



Pôle Grenoblois d'étude et de recherche
pour la prévention des Risques Naturels



Cemagref Aix-en-Provence

Laboratoire d'étude des Transferts
en Hydrologie et Environnement

Service de Restauration des
Terrains en Montagne - Isère

PROJET DRAINAGEING – PHASE I

ÉTUDE DU VIEILLISSEMENT DES GÉOTEXTILES-
FILTRÉS UTILISÉS EN TRANCHÉES DRAINANTES,
SUR SITE EXPERIMENTAL DANS LE TRIÈVES

ANNEXES



Février 2010

VERSTAEVEL MATTHIEU, MERIAUX PATRICE
Cemagref Aix-en-Provence, Unité Ouvrages Hydrauliques et Hydrologie (OHAX)
FAURE YVES-HENRI (LTHE – EQUIPE TRANSPORE)

SOMMAIRE DES ANNEXES

| | |
|--|----|
| Annexe 1 : Devis des enregistreurs de pression..... | 3 |
| Annexe 2 : Fiche technique du Bidim B2, d'après LEROY J. (1993)..... | 4 |
| Annexe 3 : Fiche technique du PROPEX 6062 , d'après LEROY J. (1993)..... | 5 |
| Annexe 4 : Fiche technique du HATE 43 144 , d'après LEROY J. (1993)..... | 6 |
| Annexe 5 : Fiche technique de l'HYDRAWAY 2000 , d'après LEROY J. (1993)..... | 7 |
| Annexe 6 : Relevé topographique de 1999, d'après VAGNER P. (1999)..... | 8 |
| Annexe 7 : Mesures des débits de la tranchée 1 sur la période d'étude 1993-1999..... | 9 |
| Annexe 8 : Mesures des débits de la tranchée 2 sur la période d'étude 1993-1999..... | 9 |
| Annexe 9 : Mesures des débits de la tranchée 3 sur la période d'étude 1993-1999..... | 10 |
| Annexe 10 : Mesures des débits de la tranchée 4 sur la période d'étude 1993-1999..... | 10 |
| Annexe 11 : Mesures des débits de la tranchée 5 sur la période d'étude 1993-1999..... | 11 |
| Annexe 11 : Mesures des débits de la tranchée 6 sur la période d'étude 1993-1999..... | 11 |
| Annexe 12 : Levé topographique du site d'étude réalisé le 5 juin 2009..... | 12 |
| Annexe 13 : Débits de la tranchée 1 et pluviométrie journalière sur la période juillet 2008-décembre 2009..... | 13 |
| Annexe 14 : Débits de la tranchée 1 et pluviométrie cumulée sur une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009..... | 13 |
| Annexe 15 : Débits de la tranchée 2 et pluviométrie journalière sur la période juillet 2008-décembre 2009..... | 14 |
| Annexe 16 : Débits de la tranchée 2 et pluviométrie cumulée sur une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009..... | 14 |
| Annexe 17 : Débits de la tranchée 3 et pluviométrie journalière sur la période juillet 2008- décembre 2009..... | 15 |
| Annexe 18 : Débits de la tranchée 3 et pluviométrie cumulée sur une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009..... | 15 |
| Annexe 19 : Débits de la tranchée 4 et pluviométrie journalière sur la période juillet 2008- décembre 2009..... | 16 |
| Annexe 20 : Débits de la tranchée 4 et pluviométrie cumulée sur une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009..... | 16 |
| Annexe 21 : Débits de la tranchée 5 et pluviométrie journalière sur la période juillet 2008- décembre 2009..... | 17 |
| Annexe 22 : Débits de la tranchée 5 et pluviométrie cumulée sur une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009..... | 17 |
| Annexe 23 : Débits de la tranchée 6 et pluviométrie journalière sur la période juillet 2008- décembre 2009..... | 18 |
| Annexe 24 : Débits de la tranchée 6 et pluviométrie cumulée sur une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009..... | 18 |
| Annexe 25 : Rapport détaillé de l'inspection télévisuelle des collecteurs drainants de fond de tranchées du 29 juin 2009..... | 19 |
| Annexe 26 : Schéma technique du Volvo EC15B, d'après BONNIOT M. (2009)..... | 26 |
| Annexe 27 : Libellé des prix du projet de réouverture des tranchées drainantes ; partie génie civil, d'après BONNIOT M. (2009)..... | 28 |
| Annexe 28 : Procédure d'interprétation de l'essai HET, d'après BENAHMED N. et BONELLI S. (2008)..... | 32 |
| Annexe 29 : Evaluation des coûts des essais du projet de réouverture des tranchées drainantes..... | 33 |
| Annexe 30 : Courbes granulométriques de toutes les tranchées de..... | 37 |
| juin 2009..... | 37 |
| Annexe 31 : Courbes granulométriques de toutes les tranchées de..... | 37 |
| juillet 2009..... | 37 |
| Annexe 32 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 1..... | 38 |
| Annexe 33 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 2..... | 38 |
| Annexe 34 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 3..... | 39 |
| Annexe 35 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 4..... | 39 |
| Annexe 36 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 5..... | 40 |
| Annexe 37 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 6..... | 40 |

Annexe 1 : Devis des enregistreurs de pression

| | | |
|---|---|---|
|  | MATÉRIELS SCIENTIFIQUES SCIENCES des SOLS ENVIRONNEMENT | SIEGE (HEAD OFFICE) - USINE (FACTORY) |
| | SCIENTIFIC EQUIPMENTS SOIL SCIENCE/ENVIRONMENT | Adress : SDEC France – Z.I de la Gare 37 310 Reignac sur Indre (FRANCE-EUROPE) Tél : 33 02 47 94 10 00 – Fax : 33 02 47 94 17 13 E-mail : info@sdec-france.com-Numéro de SIRET : 381 427 582 00048 |
| CONSULTEZ notre site WEB : http://www.sdec-france.com | | |

LTHE
1381 Rue De La Piscine

38 400 ST MARTIN D'HERES

FACTURE PRO FORMA

Proposition N° : 26116

279200

verstaevel.matthieu@gmail.com

A l'attention de Monsieur Matthieu VERSTAEVEL

Reignac sur Indre le , mardi 3 novembre 2009

Monsieur,

Nous vous prions de trouver ci-dessous notre offre de prix correspondant à votre demande.

| Item | Code article | DESIGNATION | Prix unitaire | | Prix net | Qté | TOTAL HT |
|------|--------------|---|---------------|-----|----------|-----|----------|
| 1 | 11110102 | Sonde MinDIVER, enr. niv. d'eau+T°C, gamme 0-10m. | 565,00 | 5,0 | 565,25 | 5 | 2 826,25 |
| 2 | 11115501 | Sonde BaroDIVER, enr. P.A.+T°C (gamme 0-1,5m). | 429,00 | 5,0 | 407,55 | 1 | 407,55 |
| 3 | 11111003 | Adapbateur de lecture/programmation PC(USB)/ DIVER. | 220,00 | 0,0 | 220,00 | 1 | 220,00 |
| 4 | 111114 | Logiciel Diver-Office (+DiverPocket-PC Reader) | 0,00 | 0,0 | 0,00 | 1 | 0,00 |
| 5 | 111122 | Câble synthétique (Vectran) de suspension Diver, L.50m. | 47,00 | 0,0 | 47,00 | 1 | 47,00 |
| 6 | 111121 | Serre-câbles pour câble inox Ø 1 mm (set de 10p). | 56,00 | 0,0 | 56,00 | 1 | 56,00 |

Sous-Total Hors Taxes 3 556,80

Emballage 2,00

Port, incluant frais de gestion 36,67

TOTAL Hors Taxes 3 595,47

T.V.A (19,6%) 704,71

Cette offre de prix est valable durant : Deux mois

Délai de livraison : 2 à 3 semaines

Mode de transport : Transport Route

Mode de paiement : Chèque ou virement à 30 jours fin de mois

TOTAL à PAYER TTC : 4 300,18 €

Commentaires :

Cette proposition annule et remplace la précédente datée du 22 octobre 2009.

Vous remerciant de votre confiance, je vous prie d'agréer Monsieur, mes salutations distinguées.

BP

Benoit PARIS

Annexe 2 : Fiche technique du Bidim B2, d'après LEROY J. (1993)

| MESURES D'APRES NORMES INTERNATIONALES | PAYS | UNITES | GAMME b | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | b1 | b2 | b3 | b4 | b5 | b7 | |
| 3 MASSES SURFACIQUE | FRANCE (C.F.E.G.) | g/m ² | 100 | 130 | 160 | 180 | 235 | 270 | 310 |
| 4 POINT DE FUSION | FRANCE (C.F.E.G.) | °C | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 |
| | | | 40 | 38 | 38 | 35 | 35 | 35 | |
| 5 TRACTION MONO DIRECTIONNELLE | FRANCE (C.F.E.G.) | N | 225 | 338 | 420 | 475 | 610 | 730 | 980 |
| | | | 50 à 80 | 60 à 80 | 50 à 70 | 50 à 70 | 50 à 65 | 50 à 65 | 50 à 65 |
| 6 GRAB TEST | FRANCE (C.F.E.G.) | N | 500 | 670 | 800 | 900 | 1160 | 1340 | 1700 |
| | | | 107 | 143 | 172 | 193 | 245 | 287 | 364 |
| 7 DÉCHIRURE TRAPEZOIDALE | FRANCE (C.F.E.G.) | N | 85 | 85 | 85 | 80 | 80 | 75 | 65 |
| | | | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 1,1 | 1,2 | 1,7 |
| 8 POINÇONNEMENT | FRANCE (C.F.E.G.) | kN | 150 | 230 | 290 | 350 | 450 | 570 | 760 |
| | | | 32 | 49 | 62 | 75 | 95 | 122 | 163 |
| 9 POINÇONNEMENT | FRANCE (C.F.E.G.) | kN | 140 | 180 | 220 | 270 | 350 | 450 | 570 |
| | | | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,1 | 1,2 | 1,9 |
| 10 ECLATOMETRIE | FRANCE (C.F.E.G.) | mm | 48 | 58 | 74 | 85 | 112 | 128 | 175 |
| | | | 100 | 134 | 190 | 220 | 310 | 348 | 480 |
| 11 PÉNÉTRATION AU CONE | FRANCE (C.F.E.G.) | mm | 33 | 36 | 39 | 42 | 48 | 54 | 63 |
| | | | 37 | 28 | 26 | 28 | 31 | 30 | 30 |
| 12 OUVERTURE DE FILTRATION | FRANCE (C.F.E.G.) | mm | 140 | 140 | 130 | 120 | 110 | 100 | 90 |
| | | | 240 | 235 | 220 | 220 | 210 | 210 | 190 |
| 13 APPARENT OPENING SIZE | FRANCE (C.F.E.G.) | mm | 110 | 130 | 90 | 90 | 130 | 120 | 90 |
| | | | 0,220 | 0,215 | 0,202 | 0,200 | 0,200 | 0,170 | 0,160 |
| 14 PERMITTIVITÉ | FRANCE (C.F.E.G.) | % | 2,25 | 2,65 | 1,90 | 2,00 | 2,65 | 1,65 | 1,20 |
| | | | 1,42 | 1,53 | 1,20 | 1,20 | 1,38 | 1,00 | 0,74 |
| 15 PERMITTIVITÉ | FRANCE (C.F.E.G.) | % | 7,6 | 4,6 | 4,1 | 4,3 | 1,4 | 4,3 | 2,3 |
| | | | 700 | 400 | 400 | 400 | 260 | 260 | 180 |
| 16 PERMEABILITE | FRANCE (C.F.E.G.) | m ² /s | 3 | 1,7 | 3 | 6 | 1,6 | 2,5 | 3,2 |
| | | | 0,4 | 0,22 | 0,8 | 1,2 | 2,5 | 2,5 | 3,2 |
| 17 TRANSMISSIVITE RADIALE | FRANCE (C.F.E.G.) | % | 0,4 | 0,22 | 0,8 | 1,2 | 2,5 | 2,5 | 3,2 |
| | | | 0,4 | 0,22 | 0,8 | 1,2 | 2,5 | 2,5 | 3,2 |

GAMME b
 • Présentation Standard
 Rouleaux
 Types b1 à b7
 2,10 m x 200 m
 4,20 m x 200 m
 5,30 m x 200 m

• Présentations Petits
 Conditionnements
 Types b2 et b4
 2,10 m x 25 m x 12
 5,30 m x 25 m x 6
bidim Flash
 1 m x 25 m x 12
 1 m x 50 m x 6

Des qualités spéciales correspondant à des exigences techniques particulières peuvent être réalisées sur demande.

(1) SL = ST
 (2) Moyenne (SL + ST)/2

Annexe 3 : Fiche technique du PROPEX 6062 , d'après LEROY J. (1993)

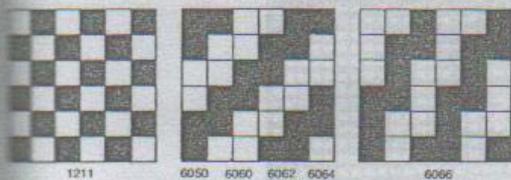
Fiche d'identification des Géotextiles ProPex®

Cette fiche répond aux recommandations du Comité Français des Géotextiles (annexe II du cahier concernant la réception et la mise en oeuvre des Géotextiles).

I) DÉSIGNATION COMMERCIALE
Les produits actuellement commercialisés sont:
PROPEX® 1211, 6050, 6060, 6062, 6064, 6066

II) IDENTIFICATION DU PRODUCTEUR
Les Géotextiles sont fabriqués par AMOCO FABRICS:
Siège Social et Usine: GRONAU (R.F.A.)

III) MODE DE FABRICATION
111. mode de tissage



112. Les éléments de base sont des bandelettes de polypropylène.
113. Nombre de bandelettes par mètre (tableau ci-dessus)

114. Embuvage: non testé

2. CARACTÉRISTIQUES DES CONSTITUANTS
21. Matières utilisées
211. Les composants fibreux sont des bandelettes de polypropylène
212. La masse volumique est de 0,9 g/cm³
22. CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES DES ÉLÉMENTS FIBREUX
221. Section rectangulaire (bandelettes)
222. Titre en décitex (tableau ci-dessus)
23. LE PROPEX® EST STABILISÉ AUX ULTRA-VIOLETS

| PROPEX® | Nombre de bandelettes par mètre | | Masse linéique (décitex) | |
|---------|---------------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| | Sens production | Sens travers | Sens production | Sens travers |
| 1211 | 440 | 890 | 1100 | 1100 |
| 6050 | 440 | 440 | 1100 | 1100 |
| 6060 | 600 | 600 | 1100 | 1100 |
| 6062 | 890 | 800 | 1100 | 1100 |
| 6064 | 1200 | 550 | 1100 | 3350 |
| 6066 | 400 | 750 | 6700 | 3350 |

IV-VI) MASSE SURFACIQUE - ÉPAISSEUR NOMINALE - CONDITIONNEMENT STANDARD DES ROULEAUX

| | UNITÉ | 1211 | 6050 | 6060 | 6062 | 6064 | 6066 |
|------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|
| Masse surfacique | g/m ² | 90 | 95 | 135 | 190 | 335 | 525 |
| Épaisseur | mm | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 1,3 | 1,8 |
| Largeur | m | 5,20 | 5,20 | 3,50 | 5,20 | 5,20 | 5,05 |
| Longueur | m | 200 | 200 | 200 | 150 | 100 | 100 |
| Poids | kg | 95 | 100 | 95 | 105 | 100 | 270 |
| Diamètre | cm | 28 | 28 | 37 | 32 | 29 | 38 |
| Surface | m ² | 1040 | 1040 | 700 | 780 | 520 | 505 |

Caractéristiques des Géotextiles PROPEX®

| | Unité | ProPex 1211 | | ProPex 6050 | | ProPex 6060 | | ProPex 6062 | | ProPex 6064 | | ProPex 6066 | | Méthode |
|-------------------------------------|-------------------|------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|---|
| | | Chaîne | Trame | Chaîne | Trame | Chaîne | Trame | Chaîne | Trame | Chaîne | Trame | Chaîne | Trame | |
| Résistance à la traction | kN/m | 17 | 14 | 17 | 17 | 23 | 27 | 35 | 33 | 55 | 58 | 75 | 76 | Méthode Comité Français des Géotextiles |
| Allongement à l'effort maximal | % | 18 | 18 | 19 | 21 | 22 | 27 | 25 | 27 | 30 | 19 | 16 | 17 | |
| Chirure trapézoïdale Macro Edana | KN | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 1,2 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 2,9 | |
| Perméabilité KN/e | s ⁻¹ | 0,05 | | 0,06 | | 0,06 | | 0,12 | | 0,21 | | 0,26 | | |
| Transmissivité kt.e | m ² /s | | | 10 ⁻⁹ | | 10 ⁻⁸ | | 1,2 10 ⁻⁷ | | 1,3 10 ⁻⁷ | | 8,7 10 ⁻⁷ | | |
| Porométrie O 95 | µm | 110 | | 110 | | 105 | | 110 | | 110 | | 125 | | |
| Perméabilité Kn | cm/sec. | 10 ⁻³ | | 2 10 ⁻³ | | 5 10 ⁻³ | | 8 10 ⁻³ | | 3 10 ⁻² | | 4,5 10 ⁻² | | |
| Chirure aux plus grandes dimensions | daN | | | 100 | 100 | 100 | 75 | 75 | 75 | 185 | 90 | 250 | 340 | Spécif. Techn. SNCFnr360A |
| Résistance au poinçonnement | daN | | | 65 | | 86 | | 125 | | 180 | | 290 | | Méthode Comité Français des Géotextiles |

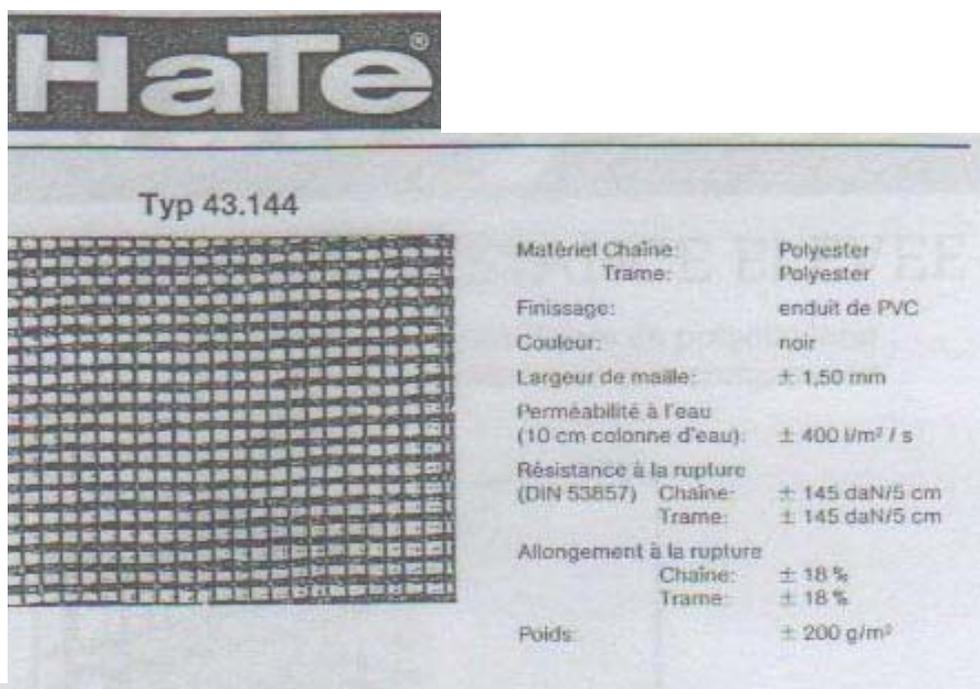
Toutes ces valeurs sont des moyennes de tests faits dans les laboratoires français et par l'usine.
Si vous désirez d'autres qualités pour des applications spéciales, n'hésitez pas à nous contacter!

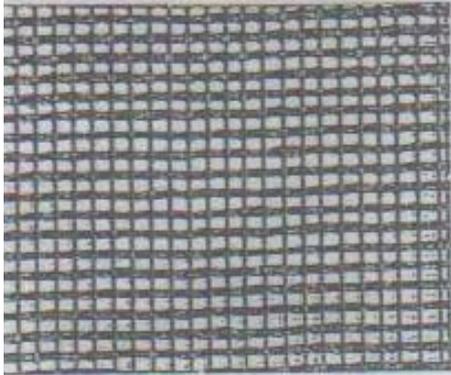


mécaroute s.a.

34-36 RUE DE SILLY
92100 BOULOGNE-BILLANCOURT
TÉLÉPHONE (1) 6043300 TELEX 200 080

Annexe 4 : Fiche technique du HATE 43 144 , d'après LEROY J. (1993)



| | |
|---|----------------------------|
| HaTe[®] | |
| Typ 43.144 | |
|  | |
| Matériel Chaîne: | Polyester |
| Trame: | Polyester |
| Finissage: | enduit de PVC |
| Couleur: | noir |
| Largeur de maille: | ± 1,50 mm |
| Perméabilité à l'eau (10 cm colonne d'eau): | ± 400 l/m ² / s |
| Résistance à la rupture (DIN 53857) Chaîne: | ± 145 daN/5 cm |
| Trame: | ± 145 daN/5 cm |
| Allongement à la rupture Chaîne: | ± 18 % |
| Trame: | ± 18 % |
| Poids: | ± 200 g/m ² |

Annexe 5 : Fiche technique de l'HYDRAWAY 2000 , d'après LEROY J. (1993)

CARACTERISTIQUES

| Hydraway 2000 | Méthode d'essai | Valeur |
|---|------------------------------|---|
| Géotextile | | |
| Résistance à la traction | NF G38014 | 22 kN/m |
| Déformation à l'effort de traction maximale | NF G38014 | 13% |
| Perméabilité | NF G38016 | 2,98 s ⁻¹ |
| Ouverture de filtration (O ₉₅) | NF G38017 | 100 µm |
| Géocomposite drainant | | |
| Débit sous 200 kPa et $i = 0.1$ | BS 6906.7 (1989) | 17.3 m ³ /h.m 57.2 m ³ /h.m |
| Résistance au fluage | Strathclyde test n° 2 | Pas d'affaissement sous 260 kPa après 1000 H 500 kPa |
| Résistance instantanée à la compression | Strathclyde test n° 4 (1987) | |
| Épaisseur sous 2 kPa | NF G38012 | 27.2 mm |

INSTALLATION

Hydraway 2000 s'installe manuellement ou mécaniquement dans une tranchée étroite. Pas d'apport extérieur de matériaux; ceux extraits de la tranchée sont immédiatement réutilisés avec leur teneur initiale en eau. Les trancheuses peuvent rapidement mettre en place de grandes longueurs, en perturbant peu la circulation grâce à l'emprise restreinte et mobile du chantier.

DEBIT DU DRAIN

COMPRESSIBILITE DU DRAIN

CONTRAINTE EFFECTIVE DU REMBLAI

| Dimensions des rouleaux | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
| Code | 150 | 300 | 450 | 600 | 750 | 900 |
| Longueur | 30 m | 100 m | 100 m | 100 m | 50 m | 50 m |
| Poids | 10 kg | 70 kg | 110 kg | 150 kg | 95 kg | 110 kg |

ACCESSOIRES

Coiffe terminale en géotextile

Exutoire en T en ABS

Renfort d'assemblage Ruban adhésif Agrafes

Exutoire terminal en ABS Raccord standard (110 mm jusqu'à 600, 160 mm à partir de 600)

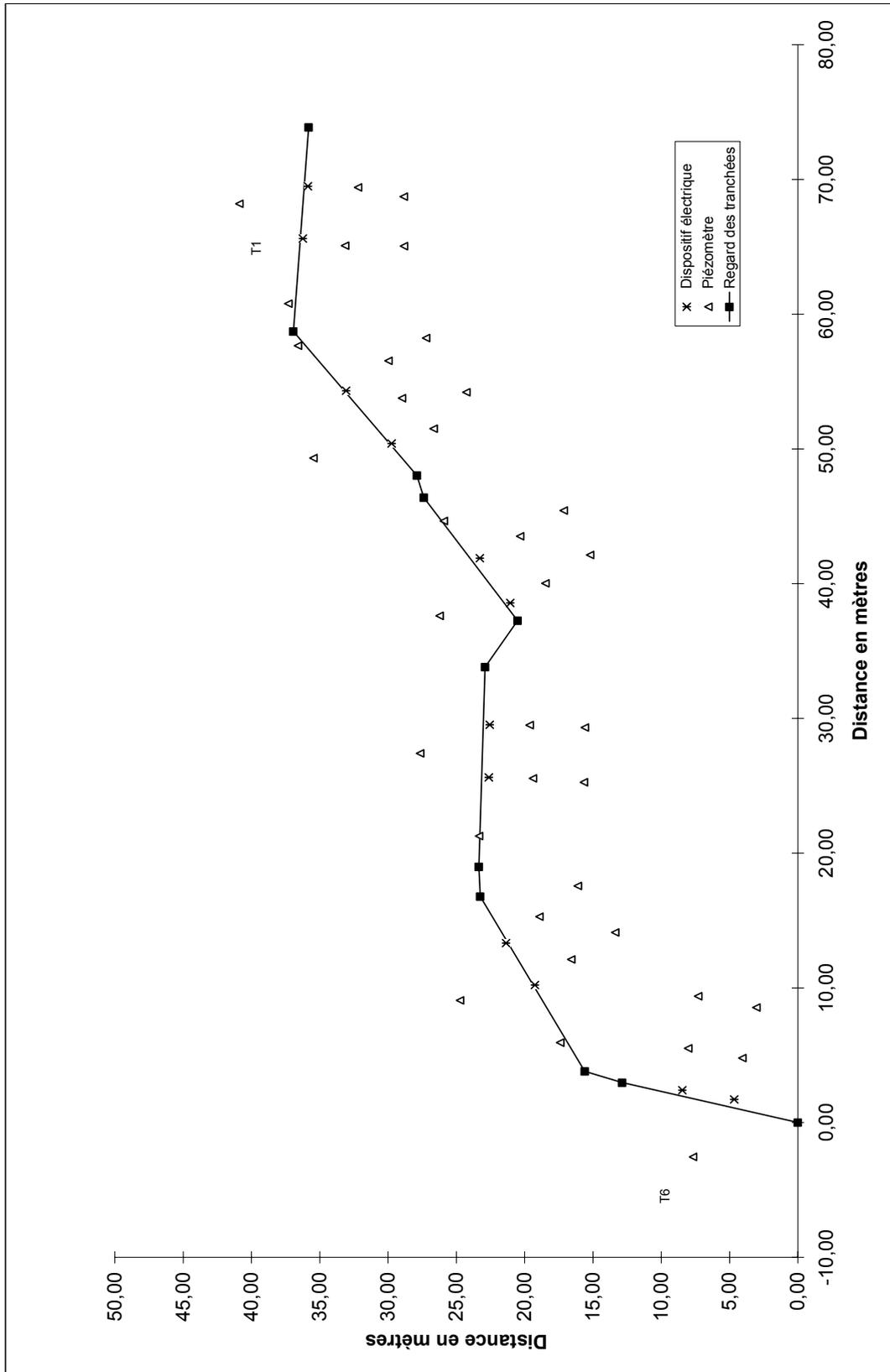
Distribué en France par:

68, Avenue des Guillaeries
B.P. 810 - 92008 NANTERRE CEDEX
Téléphone (1) 40975500 - Télécopie (1) 47251069
Telex 610333F

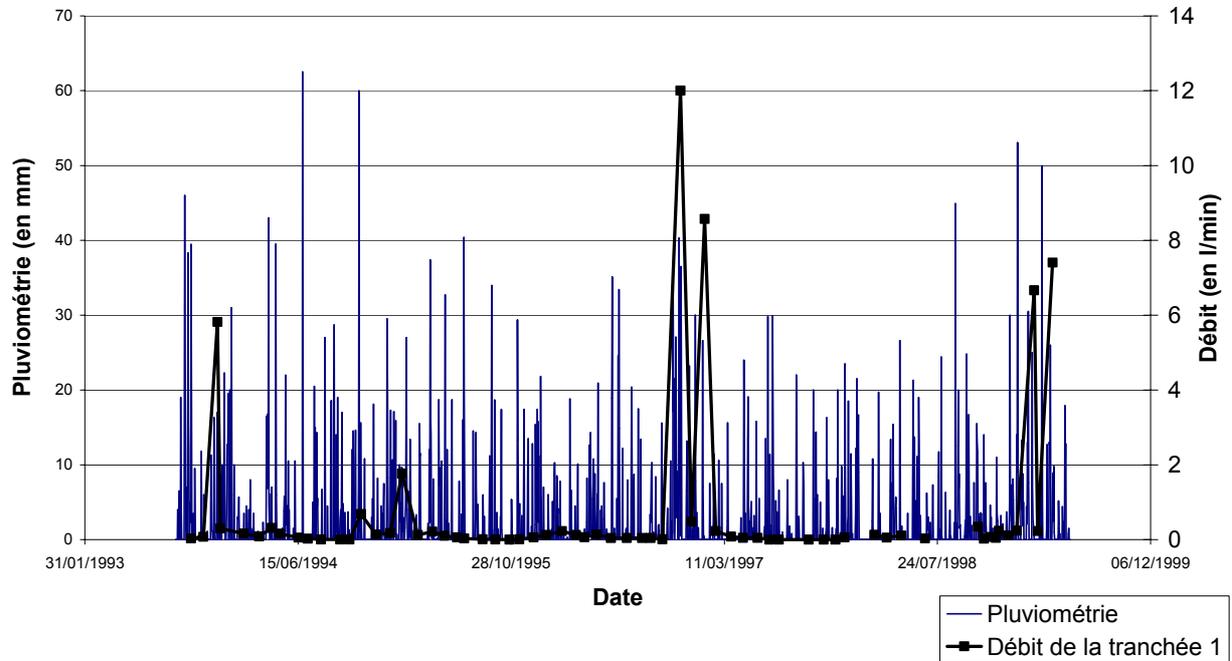
Les informations contenues dans cette brochure sont à notre connaissance exactes et correctes. Comme les conditions d'installation et d'utilisation ne sont pas sous leur contrôle, MONSANTO COMPANY et ses filiales refusent toute responsabilité résultant de pertes ou dommages suite à une installation ou utilisation incorrecte du produit. MONSANTO COMPANY et ses filiales n'acceptent aucune responsabilité au cas où l'utilisation de tout produit suivant ces instructions et recommandations entraînerait une contrefaçon de tout brevet.

Un produit de Monsanto Europe S.A., 270 Av. de Tervuren, 1150 Bruxelles. Hydraway est une marque déposée de Monsanto Cy.

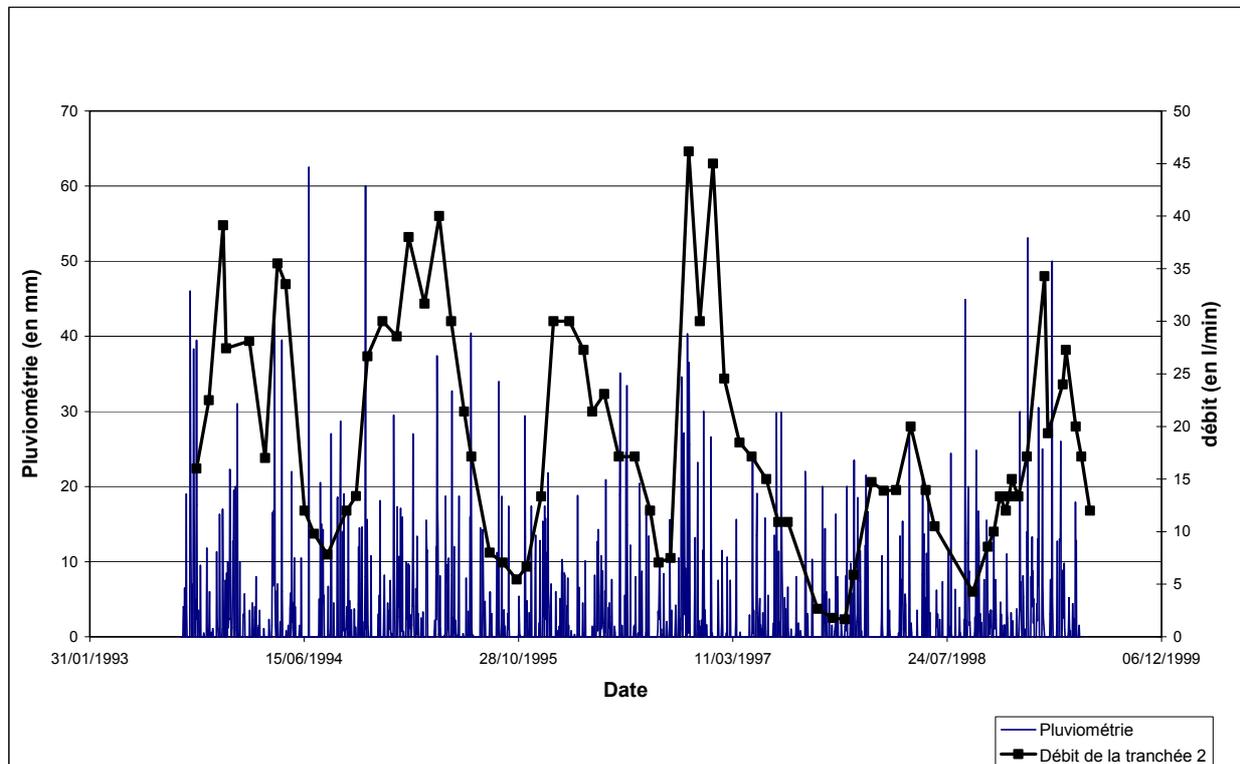
Annexe 6 : Relevé topographique de 1999, d'après VAGNER P.
(1999)



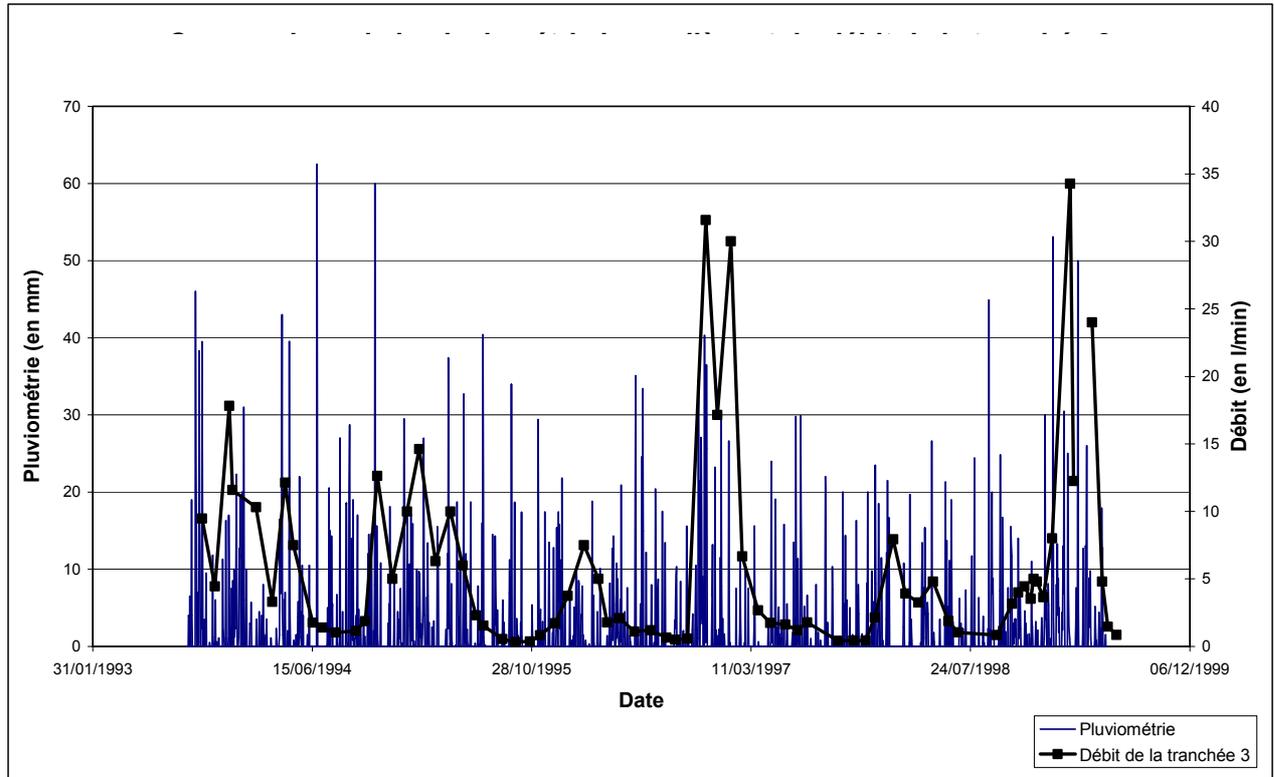
Annexe 7 : Mesures des débits de la tranchée 1 sur la période d'étude 1993-1999



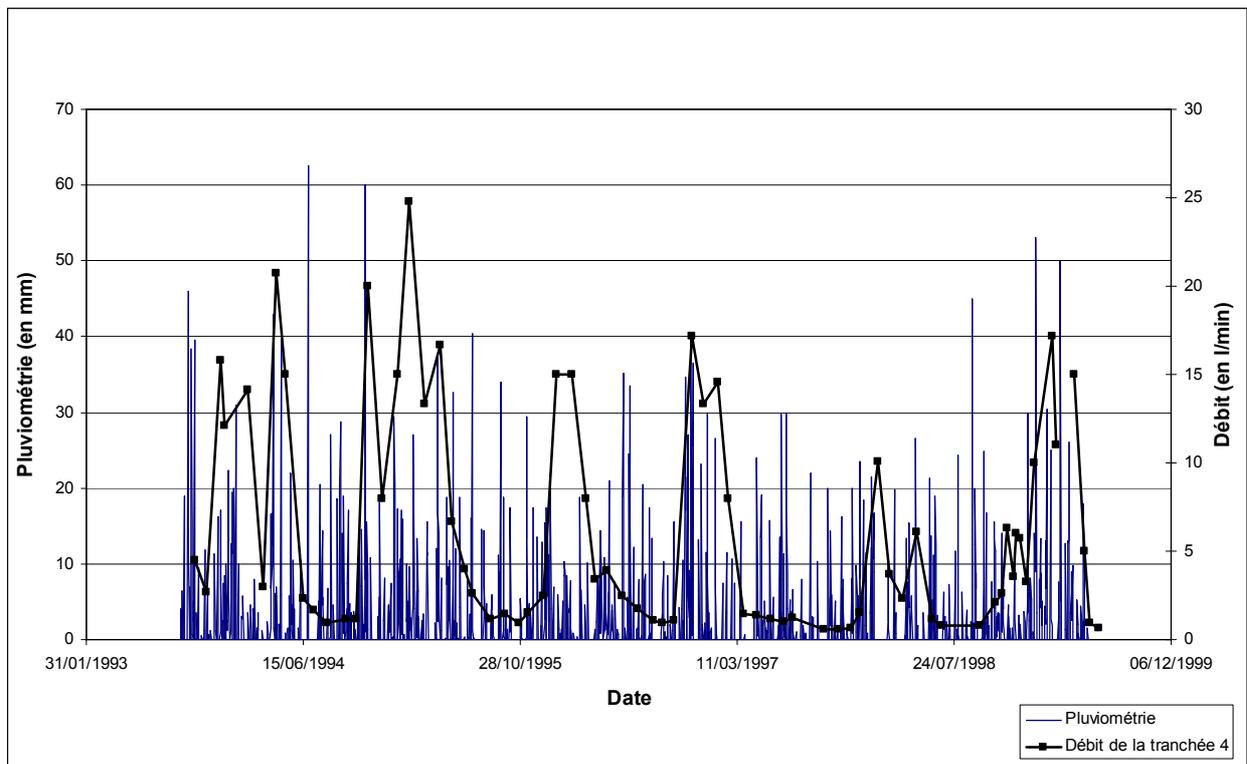
Annexe 8 : Mesures des débits de la tranchée 2 sur la période d'étude 1993-1999



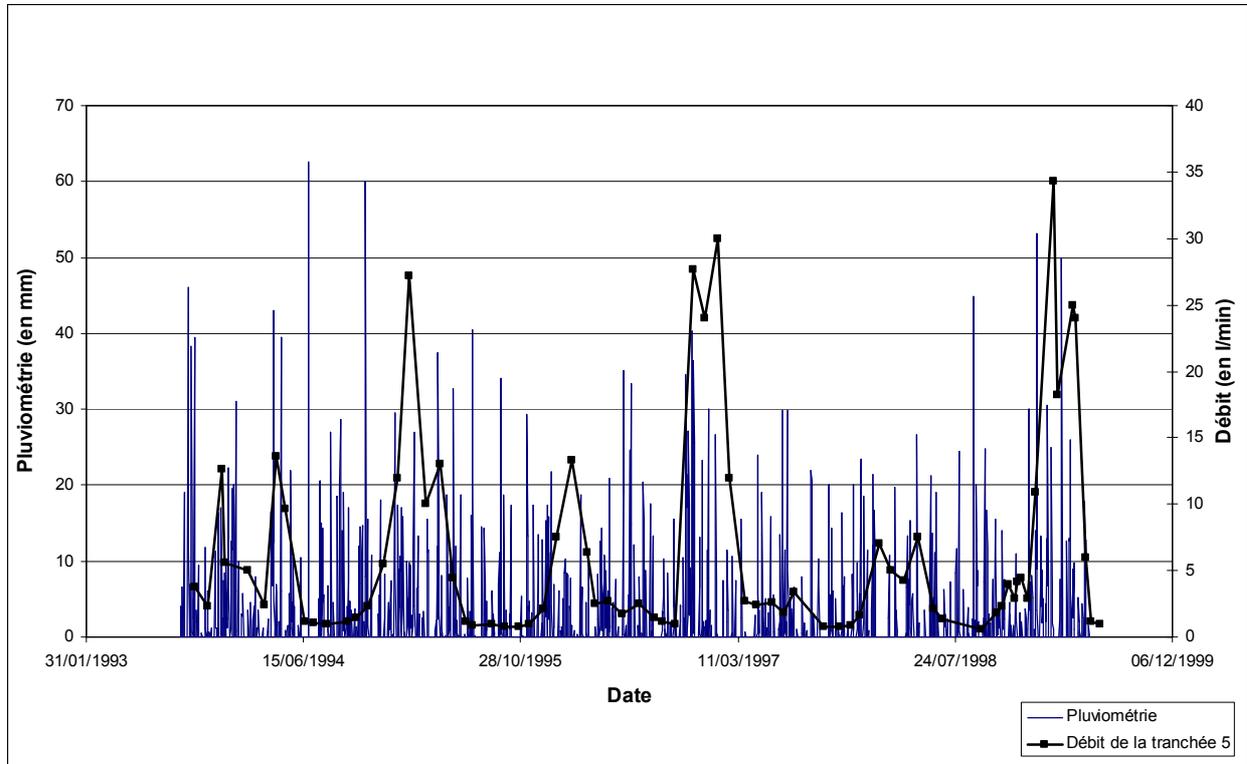
Annexe 9 : Mesures des débits de la tranchée 3 sur la période d'étude 1993-1999



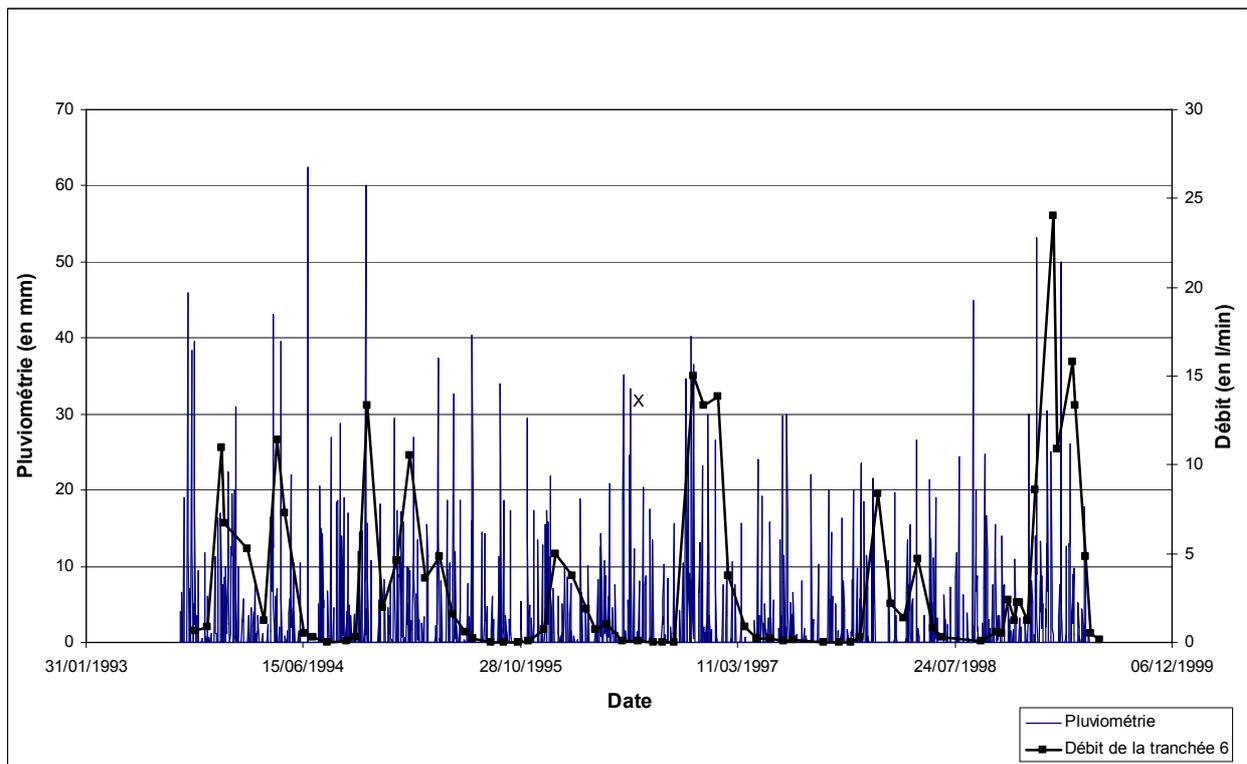
Annexe 10 : Mesures des débits de la tranchée 4 sur la période d'étude 1993-1999



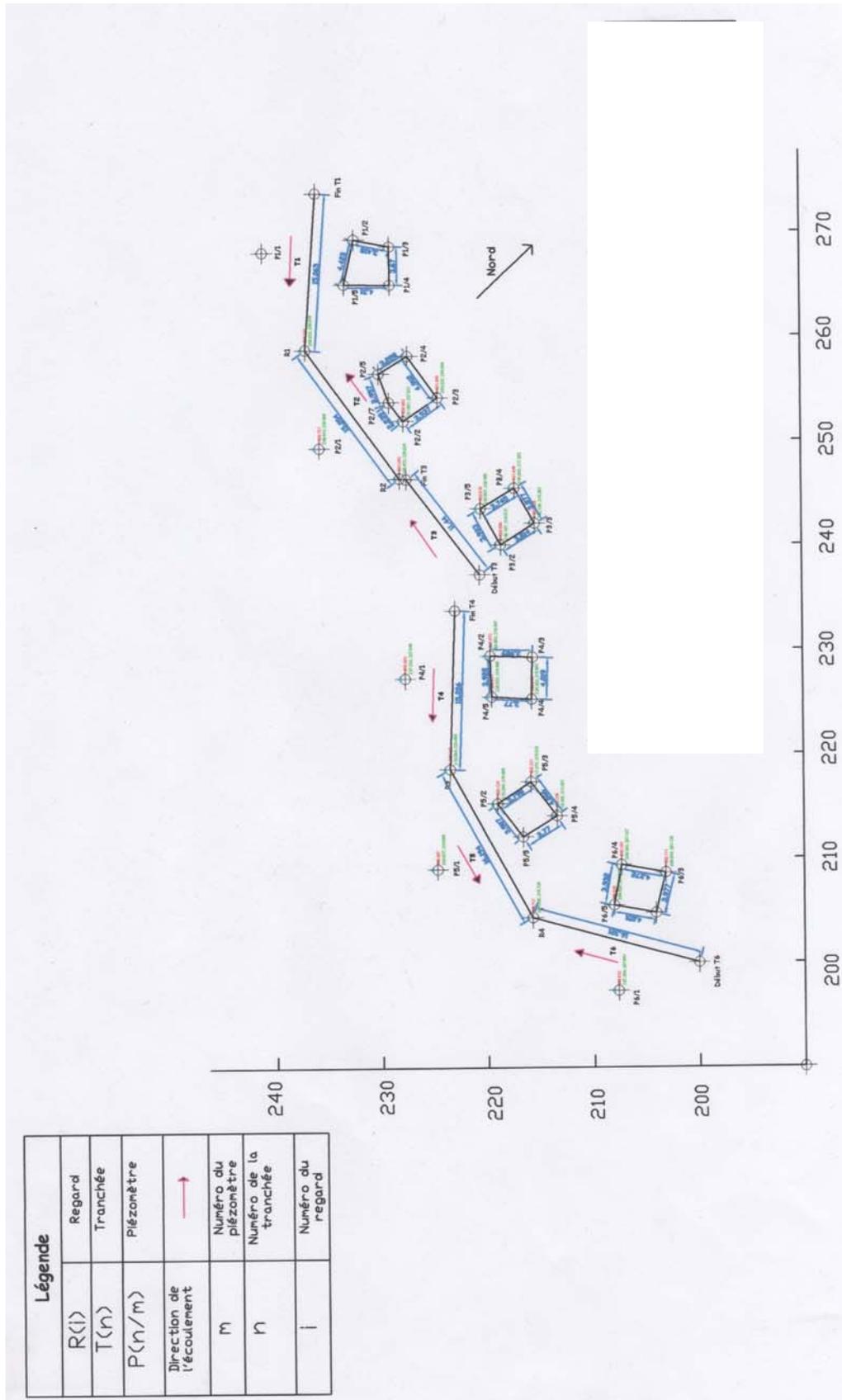
Annexe 11 : Mesures des débits de la tranchée 5 sur la période d'étude 1993-1999



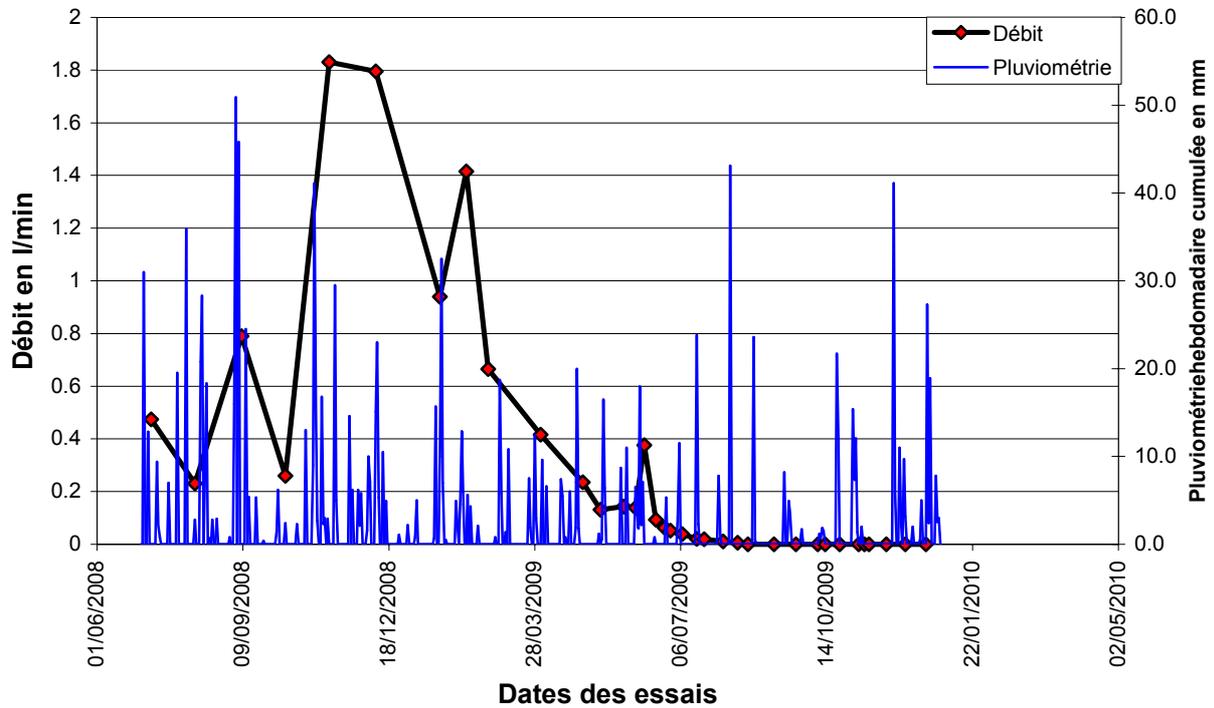
Annexe 11 : Mesures des débits de la tranchée 6 sur la période d'étude 1993-1999



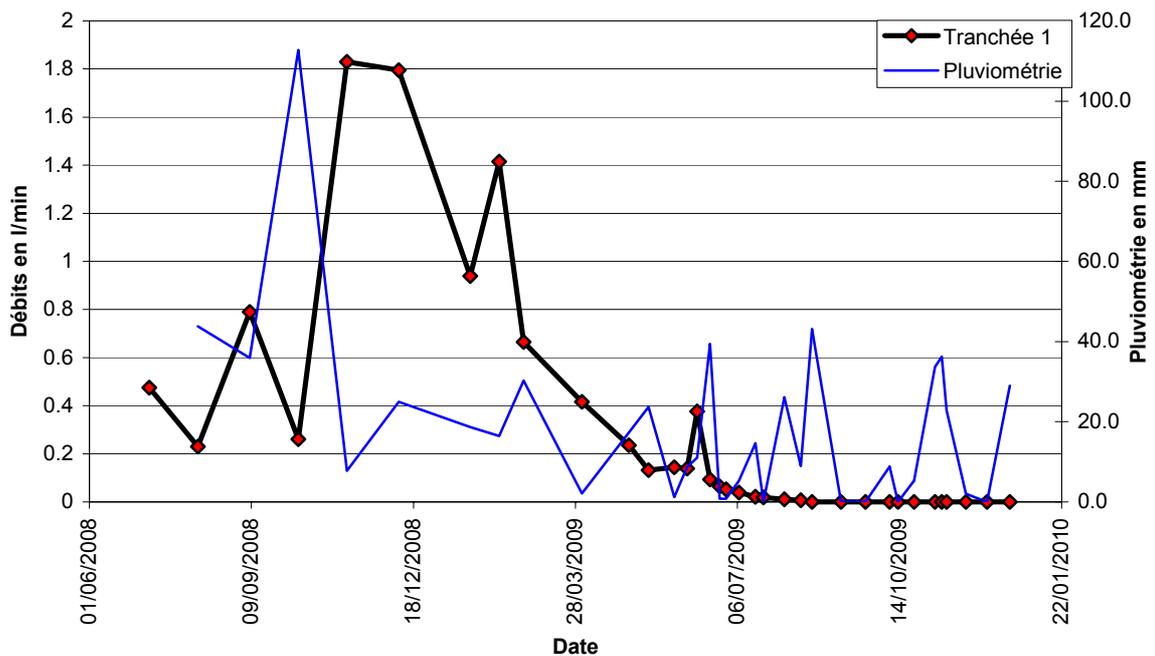
Annexe 12 : Levé topographique du site d'étude réalisé le 5 juin 2009



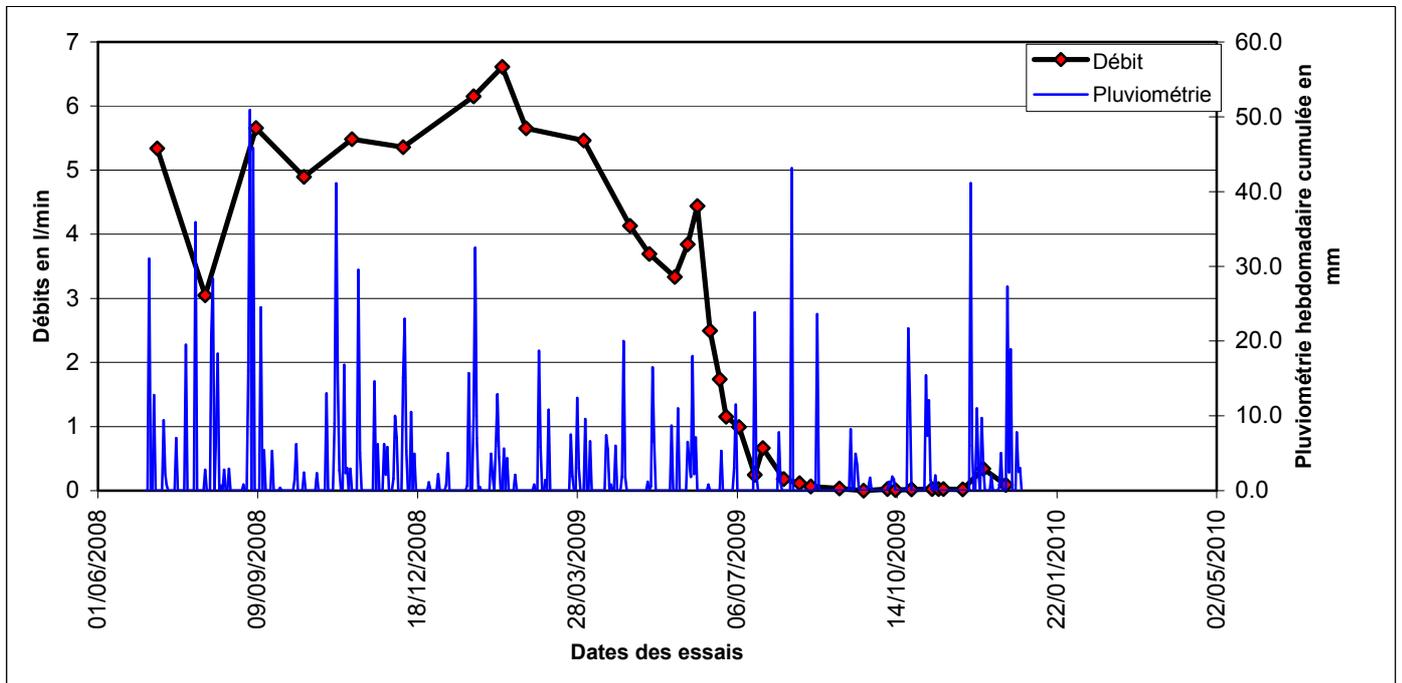
Annexe 13 : Débits de la tranchée 1 et pluviométrie journalière
sur la période juillet 2008-décembre 2009



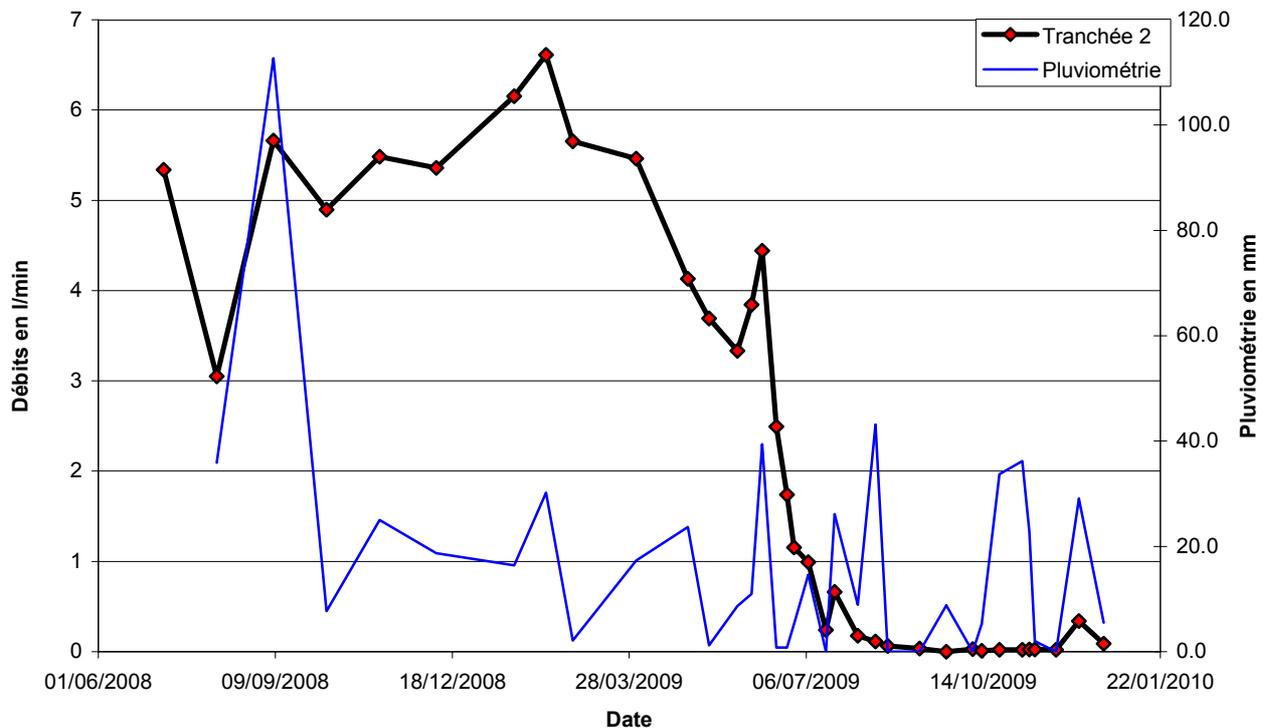
Annexe 14 : Débits de la tranchée 1 et pluviométrie cumulée sur
une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009



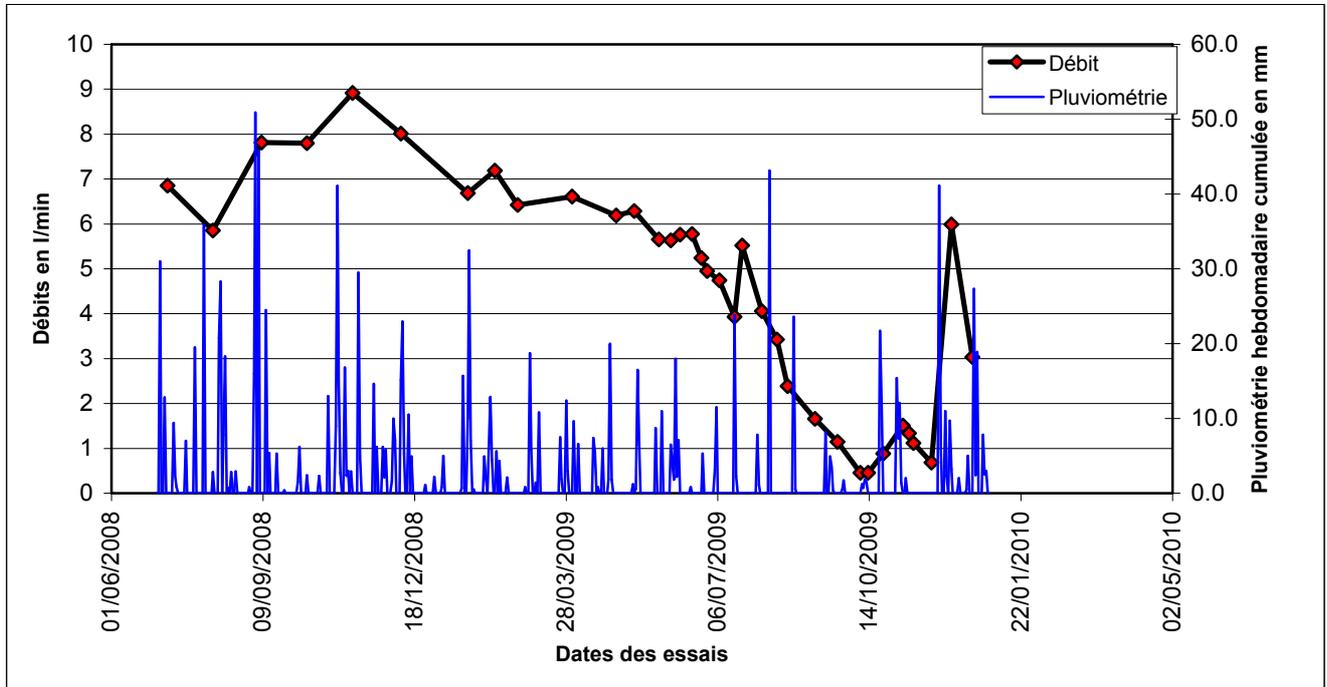
Annexe 15 : Débits de la tranchée 2 et pluviométrie journalière
sur la période juillet 2008-décembre 2009



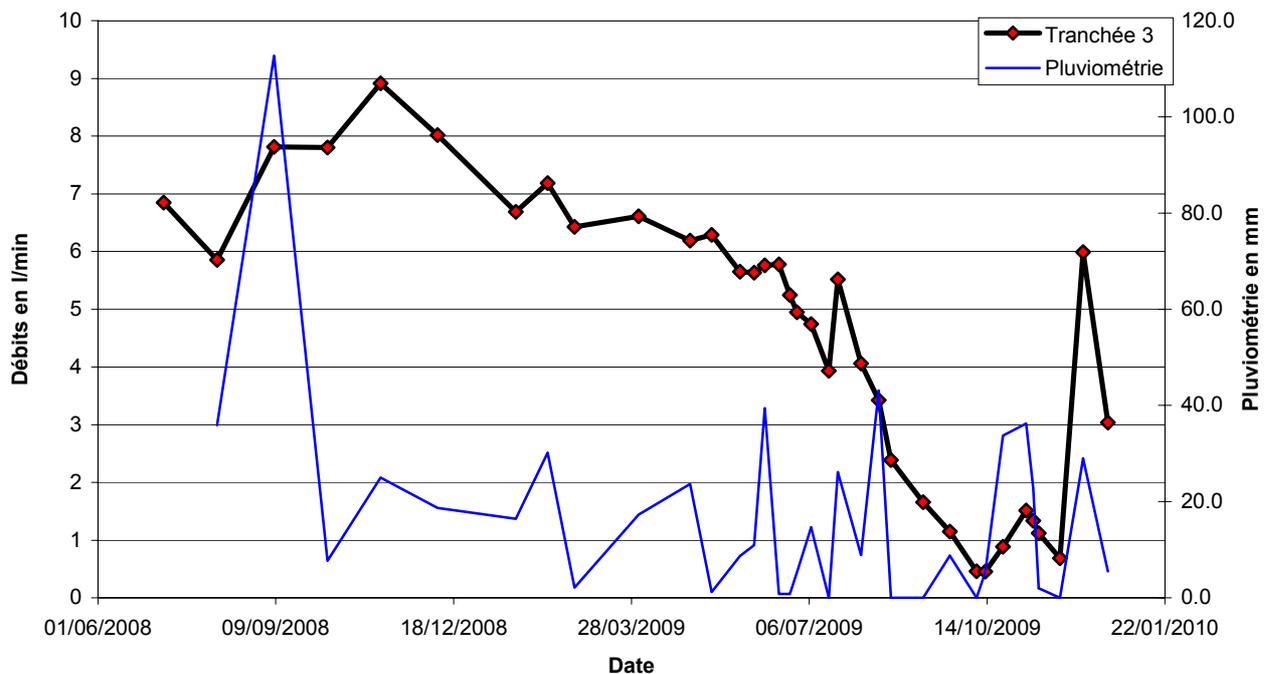
Annexe 16 : Débits de la tranchée 2 et pluviométrie cumulée sur
une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009



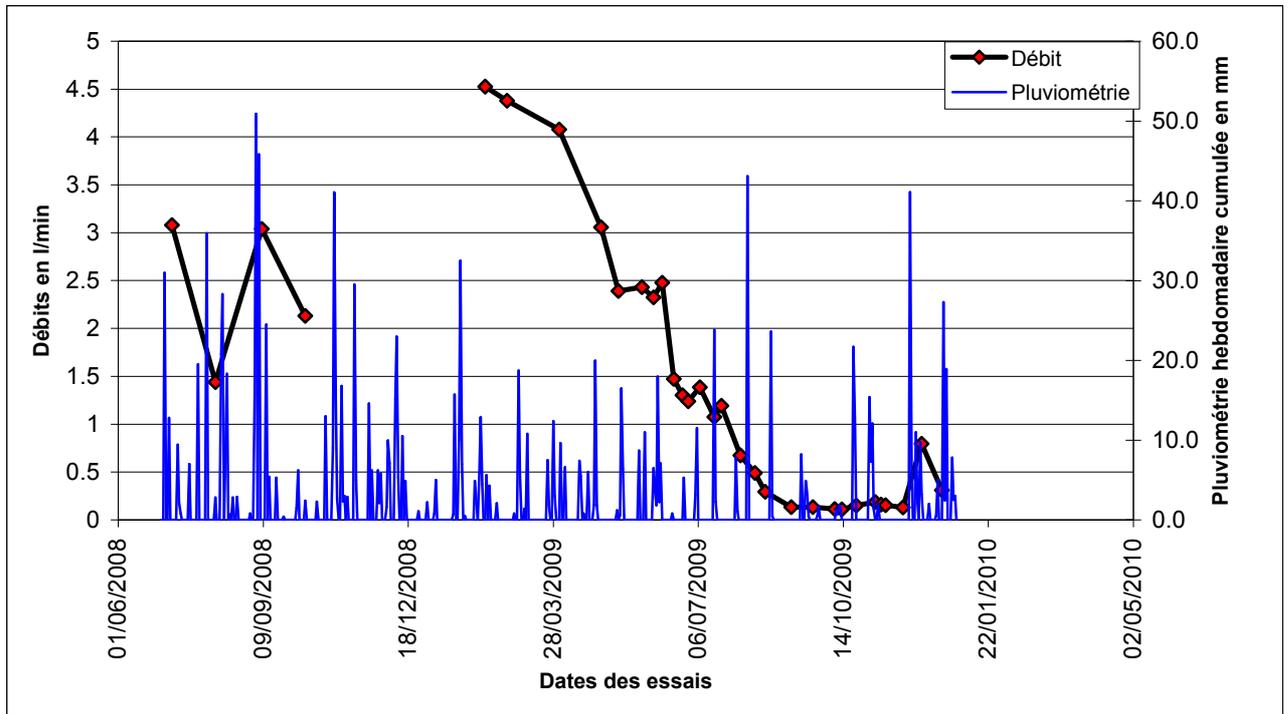
Annexe 17 : Débits de la tranchée 3 et pluviométrie journalière
sur la période juillet 2008- décembre 2009



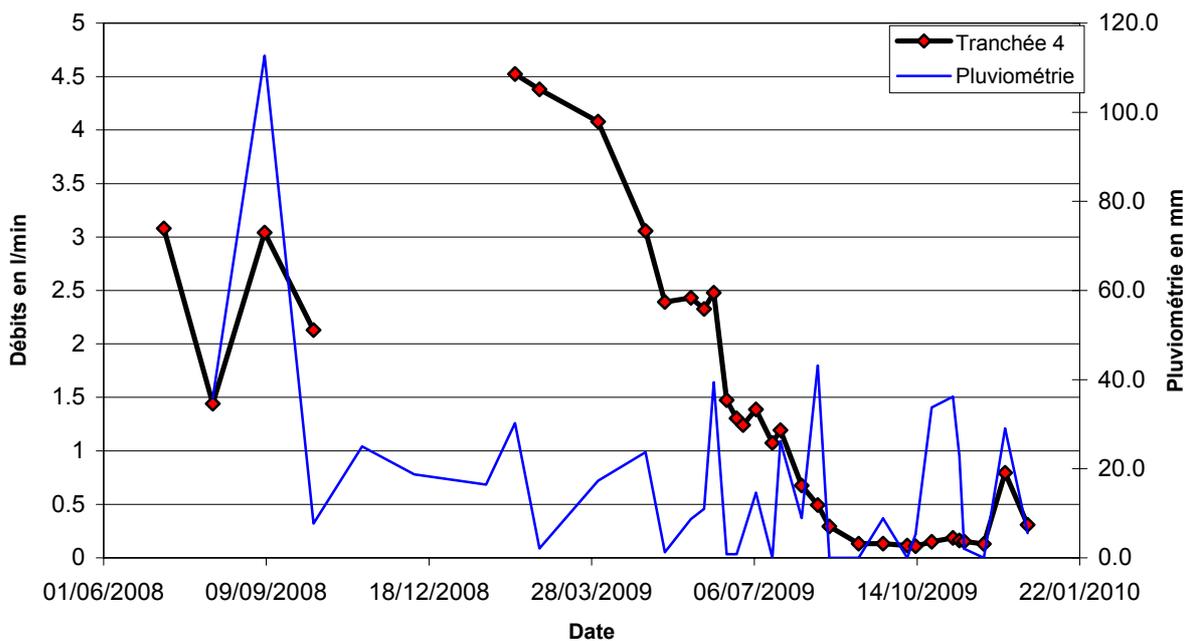
Annexe 18 : Débits de la tranchée 3 et pluviométrie cumulée sur
une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009



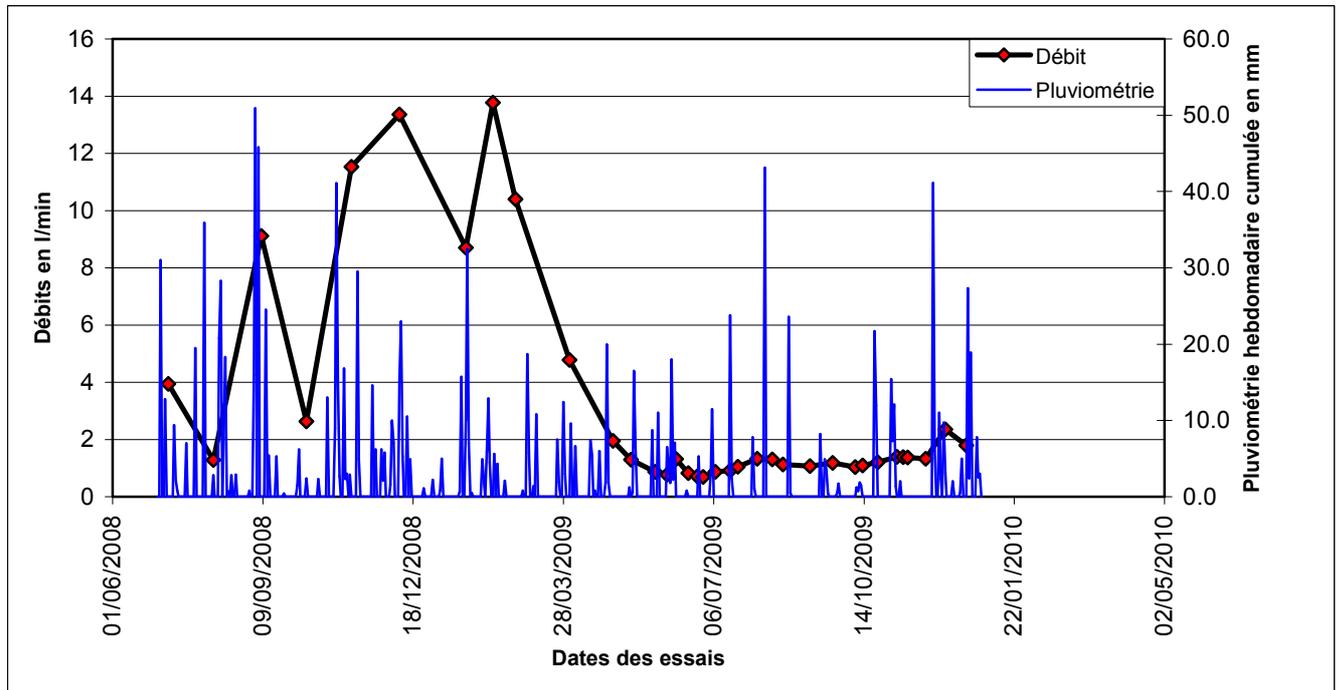
Annexe 19 : Débits de la tranchée 4 et pluviométrie journalière sur la période juillet 2008- décembre 2009



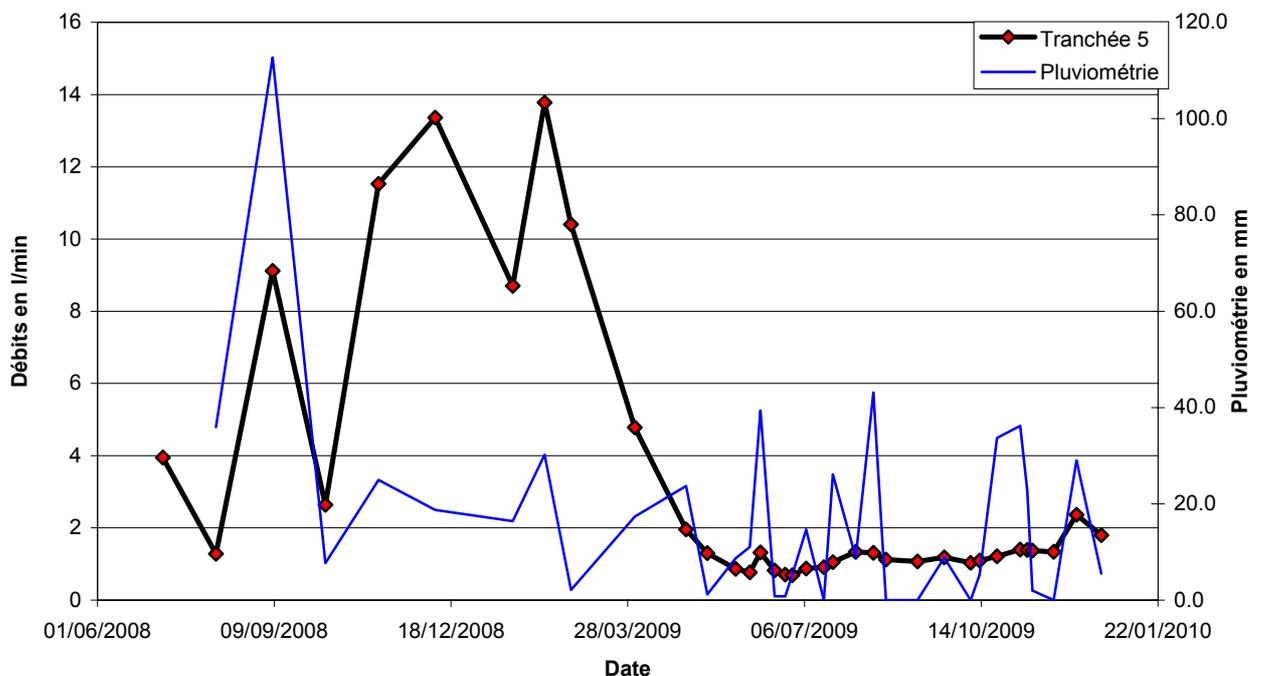
Annexe 20 : Débits de la tranchée 4 et pluviométrie cumulée sur une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009



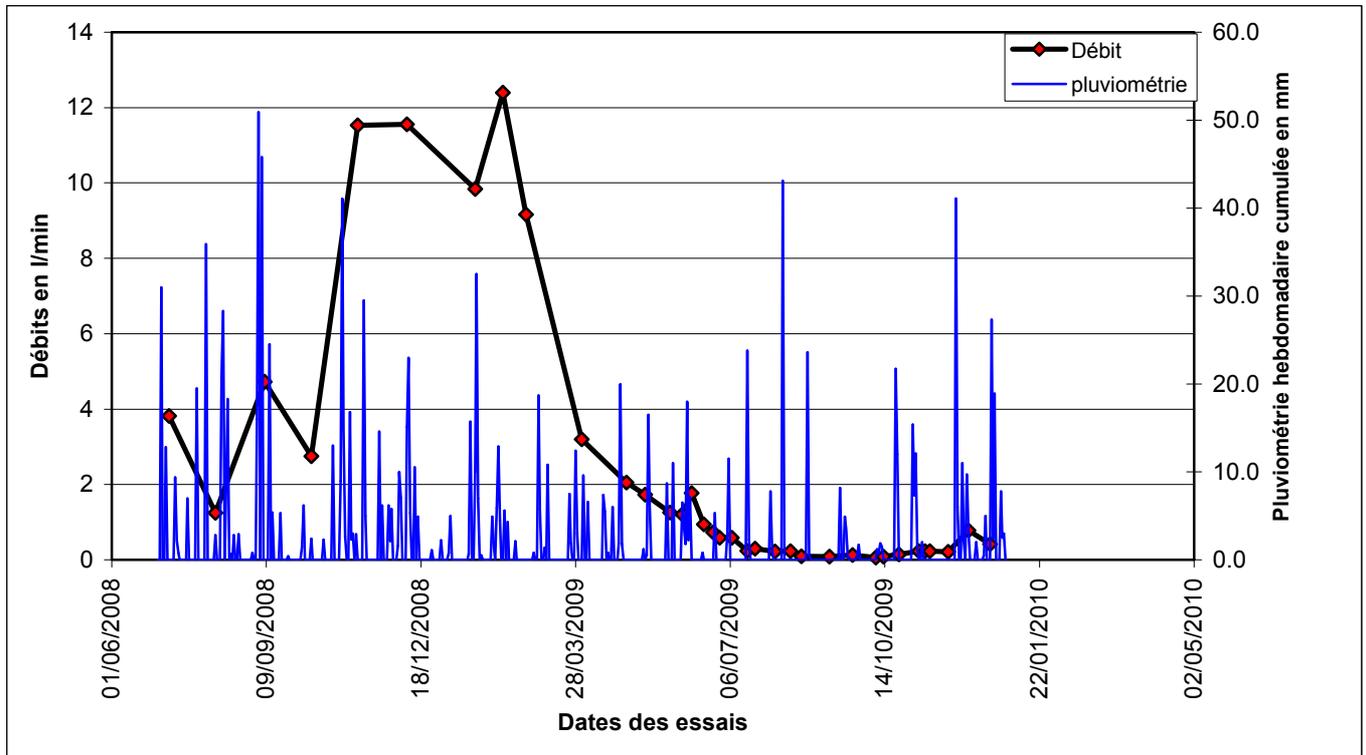
Annexe 21 : Débits de la tranchée 5 et pluviométrie journalière
sur la période juillet 2008- décembre 2009



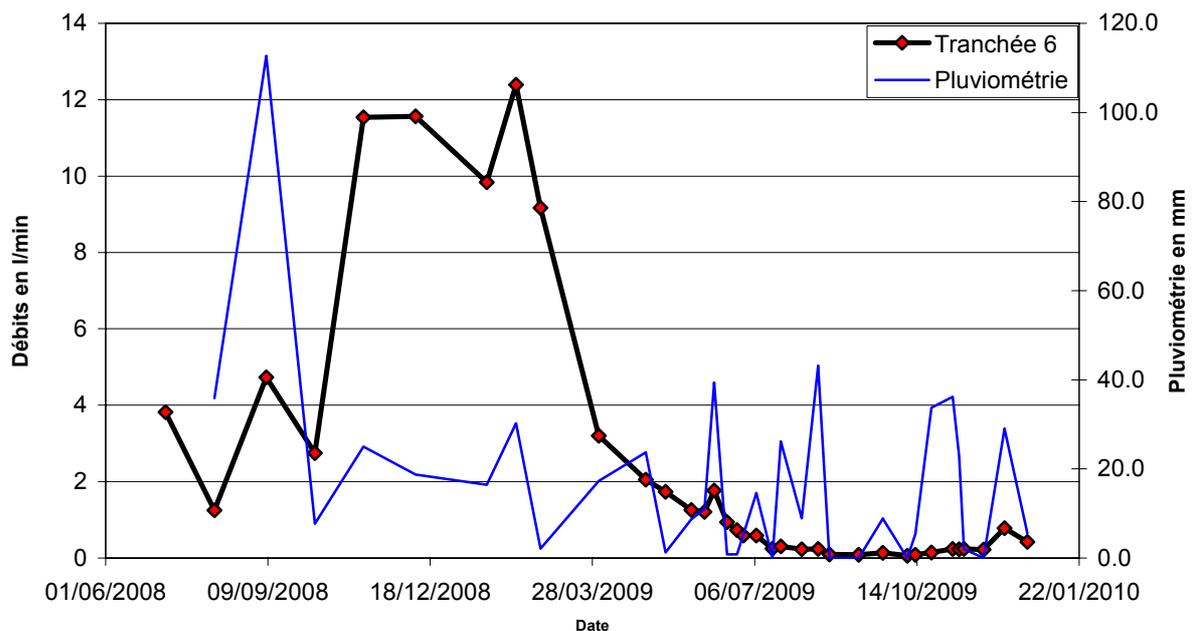
Annexe 22 : Débits de la tranchée 5 et pluviométrie cumulée sur
une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009



Annexe 23 : Débits de la tranchée 6 et pluviométrie journalière sur la période juillet 2008- décembre 2009



Annexe 24 : Débits de la tranchée 6 et pluviométrie cumulée sur une semaine avant la mesure, période juillet 2008-décembre 2009



**Annexe 25 : Rapport détaillé de l'inspection télévisuelle des
collecteurs drainants de fond de tranchées du 29 juin 2009**

**COMPTE RENDU DE L'EXAMEN TELEVISE
DES DRAINS DES TRANCHÉES DE ROISSARD**

LE 29 JUIN 2009

L'observation du drain débute par son exutoire, la visite se fait donc de l'aval vers l'amont.

Le présent compte-rendu, élaboré suite à une analyse de la vidéo fournie par TEDECO, complète celui établi par cette société quelques jours après son intervention.

Attention, en ce qui concerne les distances, elles sont mesurées par rapport au centre du regard, et non par rapport au début du drain. De plus, la mesure est faite avec la distance de câble déroulé, ce qui apporte une légère erreur. En effet, le camion n'étant pas juste à côté de chaque regard (zone non circulaire), le câble est tiré jusqu'au regard, il n'est pas parfaitement tendu, ce qui implique une petite surestimation des distances. A cela, il s'ajoute encore le fait que nous avons rencontré quelques problèmes pour faire avancer le robot, ce qui a nécessité de tirer sur ce câble pour décoincer l'appareil et a provoqué encore une incertitude sur les distances de l'ordre d'une trentaine de centimètres (information apportée par TEDECO).

Sur les fiches par tranchée ci-après, l'orientation du drain est indiquée : le côté amont correspond au côté de la prairie, le côté aval à celui du marécage.

| TRANCHÉE 1 | |
|---|-------------------------------------|
| Longueur totale inspectée : 13,40 mètres | |
| Début de la séquence à : 0 min 0 sec | Fin de la séquence à : 3 min 21 sec |
| Côté amont : droite de l'image | Côté aval : gauche de l'image |
| <p><u>Observations :</u></p> <ul style="list-style-type: none">- 2,30 m : On passe du raccord PVC au drain proprement dit, pas de problème au niveau du joint. Le drain a été fendu en voûte pour faciliter l'emboîtement.- 2,40 m : Protubérance sur le fond du drain, témoin d'un déplacement de ce dernier, avec dépôts de fines à l'amont.- 8,20 m : Raccord en PVC entre deux éléments de drain, pas de problème de joint.- 10,40 m : Présence de racines en radier de la cunette.- 10,90 m : Observation d'une petite queue de rat (racine), qui semble entrer à 11m30 par une crépine.- 13,40 m : Extrémité du drain, pas ou plus de bouchon en fin de drain, on observe un éboulement de la grave à l'intérieur du drain, cette dernière semble plutôt propre. <p><u>Synthèse :</u></p> <p>Le drain est propre, peu d'eau dans la cunette et peu de fines. Très peu de calcification au niveau des crépines.</p> | |

TRANCHÉE 2

Longueur totale inspectée : 13,80 mètres

Début de la séquence à : 3 min 22 sec

Fin de la séquence à : 10 min 47 sec

Côté amont : gauche de l'image

Côté aval : droite de l'image

Observations :

- 1,90 m : On passe du raccord PVC au drain à proprement dit, pas de problème au niveau du joint.
- 2,20 m : Calcification des parois du drain des deux côtés sur deux tiers de la hauteur (seule la voûte est épargnée). Sur 70 centimètres de longueur.
- 2,90 m : Calcification plus faible des parois, ici seules les crépines sont touchées. Sur environ 1,50 mètres.
- 4,40 m : Calcification des parois encore plus faible. Sur 70 centimètres environ.
- 5,10 m : Presque plus de calcification des parois.
- 6,30 m : Nouvelle calcification assez importante mais uniquement côté amont (gauche de l'image). Sur 1,40 mètre.
- 7,80 m : Raccord en PVC entre deux drains, pas de problème de joint, plus début de calcification assez importante côté aval uniquement (droite de l'image). Sur 60 centimètres environ.
- 8,40 m : A nouveau, calcification des deux côtés du drain (semblant remonter plus haut côté amont), seule la voûte est épargnée. De plus, fort dépôt dans le fond du drain. Sur 3 mètres.
- 11,40 m : Presque plus de dépôt au fond du drain, et absence de calcification : le drain est à nouveau très propre.
- 12,90 m : Petite retenue d'eau sûrement due à un changement de pente (on passe à une pente négative) sur 70 centimètres environ.
- 13,60 m : On revient à une pente positive.
- 13,80 m : Présence d'un « bouchon », formé par un repli du géotextile, en extrémité amont de drain, Il est en parfait état.

Synthèse :

On observe des zones de calcification, soit d'un côté du drain ou de l'autre, ou soit des deux. Plus globalement, jusque vers 11,40 mètres, on remarque un dépôt continu de fines en fond du drain (avec tout de même une forte augmentation de ce dépôt entre 8,40 et 11,40 mètres) ainsi qu'un écoulement important d'eau sur la cunette. A partir de ces

11,40 mètres, il n'y a quasiment plus de dépôt en fond de cunette, et plus de calcification.

TRANCHÉE 3

Longueur totale inspectée : 13,70 mètres

Début de la séquence à : 10 min 48 sec

Fin de la séquence à : 15 min 37 sec

Côté amont : gauche de l'image

Côté aval : droite de l'image

Observations :

- 1,90 m : On passe du raccord PVC au drain à proprement dit, pas de problème au niveau du joint.
- 2,70 m : Calcification assez importante des deux côtés, seule la voûte est épargnée.
- 3,10 m : Zone avec des arrivées nettes d'eau dont certaines sous pression (trajectoire parabolique) par les crépines du côté aval (droite de l'image).
- 3,20 m : Zone d'arrivée d'eau par les crépines.
- 4,10 m : Fin de calcification sur la paroi aval du drain (côté droit de l'image). Et diminution de la calcification du côté amont. Dépôt de fines en radier de la cunette.
- 5,40 m : Le côté amont est maintenant très peu calcifié.
- 6,70 m : Zone d'infiltration de racines par les crépines.
- 7,10 m : Zone avec plus d'eau au fond du drain (on a une pente d'environ -1%), zone où la pente est dans le mauvais sens, sur 70 centimètres.
- 7,80 m : raccord entre deux morceaux du drain, pas de problème au joint. La pente du drain redevient positive.
Début d'une forte zone de dépôt. Sur 5,90 mètre (jusqu'à la fin du drain).
- 9,80 m : Nouvelle zone où la pente est négative, sur 30 centimètres.
- 10,10 m : La pente redevient positive.
- 13,70 m : Extrémité du drain, pas ou plus de « bouchon » au bout, la grave est rentrée dans le drain, elle semble propre.

Synthèse :

Ecoulement important sur la cunette, avec une zone préférentielle d'entrée d'eau par le côté aval, vers 3 m. Le dépôt de matériaux en radier commence dès le début du drain, avec une forte accentuation à partir de 7,80 mètres. On observe également des petites racines qui régulièrement s'infiltreront par les crépines, sans toutefois avoir provoqué de dommages. Enfin, on peut remarquer deux zones où la pente est négative, ce qui

provoque des zones d'accumulation d'eau et de matériaux fins.

TRANCHÉE 4

Longueur totale inspectée : 14,00 mètres

Début de la séquence à : 15 min 38 sec Fin de la séquence à : 19 min 36 sec

Côté amont : droite de l'image Côté aval : gauche de l'image

Observations :

- 1,90 m : On passe du raccord PVC au drain à proprement dit, pas de problème au niveau du joint. Calcification des deux côtés du drain, seule la voûte est épargnée. Radier de la cunette masqué par un dépôt de fines.
- 3,90 m : Diminution de la calcification côté aval (à gauche de l'image)
- 5,70 m : Pratiquement plus de calcification côté aval du drain (à gauche de l'image).
- 7,20 m : Changement de pente, elle devient négative, ce qui implique une accumulation d'eau. Sur 20 centimètres
- 7,40 m : La pente redevient positive.
- 8,10 m : Raccord entre deux morceaux de drain, pas de problème au niveau du joint.
- 8,40 m : Accumulation d'eau.
- 9,90 m : Arrêt de la calcification côté amont du drain (à droite de l'image), elle aura persisté 9,90 mètres. Fin du dépôt en radier, presque plus d'écoulement d'eau non plus.
- 10,60 m : Légère calcification côté aval du drain. Sur 80 centimètres.
- 11,40 m : Fin de la calcification du côté aval du drain (à gauche de l'image).
- 14,00 m : Fin du drain, « bouchon » réalisé avec le propex, il est en bon état. On voit tout de même un début de calcification sur le bas du bouchon.

Synthèse :

Écoulement significatif d'eau sur la cunette jusque vers 10 m. Sur les 9,90 premiers mètres, on observe un dépôt en fond de drain constant, avec une accumulation au niveau du changement de pente (7,20 mètres). On peut également remarquer qu'à partir de 9,90 mètres, le drain devient propre (absence de dépôt et presque plus de calcification). Enfin, des petites racines s'infiltrèrent régulièrement par les crépines.

TRANCHÉE 5

Longueur totale inspectée : 10,90 mètres

Début de la séquence à : 19 min 37 sec | Fin de la séquence à : 31 min 25

Côté amont : droite de l'image

Côté aval : gauche de l'image

Observations :

- 3,00 m : On passe du raccord PVC au drain à proprement dit, pas de problème au niveau du joint. Début de dépôt en fond du drain.
- 3,30 m : Légère calcification côté amont du drain (à droite de l'image), sur 1,30 mètres.
- 4,60 m : Fin de la calcification du côté amont.
- 7,00 m : Début de calcification côté amont du drain (à droite de l'image). Avec augmentation du dépôt et de la quantité d'eau au fond du drain.
- 7,60 m : Début de calcification importante des deux côtés, seule la voûte est épargnée. Augmentation encore du dépôt au fond du drain.
- 8,10 m : La voûte est maintenant également touchée par une calcification importante.
- 8,80 m : Raccord entre deux morceaux de drain, pas de problème au niveau du joint. La quantité de dépôt au fond du drain a encore augmenté. La voûte ne semble presque plus calcifiée.
- 10,10 m : Changement de pente du drain, elle devient négative.
- 10,90 m : La pente est toujours négative, la visite s'arrête, le robot ne peut plus avancer, il y a trop de dépôt au fond du drain.

Synthèse :

Ecoulement modéré d'eau. Au fur et à mesure de la progression (de l'aval vers l'amont), le dépôt est de plus en plus important dans le fond du drain, jusqu'à bloquer le robot à 10,90 m (l'importance de ce dépôt est peut-être à mettre en relation avec la plus grande ouverture de filtration du géotextile d'enrobage de cette tranchée, tout au moins par rapport aux tranchées 3 et 4). On observe également que des petites racines passent régulièrement dans les crépines. A certains endroits, la calcification est très importante, jusqu'à toucher sévèrement la voûte.

| TRANCHÉE 6 | |
|---|--------------------------------------|
| Longueur totale inspectée : 2,70 mètres | |
| Début de la séquence à : 31 min 26 | Fin de la séquence à : 32 min 53 sec |
| Côté amont : gauche de l'image | Côté aval : droite de l'image |
| <u>Observations :</u> - 2,70 m : Raccord géocomposite tube PVC, on observe un calcification importante à l'intérieur du géocomposite, avec un net flux d'eau en bas de ce dernier. | |

Le 14 août 2009

Rédaction : Matthieu Verstaevel

Relecture et compléments : Patrice Mériaux

Annexe 26 : Schéma technique du Volvo EC15B, d'après BONNIOT M. (2009)

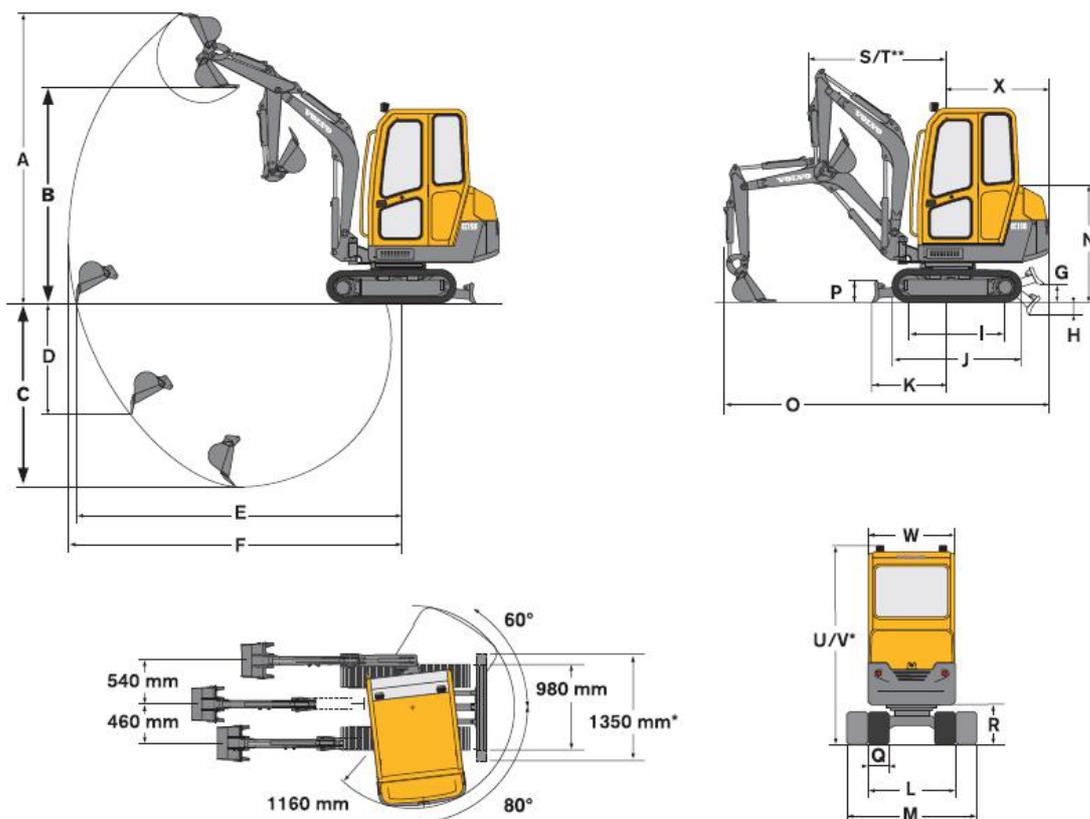


- **Puissance brute du moteur :**
12 kW / 16,1 cv
- **Puissance nette du moteur :**
ISO 9249 : 11,7 kW / 15,7 cv
- **Masse opérationnelle :**
EC15B XR : 1479 - 1603 kg
EC15B XT : 1539 - 1713 kg
EC15B XTV : 1637 - 1811 kg
- **Capacités godets :**
16 - 60 l.
- **Profondeur de Fouille Maximum :**
2200 - 2520 mm
- **Système hydraulique Load Sensing** pour des commandes très précises dans toutes les conditions de charge.
- **Châssis inférieur à réglage hydraulique** pour une meilleure stabilité et un meilleur accès aux chantiers étroits, ou châssis inférieur fixe, largeur 980 mm (EC15B XTV seulement).
- **Mouvements de cavage simultanés et grande vitesse d'action**, pour des cycles plus courts et une plus grande productivité.
- Cabine et canopy **ROPS, TOPS et FOPS**, pour une meilleure sécurité de l'opérateur.
- **Dimensions compactes.** Le contrepooids enveloppant protège le compartiment arrière contre tous les chocs.
- **Deux vitesses de translation** pour une plus grande mobilité sur les chantiers.(Sauf EC15B XR).
- **Excellente facilité d'entretien** grâce à un accès facile au compartiment moteur et au compartiment hydraulique.

MORE CARE. BUILT IN.



**PROJET DRAINAGEING – PHASE I : ÉTUDE DU VIEILLISSEMENT DES GÉOTEXTILES-FILTRES
UTILISÉS EN TRANCHÉES DRAINANTES, SUR SITE EXPERIMENTAL DANS LE TRIÈVES -ANNEXES**



| Godets EC15B XR/XT/XTV | | | |
|------------------------------|---------|-------|--------|
| | Largeur | Poids | Volume |
| Rétro | 250 mm | 25 kg | 19 l |
| | 300 mm | 28 kg | 24 l |
| | 350 mm | 30 kg | 28 l |
| | 400 mm | 32 kg | 33 l |
| | 450 mm | 35 kg | 38 l |
| | 500 mm | 37 kg | 43 l |
| | - | 40 kg | 53 l |
| 850 mm | 43 kg | 52 l | |
| Curage | 1000 mm | 47 kg | 60 l |

| Bras | A | B | C* | C | D | E | F |
|---------|------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|
| 900 mm | 3410 | 2480 | 2200 | 2050 | 1500 | 3570 | 3710 |
| 1150 mm | 3550 | 2620 | 2450 | 2300 | 1740 | 3810 | 3940 |

* Profondeur de fouille avec la lame abaissée.

| | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|-----------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|
| EC15B XR | 210 | 150 | 1045 | 1415 | 860 | 980 | - | 1345 | 3650 |
| EC15B XT | 210 | 150 | 1085 | 1415 | 860 | 980 | - | 1245 | 3650 |
| EC15B XTV | 221 | 175 | 1085 | 1470 | 860 | 980 | 1330 | 1225 | 3650 |

| | P | Q | R | S | T | U | V | W | X |
|-----------|-----|-----|-----|------|------|---|------|-----|------|
| EC15B XR | 240 | 230 | 450 | 1520 | 1230 | - | 2210 | 970 | 1120 |
| EC15B XT | 240 | 230 | 450 | 1520 | 1230 | - | 2210 | 970 | 1120 |
| EC15B XTV | 240 | 230 | 450 | 1520 | 1230 | - | 2210 | 970 | 1120 |

Annexe 27 : Libellé des prix du projet de réouverture des tranchées drainantes ; partie génie civil, d'après BONNIOT M. (2009)

Libellé des prix

| Numéro des prix | Désignation des travaux | Prix |
|-----------------|---|---|
| 1.0 | <p><u>Installation, travaux préparatoires et repli de chantier comprenant :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • L'aménagement, l'ouverture de chantier, des accès et circulations, et prise en charge des dépenses y afférent (autorisations de passage, dégagement et nettoyage des emprises : abattage des arbres, billonnage des troncs, dessouchage, évacuation des rémanents, dépose de clôture) • La création d'un accès provisoire par décapage de la terre végétale, l'aménée et la mise en place de tout venant pour accès provisoire du chemin au site; • L'aménée de la pelle à chenille. • L'aménagement des emprises nécessaires à l'exécution des ouvrages (dessouchage). • La signalisation de chantier comprenant principalement une protection du site pour le soir et les week-ends. • L'évacuation, à l'issue du chantier, des matériels, matériaux en excès, déchets y compris souches et produits forestiers. • La remise en état par décapage du tout venant et remise en place du tout venant au niveau de l'accès provisoire • La remise en état à l'identique, en fin de chantier, des ouvrages (chaussée, clôture, rambarde, etc.) démolis, détériorés ou démontés du fait des travaux ainsi que des terrains occupés ou traversés et la fermeture des accès. • Le repli de chantier. | <p>600 €</p> <p>1500 €</p> <p>530 €</p> <p>400 €</p> <p>300 €</p> <p>800 €</p> <p>900 €</p> <p>--</p> |
| 2.0 | <p><u>Réouverture de la tranchée n°6 géocomposite Hydraway 2000 sur (2*2) mètres linéaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Décapage préalable et stockage de la terre végétale. • Prélèvements selon plan de situation à proximité de la tranchée et dans la tranchée par carottage (nombre de carottage : @u) • Isolement du tronçon à échantillonner par mise en place de palplanches avec ancrage latéral dans le sol de 50 cm minimum de part et d'autres. • Ouverture latérale de la tranchée pour prélèvement. Le mode opératoire retenu devra tenir compte des règlements de la sécurité du travail en vigueur (profondeur supérieure à 1m30) : blindage et étaiement ou décaissement des parois en rapport avec les surcharges prévisibles et les caractéristiques locales du sol • Prélèvement du géocomposite en place par une découpe soignée des laies. Cette découpe sera effectuée par un moyen minimisant les vibrations à soumettre. Toute découpe manuelle sera proscrite, on préférera utiliser une scie électrique par exemple afin d'obtenir une découpe propre. Il faudra veiller à minimiser les détériorations en vue de l'étude en laboratoire. Le prélèvement s'effectuera en retirant le tout venant constituant la tranchée au moyen du godet de la pelle. La présence obligatoire d'un manœuvre permettra le retrait avec le plus grand soin du tout venant dans les endroits | <p>400 €</p> <p>--</p> <p>580 €</p> <p>1000 €</p> <p>400 €</p> |

PROJET DRAINAGEING – PHASE I : ÉTUDE DU VIEILLISSEMENT DES GÉOTEXTILES-FILTRES
UTILISÉS EN TRANCHÉES DRAINANTES, SUR SITE EXPERIMENTAL DANS LE TRIÈVES -ANNEXES

| | | |
|-----|--|--|
| | <p>en contact avec le géocomposite.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stockage de l'échantillon dans une zone délimitée sur le chantier isolé par une bâche plastique. 400 € • Réparation soignée de la tranchée par l'amenée et la mise en place d'un nouveau géocomposite sur la longueur et la profondeur décaissée en respectant la continuité entre l'amont et l'aval par recouvrement ou liaison. 2400 € • Assemblage, selon le fournisseur des différentes laies du géocomposite. 100 € • Remblaiement de la tranchée avec les matériaux extraits. 100 € • Fermeture de la tranchée par remise en place de la terre végétale préalablement décapée sur environ 40 cm. 400 € | |
| 3.0 | <p><u>Réouverture de la tranchée n°2 Bidim b2 en partie supérieure sur (2*2) mètres linéaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Prélèvements selon plan de situation à proximité de la tranchée et dans la tranchée par carottage (nombre de carottage : @u) 580 € • Isolement du tronçon à échantillonner par mise en place de palplanches avec ancrage latéral dans le sol de 50 cm minimum de part et d'autres. 400 € • Décapage préalable et stockage de la terre végétale avec un très grand soin. Sur cette tranchée, le Bidim est seulement présent proche de la surface, posé horizontalement 200 € • Découpe du Bidim en place avec soin sur longueur de l'échantillon : 2m. Il faudra veiller à minimiser les détériorations en vue de l'étude en laboratoire. (non sur ce tronçon, le retrait de la gravette se fait après retrait du géotextile en sommet) (Sur cette tranchée, le Bidim est seulement présent proche de la surface, posé horizontalement.) 250 € • Prélèvement de la gravette constituant la tranchée et dépôt dans une zone délimitée sur chantier (avec isolation sur bâche plastique.) 150 € • Dépôt et stockage de la gravette dans une zone délimitée sur le chantier sur une surface étanche type bâche plastique. De 200 € à 450 € si le drain est abimé. • Réparation de la tranchée par l'amenée et la mise en place de gravette lavée roulée de calibre équivalente et de la gravette stockée préalablement (?elle ne sera pas emportée pour analyse ?) et réparation éventuel du drain routier Ø160 si endommagé au cours du prélèvement 1350 € • Amené et mise en place sur la gravette d'un nouveau Bidim b2 ou équivalent sur la longueur décaissée en respectant la continuité entre l'amont et l'aval par recouvrement. (seul le recouvrement est effectif) 200 € • Fermeture de la tranchée avec la terre végétale préalablement décapée sur environ 40 cm. | |

PROJET DRAINAGEING – PHASE I : ÉTUDE DU VIEILLISSEMENT DES GÉOTEXTILES-FILTRES
UTILISÉS EN TRANCHÉES DRAINANTES, SUR SITE EXPERIMENTAL DANS LE TRIÈVES -ANNEXES

| | | |
|-----|--|---|
| 4.0 | <p><u>Réouverture de la tranchée n°3 Bidim b2 (comme tranchée 2 ?) en chaussette sur (2*2) mètres linéaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Décapage préalable de la terre végétale. • Prélèvements selon schéma de principe à proximité de la tranchée et dans la tranchée par carottage (nombre de carottage : @u) • Isolement du tronçon à échantillonner par mise en place de palplanches avec ancrage latéral dans le sol de 50 cm minimum de part et d'autres. • Prélèvement de la gravette constituant la tranchée : Le prélèvement s'effectuera en retirant la gravette au moyen du godet de la pelle. La présence obligatoire d'un manœuvre permettra de retirer avec plus de soins la gravette dans les endroits en contact avec le géotextile. • Dépôt et stockage de la gravette dans une zone délimitée sur le chantier sur une surface étanche type bâche plastique. • Ouverture latérale de la tranchée pour prélèvement. Le mode opératoire retenu devra tenir compte des règlements de la sécurité du travail en vigueur (profondeur supérieure à 1m30) : blindage et étaieement ou décaissement des parois en rapport avec les surcharges prévisibles et les caractéristiques locales du sol • Prélèvement latéral du Bidim b2 en chaussette en place avec soin. Il faudra veiller à minimiser les détériorations en vue de l'étude en laboratoire et stockage dans une zone délimitée sur le chantier sur une surface étanche type bâche plastique • Remise en fonction du réseau drainant par réparation de la tranchée : Amenée et mise en place dans la tranchée d'un nouveau géotextile type B2 ou équivalent en chaussette sur la longueur et la profondeur décaissée. Fourniture, amenée et mise en place de gravette lavée roulée de calibre équivalent. • Réparation du drain routier Ø160 si endommagé au cours du prélèvement • Remblaiement de la tranchée avec les matériaux extraits • Fermeture de la tranchée avec remise en place de la terre végétale préalablement décapée sur environ 40 cm. | <p>400 €</p> <p>580 €</p> <p>250 €</p> <p>150 €</p> <p>1000 €</p> <p>500 €</p> <p>1350 €</p> <p>200 €</p> <p>100 €</p> <p>200 €</p> |
| 5.0 | <p><u>Réouverture de la tranchée n°4 Propex 6062 en chaussette sur (2*2) mètres linéaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Décapage préalable de la terre végétale. • Prélèvements selon schéma de principe à proximité de la tranchée et dans la tranchée par carottage (nombre de carottage : @u) • Isolement du tronçon à échantillonner par mise en place de palplanches avec ancrage latéral dans le sol de 50 cm minimum de part et d'autre. • Prélèvement de la gravette constituant la tranchée : Le prélèvement s'effectuera en retirant la gravette au moyen du godet de la pelle. La présence obligatoire d'un manœuvre permettra de retirer avec plus de soins la gravette dans les endroits en contact avec le géotextile. • Dépôt et stockage de la gravette dans une zone délimitée sur le chantier sur une surface étanche type bâche plastique. • Ouverture latérale de la tranchée pour prélèvement. Le mode opératoire retenu devra tenir compte des règlements de la sécurité du travail en vigueur (profondeur supérieure à 1m30) : blindage et étaieement ou décaissement des parois en rapport avec les surcharges prévisibles et les caractéristiques locales du sol • Prélèvement latéral du Propex 6062 en chaussette en place avec soin. Il faudra veiller à minimiser les détériorations en vue de l'étude en laboratoire-laboratoire et stockage dans une zone délimitée sur le chantier sur une surface étanche type bâche plastique. • Remise en fonction du réseau drainant par réparation de la tranchée : Amenée et mise en place dans la tranchée d'un nouveau géotextile type Propex 6062 ou équivalent en chaussette sur la longueur et la profondeur décaissée. Fourniture, amenée et mise en place de gravette lavée roulée de calibre | <p>400 €</p> <p>580 €</p> <p>500 €</p> <p>150 €</p> <p>1000 €</p> <p>500 €</p> <p>1750 €</p> <p>500 €</p> |

PROJET DRAINAGEING – PHASE I : ÉTUDE DU VIEILLISSEMENT DES GÉOTEXTILES-FILTRES
UTILISÉS EN TRANCHÉES DRAINANTES, SUR SITE EXPERIMENTAL DANS LE TRIÈVES -ANNEXES

| | | |
|-----|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> équivalent. • Réparation du drain routier Ø160 si endommagé au cours du prélèvement • Remblaiement de la tranchée avec les matériaux extraits. • Fermeture de la tranchée avec remise en place de la terre végétale préalablement décapée sur environ 40 cm. | <p>200 €</p> <p>300 €</p> <p>200 €</p> |
| 6.0 | <p><u>Réouverture de la tranchée n°5 Hate 43 144 en chaussette sur (2*2) mètres linéaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Décapage préalable de la terre végétale. • Prélèvements selon schéma de principe à proximité de la tranchée et dans la tranchée par carottage (nombre de carottage : @u) • Isolement du tronçon à échantillonner par mise en place de palplanches avec ancrage latéral dans le sol de 50 cm minimum de part et d'autres. • Prélèvement de la gravette constituant la tranchée : Le prélèvement s'effectuera en retirant la gravette au moyen du godet de la pelle. La présence obligatoire d'un manoeuvre permettra de retirer avec plus de soins la gravette dans les endroits en contact avec le géotextile. • Dépôt et stockage de la gravette dans une zone délimitée sur le chantier sur une surface étanche type bâche plastique. • Ouverture latérale de la tranchée pour prélèvement. Le mode opératoire retenu devra tenir compte des règlements de la sécurité du travail en vigueur (profondeur supérieure à 1m30) : blindage et étaieement ou décaissement des parois en rapport avec les surcharges prévisibles et les caractéristiques locales du sol • Prélèvement latéral du Hate 43 144 en chaussette en place avec soin. Il faudra veiller à minimiser les détériorations en vue de l'étude en laboratoire et stockage dans une zone délimitée sur le chantier sur une surface étanche type bâche plastique. • Remise en fonction du réseau drainant par réparation de la tranchée : Amenée et mise en place dans la tranchée d'un nouveau géotextile Hate 43 144 en chaussette sur la longueur et la profondeur décaissée. Fourniture, amenée et mise en place de gravette lavée roulée de calibre équivalent. • Réparation du drain routier Ø160 si endommagé au cours du prélèvement • Remblaiement de la tranchée avec les matériaux extraits. • Fermeture de la tranchée avec remise en place de la terre végétale préalablement décapée sur environ 40 cm. | <p>400 €</p> <p>580 €</p> <p>500 €</p> <p>300 €</p> <p>1000 €</p> <p>300 €</p> <p>1950 €</p> <p>400 €</p> <p>250 €</p> <p>200 €</p> |

TOTAL : 31 100,00 € arrondi à 35 000 € HT

Annexe 28 : Procédure d'interprétation de l'essai HET, d'après BENAHMED N. et BONELLI S. (2008)

4- Procédure d'essai

Une fois l'échantillon reconstitué et installé dans le dispositif d'essai, on procède au remplissage de ce dernier par les parties amont et aval simultanément. Une fois rempli, on débute l'essai par la mise en circulation de l'eau à travers le trou réalisé dans l'éprouvette. L'essai est réalisé à débit constant. L'effluent est caractérisé par sa turbidité en terme d'Unité Néphélobométrique de Turbidité (NTU). L'acquisition des données se fait par un système d'acquisition Profibus.

Un échelon de débit est imposé, à 500 kg/h. Si cette valeur est suffisamment importante pour provoquer une érosion, le trou est agrandi par érosion, ce qui provoque une diminution de la vitesse d'écoulement, donc de la contrainte d'érosion. A débit constant, cette érosion doit donc s'arrêter au bout d'un temps fini. La valeur du palier de débit est maintenue suffisamment longtemps pour que la turbidité soit redescendue à une valeur faible (<5 NTU), et pour que la pression différentielle soit devenue constante. La durée maximum est toutefois fixée à 6 h.

5- Méthode d'interprétation

Les résultats sont interprétés à posteriori à l'aide d'un modèle, qui fournit pour un essai la contrainte critique et le coefficient d'érosion. Ce modèle est basé sur les équations de l'écoulement turbulent de l'eau dans le trou, et de l'agrandissement du trou par érosion du sol.

Le modèle d'érosion est

$$\dot{m} = \begin{cases} 0 & \text{si } |\tau| \leq \tau_c \\ k_{er}(|\tau| - \tau_c) & \text{si } |\tau| > \tau_c \end{cases}$$

où \dot{m} ($\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) est le débit massique de matière érodée (particules+eau du sol) par unité de surface, τ (Pa) est la contrainte tangentielle exercée par l'écoulement sur le sol, τ_c (Pa) est la contrainte critique d'érosion, et k_{er} (s.m^{-1}) est le coefficient d'érosion. Le débit massique de matière érodée est défini par

$$\dot{m} = \rho_h \frac{dR}{dt}$$

où ρ_h (kg.m^{-3}) est la masse volumique humide du sol, et R (m) le rayon du trou, dR/dt étant la vitesse d'agrandissement du trou.

Ce modèle d'érosion est le même que celui utilisé par Robin Fell, qui s'écrit

$$\rho_d \frac{dR}{dt} = \begin{cases} 0 & \text{si } |\tau| \leq \tau_c \\ C_e(|\tau| - \tau_c) & \text{si } |\tau| > \tau_c \end{cases}$$

où ρ_d (kg.m^{-3}) est la masse volumique sèche du sol, et C_e (s.m^{-1}) est le coefficient d'érosion de Fell.

C'est également le même modèle que celui utilisé par Hanson, qui s'écrit

$$\frac{dR}{dt} = \begin{cases} 0 & \text{si } |\tau| \leq \tau_c \\ k_d(|\tau| - \tau_c) & \text{si } |\tau| > \tau_c \end{cases}$$

où k_d ($\text{s.m}^2.\text{kg}^{-1}$ ou $\text{m}^3.\text{N}^{-1}.\text{s}^{-1}$) est le coefficient d'érosion de Hanson.

La relation entre les trois coefficient d'érosion est

$$k_d \left(\frac{\text{s.m}^2}{\text{kg}} \text{ ou } \frac{\text{m}^3}{\text{N.s}} \right) = \frac{C_e \text{ (s/m)}}{\rho_d \text{ (kg/m}^3\text{)}} = \frac{k_{er} \text{ (s/m)}}{\rho_h \text{ (kg/m}^3\text{)}}$$

où l'on a utilisé le fait que $1 \text{ N} = 1 \text{ kg.m.s}^{-2}$ ($1 \text{ kg} = 1 \text{ N.m}^{-1}.\text{s}^2$).

L'index d'érosion de Fell est défini par $I_e = -\log_{10}(C_e \text{ (s/m)})$.

Annexe 29 : Evaluation des coûts des essais du projet de réouverture des tranchées drainantes

| | Prix unitaire | 2 prélèvements | | 3 prélèvements | |
|--|---------------|-------------------|----------|-------------------|------------|
| | | nombre d'essais | prix | nombre d'essais | prix |
| Tranchée 1 | | | | | |
| Cemagref Antony | | | | | |
| • Essai de perméabilité d' un géotextile (détermination des caractérisitiques de perméabilité à l'eau normalement au plan, sans contrainte mécanique; selon la norme NF EN ISO 11058) | 315.00 € | 0 | - € | 0 | - € |
| • Ouverture de filtration d'un géotextile: (détermination de l'ouverture de filtration caractéristique; selon norme NF EN ISO 12956) | 470.00 € | 0 | - € | 0 | - € |
| Cemagref Aix en Provence | | | | | |
| • Perméabilité au perméamètre | 126.00 € | 1 | 126.00 € | 2 | 252.00 € |
| • Hole Erosion Test (HET) | 974.00 € | 1 | 974.00 € | 1 | 974.00 € |
| • Essai de lavage de la grave | 100.00 € | 2 | 200.00 € | 3 | 300.00 € |
| LTHE | | | | | |
| • Essai de filtration sur colonne avec suivie des gradients | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| • Essai de filtration sur échantillon sol, géotextile, gravier, non remanié | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| TOTAL TRANCHEE 1 | | 1 600.00 € | | 1 826.00 € | |
| | | | | | |
| Tranchée 2 | | | | | |
| Cemagref Antony | | | | | |
| • Essai de perméabilité d' un géotextile (détermination des caractérisitiques de perméabilité à l'eau normalement au plan, sans contrainte mécanique; selon la norme NF EN ISO 11058) | 315.00 € | 2 | 630.00 € | 3 | 945.00 € |
| • Ouverture de filtration d'un géotextile: (détermination de l'ouverture de filtration caractéristique; selon norme NF EN ISO 12956) | 470.00 € | 2 | 940.00 € | 3 | 1 410.00 € |
| Cemagref Aix en Provence | | | | | |
| • Perméabilité au perméamètre | 126.00 € | 1 | 126.00 € | 2 | 252.00 € |
| • Hole Erosion Test (HET) | 974.00 € | 1 | 974.00 € | 1 | 974.00 € |
| • Essai de lavage de la grave | 100.00 € | 2 | 200.00 € | 3 | 300.00 € |
| LTHE | | | | | |
| • Essai de filtration sur colonne avec suivie des gradients | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| • Essai de filtration sur échantillon sol, géotextile, gravier, non remanié | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| TOTAL TRANCHEE 2 | | 3 170.00 € | | 4 181.00 € | |

PROJET DRAINAGEING – PHASE I : ÉTUDE DU VIEILLISSEMENT DES GÉOTEXTILES-FILTRES UTILISÉS EN TRANCHÉES DRAINANTES, SUR SITE EXPERIMENTAL DANS LE TRIÈVES -ANNEXES

| | Prix unitaire | 2 prélèvements | | 3 prélèvements | |
|---|---------------|-------------------|----------|-------------------|------------|
| | | nombre d'essais | prix | nombre d'essais | prix |
| Tranchée 3 | | | | | |
| Cemagref Antony | | | | | |
| • Essai de perméabilité d' un géotextile (détermination des caractéristiques de perméabilité à l'eau normalement au plan, sans contrainte mécanique; selon la norme NF EN ISO 11058) | 315.00 € | 2 | 630.00 € | 3 | 945.00 € |
| • Ouverture de filtration d'un géotextile: (détermination de l'ouverture de filtration caractéristique; selon norme NF EN ISO 12956) | 470.00 € | 2 | 940.00 € | 3 | 1 410.00 € |
| Cemagref Aix en Provence | | | | | |
| • Perméabilité au perméamètre | 126.00 € | 1 | 126.00 € | 2 | 252.00 € |
| • Hole Erosion Test (HET) | 974.00 € | 1 | 974.00 € | 1 | 974.00 € |
| • Essai de lavage de la grave | 100.00 € | 2 | 200.00 € | 3 | 300.00 € |
| LTHE | | | | | |
| • Essai de filtration sur colonne avec suivie des gradients | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| • Essai de filtration sur échantillon sol, géotextile, gravier, non remanié | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| TOTAL TRANCHEE 3 | | 3 170.00 € | | 4 181.00 € | |

| | Prix unitaire | 2 prélèvements | | 3 prélèvements | |
|---|---------------|-------------------|----------|-------------------|------------|
| | | nombre d'essais | prix | nombre d'essais | prix |
| Tranchée 4 | | | | | |
| Cemagref Antony | | | | | |
| • Essai de perméabilité d' un géotextile (détermination des caractéristiques de perméabilité à l'eau normalement au plan, sans contrainte mécanique; selon la norme NF EN ISO 11058) | 315.00 € | 2 | 630.00 € | 3 | 945.00 € |
| • Ouverture de filtration d'un géotextile: (détermination de l'ouverture de filtration caractéristique; selon norme NF EN ISO 12956) | 470.00 € | 2 | 940.00 € | 3 | 1 410.00 € |
| Cemagref Aix en Provence | | | | | |
| • Perméabilité au perméamètre | 126.00 € | 1 | 126.00 € | 2 | 252.00 € |
| • Hole Erosion Test (HET) | 974.00 € | 1 | 974.00 € | 1 | 974.00 € |
| • Essai de lavage de la grave | 100.00 € | 2 | 200.00 € | 3 | 300.00 € |
| LTHE | | | | | |
| • Essai de filtration sur colonne avec suivie des gradients | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| • Essai de filtration sur échantillon sol, géotextile, gravier, non remanié | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| TOTAL TRANCHEE 4 | | 3 170.00 € | | 4 181.00 € | |

PROJET DRAINAGEING – PHASE I : ÉTUDE DU VIEILLISSEMENT DES GÉOTEXTILES-FILTRES UTILISÉS EN TRANCHÉES DRAINANTES, SUR SITE EXPERIMENTAL DANS LE TRIÈVES -ANNEXES

| | Prix unitaire | 2 prélèvements | | 3 prélèvements | |
|--|---------------|-------------------|----------|-------------------|------------|
| | | nombre d'essais | prix | nombre d'essais | prix |
| Tranchée 5 | | | | | |
| Cemagref Antony | | | | | |
| • Essai de perméabilité d' un géotextile (détermination des caractérisitiques de perméabilité à l'eau normalement au plan, sans contrainte mécanique; selon la norme NF EN ISO 11058) | 315.00 € | 2 | 630.00 € | 3 | 945.00 € |
| • Ouverture de filtration d'un géotextile: (détermination de l'ouverture de filtration caractéristique; selon norme NF EN ISO 12956) | 470.00 € | 2 | 940.00 € | 3 | 1 410.00 € |
| Cemagref Aix en Provence | | | | | |
| • Perméabilité au perméamètre | 126.00 € | 1 | 126.00 € | 2 | 252.00 € |
| • Hole Erosion Test (HET) | 974.00 € | 1 | 974.00 € | 1 | 974.00 € |
| • Essai de lavage de la grave | 100.00 € | 2 | 200.00 € | 3 | 300.00 € |
| LTHE | | | | | |
| • Essai de filtration sur colonne avec suivie des gradients | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| • Essai de filtration sur échantillon sol, géotextile, gravier, non remanié | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| TOTAL TRANCHEE 5 | | 3 170.00 € | | 4 181.00 € | |

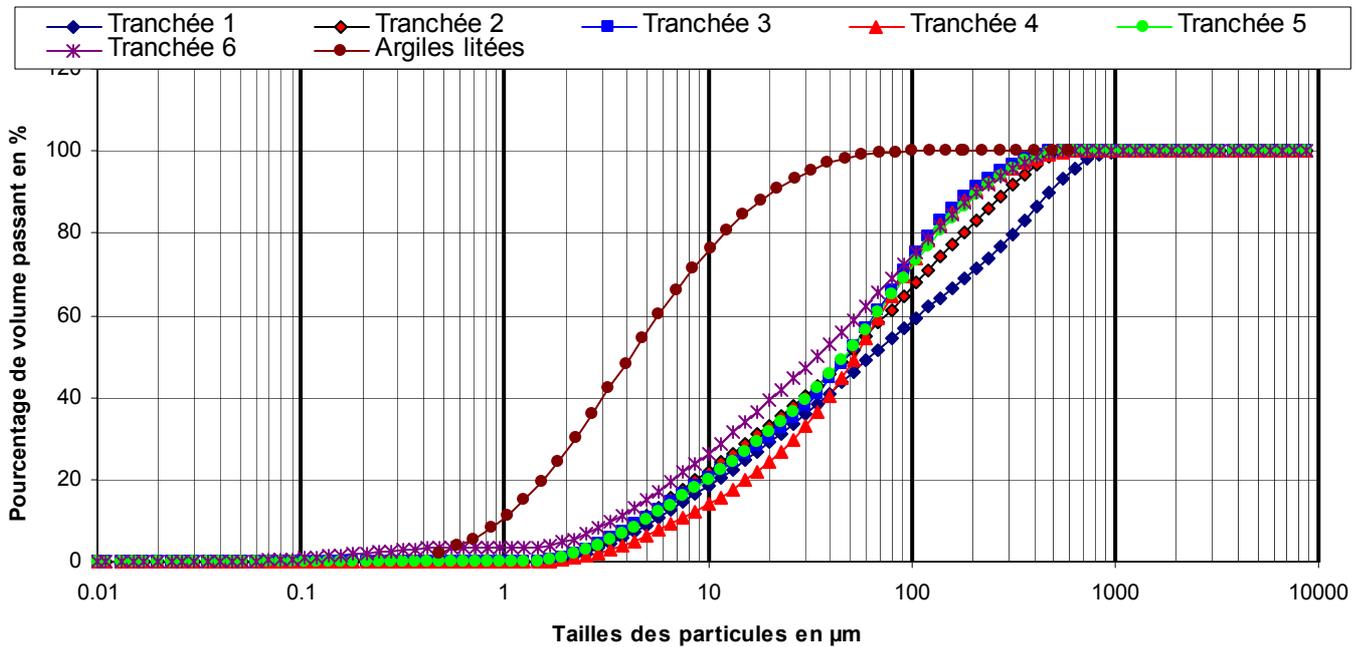
| | Prix unitaire | 2 prélèvements | | 3 prélèvements | |
|--|---------------|-------------------|----------|-------------------|------------|
| | | nombre d'essais | prix | nombre d'essais | prix |
| Tranchée 6 | | | | | |
| Cemagref Antony | | | | | |
| • Essai de perméabilité d' un géotextile (détermination des caractérisitiques de perméabilité à l'eau normalement au plan, sans contrainte mécanique; selon la norme NF EN ISO 11058) | 315.00 € | 2 | 630.00 € | 3 | 945.00 € |
| • Ouverture de filtration d'un géotextile: (détermination de l'ouverture de filtration caractéristique; selon norme NF EN ISO 12956) | 470.00 € | 2 | 940.00 € | 3 | 1 410.00 € |
| Cemagref Aix en Provence | | | | | |
| • Perméabilité au perméamètre | 126.00 € | 1 | 126.00 € | 2 | 252.00 € |
| • Hole Erosion Test (HET) | 974.00 € | 1 | 974.00 € | 1 | 974.00 € |
| • Essai de lavage de la grave | 100.00 € | 2 | 200.00 € | 3 | 300.00 € |
| LTHE | | | | | |
| • Essai de filtration sur colonne avec suivie des gradients | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| • Essai de filtration sur échantillon sol, géotextile, gravier, non remanié | 150.00 € | 1 | 150.00 € | 1 | 150.00 € |
| TOTAL TRANCHEE 6 | | 3 170.00 € | | 4 181.00 € | |

PROJET DRAINAGEING – PHASE I : ÉTUDE DU VIEILLISSEMENT DES GÉOTEXTILES-FILTRES
UTILISÉS EN TRANCHÉES DRAINANTES, SUR SITE EXPERIMENTAL DANS LE TRIÈVES -ANNEXES

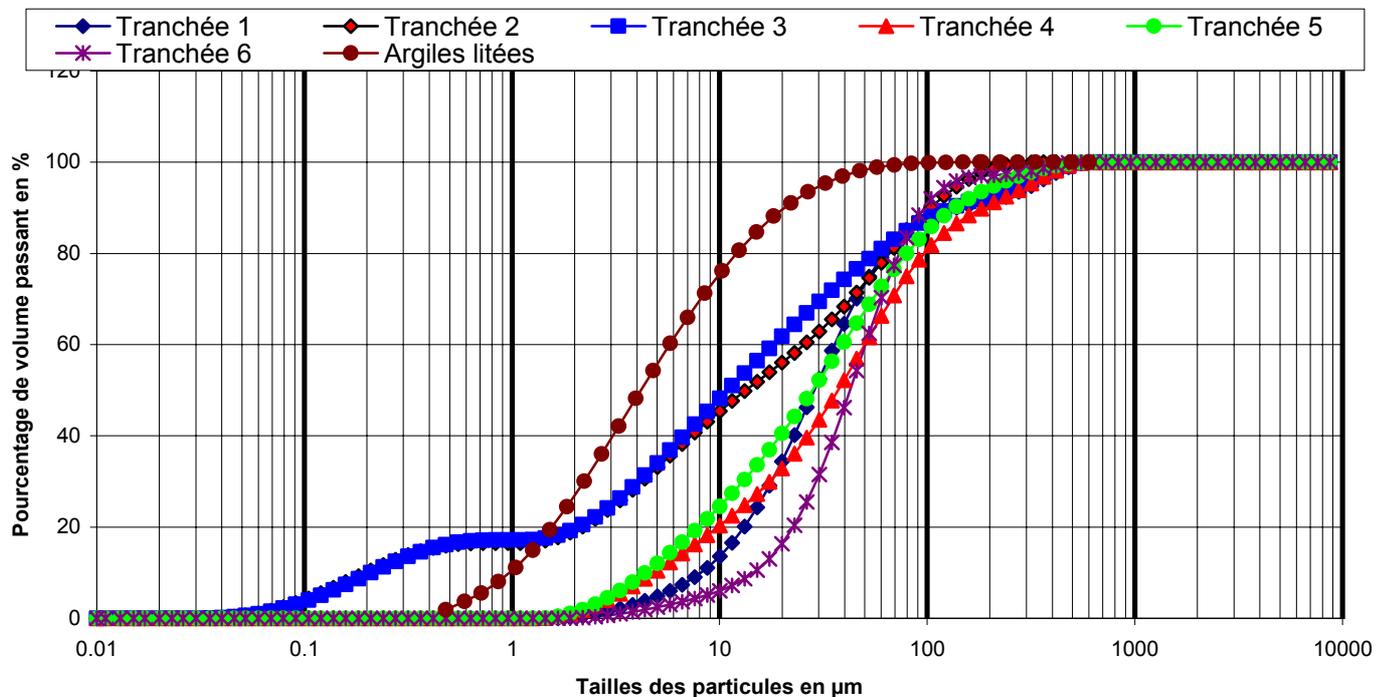
| | Prix unitaire | | Détail | |
|---|---------------|-----------------|-------------------|--|
| | | nombre d'essais | | prix |
| Essais hors tranchées Cemagref Antony • Essai de perméabilité d' un géotextile (détermination des caractérisitiques de perméabilité à l'eau normalement au plan, sans contrainte mécanique; selon la norme NF EN ISO 11058) • Ouverture de filtration d'un géotextile: (détermination de l'ouverture de filtration caractéristique; selon norme NF EN ISO 12956) Cemagref Aix en Provence • Perméabilité au perméamètre • Hole Erosion Test (HET) LTHE • Essai de filtration sur colonne avec suivie des gradients • Essai de filtration sur échantillon sol, géotextile, gravier, non remanié | 315.00 € | 0 | - € | Réaliser un prélèvement sur le terrain mais hors influence des tranchées, et réaliser un prélèvement dans les argiles litées du Trièves, sur un autre site ex glissement de monteynard |
| | 470.00 € | 0 | - € | |
| | 126.00 € | 2 | 252.00 € | |
| | 974.00 € | 2 | 1 948.00 € | |
| | 150.00 € | 1 | 150.00 € | |
| | 150.00 € | 1 | 150.00 € | |
| TOTAL HORS TRANCHEES | | | 2 500.00 € | |

| | 2 prélèvements | 3 prlèvements |
|--------------|--------------------|--------------------|
| TOTAL | 19 950.00 € | 25 231.00 € |

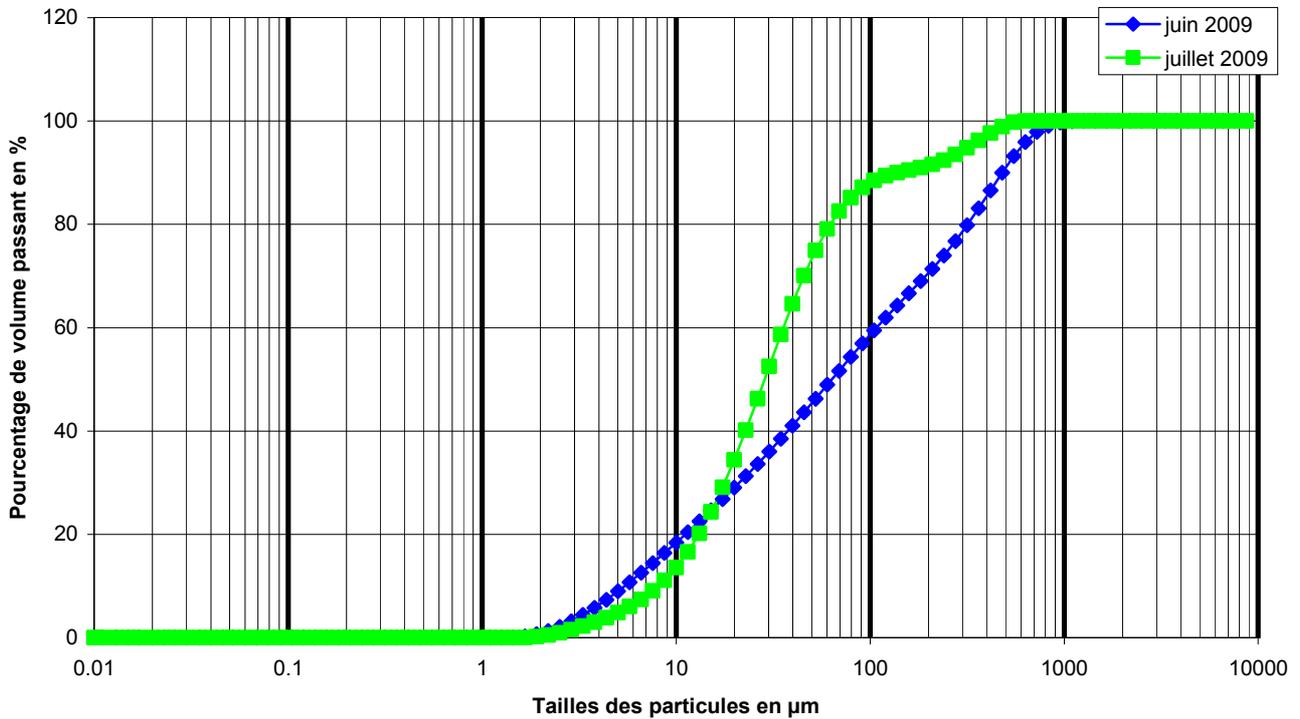
Annexe 30 : Courbes granulométriques de toutes les tranchées de juin 2009



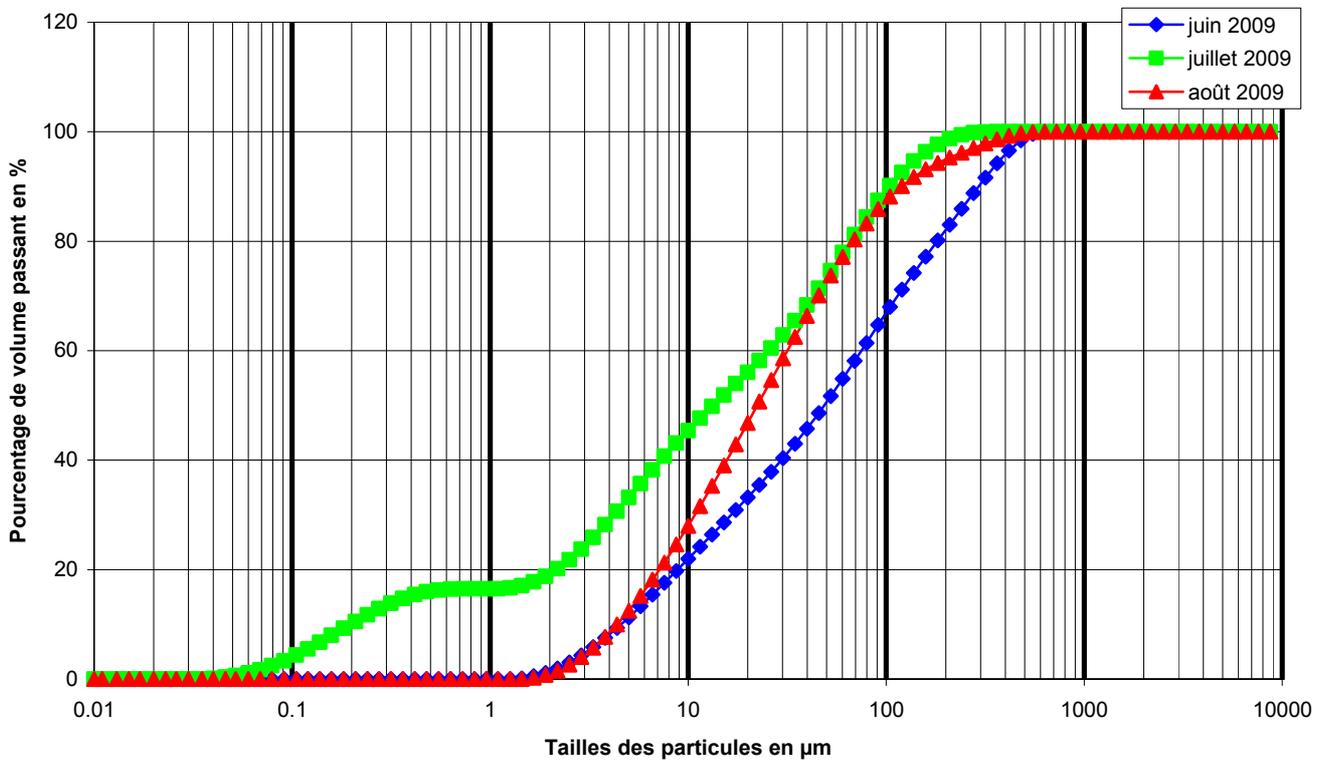
Annexe 31 : Courbes granulométriques de toutes les tranchées de juillet 2009



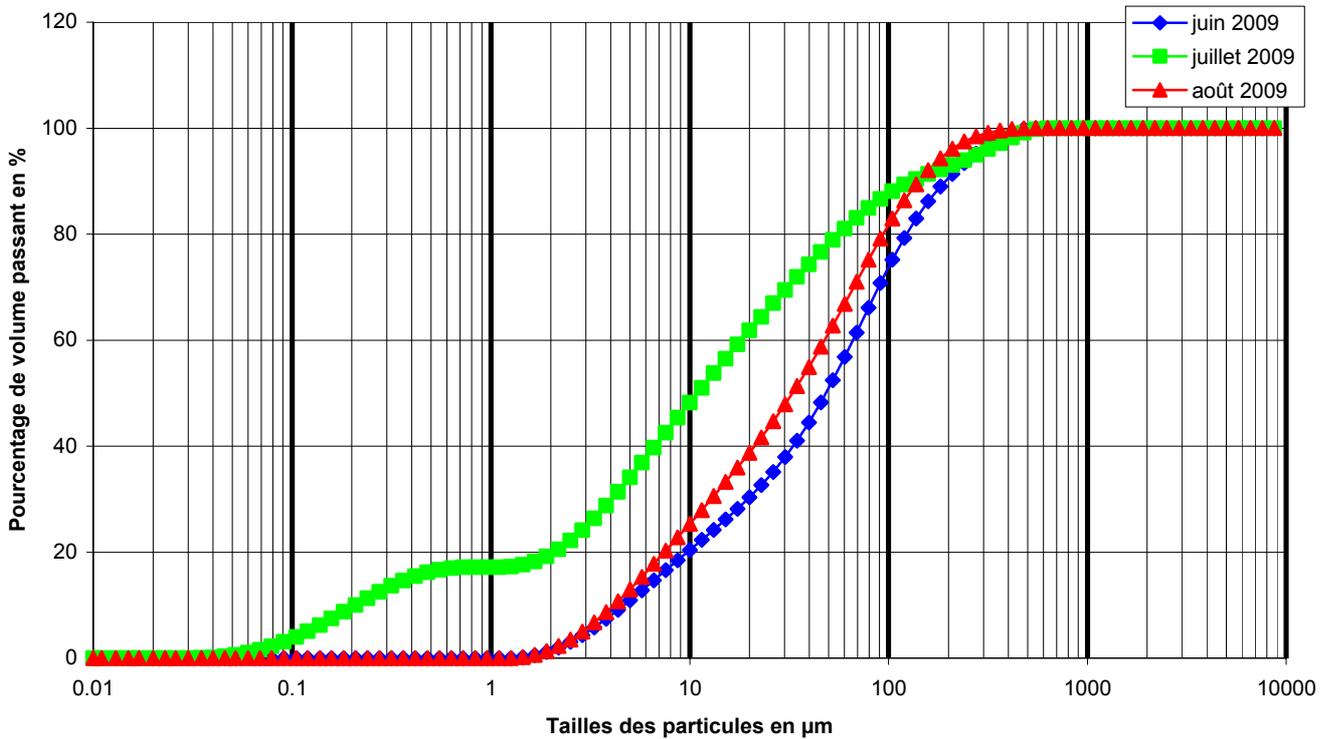
Annexe 32 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 1



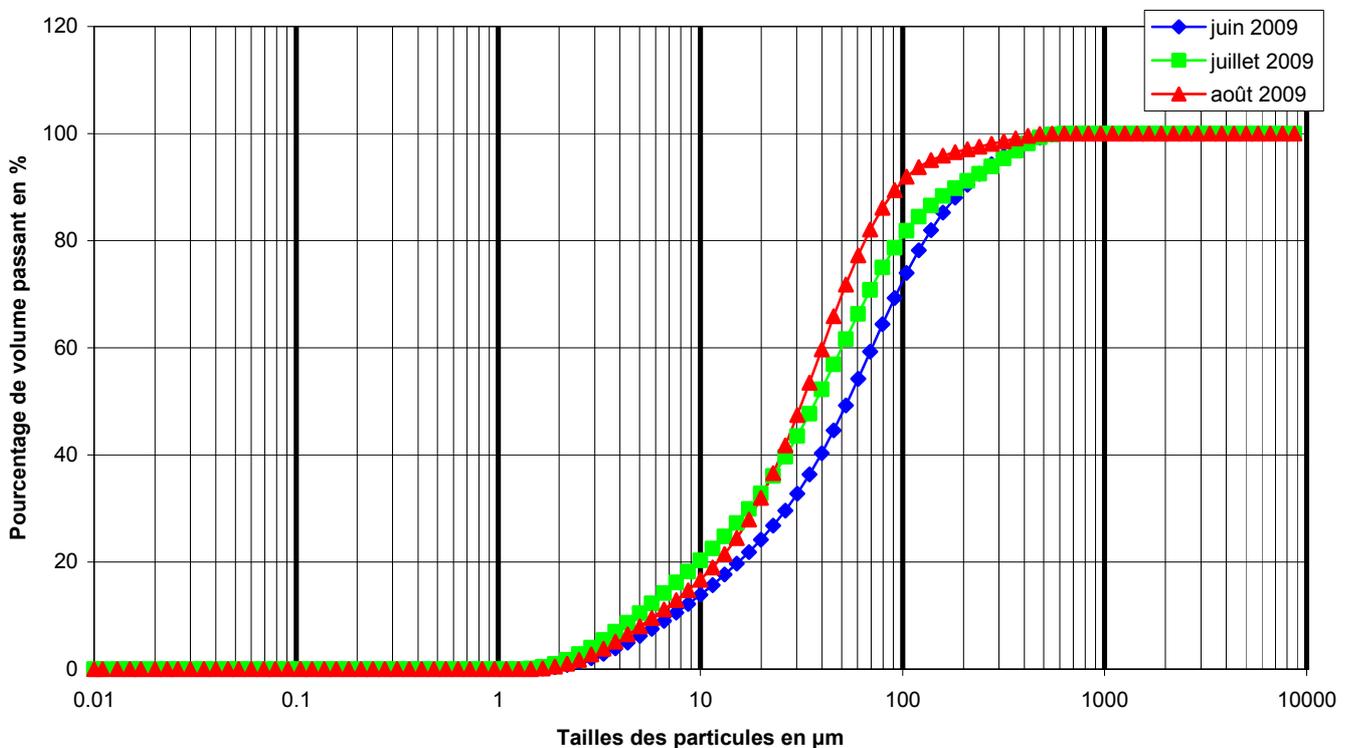
Annexe 33 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 2



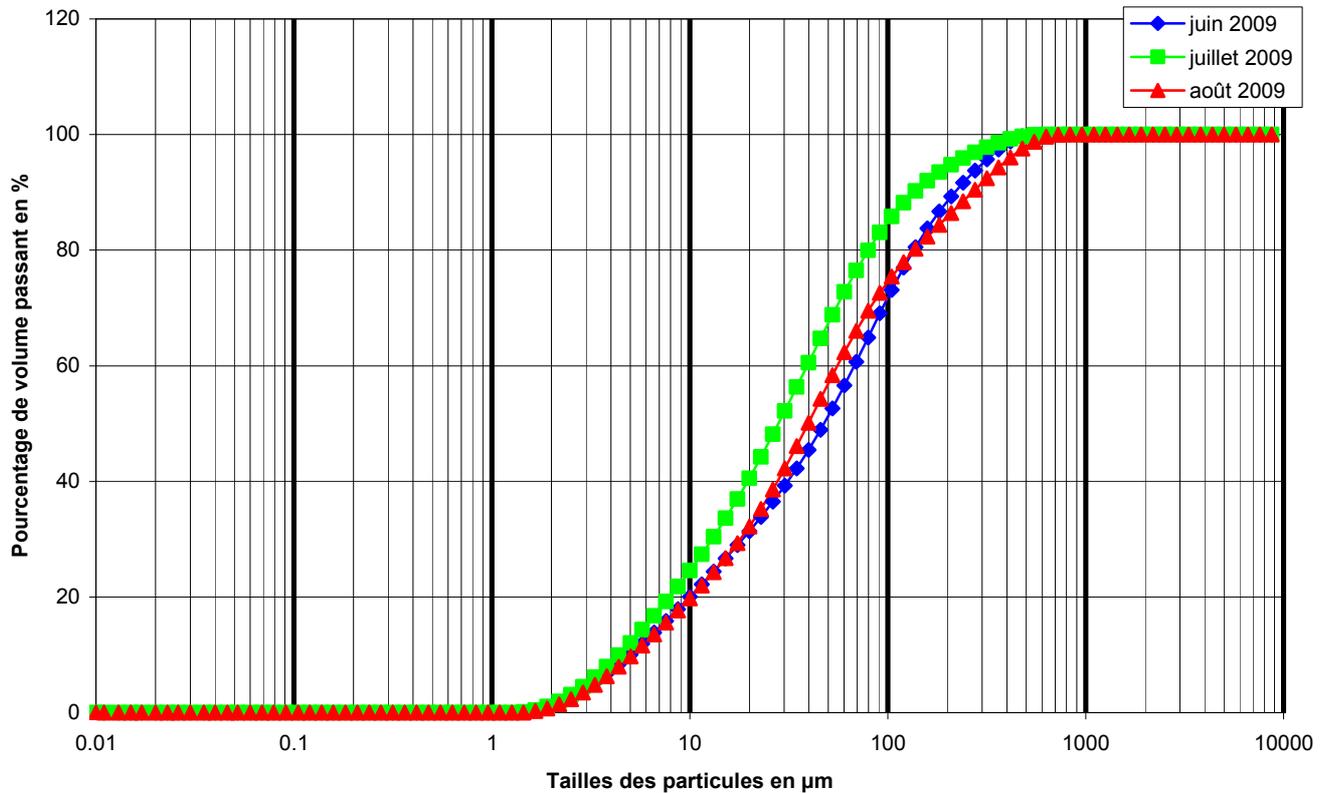
Annexe 34 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 3



Annexe 35 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 4



Annexe 36 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 5



Annexe 37 : Comparaison des courbes granulométriques selon les périodes de mesure de la tranchée 6

