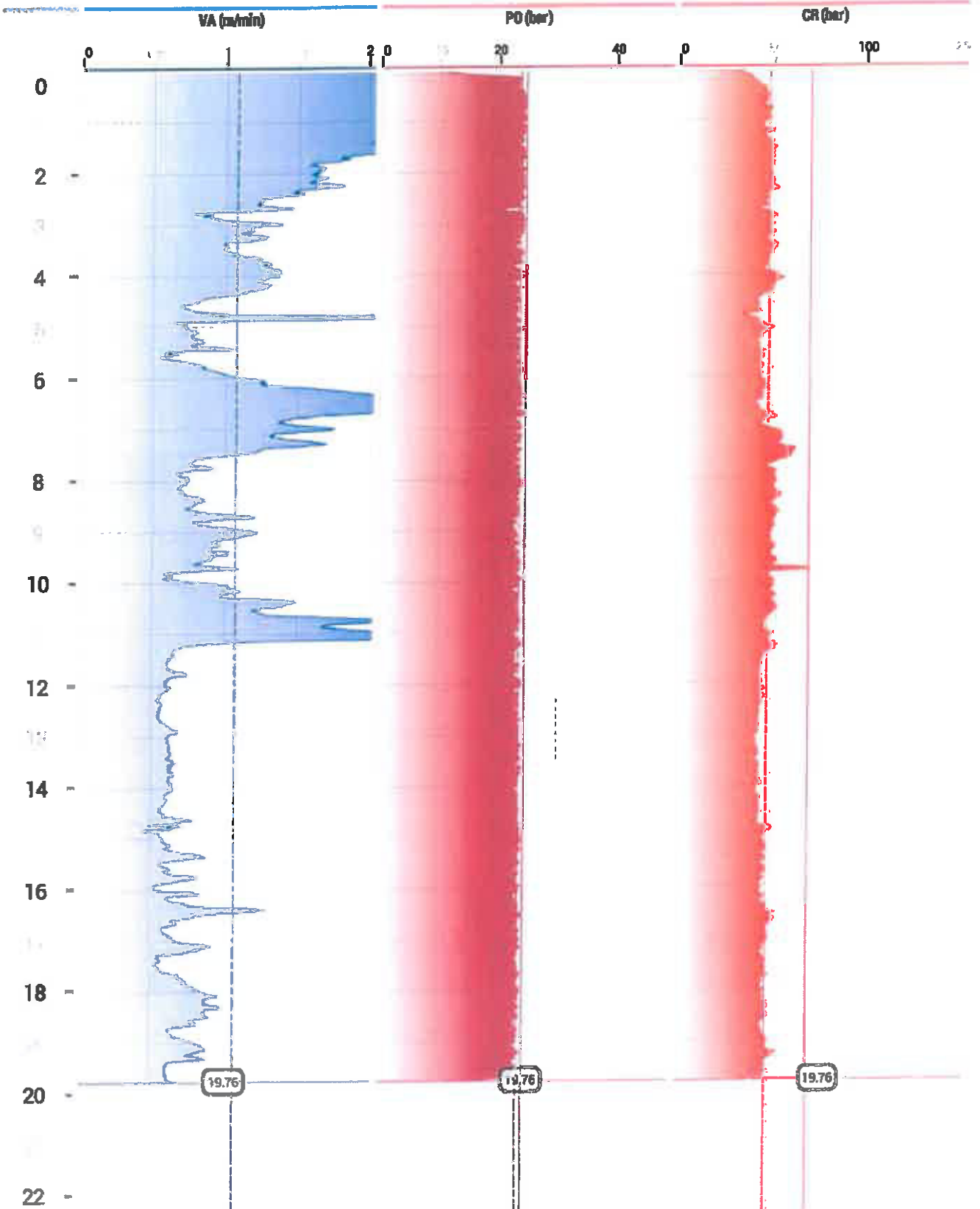
19.76 m

Localisation GPS (lat, lon)

Altitude GPS

Inclinaison X/Y

/



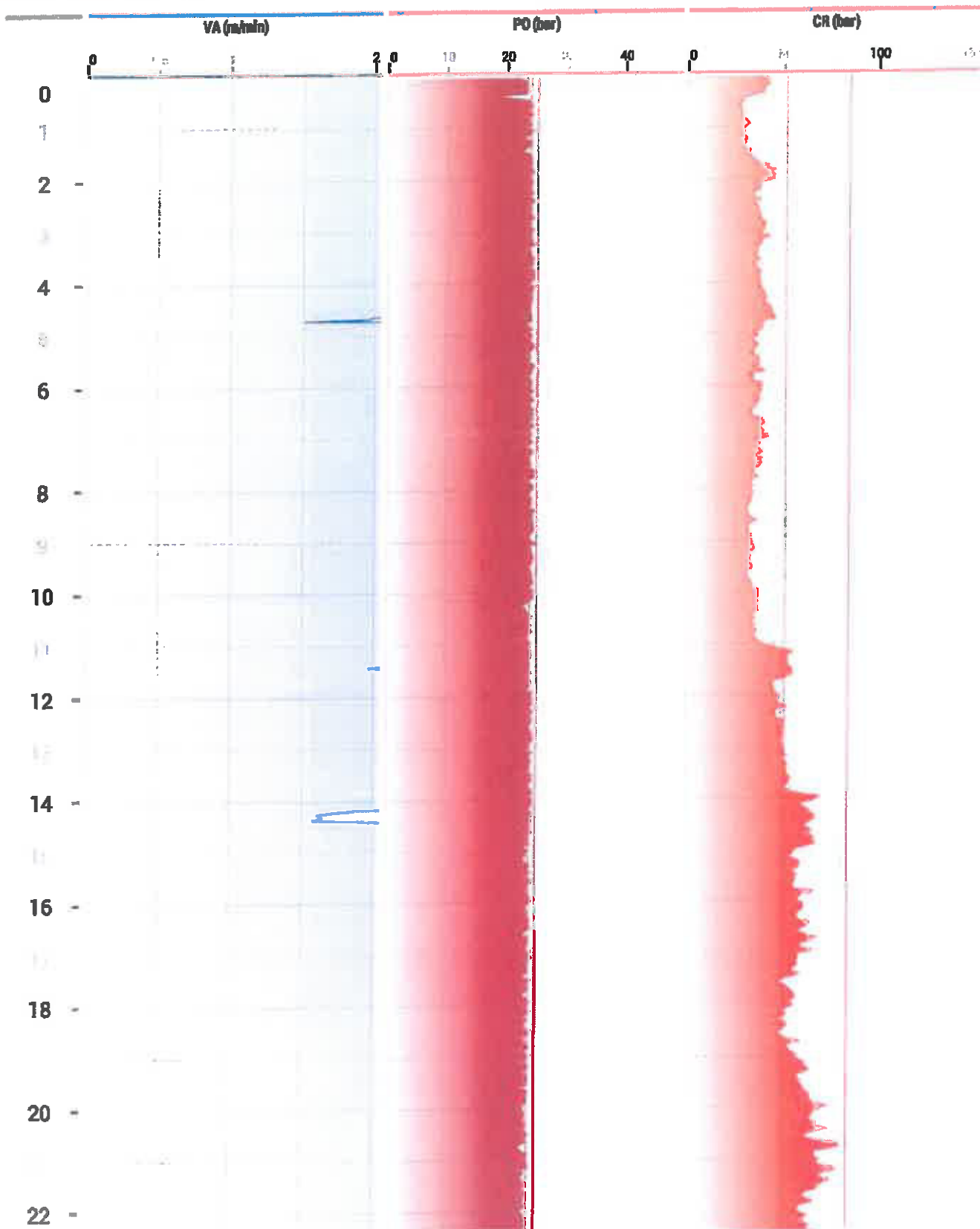


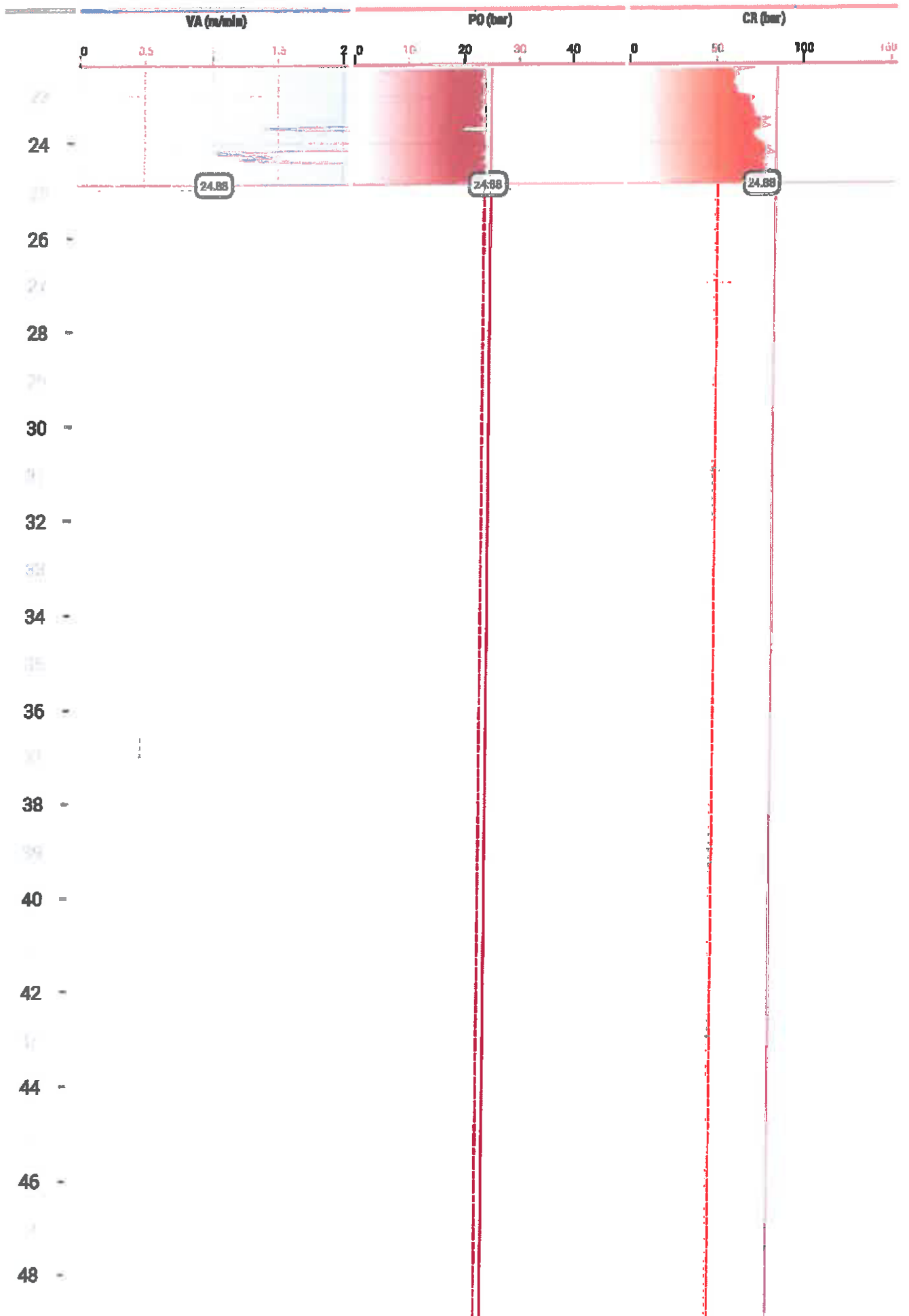
Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE7
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	07/06/2016 09:35:30	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	07/06/2016 09:45:02	Cote fin	24.88 m	Altitude GPS	
Durée de foration	7 min 59 s	Longueur	24.88 m	Inclinaison X/Y	/







Dossier

SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage

SONDAGE8

Machine

HFD025

Outil de forage

Diamètre de l'outil

92 mm

Paramètres de forage

Date de début

07/06/2016 10:27:07

Date de fin

07/06/2016 10:43:51

Durée de foration

15 min 47 s

Cote début

0 m

Cote fin

15 m

Longueur

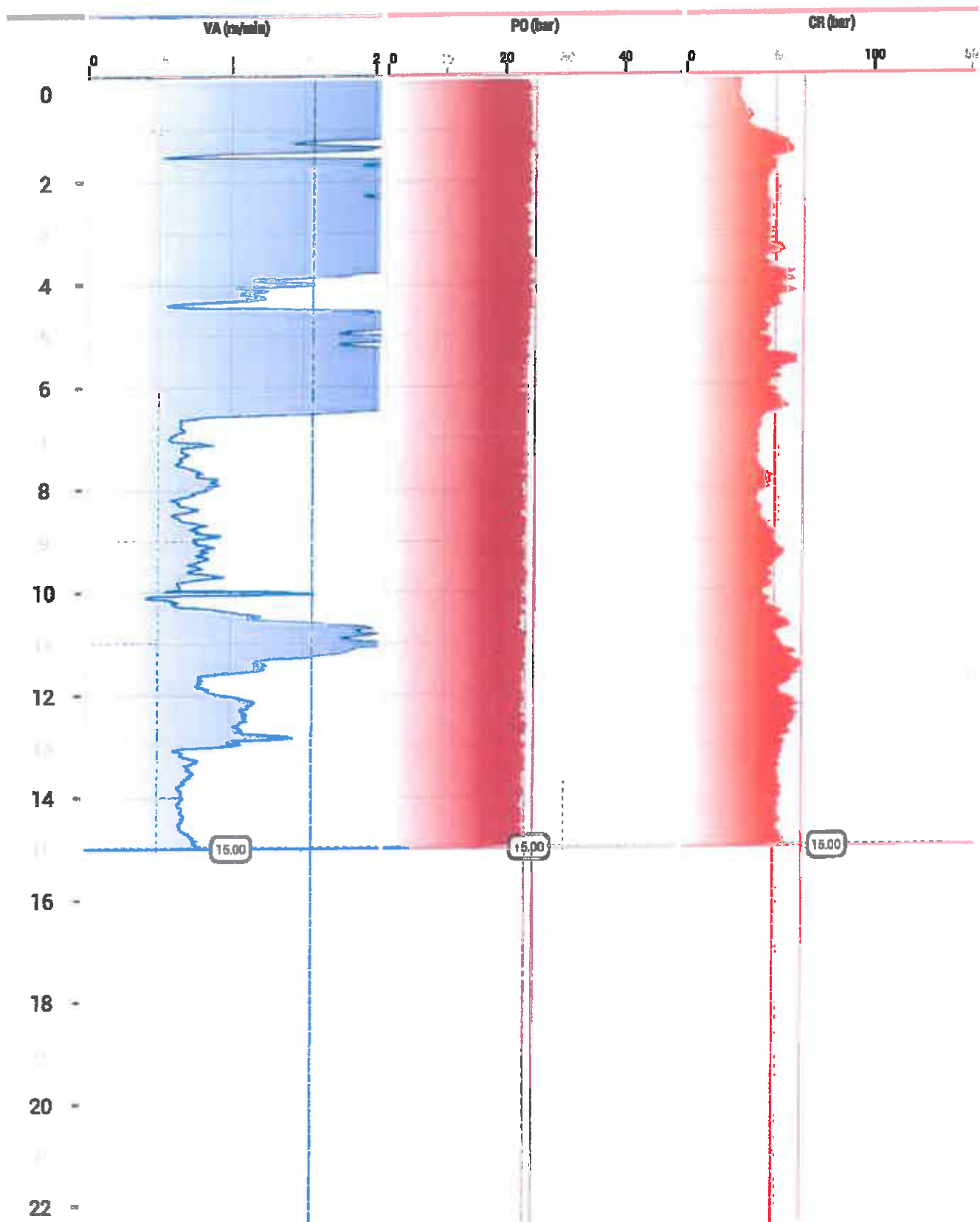
15 m

Localisation GPS (lat, lon)

Altitude GPS

Inclinaison X/Y

/



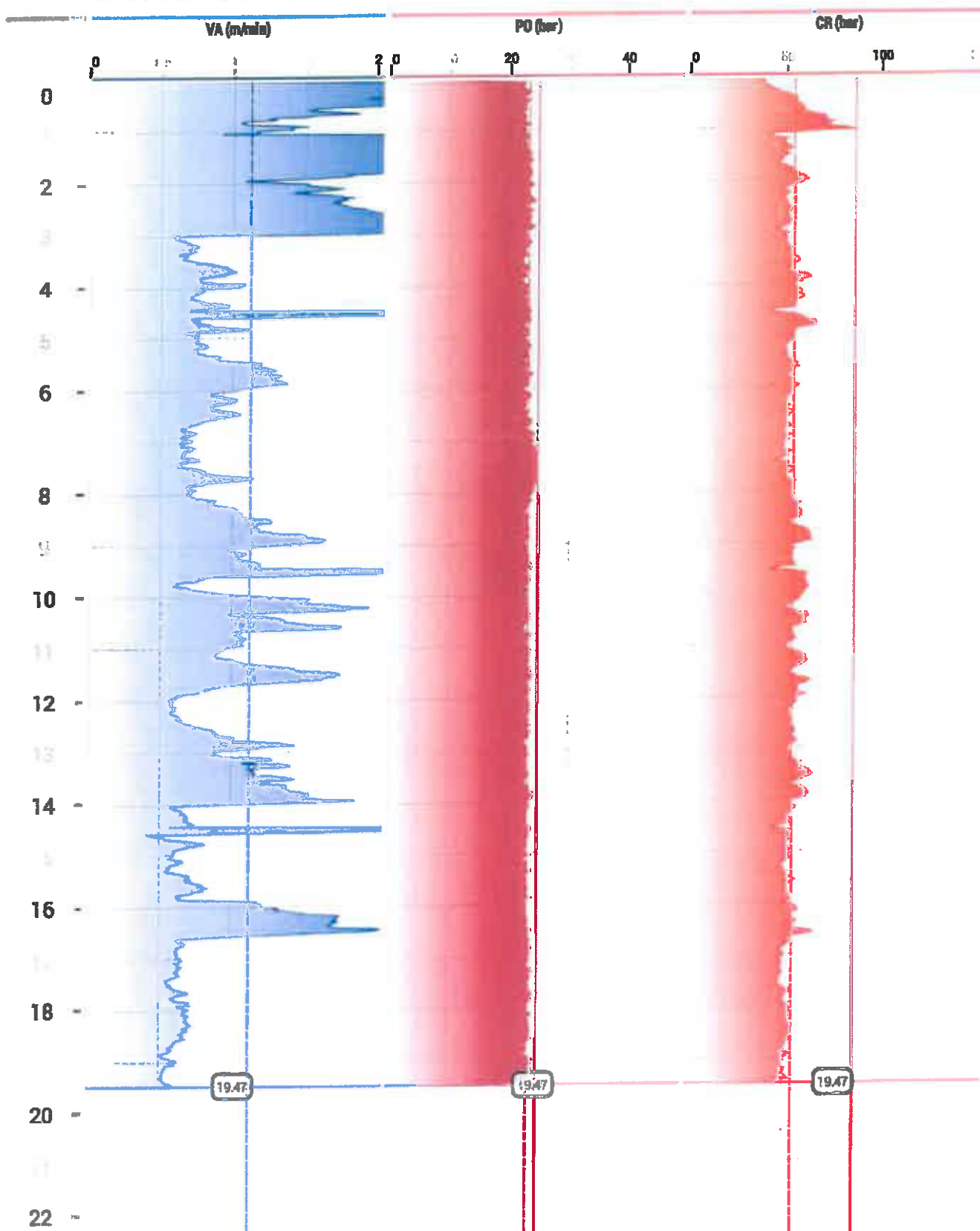


Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE9
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	07/06/2016 12:44:53	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	07/06/2016 13:13:47	Cote fin	19.47 m	Altitude GPS	
Durée de foration	25 min 59 s	Longueur	19.47 m	Inclinaison X/Y	/





Dossier

SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE10

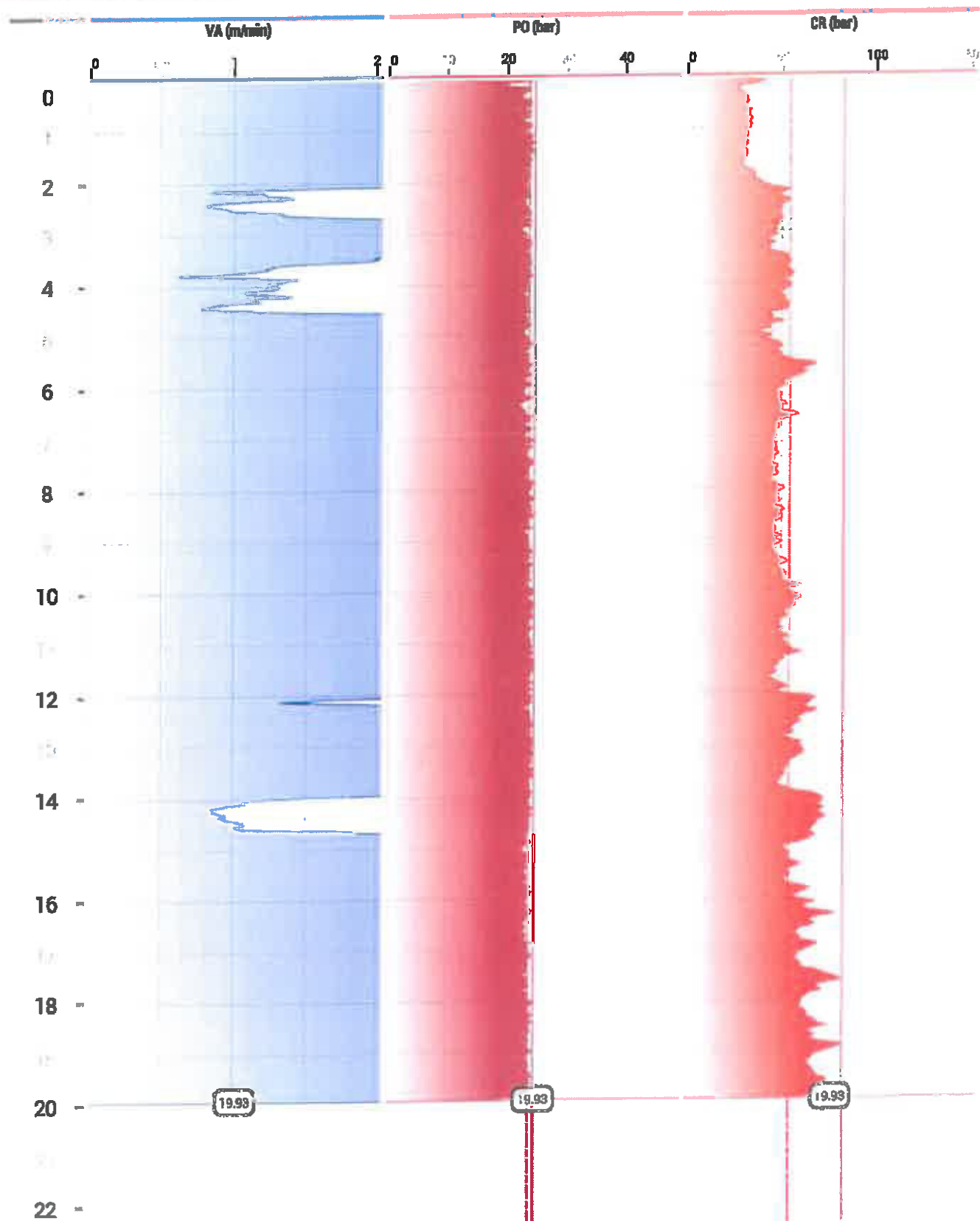
Machine
HFDT025

Outil de forage

Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
07/06/2016 13:18:51	0 m	Altitude GPS
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
07/06/2016 13:30:46	19.93 m	/
Durée de foration	Longueur	
10 min 4 s	19.93 m	



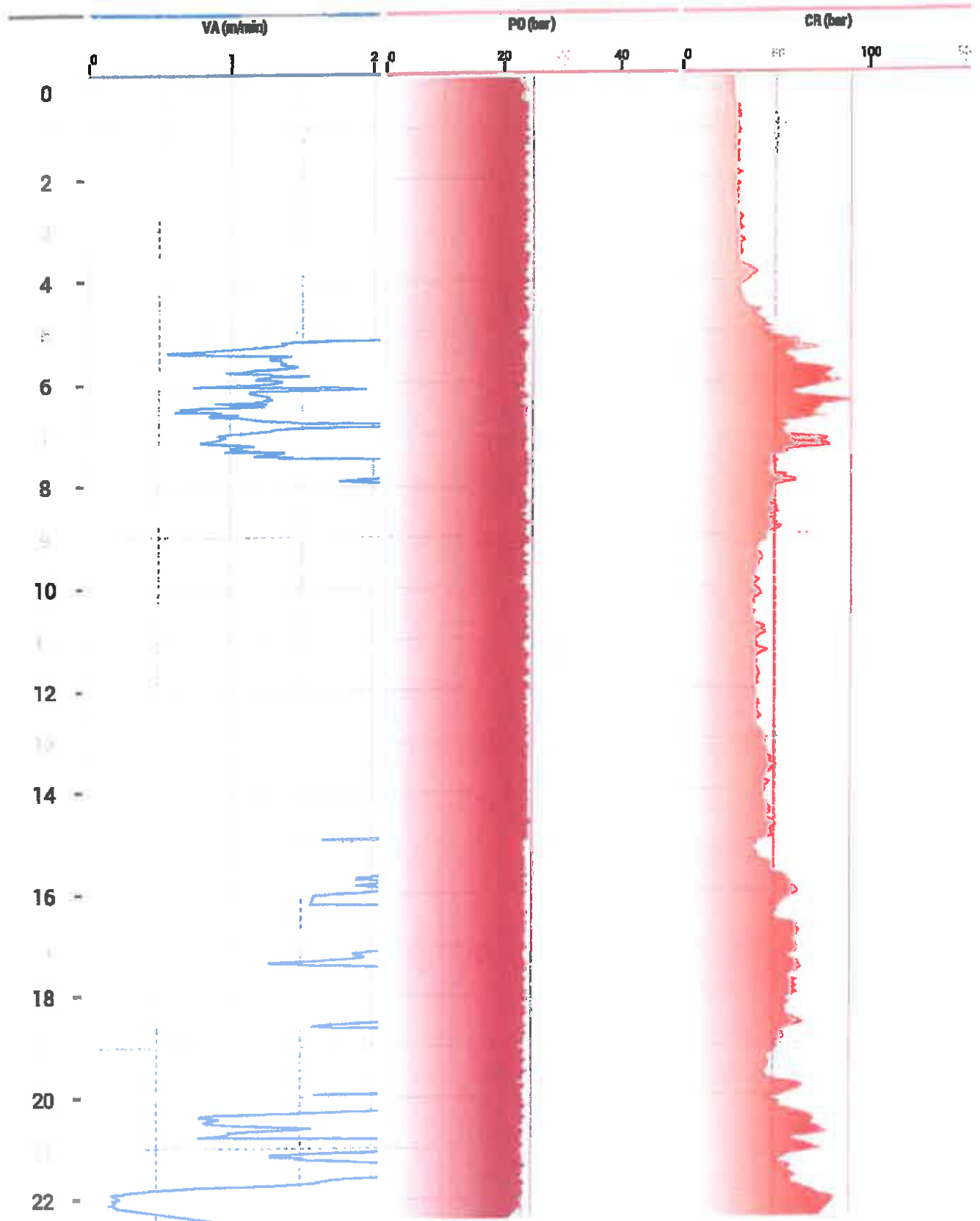


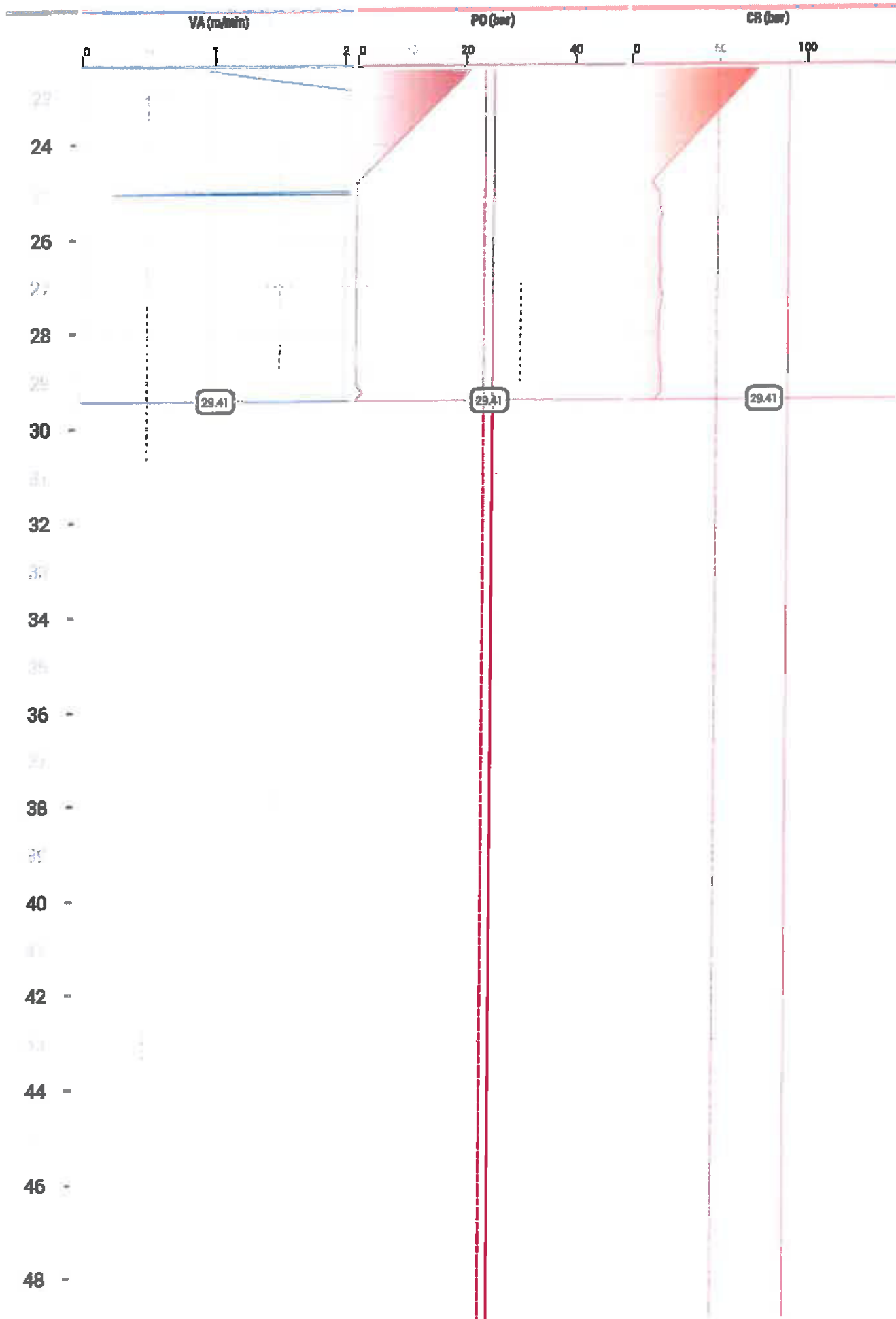
Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE11
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Date de début
07/06/2016 13:44:50
Date de fin
07/06/2016 14:06:11
Durée de foration
20 min 17 s

Paramètres de forage
Cote début 0 m Localisation GPS (lat, lon)
Cote fin 29.41 m Altitude GPS
Longueur 29.41 m Inclinaison X/Y /





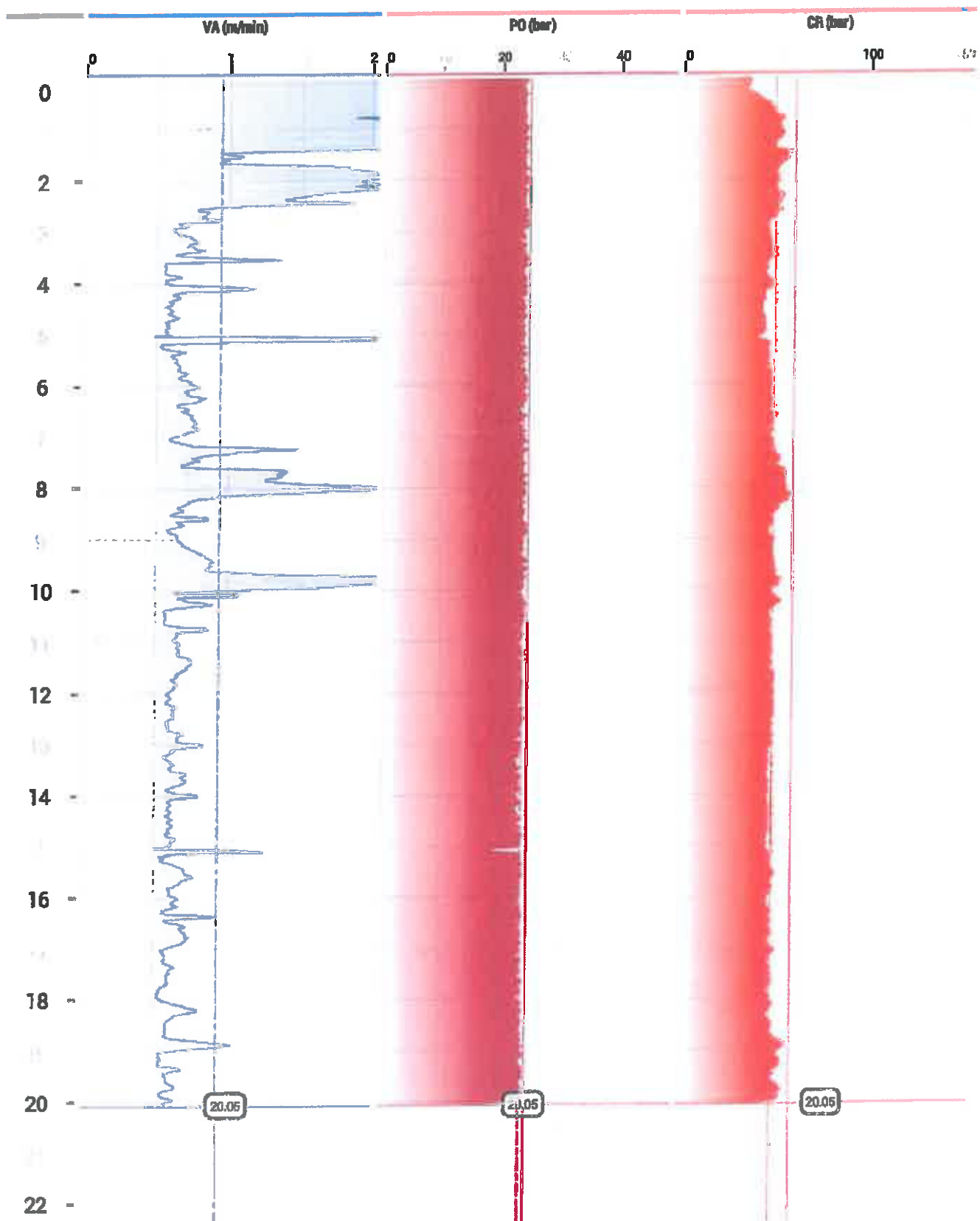


Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE12
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de foutil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	07/06/2016 14:16:19	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	07/06/2016 14:46:48	Cote fin	20.05 m	Altitude GPS	
Durée de foration	28 min 51 s	Longueur	20.05 m	Inclinaison X/Y	/





Dossier

SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE13

Machine
HFDT025

Outil de forage

Diamètre de foutil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début

07/06/2016 14:53:30

Date de fin

07/06/2016 15:21:22

Durée de foration

26 min 24 s

Cote début

0 m

Cote fin

20.07 m

Longueur

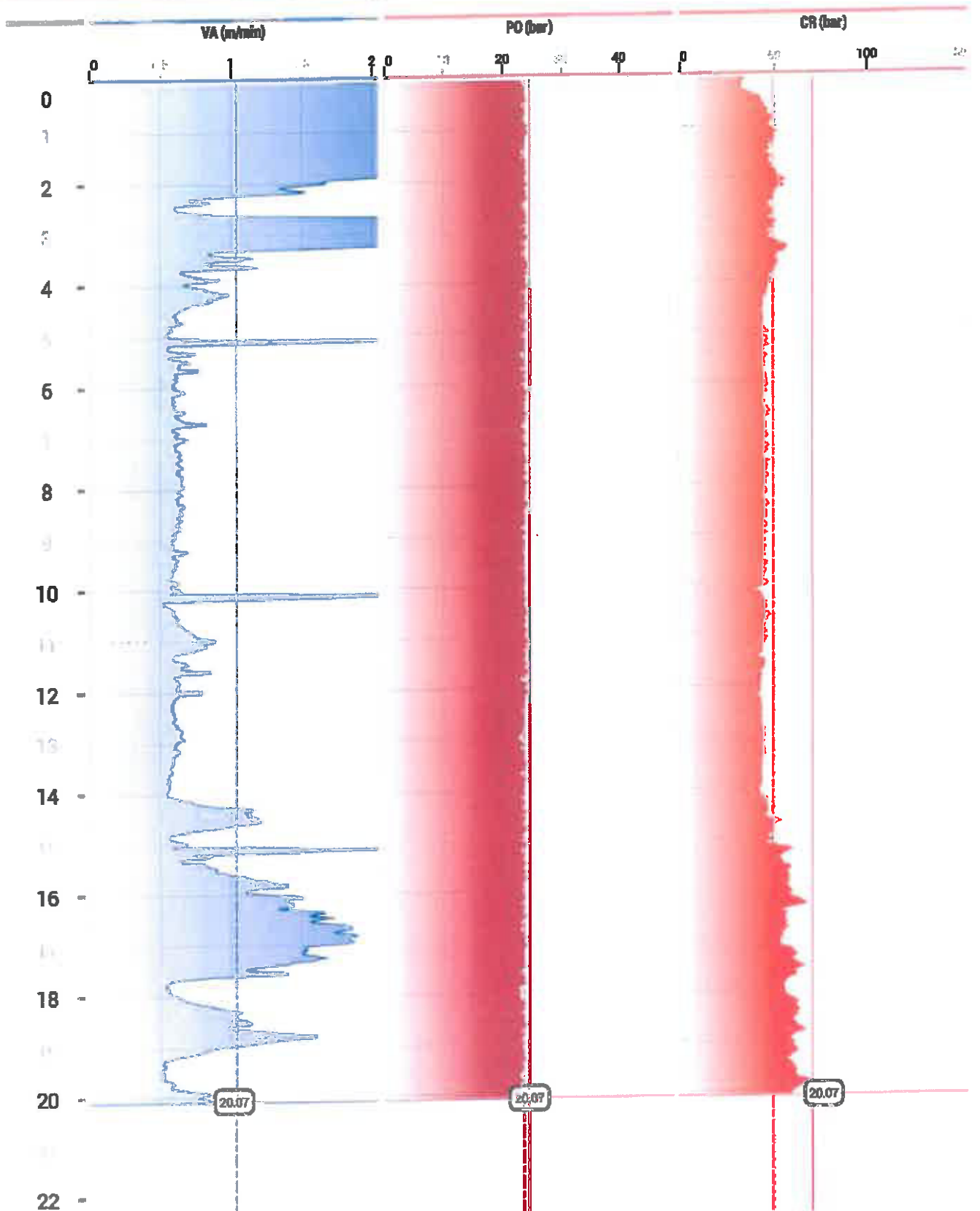
20.07 m

Localisation GPS (lat, lon)

Altitude GPS

Inclinaison X/Y

/





Dossier

SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE14

Machine

HFDT025

Outil de forage

Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début

07/06/2016 15:27:31

Date de fin

07/06/2016 15:40:25

Durée de foration

11 min 48 s

Cote début

0 m

Cote fin

10.06 m

Longueur

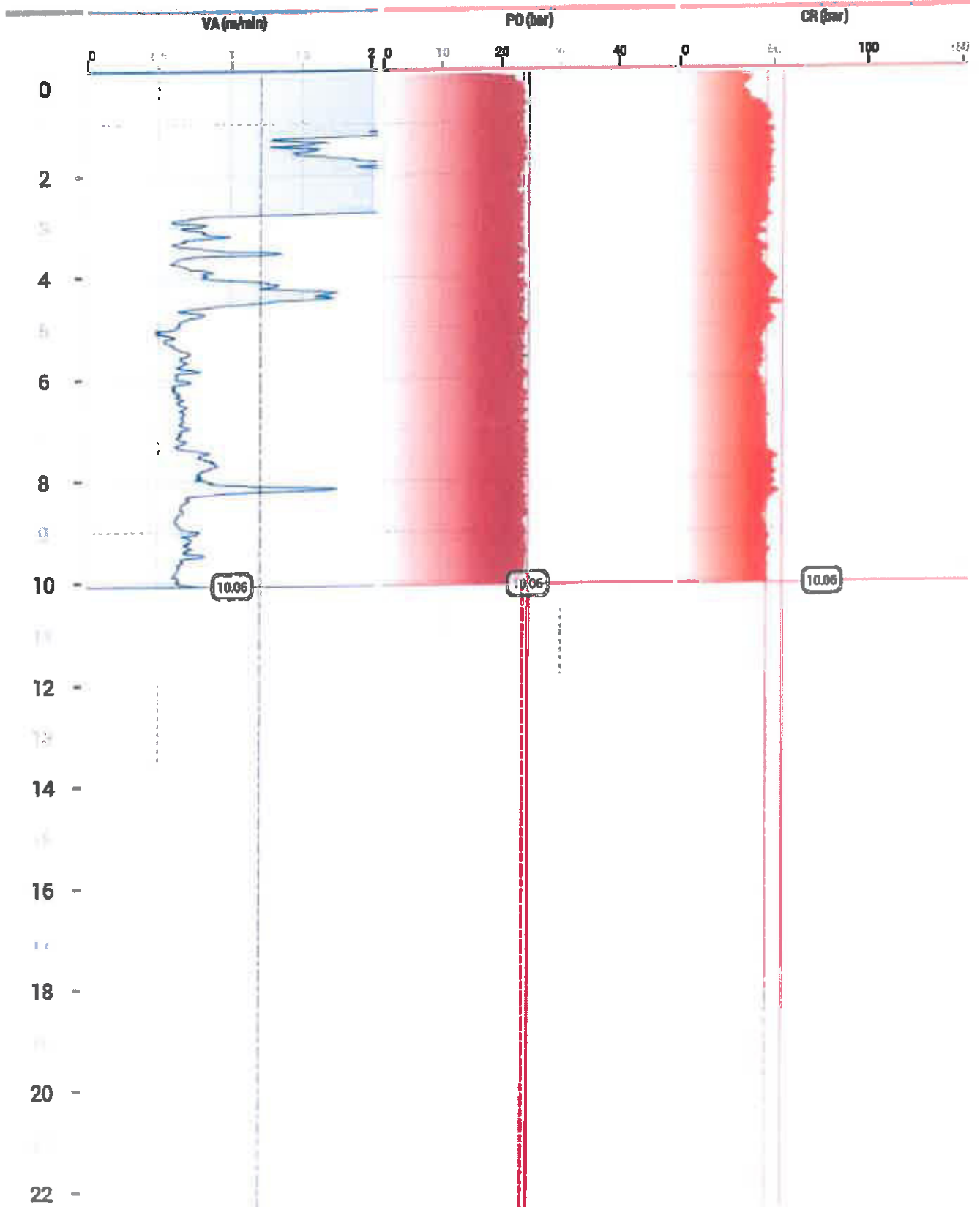
10.06 m

Localisation GPS (lat, lon)

Altitude GPS

Inclinaison X/Y

/



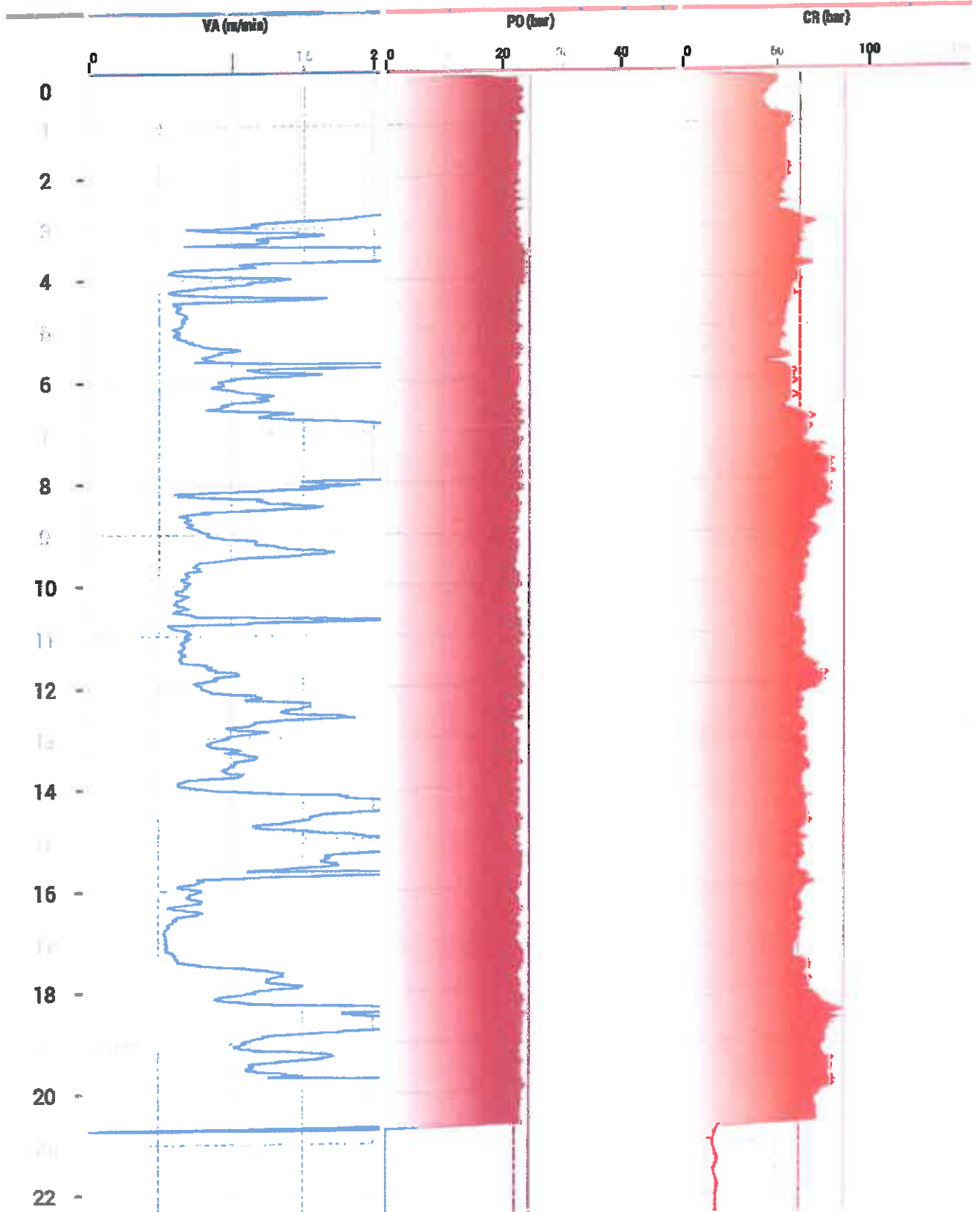


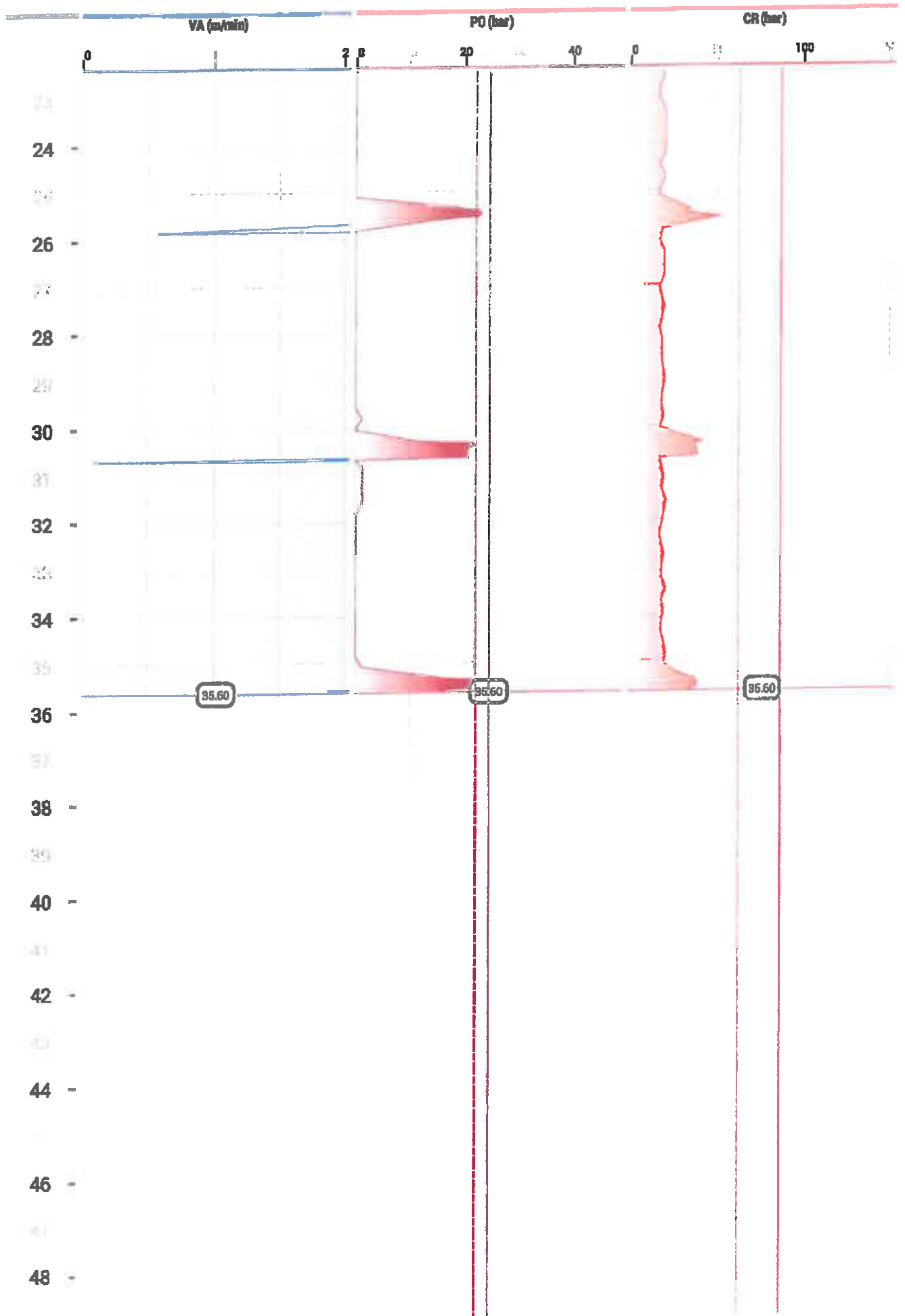
Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE15
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	08/06/2016 06:49:03	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	08/06/2016 07:26:43	Cote fin	35.6 m	Altitude GPS	
Durée de foration	33 min 30 s	Longueur	35.6 m	Inclinaison X/Y	/







Dossier:

SONDAGE16

Forage
SONDAGE16

Machine
HFD025

Outil de forage

Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début

08/06/2016 07:27:38

Date de fin

08/06/2016 08:01:31

Durée de foration

31 min 37 s

Cote début
0 m

Cote fin
20.24 m

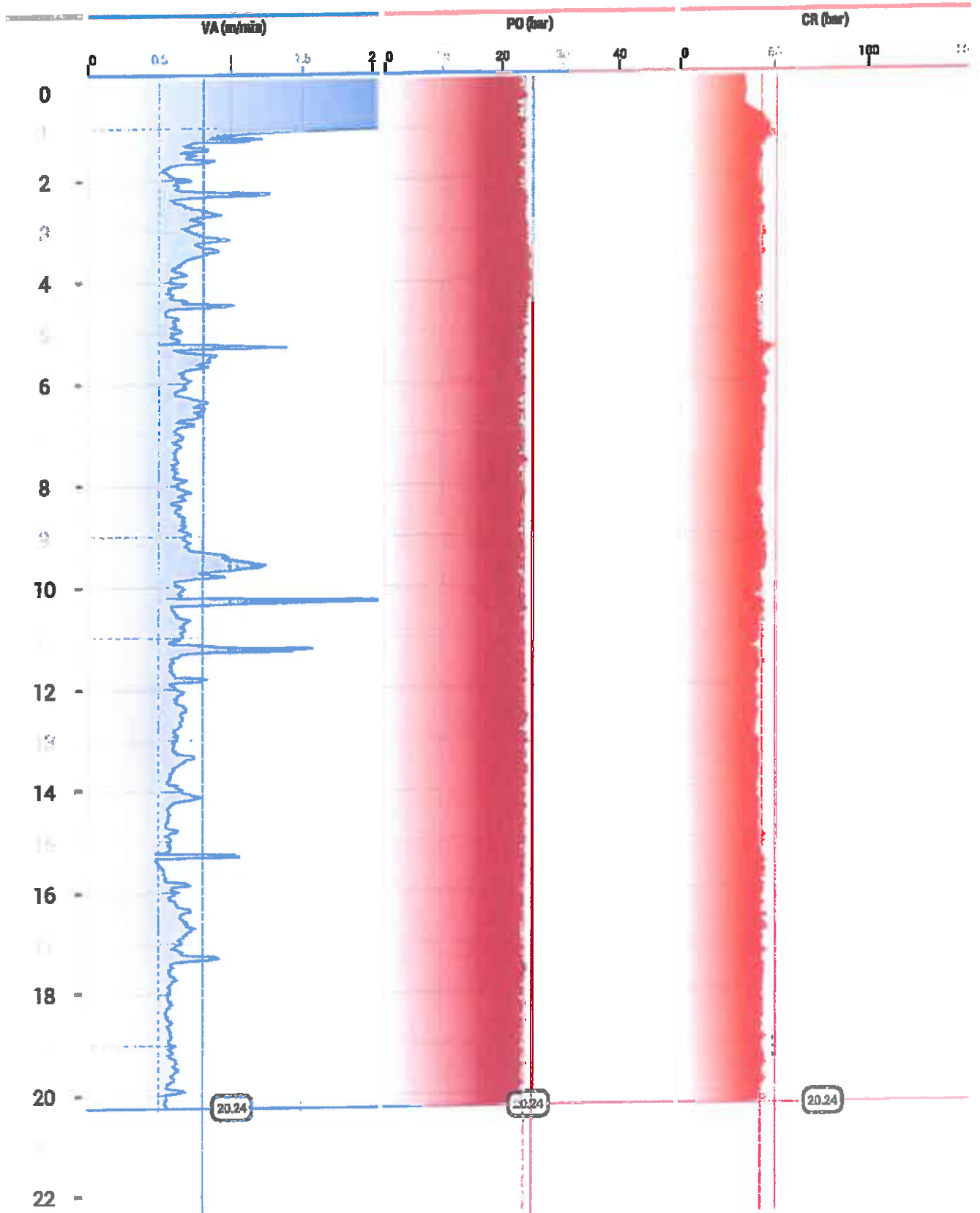
Longueur
20.24 m

Localisation GPS (lat, lon)

Altitude GPS

Inclinaison X/Y

/





Dossier

SONDAGE MEREY S MONTHOND

Forage

SONDAGE17

Machine

HFDT025

Outil de forage

Diamètre de foutil

92 mm

Paramètres de forage

Date de début

08/06/2016 08:07:47

Date de fin

08/06/2016 08:37:11

Durée de foration

27 min 1 s

Cote début

0 m

Cote fin

15.4 m

Longueur

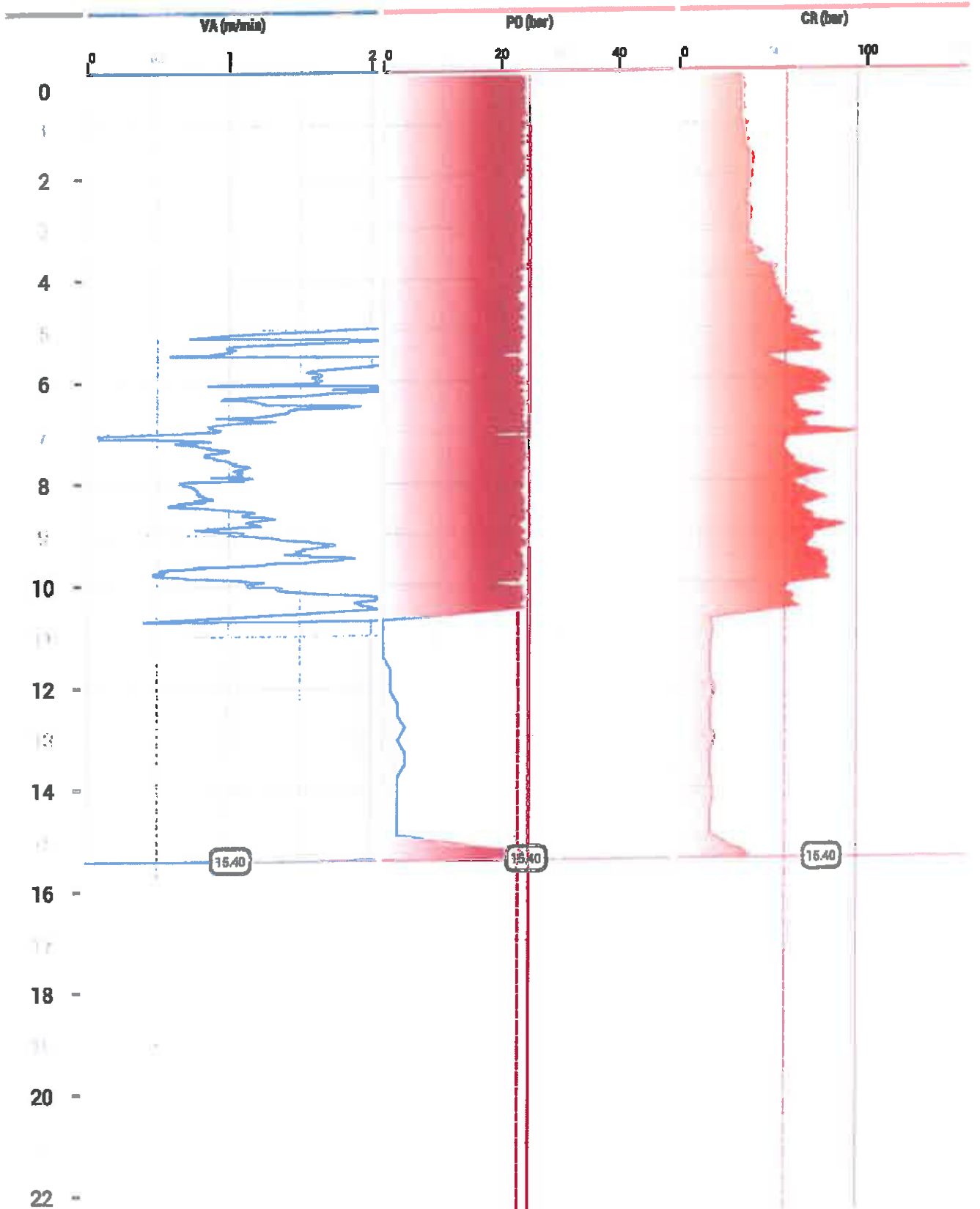
15.4 m

Localisation GPS (lat, lon)

Altitude GPS

Inclinaison X/Y

/



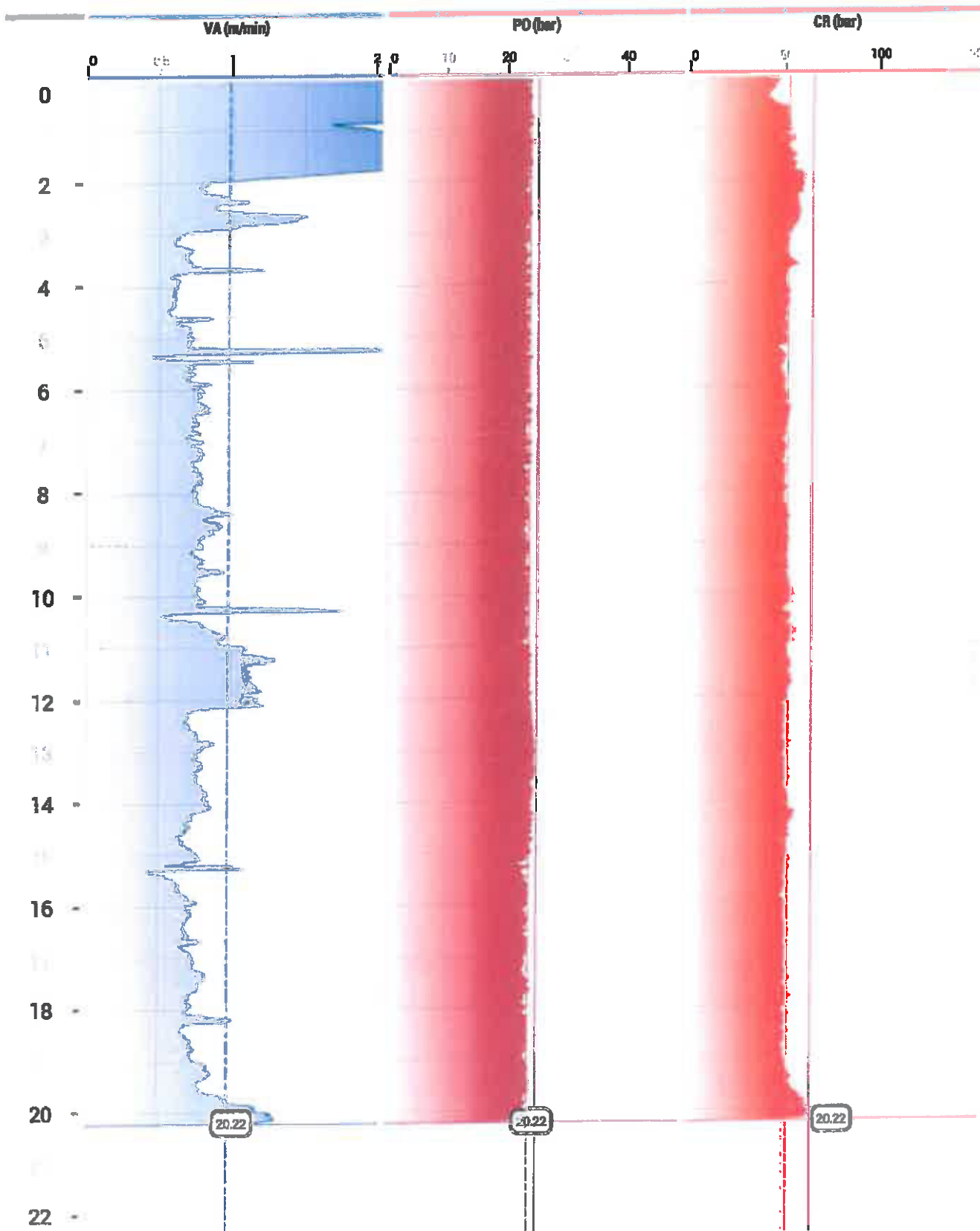


Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE18
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	08/06/2016 09:54:43	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	08/06/2016 10:22:45	Cote fin	20.22 m	Altitude GPS	
Durée de foration	26 min 33 s	Longueur	20.22 m	Inclinaison X/Y	/





Desales

SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE19

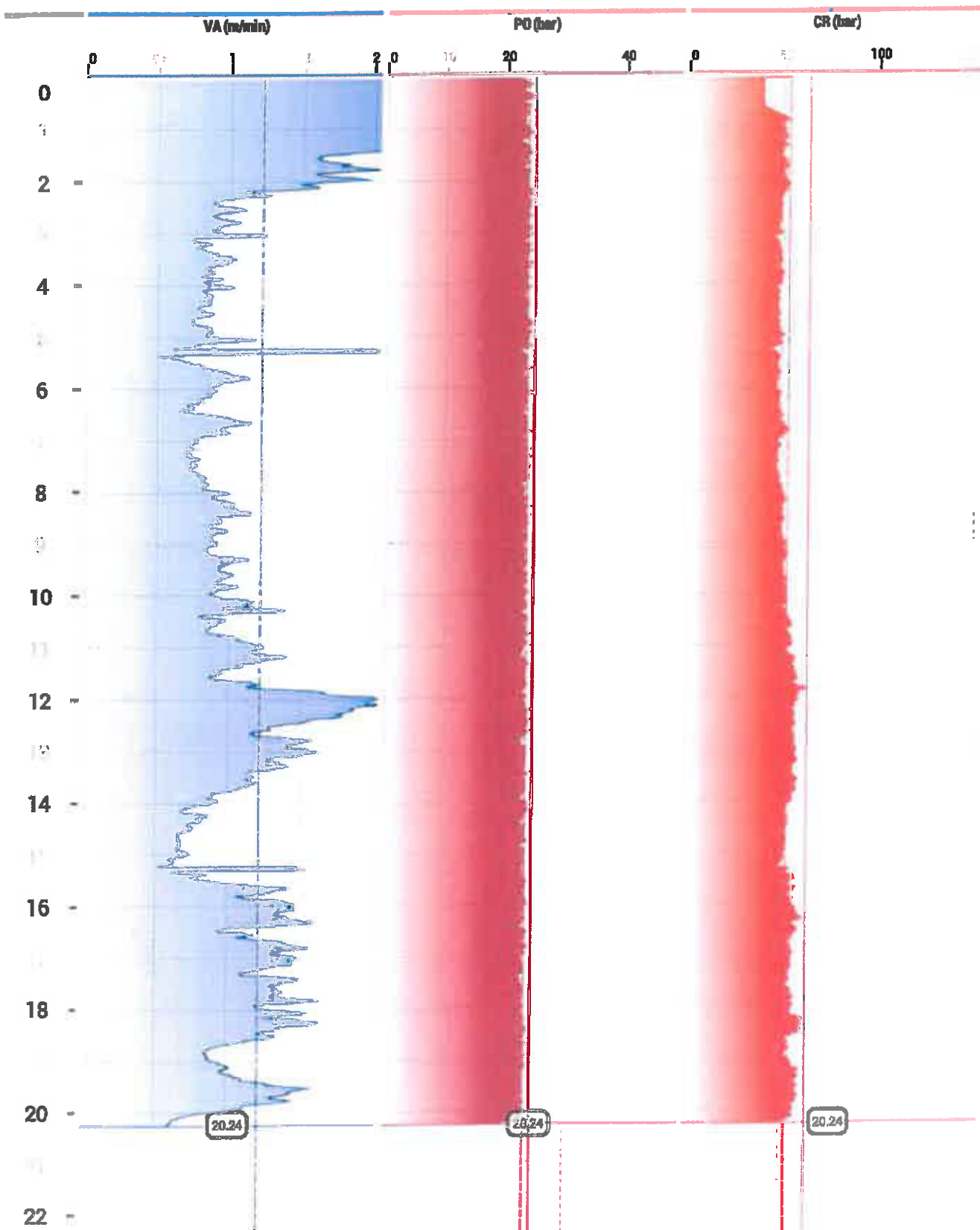
Machina
HFDT025

Outil de forage

Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
08/06/2016 14:55:03	0 m	Altitude GPS
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
08/06/2016 15:19:09	20.24 m	/
Durée de foration	Longueur	
22 min 26 s	20.24 m	



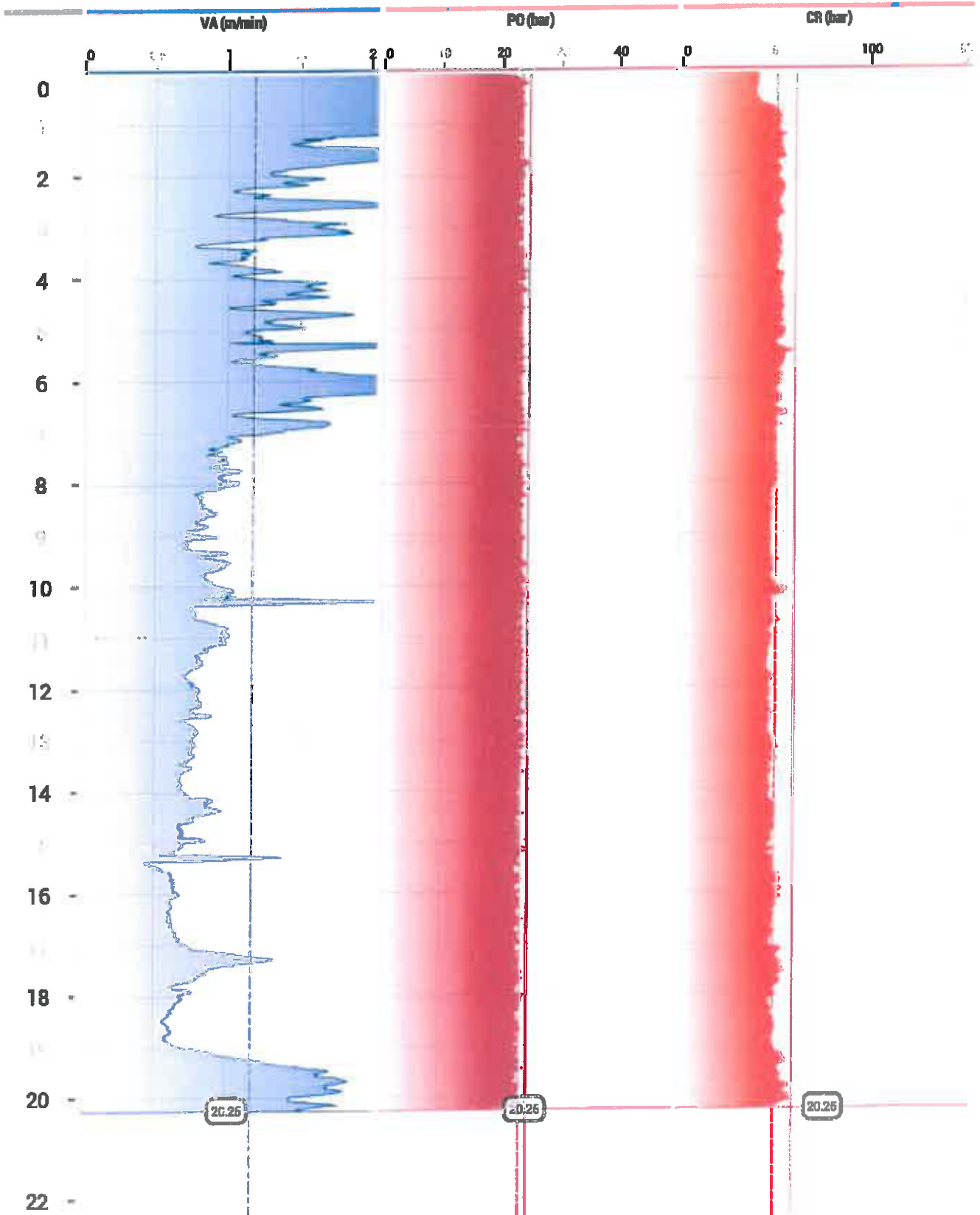


Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE20
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	08/06/2016 14:20:17	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	08/06/2016 14:51:24	Cote fin	20.25 m	Altitude GPS	
Durée de foration	23 min 13 s	Longueur	20.25 m	inclinaison X/Y	/

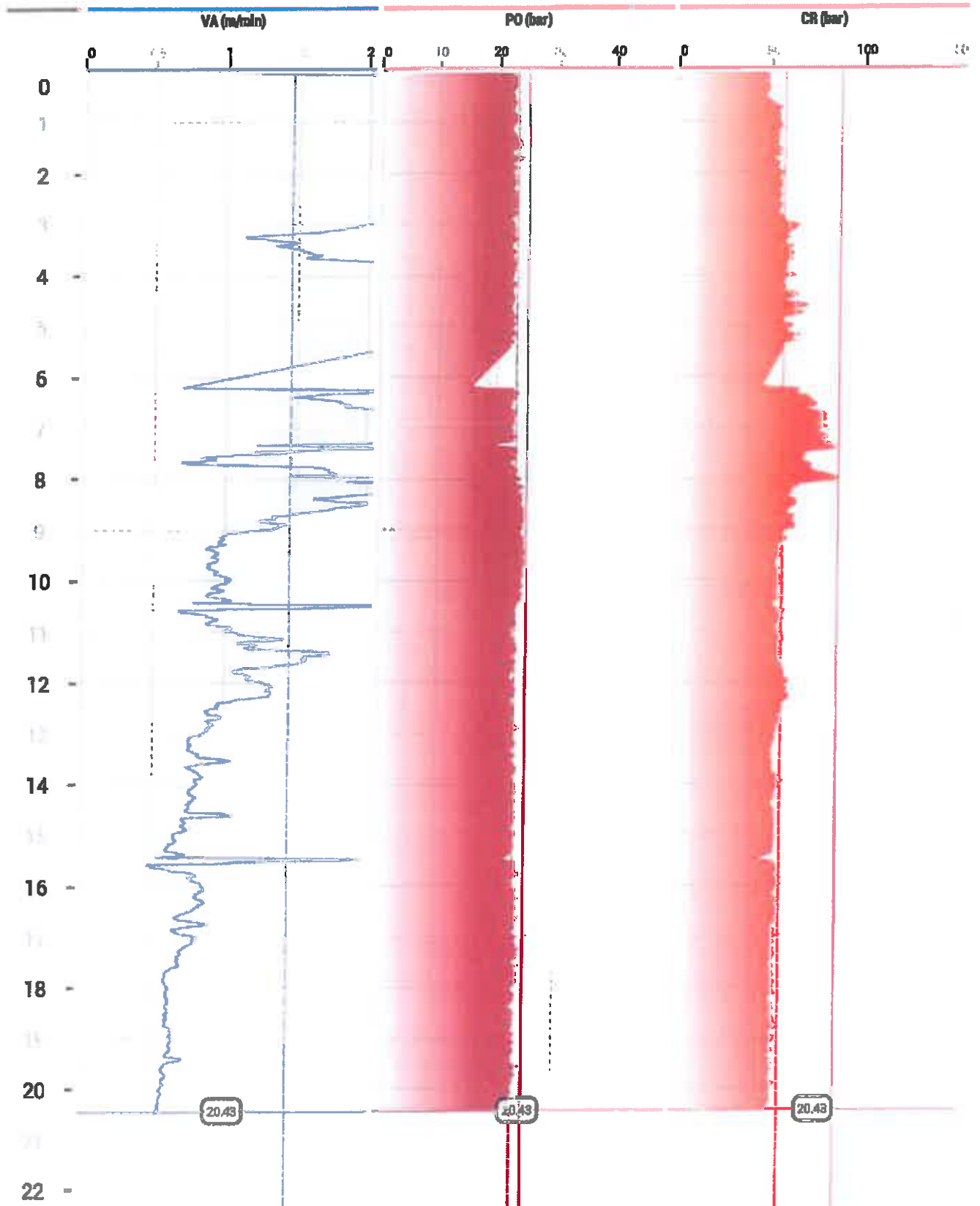




Dossier
SONDAGE MEREY S MONTROND

Forage
SONDAGE21
Machine
HFDT025
Outil de forage
**Diamètre de l'outil
92 mm**

Paramètres de forage
Date de début **08/06/2016 13:30:13** Cote début **0 m** Localisation GPS (lat, lon)
Date de fin **08/06/2016 14:08:55** Cote fin **20.43 m** Altitude GPS
Durée de foration **36 min 40 s** Longueur **20.43 m** Inclinaison X/Y **/**





Dossier

MEREYS MONTROND

Forage
SONDAGE22

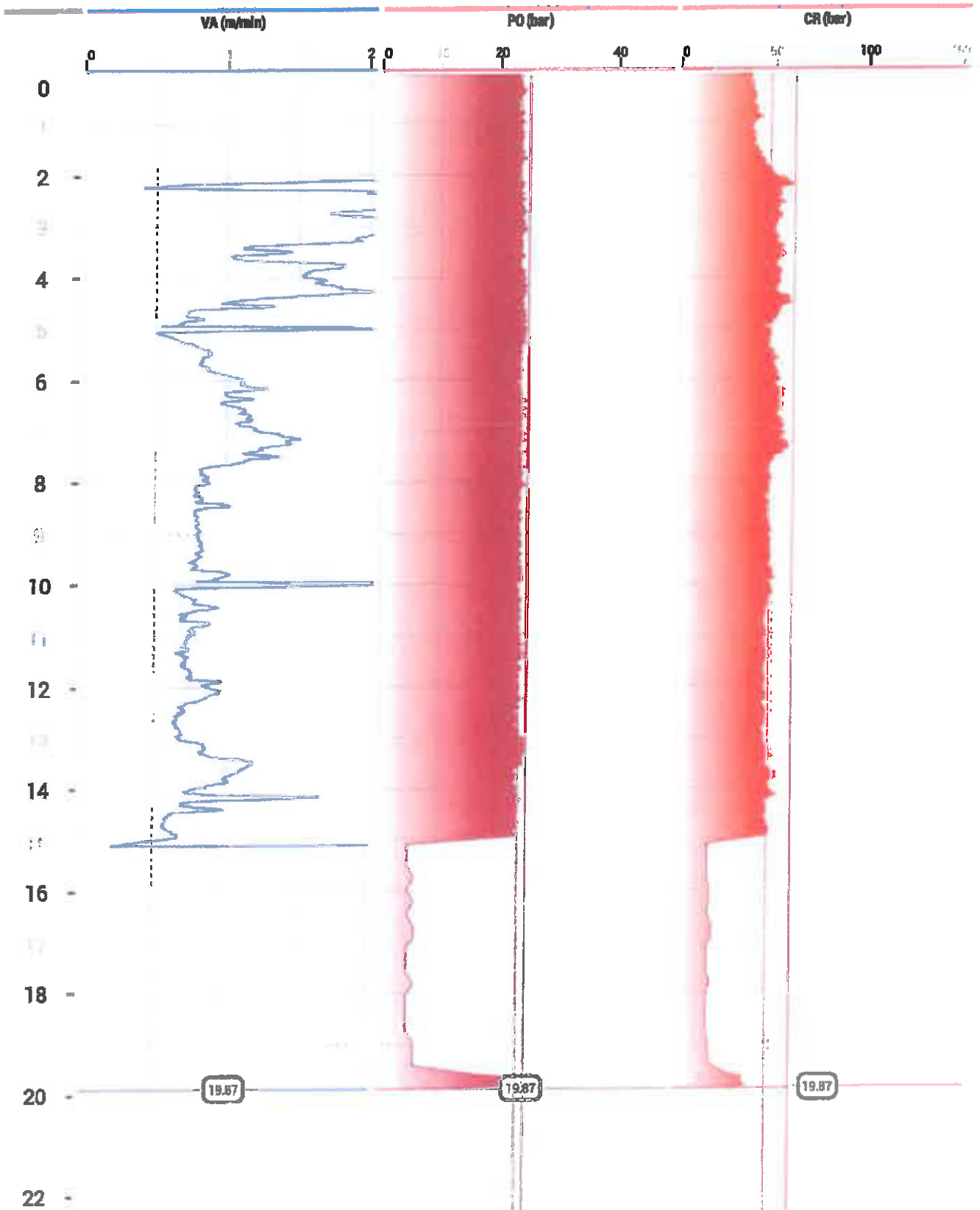
Machine
HFDT025

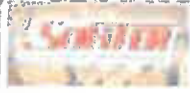
Outil de forage

Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
08/06/2016 15:27:32	0 m	Altitude GPS
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
08/06/2016 15:46:40	19.87 m	/
Durée de foration	Longueur	
17 min 35 s	19.87 m	



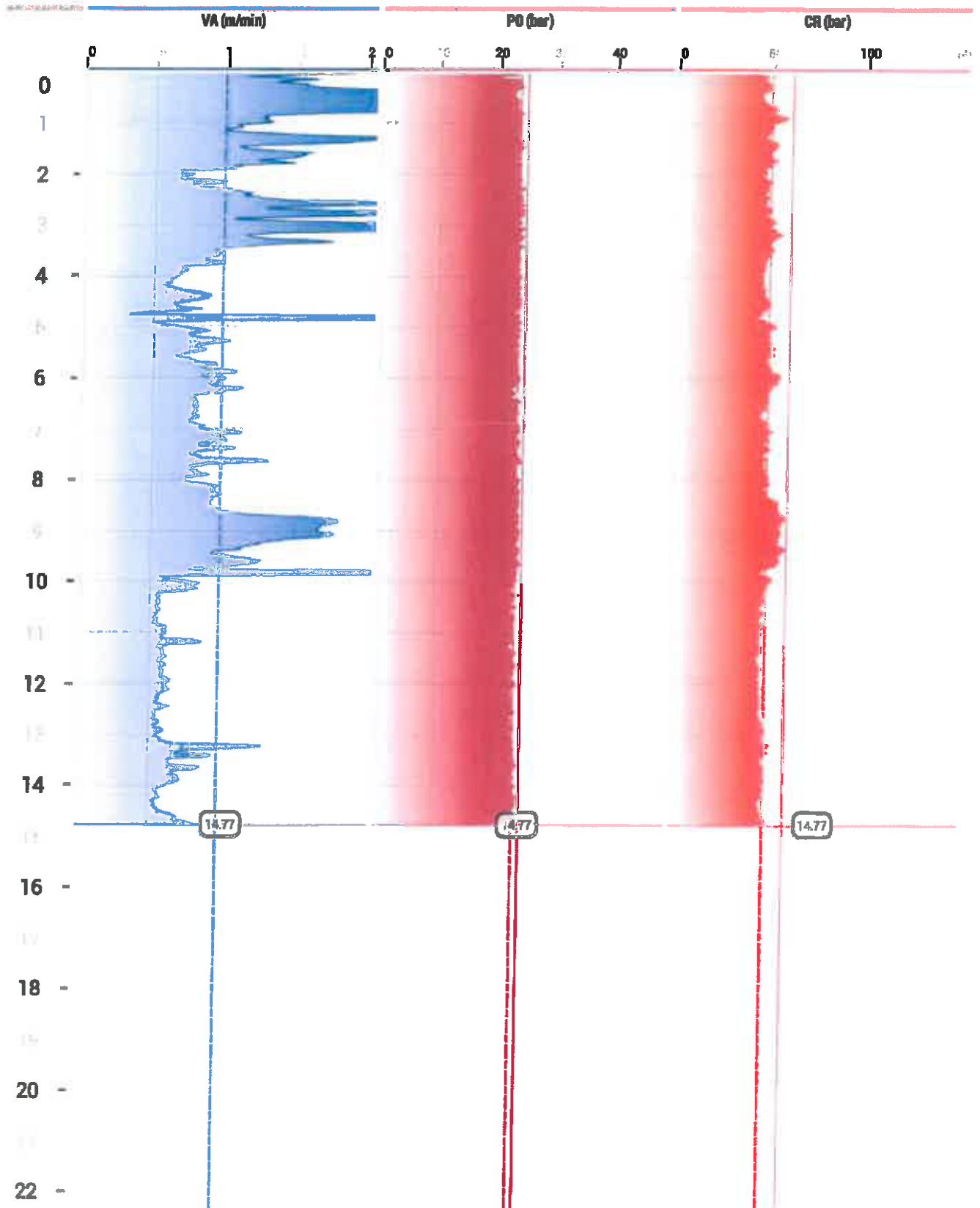


Dossier
SONDAGE MEREYS MONTROND

Forage
SONDAGE23
Machine
HFDT025
Outil de forage
Diamètre de l'outil
92 mm

Paramètres de forage

Date de début	07/06/2016 09:59:18	Cote début	0 m	Localisation GPS (lat, lon)	
Date de fin	07/06/2016 10:19:39	Cote fin	14.77 m	Altitude GPS	
Durée de foration	19 min 9 s	Longueur	14.77 m	Inclinaison X/Y	/



B 3 G 2

**Bureau d'études de Géologie,
Géophysique et Géotechnique**

AVANT-PROJETS-FONDATIONS-HYDROLOGIE-GEOPHYSIQUE-EXPERTISES

S.A.S. D'INGENIEURS CONSEILS
AU CAPITAL DE 10 000,00 EUROS

Saint Vit, le 09 Février 2017

Notre Référence : RB/2017/16439-b

Extension BBCI

« Canton de Naglan »

25-VILLERS SOUS MONTROND

RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE Et GEOTECHNIQUE

Note Complémentaire

En ce qui concerne les anomalies ponctuelles que nous avons classées en aléa moyen nous précisons notre avis.

S15 : Le sondage a traversé 2,00 m d'argile, puis une roche fissurée jusque vers – 20 m. Au-delà se développe une zone décompressée. Les sondages S14 et F4 implantés dans le secteur ont reconnu le calcaire à faible profondeur.

S22 : Après avoir reconnu 3,00 m d'argile et du calcaire jusqu'à 15 m de profondeur, le sondage traverse une zone décompressée.

Ces anomalies ont été mises en évidence en profondeur (au-delà de 10 voire 15 à 20 m). Elles ne correspondent pas systématiquement à une dépression.

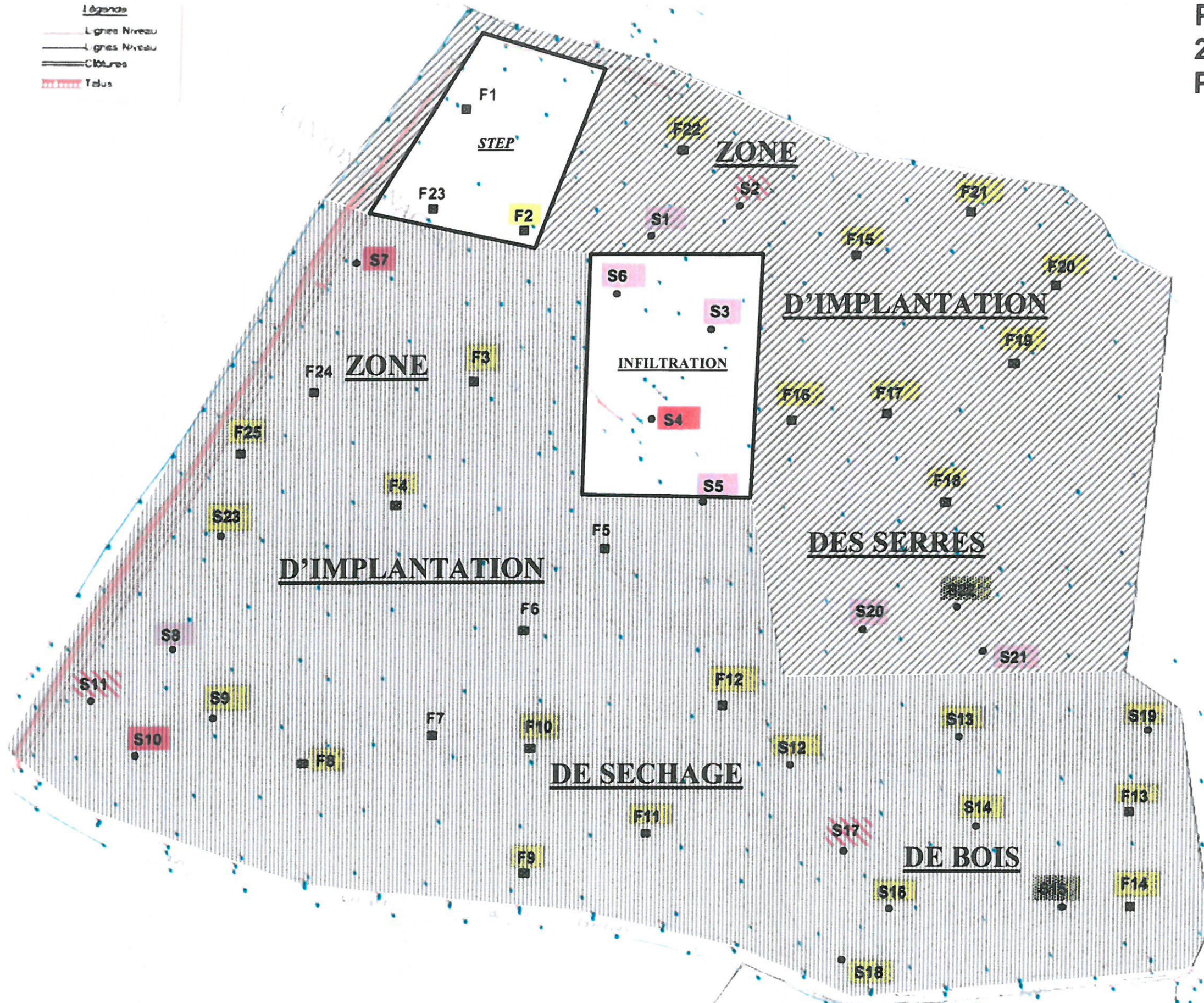
Leur ampleur est limitée en surface.

Au vu de cette analyse nous avons considéré que la profondeur des anomalies et leur extension limitée n'avaient pas d'influence sur le projet. C'est pourquoi nous les avons classées avec un aléa moyen.

R.BIANCHI

Projet BBCI
25-VILLERS SOUS MONTROND
Projet d'Aménagement

Légende
 — Lignes Niveau
 — Lignes Niveau
 — Clôtures
 ■ Telus



Schéma

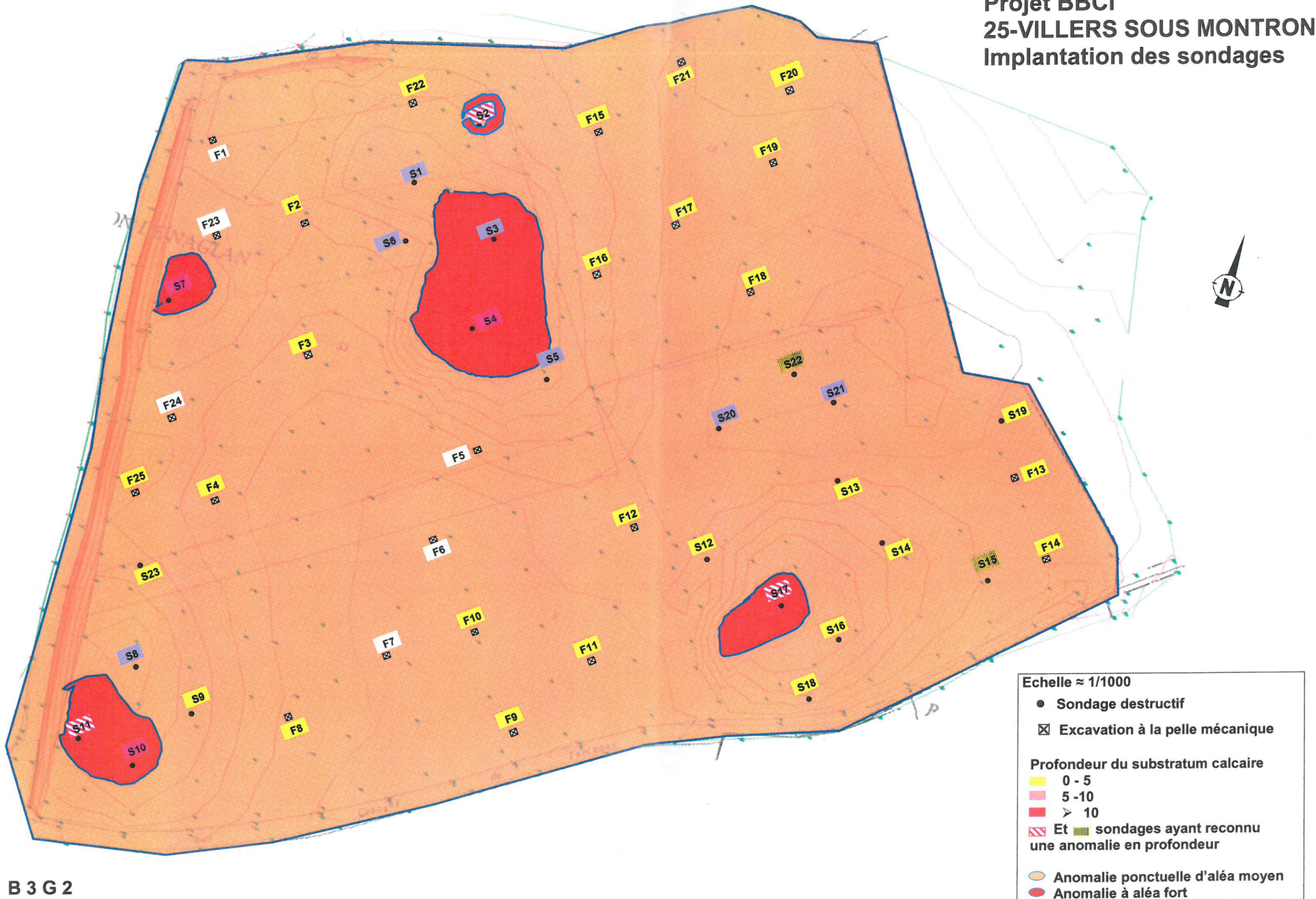
- Sondage destructif
- ⊠ Excavation à la pelle mécanique

Profondeur du substratum calcaire

- 0 - 5
- 5 - 10
- > 10

Et ■ sondages ayant reconnu une anomalie en profondeur

**Projet BBCI
25-VILLERS SOUS MONTROND
Implantation des sondages**



**B 3 G 2
N°16439-B**

- Echelle $\approx 1/1000$
- Sondage destructif
 - ⊠ Excavation à la pelle mécanique
- Profondeur du substratum calcaire
- 0 - 5
 - 5 - 10
 - > 10
- ⊠ Et ■ sondages ayant reconnu une anomalie en profondeur
- Anomalie ponctuelle d'aléa moyen
 - Anomalie à aléa fort

B 3 G 2

Bureau d'études de Géologie,
Géophysique et Géotechnique

AVANT-PROJETS-FONDATIONS-HYDROLOGIE-GEOPHYSIQUE-EXPERTISES

S.A.S. D'INGENIEURS CONSEILS
AU CAPITAL DE 10 000,00 EUROS

Saint Vit, le 06 Février 2017

Notre Référence : RB/2017/16681

5.2 UNITE DE BROYAGE BOIS

Lieu-dit « Naglan »

25-VILLERS SOUS MONTROND

ETUDE GEOTECHNIQUE

Cette étude géotechnique de type G2 AVP (selon la norme NF P 94-500) a été réalisée à la demande et pour le compte de GIRARD TRAVAUX FORESTIERS.

Elle a pour but de reconnaître la nature et les caractéristiques du terrain au droit du projet de création d'une unité de broyage de bois, en vue de déterminer :

- ses conditions d'adaptation au sol ;
- les structures des voiries.

GENERALITES

Le terrain est situé à côté de la carrière Bonnefoy, au lieu-dit « Naglan » au Nord de VILLERS SOUS MONTROND (25).

Il est actuellement occupé par des bois denses. Plusieurs « saignées » ont été réalisées dans le bois afin de permettre de quadriller l'ensemble de la parcelle, avec un maillage de sondages plus serré sur l'emprise des bâtiments projetés.

Le terrain présente une pente générale de 10 à 20 % en direction du Sud et Sud-Est, avec des secteurs accidentés très pentus (>30 %) On note également une rupture de pente au Sud de la parcelle, avec zones rocheuses affleurantes. Une doline est présente en contrebas (sur 50 ml environ). Côté Ouest et Nord de cette doline sera projeté l'essentiel de l'unité, avec un mur de soutènement d'une hauteur d'environ 4 m (*projeté sensiblement au niveau du décrochement*) avec plateformes de stockage et bâtiments en contrehaut sur les 2/3 restants de la parcelle.



Vue aérienne

.../...



Photographies du site

Géologiquement le proche sous-sol est constitué par des argiles d'altération qui recouvrent un substratum calcaire du Jurassique.

Ce substratum peut être affecté localement par des anomalies de type karstique (*poches ou fissures, remplies d'argiles ou non*).

Le projet comporte la création de plusieurs bâtiments industriels d'une emprise totale d'environ 6300 m².

Les descentes de charges ne nous ont pas été communiquées. Elles devraient à priori être :

- **modérées** pour les petites structures type hangars (<30-40 T ponctuelles) ;
- **élevées** pour les installations principales de l'unité (>80 T ponctuelles et >2 T/m² pour les surcharges sur dallages).

Le projet comportera également la création de voiries lourdes et légères devant les bâtiments.

Notre mission a comporté la réalisation de 51 sondages géologiques.

L'implantation de ces investigations est donnée sur le plan joint en annexe.

.../...

SONDAGES GEOLOGIQUES PRESSIOMETRE

Les sondages de reconnaissance géologique ont été réalisés en roto percussion Ø 89 mm à l'aide d'un Wagon drill et certains en Ø 64 mm à l'aide d'un atelier spécialisé GEO 205.

Les coupes sont établies à partir de la vitesse d'avancement de l'outil et de l'analyse des cuttings qui sont véhiculés par la circulation d'air.

A l'intérieur de 2 de ces trous de forage nous avons procédé à des essais pressiométriques.

On notera principalement :

- En surface, 0,20 à 1,20 cm de **remblais** constitués d'enrobé, de tout-venant et blocs, et d'argile à cailloutis et débris divers.

- Ensuite, localement, des **argiles brunes, brun ocre à ocre à plus ou moins de cailloutis et blocs** ;

- Au-delà, le **substratum calcaire**, d'abord souvent **fracturé**, puis **compact**, qui présente des caractéristiques mécaniques **bonnes à très bonnes** :
 - Pression limite $P_l = 30,4$ à $36,1$ bars ;
 - Module pressiométrique $E = 1034$ à 1596 bars.

Ces sondages n'ont pas rencontré d'eau.

.../...

Nous n'avons pas dressé les coupes de chacun de ces sondages, mais les résultats ont été synthétisés dans les tableaux suivants, qui donnent pour chaque point l'épaisseur des matériaux argileux meubles, des calcaires fracturés et des calcaires compacts (*reconnus sur au moins 3 ml, voire davantage*).

Seuls les sondages avec essais pressiométriques ont été dressés (S11 et S18). Les résultats sont présentés sur les fiches jointes en annexe.

N° sondage	Argiles à ± de blocs	Calcaire fracturé	Calcaire compact
S1	0,00 à 2,00 m 2,90 à 4,50 m	2,00 à 2,50 m -	2,50 à 2,90 m 4,50 à 7,50 m
S2	0,00 à 1,30 m 1,70 à 1,90 m	1,30 à 1,70 m 1,90 à 2,00 m	- 2,00 à 5,50 m
S3	0,00 à 2,00 m 4,50 à >7,00 m	- -	2,00 à 4,50 m -
S3bis	0,00 à 1,30 m -	1,30 à 1,60 m 3,00 à 3,70 m	1,60 à 3,00 m 3,70 à 5,00 m
S4	0,00 à 0,70 m	-	0,70 à 4,00 m
S5	0,00 à 0,40 m 1,50 à 4,80 m	- -	0,40 à 1,50 m 4,80 à 8,00 m
S5bis	0,00 à 0,40 m 0,80 à >3,00 m	0,40 à 0,80 m -	- -
S6	0,00 à 0,40 m	0,40 à 1,50 m	1,50 à 3,50 m
S7	0,00 à 0,20 m	-	0,20 à 3,50 m
S8	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,70 m	0,70 à 3,50 m
S9	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,80 m	0,80 à 3,50 m
S10	0,00 à 2,10 m	2,10 à 2,30 m	2,30 à 5,50 m
S11	0,00 à 0,20 m	0,20 à 0,90 m	0,90 à 4,00 m
S12	0,00 à 0,50 m 0,90 à >7,30 m	0,50 à 0,90 m (<i>très fracturé</i>) -	- -
S12bis	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,80 m	0,80 à 3,50 m
S13	0,00 à 0,40 m -	0,40 à 1,20 m (<i>très fracturé</i>) -	1,20 à 3,50 m -
S14	0,00 à 3,20 m -	3,20 à 5,30 m (<i>très fracturé</i>) -	5,30 à 7,00 m -
S14bis	0,00 à 1,80 m	1,80 à 2,80 m	2,80 à 5,00 m
S15	0,00 à 0,60 m	0,60 à 1,80 m	1,80 à 4,00 m
S16	0,00 à 0,80 m	-	0,80 à 3,50 m
S17	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,80 m	1,80 à 3,50 m
S18	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,80 m	1,80 à 4,00 m

.../...

N° sondage	Argiles à ± de blocs	Calcaire fracturé	Calcaire compact
S19	0,00 à 0,50 m -	0,50 à 0,80 m 2,00 à 2,20 m	0,80 à 2,00 m 2,20 à 4,00 m
S20	0,00 à 0,30 m -	- 2,60 à 3,70 m	0,30 à 2,60 m 3,70 à 4,50 m
S21	0,00 à 0,20 m	0,20 à 0,50 m	0,50 à 3,50 m
S22	0,00 à 0,70 m	0,70 à 1,20 m	1,20 à 5,00 m
S23A	0,00 à >4,00 m	-	-
S23B	0,00 à >4,00 m	-	-
S23C	0,00 à >4,00 m	-	-
S23D (fond de doline)	0,00 à >4,00 m	-	-
S24 (bord de doline)	0,00 à >9,00 m	-	-
S25	0,00 à 0,40 m -	- 1,70 à 2,00 m	0,40 à 1,70 m 2,00 à 3,50 m
S26	0,00 à 0,40 m -	0,40 à 2,20 m 2,50 à 2,90 m	2,20 à 2,50 m 2,90 à 4,00 m
S27	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,70 m	1,70 à 2,70 m
S28	0,00 à 0,40 m	0,40 à 3,70 m	3,70 à 4,40 m
S29	0,00 à 0,70 m - 3,10 à 4,20 m	0,70 à 1,40 m 2,50 à 3,10 m -	1,40 à 2,50 m - 4,20 à 7,00 m
S30	0,00 à 0,30 m 0,50 à 2,60 m 4,00 à > 6,00 m	0,30 à 0,50 m 2,60 à 4,00 m -	- - -
S30bis	0,00 à 0,70 m	0,70 à 0,90 m	0,90 à 4,00 m
S31	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,40 m	1,40 à 2,60 m
S32	0,00 à 0,10 m -	0,10 à 1,40 m 1,80 à 3,40 m	1,40 à 1,80 m 3,40 à 4,10 m
S33	0,00 à 0,80 m 2,90 à > 4,00 m	0,80 à 2,90 m -	-
S33bis	0,00 à 0,30 m 2,70 à 4,10 m	0,30 à 2,70 m 4,10 à 6,50 m (très fracturé)	- -
S34	0,00 à 0,50 m	-	0,50 à 3,10 m
S35	0,00 à 0,10 m	-	0,10 à 2,60 m
S36	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,50 m	1,50 à 2,50 m
S37	0,00 à 0,70 m	0,70 à 3,90 (très fracturé)	3,90 à 6,30 m
S38	0,00 à 1,00 m	1,00 à 4,00 m (très fracturé)	4,00 à 5,60 m
S39	0,00 à 0,90 m	0,90 à 1,10 m	1,10 à 4,00 m
S40	0,00 à 2,70 m	-	2,70 à 5,50 m
S41	0,00 à 1,10 m	1,10 à 1,30 m	1,30 à 3,90 m
S42	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 0,40 m 0,90 à 1,10 m	0,40 à 0,90 m 1,10 à 2,60 m

.../...

CONCLUSIONS

Les résultats des sondages et essais précédents ont mis en évidence la présence du **substratum calcaire** généralement à moins de 1,00 m de profondeur

Quelques poches ou fissures profondes d'argiles ont été rencontrées localement, mais semblent d'extensions limitées (*sondages bis réalisés à proximité sans anomalies*).

Ce substratum calcaire présente de **bonnes à très bonnes** caractéristiques mécaniques, et sera apte à recevoir les fondations du projet.

Dans un tel substratum, d'autres **anomalies de type karstique** (*poches ou fissures, remplies ou non d'argiles*), pourraient ponctuellement être mises à jour.

Terrassements des pleines masses :

Le site se présentera en deux niveaux de plateformes séparés par un mur de soutènement d'environ 4 m de hauteur environ. L'essentiel de l'unité est projetée sur la plateforme basse, bordée par une doline.

Cela entrainera des terrassements de l'ordre de 1,00 à 5,00 m environ, et des remblaiements de l'ordre de 3 m pour mise à niveau de la plateforme basse, selon les informations qui nous ont été transmises.

Les terrassements dans les argiles pourront être réalisés par des moyens traditionnels suffisamment puissants.

En revanche, l'utilisation de matériels d'extraction de forte puissance et de moyens spécifiques (brise roche par exemple...) sera nécessaire pour l'extraction des terrains calcaires.

Les matériaux calcaires extraits pourront être réutilisés en blocage, à condition d'être propres (*sans argiles*) et suffisamment bien triés ($\varnothing < 300 \text{ mm}$).

.../...

Dans les matériaux meubles argileux, les talus provisoires devront être couchés avec une pente Horizontal / Vertical de 1 / 1.

Dans le rocher compact ou fracturé, les talus pourront être sub-verticaux, à condition de purger les blocs instables.

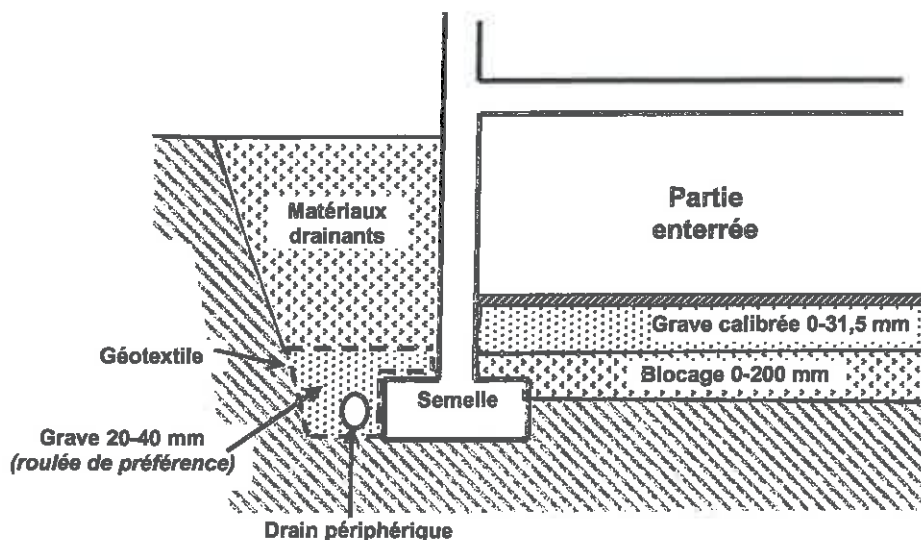
Si un phasage des travaux est mis en place (*notamment remblaiement de la partie basse avant terrassement de la partie haute*), les hauteurs des talus devraient être limités et ne pas dépasser 3 m, ce qui permettra de s'affranchir d'éventuels confortements sub-verticaux type parois cloutées pour des terrassements de grande ampleur dans des zones argileuses étendues.

Il sera nécessaire de respecter les précautions suivantes :

- Bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier.
- Éviter toutes surcharges même temporaires en amont des talus.

Les murs enterrés devront être réalisés comme des murs de soutènement.

Les parties enterrées du projet devront être ceinturées par un dispositif drainant.



Drainage périphérique des parties enterrées (schéma de principe).

.../...

Les sondages réalisés en bordure et fond de doline ont mis en évidence des surépaisseurs d'argiles (sur 3 à plus de 9 mètres) mais n'ont pas mis en évidence de vides ou cavités. D'un point de vue géotechnique le remblaiement est envisageable. On évitera de diriger les eaux pluviales au sein de la doline notamment pour ne pas réactiver des anomalies karstiques profondes (*entraînement des fines en profondeur provoquant des affaissements en surface même pour des zones non chargées telles que espaces verts, parkings...*).

Redent et mitoyenneté :

Il conviendra de respecter une pente maximale de 3 / 2 entre les fondations descendues à des niveaux différents, notamment vis-à-vis des fondations projetées en partie haute le long du mur de soutènement.

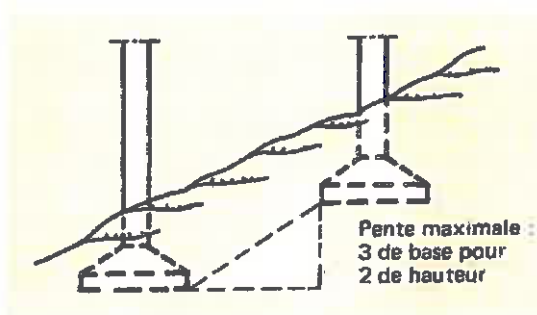


Schéma de principe

Une autre solution serait que les murs de soutènements soient dimensionnés pour recevoir les charges des fondations des bâtiments directement implantés en contrehaut.

.../...

Fondation de la structure :

Au vu de cette analyse, on peut retenir un mode de fondation par des **semelles ou massifs**, ancrés de **20 cm** dans le substratum calcaire compact, et de **30 cm** dans le calcaire fracturé.

On respectera au minimum la cote hors gel.

On pourra prendre en compte une contrainte admissible de **5 bars** à l'ELS, avec des déformations négligeables ($< 1 \text{ cm}$).

Les **anomalies et sur-profondeurs argileuses localisées**, telle que celles qui ont été repérées, devront être purgées et substituées par un gros béton, ou bien, en fonction de leur géométrie, nécessiter le recours à des **adaptations de structure spéciales** (*pontage, porte à faux etc.*), ancrées de part et d'autre au rocher.

A titre indicatif, les **horizons qui peuvent servir d'ancrage ont été notés en gras dans les tableaux des pages précédentes.**

Les **lignes en marron** correspondent aux **anomalies rencontrées**. Ces *anomalies argileuses assez profondes ont été repérées de manière éparse sur l'emprise du projet, et restent à priori d'extension assez limitée (sondages bis réalisés à proximité sans anomalies)*.

Les **lignes en jaune** correspondent aux sondages où a été mis en évidence un banc calcaire avant de rencontrer une poche d'argile sous-jacente. Selon l'ampleur des terrassements, il est possible que le banc calcaire et certaines poches argileuses sous-jacentes soient purgés.

.../...

Variante Fondation :

Compte tenu des remblaiements à prévoir sur 3,00 m environ pour la plateforme basse du projet, si les charges sont modérées (<60-80 T ponctuelles), on pourrait envisager la création de **fondations établies sur substitution générale**.

Cette technique implique d'interposer entre le TN (*argile et/ou calcaire, avec purge au préalable de la terre végétale*) et l'assise des fondations une **plateforme de substitution épaisse de 1,00 m minimum**, constituées de 70 cm de blocage 0-200 mm puis de 30 cm de tout venant type 0-31,5 mm.

Un **cloutage*** des fonds de forme argileux les plus médiocres avec du brut de minage 0-300 mm sera localement nécessaire, notamment par temps humides.

**La réalisation du cloutage entraine un terrassement supplémentaire de l'ordre de 20 cm minimum.*

Cette plateforme devra présenter un débord de 1,00 m par rapport au bord extérieur des semelles.

Pour rattraper les niveaux escomptés, on pourra remblayer avec des épaisseurs de blocage plus importantes, sous réserve que les fondations soient bien assises sur des matériaux type 0/31,5 mm efficacement compactés (*pour ne pas avoir de petits tassements sous fondations notamment en cas d'éléments grossiers*).

Compte tenu de la pente du TN, on réalisera les plateformes de remblais en 0-200 mm avec redent, selon le principe de remblaiement illustré ci-dessous (de 1 à 4) :

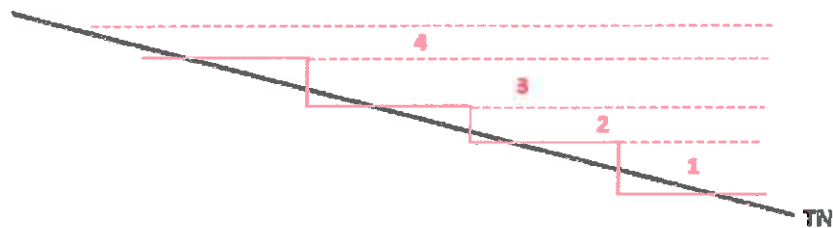


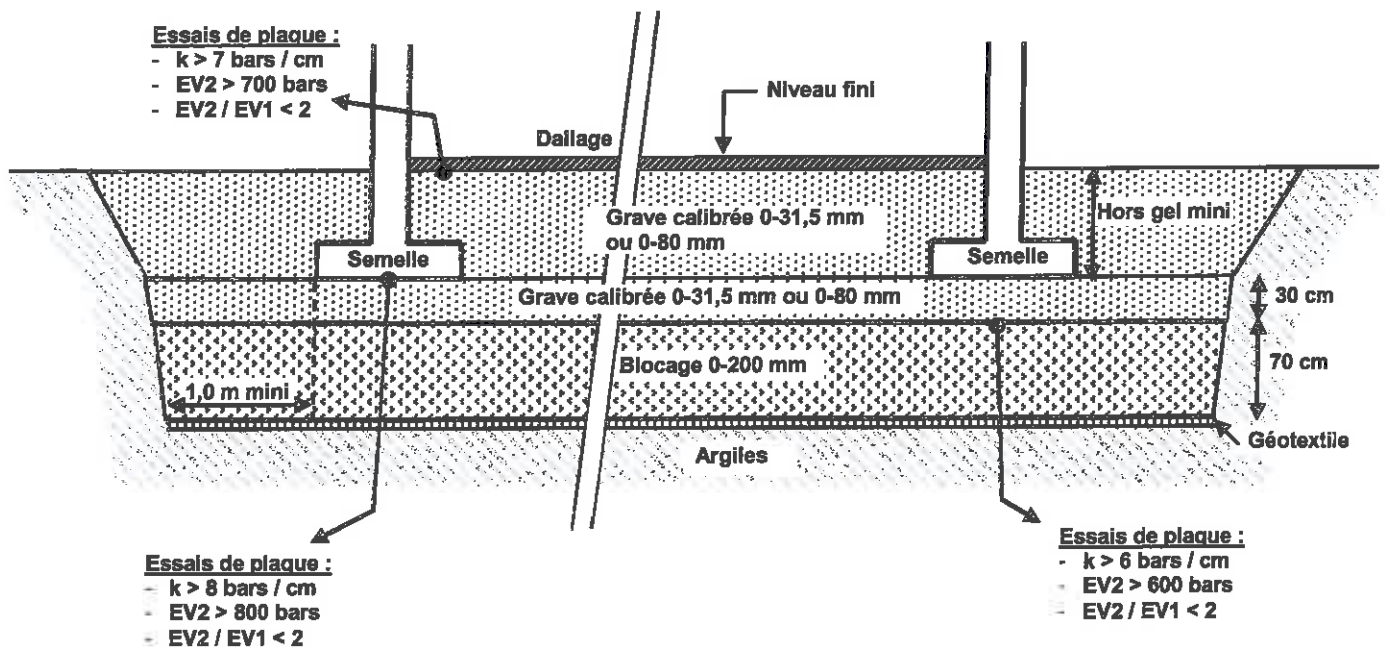
Schéma de principe du remblaiement

.../...

Des essais à la plaque réalisés au niveau de l'assise des fondations devront vérifier que :

$$k > 8 \text{ bars / cm}, EV2 > 800 \text{ bars avec } EV2 / EV1 < 2.$$

Si ces objectifs sont atteints, on pourra retenir pour des **semelles filantes ou isolées**, ainsi que pour des **massifs**, ancrés au hors gel dans la plateforme de substitution une contrainte admissible de **2 bars à l'ELS** pour des tassements inférieurs à 1 cm.



Fondations sur substitution générale (schéma de principe).

.../...

Dallages :**Solution de base : fondations au rocher**

Après décapage de la terre végétale et compactage du fond de forme, les dallages pourront être mises en place sur une plateforme constituée de :

- calcaire en place déstructuré au brise roche, épaisseur : 20-25 cm ;
ou bien matériaux de blocage type 0-200 mm, épaisseur 40 cm minimum (*en cas de fond de forme argileux*)
- grave calibrée type 0-31,5 mm, épaisseur minimum: 30 cm.

Des essais à la plaque vérifieront que :

$$k > 6 \text{ bars / cm, EV2} > 600 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Pour le dimensionnement des dallages, on prendra en compte un module $E_s = E_m/\alpha$ de :

- 70 à 150 bars dans les argiles ;
- 1000 à 1500 bars dans le rocher fracturé puis compact.

E_m : Module pressiométrique du sol

α : Coefficient rhéologique du sol

E_s : Module de déformation du sol ($E_s = E_m/\alpha$)

Solution variante : fondations sur substitution générale

Dans le cas de **fondation sur substitution générale**, le remblaiement est effectué à l'aide de grave calibrée 0-31,5 mm efficacement compactée jusqu'à la sous-face des dallages qui sont donc directement établis sur la substitution, après contrôle par des essais à la plaque.

Des essais à la plaque devront vérifier que :

$$k > 6 \text{ bars / cm, EV2} > 600 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

.../...

Voiries et parkings :

Après décapage de la terre végétale et compactage du fond de forme, les voiries légères et les parkings pourront être mises en place sur une plateforme constituée de :

- calcaire en place déstructuré au brise roche, épaisseur : 20-25 cm ;
ou bien matériaux de blocage type 0-200 mm, épaisseur 30 cm minimum (*en cas de fond de forme argileux*)
- grave calibrée type 0-31,5 mm, épaisseur minimum: 30 cm.

Des essais à la plaque vérifieront que :

$$k > 5 \text{ bars / cm, EV2} > 500 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Pour les éventuelles voiries lourdes, on portera le blocage à 40 cm (*en cas de fond de forme argileux*) on pourra rajouter une couche de 10 cm de grave traitée, et des essais à la plaque vérifieront que :

$$k > 6 \text{ bars / cm, EV2} > 600 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Remarque :

Que ce soit pour les voiries ou les dallages, en cas de fond de forme argileux étendu, il faudra prévoir des problèmes de portance et de traficabilité notamment en période pluvieuse. Il conviendra alors de recourir à la mise en œuvre d'un géotextile ou d'un cloutage (*avec du brut de minage*).

.../...

Classification sismique du sol :**PS 92 :**

- Zone sismique 0 : « sismicité négligeable mais non nulle » ;
- **Rocher**,
ou Sol du **Groupe B** : Sol argileux moyennement compact, sur **Rocher**.
- Site de **Classe S0** (*secteurs rocheux*) et **Classe S1** (*secteurs argileux*).

Eurocode 8 (Mai 2011) :

- Zone de **sismicité 3 modérée**, d'après le Nouveau Zonage Sismique ;
- Sol de **Classe A** : rocher recouvert par moins de 5 ml d'argile, **voire localement Classe E** : argiles de qualité faible à moyenne, sur plus de 5 ml, sur rocher, d'après l'Eurocode 8.

Les résultats sont synthétisés sur le plan joint en annexe.

La zone d'aléa moyen (en orange) représente la plus grande partie du site. Le substratum calcaire a été reconnu à faible profondeur. On note simplement quelques anomalies ponctuelles S1-S3-S4-S12-S14-S21-S30 et S33.

Ces anomalies sont très peu étendues car les sondages de vérification implantés à côté (S3b-S5b-S12b-S14b et S33b) ne les ont pas reconnus.

Le fond de la doline peut être classé en aléa fort (en rouge). Il s'agit des sondages S23A, S23B, S23C, S23D et S24 qui sont implantés au cœur de la dépression.

Nous restons à la disposition des concepteurs pour préciser et adapter nos conclusions.

B. NICEY / R.BIANCHI

DOCUMENTS ANNEXES

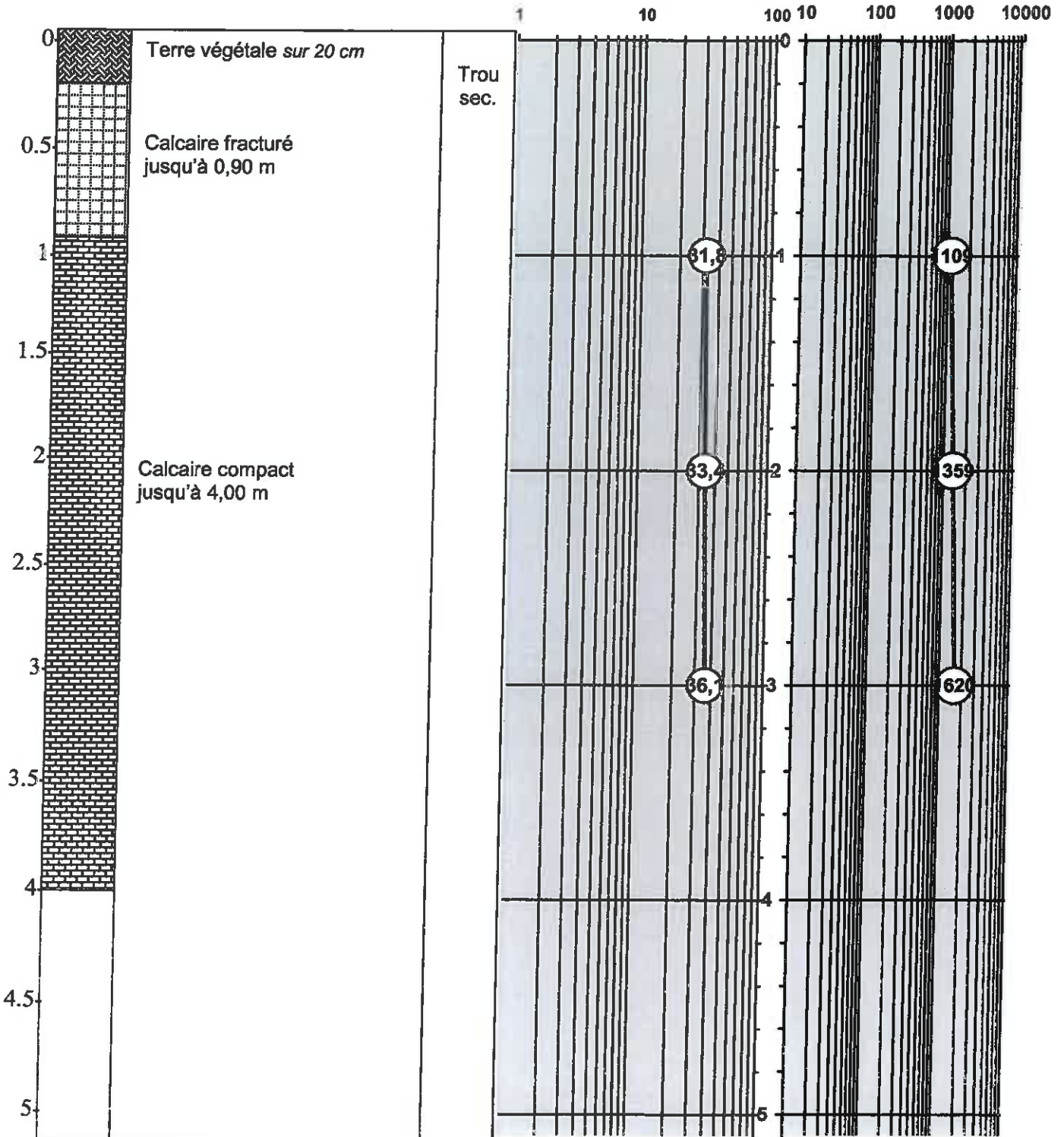
Dossier N° : 16681

Affaire : Unité de Broyage Bois 25-VILLERS SOUS MONTROND

Date : 01/02/2016

S 11

Prof. (m)	Nature du terrain	Eau	Pression limite Pl (bars)	Module pressiométrique E (bars)
-----------	-------------------	-----	---------------------------	---------------------------------



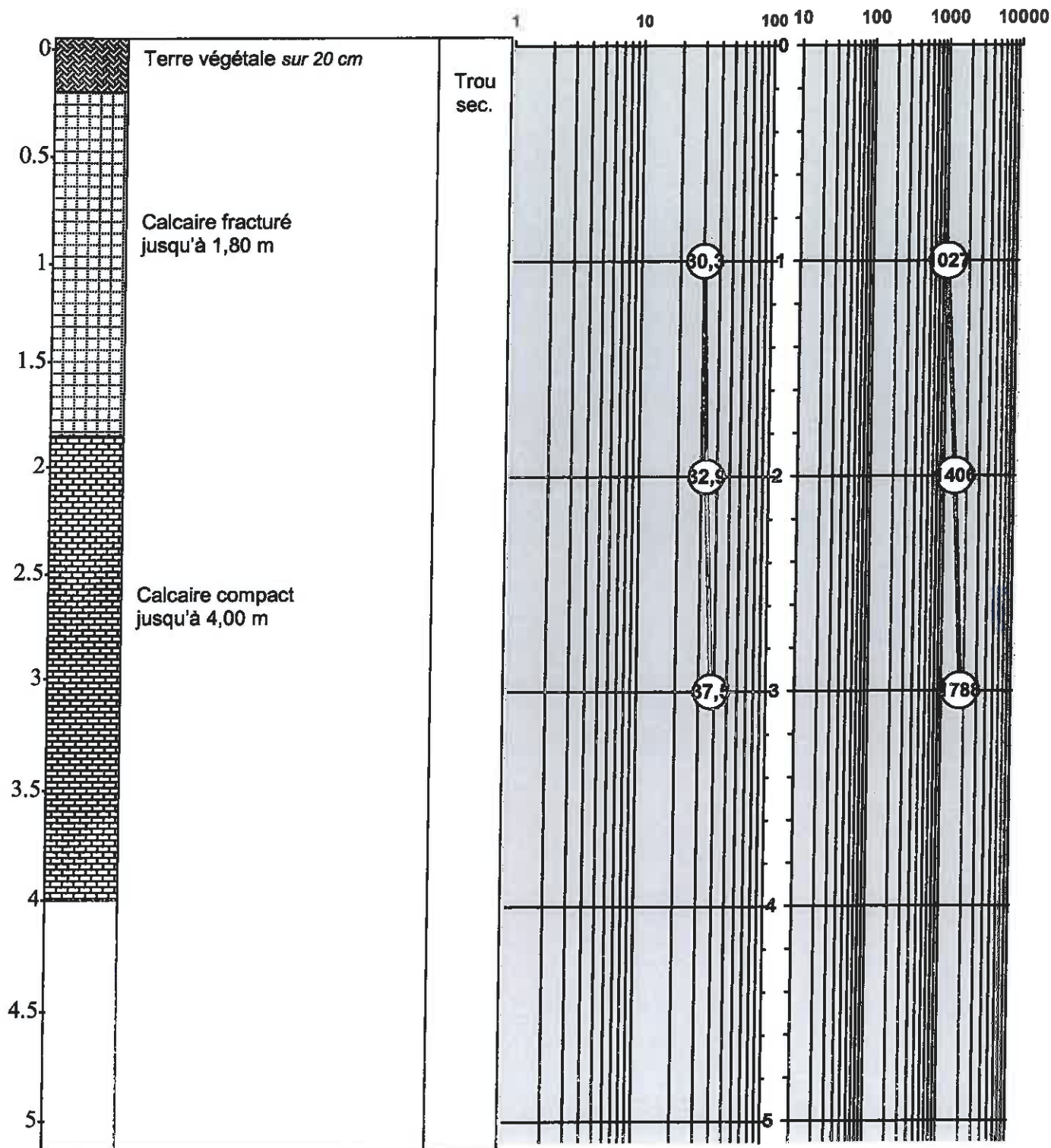
Dossier N° : 16681

Affaire : Unité de Broyage Bois 25-VILLERS SOUS MONTROND

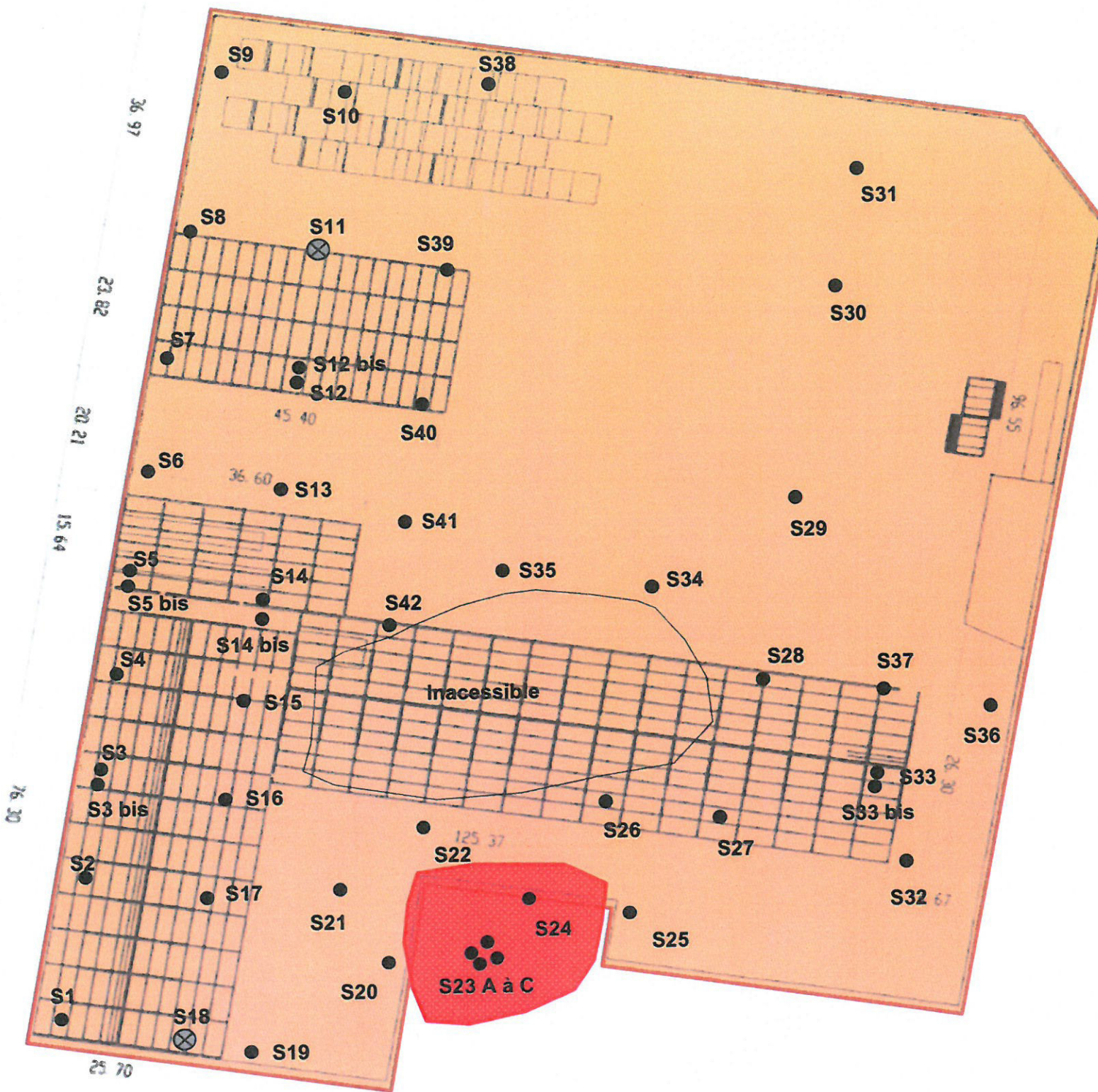
Date : 01/02/2016

S 18

Prof. (m)	Nature du terrain	Eau	Pression limite PI (bars)	Module pressiométrique E (bars)
-----------	-------------------	-----	---------------------------	---------------------------------



**Unité de Broyage Bois
Lieu-dit « Naglan »
25-VILLERS SOUS MONTROND**

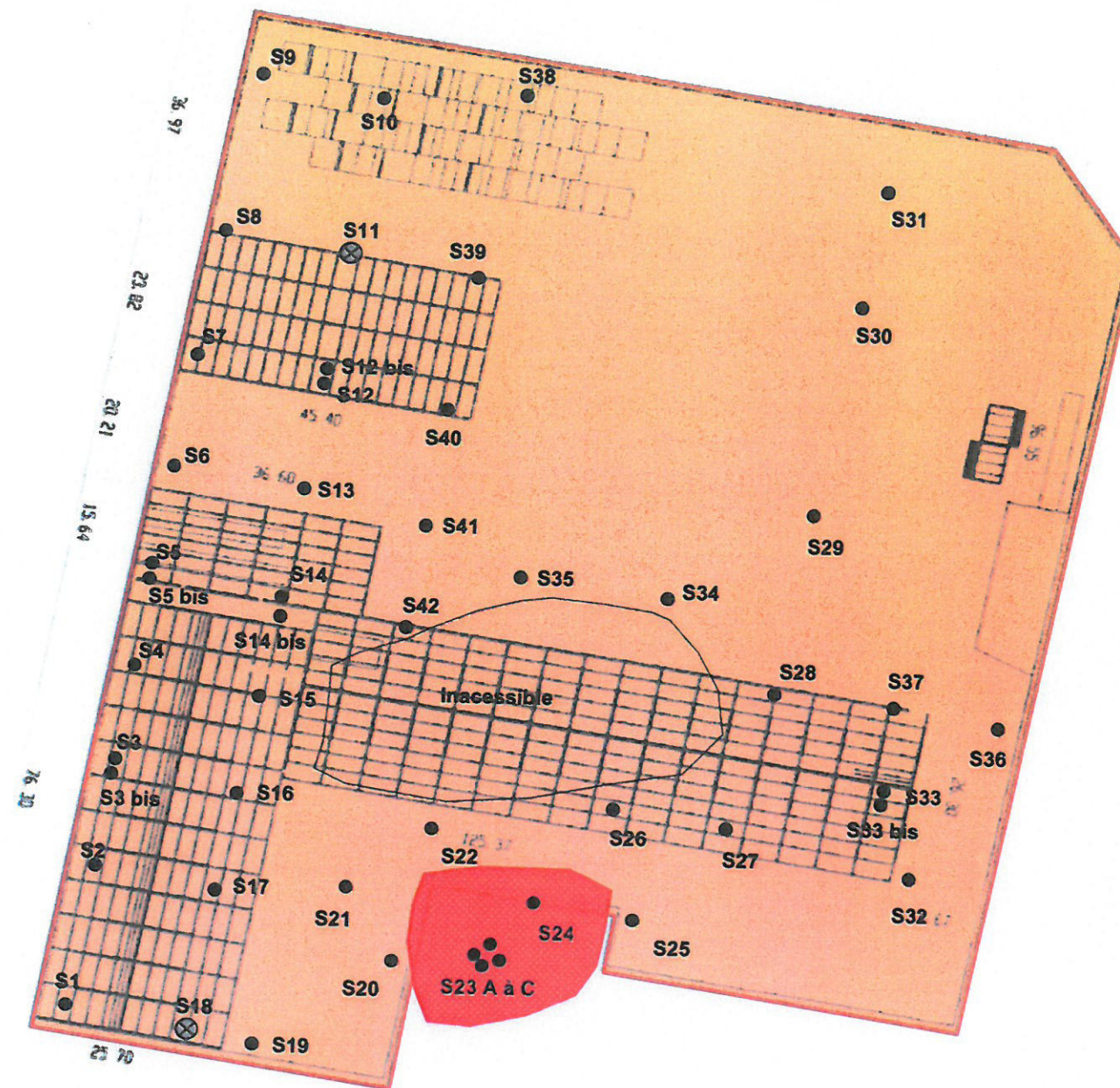


Echelle : 1 / 800

LEGENDE :

- **aléa moyen**
(petites poches ou fissures peu étendues
et passées argileuses dans le substratum calcaire)
- **aléa fort**
(doline)
- ⊗ sondage pressiométrique
- sondage géologique

Unité de Broyage Bois
 Lieu-dit « Naglan »
 25-VILLERS SOUS MONTROND



LEGENDE :

- **aléa moyen**
 (petites poches ou fissures peu étendues
 et passées argileuses dans le substratum calcaire)
- **aléa fort**
 (doline)
- ⊗ sondage pressiométrique
- sondage géologique

B 3 G 2

Bureau d'études de Géologie,
Géophysique et Géotechnique

AVANT-PROJETS-FONDATIONS-HYDROLOGIE-GEOPHYSIQUE-EXPERTISES

S.A.S. D'INGENIEURS CONSEILS
AU CAPITAL DE 10 000,00 EUROS

Saint Vit, le 29 Mars 2017

Notre Référence : RB/2017/16768

5.3 BÂTIMENT DE STOCKAGE SECHAGE FOURRAGES

Lieu-dit « Naglan »

25-VILLERS SOUS MONTROND

ETUDE GEOTECHNIQUE

Cette étude géotechnique de type G2 AVP (selon la norme NF P 94-500) a été réalisée à la demande et pour le compte de SARL VERGEY.

Elle a pour but de reconnaître la nature et les caractéristiques du terrain au droit du projet de création d'un bâtiment de stockage et de séchage de fourrages, en vue de déterminer :

- ses conditions d'adaptation au sol ;
- les structures des voiries.

GENERALITES

Le terrain est situé à côté de la carrière Bonnefoy, au lieu-dit « Naglan » au Nord de VILLERS SOUS MONTROND (25).

Il est actuellement occupé par des bois. Les sondages ont été réalisés sur les layons et chemins existants dans le bois afin de permettre de quadriller l'ensemble de la parcelle, avec un maillage de sondages plus serré sur l'emprise des bâtiments projetés.

Le terrain présente une pente générale de 10 % en direction du Sud et Sud-Est. Une doline est présente au Sud-Est de la parcelle et au Nord-Est (sur la propriété de M. Girard). Les constructions seront projetées à l'Ouest de la parcelle. En première étude il est prévu 2 niveaux de plateformes, pour s'adapter à la pente naturelle.



Vue aérienne

.../...

Géologiquement le proche sous-sol est constitué par des argiles d'altération qui recouvrent un substratum calcaire du Jurassique.

Ce substratum peut être affecté localement par des anomalies de type karstique (*poches ou fissures, remplies d'argiles ou non*).

Le projet comporte la création de 1 bâtiment industriel dont l'emprise et la superficie ne sont pas fixées à ce jour.

Les descentes de charges ne nous ont pas été communiquées. Elles devraient à priori être :

- **modérées** pour les petites structures type hangars (*<30-40 T ponctuelles*) ;
- **élevées** pour les zones de stockages et installations pour séchage (*>80 T ponctuelles et >2 T/m² pour les surcharges sur dallages*).

Le projet comportera également la création de voiries lourdes et légères devant les bâtiments.

Notre mission a comporté la réalisation de 50 sondages géologiques.

L'implantation de ces investigations est donnée sur le plan joint en annexe.

.../...

SONDAGES GEOLOGIQUES PRESSIOMETRE

Les sondages de reconnaissance géologique ont été réalisés en roto percussion Ø 89 mm à l'aide d'un Wagon drill et certains en Ø 64 mm à l'aide d'un atelier spécialisé GEO 205.

Les coupes sont établies à partir de la vitesse d'avancement de l'outil et de l'analyse des cuttings qui sont véhiculés par la circulation d'air.

A l'intérieur d'un de ces trous de forage nous avons procédé à des essais pressiométriques.

On notera principalement :

- En surface, 0,20 à 1,20 cm de **remblais** constitués d'enrobé, de tout-venant et blocs, et d'argile à cailloutis et débris divers.

- Ensuite, localement, des **argiles brunes, brun ocre à ocre à plus ou moins de cailloutis et blocs** ;

- Au-delà, le **substratum calcaire**, d'abord souvent **fracturé, puis compact**, qui présente des caractéristiques mécaniques **bonnes à très bonnes** :
 - Pression limite $P_l = 29,8$ à $34,2$ bars ;
 - Module pressiométrique $E = 1034$ à 1511 bars.

Ces sondages n'ont pas rencontré d'eau.

.../...

Nous n'avons pas dressé les coupes de chacun de ces sondages, mais les résultats ont été synthétisés dans les tableaux suivants, qui donnent pour chaque point l'épaisseur des matériaux argileux meubles, des calcaires fracturés et des calcaires compacts (*reconnus sur au moins 3 ml, voire davantage*).

Seul le sondage avec essais pressiométriques a été dressé (S22). Les résultats sont présentés sur la fiche jointe en annexe.

N° de sondage	Argile	Calcaire fracturé	Calcaire compact
S1	0,00 à 1,50 m -	1,50 à 1,90 m 3,40 à 4,50 m	1,90 à 3,40 m 4,50 à 5,50 m
S2	0,00 à 0,70 m	0,70 à 1,00 m	1,00 à 3,80 m
S3	0,00 à 0,40 m -	- 2,30 à 3,50 m	0,40 à 2,30 m 3,50 à 4,10 m
S4	0,00 à 1,50 m -	1,50 à 2,60 m <i>(très fracturé)</i> 3,80 à 4,30 m	2,60 à 3,80 m 4,30 à 4,70 m
S5	0,00 à 1,00 m	-	1,00 à 4,00 m
S6	0,00 à 2,80 m	2,80 à 4,70 m <i>(très altéré)</i>	4,70 à 6,00 m
S7	0,00 à 0,70 m	-	0,70 à 3,70 m
S8	0,00 à 0,80 m -	0,80 à 1,00 m 3,00 à 4,80 m	1,00 à 3,00 m 4,80 à 5,00 m
S9	0,00 à 0,40 m 3,10 à >9,10 m	0,40 à 3,10 m -	- -
S10	0,00 à 0,70 m	0,70 à 1,10 m	1,10 à 3,70 m
S11	0,00 à 0,50 m 1,20 à 2,80 m	- 2,80 à 3,50 m	0,50 à 1,20 m 3,50 à 5,80 m
S12	0,00 à 4,30 m	4,30 à 4,60 m	4,60 à 7,30 m
S13	0,00 à 0,40 m -	- 2,00 à 4,80 m <i>(très fracturé)</i>	0,40 à 2,00 m -
S14	0,00 à 0,60 m -	0,60 à 1,70 m 3,80 à 4,50 m	1,70 à 3,80 m 4,50 à 4,90 m
S15	0,00 à 0,40 m - -	0,40 à 0,70 m 1,30 à 1,60 m 2,60 à 2,90 m	0,70 à 1,30 m 1,60 à 2,60 m 2,90 à 3,50 m
S16	0,00 à 0,40 m -	0,40 à 0,70 m 1,60 à 1,80 m	0,70 à 1,60 m 1,80 à 3,50 m
S17	0,00 à 1,00 m	1,00 à 1,60 m	1,60 à 4,00 m

.../...

N° de sondage	Argile	Calcaire fracturé	Calcaire compact
S18	0,00 à 1,00 m 2,00 à 5,10 m	1,00 à 1,40 m -	1,40 à 2,00 m 5,10 à 8,30 m
S19	0,00 à 1,20 m -	1,20 à 4,00 m 5,30 à 6,00 m	4,00 à 5,30 m 6,00 à 7,00 m
S20	0,00 à 0,70 m - 3,70 à 5,60 m	- 1,40 m à 3,70 m -	0,70 à 1,40 m - 5,60 à 8,70 m
S21	0,00 à 0,70 m	0,70 à 2,80 m	2,80 m à 4,00 m
S22	0,00 à 0,80 m	0,80 à 2,40 m	2,40 à 4,10 m
S23	0,00 à 0,80 m -	0,80 à 1,00 m 1,80 à 2,10 m	1,00 à 1,80 m 2,10 à 3,90 m
S24	0,00 à 0,60 m	-	0,60 à 3,70 m
S25	0,00 à 3,50 m	3,50 à 4,50 m	4,50 à 7,00 m
S26	0,00 à 1,90 m	1,90 à 2,30 m	2,30 à 4,90 m
S27	0,00 à 1,80 m	1,80 à 2,70 m	2,70 à 4,80 m
S28	0,00 à 3,80 m (Remblais et argile)	3,80 à 4,10 m	4,10 à 6,80 m
S29	0,00 à 3,80 m (Remblais et argile) -	3,80 à 4,10 m 6,60 à 7,00 m	4,10 à 6,60 m 7,00 à 7,90 m
S30	0,00 à 3,60 m (Remblais et argile)	3,60 à 4,20 m	4,20 à 6,70 m
S31	0,00 à 5,50 m (Remblais et argile) 7,00 à >9,80 m	5,50 à 7,00 m -	-
S32	0,00 à 4,00 m	4,00 à 7,30 m	7,30 à 9,10 m
S33	0,00 à 3,00 m -	3,00 à 4,50 m 5,00 à 6,80 m	4,50 à 5,00 m -
S34	0,00 à 0,70 m	0,70 à 2,40 m	2,40 à 4,60 m
S35	0,00 à 1,00 m 4,00 à 4,90 m	1,00 à 4,00 m -	- 4,90 à 6,00 m
S36	0,00 à 0,80 m	0,80 à 1,70 m	1,70 à 3,80 m
S37	0,00 à 0,70 m	0,70 à 1,20 m	1,20 à 3,70 m
S38	0,00 à >8,90 m	-	-
S39	0,00 à 2,90 m Cavité 2,90 à 4,80 m 4,80 à >4,90 m	-	-

.../...

N° de sondage	Argile	Calcaire fracturé	Calcaire compact
S40	0,00 à 12,30 m 13,00 à >15,00 m	-	12,30 à 13,00 m -
S41	0,00 à 3,80 m	3,80 à 4,20 m	4,20 à 6,30 m
S42	0,00 à 5,00 m	5,00 à 5,30 m	5,30 à 7,80 m
S43	0,00 à 0,80 m	0,80 à 1,00 m	1,00 à 3,80 m
S44	0,00 à 0,60 m	0,60 à 0,80 m	0,80 à 3,70 m
S45	0,00 à > 10,00 m	-	-
S46	0,00 à 1,90 m	1,90 à 2,10 m	2,10 à 4,90 m
S47	0,00 à 2,80 m (Remblais et argile)	-	2,80 à 5,90 m
S48	0,00 à 2,80 m (Remblais et argile)	2,80 à 3,00 m	3,00 à 5,80 m
S49	0,00 à 1,70 m (Remblais et argile)	1,70 à 2,00 m	2,00 à 4,70 m (passages fracturés)
S50	0,00 à 2,80 m (Remblais et argile)	2,80 à 4,60 m	4,60 à 5,80 m

.../...

CONCLUSIONS

Les résultats des sondages et essais précédents ont mis en évidence la présence du **substratum calcaire** généralement à moins de 1,00 à 2,00 m de profondeur

Quelques poches ou fissures profondes d'argiles ont été rencontrées **localement**, mais **semblent d'extensions limitées** (*sondages bis réalisés à proximité sans anomalies*).

Ce substratum calcaire présente de **bonnes à très bonnes** caractéristiques mécaniques, et sera apte à recevoir les fondations du projet.

Dans un tel substratum, d'autres **anomalies de type karstique** (*poches ou fissures, remplies ou non d'argiles*), pourraient ponctuellement être mises à jour.

Terrassements des pleines masses :

Le site se présentera en deux niveaux de plateformes. L'essentiel de l'unité est projetée sur la plateforme basse, dont son niveau sera adapté au TN actuel. La plateforme haute nécessitera de remblayer le terrain.

Cela entrainera des terrassements de l'ordre de 1,00 à 2,00 m environ, et des remblaiements de l'ordre de 2-3 m pour mise à niveau de la plateforme haute, selon les informations qui nous ont été transmises.

Les terrassements dans les argiles pourront être réalisés par des moyens traditionnels suffisamment puissants.

En revanche, l'utilisation de matériels d'extraction de forte puissance et de moyens spécifiques (brise roche par exemple...) sera nécessaire pour l'extraction des terrains calcaires.

Les matériaux calcaires extraits pourront être réutilisés en blocage, à condition d'être propres (*sans argiles*) et suffisamment bien triés ($\varnothing < 300 \text{ mm}$).

.../...

Dans les matériaux meubles argileux, les talus provisoires devront être couchés avec une pente Horizontal / Vertical de 1 / 1.

Dans le rocher compact ou fracturé, les talus pourront être sub-verticaux, à condition de purger les blocs instables.

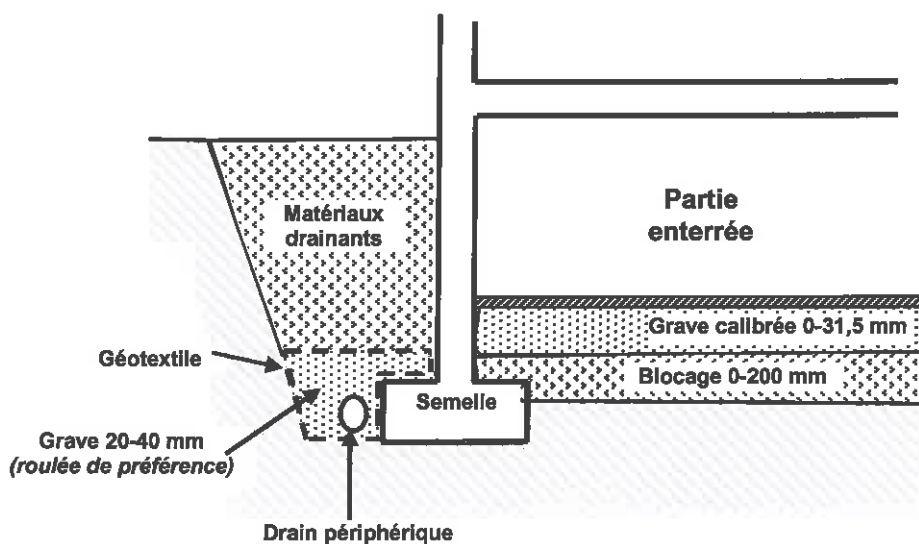
Les hauteurs des talus devraient être limités et ne pas dépasser 3 m, ce qui permettra de s'affranchir d'éventuels confortements sub-verticaux type parois cloutées pour des terrassements de grande ampleur dans des zones argileuses étendues.

Il sera nécessaire de respecter les précautions suivantes :

- Bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier.
- Éviter toutes surcharges même temporaires en amont des talus.

Les murs enterrés devront être réalisés comme des murs de soutènement.

Les parties enterrées du projet devront être ceinturées par un dispositif drainant.



Drainage périphérique des parties enterrées (schéma de principe).

.../...

D'un point de vue géotechnique le remblaiement des dolines est envisageable. On évitera de diriger les eaux pluviales au sein de la doline notamment pour ne pas réactiver des anomalies karstiques profondes (*entraînement des fines en profondeur provoquant des affaissements en surface même pour des zones non chargées telles que espaces verts, parkings...*).

Redent et mitoyenneté :

Il conviendra de respecter une pente maximale de 3 / 2 entre les fondations descendues à des niveaux différents et/ou entre les fondations et les talus, notamment vis-à-vis des fondations projetées en partie haute en bordure de plateforme.

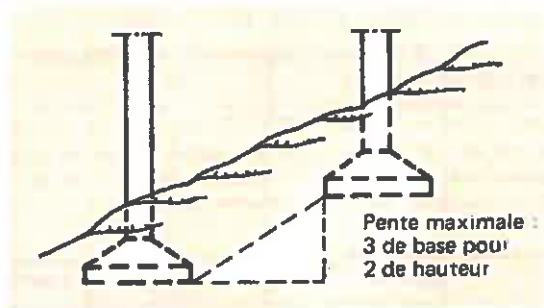


Schéma de principe

Une autre solution serait que des murs de soutènements soient dimensionnés pour recevoir les charges des fondations des bâtiments directement implantés en contrehaut.

.../...

Fondation de la structure :

Au vu de cette analyse, on peut retenir un mode de fondation par des **semelles ou massifs**, ancrés de **20 cm** dans le **substratum calcaire compact**, et de **30 cm** dans le **calcaire fracturé**.

On respectera au minimum la cote hors gel.

On pourra prendre en compte une contrainte admissible de **5 bars** à l'ELS, avec des déformations négligeables ($< 1 \text{ cm}$).

Les **anomalies et sur-profondeurs argileuses localisées**, telle que celles qui ont été repérées, devront être purgées et substituées par un gros béton, ou bien, en fonction de leur géométrie, nécessiter le recours à des **adaptations de structure spéciales** (*pontage, porte à faux etc.*), ancrées de part et d'autre au rocher.

A titre indicatif, les horizons qui peuvent servir d'ancrage ont été notés en gras dans les tableaux des pages précédentes.

Les **lignes grisées** correspondent aux **anomalies rencontrées**. Ces *anomalies argileuses assez profondes ont été repérées de manière éparse sur l'emprise du projet, et restent à priori d'extension assez limitée (sondages réalisés à proximité sans anomalies)*.

.../...

Variante Fondation :

Compte tenu des remblaiements à prévoir sur 3,00 m environ pour la plateforme haute du projet, si les charges sont modérées (<60-80 T ponctuelles), on pourrait envisager la création de fondations établies sur substitution générale.

Cette technique implique d'interposer entre le TN (*argile et/ou calcaire, avec purge au préalable de la terre végétale*) et l'assise des fondations une **plateforme de substitution épaisse de 1,00 m minimum**, constituées de 70 cm de blocage 0-200 mm puis de 30 cm de tout venant type 0-31,5 mm.

Un cloutage* des fonds de forme argileux les plus médiocres avec du brut de minage 0-300 mm sera localement nécessaire, notamment par temps humides.

**La réalisation du cloutage entraine un terrassement supplémentaire de l'ordre de 20 cm minimum.*

Cette plateforme devra présenter un débord de 1,00 m par rapport au bord extérieur des semelles.

Pour rattraper les niveaux escomptés, on pourra remblayer avec des épaisseurs de blocage plus importantes, sous réserve que les fondations soient bien assises sur des matériaux type 0/31,5 mm efficacement compactés (*pour ne pas avoir de petits tassements sous fondations notamment en cas d'éléments grossiers*).

Compte tenu de la pente du TN, on réalisera les plateformes de remblais en 0-200 mm avec redent, selon le principe de remblaiement illustré ci-dessous (de 1 à 4) :

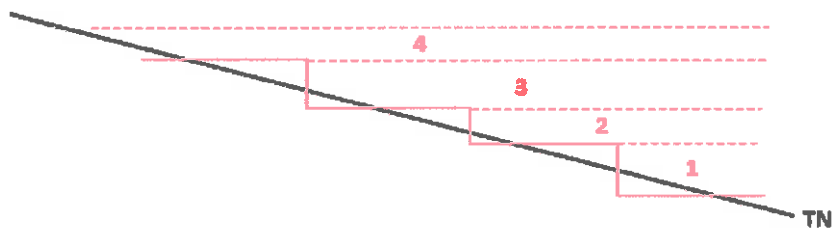


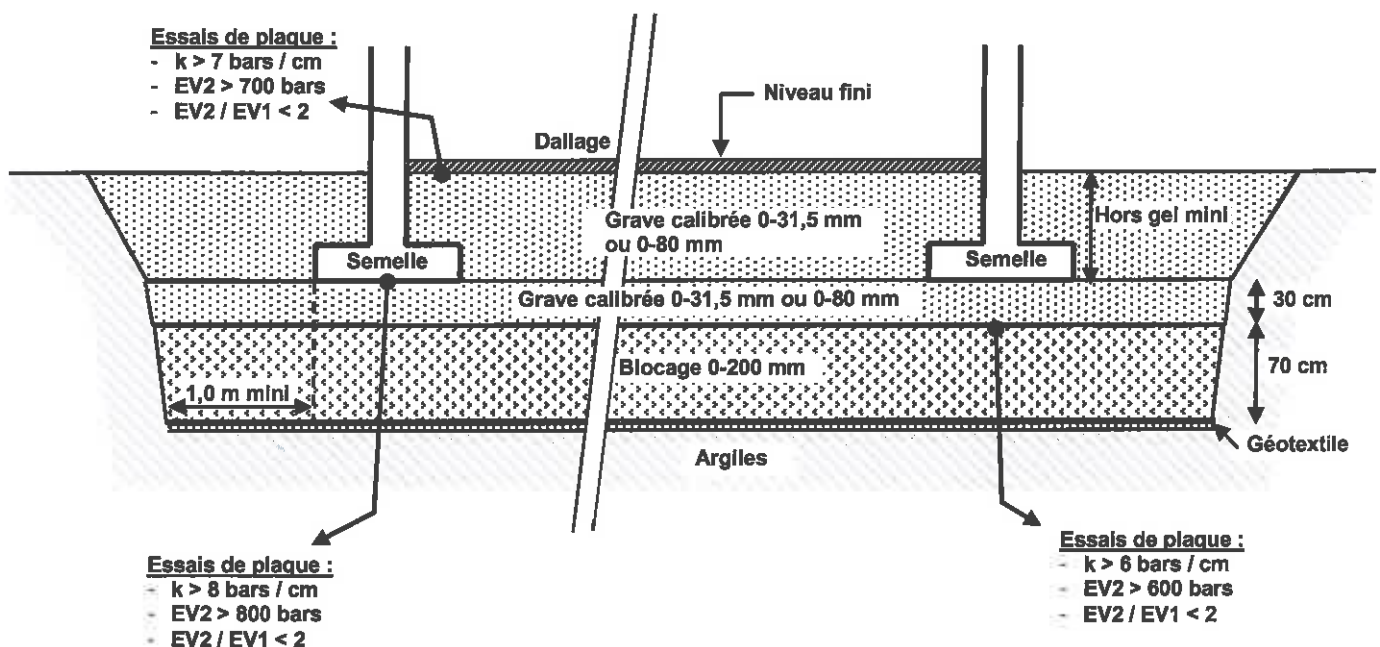
Schéma de principe du remblaiement

.../...

Des essais à la plaque réalisés au niveau de l'assise des fondations devront vérifier que :

$$k > 8 \text{ bars / cm, EV2} > 800 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Si ces objectifs sont atteints, on pourra retenir pour des **semelles filantes ou isolées**, ainsi que pour des **massifs**, ancrés au hors gel dans la plateforme de substitution une contrainte admissible de **2 bars à l'ELS** pour des tassements inférieurs à 1 cm.



Fondations sur substitution générale (schéma de principe).

.../...

Dallages :

Solution de base : fondations au rocher

Après décapage de la terre végétale et compactage du fond de forme, les dallages pourront être mises en place sur une plateforme constituée de :

- calcaire en place déstructuré au brise roche, épaisseur : 20-25 cm ;
ou bien matériaux de blocage type 0-200 mm, épaisseur 40 cm minimum (*en cas de fond de forme argileux*)
- grave calibrée type 0-31,5 mm, épaisseur minimum: 30 cm.

Des essais à la plaque vérifieront que :

$$k > 6 \text{ bars / cm, EV2} > 600 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Pour le dimensionnement des dallages, on prendra en compte un module $E_s = E_m/\alpha$ de :

- 70 à 150 bars dans les argiles ;
- 1000 à 1500 bars dans le rocher fracturé puis compact.

E_m : Module pressiométrique du sol

α : Coefficient rhéologique du sol

E_s : Module de déformation du sol ($E_s = E_m/\alpha$)

Solution variante : fondations sur substitution générale

Dans le cas de **fondation sur substitution générale**, le remblaiement est effectué à l'aide de grave calibrée 0-31,5 mm efficacement compactée jusqu'à la sous-face des dallages qui sont donc directement établis sur la substitution, après contrôle par des essais à la plaque.

Des essais à la plaque devront vérifier que :

$$k > 6 \text{ bars / cm, EV2} > 600 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

.../...

Voiries et parkings :

Après décapage de la terre végétale et compactage du fond de forme, les voiries légères et les parkings pourront être mises en place sur une plateforme constituée de :

- calcaire en place déstructuré au brise roche, épaisseur : 20-25 cm ;
ou bien matériaux de blocage type 0-200 mm, épaisseur 30 cm minimum (*en cas de fond de forme argileux*)
- grave calibrée type 0-31,5 mm, épaisseur minimum: 30 cm.

Des essais à la plaque vérifieront que :

$$k > 5 \text{ bars / cm, EV2} > 500 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Pour les éventuelles voiries lourdes, on portera le blocage à 40 cm (*en cas de fond de forme argileux*) on pourra rajouter une couche de 10 cm de grave traitée, et des essais à la plaque vérifieront que :

$$k > 6 \text{ bars / cm, EV2} > 600 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Remarque :

Que ce soit pour les voiries ou les dallages, en cas de fond de forme argileux étendu, il faudra prévoir des problèmes de portance et de traficabilité notamment en période pluvieuse. Il conviendra alors de recourir à la mise en œuvre d'un géotextile ou d'un cloutage (*avec du brut de minage*).

.../...

Classification sismique du sol :

PS 92 :

- Zone sismique 0 : « sismicité négligeable mais non nulle » ;
- **Rocher**,
ou Sol du **Groupe B** : Sol argileux moyennement compact, sur **Rocher**.
- Site de **Classe S0** (*secteurs rocheux*) et **Classe S1** (*secteurs argileux*).

Eurocode 8 (Mai 2011) :

- Zone de **sismicité 3 modérée**, d'après le Nouveau Zonage Sismique ;
- Sol de **Classe A** : rocher recouvert par moins de 5 ml d'argile, **voire localement Classe E** : argiles de qualité faible à moyenne, sur plus de 5 ml, sur rocher, d'après l'Eurocode 8.

Les résultats sont synthétisés sur le plan joint en annexe.

La zone d'aléa moyen (en orange) représente la plus grande partie du site. Le substratum calcaire a été reconnu à faible profondeur. On note simplement quelques anomalies ponctuelles S20-S31 -S45.

Ces anomalies sont généralement très peu étendues car les sondages de vérification implantés à côté ne les ont pas reconnus.

La zone des sondages S38-S39-S40 où ont été rencontrées une cavité et de profondes poches argileuses peut être classée en aléa fort (en rouge). Les zones de dolines peuvent également être classées en aléa fort, notamment le cœur de dépression.

Nous restons à la disposition des concepteurs pour préciser et adapter nos conclusions.

B. NICEY / R.BIANCHI

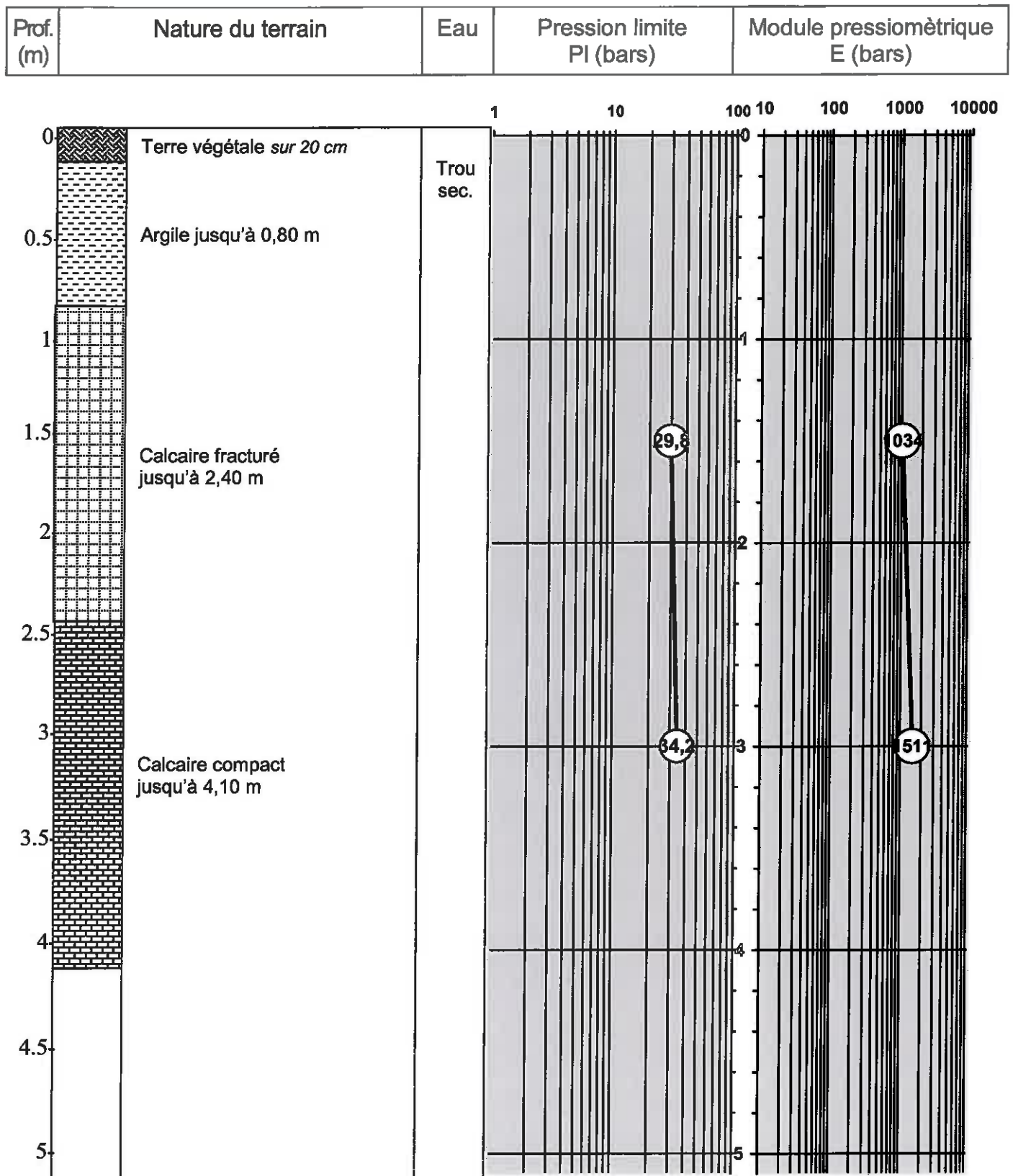
DOCUMENTS ANNEXES

Dossier N° : 16681

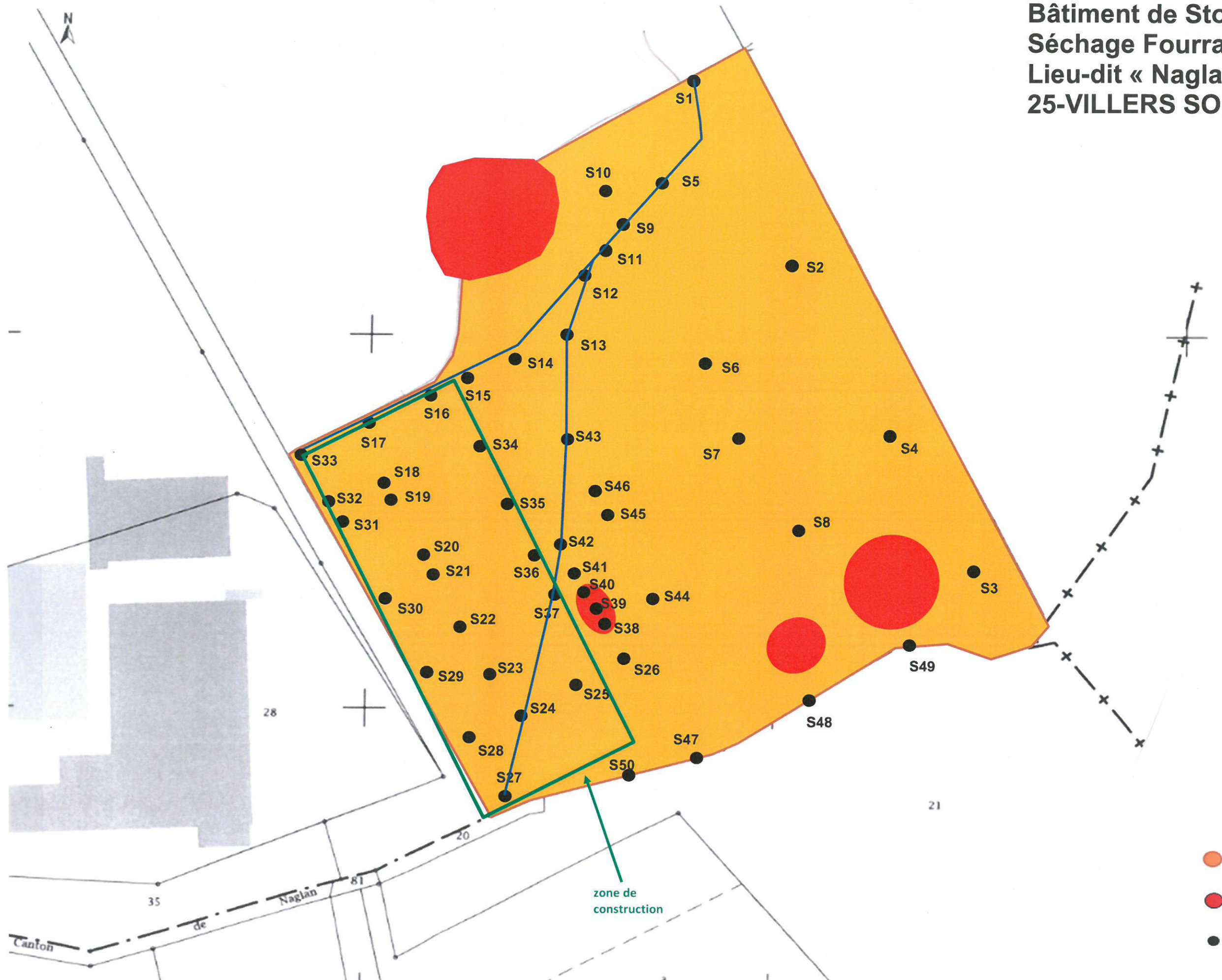
Affaire Séchage Fourrages 25-VILLERS SOUS MONTROND

Date : 01/02/2016

S 22



**Bâtiment de Stockage
Séchage Fourrage
Lieu-dit « Naglan »
25-VILLERS SOUS MONTROND**



LEGENDE :
Schéma

- aléa moyen
- aléa fort (doline)
- sondage géologique