



## SOL CONCEPT

Agence Durance : Rue Louis Auguste Blanqui - ZA les Blâches Gombert  
04160 CHÂTEAU ARNOUX / Tél : 04 92 32 12 18 - Fax : 04 92 32 11 25  
Ag. Drôme & s. social : La Cour - 26310 MISCON / Tél : 04 75 21 51 20

[solconcept@wanadoo.fr](mailto:solconcept@wanadoo.fr)

[www.solconcept.fr](http://www.solconcept.fr)

Monsieur le Maire  
Mairie de Villars-Colmars  
04370 VILLARS-COLMARS

**Date :** 31 décembre 2014

**Affaire :** Création d'une zone d'activités  
Villars-Colmars

**N. Ref. :** 6921

**Étude géotechnique**  
**Création d'une zone d'activités**  
**Villars-Colmars (04)**

**Cadre de la mission selon la norme NF P94-500 :** G1 (étude préliminaire de site)

**Maître d'ouvrage :** Mairie de Villars-Colmars  
**Intervenant :** AUAD - M. Gassa

**Devis :** 3 décembre 2014  
**Commande :** 16 décembre 2014  
**Visites / Sondages :** 22 et 23 décembre 2014  
**Relecture :** A.-B. MARAND  
**Auteur :** G.H. DUCREUX

**Diffusion :** Mairie de Villars-Colmars ..... 1 exemplaire + 1 pdf par mèl  
AUAD - M. Gassa ..... 1 pdf par mèl  
*Autres diffusions aux soins du client*

*Nombre de pages : 24 + annexes*

## Sommaire

<b>Conditions générales d'exploitation de nos rapports .....</b>	<b>3</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Finalité des études - Méthodes utilisées .....</b>	<b>5</b>
<i>1.1. Buts de l'étude .....</i>	<i>5</i>
<i>1.2. Moyens utilisés .....</i>	<i>5</i>
<i>1.3. Démarche .....</i>	<i>6</i>
<i>1.4. Conventions utilisées dans ce rapport .....</i>	<i>6</i>
<b>2. Le site .....</b>	<b>7</b>
<i>2.1. Situation .....</i>	<i>7</i>
<i>2.2. Topographie .....</i>	<i>7</i>
<i>2.3. Géologie générale .....</i>	<i>9</i>
<i>2.4. Hydrogéologie - Hydrologie .....</i>	<i>9</i>
<i>2.5. Risques naturels .....</i>	<i>11</i>
<b>3. Le projet .....</b>	<b>11</b>
<i>3.1. Description .....</i>	<i>11</i>
<i>3.2. Charges .....</i>	<i>11</i>
<b>4. Investigations - Interprétation .....</b>	<b>12</b>
<i>4.1. Relevés de terrain .....</i>	<i>12</i>
<i>4.2. Sondages au tracto-pelle .....</i>	<i>12</i>
<i>4.3. Sondages au pénétromètre dynamique .....</i>	<i>14</i>
<i>4.4. Interprétation : géologie locale .....</i>	<i>15</i>
<b>5. Faisabilité - Principes généraux d'adaptation au terrain .....</b>	<b>16</b>
<b>6. Essais de laboratoire - Classification GTR .....</b>	<b>17</b>
<b>7. Voirie .....</b>	<b>18</b>
<b>8. Sondages à la tarière et essais de perméabilité .....</b>	<b>18</b>
<i>8.1. Sondages .....</i>	<i>18</i>
<i>8.2. Résultats des essais .....</i>	<i>19</i>
<b>9. Faisabilité d'infiltration à la parcelle .....</b>	<b>19</b>
<b>10. Faisabilité des bassins de rétention paysagère .....</b>	<b>20</b>

## Conditions générales d'exploitation de nos rapports

Le bureau d'études de sols « SOL CONCEPT » intervient sur la base d'une proposition de prestation portant sur une mission définie par un devis. Toute demande d'une mission complémentaire doit faire l'objet d'une nouvelle négociation.

*Le non-respect des indications et recommandations suivantes dégagerait contractuellement la responsabilité de notre bureau d'études :*

1 - Le présent rapport et ses annexes constituent un ensemble indissociable. Il est basé sur les renseignements concernant le projet qui nous ont été remis au moment de notre étude (voir détails des documents fournis).

2 - Les conclusions du rapport ne peuvent pas être utilisées pour une forfaitisation du prix des fondations du fait des risques d'hétérogénéité soit naturelle, soit artificielle des sols.

**3 - 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 en conséquence être portées à notre connaissance. Selon l'importance de ces modifications, un nouveau devis d'étude pourra être adressé au client.**

4 - Le niveau d'eau noté dans le rapport (ou l'absence d'eau) correspond à l'état trouvé à la date de notre intervention. Il ne reflète pas obligatoirement le niveau maximum. Il appartient à l'équipe de conception de se renseigner auprès des services compétents sur les fluctuations possibles de ce niveau.

5 - La norme NF P94-500 précise le contenu et les limites des missions types d'ingénierie géotechnique ainsi que leur enchaînement au cours de la conception, de la réalisation et de la vie d'un aménagement de sites ou d'un ouvrage afin de contribuer à la maîtrise des risques liés aux aléas géologiques. La portée de notre mission ne peut être étendue au-delà de la classe de la mission définie, ni sortir des objectifs présentés dans le présent rapport. La non-réalisation d'investigations complémentaires préconisées par le rapport pour entériner ses conclusions rendrait invalides ces dernières.

6 - Les éléments nouveaux mis en évidence en cours de travaux et qui n'auraient pu être détectés au moment de la reconnaissance - venues d'eau, rabattement de nappe, hétérogénéité locale, cavités naturelles ou artificielles, etc. doivent nous être immédiatement signalés pour étudier les adaptations nécessaires.

7 - L'étude des sols est basée sur un nombre limité de sondages, accepté par le client lors de la commande de l'étude. L'interpolation des résultats entre sondages ne peut être garantie. Une adaptation du projet de fondations en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut nous être en aucun cas reprochée. Nous restons cependant à la disposition du maître d'ouvrage pour une intervention concernant ces problèmes. **Toute intervention après remise du rapport fera l'objet d'un devis spécifique de la part de Sol Concept.**

8 - En cas de fondations profondes, par pieux, puits ou barrettes, et si l'assise de celles-ci se trouvait être à une distance en profondeur de moins de 7 diamètres (avec un minimum de 5 mètres) au-dessus de la profondeur reconnue, un sondage de contrôle devra obligatoirement être réalisé pour respecter les termes du DTU 13-2.

9 - En cas de mise en œuvre de méthodes de battage - palplanches, pieux battus, colonnes ballastées par pilonnage, etc. - ou en cas d'utilisation de brise-roche ou d'explosifs, il appartient à l'entreprise de s'assurer que ses travaux ne seront pas susceptibles de provoquer des désordres dans les constructions voisines.

10 - Il est recommandé au maître d'œuvre, au maître d'ouvrage ou à l'entreprise de charger un spécialiste d'une mission d'assistance. Dans ce cadre, il sera procédé au moment de l'ouverture des fouilles à un contrôle. Ce contrôle a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur des niveaux de fondations sont conformes aux données du rapport. Cette prestation fera l'objet d'une facturation en sus.

11 - Talus et décaissements : lorsque, au cours d'une étude géotechnique pour définition de fondations, il apparaît que des problèmes de stabilité de talus avant ou après terrassement sont à prendre en compte, le bureau d'études donnera des principes généraux de confortement. Il ne pourra être tenu pour responsable en cas d'éboulement ou glissement au cours des travaux si aucune étude spécifique complémentaire ne lui a été demandée. En particulier, on ne pourra lui reprocher une absence de définition de phasage des travaux si cela ne faisait pas partie de sa mission.

12 - Les missions d'ingénierie géotechnique ne couvrent pas les études relatives à la pollution des terrains.

## Résumé

*(Ce résumé ne saurait remplacer le corps du rapport qui devra être pris en compte dans son intégralité)*

L'étude géotechnique préliminaire concernant la faisabilité d'une zone d'activités, pour le compte de la commune, à Villars-Colmars (04) a mis en évidence :

- ◆ Des formations de pente recouvrant des marnes en partie amont du site.
- ◆ Des alluvions graveleuses du Verdon en partie est du site, recouvrant des marnes (profondes).
- ◆ Une zone de transition correspondant au raccord entre les formations de pente amont, des alluvions torrentielles apportées par les *ravins des Clots et de Rioufleyran* et les alluvions du Verdon.

En phase esquisse, on peut envisager globalement des fondations superficielles encastrées dans les alluvions graveleuses compactes en partie est, et des radiers ou fondations sur substitution dans les autres parties du terrain.

*Des études ponctuelles de type G2 seront nécessaires pour les ouvrages à construire.*

La perméabilité des terrains permettra la réalisation des bassins de rétention paysagère en partie basse du site et une infiltration à la parcelle sur certains lots (zone est).

Pour les voiries, on prévoira un décapage des sols de surface en partie est, et une couche support de substitution pour le reste du terrain.

On notera que la partie sud-ouest du site se trouve à la confluence de deux ravins et que sur toute la partie ouest du projet un fort ruissellement et des circulations d'eau souterraines peuvent se produire.

Une parfaite maîtrise des eaux est indispensable sur l'ensemble du site.

L'ingénierie géotechnique réalisée pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire doit suivre l'enchaînement des missions décrites dans la norme NF P 94-500.

## 1. Finalité des études - Méthodes utilisées

### 1.1. Buts de l'étude

Il s'agissait de réaliser une étude géotechnique préliminaire pour la faisabilité d'une zone d'activités, pour le compte de la commune, à Villars-Colmars (04), et de déterminer dans le cadre de la norme NF P94-500 :

- la nature du sous-sol ;
- un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques (mission G1) ;
- les dispositions générales à prendre pour les voiries ;
- la perméabilité du site ;
- la faisabilité d'une infiltration à la parcelle ;
- la faisabilité de bassins de rétention paysagère.

*Les éléments géotechniques et hydrauliques/hydrologiques non traités dans le présent rapport d'étude ne pourront être abordés qu'à l'occasion de missions complémentaires spécifiquement définies.*

### 1.2. Moyens utilisés

#### 1.2.1. Investigations

- relevés de surface ;
- sondages au pénétromètre dynamique ;
- sondages à la pelle mécanique ;
- essais de perméabilité ;
- prise d'échantillon de sols pour essais de laboratoire ;
- relevés au théodolite.

#### 1.2.2. Documents divers

- carte géologique du BRGM au 1/50 000 d'Allos ;
- carte topographique IGN TOP 25 n° 3540 OT ;
- archives Sol Concept.

### 1.2.3. Documents fournis

- plan de situation ;
- plan de masse format DWG ;
- document PDF « copil du 23 septembre 2014 » ;
- document PDF « espace à relever par le géomètre ».

### 1.3. Démarche

Notre démarche repose à la fois sur une compréhension naturaliste du site et des mesures. A partir des observations directes effectuées dans la zone du projet et des documents existants, nous cherchons à reconstituer la structure générale du site. Grâce aux mesures diverses que nous opérons, et en particulier aux sondages, nous affinons localement cette compréhension du site, de façon à aboutir à un modèle explicatif du terrain.

Ce modèle intègre à la fois la nature du sol et ses caractéristiques mécaniques, en visant à mettre en évidence la géométrie du contact substratum / couverture.

Il peut évoluer au cours des différentes phases du projet en fonction des nouvelles données éventuellement recueillies.

### 1.4. Conventions utilisées dans ce rapport

Les mesures pénétrométriques sont évaluées par pas de 10 cm.

- Une pente de x\_/y se lira x horizontal pour y vertical.
- Rd est la résistance dynamique au pénétromètre dynamique, exprimée en mégapascals (1 MPa = 1 000 kPa). Rdmin est la résistance dynamique minimale d'une couche donnée.
- Les distances sont exprimées en mètres sauf indication contraire.
- Nous utiliserons les abréviations N, S, E, W pour nord, sud, est, ouest.

La profondeur de mise hors-gel est estimée à partir de la carte de Cadiergues et de la formule suivante :

Altitude du site étudié *si supérieure à 150 m* (en m) x 0.03 + Δ (en cm).

Avec Δ variant suivant la position géographique du site, à lire sur la carte de Cadiergues. Exemple : Δ = 70 cm pour les départements 04 et 05.

Pour le projet, le calcul donne 105.19 et 105.73 cm que l'on arrondira à 105 cm.

## 2. Le site

### 2.1. Situation

Le terrain étudié est situé à environ 1.1 km au SW du centre village de Villars-Colmars.

Voir plan de situation en annexe.

### 2.2. Topographie

Le site appartient à un versant exposé au SE, en rive droite du *Verdon*.

Dans le secteur W (lobe amont) de la zone d'activités (lots 6, 7, 8, 9, 10 et 11), le terrain naturel présente une pente de l'ordre de 9 % vers l'E ou SE.

La limite parcellaire amont du secteur W est bordée par un mur de soutènement, en contrebas de la route D2.

La limite parcellaire E est marquée par un cours d'eau, *le ravin des Clots*.



**Photo n° 1 : vue du site du secteur W de la zone d'activités projetée depuis le N, traces des sondages E12, E11, S5 et E13 visibles**

#### **Mur de soutènement amont à droite sur la photo**

Au niveau du lot 5, situé en partie S de la zone d'activités, la pente du terrain naturel est de l'ordre de 3 à 5 % vers l'E ou le SE.

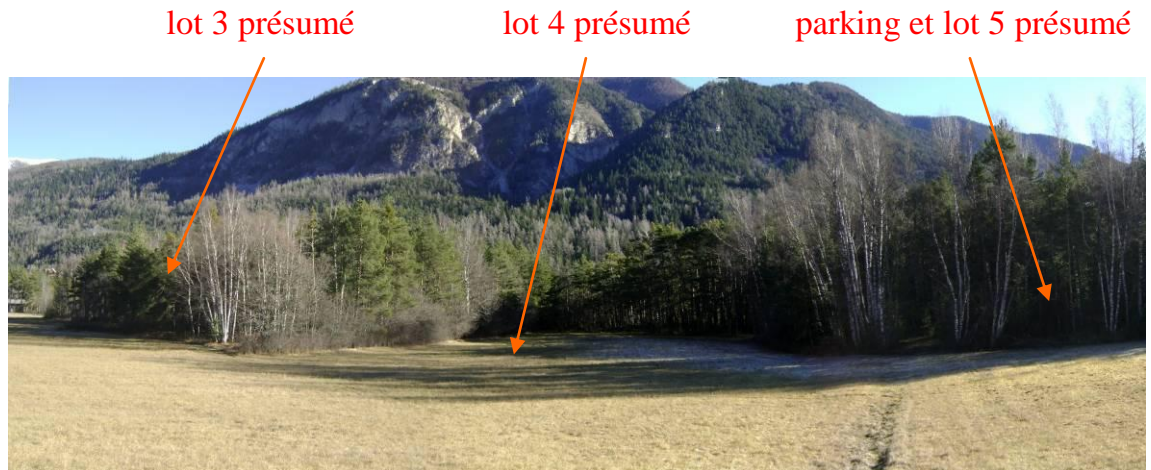
Un fossé apparemment naturel, d'axe NW - SE, traverse la partie centrale du lot 6 et la partie S du lot 5.

Les lots 1 et 3 présentent une faible pente vers l'W.SW

Un fossé de drainage d'axe SW-NE traverse la partie NW du lot 2.

Le lot 4 se trouve sur un replat topographique en lisière de bois.

L'altitude du terrain varie entre 1 173 et 1 191 m environ.



**Photo n° 2 : vue du site du secteur NE de la zone d'activités projetée depuis le NW (depuis l'amont)**

L'extrémité SE de la future zone d'activités (rétentions paysagères) est modelée par des talus individualisant quelques fossés. Il semble que cette zone a été remblayée.



**Photo n° 3 : vue de la future zone paysagère, depuis l'entrée actuelle vers l'ouest**



## 2.3. Géologie générale

Du point de vue structural, le site se trouve dans un anticlinal.

Le substratum appartient aux « Terres noires » du Gargasien au Cénomaniens (n6-C2a). La série est formée, de bas en haut :

- de marnes noires très pyriteuses ;
- de calcaires argileux à patine jaune à interlits argileux d'épaisseur variable ;
- d'argiles bleu noir corbeau développant vers le haut de petits bancs calcaires.

Selon la structure générale du secteur, le pendage serait NE.

Les terrains de couverture sont formés de matériaux issus du démantèlement et de l'altération du substratum (colluvions de pente et alluvions torrentielles) en partie amont.

Des alluvions actuelles (Fz) tapissent la partie basse de la zone d'étude.

## 2.4. Hydrogéologie - Hydrologie

Le ravin des Clots entaille le versant situé sur le versant au-dessus de la route D2. Il passe sous la route D2 par une buse puis longe la limite E des lots 7 et 8 présumés de la zone d'activités.



**Photo n° 4 : ravin des Clots, au centre et à droite**

Sur cette limite, le ravin des Clots est chenalisé en coussière (son cours est en partie surélevé par rapport aux rives, ce qui apparaît en bas à droite de la photo ci-dessus), puis dans une rigole qui finalement se perd dans une zone très humide, en partie aval du lot 7.



**Photo n° 5 : rigole en eau**

Au NW du lot 5, débute un fossé (de drainage, sans doute) bifurquant depuis l'axe du *ravin des Clots* et se poursuivant presque jusqu'en limite S de la future zone d'activités. De l'eau gelée y était présente.

Les lots 5 et 6 sont traversés par un fossé naturel. Il semble qu'il s'agisse d'une prolongation du tracé du *ravin du Rioufleyran*, qui confluaient anciennement avec le *ravin des Clots* au sein de la future zone d'activités. Ce fossé était en eau de loin en loin lors de notre visite. Toutefois, il trahit la possibilité de forts écoulements depuis les ravins amont lors d'épisodes pluvieux intenses.

Dans les sondages au tracto-pelle S1 et S2, la grave sablo-granuleuse était humide, respectivement dès 2.5 m et 3 m de profondeur.

Au niveau du sondage au tracto-pelle S5, la couche de limons était humide dès 1.1 m de profondeur.

Les tiges du sondage sp3 étaient enduites d'une matrice humide sur 2 m de profondeur.

La présence d'eau dans les niveaux alluvionnaires du bas de la future zone d'activités est possible en période humide ou suite à de fortes pluies.

De même dans la moitié W du projet, en lien avec les deux ravins (cône de déjection torrentiel se raccordant aux alluvions du Verdon). Les écoulements dans cette partie du terrain peuvent être peu profonds, voire superficiels.

Enfin, d'une façon générale, le contact couverture - marnes est un lieu de circulation privilégié. Le site est donc favorable aux circulations d'eau au toit des marnes, en provenance du versant NW. Ces écoulements sont susceptibles de créer des résurgences si les marnes étaient recoupées par certains aménagements en profondeur.

Le contexte topographique et hydrologique est favorable aux accumulations d'eau en amont du bâtiment.

## 2.5. Risques naturels

On respectera les prescriptions en vigueur sur la commune, dont le détail peut être consulté en mairie.

La fiche des risques majeurs recensés sur cette commune est en ligne sur le site <http://macommune.prim.net> et régulièrement mise à jour. Concernant plus particulièrement la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux, on consultera <http://www.argiles.fr>. Le site est classé en aléa faible.

Le risque sismique fait l'objet d'un paragraphe relatif aux règles de construction parasismique en fin de rapport.

La partie amont, pentue, du site étant limoneuse, argileuse et potentiellement parcourue de circulations d'eau, tout terrassement doit faire l'objet de prudence afin de ne pas générer de mouvements de terrain.

## 3. Le projet

### 3.1. Description

La commune souhaite aménager une zone d'activités sur un terrain d'une surface de 7,7 ha dont 5,5 ha de surface utile. La zone d'activités comprendra 11 lots, une voirie principale et des zones de rétention paysagère.

### 3.2. Charges

A ce stade de l'étude, les projets de construction ne sont pas connus.

## 4. Investigations - Interprétation

### 4.1. Relevés de terrain

Des marnes noires avec des intercalations de bancs calcaires étaient visibles du côté amont de la route D2 qui borde la limite NW du secteur d'étude.

### 4.2. Sondages au tracto-pelle

Les coupes schématiques des sondages se trouvent en annexe, ainsi que leur implantation. Voici leurs caractéristiques principales.

Sondage	Profondeur atteinte
S1	5.3
S2	4.8
S3	4.7
S4	4.8
S5	5.3

Les sondages S1 et S2, situés sur le secteur E de la zone d'activités, ont mis en évidence une épaisseur variant entre 4.5 et 4.8 m de grave sableuse et de grave sablo-granuleuse. Il s'agit d'alluvions du Verdon ; la proportion de galets est très forte, certains étant de taille imposante. En S1, la grave est recouverte par 65 cm de limons bruns.

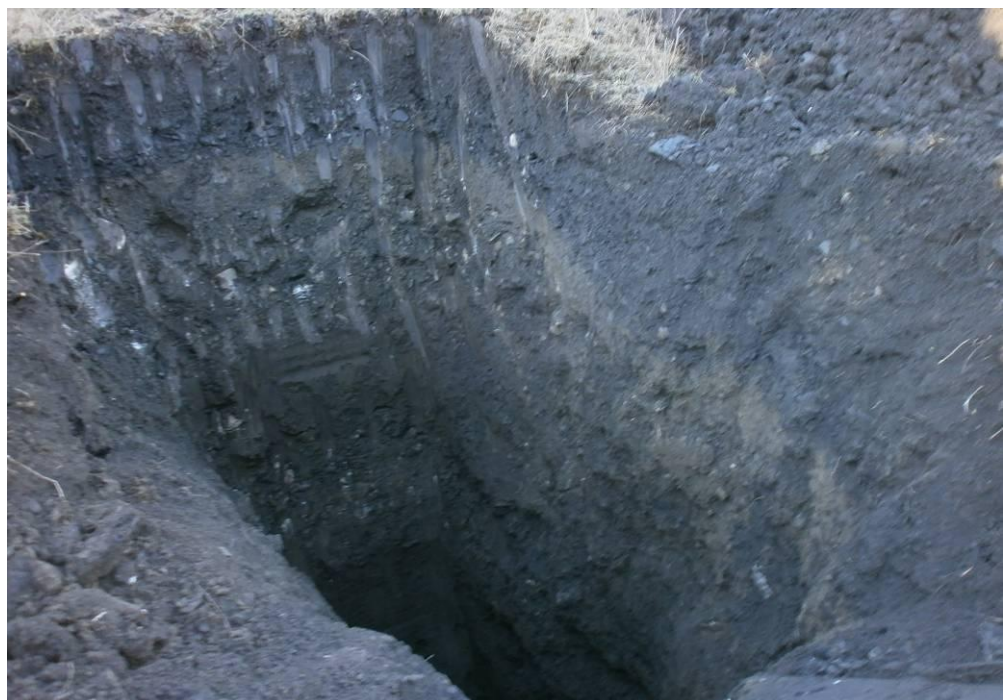


**Photos n° 6 et n° 7 : sondages S1 et S2**

Les sondages S3 et S4 ont traversé des cailloux émoussés et graviers à matrice limoneuse de 0 à 2,35 / 2,75 m. Il s'agit de matériaux torrentiels qui sont en lien avec les ravins (voir § 2.4. Hydrogéologie). Plus en profondeur, on trouve des sables un peu limoneux, des limons argilo-sableux, des argiles sableuses à cailloux, et en S3 à partir de 3,5 m des galets et graviers à matrice limono-argileuse brun noir.



**Photos n° 8 et n° 9 : sondages S3 et S4**



**Photo n° 10 : sondage S5**

Le sondage S5, situé dans le secteur NW de la zone d'activités, a mis en évidence 5.3 m d'épaisseur de limons plus ou moins argileux pouvant comporter des cailloux, des blocs et des débris de marnes. Il s'agit de colluvions plus ou moins mêlées à des dépôts torrentiels, ayant subi peu de transport depuis le versant.

### 4.3. Sondages au pénétromètre dynamique

Treize sondages ont été réalisés. Voir mode opératoire, courbes et localisation en annexe. Le tableau suivant synthétise les caractéristiques des différents sondages :

Localisation	Sondage	Profondeur atteinte
voirie aval	sp1	1.2
voirie aval	sp2	1.1
voirie aval	sp3	2.0
lot 1	sp4	2.1
lot 2	sp5	0.2
	sp5'	2.4
lot 3	sp6	1.5
lot 4	sp7	1.6
lot 5	sp8	3.6
	sp9	5.9
voirie amont	sp10	5.9
lot 11	sp11	3.6
lot 9	sp12	4.8

Le sondage sp5 a été recommencé en sp5' pour vérifier la profondeur du refus. Nous retiendrons les résultats du sondage sp5', plus profond.

Les sondages sp9 et sp10 ont été stoppés sans avoir atteint le refus, à 6 m de train de tiges.

On notera que la profondeur des refus est plus importante pour les sondages sp8 à sp12 (entre 3.6 et plus de 5.9 m), tandis que celle des sondages sp1 à sp7 varie de 1.1 à 2.4 m. Comme pour les sondages au tracto-pelle, on distingue deux zones, séparées par une ligne diagonale qui passe environ par sp8-sp3.

## 4.4. Interprétation : géologie locale

### 4.4.1. Le substratum sain

Il est constitué de marnes à intercalations possibles de bancs de calcaires marneux d'après les affleurements et la carte géologique du BRGM au 1/50 000.

Il n'a pas été atteint par nos sondages à 5.9 m de profondeur.

### 4.4.2. Les terrains de couverture

Ils sont constitués majoritairement d'alluvions graveleuses en partie aval et E du secteur d'étude et de colluvions de pente en partie amont pouvant se raccorder avec des alluvions torrentielles. Ces dépôts torrentiels se poursuivent jusqu'au S du projet, recouvrant les alluvions du Verdon qui ont donc été entaillées (sondages sp8 et S3 caractéristiques de la bordure entaillée des alluvions du Verdon).

En sp1, sp2 et sans doute sp4, on se trouve sur des chemins existants, qui ont été rehaussés par apport de remblais à galets en partie aval du site. Une bonne part du terrain en bordure de la route D 908 a été remblayée, de façon discontinue. Sur le lot 2, le site a également été remblayé, mais avec toutes sortes de matériaux.

Il est intéressant de donner dans le tableau suivant l'épaisseur de terrains de  $R_{dmin} < 10$  MPa, que l'on peut considérer comme compressibles et qui se rattachent au recouvrement limoneux soit colluvial soit torrentiel :

Sondage	Profondeur du niveau de $R_d > 10$ MPa (m)	$R_{dmin}$ de la couche de $R_d < 10$ MPa (MPa)	Profondeur du niveau de $R_d$ minimal (m)
sp3	1.9	0.7	0.8
sp5'	2.4	2.5	1-1.4
sp6	1.1	1.3	0.8-0.9
sp7	1.3	1.3	1
sp8	3.4	1.2	2-2.5
sp9	> 5.9	1.0	3.7
sp10	5.8	1.4	4.1
sp11	3.6	2.0	0.6-0.7
sp12	4.8	3.1	3

Selon ce tableau, il existe entre 1.1 et plus de 5.9 m de terrains compressibles sur ce site. Sous les remblais de galets, des sols compressibles peuvent aussi être encore présents.

On notera qu'en sp5', des remblais (visualisés en E4) ont été traversés dans la première partie du sondage au moins.

#### 4.4.3. Configuration générale : modèle proposé

D'après les sondages, le contexte géologique et nos observations, le terrain peut être modélisé de la façon suivante, de la surface vers la profondeur :

##### *Zone aval – lots 1 à 4 – sp1 à sp7*

- Alluvions graveleuses à galets pouvant être intercalées de niveaux limoneux, argileux ou sableux, de  $R_{dmin} < 10$  MPa jusqu'à 0.7/1.9 m de profondeur. Des remblais superficiels ont été observés sur le lot 2 (2.4 m de sols compressibles) et des apports de galets forment des langues sur le lot 1.
- Marnes du substratum non atteintes.

##### *Zone amont et SW – lots 5 à 11 – sp8 à sp12*

- Limons colluviaux et dépôts torrentiels de  $R_{dmin}$  comprise entre 0,7 et 3,1 MPa, jusqu'à 3.4/> 5.9 m, se raccordant vers le NE (sondages S3-sp8-sp3) avec les alluvions graveleuses du Verdon,

Le lot 5 se trouve à cheval sur les deux zones, la partie aval étant constituée d'alluvions graveleuses (reconnus en E1), tandis que la partie amont est constituée de colluvions se raccordant à des alluvions torrentielles (reconnues en S3 et S4, sachant qu'en S3 les alluvions graveleuses pourraient avoir été approchées en fin de sondage).

## 5. Faisabilité - Principes généraux d'adaptation au terrain

Dans le secteur aval où les alluvions graveleuses sont superficielles, des fondations classiques de type semelles filantes ou massifs-longrines peuvent être envisagées.

Une étude à la parcelle de type G2 propre à chaque bâtiment sera néanmoins nécessaire, afin d'adapter les profondeurs de fondations et leur type en fonction des charges des ouvrages. Les dallages devront être étudiés spécifiquement.

Dans le secteur amont, au-delà d'une ligne oblique passant par les sondages sp8-sp3, les niveaux compressibles sont relativement épais et leurs résistances dynamiques minimales assez faibles.

Des fondations classiques de type semelles filantes superficielles ou massifs-longrines sont peu compatibles avec les résultats des sondages en l'absence de données sur les cotes de plates-formes des futurs projets.



A ce stade de l'étude, on pourra envisager des fondations de type radier général ou substitution, sous réserve de tester les argiles du site. Des études G2, à la parcelle et propres à chaque bâtiment seront indispensables, afin de définir les modalités de réalisation des radiers (ou d'autres types de fondations selon les projets). Les dallages devront être étudiés spécifiquement. Notamment, des essais de laboratoire sur les sols en place devront être réalisés pour chaque bâtiment, afin de vérifier que le gonflement des argiles n'est pas susceptible d'affecter la solidité des ouvrages.

## 6. Essais de laboratoire - Classification GTR

Les essais ont été réalisés sur deux échantillons :

- éch.1 : prélevé à 80 cm de profondeur (sur l'emprise de la voirie en bordure NW du lot 5) ;
- éch. 2 : prélevé à 80 cm de profondeur (sur l'emprise de la voirie entre les lots 5 et 1).

### *Valeur de bleu*

Sondage	VB	VBS
éch.1	4.1	1.5
éch.2	4.0	2.2

### *Teneur en eau naturelle*

Sondage	we
éch.1	13 %
éch.2	21 %

### *Granulométrie / classification GTR*

Sondage	fraction 0-80 µm	GTR
éch.1	27 %	B5
éch.2	60 %	A1

## 7. Voirie

Pour les lots 1 à 4, et la partie aval peu pentue du lot 5, nous conseillons de purger les terrains de surface jusqu'aux niveaux graveleux, et de mettre en place une couche de forme de 35 cm d'épaisseur au moins (à adapter selon le type de trafic).

Pour la partie amont du lot 5 et pour les lots 6 à 11, les terrains de surface testés au pénétromètre dynamique ne sont pas aptes à supporter une voirie.

Il sera nécessaire de les purger sur 60 cm au moins et de mettre en place une couche de forme adaptée au trafic.

## 8. Sondages à la tarière et essais de perméabilité

### 8.1. Sondages

Voir leur localisation et description en annexe. Treize sondages à la tarière de 20 à 42 cm de profondeur ont été réalisés dans des pré-trous exécutés au tracto-pelle pour une profondeur totale variant de 86 à 155 cm environ.

- Les sondages à la tarière E1, E2 et E3 ont traversé des galets à matrice sableuse et graviers.
- Le sondage à la tarière E4 a été creusé dans du sable limoneux à quelques cailloux.
- Le sondage à la tarière E5 a été réalisé dans des limons grumeleux à quelques racines.
- Les sondages à la tarière E6, E10, E11 et E13 ont traversé des limons à quelques cailloux.
- Les sondages à la tarière E7, E8 et E9 ont été réalisés dans des petits cailloux à matrice limoneuse pouvant être argileuse (E7).
- Le sondage à la tarière E12 a été creusé dans des limons argileux à quelques cailloux.

D'après les coupes des sondages et ce qui précède concernant l'analyse géologique et hydrogéologique du site, il est possible de regrouper les sondages de la façon suivante :

- E1, E2, E3 : alluvions du Verdon, naturelles ou rapportées ;
- E4 : zone remblayée ;
- E5, E6 : limons colluviaux recouvrant les alluvions du Verdon ;
- E7 à E13 : dépôts majoritairement torrentiels mêlant limons, sables, cailloux et parfois argiles, et dépôts colluviaux lorsque l'on s'éloigne des deux ravins (E10-E11), sous la forme de limons grumeleux à cailloux.

## 8.2. Résultats des essais

Il a été réalisé une à deux séries d'essais de type Porchet à niveau variable et/ou à niveau constant. Après imbibition des sondages, les résultats moyens des essais ont été les suivants :

Localisation	Sondage	Profondeur (cm)	K (mm/h)
rétention paysagère	E1	136	488-380
rétention paysagère	E2	150	599
lot 1	E3	86	332
lot 2	E4	113.5	75
lot 3	E5	108	9
lot 4	E6	89.5	69
lot 5 / bordure ravin	E7	155	210-174
lot 7 / bordure ravin	E8	157	192-157
lot 6	E9	134	27
lot 11	E10	113	89-51
lot 10	E11	115	7
lot 9	E12	115	2
lot 8	E13	153	16

D'après les essais réalisés, la perméabilité du site est :

- forte à très forte dans les galets à matrice sableuse et graviers du Verdon (zone aval - E1, E2 et E3) ;
- moyenne dans le sable limoneux à quelques cailloux (E4), pouvant toutefois être des remblais ;
- variable, de faible à moyen, dans les limons de recouvrement, en partie N du site (E5, E6) ;
- assez forte dans les cailloux torrentiels proches des ravins/fossés à cours d'eau intermittents (E7, E8) ;
- très faible à moyenne dans les limons à quelques cailloux colluviaux ou torrentiels éloignés du tracé des cours d'eau (E9 à E13) - zone amont supérieure.

## 9. Faisabilité d'infiltration à la parcelle

Pour la partie aval, représentée par les essais E1, E2 et E3, une infiltration des eaux pluviales est possible, sous réserve des autorisations administratives.

Pour les lots 2, 3 et 4, une infiltration à la parcelle est *a priori* possible dans les niveaux graveleux, atteints selon les sondages sp5', sp6 et sp7 entre 2.4 et 1.1 m de profondeur. On devra vérifier la présence des sols propices à l'endroit où sera implanté le système d'infiltration.

Pour les autres lots, une infiltration à la parcelle est déconseillée au vu des résultats obtenus. Les terrains de surface étant constitués de formations de pente, ils peuvent être hétérogènes, aussi, on pourra éventuellement justifier d'une infiltration sur la base d'une étude à la parcelle montrant que dans une zone prédéfinie sur la parcelle et à la profondeur d'un système d'infiltration également prédéfini, la perméabilité est suffisante pour les projets. Néanmoins, il serait préférable de prévoir une récupération des eaux par un système collectif.

*Nota bene.* Concernant les bordures de ravin (E7, E8), ce sont des zones où la perméabilité est bonne, mais où les sols sont sans doute gorgés d'eau à certaines périodes de l'année, ce qui est défavorable pour de l'infiltration à la parcelle.

## 10. Faisabilité des bassins de rétention paysagère

Il s'agit *a priori* de réaliser des bassins tampons permettant de stocker les eaux de ruissellement des voiries et des fossés de la zone d'étude.

Au niveau des bassins situés en zone aval (bas du lot 5 et lot 1), la perméabilité des sols est forte très forte (essais E1 à E3). Il est possible de réaliser des bassins d'infiltration pour les eaux pluviales du périmètre étudié, sous réserve de traiter les eaux préalablement (filtre à hydrocarbures notamment).

En effet, les alluvions graveleuses observées ont une perméabilité trop forte pour pouvoir jouer un rôle épurateur.

Il est prévu d'après les plans deux autres bassins en partie amont du lot 5 et en partie NE du lot 7. C'est dans ces zones qu'ont été réalisés les essais E7 et E8.

Les essais réalisés ont révélé des perméabilités bonnes à très bonnes dans ces zones, permettant d'envisager des bassins de rétention, sous réserve toutefois de tenir compte des apports d'eau résiduels depuis les ravins, une fois que la zone sera aménagée (et les systèmes de drainage nécessaires réalisés).

Toutefois, en raison de l'hétérogénéité possible des terrains, il faudra compléter les deux essais réalisés par des essais complémentaires, permettant de vérifier la perméabilité sur l'ensemble de l'emprise des bassins et aux profondeurs correspondant à celles des projets.

Il sera également nécessaire de prévoir un filtre à hydrocarbures avant les bassins de rétention.

## MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

### Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

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

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (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
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) <b>Phase Etude de Site (ES)</b>		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	Etudes géotechnique préalable (G1) <b>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase Avant-projet (AVP)</b>		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 ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) <b>Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution</b> (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 ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution</b> (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

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

### **ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)**

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

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

### **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

#### Phase DCE / ACT

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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

#### Phase Étude

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

#### Phase Suivi

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

### **SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

#### Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

#### Phase Supervision du suivi d'exécution

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

### **DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)**

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'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).

On devra avertir SOL CONCEPT de toute anomalie découverte ultérieurement.

---

Le géologue auteur de cette étude se tient à la disposition du demandeur pour toute information concernant la mission qui a été remplie.

En référence à la norme NF P94-500 (dans le corps de texte), ce rapport appartient aux études de stade esquisse (G1). Il définit les principes d'adaptation préalable du projet aux spécificités du site. Il devra être complété par une mission visant réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés lorsque le projet sera plus avancé (missions G2).

L'étude de l'ouvrage dans le détail : notamment **validation des hypothèses géotechniques**, dimensionnement,... fera l'objet de prestations particulières et adaptées, de même que la supervision des travaux (missions G3 et G4).

Il est conseillé de recourir à un maître d'œuvre pour le suivi des travaux.

L'ouvrage devra être construit par un homme de l'Art.

Fait à Château-Arnoux, le 31 décembre 2014.

Anna-Belle MARAND

*« En correspondance avec les diverses missions de la maîtrise d'œuvre accompagnant la conception, l'exécution et la maintenance d'une opération, la norme NF P94-500 définit la classification et les spécifications des missions géotechniques à entreprendre. »*

SOL CONCEPT est membre de l'Union Syndicale Géotechnique et de SYNTEC INGÉNIERIE.

## A N N E X E S

01. Plan de situation
02. Plan de localisation des sondages
03. Coupes des sondages au tracto-pelle
04. Résultats des sondages au pénétromètre dynamique
05. Mode opératoire des sondages au pénétromètre dynamique
06. Résultats des essais de laboratoire
07. Résultats des essais d'infiltration

*Nota : Les conditions générales d'exploitation de nos rapports et la classification des missions géotechniques selon la norme NF P94-500 se trouvent dans le corps de texte.*



# Étude SOL CONCEPT n° 6921

## Création d'une zone d'activités Villars-Colmars (04)

### Plan de situation

Echelle : 1/25 000°  
Source : IGN n° 3540 OT

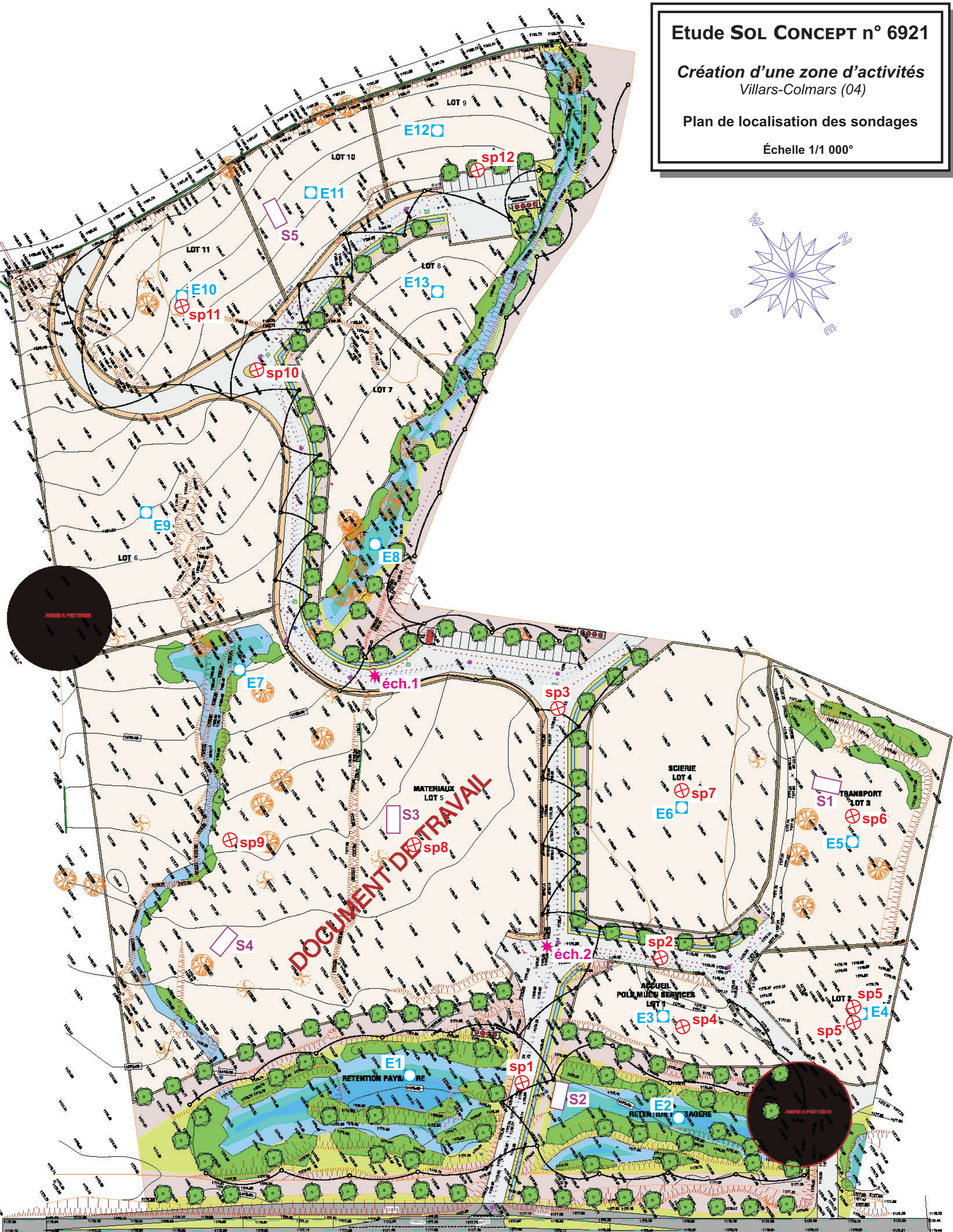
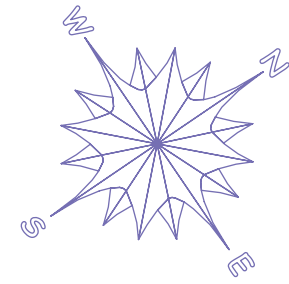






# Etude SOL CONCEPT n° 6921

Création d'une zone d'activités  
Villars-Colmars (04)


Plan de localisation des sondages

Échelle 1/1 000°

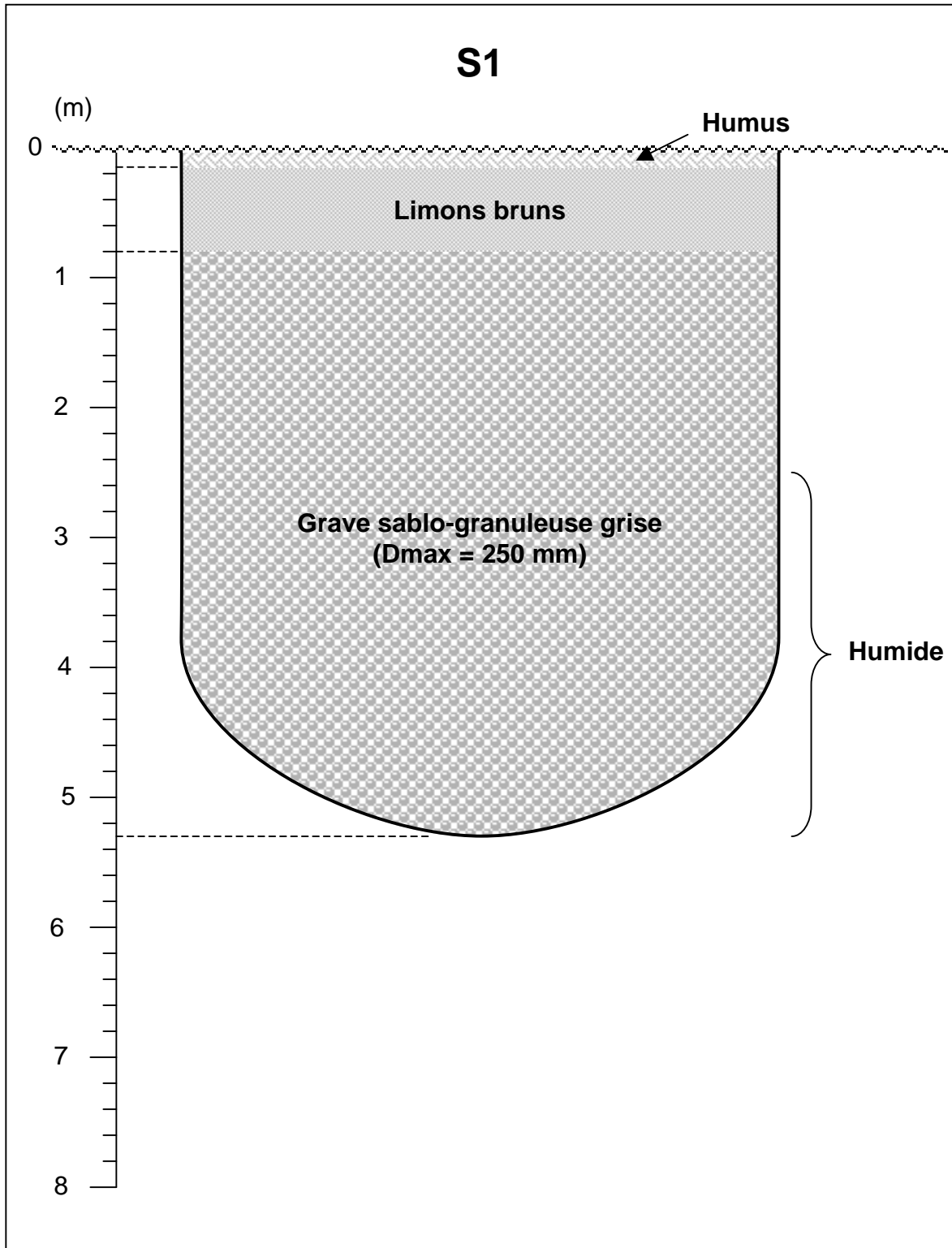


-  sondage au pénétromètre dynamique
  -  essai de perméabilité
  -  sondage au tracto-pelle
  -  prise d'échantillon
- Plan support transmis par M. Gassa - AUAD

TOURNE A GAUCHE

	Étude <b>SOL CONCEPT</b> n°6921	
	Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)	
	Date : 22/12/2014	

# Sondage au tracto-pelle



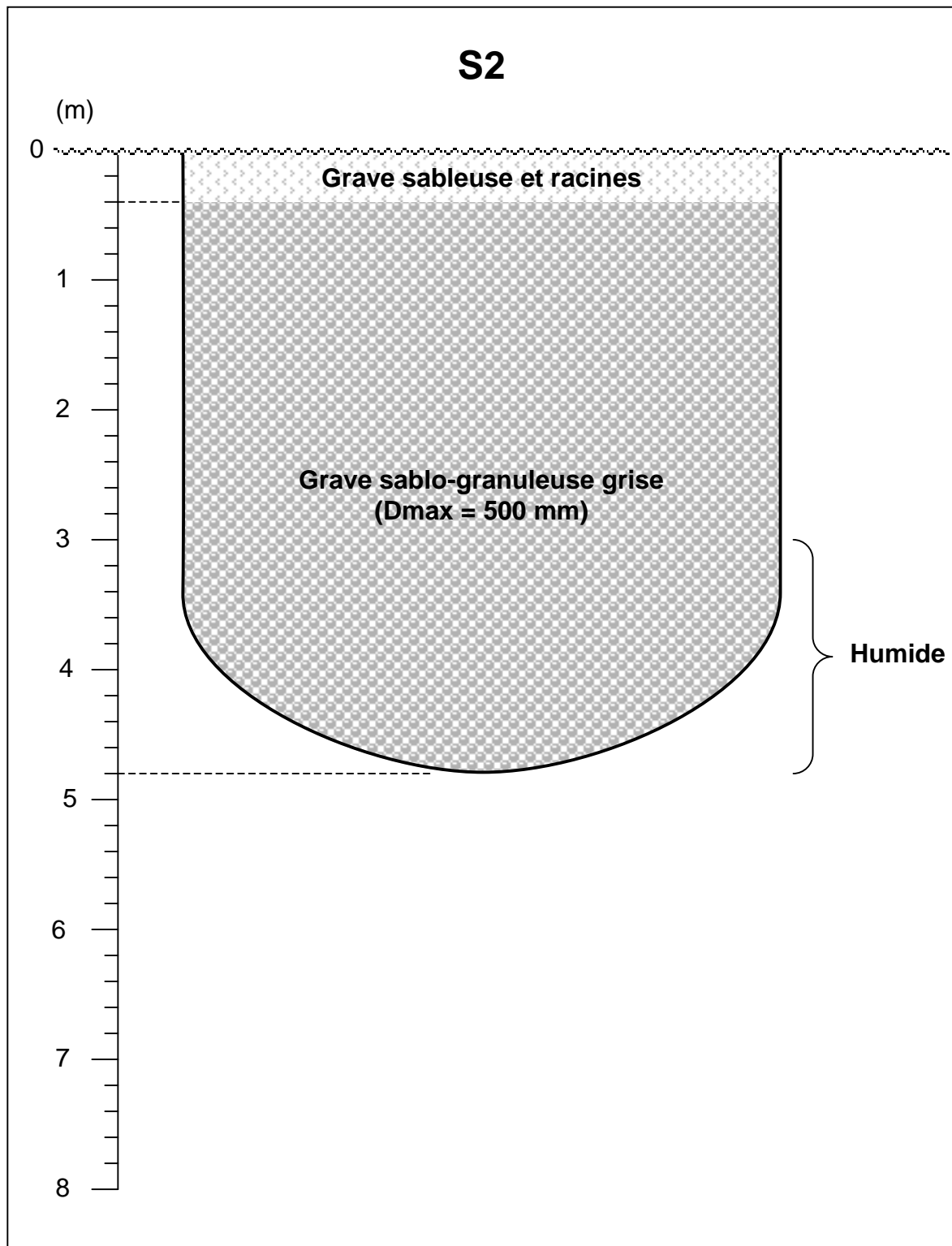


Étude **SOL CONCEPT** n°6921

Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

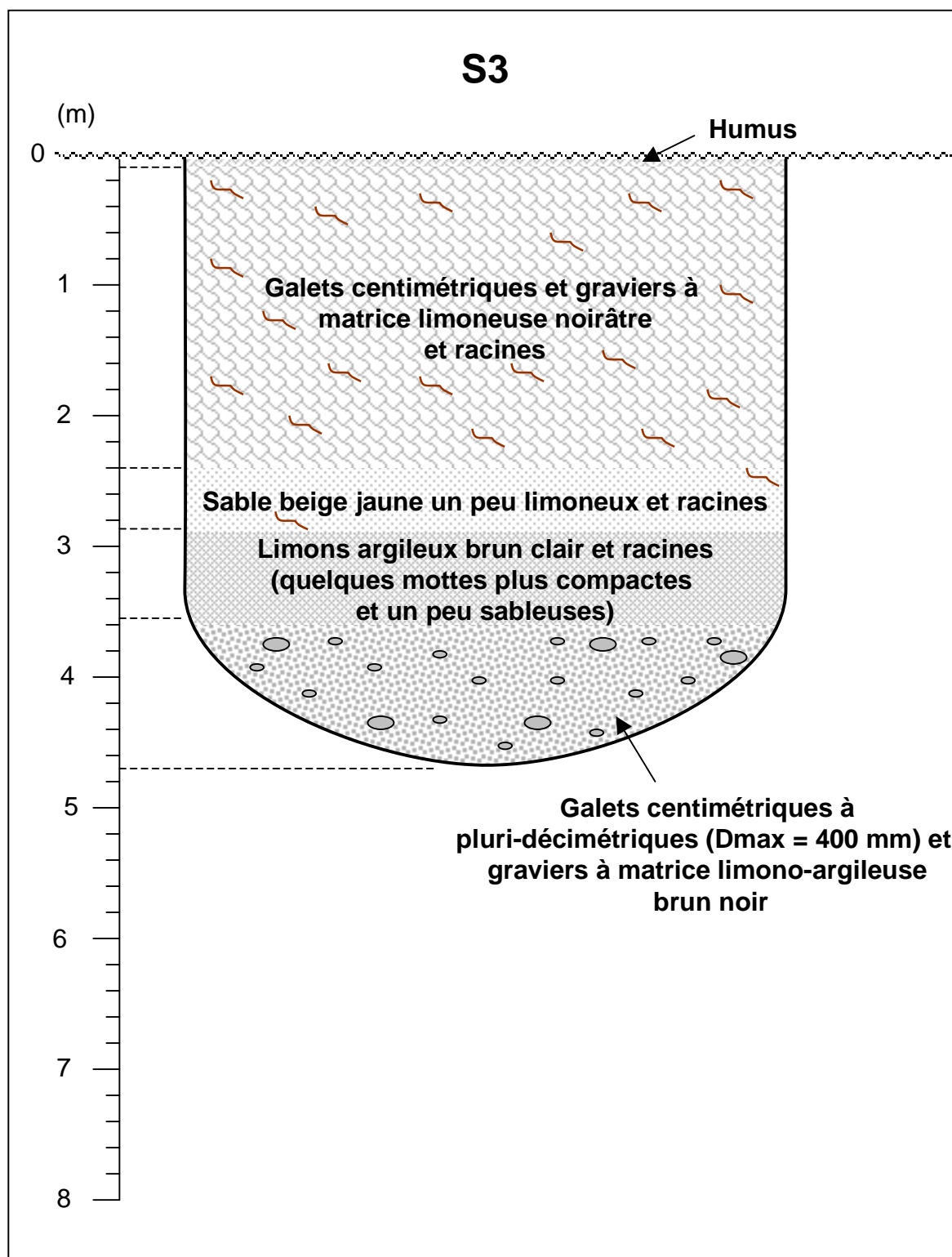
Date : 22/12/2014

## Sondage au tracto-pelle



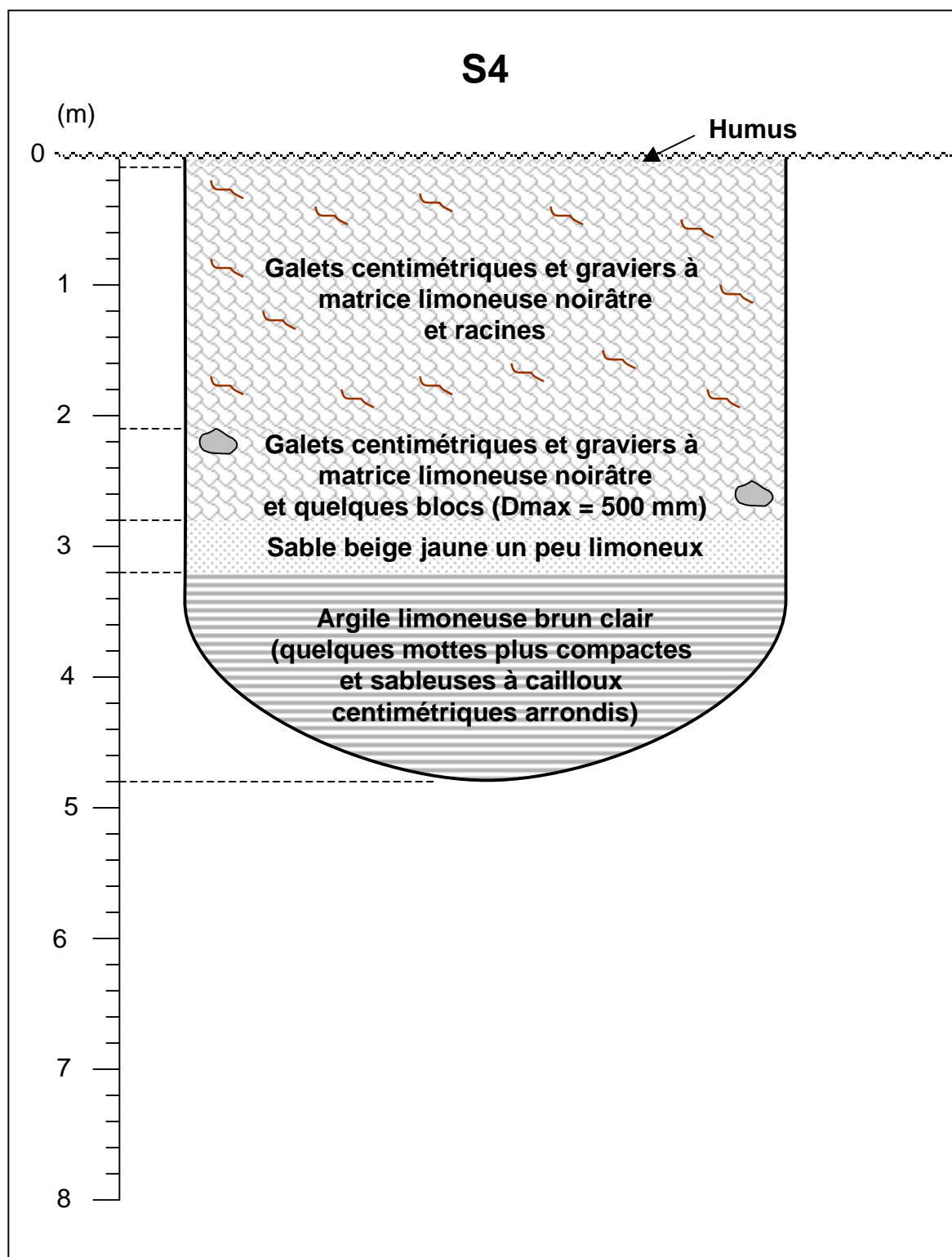


## Sondage au tracto-pelle



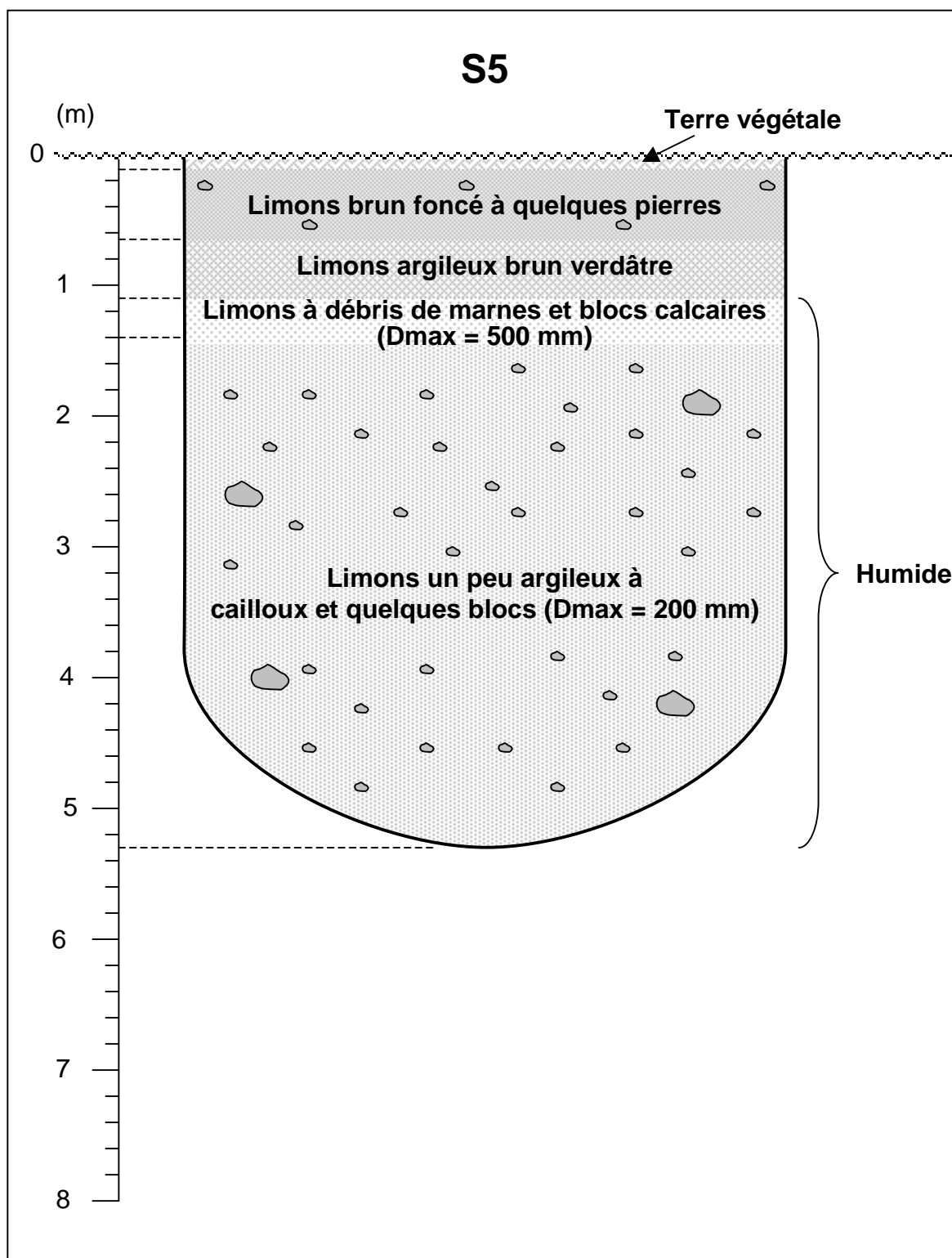


## Sondage au tracto-pelle





## Sondage au tracto-pelle



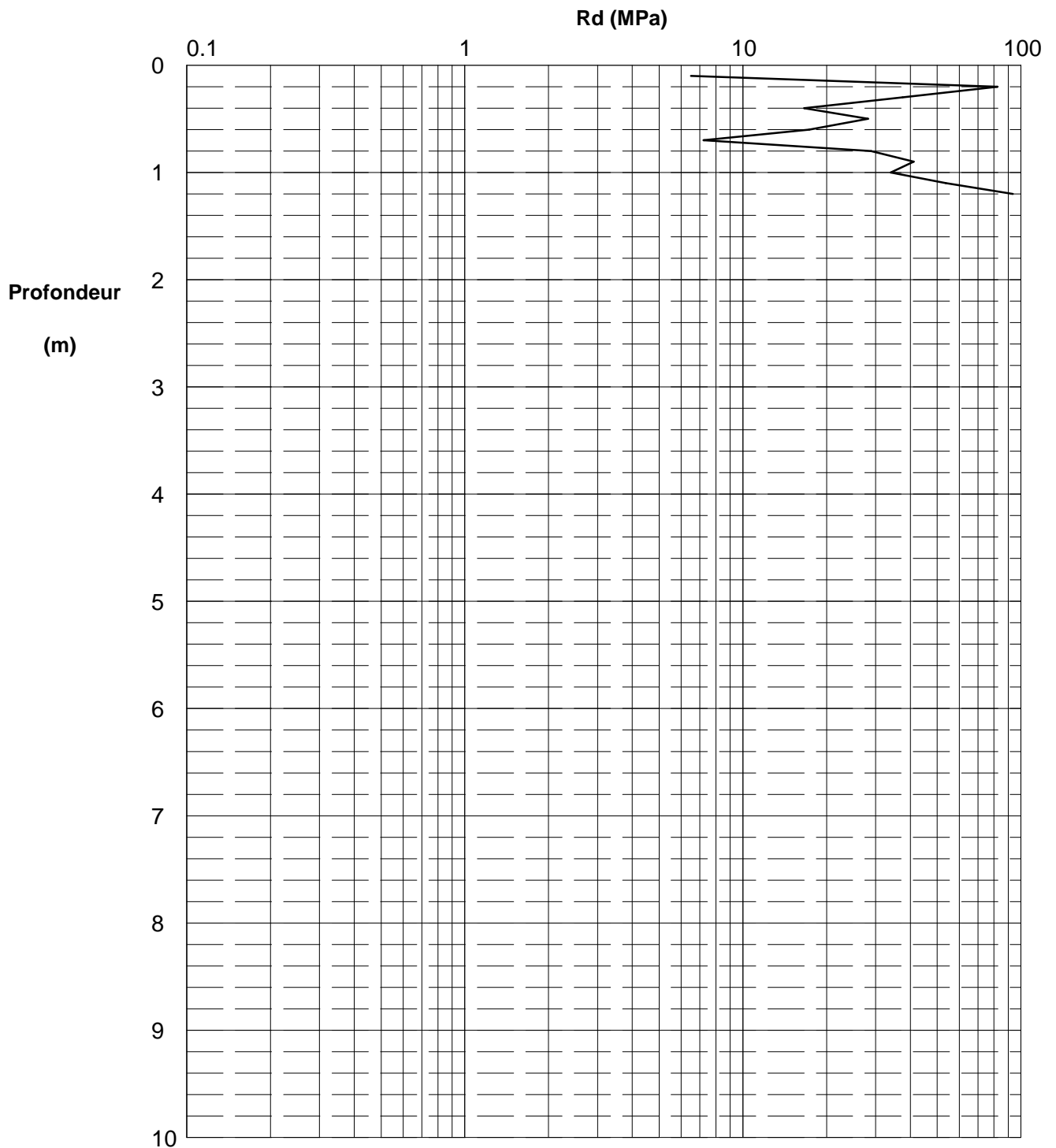
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 22-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp1





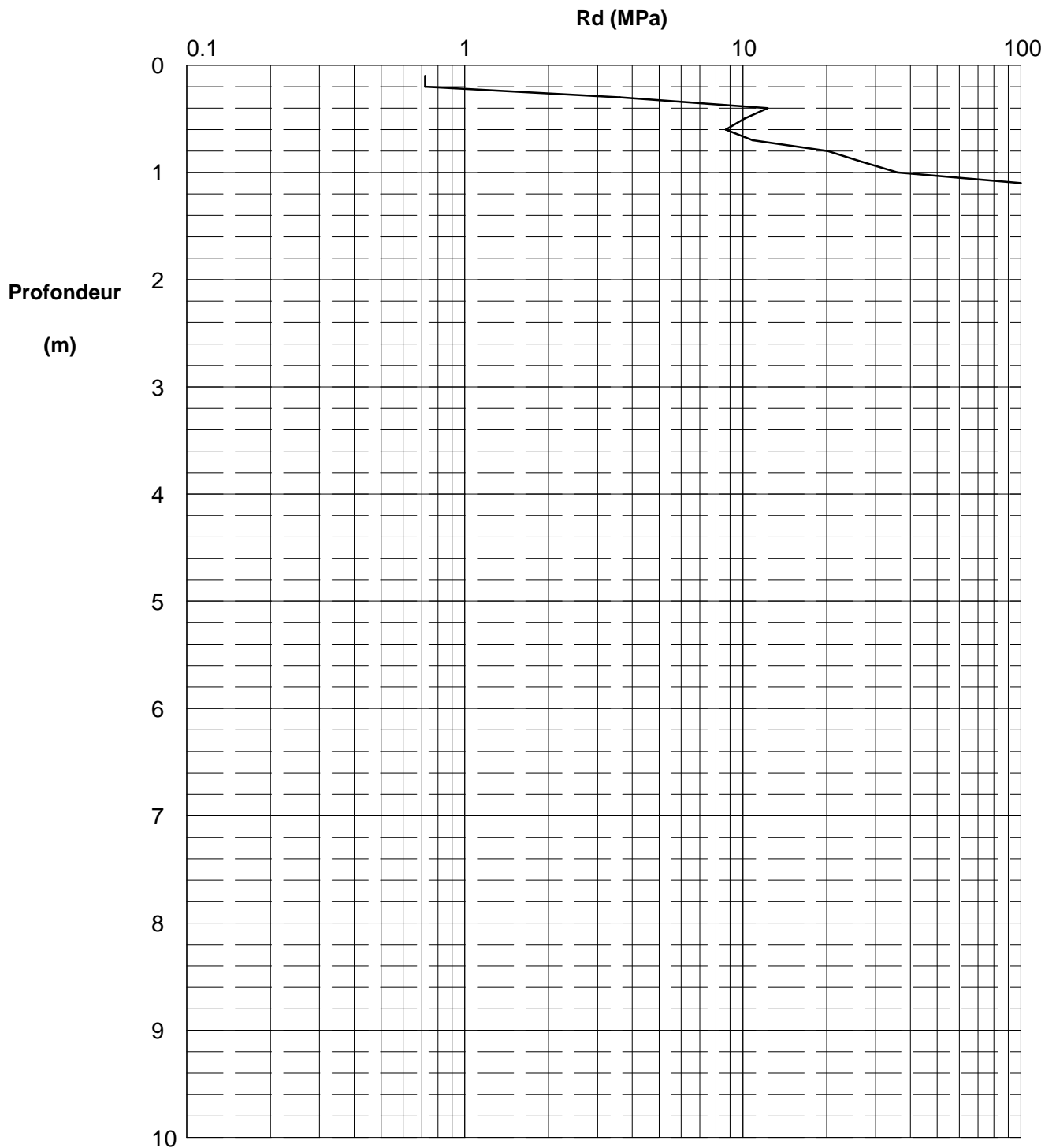
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 22-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp2



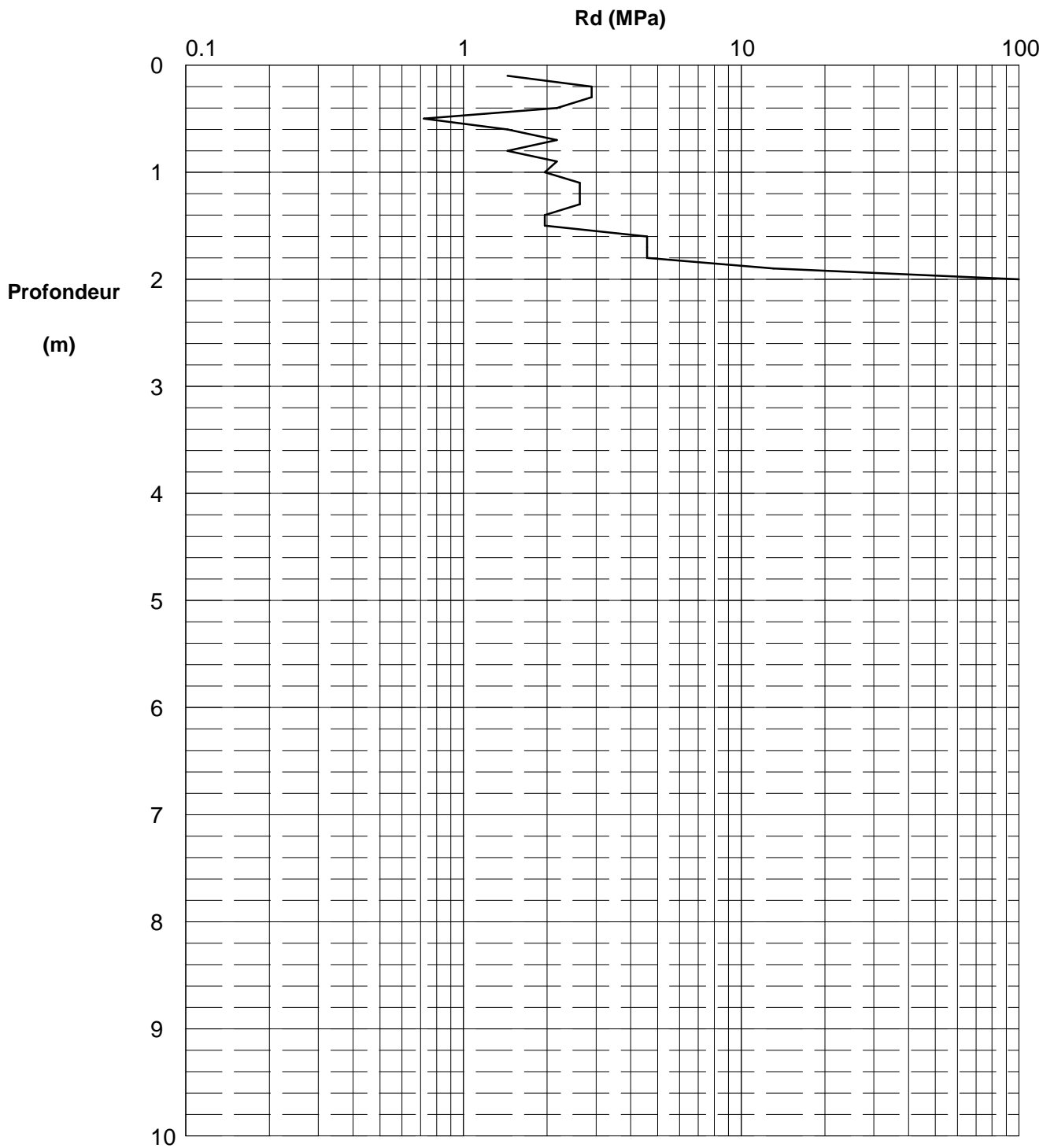
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 22-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp3



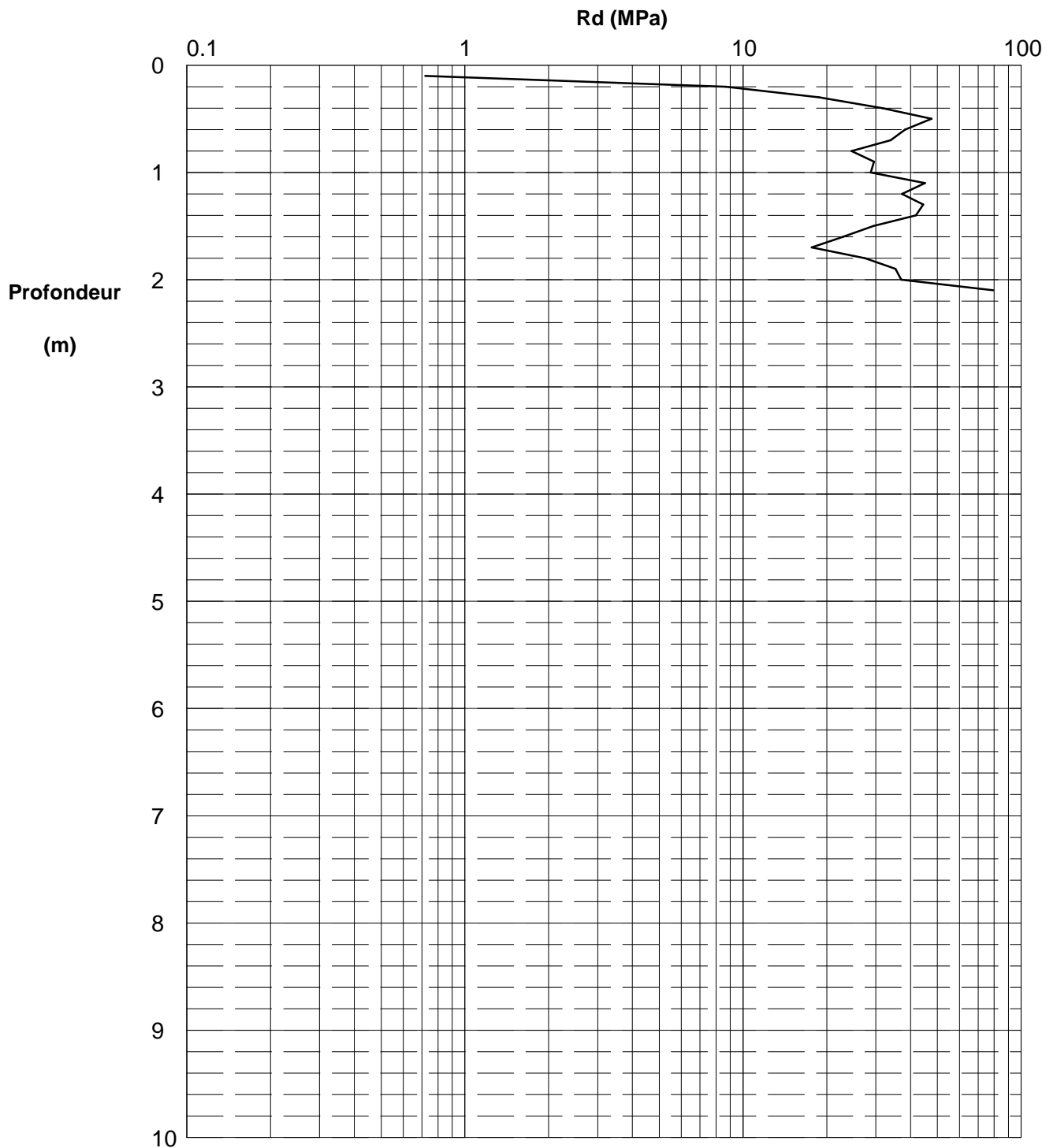
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 22-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp4



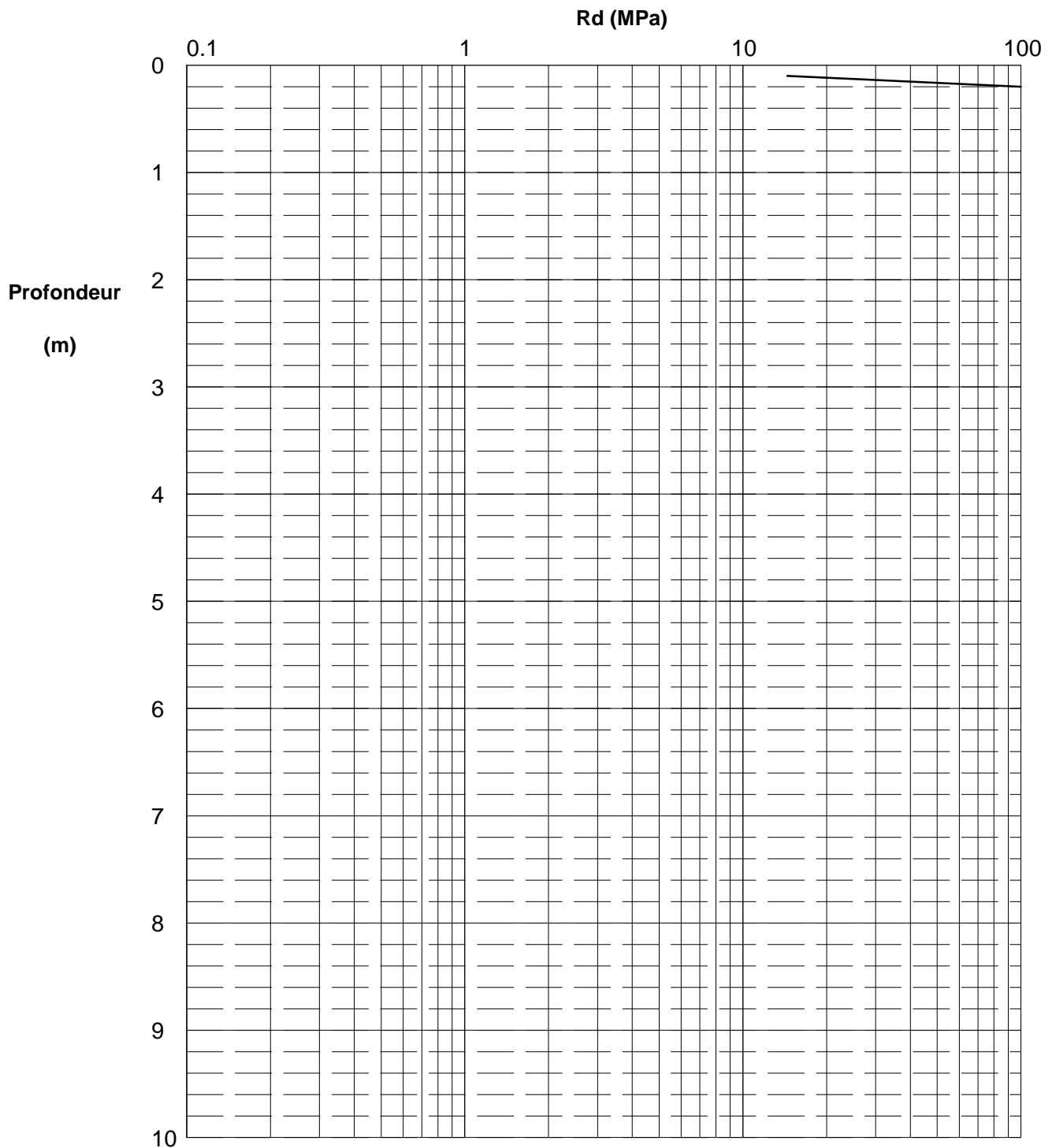
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 23-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp5



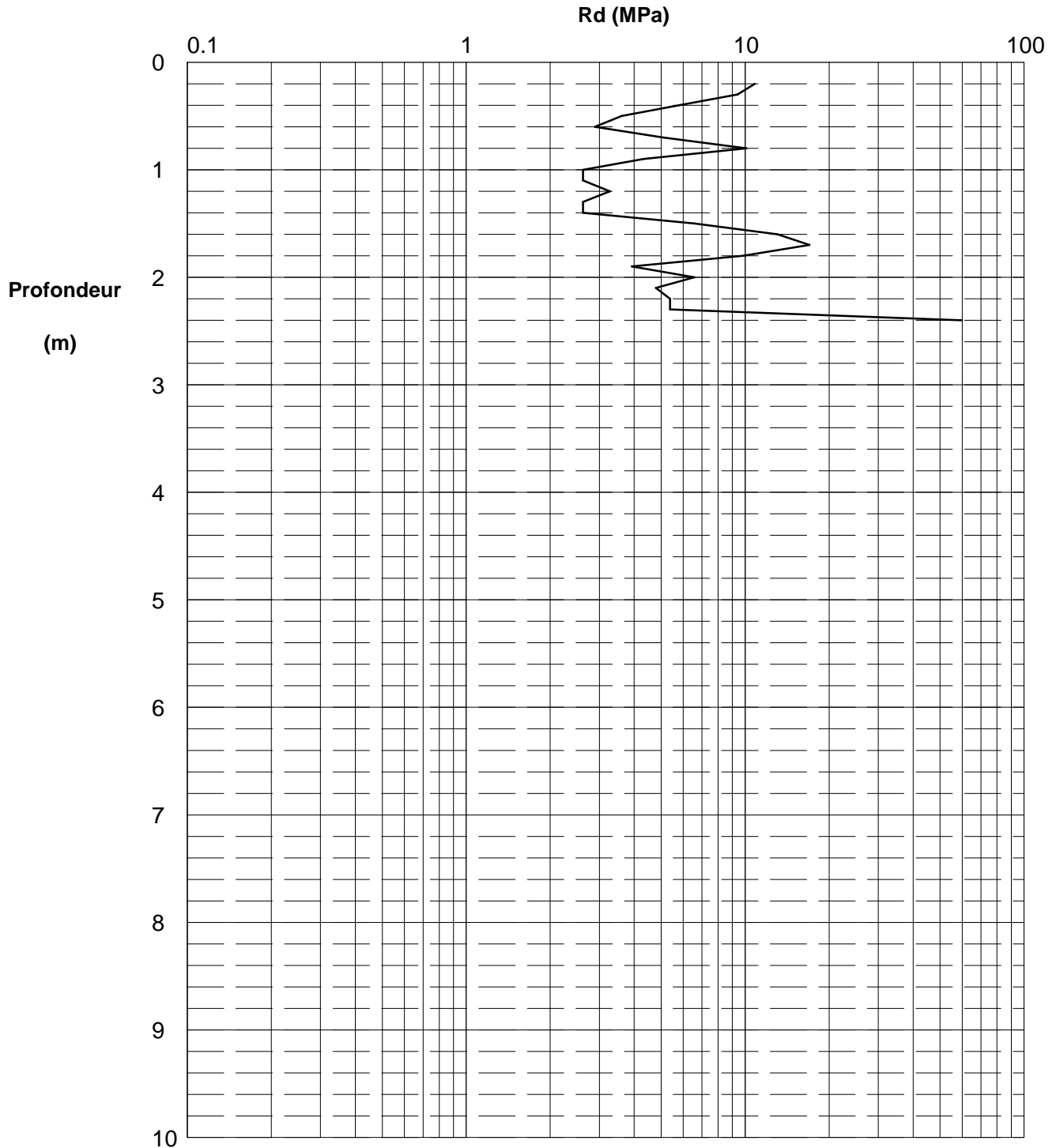
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 23-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp5'



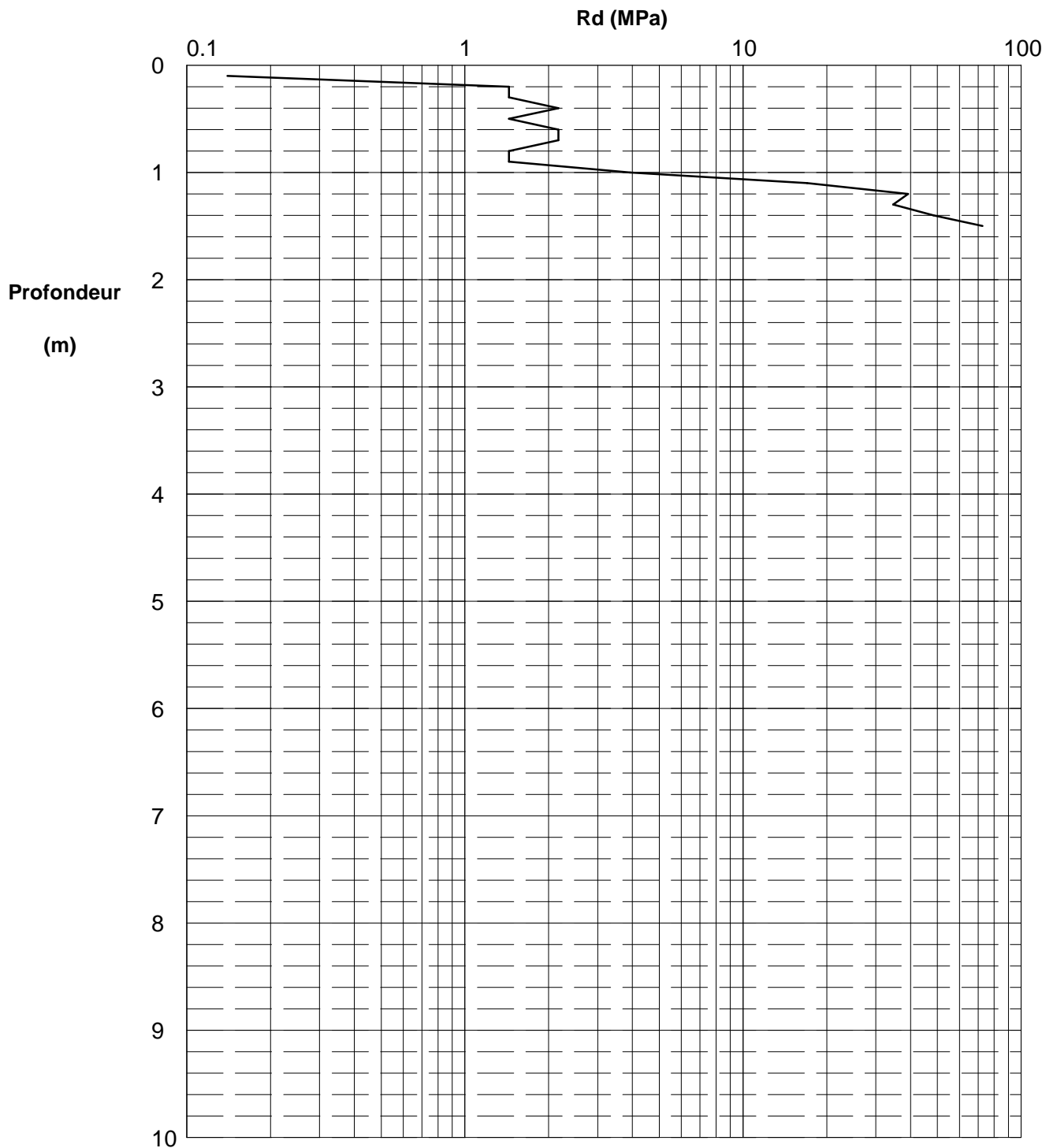
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 23-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp6



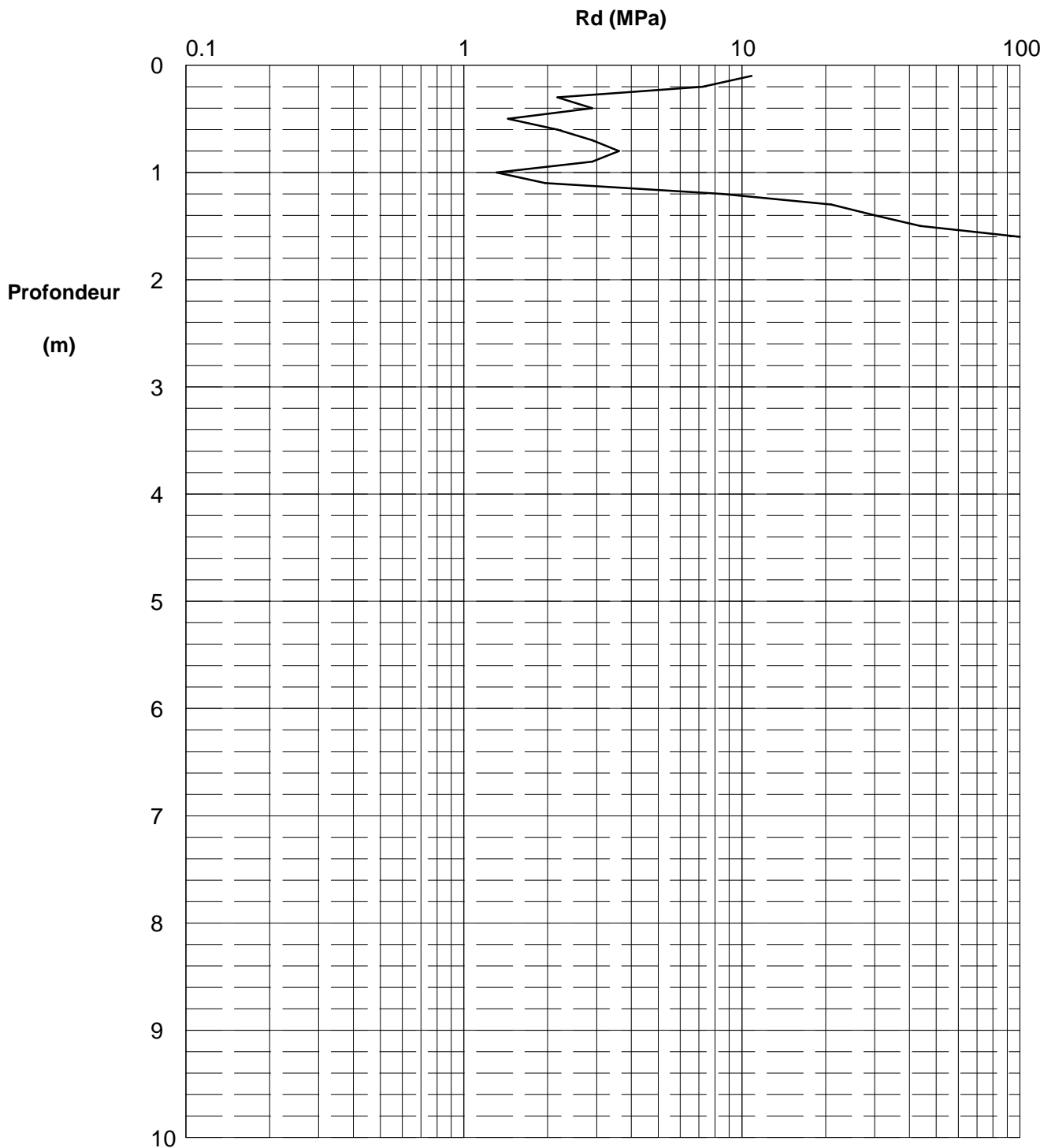
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 22-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp7



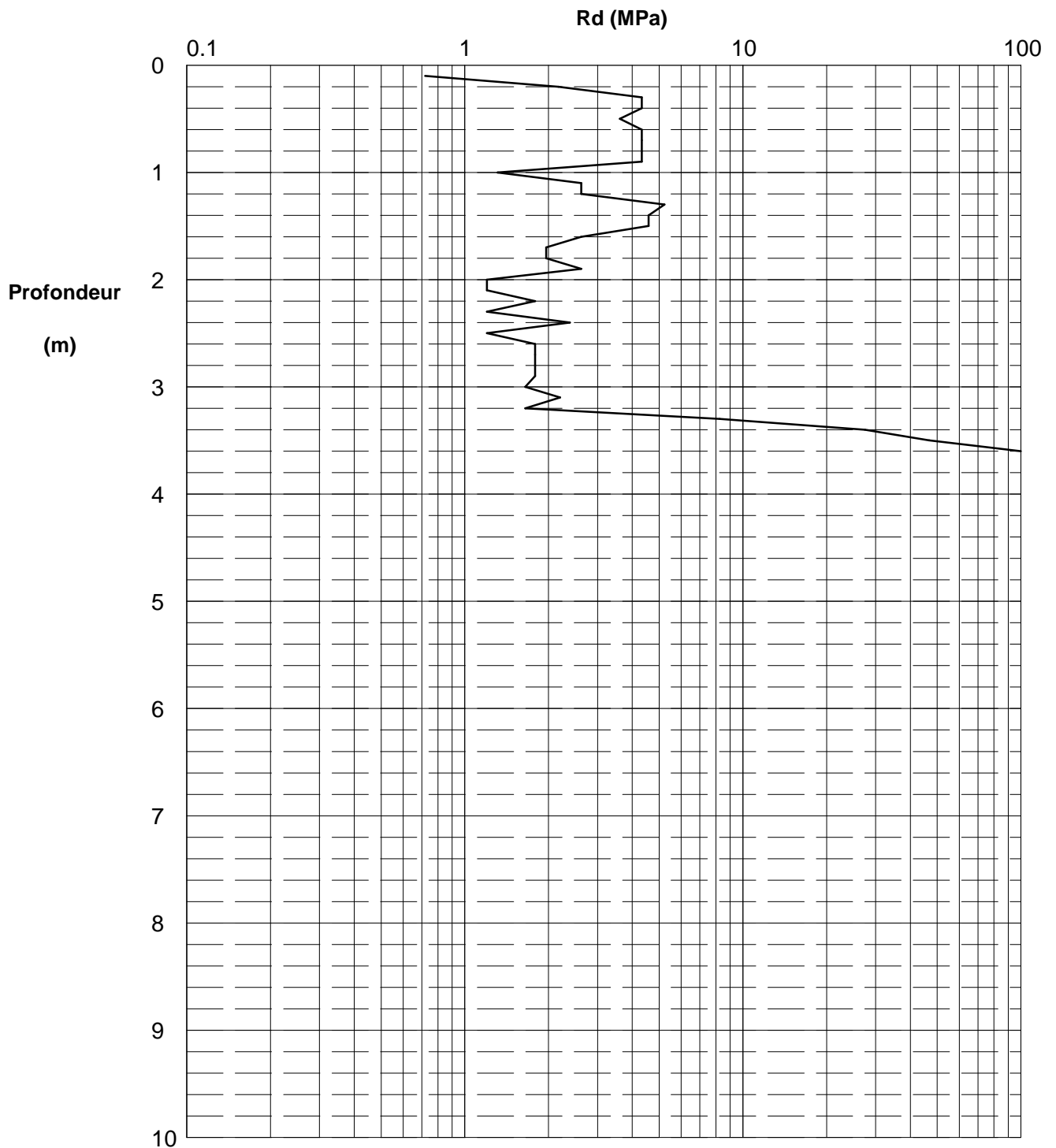
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 23-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp8





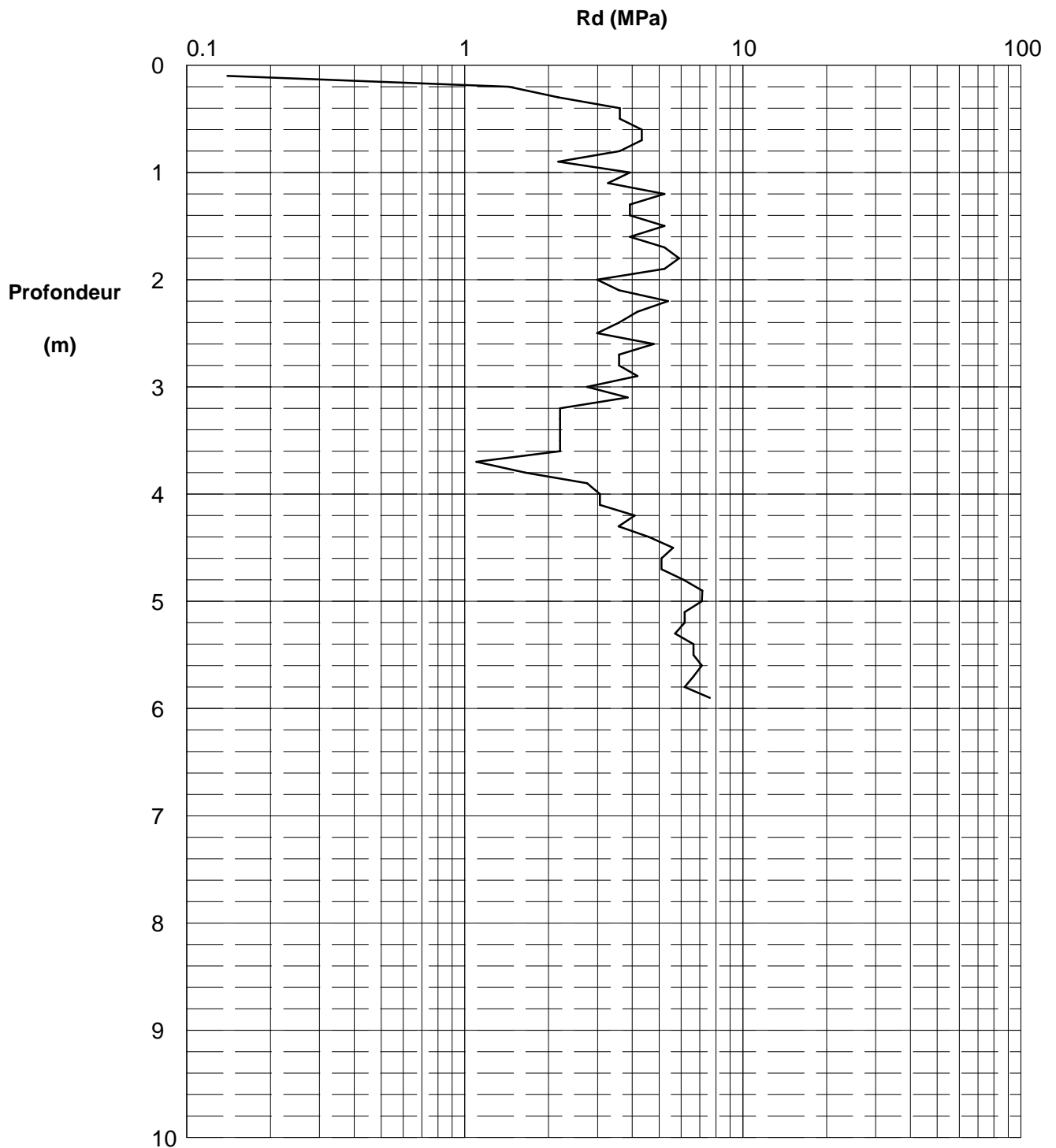
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 23-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp9



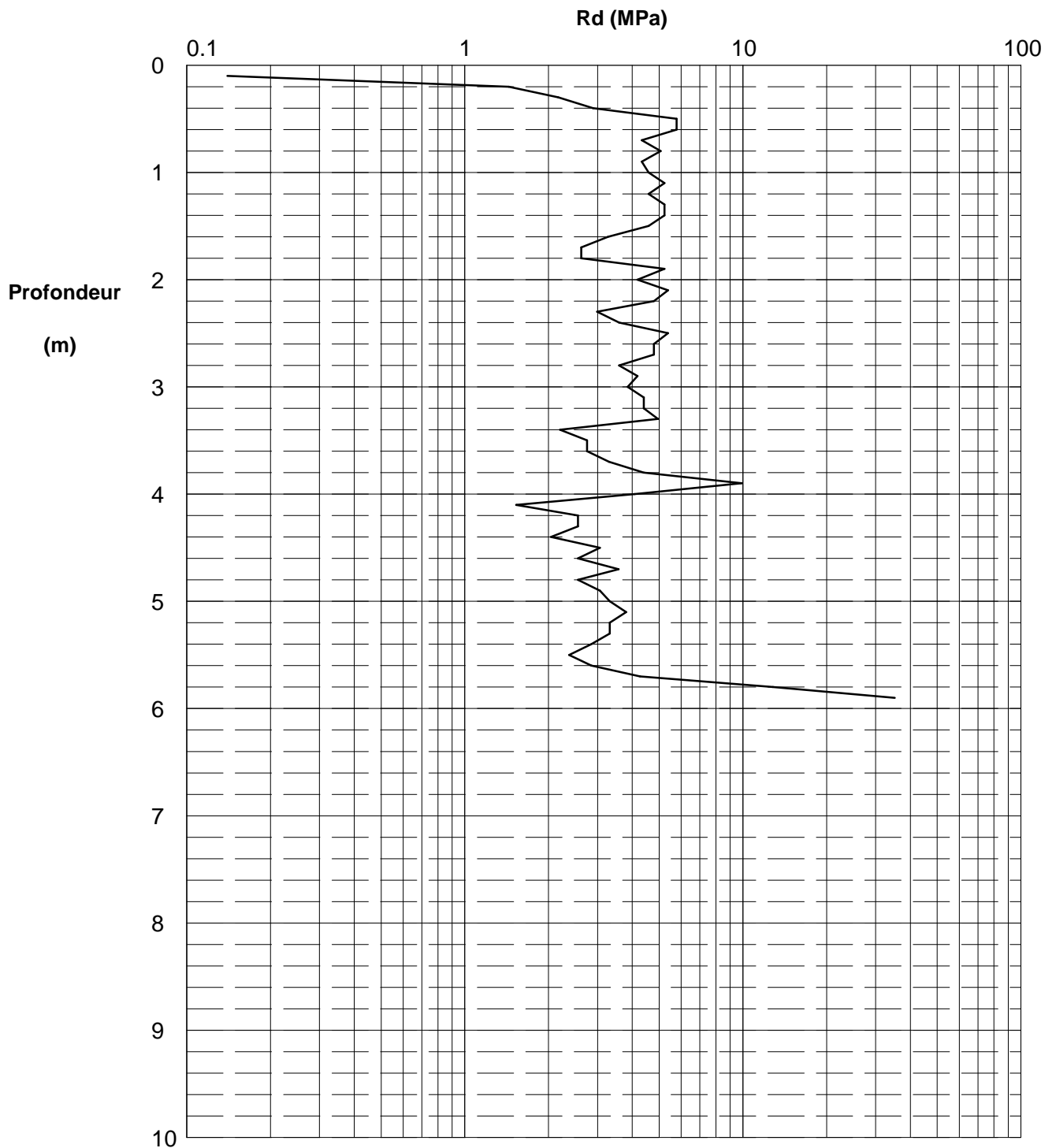
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 23-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp10



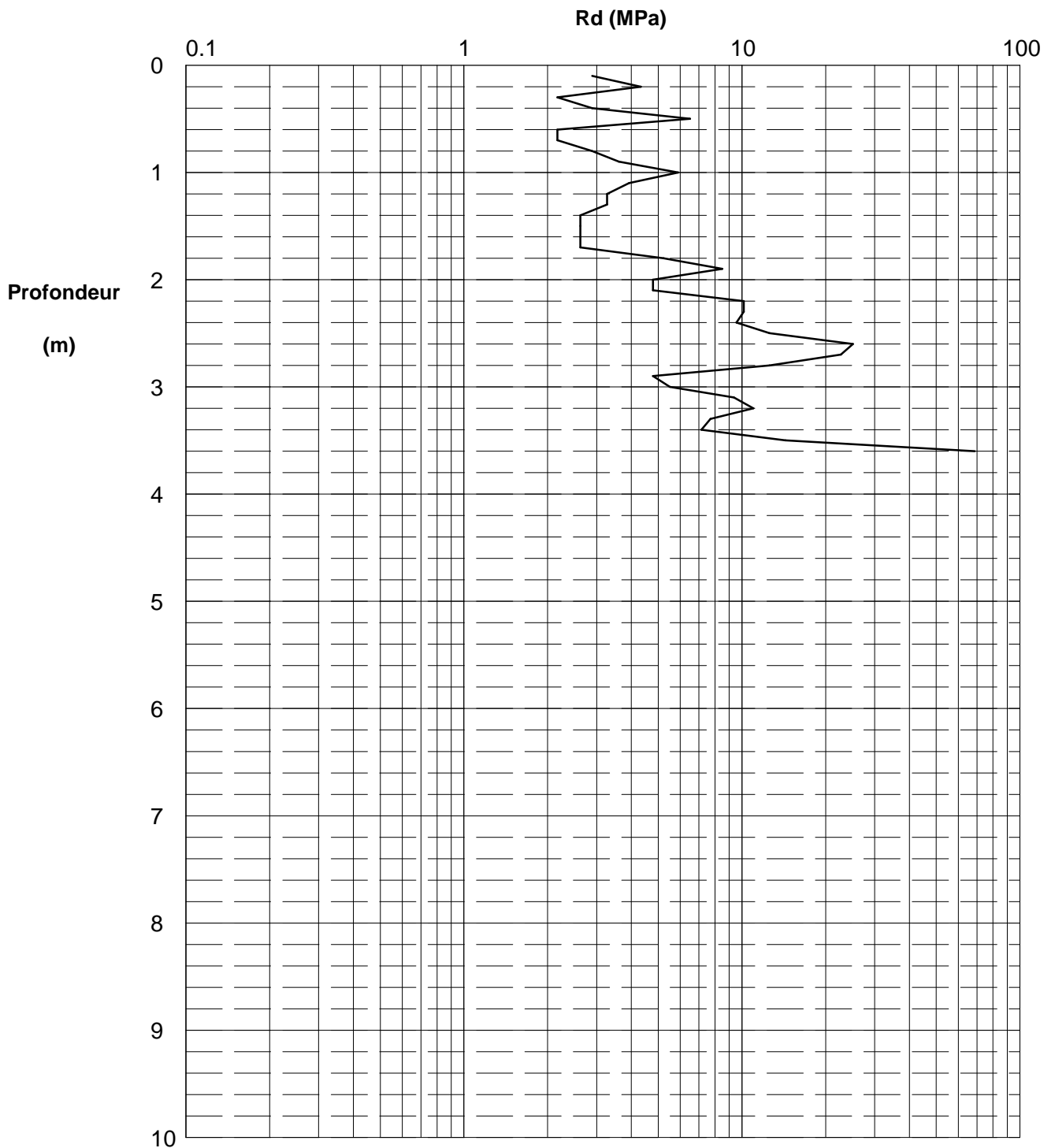
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 23-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp11



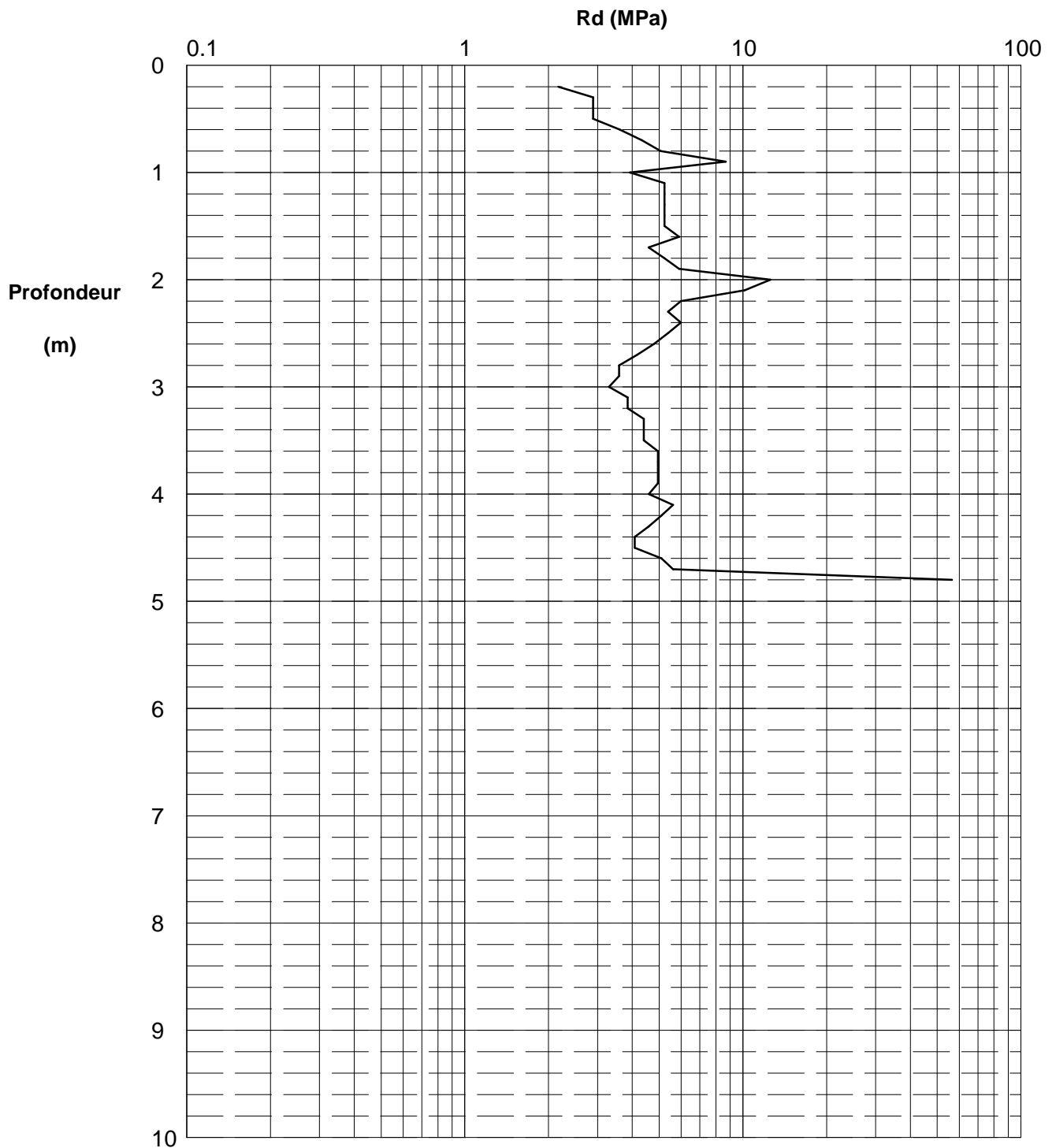
**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**Référence :** 6921

**Date :** 23-12-2014

**Cote :**

**Sondage n°:** sp12





## SONDAGES PÉNÉTROMÉTRIQUES

*Les sondages ont été effectués avec :*

un pénétromètre dynamique moyen Nordmeyer procédant par battage avec :

- un mouton de 20 kg ;
- une hauteur de chute de 50 cm ;
- une pointe de section 10 cm<sup>2</sup>.

Le paramètre mesuré est la Résistance Dynamique (Rd) opposée par le sol à la pénétration de la pointe.

La formule utilisée est celle des Hollandais qui pose comme égaux le travail effectué par le mouvement du mouton et le travail effectué par le mouvement du pénétromètre, d'où :

$$\mathbf{Rd} = \frac{\mathbf{M^2 \times h}}{\mathbf{e \cdot (T + M)}} \times \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{\Omega}}$$

où : M : poids du mouton  
T : poids des tiges  
h : hauteur de chute  
e : refus en cm  
Ω : section de la pointe

La hauteur zéro est comptée à partir du bâti du pénétromètre.

*Le dépouillement des sondages a été réalisé avec :*

le logiciel "Pen11", mis au point par Georges Henri Ducreux.



## SOL CONCEPT

Agence Durance : Rue Louis Auguste Blanqui - ZA les Blâches Gombert  
04160 CHÂTEAU ARNOUX / Tél : 04 92 32 12 18 - Fax : 04 92 32 11 25  
Ag. Drôme & s. social : La Cour - 26310 MISCON / Tél : 04 75 21 51 20

[solconcept@wanadoo.fr](mailto:solconcept@wanadoo.fr)

[www.solconcept.fr](http://www.solconcept.fr)

### ESSAI AU BLEU DE METHYLENE

selon la norme NF P94-068

**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**N. Ref. :** 6921

**Sondage :** Ech 1 - 0.8 m

**Date de l'essai :** 12/01/15

**Date et mode du prélèvement :**

23/12/14 - Direct

Sac étanche fermé

**Type de sol :** Cailloux à matrice limono-argileuse noire

Echantillon	fraction 0/5 mm
Masse sèche en g	26.607

Fraction de référence	% < 0.08 mm	% < 5 mm
0/50 mm	37.0%	65.0%
0/5 mm	57.0%	100.0%

Nombre de doses	10 cm <sup>3</sup>	5
	5 cm <sup>3</sup>	1
	2.5 cm <sup>3</sup>	3
Volume total de bleu (cm <sup>3</sup> )		62.5

VB tache (0.08 mm)	4.1	VB (5 mm)	2.3
		<b>VBS</b>	<b>1.5</b>

Teneur en eau (fraction totale)	<b>W<sub>nat</sub></b>	<b>13%</b>
---------------------------------	------------------------	------------

selon la norme NF P94-050

05/01/2015



# SOL CONCEPT

Agence Durance : Rue Louis Auguste Blanqui - ZA les Blâches Gombert  
 04160 CHÂTEAU ARNOUX / Tél : 04 92 32 12 18 - Fax : 04 92 32 11 25  
 Ag. Drôme & s. social : La Cour - 26310 MISCON / Tél : 04 75 21 51 20

solconcept@wanadoo.fr

www.solconcept.fr

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE

conformément à la norme NF P94-056

**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**N. Ref. :** 6921

**Sondage :** Ech 1 - 0.8 m

**Date de l'essai :** 12/01/15

**Date et mode du prélèvement :**

23/12/14 - Direct

Sac étanche fermé

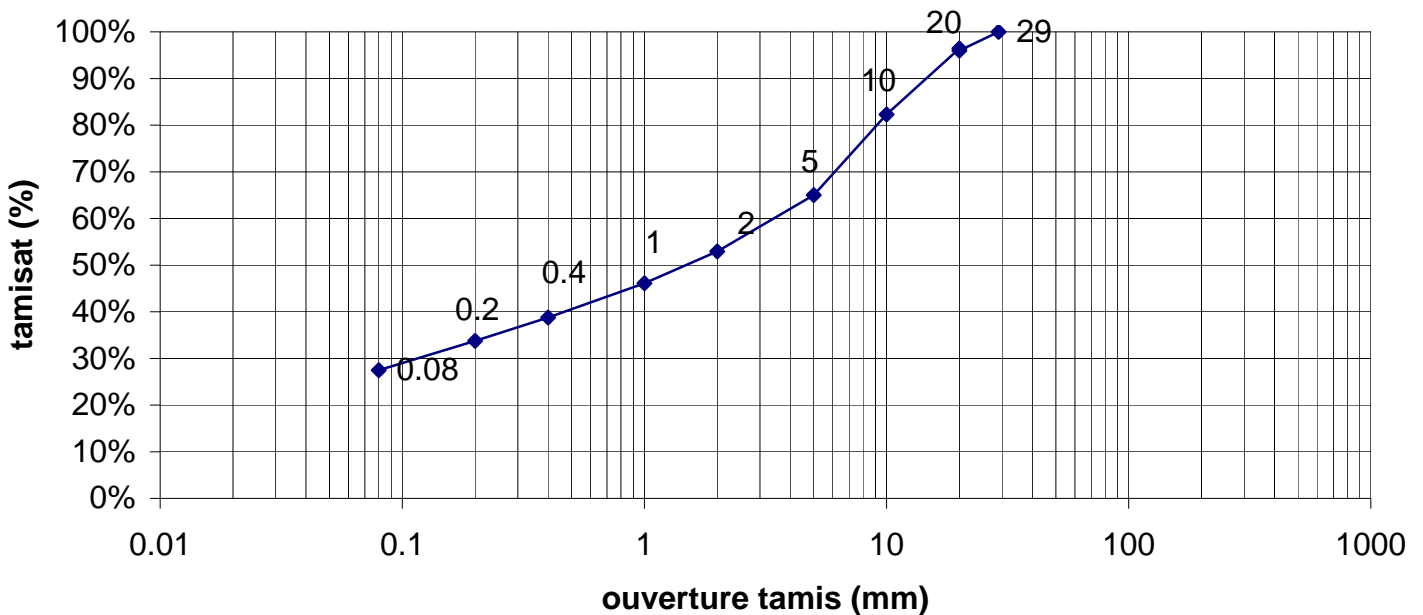
**Type de sol :** Cailloux à matrice limono-argileuse noire

**T°étuvage :** 105 °C

$d_m = 29$  mm

**Observations :**

B<sub>5</sub>



tamis d (mm)	0.08	0.2	0.4	1	2	5	10
passant %	27%	34%	39%	46%	53%	65%	82%
tamis d (mm)	20	29					
passant %	96%	100%					



## SOL CONCEPT

Agence Durance : Rue Louis Auguste Blanqui - ZA les Blâches Gombert  
04160 CHÂTEAU ARNOUX / Tél : 04 92 32 12 18 - Fax : 04 92 32 11 25  
Ag. Drôme & s. social : La Cour - 26310 MISCON / Tél : 04 75 21 51 20

[solconcept@wanadoo.fr](mailto:solconcept@wanadoo.fr)

[www.solconcept.fr](http://www.solconcept.fr)

### ESSAI AU BLEU DE METHYLENE

selon la norme NF P94-068

**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**N. Ref. :** 6921

**Sondage :** Ech 2 - 0.8 m

**Date de l'essai :** 12/01/15

**Date et mode du prélèvement :**

23/12/14 - Direct

Sac étanche fermé

**Type de sol :** Limons sableux brun à cailloux

Echantillon	fraction 0/5 mm
Masse sèche en g	26.384

Fraction de référence	% < 0.08 mm	% < 5 mm
0/50 mm	54.2%	95.0%
0/5 mm	57.1%	100.0%

Nombre de doses	10 cm <sup>3</sup>	5
	5 cm <sup>3</sup>	2
	2.5 cm <sup>3</sup>	0
Volume total de bleu (cm <sup>3</sup> )	60	

VB tache (0.08 mm)	4.0	VB (5 mm)	2.3
		<b>VBS</b>	<b>2.2</b>

Teneur en eau (fraction totale)	<b>W<sub>nat</sub></b>	<b>21%</b>
---------------------------------	------------------------	------------

selon la norme NF P94-050

05/01/2015





# SOL CONCEPT

Agence Durance : Rue Louis Auguste Blanqui - ZA les Blâches Gombert  
04160 CHÂTEAU ARNOUX / Tél : 04 92 32 12 18 - Fax : 04 92 32 11 25  
Ag. Drôme & s. social : La Cour - 26310 MISCON / Tél : 04 75 21 51 20

solconcept@wanadoo.fr

www.solconcept.fr

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE

conformément à la norme NF P94-056

**Affaire :** Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

**N. Ref. :** 6921

**Sondage :** Ech 2 - 0.8 m

**Date de l'essai :** 19/01/15

**Date et mode du prélèvement :**

23/12/14 - Direct

Sac étanche fermé

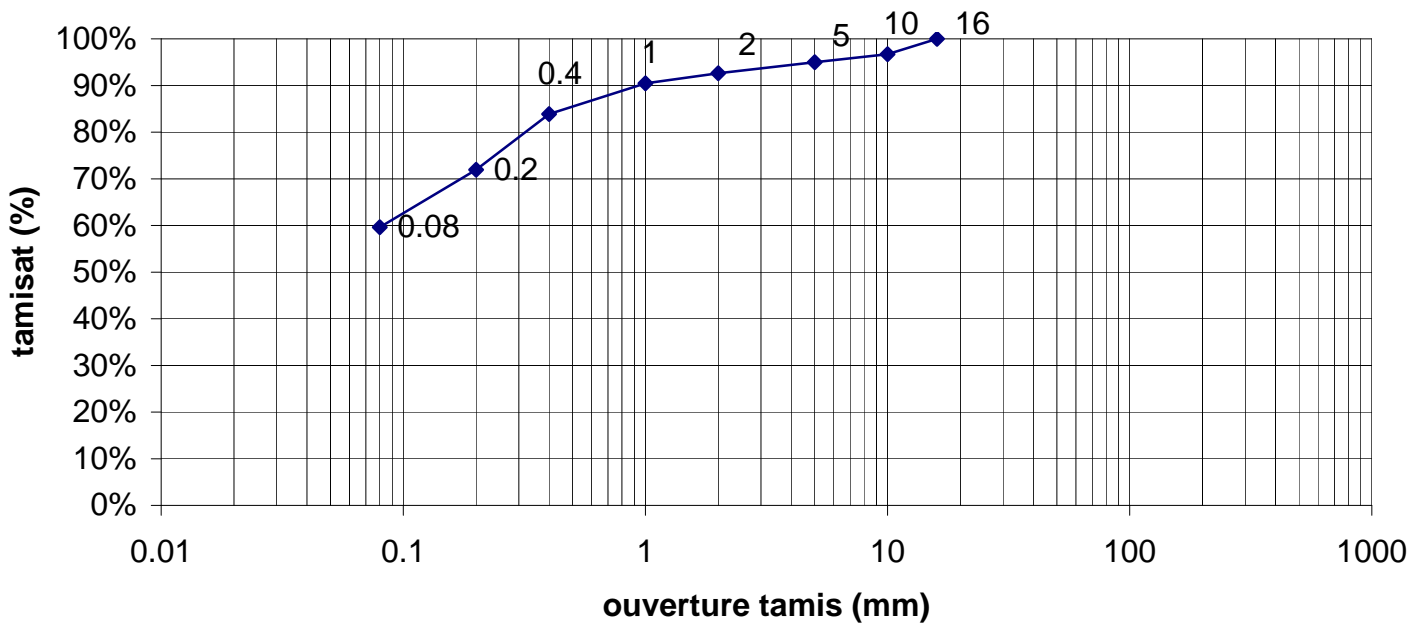
**Type de sol :** Limons sableux brun à cailloux

**T°étuvage :** 105 °C

$d_m = 16$  mm

**Observations :**

A<sub>1</sub>



tamis d (mm)	0.08	0.2	0.4	1	2	5	10
passant %	60%	72%	84%	90%	93%	95%	97%
tamis d (mm)	16						
passant %	100%						



**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

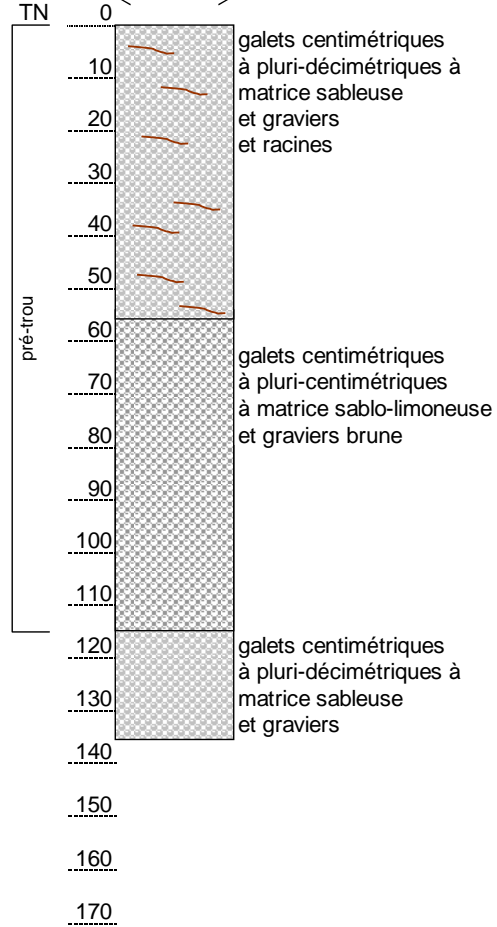
Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 22/12/2014

**E1**

Diam. (cm) : 23.3



Hauteur du trou (cm) = 21  
Hauteur du repère (cm) = 23.3  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

<b>T (mn)</b>	0	0.27	0.32	0.23	0.28	0.37	0.48	1.18
<b>h (cm)</b>	14.8	15.4	16	16.4	16.8	17.4	18.2	20.1
<b>h corr. (cm)</b>	14.8	15.4	16	16.4	16.8	17.4	18.2	20.1
<b>h' (cm)</b>	8.5	7.9	7.3	6.9	6.5	5.9	5.1	3.2
<b>K (mm/h)</b>		553	488	470	398	471	514	565

Moyenne harmonique des essais : 488 mm/h

série 2

<b>T (mn)</b>	0	0.57	0.42	1.05	0.52	0.52	0.5
<b>h (cm)</b>	14.4	15.3	16	17.2	17.8	18.4	19.1
<b>h corr. (cm)</b>	14.4	15.3	16	17.2	17.8	18.4	19.1
<b>h' (cm)</b>	8.9	8	7.3	6.1	5.5	4.9	4.2
<b>K (mm/h)</b>		386	432	319	347	366	471

Moyenne harmonique des essais : 380 mm/h

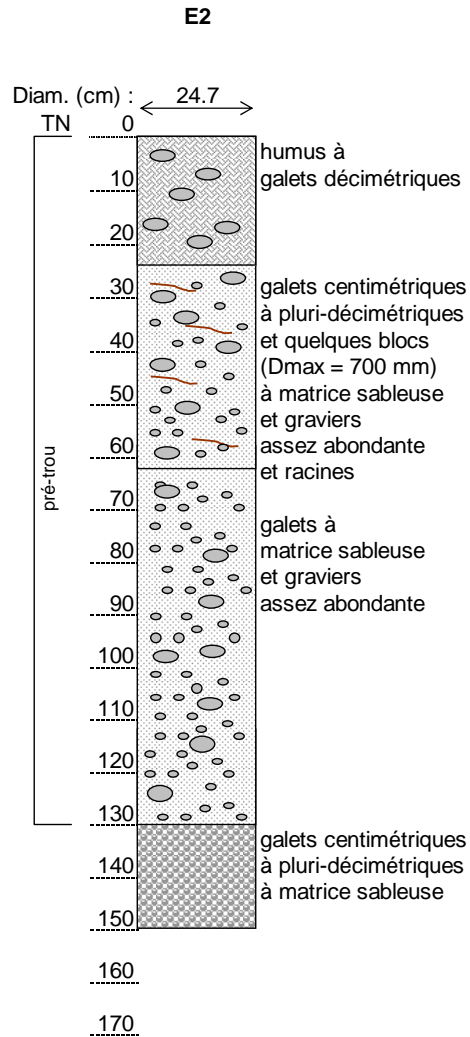


**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau constant**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 22/12/2014



Test	1	2	3	4	5	6	7
Temps (s)	60	60	60	60	80	40	60
Heau (cm)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Volume (L)	0.71	0.66	0.82	0.71	0.87	0.43	0.56
Surface d'infiltration (m <sup>2</sup> )	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Perméabilité (m/s)	1.8E-04	1.6E-04	2.0E-04	1.8E-04	1.6E-04	1.6E-04	1.4E-04
Perméabilité (mm/h)	635	590	726	635	579	579	499

Perméabilité moyenne (mm/h) = 599

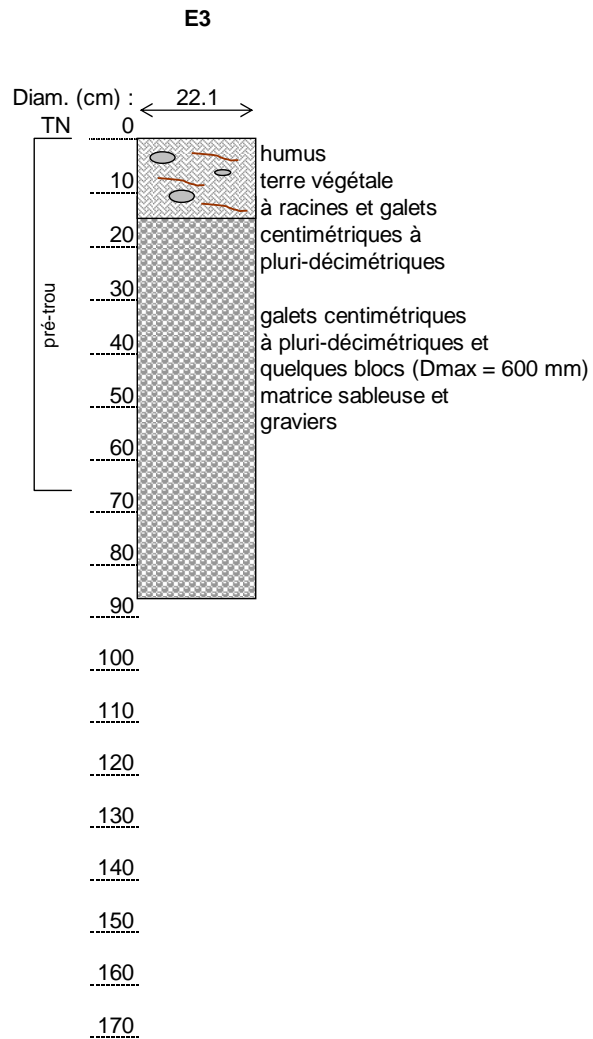


**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau constant**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 22/12/2014



Test	1	2	3	4	5	6	7
Temps (s)	120	60	60	60	60	60	60
Heau (cm)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Volume (L)	0.66	0.41	0.51	0.36	0.31	0.36	0.36
Surface d'infiltration (m <sup>2</sup> )	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Perméabilité (m/s)	8.3E-05	1.0E-04	1.3E-04	9.0E-05	7.7E-05	9.0E-05	9.0E-05
Perméabilité (mm/h)	301	370	462	324	277	324	324

Perméabilité moyenne (mm/h) = 332



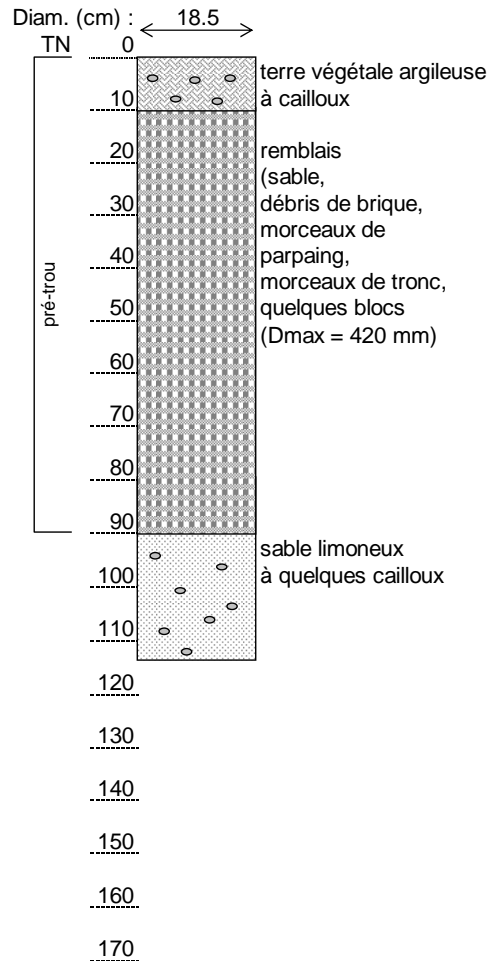
**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 22/12/2014

**E4**



Hauteur du trou (cm) = 23.5  
Hauteur du repère (cm) = 26  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

T (mn)	0	1.05	1.1	1	1	1.1	1.02	1.9	1.03	1.03
h (cm)	14.8	15.2	15.8	16.2	16.6	17	17.4	18.1	18.4	18.7
h corr. (cm)	14.8	15.2	15.8	16.2	16.6	17	17.4	18.1	18.4	18.7
h' (cm)	11.2	10.8	10.2	9.8	9.4	9	8.6	7.9	7.6	7.3
K (mm/h)		68	100	76	78	73	81	79	65	67

Moyenne harmonique des essais : 75 mm/h



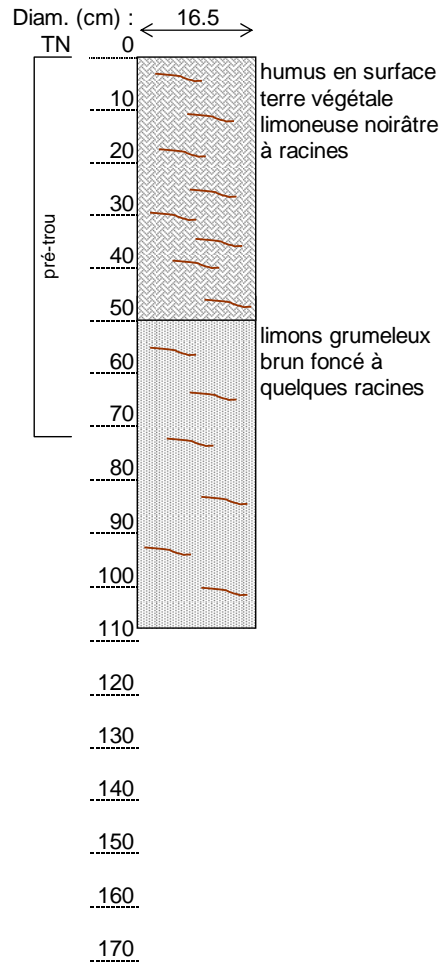
**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 22/12/2014

**E5**



Hauteur du trou (cm) = 36  
Hauteur du repère (cm) = 37.7  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

T (mn)	0	2.8	3.12	3.1	3.03	3.38	10.78	16.87
h (cm)	14.8	15.2	15.8	16.2	16.6	17	18.1	18.7
h corr. (cm)	14.8	15.2	15.8	16.2	16.6	17	18.1	18.7
h' (cm)	22.9	22.5	21.9	21.5	21.1	20.7	19.6	19
K (mm/h)		13	18	12	13	12	10	4

Moyenne harmonique des essais : 9 mm/h



**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

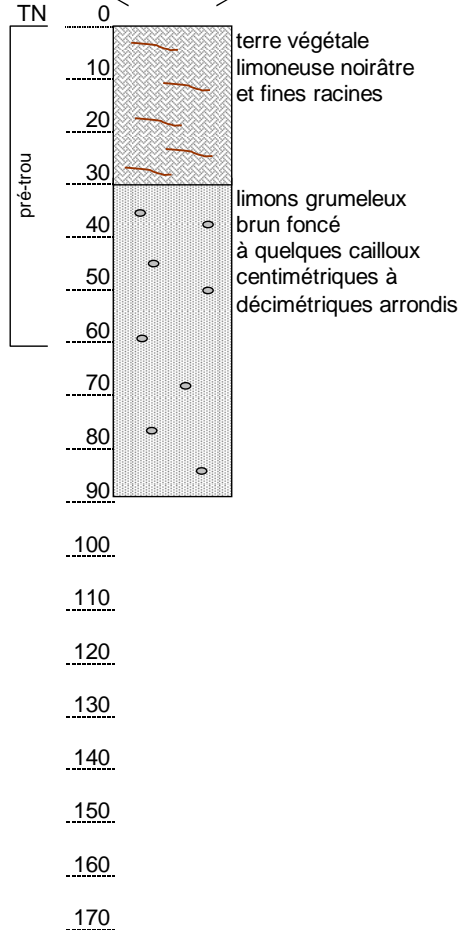
Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 22/12/2014

**E6**

Diam. (cm) : ← 16.0 →



Hauteur du trou (cm) = 28.5  
Hauteur du repère (cm) = 31.8  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

<b>T (mn)</b>	0	8.03	2.97	3.18	3.07	2.95	11.13	3.07	2.77
<b>h (cm)</b>	12.9	18.2	19.5	21	22.1	23.2	26.4	27.3	28
<b>h corr. (cm)</b>	12.9	18.2	19.5	21	22.1	23.2	26.4	27.3	28
<b>h' (cm)</b>	18.9	13.6	12.3	10.8	9.7	8.6	5.4	4.5	3.8
<b>K (mm/h)</b>		79	62	73	60	68	63	79	74

Moyenne harmonique des essais : 69 mm/h

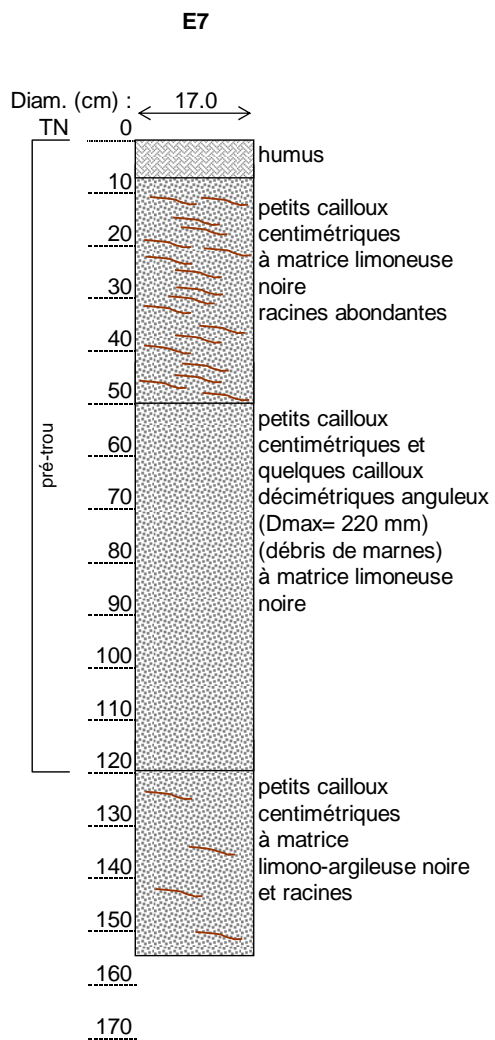


**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 23/12/2014



Hauteur du trou (cm) = 35  
Hauteur du repère (cm) = 42  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

<b>T (mn)</b>	0	1	0.6	0.93	0.52	0.53	0.45	0.5	0.48	0.57	0.45
<b>h (cm)</b>	25.2	26.9	27.9	29.3	30	30.8	31.3	31.9	32.4	33	33.5
<b>h corr. (cm)</b>	25.2	26.9	27.9	29.3	30	30.8	31.3	31.9	32.4	33	33.5
<b>h' (cm)</b>	16.8	15.1	14.1	12.7	12	11.2	10.7	10.1	9.6	9	8.5
<b>K (mm/h)</b>		215	226	218	207	243	186	209	188	198	218

Moyenne harmonique des essais : 210 mm/h

série 2

<b>T (mn)</b>	0	1.05	0.98	1.07	0.92	1.03	1	1.03	1
<b>h (cm)</b>	24.5	26.3	27.6	29	30	31.1	32	33	33.8
<b>h corr. (cm)</b>	24.5	26.3	27.6	29	30	31.1	32	33	33.8
<b>h' (cm)</b>	17.5	15.7	14.4	13	12	10.9	10	9	8.2
<b>K (mm/h)</b>		210	175	186	166	174	156	180	159

Moyenne harmonique des essais : 174 mm/h



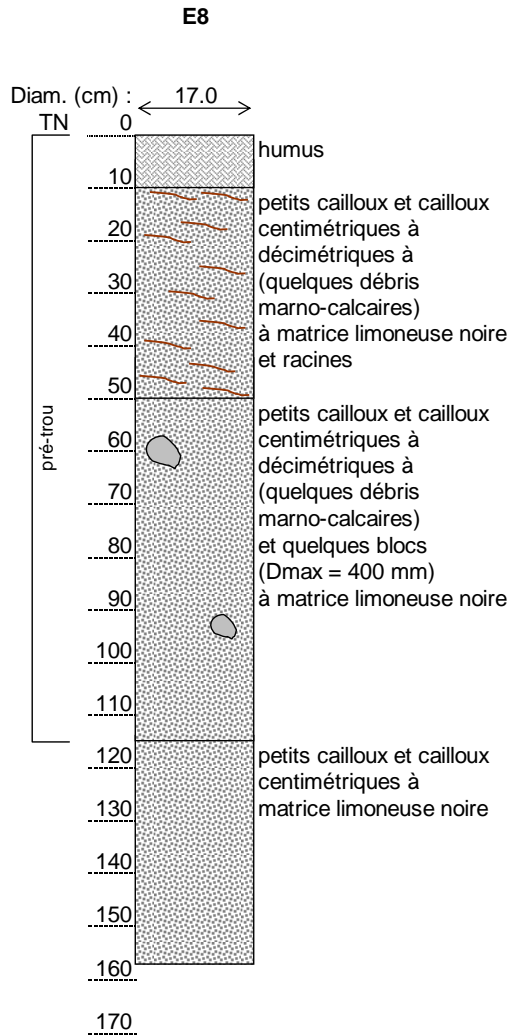


**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 23/12/2014



Hauteur du trou (cm) = 42  
Hauteur du repère (cm) = 44.7  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

<b>T (mn)</b>	0	1.07	0.98	1.05	1.02	1	0.98	1.02	0.93
<b>h (cm)</b>	25.5	27.4	28.9	30.4	31.7	32.8	34	35.2	36.2
<b>h corr. (cm)</b>	25.5	27.4	28.9	30.4	31.7	32.8	34	35.2	36.2
<b>h' (cm)</b>	19.2	17.3	15.8	14.3	13	11.9	10.7	9.5	8.5
<b>K (mm/h)</b>		201	188	189	182	168	201	209	207

Moyenne harmonique des essais : 192 mm/h

série 2

<b>T (mn)</b>	0	1.02	1.03	1.08	0.98	0.97	1.98	1.03	0.98	1.05
<b>h (cm)</b>	26.1	27.5	28.7	29.9	30.9	32	33.8	34.7	35.7	36.7
<b>h corr. (cm)</b>	26.1	27.5	28.7	29.9	30.9	32	33.8	34.7	35.7	36.7
<b>h' (cm)</b>	18.6	17.2	16	14.8	13.8	12.7	10.9	10	9	8
<b>K (mm/h)</b>		158	143	144	140	165	145	152	189	191

Moyenne harmonique des essais : 157 mm/h



**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

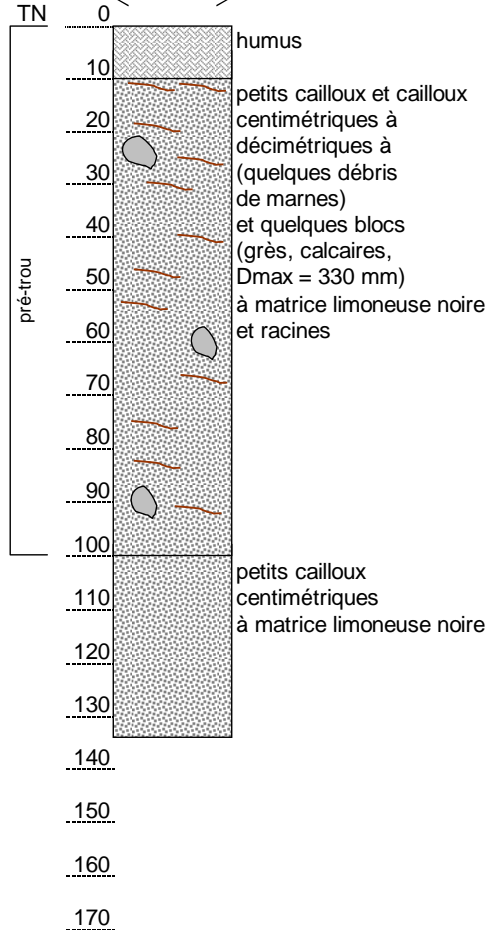
Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 23/12/2014

**E9**

Diam. (cm) : ← 24.8 →



Hauteur du trou (cm) = 34  
Hauteur du repère (cm) = 35  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

T (mn)	0	1.05	1	1.12	3.97	1.98	1.98	1.97	2.1	1.9	2.03	1.95	2.02	1.98
h (cm)	21.7	21.9	22.1	22.4	23	23.3	23.6	23.8	24	24.2	24.4	24.6	24.8	25
h corr. (cm)	21.7	21.9	22.1	22.4	23	23.3	23.6	23.8	24	24.2	24.4	24.6	24.8	25
h' (cm)	13.3	13.1	12.9	12.6	12	11.7	11.4	11.2	11	10.8	10.6	10.4	10.2	10
K (mm/h)		37	39	53	30	31	32	22	20	23	22	23	22	23

Moyenne harmonique des essais : 27 mm/h



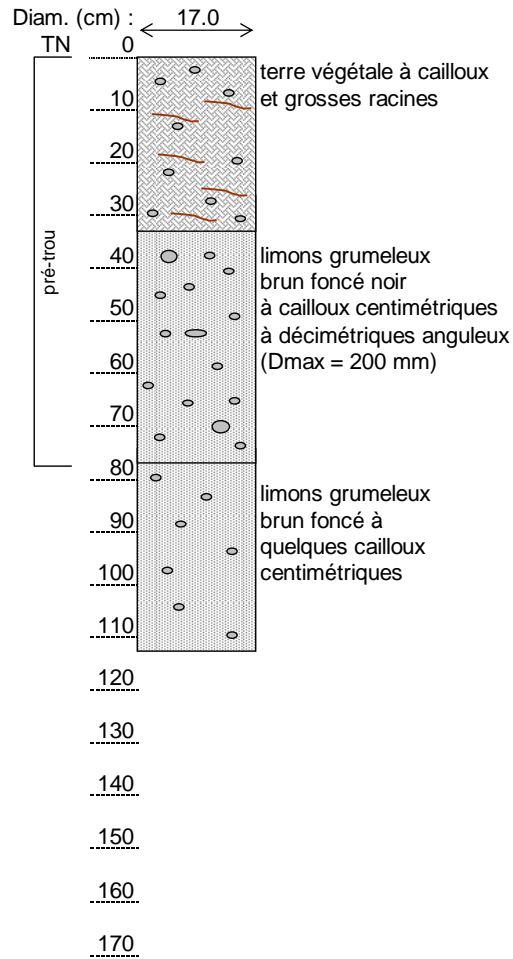
**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 23/12/2014

**E10**



Hauteur du trou (cm) = 36  
Hauteur du repère (cm) = 38.5  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

<b>T (mn)</b>	0	0.98	1.03	1	0.98	1.05	5.02	1.42	0.85	1.17
<b>h (cm)</b>	18	19.3	20.3	21.2	22	22.7	25.8	26.6	26.9	27.5
<b>h corr. (cm)</b>	18	19.3	20.3	21.2	22	22.7	25.8	26.6	26.9	27.5
<b>h' (cm)</b>	20.5	19.2	18.2	17.3	16.5	15.8	12.7	11.9	11.6	11
<b>K (mm/h)</b>		140	108	104	98	83	85	87	56	84

Moyenne harmonique des essais : 89 mm/h

série 2

<b>T (mn)</b>	0	1.05	2.08	2.02	2.07	1.98	1.93	2.08	2.08	6.83	4.92
<b>h (cm)</b>	18.3	18.7	19.7	20.6	21.6	22.5	23.3	24.1	25	27	28.5
<b>h corr. (cm)</b>	18.3	18.7	19.7	20.6	21.6	22.5	23.3	24.1	25	27	28.5
<b>h' (cm)</b>	20.2	19.8	18.8	17.9	16.9	16	15.2	14.4	13.5	11.5	10
<b>K (mm/h)</b>		40	52	50	57	56	53	51	61	45	52

Moyenne harmonique des essais : 51 mm/h



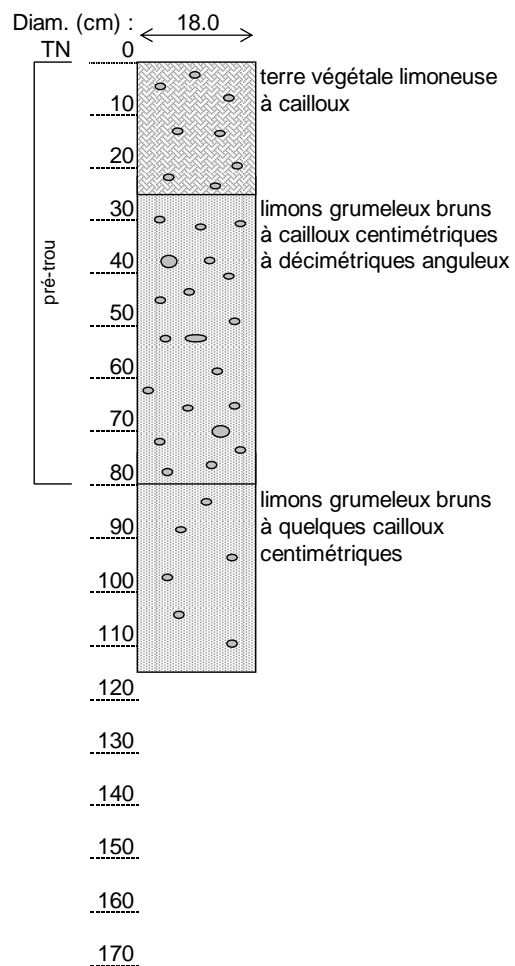
**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 23/12/2014

**E11**



Hauteur du trou (cm) = 35  
Hauteur du repère (cm) = 41.5  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

T (mn)	0	4.88	10.97	10.63	11.17	9.87	10.25	25.83
h (cm)	18.5	19.1	20	20.7	21.3	21.8	22.5	23.6
h corr. (cm)	18.5	19.1	20	20.7	21.3	21.8	22.5	23.6
h' (cm)	23	22.4	21.5	20.8	20.2	19.7	19	17.9
K (mm/h)		12	8	7	6	6	8	5

Moyenne harmonique des essais : 7 mm/h



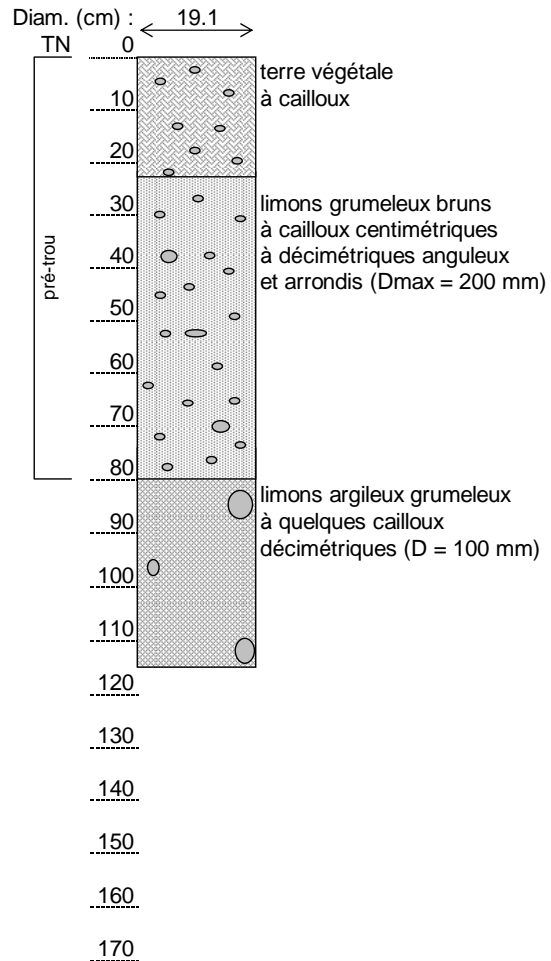
**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 23/12/2014

**E12**



Hauteur du trou (cm) = 35  
Hauteur du repère (cm) = 36.6  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

<b>T (mn)</b>	0	11	11.05	10.4	21.25	10.18	25.53
<b>h (cm)</b>	21.2	21.5	21.8	22.1	22.2	22.3	22.8
<b>h corr. (cm)</b>	21.2	21.5	21.8	22.1	22.2	22.3	22.8
<b>h' (cm)</b>	15.4	15.1	14.8	14.5	14.4	14.3	13.8
<b>K (mm/h)</b>		4	4	4	1	1	3

Moyenne harmonique des essais : 2 mm/h



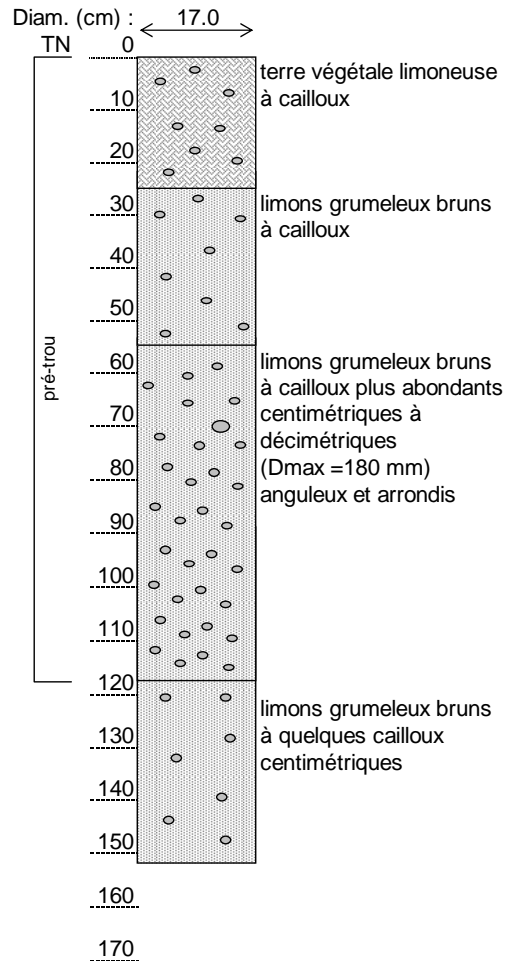
**Fiche d'essai d'infiltration  
type Porchet à niveau variable**

Affaire : Création d'une zone d'activités - Villars-Colmars (04)

Etude Sol Concept n°6921

Date des sondages : 23/12/2014

**E13**



Hauteur du trou (cm) = 35  
Hauteur du repère (cm) = 37  
Epaisseur flotteur (cm) = 0

série 1

<b>T (mn)</b>	0	11.42	10.92	10.5	11.17	10.08	10.08	24.67
<b>h (cm)</b>	15.7	17.6	19.2	20.7	21.9	23.2	24.3	27
<b>h corr. (cm)</b>	15.7	17.6	19.2	20.7	21.9	23.2	24.3	27
<b>h' (cm)</b>	21.3	19.4	17.8	16.3	15.1	13.8	12.7	10
<b>K (mm/h)</b>		17	16	17	14	18	16	18

Moyenne harmonique des essais : 16 mm/h