

Rapport tiré en 1 exemplaire+PDF

**DIAGRAPHIE  
RAPPORT DE MESURES**

**Forage : F2**

**VER LES CHARTRES (28)**

**Intervention du 23 10 2018**

Document(s) associé(s) :

- Document inclus au dossier

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>2</b>
<b>1. OBJECTIF DE L'OPERATION .....</b>	<b>3</b>
<b>2. FORAGE F2 .....</b>	<b>4</b>
2.1. INSPECTION VIDEO.....	4
2.2. MICROMOULINET .....	7
2.3. CBL .....	8
<b>2.4. VERTICALITE .....</b>	<b>9</b>
<b>3. DOCUMENTS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. MOYENS MIS EN ŒUVRE .....</b>	<b>14</b>
<b>5. PRINCIPES DES MESURES .....</b>	<b>15</b>
5.1. REPONSE D'UN OUTIL MICROMOULINET .....	15
5.2. DIFFERENCE ENTRE UNE MESURE EN STATIQUE ET EN DYNAMIQUE .....	16
5.3. EQUATION DU MICROMOULINET SOLEO .....	18
5.4. COURBE DE REPONSE DE L'OUTIL MICROMOULINET .....	18
5.5. CBL .....	19
5.6. VERTICALITE .....	22
<b>6. ANNEXES.....</b>	<b>23</b>
• FICHE TECHNIQUE CAM140 .....	23
• FICHE TECHNIQUE MICROMOULINET .....	23
• FICHE TECHNIQUE CBL.....	23
• FICHE TECHNIQUE VERTICALITE .....	23

## 1. Objectif de l'opération

SOLEO est intervenue à la demande de la société MASSE pour réaliser des inspections caméra et des diagraphies micromoulinet, CBL et verticalité dans le forage F2 à VER LES CHARTRES (28)



La référence profondeur a été prise au niveau du tube INOX, soit 1.24 m au-dessus du sol.

## 2. Forage F2

### 2.1. Inspection vidéo

Assemblage de deux tubes pleins.



Niveau statique  
Pas de corps étranger à la surface,  
l'eau est propre.



Assemblage de deux tubes pleins.



Tête des crépines à 11.35 m.  
Le massif est propre et bien  
implanté.



Vue des crépines et du massif filtrant.

0012.64M



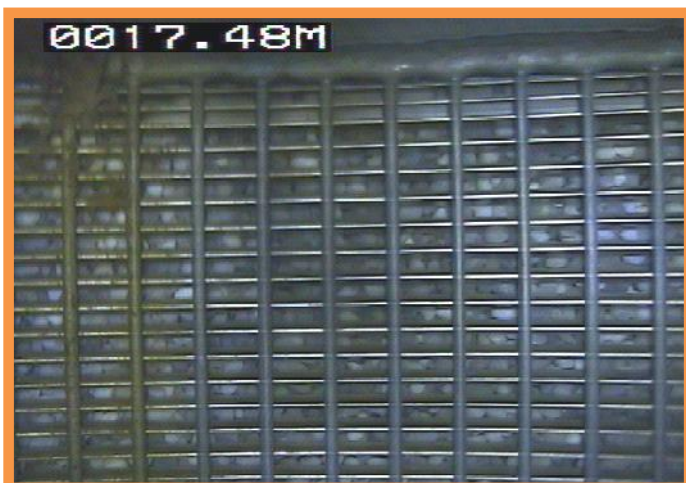
0017.22M



On observe des coulures couleur rouille sur une génératrice du tubage.

Vue des crépines et du massif filtrant.

0017.48M



Vue plongeante sur les crépines.

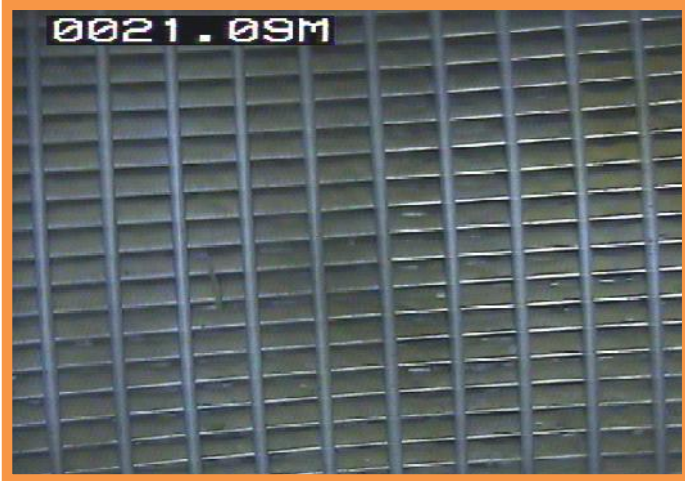
0018.92M



Vue sur le massif filtrant propre et bien installé.



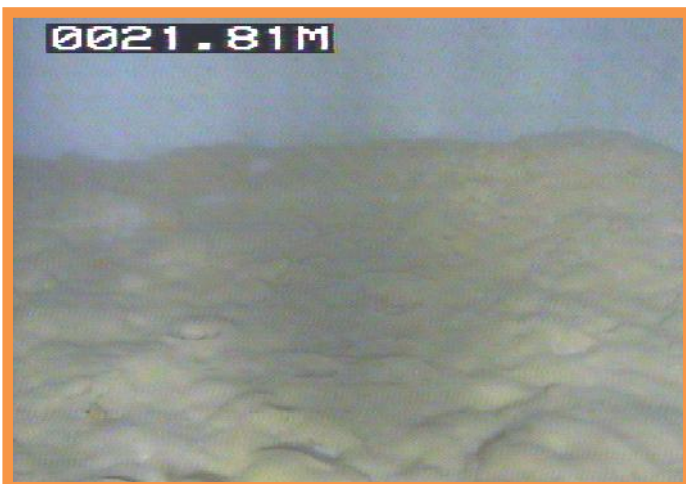
Vue des crépines, on note un léger dépôt sur le fil enroulé.



Entrée dans le décanteur, l'eau est beaucoup plus chargée.



Fond du forage à 22 m.

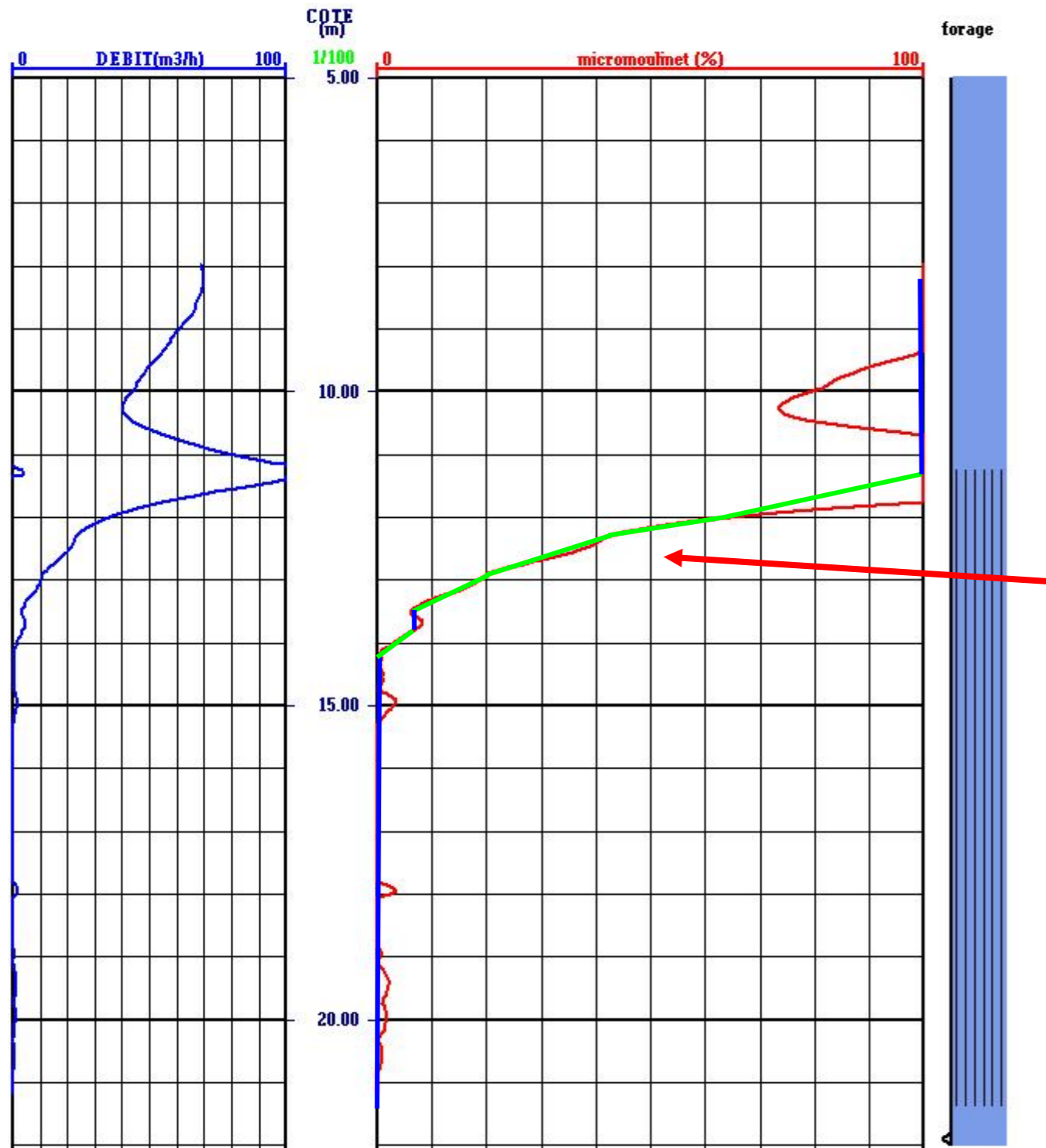


## 2.2. MICROMOULINET

Sur le graphique ci-dessous, les zones productives sont représentées en vert, les zones improductives sont représentées en bleu.

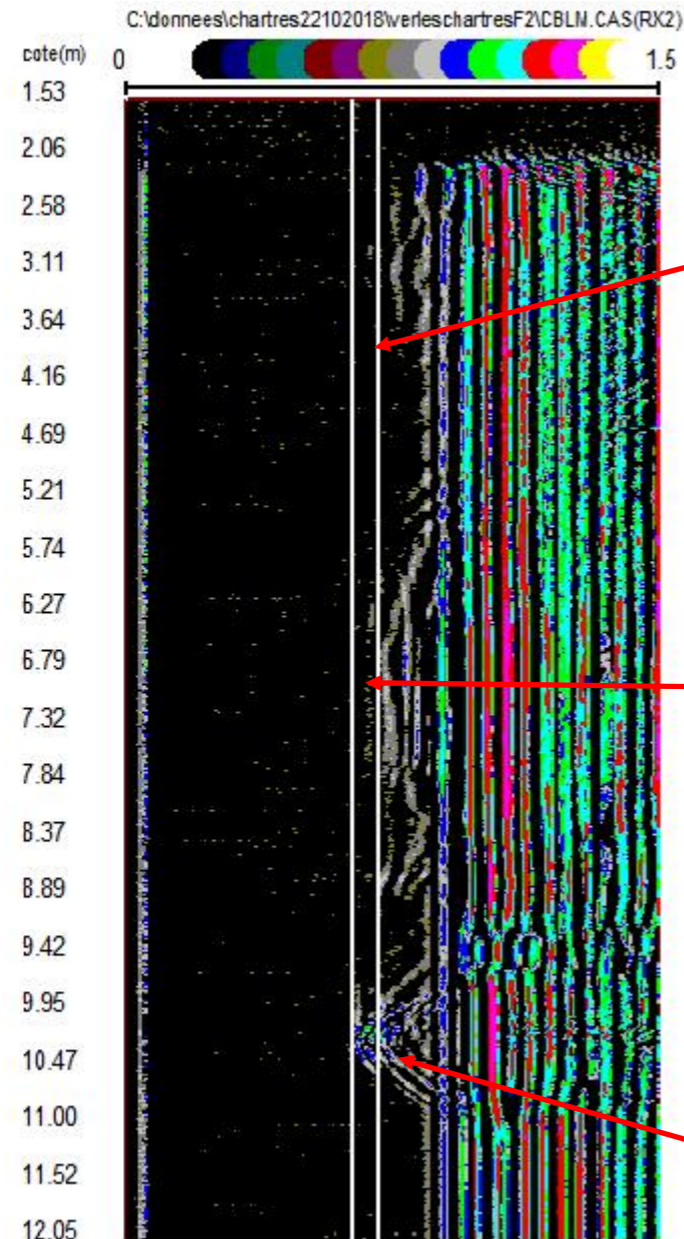
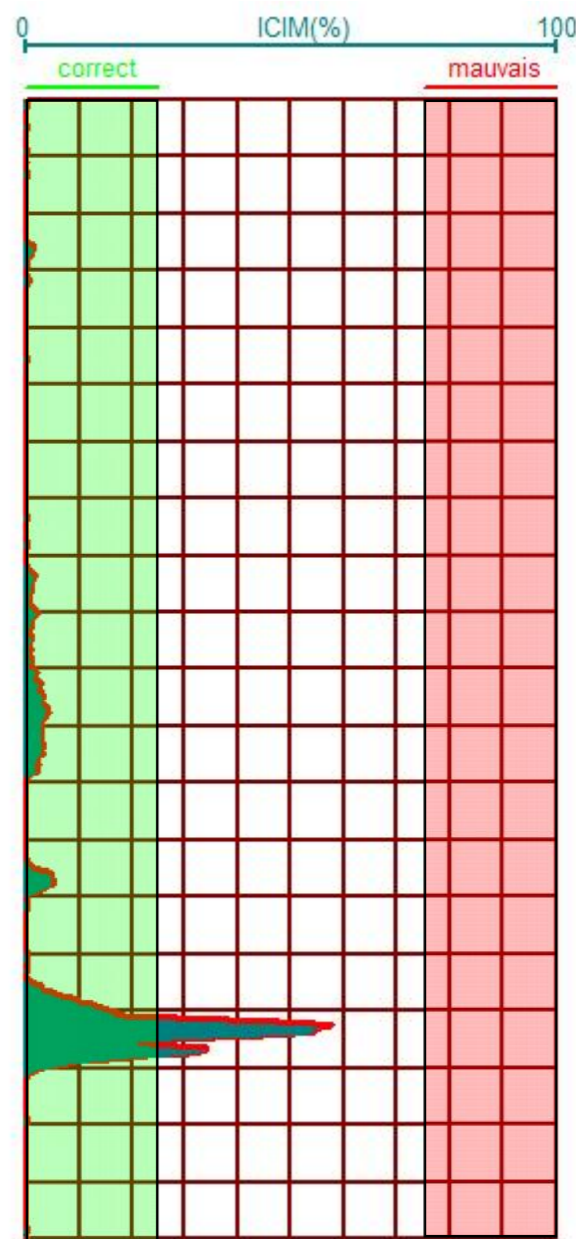
Pour la mesure, l'entreprise MASSE a installé une pompe de 8" vers 6 m, elle débitait environ 55 m<sup>3</sup>/h. Le niveau statique a été mesuré à 2.10 m, le niveau dynamique s'est stabilisé vers 4.40 m.

La mesure micromoulinet montre que le forage donne de l'eau sur un intervalle allant de 11.25 m à 14.10 m :



De 11.25 m à 14.10 m : 100% de la production.

### 2.3. CBL



La mesure CBL est basée sur la résonance mécanique du tubage sous l'effet d'une excitation acoustique.  
Ceci sous-entend que pour fonctionner correctement, le tubage doit avoir ses propriétés physiques intègres et qu'un tubage altéré (fissuré, totalement dégradé, trop concrétionné, ...) peut ne pas répondre correctement à cette mesure.

La signature du tubage est invisible, le tubage est bien cimenté

La signature du tubage est visible mais peu énergétique, le tubage est bien cimenté

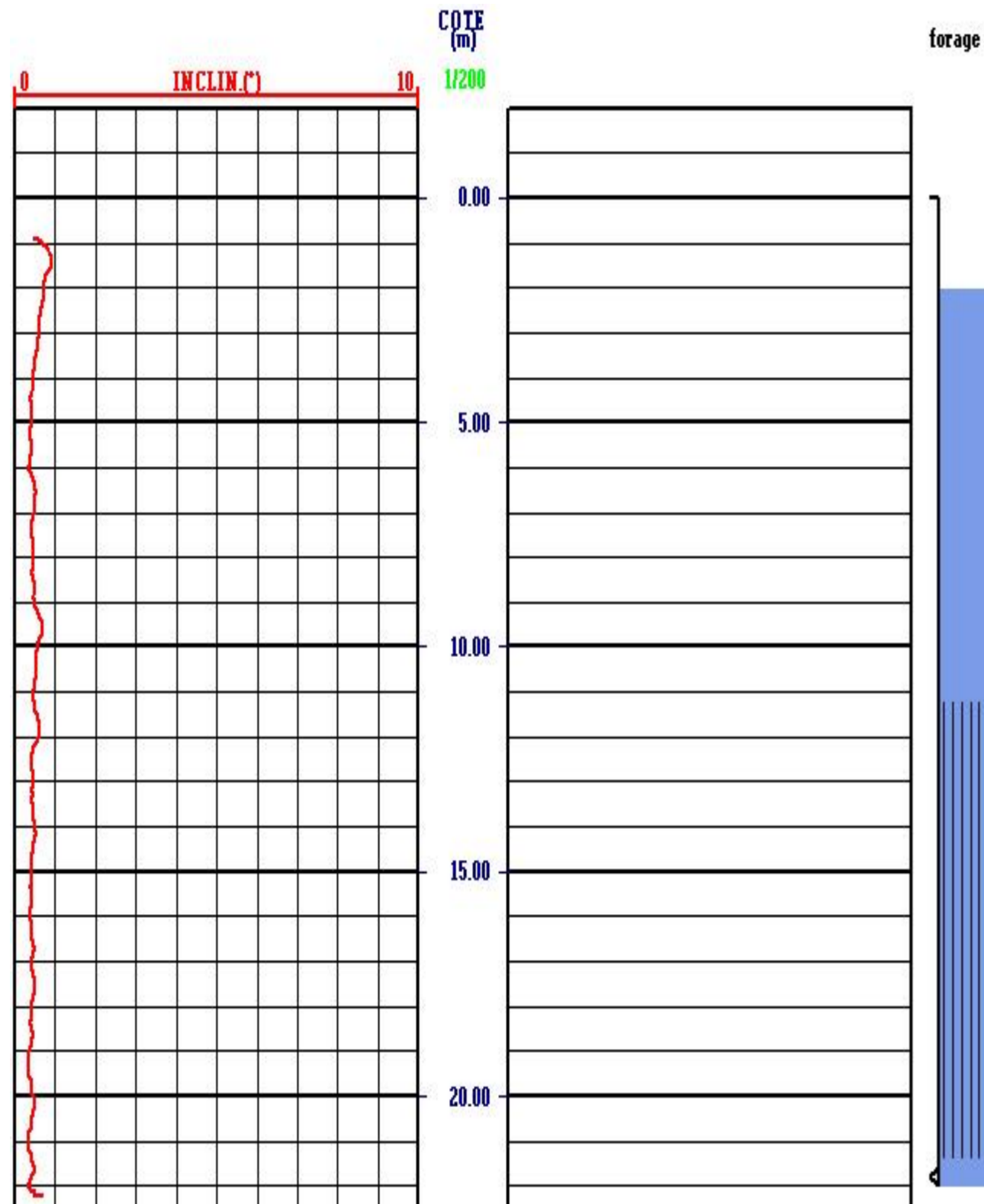
Bouchon d'argile, le tubage résonne un peu. La cimentation commence au dessus de ce niveau

Sur le graphique, nous avons défini trois zones pour la courbe ICIM(%) (indice de cimentation) en pourcentage.

- De 0 à 25% la cimentation est qualifiée de très bonne à bonne
- De 25 à 75% la cimentation est qualifiée de moyenne
- De 75 à 100% la cimentation est qualifiée de mauvaise



## 2.4. Verticalité



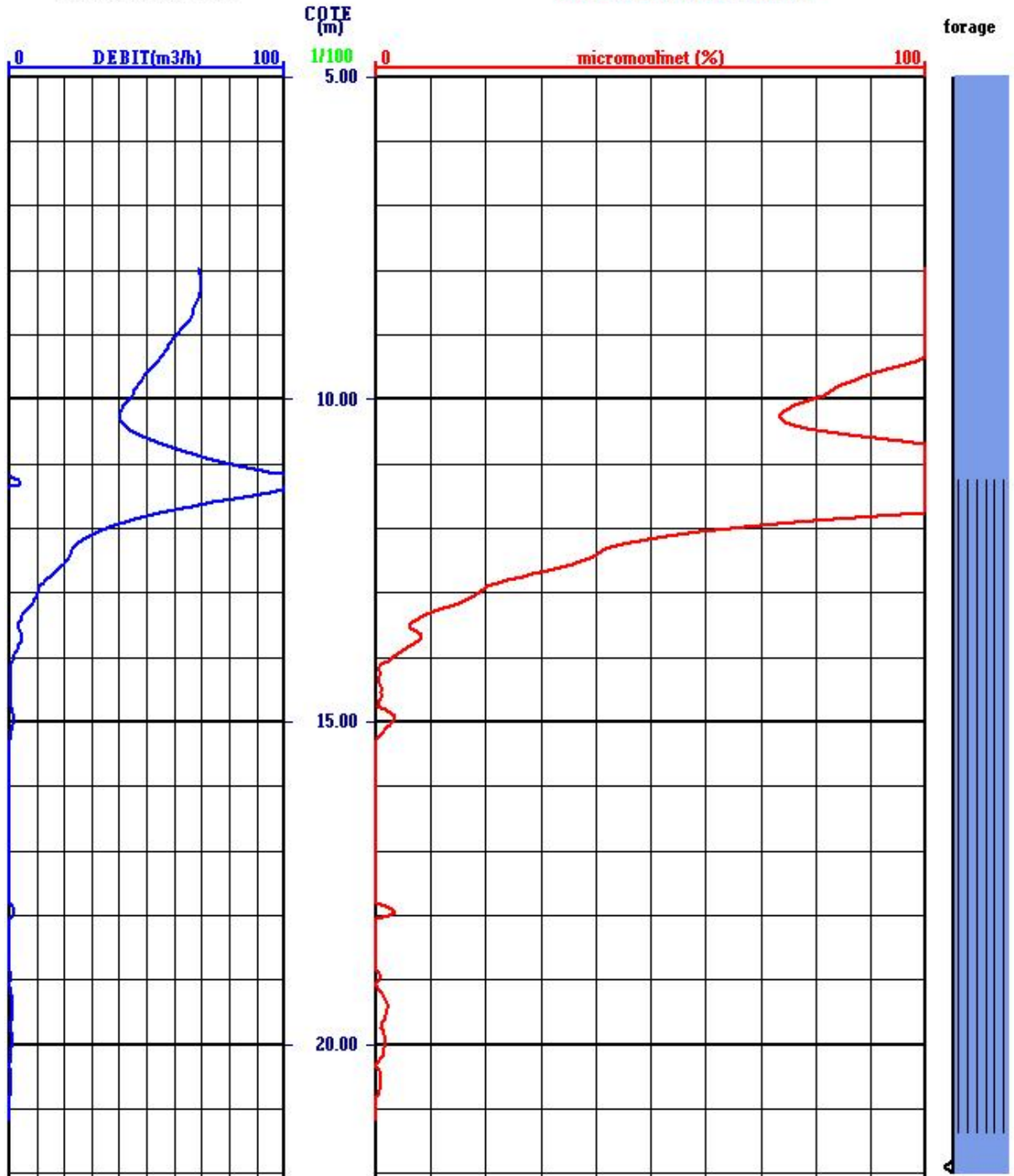
La mesure de verticalité montre que ce forage est peu incliné, de l'ordre de 0.3° à 0.7°.

### 3. DOCUMENTS

- DVD
- Micromoulinet
- verticalité
- cbl

CLIENT : **MASSE**  
REPRESENTANT CLIENT : M BOURDON  
OPERATEUR(S) : PC

site : **CHARTRES22102018**  
puits : **VERLESCHARTRESF2**





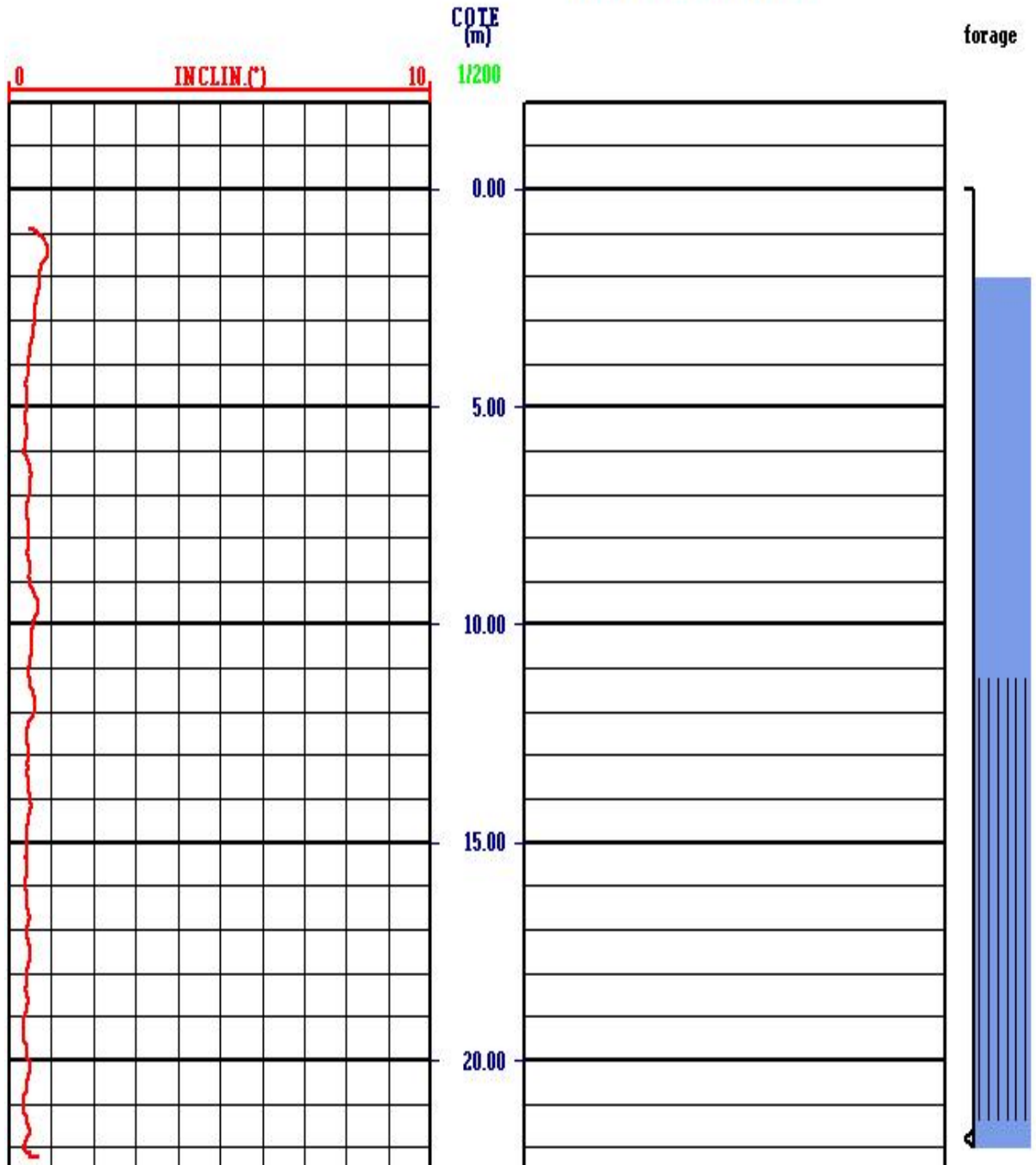
MESURES & DEVELOPPEMENTS

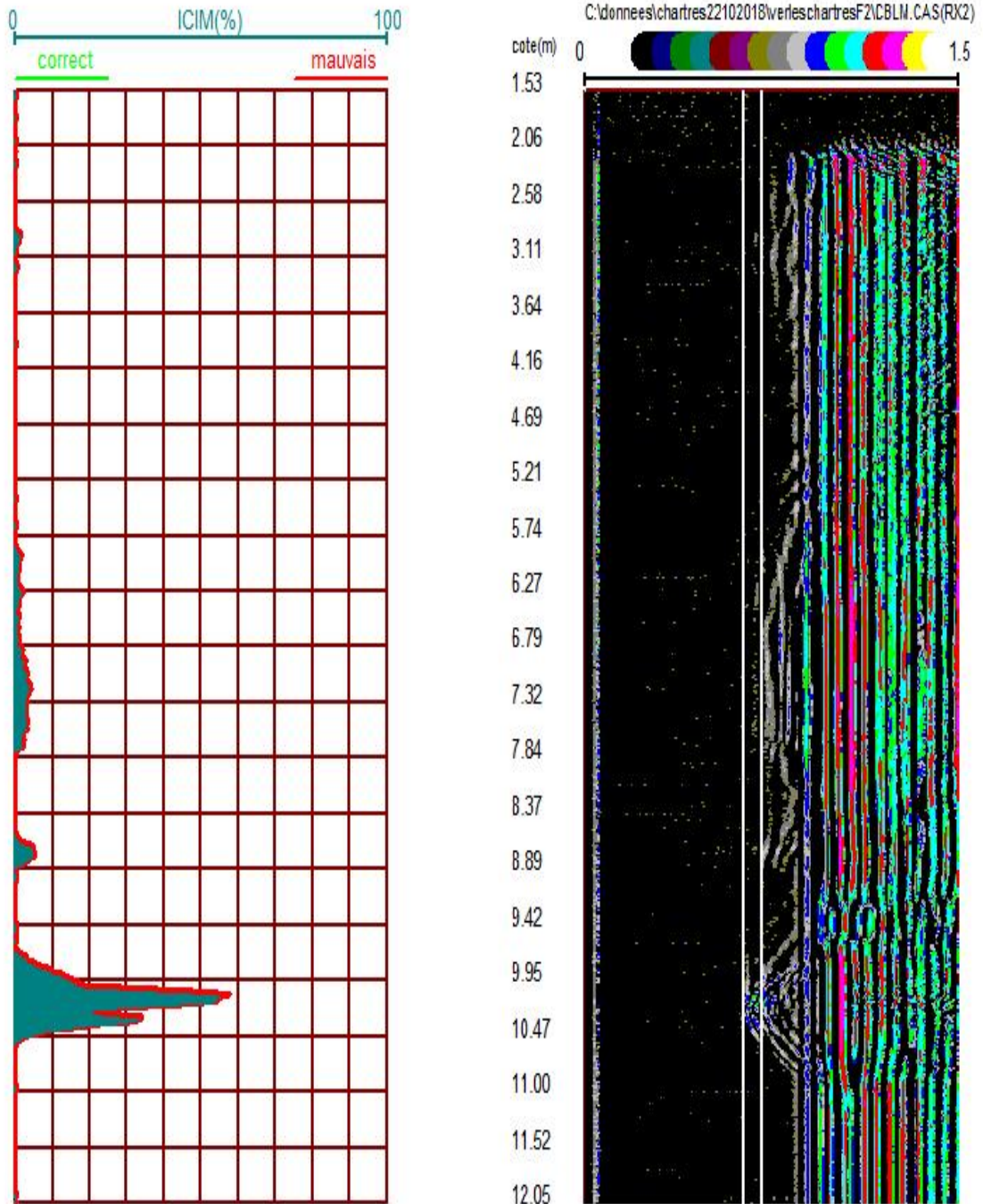
6, rue Jean MACE  
03190 VALLON EN SULLY

[www.soleo-logging.fr](http://www.soleo-logging.fr)  
[agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)

CLIENT : **MASSE**  
REPRESENTANT CLIENT : M BOURDON  
OPERATEUR(S) : PC

site : **CHARTRES22102018**  
puits : **VERLESCHARTRESF2**





#### 4. MOYENS MIS EN ŒUVRE

Pour cette opération, une unité légère a été utilisée.

Elle est équipée :

- d'un treuil de 250 m
- d'un équipement électronique de surface
- d'une caméra couleur à tête rotative



## 5. PRINCIPES DES MESURES

### 5.1. Réponse d'un outil micromoulinet

Typiquement, la courbe de réponse d'un outil micromoulinet est de type  $Y=aX+b$

Où Y est le résultat (vitesse en m.mn)

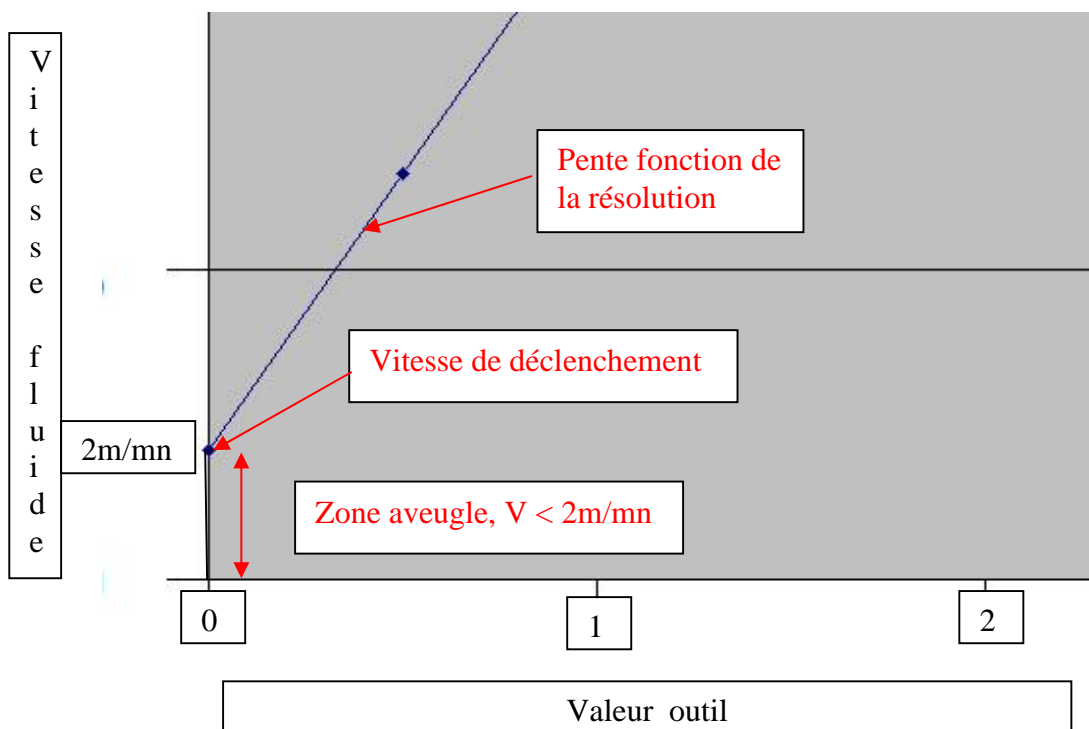
a est une constante liée à la résolution de l'outil

X est la valeur de mesure de l'outil (impulsion par seconde)

b est la vitesse de déclenchement. (Vitesse en m/mn)

**Par la suite nous prendrons une vitesse de déclenchement de 2m/mn qui est une valeur courante.**

Cette équation se traduit par la courbe ci-dessous



## 5.2. Différence entre une mesure en statique et en dynamique

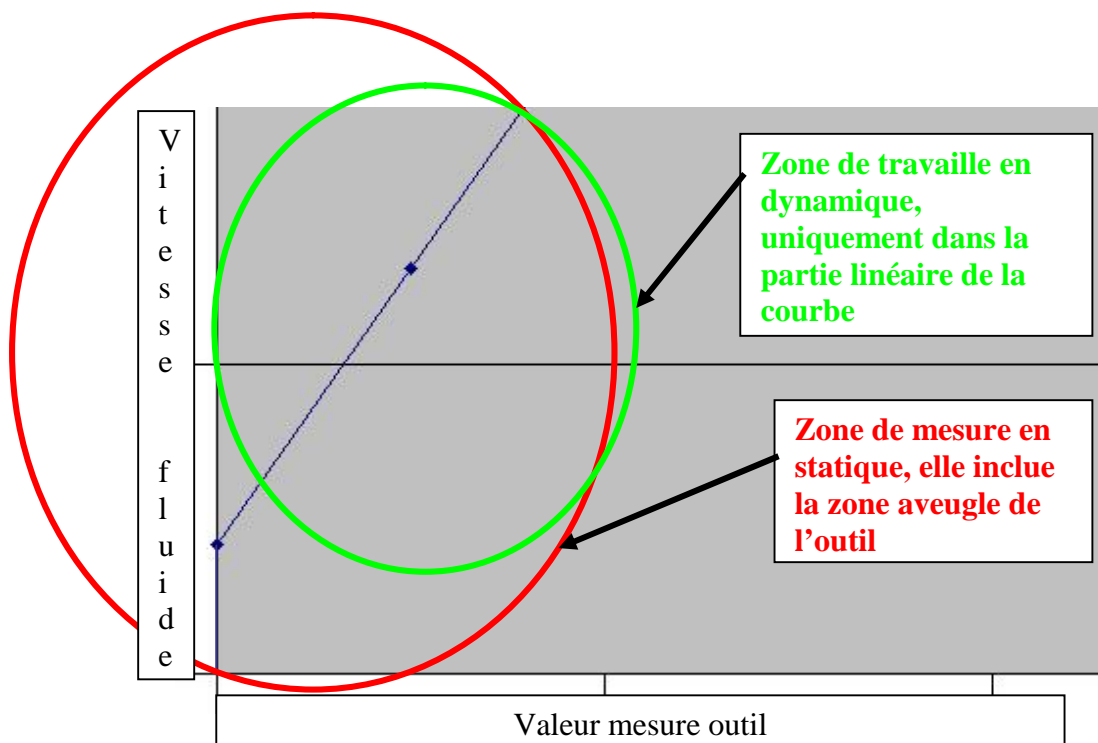
**Mesure en statique** : l'outil est descendu à une cote, puis on fait une mesure l'outil étant immobile. L'hélice ne voit que la vitesse du flux. Si la vitesse du flux est inférieure à 2m/mn, l'hélice ne tourne pas. Et donc nous n'avons pas de mesure.

**Mesure en dynamique** : La mesure est faite outil en mouvement, on enregistre la valeur de l'outil et la vitesse de déplacement. L'hélice voit alors la vitesse de flux plus la vitesse de déplacement. La vitesse de déplacement étant supérieure à la vitesse de déclenchement, il n'y a plus de zone aveugle.

La principale différence entre les mesures en statique et les mesures en dynamique vient du fait qu'en dynamique on travaille toujours au-dessus de la vitesse de déclenchement donc il n'y a pas de zone aveugle sur les vitesses inférieures à la vitesse de déclenchement.

On peut également ajouter qu'en dynamique on a un résultat de mesure spatial centimétrique (tous les 5 cm par exemple) ce qui permet d'avoir une courbe beaucoup plus riche et facile à interpréter.

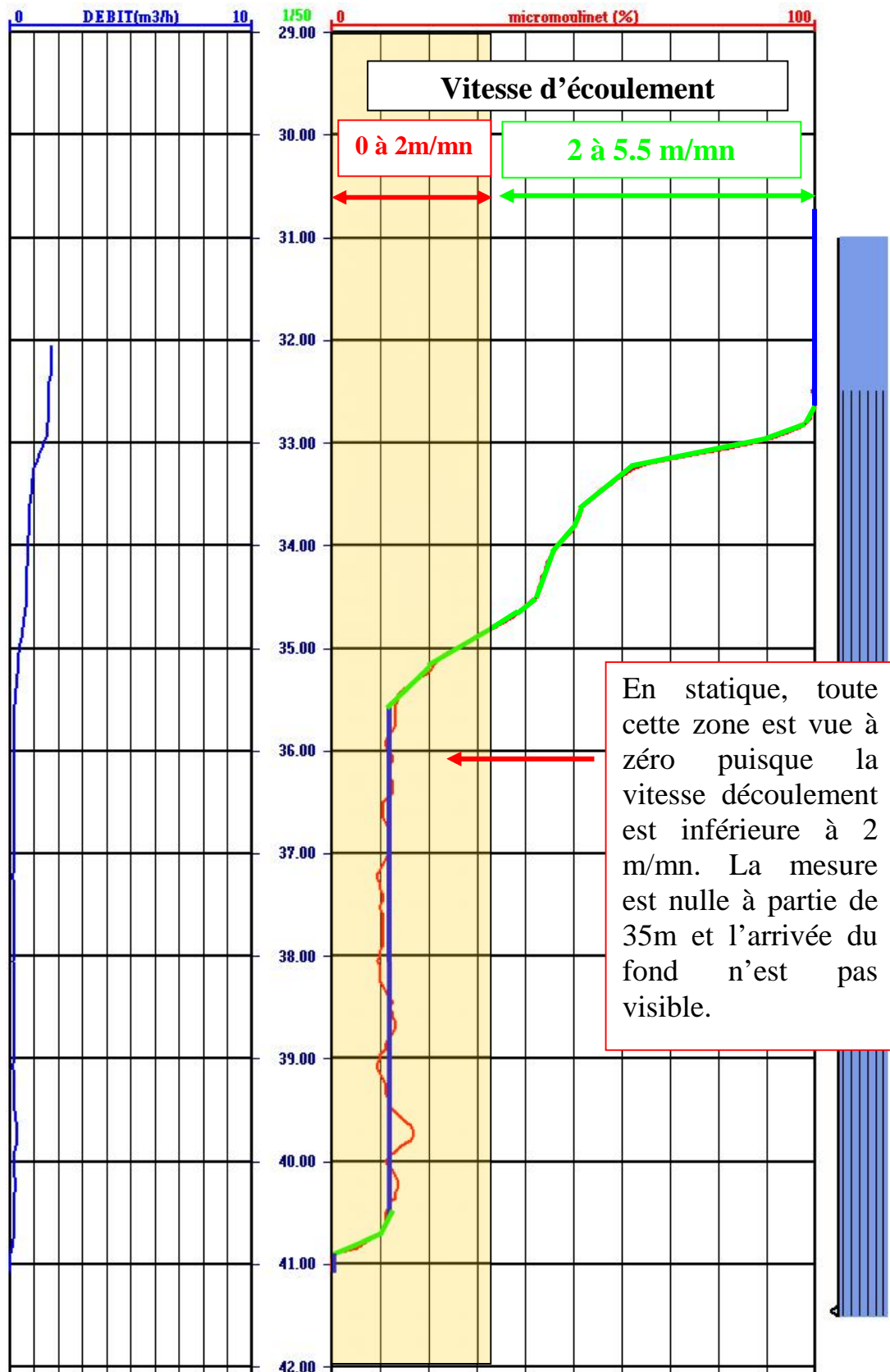
### ZONE DE TRAVAIL





Cette différence se traduit sur une mesure réelle comme ceci.

Cette mesure a été faite dans un forage de 80 mm intérieur sous un pompage de 1.45m<sup>3</sup>/h



En statique, toute cette zone est vue à zéro puisque la vitesse d'écoulement est inférieure à 2 m/mn. La mesure est nulle à partir de 35m et l'arrivée du fond n'est pas visible.

### 5.3. Equation du micromoulinet SOLEO

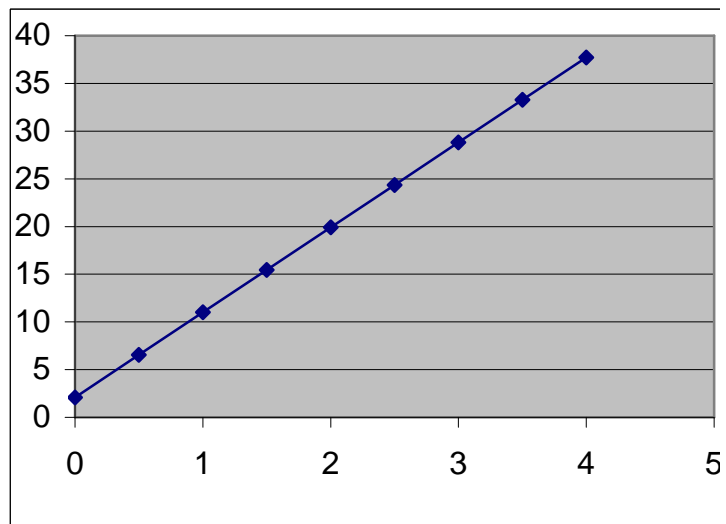
L'équation du micromoulinet est :  $V(m/mn)=8.963X+2.092$

**C'est un ordre de grandeur, car cette équation est variable selon les réglages des paliers de l'hélice du micromoulinet (résistance aux frottements...), type d'hélice.**

Le coefficient 8.963 est lié à la résolution de l'outil  
La constante 2.092 est la vitesse de déclenchement.

### 5.4. Courbe de réponse de l'outil micromoulinet

X	V(m/mn)
0	2.096
0.5	6.54915
1	11.0023
1.5	15.45545
2	19.9086
2.5	24.36175
3	28.8149
3.5	33.26805
4	37.7212



L'outil à une résolution 1/50 ème de tour, donc la résolution de x est de 0.02, ce qui correspond à une résolution de V (m/mn) de 0.18m/mn.

## 5.5. CBL

Cette mesure se fait avec un outil acoustique composé d'un émetteur et d'un ou deux récepteurs. On envoie une onde ultrasonore qui se transmet dans les différents milieux traversés par la sonde avant d'être captée par le récepteur situé à un mètre de l'émetteur. Ce signal est ensuite digitalisé puis remonté par la télémétrie en surface et stocké sur le PC. Afin de réaliser une mesure correcte, le forage doit être rempli d'un fluide (eau, saumure, boue), l'outil doit impérativement être centré dans le tubage et le ciment doit avoir durci.

L'indice de cimentation est bien sûr tiré d'une analyse faite sur le signal reçu, en effet la présence ou non de ciment adhérent modifie considérablement le trajet de cette onde comme le montre les figures ci-dessous.

Dans le cas d'une sonde à deux récepteurs, le pointé delta-t des deux premières arrivées permet de vérifier que l'on travaille bien sur l'arrivée acier.

Fig 1 : Très mauvaise cimentation, le tubage est libre et résonne. L'onde acoustique ne passe que par le tubage, le signal est très fort et le temps d'arrivée est court.

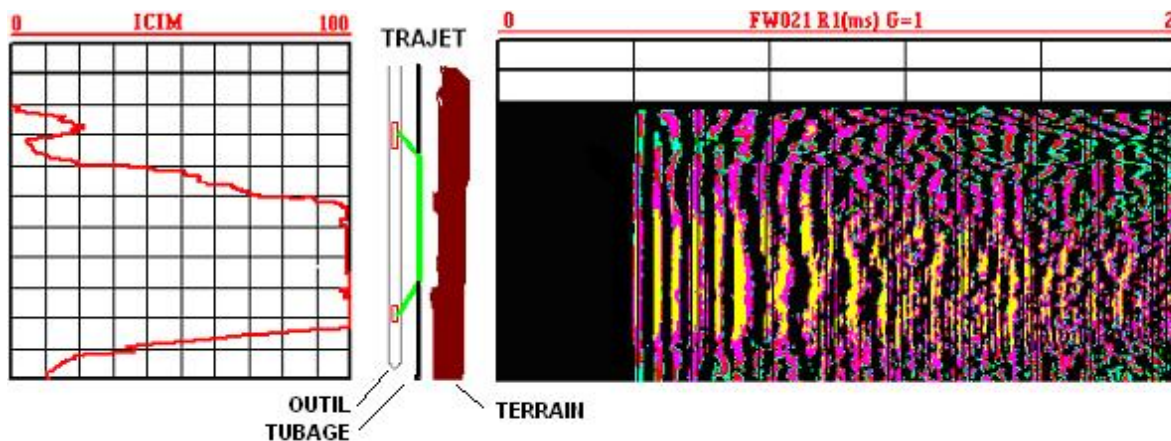
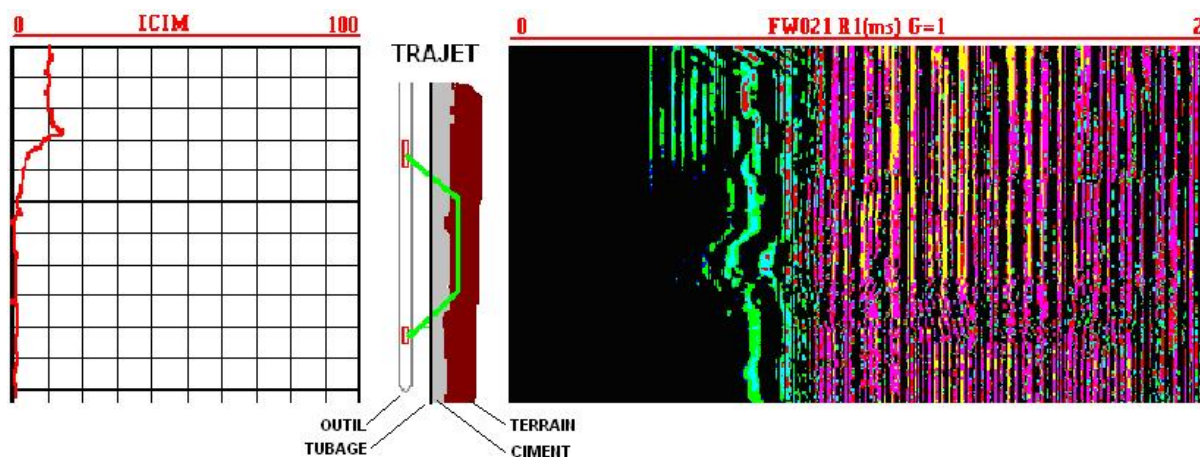


Fig 2 : Bonne et très bonne cimentation, le tubage est même totalement invisible. L'onde acoustique passe à travers le tubage et transite par le terrain. Les temps d'arrivée sont beaucoup plus longs.

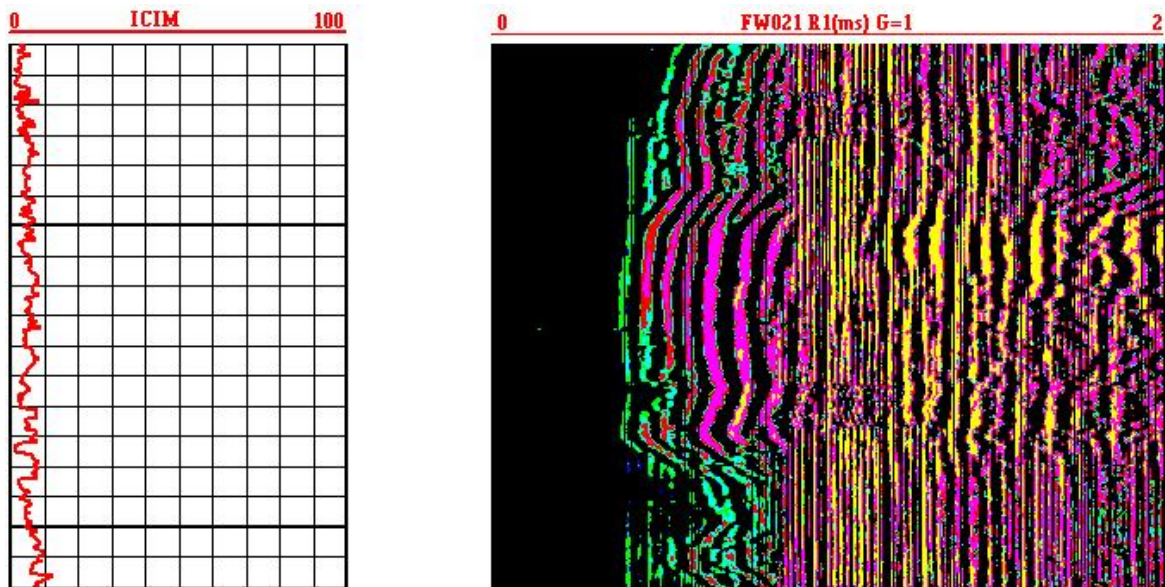


En pratique, pour qualifier la cimentation, on calcule l'énergie de l'onde reçue dans une fenêtre de temps centrée sur l'arrivée première correspondant à l'onde acoustique réfractée par le tubage. On en déduit une courbe de non cimentation ; plus cette énergie est grande moins le couplage forage/terrain est bon, ce qui met en évidence un manque de ciment ou une mauvaise adhérence du ciment avec le tubage ou avec le terrain.

Cette méthode reste valable pour des vitesses terrain plus lentes que la vitesse du tubage. Dans le cas contraire, on retrouve l'arrivée

terrain dans la fenêtre de temps utilisée pour le calcul de l'indice de cimentation ; ce qui interdit cette méthode de qualification. On procède alors par corrélation, c'est-à-dire, que l'on compare la signature du tubage libre au signal enregistré. Cette approche permet de qualifier la cimentation même si l'onde terrain vient se superposer à l'arrivée tubage.

Fig 3 : Très bonne cimentation, le tubage est presque invisible. Mais le terrain étant très rapide, il interfère sur la fenêtre de calcul d'énergie.



## 5.6. Verticalité

La mesure de verticalité est réalisée avec des inclinomètres triaxiaux intégrés dans la sonde. Ces capteurs sont insensibles aux environnements magnétiques et la mesure reste valable même dans des tubages métalliques.

A partir de la mesure, on peut tracer une courbe de prise d'inclinaison par tranche de 30 m qui correspond à l'augmentation de l'inclinaison sur les 30 mètres de mesure précédent.

Le résultat de ce calcul commence donc après 30 m de mesure puisque la première valeur représente le différentiel d'inclinaison sur les 30 premiers mètres de mesure.

Les pentes données ci-dessous et l'intégration par tranche de 30m sont données degrés décimaux.

**De plus, la sonde ayant une précision de +/-0,1, les valeurs annoncées sont donc soumises à cette précision.**

Rappelons que la norme (Norme AFNOR : NF10-999 - Avril 2007 Forage d'eau et de géothermie Réalisation, suivi et abandon d'ouvrage de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages) conseille une inclinaison maximum de 1° sexagésimal par tranche de trente mètre.

## 6. ANNEXES

- fiche technique CAM140
- fiche technique Micromoulinet
- fiche technique CBL
- fiche technique verticalité

**CAMERA CAM140**

**PRINCIPE**

La caméra de forage a visée orientable est un outil qui permet de faire des inspections vidéo dans des forages de grands diamètres permettant ainsi de faire un diagnostic immédiat sur l'état de l'ouvrage.

**RESULTAT**

Visualisation de l'ouvrage avec enregistrement de la profondeur sur DVD. Prise de photo à la demande.

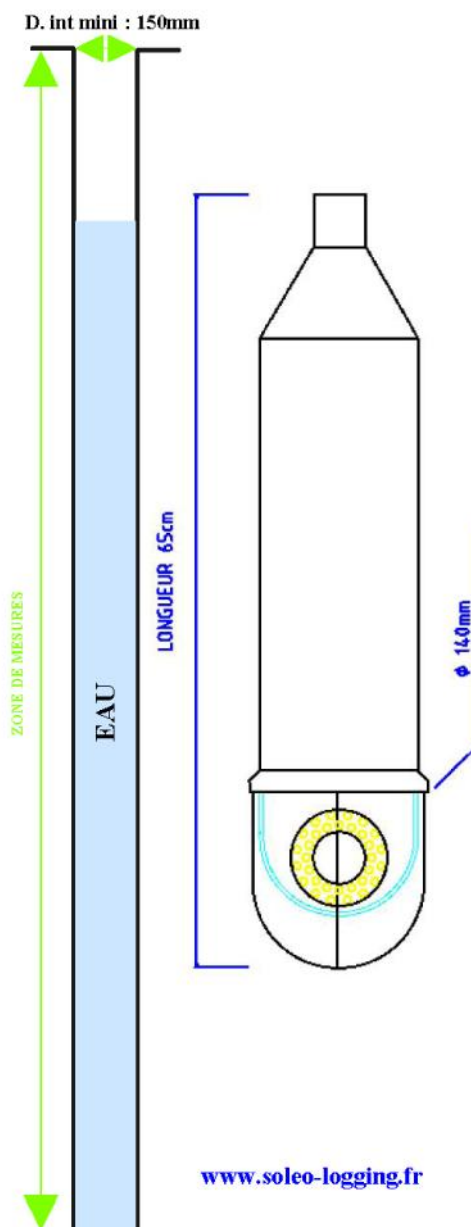
**CARACTERISTIQUES**

longueur : 90 cm - Diamètre : 140 mm  
Poids : 10 Kg  
Focale : variable  
rotation : 360 sans butée - inclinaison : +90 -90  
Angle de vue : 60°  
Eclairage : interne

**UTILISATION**

Fluide :  eau  boue  aucun  
Tubage :  acier  inox  pvc  aucun  
Forage :  destructif  carotté  
Centrage :  oui  non

Vitesse d'acquisition : variable  
image : DVD (720x576)



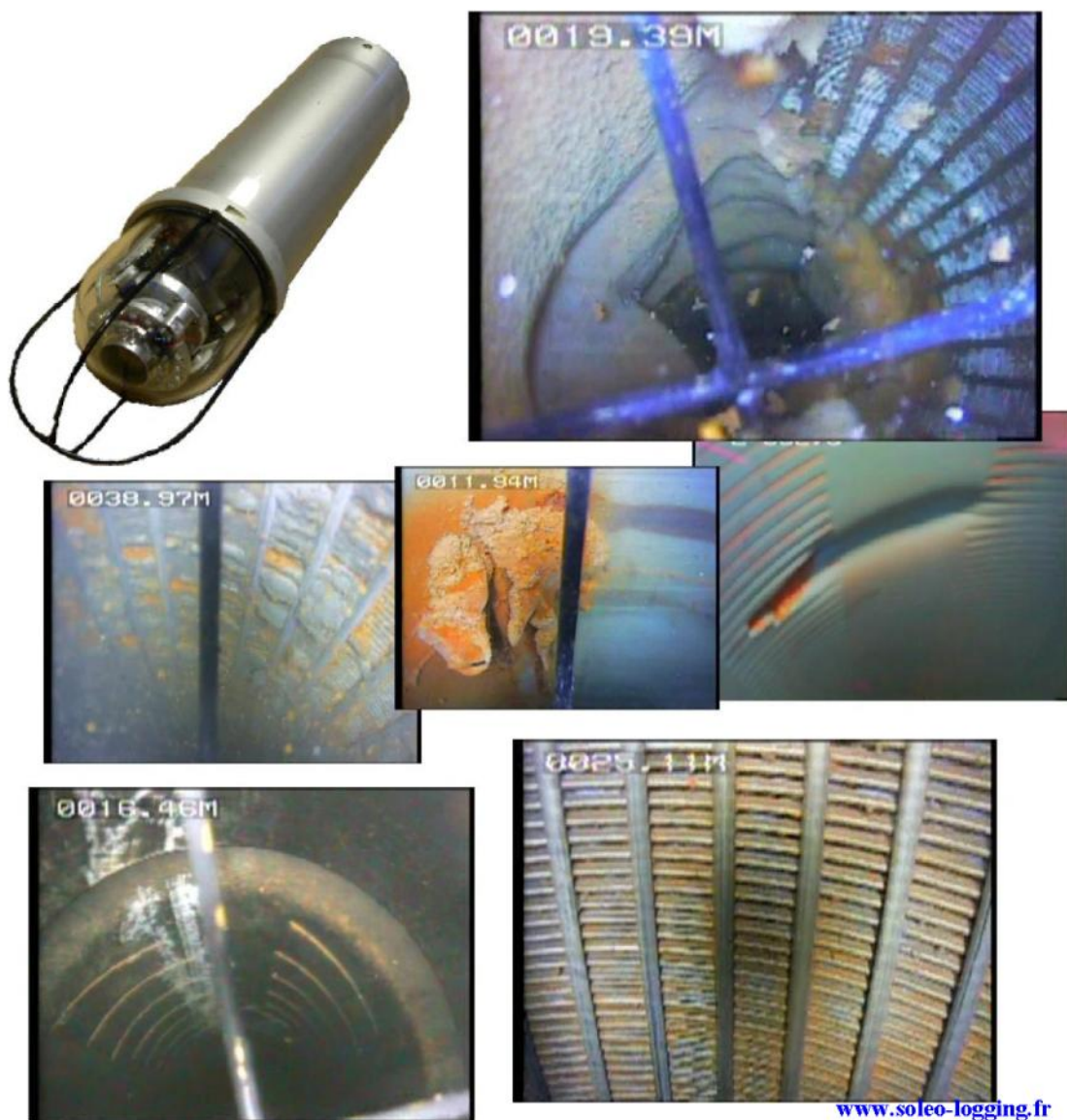
SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)



**CAMERA CAM140**

EXEMPLE DE DOCUMENT



SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)

**MICROMOULINET**

**PRINCIPE**

Mesure de la vitesse d'écoulement du fluide le long du profil du forage.

**RESULTAT**

Mise en évidence des zones de production.  
Répartition des débits en fonction de la profondeur  
Etat de colmatage des crépines

**CARACTERISTIQUES**

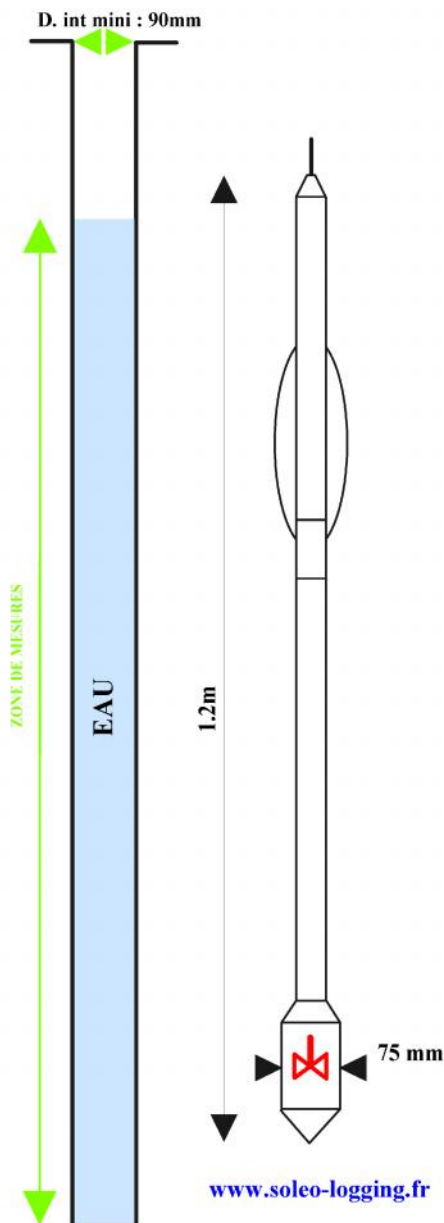
Longueur : 1.2 m - Diamètre : 75 mm  
Poids : 5 Kg  
**40 impulsions par tour d'hélice**

**UTILISATION**

Fluide :  eau  boue  aucun  
Tubage :  acier  inox  pvc  aucun  
Forage :  destructif  carotté  
Centrage :  oui  non

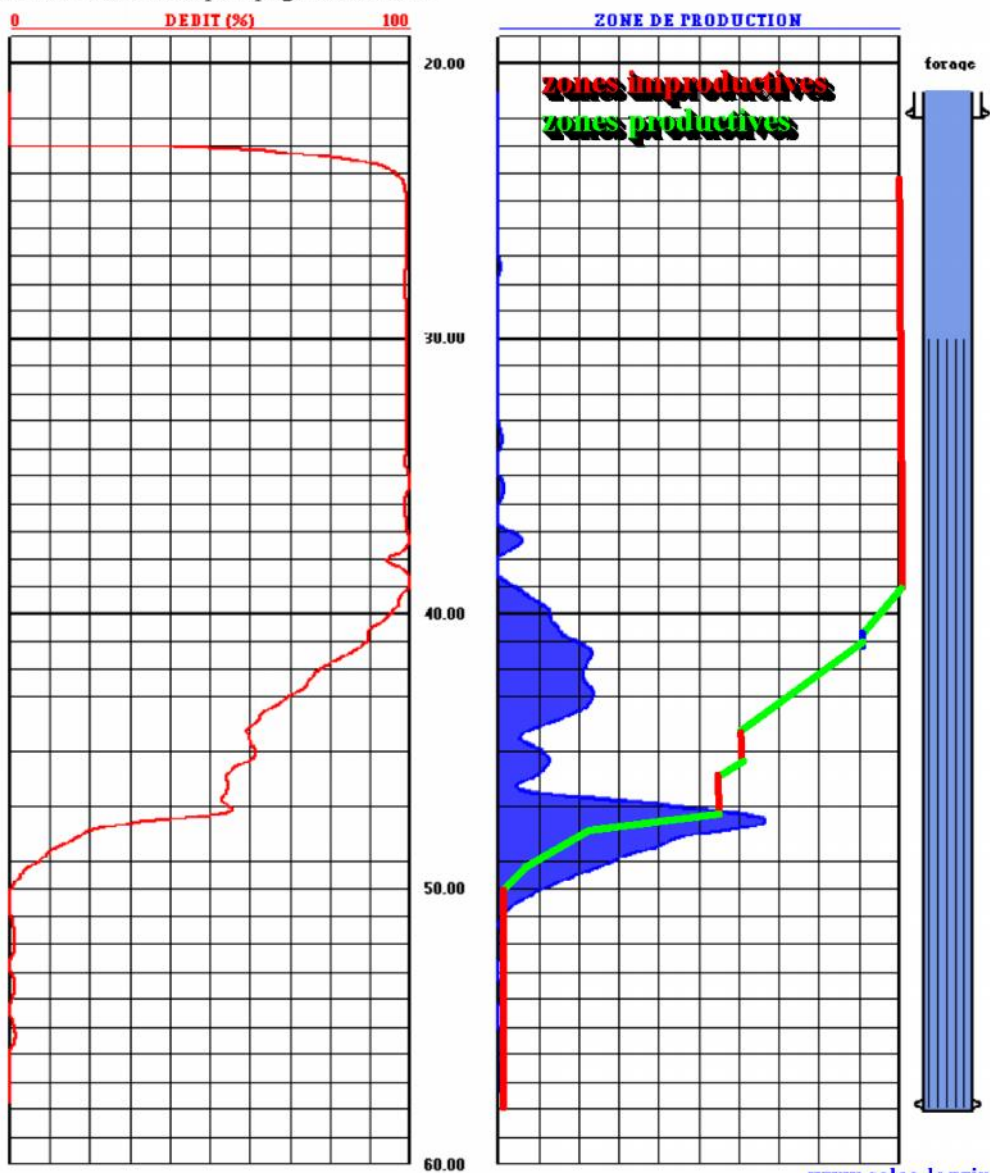
Vitesse acquisition : 2 à 10 m/mn

Gamme : 0 à 100 m/mn  
Précision : 1% PE  
Répétabilité : 1%  
Calibrage : base



EXEMPLE DE DOCUMENT

mesure faite sous pompage à 25 m<sup>3</sup>/h



[www.soleo-logging.fr](http://www.soleo-logging.fr)

SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0)4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0)9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)

**SONIC Delta T - CBL**

**PRINCIPE**

Emission d'une onde ultrasonique à l'aide d'un émetteur magnétostrictif situé dans la sonde. Cette onde acoustique se propage à travers le milieu avant d'être captée par deux récepteurs placés dans la sonde.

**RESULTAT**

Etat de fracturation du milieu.  
Mesure des vitesses P (Delta T).  
Contrôle de cimentation (CBL).

**CARACTERISTIQUES**

Longueur : 5 m - Diamètre : 50 mm  
Poids : 20 Kg

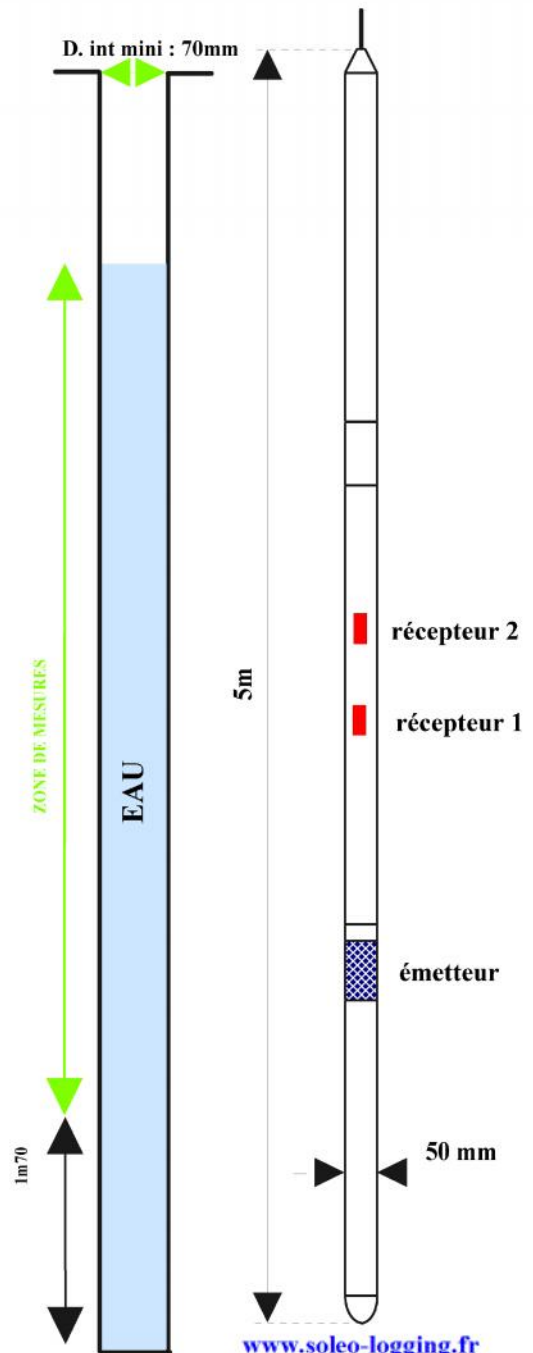
Fréquence émission : 25 Khz  
Récepteurs : 2 (1m et 1m25)

**UTILISATION**

Fluide :  eau  boue  aucun  
Tubage :  acier  inox  pvc  aucun  
Forage :  destructif  carotté  
Centrage :  oui  non

Echantillonnage : 5µs  
Vitesse d'acquisition : 6 m/mn

Gamme : 1500 à 8000 m/s  
Précision : 1% PE  
Répétabilité : 1%  
Calibrage : base



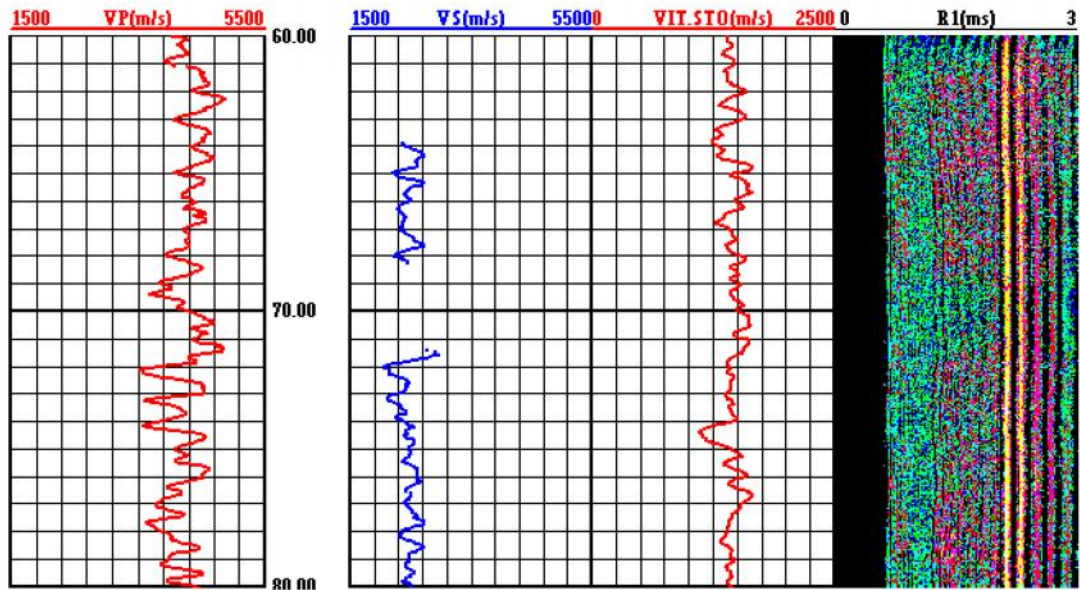
[www.soleo-logging.fr](http://www.soleo-logging.fr)

SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

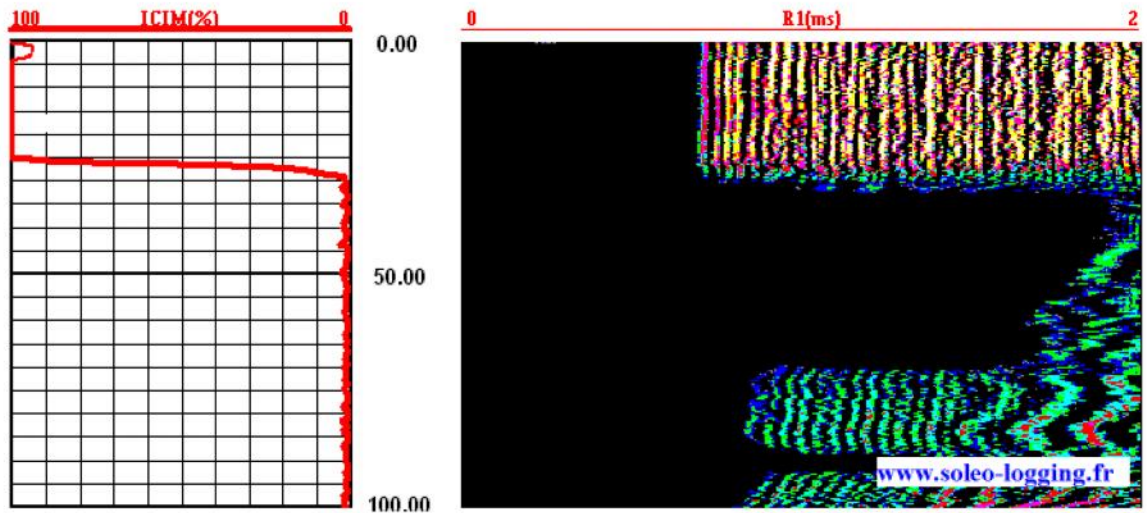
TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)

EXEMPLE DE DOCUMENT

pointé des ondes P S et stoneley



cimentation



SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)

**VERTICALITE**

**PRINCIPE**

Un couple de capteurs inclinomètres permettent de mesurer en continu l'inclinaison du forage

**RESULTAT**

Inclinaison du forage, calcul des déports maximum.

**CARACTERISTIQUES**

Longueur : 1.4 m - Diamètre : 60 mm  
Poids : 10 Kg

**UTILISATION**

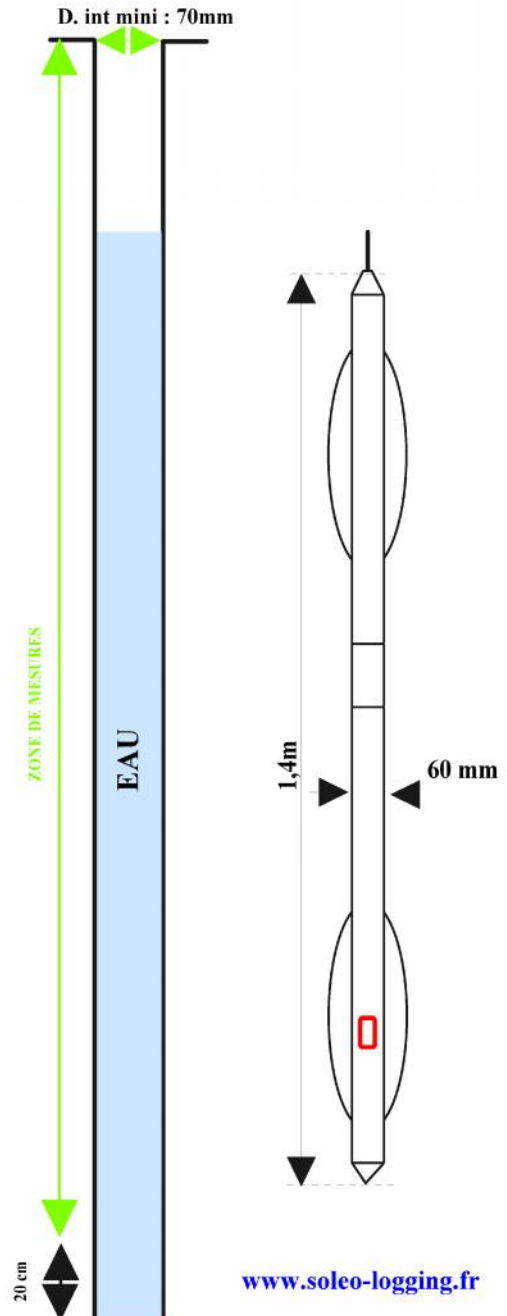
Fluide :  eau  boue  aucun  
Tubage :  acier  inox  pvc  aucun  
Forage :  destructif  carotté  
Centrage :  oui  non

Vitesse d'acquisition : 5 m/mn

Précision INC : +/- 0.1°

Répétabilité : 1%

Calibrage : base

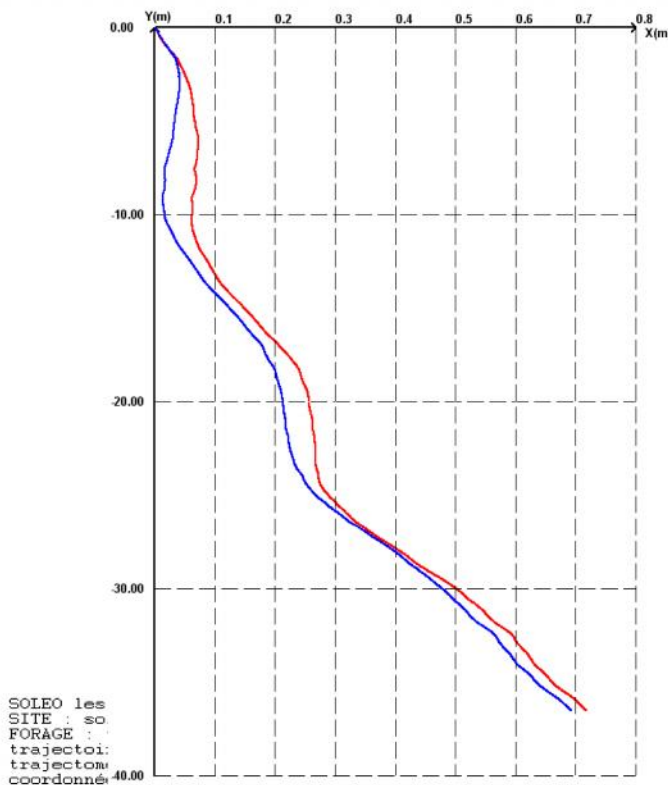


[www.soleo-logging.fr](http://www.soleo-logging.fr)

SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)

**EXEMPLE DE DOCUMENT**



*projection verticale :*

Projection du forage sur un plan verticale. Comme l'azimut n'est pas significatif, tous les dépôts sont ajoutés on obtient donc en final le dépôt maximum possible du forage

*listing ASCII :*

Ce listing reprend les cotes de mesures en donnant pour chaque cote le dépôt, l'inclinaison les coordonnées du point en 3D (attention, l'azimut n'est pas géré)

SOLEO les  
SITE : so  
FORAGE :  
trajectoi:  
trajectom:  
coordonné: 40.00

SOLEO les aurox 18360 Vesdun Tél/Fax : 33(0)248630849 20/04/2006

cote (m)	Inclin. (°)	Azimut (°)	X (m)	Y (m)	Z (m)	coord X (m)	coord Y (m)	coord Z (m)
0000.93	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0000.93	000000.02	000000.01	-000000.93
0000.94	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0000.94	000000.02	000000.01	-000000.94
0000.95	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0000.95	000000.02	000000.01	-000000.95
0000.96	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0000.96	000000.02	000000.01	-000000.96
0000.97	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0000.97	000000.02	000000.01	-000000.97
0000.98	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0000.98	000000.02	000000.01	-000000.98
0000.99	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0000.99	000000.02	000000.01	-000000.99
0001.00	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0001.00	000000.02	000000.01	-000001.00
0001.01	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0001.01	000000.02	000000.01	-000001.01
0001.02	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0001.02	000000.02	000000.01	-000001.02
0001.03	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0001.03	000000.02	000000.01	-000001.03
0001.04	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0001.04	000000.02	000000.01	-000001.04
0001.05	000.00	000.00	0000.02	0000.01	-0001.05	000000.02	000000.01	-000001.05
0001.06	000.00	000.00	0000.02	0000.02	-0001.06	000000.02	000000.02	-000001.06
0001.07	000.00	000.00	0000.02	0000.02	-0001.07	000000.02	000000.02	-000001.07
0001.08	000.00	000.00	0000.02	0000.02	-0001.08	000000.02	000000.02	-000001.08
0001.09	000.00	000.00	0000.02	0000.02	-0001.09	000000.02	000000.02	-000001.09
0001.10	000.00	000.00	0000.02	0000.02	-0001.10	000000.02	000000.02	-000001.10

[www.solco-logging.fr](http://www.solco-logging.fr)

SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@solco-logging.fr](mailto:agence.vallon@solco-logging.fr)

