

Critères d'appréciation d'un forage environnemental

Techniques de Forage

Modave, Mercredi 27 Mai 2015



Simon Garzaniti
Cellule Déchets et Sites à Risques
Institut Scientifique de Service Public

Introduction

- ISSeP :
« Institut Scientifique de Service Public »
 - Cellule Déchets et sites à risques :
 - Réseau de contrôle des CET en Wallonie
 - SAED
 - Appui technique à la DAS et à la DSD
- Avis techniques sur les EO, EC et PA



Introduction

- Objectif de l'exposé :

Rappeler les bonnes pratiques en matière de forages environnementaux aux yeux de l'Administration et de l'ISSeP

- Documents de référence :

- Compendium Wallon d'échantillonnage et d'analyse (CWEA)

<https://dps.environnement.wallonie.be/home/sols/sols-pollues/compendium-wallon-des-methodes-dechantillonnage-et-danalyse--cwea-.html>

- Code wallon de bonnes pratiques (CWBP)

- Guide de référence pour l'étude d'orientation (GREO)

<https://dps.environnement.wallonie.be/home/sols/sols-pollues/code-wallon-de-bonnes-pratiques--cwbp-/etude-dorientation.html>



Introduction

ATTENTION !

Contenu de l'exposé = Recommandations
≠ Obligations

L'expert reste l'expert et peut y déroger en
justifiant !



Plan de l'exposé

Introduction

Contraintes

Etude préparatoire

Echantillonnage sol

Mise en place d'un piézomètre

Description et LOG

Étude de cas



Plan de l'exposé

Introduction

Contraintes

Etude préparatoire

Echantillonnage sol

Mise en place d'un piézomètre

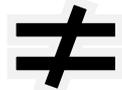
Description et LOG

Étude de cas



Contraintes

Forage
environnemental



Prise d'eau
Forage de prospection
Forage hydrogéologique
Géothermie
Géomécanique

...

Contraintes spécifiques liées aux objectifs du forages



Contraintes

Objectifs des forages environnementaux :

- Prise d'échantillons de sol REPRÉSENTATIFS
- Installation d'un piézomètre (eau et/ou air)
 - Prise d'échantillons d'eau souterraine (ou d'air)
REPRÉSENTATIFS
 - Données hydrogéologiques
- Descriptions lithologiques et organoleptiques
 - Contextualisation géologique
 - Rapportage (LOG)



Contraintes

Méthode de forage ...

- Manuel
- Léger
- Lourd



Contraintes

Méthode de forage ...

- Manuel
- Léger
- Lourd



Contraintes

Méthode de forage ...

- Manuel
- Léger
- Lourd



Contraintes

Contraintes ? → Choix de la méthode ...

- Accessibilité
 - Intérieur- extérieur ?
 - Câbles et conduites ? (manuel)
 - ...
- Profondeur visée (type de forage)
- Lithologie
- Prélèvement sol ? (destructif)
- Mise en place d'un piézomètre ? (diamètre)
- Prix
- Préservation de l'environnement



Contraintes

Contraintes ? → Choix de la méthode ...

- « Préservation de l'environnement »
 - = ne pas aggraver la situation (et ne pas fausser les résultats)
 - Matériel propre
 - Eviter les cross contaminations (nappes superposées)
 - Reconstituer les horizons peu perméables après forage
 - Gestion de terres polluées excavées
 - Eviter au maximum les « lubrifiants de forage » (eau)
 - ~~Air lift~~ si produit pur
 - ...



Contraintes

Technique	Coût	Portabilité	Contaminations	Visualisation	Profondeur	Sous nappe	Remblai
Tarière manuelle	+++	+++	+	++	0-2 m	---	---
Tarière mécanique	-	-	-	-	0-10 m	---	+
Tarière creuse	---	-	+++	+	0-10 m	+++	+
Gouge simple	++	-/+	+	+++	0-10 m	-	-/+
Gouge avec tubage	-	-	+++	+++	0-10 m	+++	+
Tranchées	+	-	+++	+++	0-5 m	---	+
Couronne	---	-	---	+++	0-50 m	+++	-
Marteau fond de trou	---	-	---	---	0-50 m	-/+	-/+



Plan de l'exposé

Introduction

Contraintes

Etude préparatoire

Echantillonnage sol

Mise en place d'un piézomètre

Description et LOG

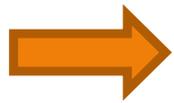
Étude de cas



Etude préparatoire

« *Un travail de qualité sur le terrain débute au bureau* »

- Contexte (hydro)géologique
- Stratégie – objectifs de chacun des forage
- Contraintes de terrain (câbles et conduites, accès,...)



Choix de la (des) méthode(s) de forage
Organisation du chantier

Données théoriques mises à jour durant la campagne de prélèvement !

→ Adaptation de la stratégie et des documents de terrain !



Plan de l'exposé

Introduction

Contraintes

Etude préparatoire

Echantillonnage sol

Mise en place d'un piézomètre

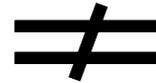
Description et LOG

Étude de cas



Echantillonnage de sol

Prélèvement



Analyse

- **Panel d'échantillons disponibles pour analyses (parfois ultérieures)**
 - Uniformisation de la description si plusieurs préleveurs
 - Discussion avec l'équipe
 - Données complémentaires (granulométrie, composition, humidité, ...)
- **Définie en fonction de la stratégie et des indices organoleptiques**



Echantillonnage de sol

Echantillon REPRÉSENTATIF !

- Echantillon ~~composite~~ car dilution
 - Sauf :
 - Déchets uniformes
 - Couches de nature identique déjà décrites (faciès)
- Limiter au maximum le remaniement et les bulles (fonction de la technique de forage)
- Réfrigérer immédiatement à 4°C
- Eviter la cross contamination
 - Moins contaminé (présumé) → plus contaminé
 - Nouveaux gants à chaque échantillon
 - Tubage à l'avancement si éboulements ou pollution importante



Echantillonnage de sol

Profil d'échantillonnage idéal (*GREO*) (0,5 m maximum)

- 0 – 0,2 m-ns
- [0,2 – 1] m-ns
- 1 éch. / 1-2 m
- Surface piézométrique
- 1 éch. / horizon
- 1 éch. propre en fond de forage (délimitation verticale)

- + 1 éch. si indice organoleptique



Plan de l'exposé

Introduction

Contraintes

Etude préparatoire

Echantillonnage sol

Mise en place d'un piézomètre

Description et LOG

Étude de cas



Mise en place d'un piézomètre

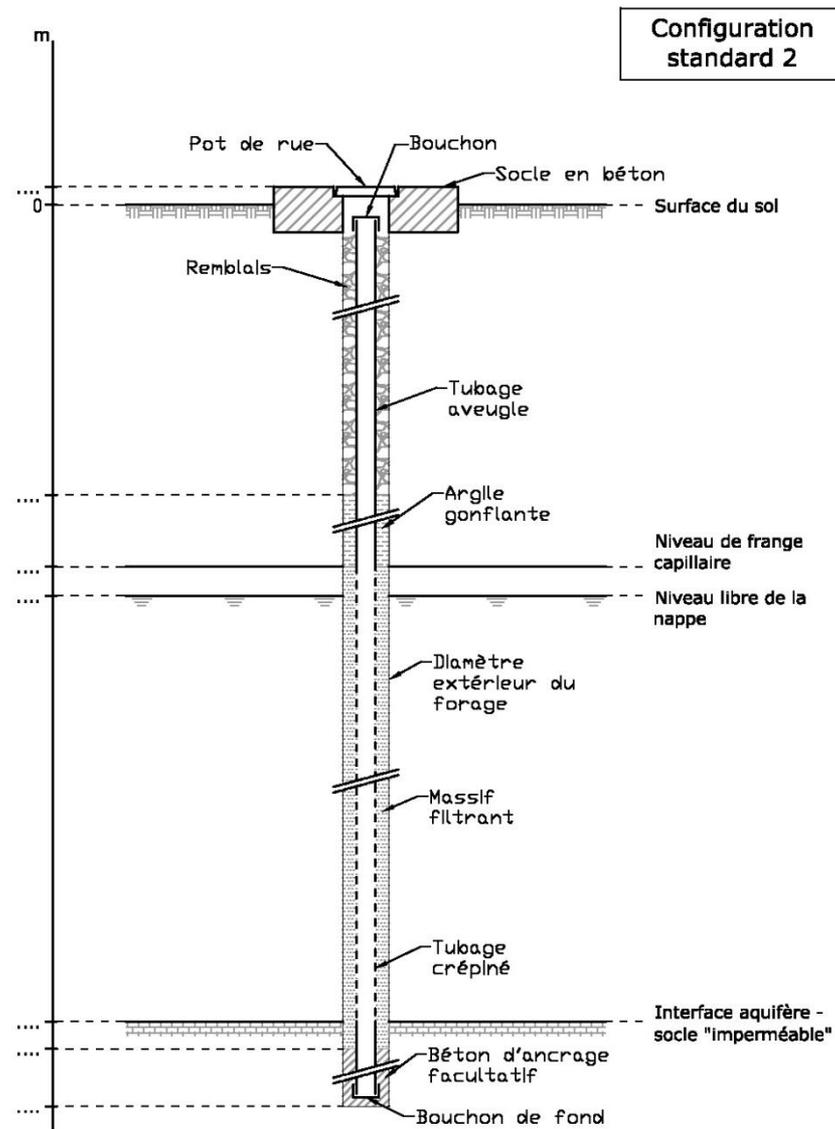
Buts d'un piézomètre :

- Prélèvement d'eau souterraine
 - Plusieurs nappes ?
 - LNAPL (couche surnageante) ?
 - DNAPL (couche plongeante) ?
- Acquisition de données hydrogéologiques
 - Piézométrie → nivellement
 - Battement de la nappe
 - Perméabilité
 - ...

Dimensionnement du piézomètre et donc du forage en fonction du but recherché



Mise en place d'un piézomètre



Mise en place d'un piézomètre

Caractéristiques d'un piézomètre :

- Matériaux
 - Inertes
 - PVC (sauf VOCL et HM) ou HDPE (propre)
 - Sable calibré en fonction des crépines
 - Argile gonflante 3X
- Diamètre
- Profondeur
- Zone crépinée
- Massif filtrant – bouchon étanche
- Finition de surface



Mise en place d'un piézomètre

Caractéristiques d'un piézomètre :

- Matériaux
- Diamètre
 - Echantillonnage ? Pompage ? Test hydrogéologique ?
 - Pompe – péristaltique ?
 - 1' → 6'
 - $\Phi \text{ Pz} = \frac{1}{2} \Phi \text{ forage}$
 - Attention au volume de purge
- Profondeur
- Zone crépinée
- Massif filtrant – bouchon étanche
- Finition de surface



Mise en place d'un piézomètre

Caractéristiques d'un piézomètre :

- Matériaux
- Diamètre
- Profondeur
 - Fonction du contexte hydrogéologique
 - Nappe compartimentée ?
- Zone crépinée
- Massif filtrant – bouchon étanche
- Finition de surface



Mise en place d'un piézomètre

Caractéristiques d'un piézomètre :

- Matériaux
- Diamètre
- Profondeur
- Zone crépinée
 - Aquifère \neq nappe
 - Venue d'eau \neq nappe d'eau \neq niveau piézométrique
 - A priori : coupant avec minimum 1 m sous la venue d'eau et 1 m au dessus (battement)
 - Mais LNAPL ? DNAPL ? \rightarrow non coupant et faible zone crépinée pour cibler l'aquifère
 - Piège à sédiment ?
- Massif filtrant – bouchon étanche
- Finition de surface



Mise en place d'un piézomètre

Caractéristiques d'un piézomètre :

- Matériaux
- Diamètre
- Profondeur
- Zone crépinée
- Massif filtrant – bouchon étanche
 - Massif filtrant jusque minimum 1 m au dessus des crépines (tassements)
 - 1 m d'argile gonflante si possible
- Finition de surface



Mise en place d'un piézomètre

Caractéristiques d'un piézomètre :

- Matériaux
- Diamètre
- Profondeur
- Zone crépinée
- Massif filtrant – bouchon étanche
- Finition de surface
 - Tubage hors sol
 - Pot de rue
 - CADENAS !
 - Numérotation claire pour les suivants



Mise en place d'un piézomètre

Quelques astuces pour obtenir un ouvrage qui donne bien :

- Méthode de forage adaptée (non rotative)
- Développer l'ouvrage très rapidement
(Attention à la gestion de l'eau pompée polluée)
- Hauteur d'eau suffisante
- Chaussette ou pas ...
- Expérience de terrain ...



Plan de l'exposé

Introduction

Contraintes

Etude préparatoire

Echantillonnage sol

Mise en place d'un piézomètre

Description et LOG

Étude de cas



Description et LOG

Très important aux yeux de l'ISSeP et de l'Administration car souvent seule vision de la géologie locale

- Compréhension générale du site
- Liens avec le texte du rapport
- Caractérisation des remblais
- ...

Informations parfois manquantes ...



Description et LOG

- Description lithologique = subjectif
- Exhaustif dans le carnet de terrain
 - synthèse cohérente en fin de campagne
- Uniformisation des descriptions si plusieurs préleveurs
 - Déterminer des faciès
 - Photos
- Consigner les incertitudes
- Tests de terrain rapides



Description et LOG

Contenu d'un LOG :

- Données techniques et administratives
 - Projet – Localisation
 - Date
 - Préleveur
 - Méthode de forage
 - Société de forage
 - Φ forage
 - Problèmes techniques (refus, casse, ...)
 - Echantillon(s) prélevé(s) \neq analysé(s)



Description et LOG

Contenu d'un LOG :

- Description lithologique
 - Lithologie (~granulométrie)
 - Homogène – hétérogène ?
 - Structure (lentilles ? Bancs ? Remanié ? ...)
 - Couleur(s)
 - Humidité et venue(s) d'eau
 - Indice(s) organoleptique(s) indirect(s)
 - Éléments macroscopiques (scories, blocs, déchets, ...)
 - Autres (ex : étourdissement du préleveur ...)



Plan de l'exposé

Introduction

Contraintes

Etude préparatoire

Echantillonnage sol

Mise en place d'un piézomètre

Description et LOG

Étude de cas



NUMERO DE PROJET : [REDACTED]
 NOM DU PROJET : [REDACTED]
 LOCALISATION : [REDACTED]
 RESPONSABLE : [REDACTED]
 DATE DE FORAGE : 12/08/2014

NOM DU FORAGE : [REDACTED]
 SOCIETE DE FORAGE : [REDACTED]
 TECHNIQUE : Géoprobe
 COORDONNEES LAMBERT (en m) :
 X : [REDACTED] Z : [REDACTED]
 Y : [REDACTED]
 METHODE DE REPERAGE : Mesures terrain

PROFONDEUR TOTALE (m) : 6.0
 DIAMETRE DE FORAGE (mm) : 100-80
 DIAMETRE DU TUBAGE (mm) : 28/32
 TYPE DE TUBAGE : HDPE
 OUVERTURE CREPINES (mm) : 0.5
 DATE D'ECH. D'EAU : 4/09/2014
 NIVEAU D'EAU (m-Hdpe) : 1.58 m
 COTE DE LA NAPPE (m) : +99.42 m

PROFONDEUR	ECH. ANALYSE	POLLUTION		VENUE D'EAU	DESCRIPTION DE LA LITHOLOGIE	LITHOLOGIE	PIEZOMETRE
		VISUELLE	OLFACTIVE				



NUMERO DE PROJET : [REDACTED]
 NOM DU PROJET : [REDACTED]
 LOCALISATION : [REDACTED]
 RESPONSABLE : [REDACTED]
 DATE DE FORAGE : 12/08/2014

NOM DU FORAGE : [REDACTED]
 SOCIETE DE FORAGE : [REDACTED]
 TECHNIQUE : Géoprobe
 COORDONNEES LAMBERT (en m) :
 X :
 Y : Z :
 METHODE DE REPERAGE : Mesures terrain

PROFONDEUR TOTALE (m) : 5.2 m
 DIAMETRE DE FORAGE (mm) : 100-80
 DIAMETRE DU TUBAGE (mm) : 28/32
 TYPE DE TUBAGE : HDPE
 OUVERTURE CREPINES (mm) : 0.5
 DATE D'ECH. D'EAU : 04/09/2014
 NIVEAU D'EAU (m-Hdpe) : 0.6 m
 COTE DE LA NAPPE (m) : +58.4 m

PROFONDEUR	ECH. ANALYSE	POLLUTION		VENUE D'EAU	DESCRIPTION DE LA LITHOLOGIE	LITHOLOGIE	PIEZOMETRE
		VISUELLE	OLFACTIVE				

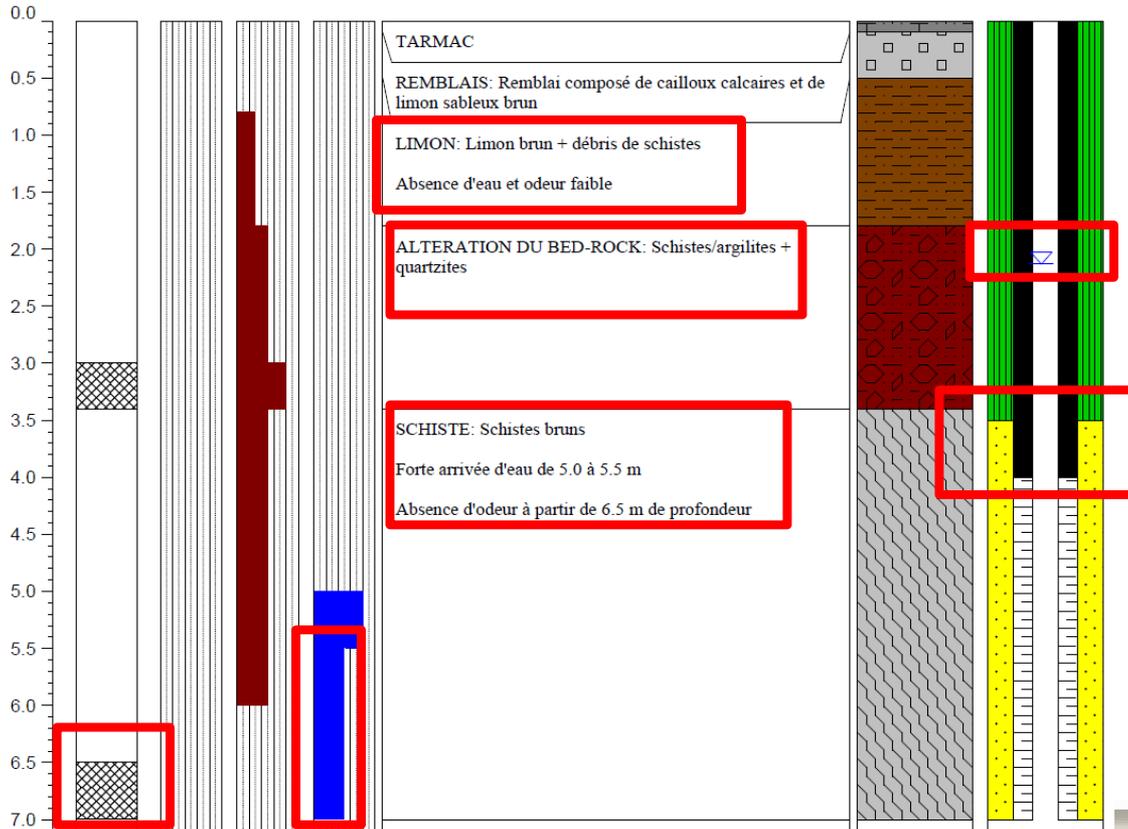


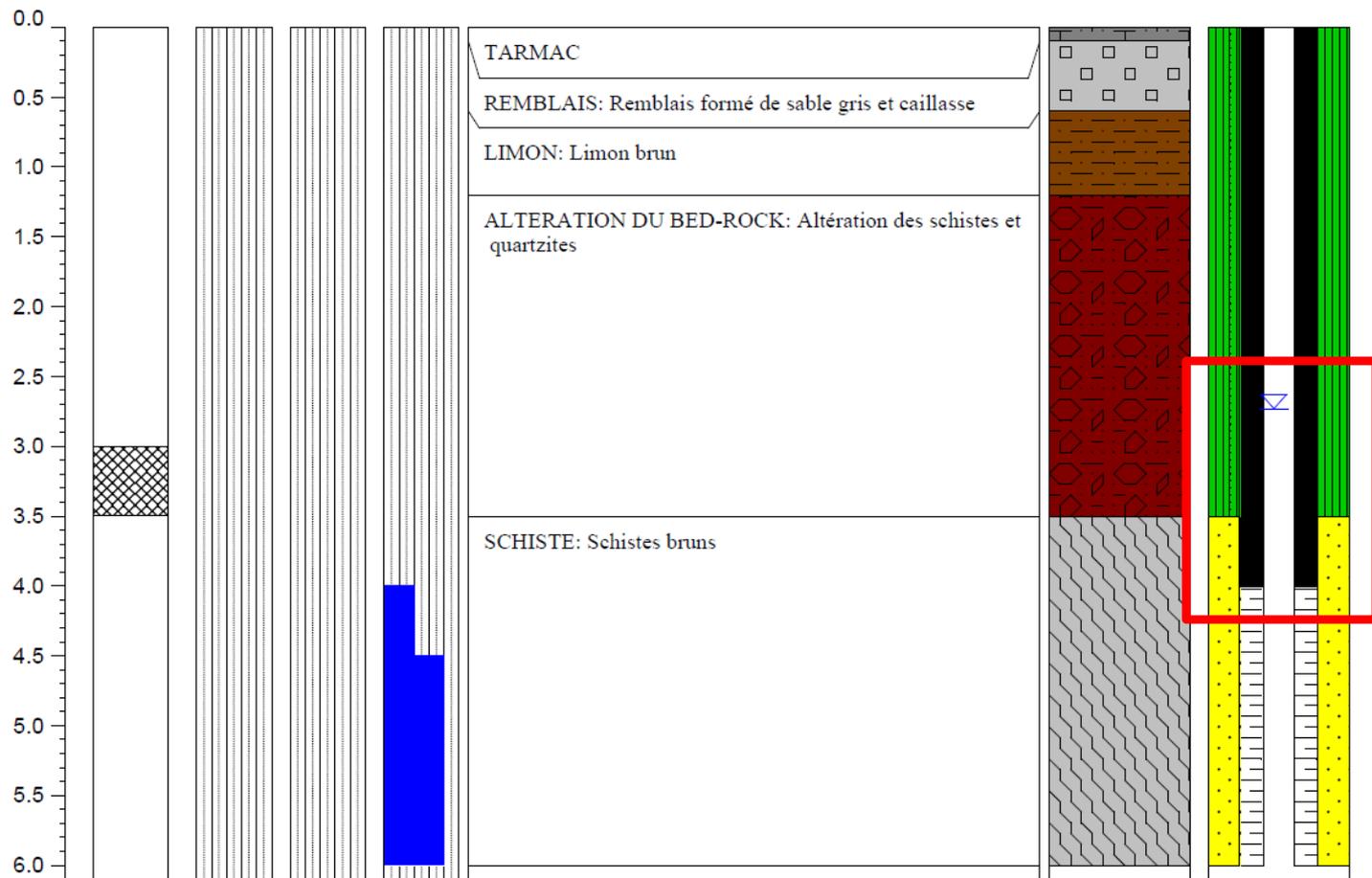
NUMERO DE PROJET : [REDACTED]
 NOM DU PROJET : [REDACTED]
 LOCALISATION : [REDACTED]
 RESPONSABLE : [REDACTED]
 DATE DE FORAGE : 26/08/2014

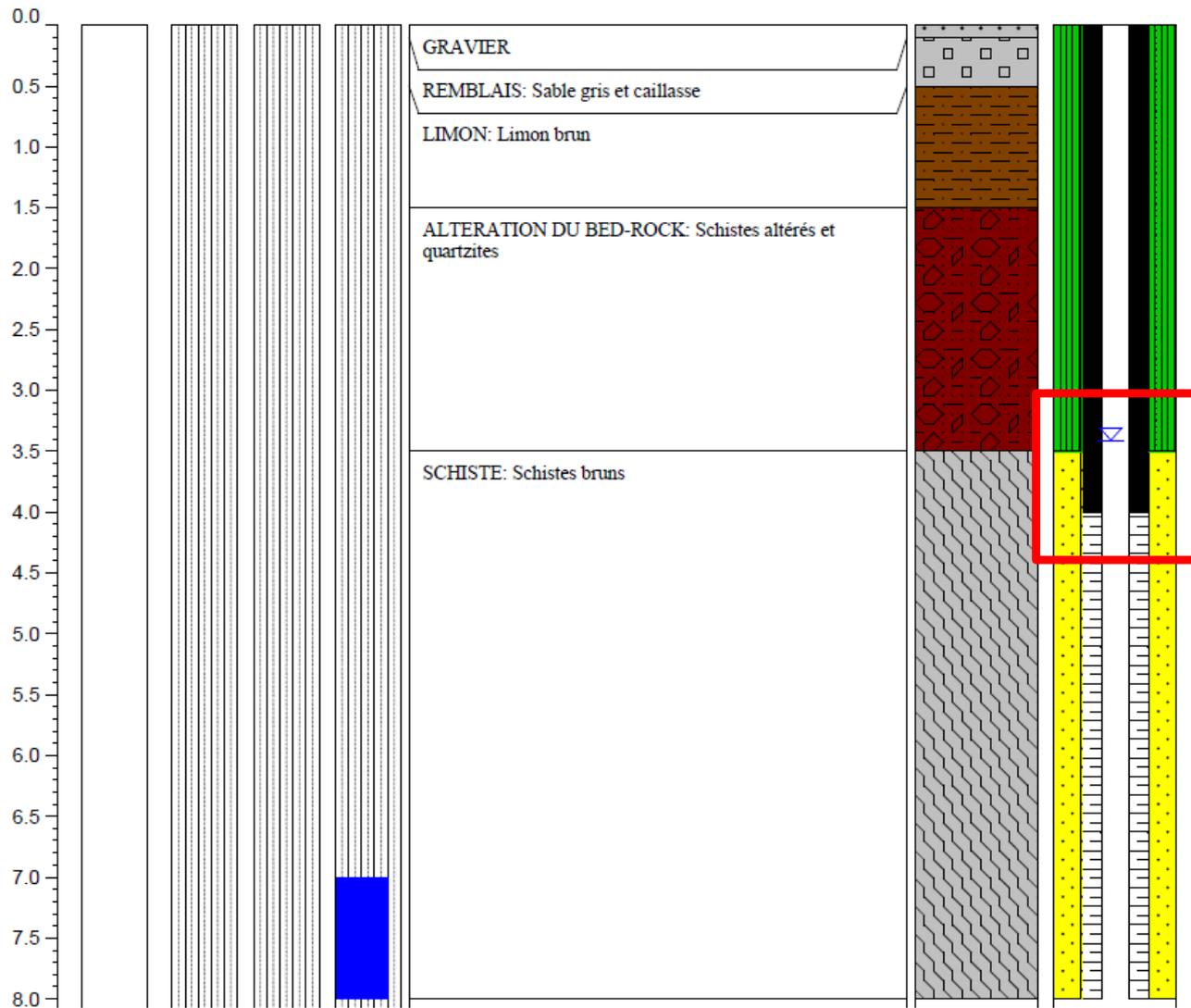
NOM DU FORAGE : [REDACTED]
 SOCIETE DE FORAGE : [REDACTED]
 TECHNIQUE : MFT
 COORDONNEES LAMBERT (en m) :
 X : [REDACTED] Z : [REDACTED]
 Y : [REDACTED]
 METHODE DE REPERAGE : Mesures terrain

PROFONDEUR TOTALE (m) : 7.0
 DIAMETRE DE FORAGE (mm) : 120 mm
 DIAMETRE DU TUBAGE (mm) : 2"
 TYPE DE TUBAGE : HDPE
 OUVERTURE CREPINES (mm) : 0.5
 DATE D'ECH. D'EAU : 04/09/2014
 NIVEAU D'EAU (m-Hdp) : 2.98
 COTE DE LA NAPPE (m) : +254.92

PROFONDEUR	ECH. ANALYSE	POLLUTION		VENUE D'EAU	DESCRIPTION DE LA LITHOLOGIE	LITHOLOGIE	PIEZOMETRE
		VISUELLE	OLFACTIVE				







Etude de cas

- LOGs complets et soignés
- Permettent de retracer l'évolution de la campagne (géoprobe → MFT)
- Attention aux imprécisions/erreurs de description souvent importantes pour la compréhension
- Cohérence dans les descriptions (faciès ?)
- Mesure niveau Pz en cours de campagne?
→ Mauvais équipement de piézomètres !!
- ...



Etude de cas

- Pollution en huiles minérales et aucun Pz coupant dans le panache
- Incertitudes concernant l'hydrogéologie locale
 - Nappe du bed rock en charge ?
 - Ou écoulement dans l'altération ?

→ Présence de pollution dans le bed rock ?



Merci pour votre attention



Modave, mercredi 27 mai 2015

Simon Garzaniti

s.garzaniti@issep.be
Cellule Déchets et Sites à Risques
ISSeP

