



S.M.B

SOCIÉTÉ DES MINES DU BOURNEIX



**BILAN SUR LA SURVEILLANCE ET LA MISE EN PLACE
DU REAMENAGEMENT DE LA DIGUE DES
FOUILLOUX**

Commune de JUMILHAC-LE-GRAND (24)

Février 2007

SOMMAIRE

1. EVOLUTION REGLEMENTAIRE	5
2. HISTORIQUE	6
2.1. HISTORIQUE DU SITE	6
2.2. HISTORIQUE DE LA DIGUE DES FOUILLOUX	6
3. SITUATION AVANT TRAVAUX	8
3.1. LA DIGUE	8
3.2. LE STOCKAGE DES STERILES DE FLOTTATION : LA LAGUNE	8
4. DEMANDES ADMINISTRATIVES ET ACTIONS ENGAGEES	9
5. TRAVAUX EFFECTUES	11
5.1. LA DIGUE	11
5.2. LA COLLECTE ET LA DERIVATION DES EAUX	11
5.3. RECOUVREMENT DU BASSIN DE STOCKAGE DES STERILES DE FLOTTATION	12
5.4. TEST DE PERMEABILITE SUPERFICIELLE ET DENSITE	13
5.5. AUTRES TRAVAUX DE REHABILITATION	13
5.5.1. Revégétalisation du site	13
5.5.2. Emprise du site	14
6. TRAVAUX A VENIR	15
7. BILAN HYDRIQUE	16
8. SURVEILLANCE DE LA TOPOMETRIE DE LA DIGUE DES FOUILLOUX	17
8.1. Mesure et contrôle du stockage	17
8.2. Etude de danger relative à la stabilité de la digue	17
9. SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DU VECTEUR EAU	19
9.1. EAUX TRANSITANT PAR LE PIED DE DIGUE	19
9.1.1. Données piézométriques	19
9.1.2. Mesures de débit de drain	19
9.2. EAUX SUPERFICIELLE	19
9.2.1. Circuit des eaux de contournement du site de stockage	19
9.2.2. Station de traitement des effluents liquides	20
9.2.3. Qualité du rejet et impact sur le milieu naturel	21
10. POURSUITE DE LA SURVEILLANCE	23
11. RESTRICTION D'USAGE DU FONCIER	24

PLANS, FIGURES ET ANNEXES

PLANS

PLAN n°1	Digue des FOUILLOUX : plan de localisation	
PLAN n°2	Secteur des FOUILLOUX Après travaux de réaménagement	1/ 1 000
PLAN n°3	Point de contrôle des eaux au pourtour de la digue des FOUILLOUX	1/ 10 000

FIGURES

FIGURE n°1	Coupe de principe du réaménagement du stockage des stériles de flottation.
FIGURE n°2	Evolution du débit d'eau collecté en pied de digue depuis les travaux de réaménagement.
FIGURE n°3	Station de traitement des eaux du site de CROS GALLET
FIGURE n°4	Evolution de la concentration en As total des eaux de la digue du FOUILLOUX
FIGURE n°5	Evolution de la concentration en As total des eaux sortant de la STRL

ANNEXES

ANNEXE n°1	Etude hydraulique du bassin versant de la digue des FOUILLOUX et dimensionnement des ouvrages de collecte des eaux - avril 2004
ANNEXE n°2	Etude de la perméabilité superficielle et densité sur le recouvrement du stockage
ANNEXE n°3	Bilan hydrique du bassin de stockage de stériles de flottation – février 2007
ANNEXE n°4	Courbes d'évolution topométriques de la digue et du stockage sur ses différents plots d'auscultation
ANNEXE n°5	Etude de danger relative à la stabilité de la digue – janvier 1989
ANNEXE n°6	Listing des parcelles soumises à restriction d'usage
ANNEXE n°7	Localisation géographique des parcelles soumises à restriction d'usage

PREAMBULE

Depuis 1982, les stériles de flottation issus des opérations de traitement du minerai aurifère ont fait l'objet d'un stockage dans une vallée située au lieu-dit « Les FOUILLOUX » sur la commune de JUMILHAC-LE-GRAND (Dordogne) représenté sur le plan n°1.

La partie sableuse, obtenue par cyclonage, a servi à édifier une digue par montage vertical dit « par le centre », tandis que la partie fine et les eaux ont formé une lagune en amont de la digue.

La cessation progressive des activités de la Société des Mines du BOURNEIX a conduit à l'arrêt de l'usine de traitement du minerai du BOURNEIX, commune du CHALARD – Haute Vienne – en fin d'année 2001, et par voie de conséquence à l'interruption du remplissage du bassin de stockage des stériles de flottation.

Par courrier en date du 21 décembre 2001, la Société des Mines du BOURNEIX a déclaré la cessation d'activité des installations au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), appuyant cette déclaration par un dossier, complété le 29 mars 2002 et traitant des travaux de réaménagement envisagés dans le cadre des perspectives de devenir du site ainsi que des opérations de suivi post-réaménagement.

Faisant suite à la visite de l'Inspecteur des Installations Classées le 1^{er} juillet 2003, considérant que les travaux décrits dans le dossier et déjà engagés sur le site n'étaient à ce jour, que destinés à assurer une mise en sécurité des installations, il convenait d'engager une réflexion globale sur un réaménagement pérenne de la digue visant à réduire son impact par un:

- Remodelage des terrains pour permettre un ruissellement et une évacuation des eaux en périphérie du site,
- Mise en place d'une couverture sur le stockage,
- Engazonnement et mise en place d'une clôture.

Ces prescriptions ont été inscrites par arrêté préfectoral complémentaire n° 04/0596 du 5 mai 2004, relatif à la surveillance du stockage des stériles de flottation.

Des travaux de réaménagement de la digue des FOUILLOUX ont été réalisés suivant l'étude de faisabilité présentée à la DRIRE Aquitaine en mars 2005.

Ce document constitue un bilan du réaménagement et de la surveillance portant sur la digue du FOUILLOUX. Il présente le programme de réaménagement que la Société des Mines du BOURNEIX a engagé ainsi que les résultats sur le suivi environnemental à l'issue de la fermeture du site.

1. EVOLUTION REGLEMENTAIRE

Le stockage des stériles de flottation, localisé sur le plan n°2, est une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) répertoriée sous la rubrique 167b (décharge de déchets industriels provenant d'Installation Classée).

Cette installation est régie par les réglementations suivantes :

- Loi n°76-663 du 19 juillet 1976 modifiée, relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.
- Décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 modifié, pris pour l'application de la loi sus visée
- Loi n°92-03 du 3 janvier 1992 modifiée sur l'eau
- La nomenclature des ICPE
- La circulaire du 10 décembre 1999 relative aux sites et sols pollués et aux principes de fixation des objectifs de réhabilitation.

Les arrêtés préfectoraux suivants ont régit le stockage des stériles de flottation dans la digue des FOUILLOUX pendant la phase d'exploitation :

- Arrêté préfectoral (conjoint Haute Vienne et Dordogne) du 24 mai 1982 autorisant au titre des ICPE, rubrique 167b, à stocker des stériles de flottation dans la digue des FOUILLOUX, sur la commune de Jumilhac le Grand.
- Arrêté préfectoral du 8 janvier 1990 (Dordogne) autorisant au titre des ICPE la surélévation de la digue pour agrandissement du dépôt de stériles.

Le 1^{er} octobre 2002, l'arrêté préfectoral de Haute Vienne, n° 2002-417 donne acte au titre de la police des Mines de l'arrêt définitif de travaux et d'utilisation d'installations minières de la Concession de CHALARD sur le site des FOUILLOUX.

Le 5 mai 2004, un arrêté complémentaire de la Préfecture de Dordogne, précise au titre des ICPE les conditions de la surveillance du stockage des stériles de flottation et de la digue du site des FOUILLOUX.

2. HISTORIQUE

2.1. HISTORIQUE DU SITE

En 1966, le BRGM découvre le gisement souterrain de CROS GALLET.

Puis c'est en 1979 que la SNC « le BOURNEIX » est créée par la société PENNAROYA et COFRAMINES afin de mettre en exploitation le gisement de CROS GALLET et assurer le traitement du minerai issu de cette exploitation à partir d'une usine construite sur le site du BOURNEIX.

L'exploitation du gisement débute en 1982 et le minerai est traité dans l'usine dite n°1

La société COGEMA rachète la SNC en 1988 et devient Société des Mines du BOURNEIX. Un important programme de recherche géologique se met en place et une nouvelle usine dite usine n°2 se construit.

La nouvelle usine de traitement est opérationnelle en 1989, et le procédé de traitement est identique à celui de l'ancienne usine et comprend un atelier de concassage, broyage à 160 µm, flottation et filtration des sulfures aurifères et argentifères.

En 1990, La station de traitement des rejets liquides (STRL) est mise en service et permet de traiter l'ensemble des eaux du site du BOURNEIX (eau de procédé et exhaure), avant rejet dans l'ISLE, en abaissant les teneurs en arsenic et matières en suspension.

2.2. HISTORIQUE DE LA DIGUE DES FOUILLOUX

La digue des FOUILLOUX est située à l'intérieur de la concession du CHALARD, localisée sur le plan n°1, accordée à SMB le 15 décembre 1999, sur la commune de JUMILHAC-LE-GRAND (24). Ce stockage de stériles de flottation a été autorisé par les arrêtés préfectoraux des 24 mai 1982 et 8 janvier 1990 (surélévation de la digue pour extension du dépôt de stériles). Il couvre une surface totale de 49,7 hectares, propriété de SMB, dont une emprise de 1,8 hectare pour le parement aval de la digue, 20 hectares pour la lagune de décantation et 27,9 hectares de terrains environnants.

La digue, érigée par la méthode dite « de cyclonage par le centre » sur supports tubulaires, est implantée dans un vallon très encaissé drainé par le ruisseau des FOUILLOUX qui rejoint le ruisseau NOIR, affluent de l'ISLE. Le lit du ruisseau des FOUILLOUX a été creusé et aménagé en drain préalablement à l'édification de la digue et la mise en stockage des stériles de flottation. Initialement déviées directement dans le ruisseau NOIR, les eaux du bassin amont du ruisseau des FOUILLOUX ont été collectées à partir de 1987, sur le bassin de stockage puis pompées afin de servir à la marche industrielle de l'usine de traitement du BOURNEIX.

Au rachat de la SNC le BOURNEIX (créée par les sociétés PENNAROYA et COFRAMINES) le 1^{er} avril 1988, par le Groupe COGEMA, il s'est avéré nécessaire d'accroître les capacités de production et par conséquent d'accroître le volume de stockage disponible (510 000 m³ à 1 500 000 m³).

L'élévation de la digue, autorisée par arrêté préfectoral en date du 8 janvier 1990, répondait à ces besoins. Les travaux ont conduit à :

- Relever le niveau de la crête de la digue d'environ 10 m,
- Redimensionner l'évacuation de crue,
- Prolonger le drain longitudinal jusqu'à un nouveau bassin construit en pied de digue,
- Déplacer le cavalier de pied vers l'aval de l'ouvrage afin de maintenir une pente de 20 % et de le bloquer par un massif d'enrochement,
- Mettre en place 9 piézomètres en PVC Ø 100 sur la pente aval.

L'exploitation du stockage s'est poursuivie jusqu'en octobre 2001, terme au bout duquel le bilan s'établit à :

- une digue de 45 m de hauteur (pied aval de la digue : 259 m/crête de digue : 304 m),
- une côte maximum des dépôts à 2 m de la crête de digue,
- un dépôt de 2 113 664 tonnes de stériles de flottation dont 479 902 tonnes pour le corps de la digue et 1 633 762 tonnes dans la lagune.

Les stériles de flottation sont caractérisés par :

- une phase solide essentiellement constituée de sables de composition moyenne identique à celle d'un gneiss ou d'un granite (74 % de silice). La teneur en arsenic est de l'ordre de 500 ppm (0,5 %) : il s'y trouve sous forme d'arseniates ou sulfoarseniates, et sous forme « adsorbée »,
- une phase liquide correspondant aux eaux interstitielles où la teneur en arsenic est de l'ordre de 15 mg/l.

Les essais de lixiviation (normalisée NF X 31210) ont montré que seul l'arsenic était détecté dans les lixiviats et que les autres métaux suivis étaient à des concentrations inférieures aux limites de détection.

3. SITUATION AVANT TRAVAUX

3.1. LA DIGUE

La digue a été entièrement réalisée avec des résidus miniers par la technique dite de cyclonage par le centre. La partie centrale et aval du remblai est constituée par la partie la plus grossière des résidus (sous verse), les éléments fins étant déversés dans la retenue (sur verse).

Ce remblai aval s'appuie sur un cavalier de pied en granulats concassés 30/60 mm servant de massif de butée. Un massif similaire a également été mis en place sous l'axe de la digue pour son démarrage. La digue repose sur une assise gneissique qui fournit une fondation d'excellente qualité pour le remblai.

La pente moyenne de talus aval, comptée entre la crête et le sommet du cavalier de pied est de 5 H/1V (20 %).

Le drainage de l'ouvrage est assuré par un drain longitudinal placé dans l'ancien lit du ruisseau des FOUILLOUX.

L'ouvrage est équipé d'un évacuateur de crue, visitable, facile d'entretien et largement dimensionné d'un point de vue hydraulique.

Les expertises réalisées sur l'ouvrage en juin 1988 (état des lieux avant rachat de SNC Le BOURNEIX) et en janvier 1989 (étude de surélévation de la digue) par le Bureau d'Ingénieurs Conseils ISL ont conclu en un état satisfaisant de l'ouvrage et en une excellente stabilité d'ensemble de l'ouvrage.

3.2. LE STOCKAGE DES STERILES DE FLOTTATION : LA LAGUNE

La lagune était caractérisée par une étendue subplane, non végétalisée, à sables apparents, d'une superficie d'environ 20 hectares.

Le circuit des eaux de surface (bassin versant amont du ruisseau des FOUILLOUX, bassin versant latéral rive gauche et pour partie rive droite) conduisait à un ruissellement sur le site de stockage et se traduisait par l'établissement d'un plan d'eau au point bas de la lagune. Ces eaux étaient pompées et traitées à la station du site minier voisin de CROS GALLET. En cas de pluies importantes, cette zone humide pouvait atteindre la côte 301,30 m et les eaux rejoignaient l'évacuateur de crues et le ruisseau NOIR.

Des essais de recouvrement par terre végétale sur 10 cm d'épaisseur avaient été réalisés en octobre 2000 sur 3 000 m² (rive gauche, partie amont). Cette méthode avait été pressentie pour le recouvrement de l'ensemble du bassin afin d'écarter tout risque d'envolement de sables.

Un chemin de ceinture permettait le suivi du site et une clôture interdisait efficacement l'accès aux personnes et engins non autorisés.

4. DEMANDES ADMINISTRATIVES ET ACTIONS ENGAGEES

Faisant suite au dossier de cessation d'activité et de réaménagement du site de stockage de stériles de flottation et de la digue des FOUILLOUX présenté en mars 2002, différentes étapes ont permis de mener une réflexion globale sur les suites à donner relatives aux modalités de réhabilitation et de surveillance du site :

- 1^{er} juillet 2003 : Visites des Inspecteurs des Installations Classées. Il a été constaté que la lagune était alimentée par les eaux du ruisseau des FOUILLOUX et les eaux de ruissellement et que, en dépit d'une alimentation par ces seules eaux météoriques, la teneur en arsenic relevée en pied de digue ne diminuait pas. Cette configuration ne permettait donc pas d'envisager à terme un rejet direct dans le ruisseau NOIR.
- 5 mai 2004 : Arrêté préfectoral complémentaire n° 04/0596 relatif à la surveillance du stockage des stériles de flottation et de la digue. Les objectifs suivants y sont consignés (article 2.2) :
 - ♣ *Le remodelage des terrains et le reprofilage des pentes permettant le ruissellement et l'évacuation rapide des eaux de pluie hors du site et évitant leur stagnation,*
 - ♣ *le confinement par la mise en place d'une couverture dont les caractéristiques d'étanchéité permettent d'éviter la pénétration des eaux de pluie dans la masse du dépôt,*
 - ♣ *l'engazonnement évitant le ravinement,*
 - ♣ *la mise en place de fossés d'écoulement des eaux de ruissellement en périphérie de l'emprise confinée par écoulement vers l'extérieur du site,*
 - ♣ *la mise en place d'une clôture et des portails d'accès ».*

- 18 mai 2004 : Transmission à l'Inspecteur des Installations Classées d'un avant projet des travaux que SMB se propose d'engager. Afin de préparer au mieux les travaux de recouvrement du bassin de stockage des stériles de flottation, il apparaissait nécessaire de mettre en œuvre le plus rapidement possible, les mesures destinées à réduire les accumulations d'eau dans la lagune et ainsi permettre un assèchement progressif des matériaux. Une étude hydrologique du bassin versant accompagnait ce projet afin de justifier le dimensionnement des ouvrages de collecte des eaux pour un débit de crue centennale.

Des compléments d'information ont été transmis à l'Inspecteur des Installations Classées le 7 juillet 2004 suite à une demande en date du 16 juin 2004. Ils portaient sur certaines modalités d'exécution pour les travaux préparatoires (étanchéité du merlon de retenue amont des eaux, fossés de ceinture).

- 4 octobre 2004 : Visite des Inspecteurs des Installations Classées. La visite avait pour objet, entre autres, de faire le point sur l'état d'avancement des travaux prescrits par l'arrêté préfectoral du 5 mai 2004 et de vérifier leur conformité au regard de l'avant projet soumis à la DRIRE par courrier le 18 mai 2004.

Il a été constaté la réalisation :

- ♣ d'un merlon de retenue amont afin de détourner les eaux du ruisseau des FOUILLOUX et des eaux de ruissellement,
- ♣ des fossés d'évacuation des eaux en rive droite et gauche,

- ✦ d'une piste d'accès d'amenée des matériaux de recouvrement du bassin reliant le site minier de CROS GALLET au chantier en cours,
- ✦ de l'amorce du recouvrement du bassin par des matériaux tout venants issus des verses à stériles du site minier de CROS GALLET.

Il a été fourni des éléments relatifs aux propriétés géotechniques des matériaux constitutifs du merlon et des matériaux de recouvrement (teneur en eau, poids volumique en perméabilité).

- 10 mars 2005 : Transmission à la DRIRE Aquitaine du rapport de l'auscultation de la digue des FOUILLOUX réalisé par le cabinet d'ingénierie ISL au titre de l'année 2004.
- 25 mars 2005 : Présentation d'une étude de faisabilité et d'un programme des travaux à la DRIRE Aquitaine.
- de juin 2004 à novembre 2005 : Réalisation par l'entreprise MEYZIE des travaux présentés dans l'étude de faisabilité.
- 12 octobre 2006 : Transmission à la DRIRE Aquitaine du rapport de l'auscultation de la digue des FOUILLOUX réalisé par le cabinet d'ingénierie ISL au titre de l'année 2005.
- 17-18 octobre 2006 : Réalisation d'essais de perméabilités superficielle et de densité sur une dizaine de points du bassin de stockage.
- 19 octobre 2006 : Transmission à l'Inspecteur des Installations Classées et copie à la Mairie de JUMILHAC LE GRAND d'un bilan sur le réaménagement et la surveillance de la digue des FOUILLOUX. Ce document retrace l'historique des travaux mis en place ainsi que la surveillance environnementale qui permet de garantir l'absence d'impact significatif du site sur l'environnement.
- 27 octobre 2006 : Visite de récolement des Inspecteurs des Installations Classées.
La visite a eu pour objet, d'établir un constat sur le réaménagement et les résultats de la surveillance de la digue des FOUILLOUX. Des compléments d'informations ont été demandés dans le document présentant le bilan sur le réaménagement et la surveillance de la digue des FOUILLOUX d'octobre 2006. Ces demandes ont été prise en compte dans ce présent document.
- 19 décembre 2006 : Courrier de la DRIRE Dordogne formalisant les demandes de la visite de récolement du 27 octobre 2006.
Ce courrier présente la procédure administrative du dossier d'après mine de la digue du Bourneix et plus généralement du site minier du Bourneix, en présentant les différentes administrations impliquées par ce dossier d'après mines.
La digue des FOUILLOUX, située en Aquitaine, est une installation nécessaire au fonctionnement de la mine du Bourneix située quant à elle dans le Limousin, il y aura donc lieu de déposer un dossier « après mines » constitué et instruit par la DRIRE Limousin.
Le dossier d' « après mines » sera constitué des éléments suivants :
 - La demande ICPE et ses compléments,
 - Le dossier de fin de travaux modifié comme demandé par la DRIRE Aquitaine (constitué par ce présent document),
 - Les arrêtés préfectoraux de prescriptions du Préfet de la Dordogne,
 - Le procès verbal de récolement ICPE de la DRIRE Aquitaine
 - Les suivis de stabilité de la digue

SMB déposera le dossier et sa déclaration de mise à l'arrêt des travaux miniers et des installations minières auprès du Préfet coordonateur de la Haute Vienne. Un exemplaire sera transmis également à la DRIRE Aquitaine. Le Préfet de la Haute Vienne saisira ensuite le Préfet de la Dordogne pour recueillir l'avis du maire de JUMILHAC LE GRAND et des services administratifs.

5. TRAVAUX EFFECTUES

5.1. LA DIGUE

Les travaux de réhabilitation du site de stockage des stériles de flottation n'ont entraîné aucune modification sur le corps de la digue et sur son dispositif de drainage.

5.2. LA COLLECTE ET LA DERIVATION DES EAUX

Afin d'assurer un écoulement gravitaire des eaux du ruisseau des FOUILLOUX contournant le site de stockage, et en raison d'un profil topographique défavorable (faible pente et contre pente), il s'est avéré nécessaire de rehausser la prise d'eau amont. La solution a consisté à réaliser un bassin collecteur des eaux de surface par élévation d'un merlon de 4 mètres de hauteur en travers du lit du ruisseau des FOUILLOUX. Ce bassin a une surface inférieure à 1 ha.

Les matériaux constitutifs du corps du merlon, prélevés sur des terrains de découverte à proximité immédiate de l'ouvrage, ont fait l'objet d'essais préalables de perméabilité sur moulage Proctor Normal compacté à la teneur en eau naturelle. Trois prélèvements ont ainsi été réalisés et concernés des arènes sablo-argileuses ocre beige. Les résultats obtenus en juillet 2004

• Teneur en eau	W %	= 8,3 à 11 %
• Poids volumique sec	γ_d essai	= 15,6 à 17,6 kN/m ³
• Perméabilité	K	= 4,7.10 ⁻⁶ à 6,8 .10 ⁻⁷ m/s.

mettent en évidence des propriétés géotechniques de nature à assurer une étanchéité satisfaisante du merlon sans ajout de géotextile ou de bentonite.

Les recommandations faites par le Bureau d'ingénieurs et conseils ISL (revanche d'au moins 50 cm, pente minimale 3H/1V) dans le rapport de visite et d'auscultation au titre de l'année 2004 ont été prises en compte.

L'écoulement des eaux est assuré gravitairement :

♣ En rive gauche par un fossé de ceinture creusé dans le terrain naturel, non bétonné (hauteur 0,75 m – radier 0,50 m – taluté 2H/1V) penté à 0,6 % et relié à un canal d'évacuation bétonné longeant la digue (hauteur 0,30 m – radier 0,40 m – taluté 1H/1V) penté à 15 % jusqu'au ruisseau NOIR. Le fossé de ceinture est doublé d'un fossé de collecte des eaux de ruissellement également relié au canal d'évacuation bétonné,

♣ En rive droite d'un fossé de collecte des eaux de ruissellement creusé dans le terrain naturel non bétonné, penté à 0,5 % et relié à l'évacuation de crue existant (hauteur 0,40 m – radier 0,50 m – taluté 2H/1V).

Le dimensionnement des ouvrages de collecte des eaux ont été évalués à partir du calcul de la crue centennale. Cette étude hydraulique du bassin versant de la digue des FOUILLOUX et le dimensionnement des ouvrages de collecte des eaux sont présentés dans l'annexe n°1.

Les résultats sont également entièrement développés dans l'étude de faisabilité du dossier de réaménagement transmis à la DRIRE en mars 2005.

Les résultats détaillés du dimensionnement des ouvrages sont les suivants :

- 2,5 m³.s⁻¹ pour le fossé de contournement nord (terrain naturel),

- $2,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pour le canal évacuateur (collecteur bétonné)
- $0,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pour le fossé de collecte des eaux de ruissellement sud (terrain naturel).

Les ouvrages sont dimensionnés de façon à absorber une crue pour une période de retour de 100 ans.

L'annexe n°1 reprend les débits de pointe maximal centennal du bassin versant amont et du bassin versant latéral sud, ainsi que le calcul des dimensionnement des ouvrages pour la crue centennale.

5.3. RECOUVREMENT DU BASSIN DE STOCKAGE DES STERILES DE FLOTTATION

Les modalités de recouvrement du bassin se sont attachées à répondre aux objectifs suivants :

- Recouvrement total du bassin par des produits tout venants de perméabilité suffisamment faible pour favoriser le ruissellement au détriment de l'infiltration,
- Ecoulement des eaux par ruissellement sur la surface du bassin vers des exutoires périphériques et éviter la stagnation de zones humides.

S'agissant des produits, ils ont été prélevés sur le site minier voisin de CROS GALLET (commune du CHALARD). Ils sont de deux natures :

♦ produits tout venants issus de la verse à stériles située à l'ouest de la mine à ciel ouvert de CROS GALLET F1. Ces produits de granulométrie hétérogène constituent la couche de base. Ils ont été mis en œuvres par couches successives compactées au bulldozer sur une épaisseur maximum de 3 mètres.

♦ produits de découverte prélevés en place en bordure de la mine à ciel ouvert CROS GALLET servant de couche de finition. Ces produits constitués d'arènes argilo-sableuses ocre beige ont fait l'objet d'essais géotechniques en laboratoire d'une part, et sur planche d'essai réalisée sur le bassin d'autre part.

Les essais de perméabilité, effectués sur moulage Proctor Normal compacté à la teneur en eau naturelle ($W \% = 12,2 \%$) ont donné les résultats suivants :

- ▶ poids volumique sec γ_d essai = $17,2 \text{ kN/m}^3$
- ▶ perméabilité K = $8,2 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$.

Les essais réalisés sur la planche d'essai (épaisseur 0,40 m) à la teneur en eau naturelle (18,2 %) ont donné après compactage optimum (8 passes à 2 km/h avec un compacteur de type V2) un poids volumique sec γ_d de $17,8 \text{ kN/m}^3$. La perméabilité mesurée au perméamètre double anneau dans ces conditions de compactage, avec une charge en eau de 0,14 m, a été de $7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$.

Ces valeurs, qui garantissent des caractéristiques de faible perméabilité permettent de limiter la pénétration des eaux de pluie dans la masse du dépôt.

Le bilan total de mouvement de terre s'établit comme suit :

Couche	Programme (m^3)	Travaux réalisés (m^3)
• réalisation du merlon du bassin	10 000	8 000

• fossés d'évacuation des eaux		
• remblai de 1 ^{ère} couche	130 000	250 000
• remblai de finition	130 000	80 000
• terre végétale et assimilé	/	12 000

Ce bilan est illustré sur la figure n°1. Il représente la coupe de principe du réaménagement du stockage des stériles de flottation ainsi que les hauteurs de couches de recouvrement.

Afin d'assurer un écoulement des eaux de ruissellement sur la surface du bassin, le projet de modelé de recouvrement prévoyait une topographie en pente douce (0,40 à 0,70 %), orientée de l'amont vers l'aval. La pente du site de stockage coté sud-ouest a été augmentée par rapport au programme. L'objectif a été de favoriser encore d'avantage le ruissellement sud-ouest du site. Ceci justifie l'écart entre les volumes projetés et les volumes réalisés après travaux pour le remblai de première couche.

Une couche de terre végétale de 5 à 10 cm d'épaisseur a été mise en place sur l'ensemble du site de stockage. Cette couche de terre non planifiée par le programme initial permet de favoriser la revégétalisation, amorcée par ensemencement.

Une ligne de partage des eaux dans la partie aval du site de stockage permet un écoulement partagé vers le canal de collecte des eaux en périphérie nord et vers l'évacuation de crue en périphérie sud.

5.4. TEST DE PERMEABILITE SUPERFICIELLE ET DENSITE

Des planches d'essai de perméabilité avaient été réalisées au cours des travaux. Une nouvelle campagne de mesure s'est déroulée du 17 au 18 octobre 2006 sur le site de stockage des stériles de flottation. Les résultats de cette campagne, joint en annexe n° 2 ont été discutés lors de la visite de la DRIRE Aquitaine en date du 27 octobre 2006.

L'objectif de ces mesures est de connaître sur une dizaine de points du stockage les valeurs réelles de densité et de perméabilité superficielle du matériau. Les mesures de densités ont été réalisées à l'aide d'un densitomètre à membrane. Les mesures de perméabilité superficielles sur matériaux fins se sont effectuées à l'infromètre double anneau. Ces essais ont été réalisés sous la couche de terre végétale.

La perméabilité finale de la couverture est comprise en moyenne entre 10^{-6} et 10^{-7} m/s. Cette couverture est qualifiée de semi perméable.

Ces mesures ont permis d'effectuer un bilan hydrique présenté dans le chapitre 6.

5.5. AUTRES TRAVAUX DE REHABILITATION

5.5.1. Revégétalisation du site

L'engazonnement a été réalisé en fonction de l'avancée des travaux. Il a été mis en place suivant trois découpages géographique réalisé en juin et octobre 2005, puis la dernière zone a été engazonnée en juin 2006. Une reprise de l'engazonnement s'est effectuée 6 mois après l'ensemencement des deux premières zones et la dernière zone a été reprise à la fin de l'année 2006.

L'engazonnement de l'ensemble de la surface permet d'éviter les phénomènes de ravinement. La revégétalisation du site permet d'harmoniser le site de stockage au sein du milieu naturel.

Si nécessaire, il sera envisagé annuellement d'effectuer une coupe des végétaux du site de stockage deux ans après l'engazonnement.

5.5.2. Emprise du site

Conformément à l'article 2.1 de l'arrêté complémentaire du 5 mai 2004, une clôture rigide et de hauteur suffisante (2 mètres) a été installée fin 2005 sur l'ensemble du site afin d'éviter les intrusions. Les clôtures seront entretenues en état tant que la responsabilité du site est engagée.

Les entrées sont fermées et cadénassées.

De plus, des panneaux signalent la propriété privée de ce site et l'interdiction de pénétrer dans le périmètre de la clôture. Ces panneaux sont situés sur le périmètre de la clôture et les portails d'entrée.

6. TRAVAUX A VENIR

Au cours de sa visite du 27 octobre 2006, la DRIRE Aquitaine constate que du fait de la faible pente et de l'encombrement végétal, l'eau a tendance à s'évacuer lentement dans le fossé. La DRIRE Aquitaine interroge SMB sur la possibilité de reprofiler, et d'étancher au besoin le fossé d'évacuation des eaux du bassin vers le fossé Nord de manière à diminuer le niveau d'eau du bassin et à augmenter la vitesse d'écoulement des eaux superficielles.

Le fossé de contournement Nord extérieur a effectivement une pente faible mais pour baisser, même très légèrement le niveau du petit bassin et/ou augmenter la vitesse d'écoulement, il faudrait le reprendre intégralement sur toute sa longueur. Cependant il fonctionne correctement depuis sa création. L'action principale réside dans la fiabilisation de son fonctionnement.

Pour y parvenir, SMB a planifié un entretien périodique bi-annuel. Cette opération consiste à enlever les végétaux qui poussent dans le fossé mais aussi à enlever des branches ou arbustes qui pourraient freiner l'écoulement.

SMB planifie également la création d'un évacuateur de crue du bassin au cas exceptionnel où le fossé Nord ne remplirait plus son rôle. Cet ouvrage rejoindra le fossé de ceinture intérieur qui capte actuellement les écoulements en bordure du stockage et rejoint le passage busé en crête de digue.

Au niveau de la ceinture Nord, à proximité de la jointure des deux fossés, on observe une zone d'eau stagnante. La DRIRE Aquitaine interroge SMB sur la possibilité de remédier à ce problème.

Dans la zone de jonction des 2 fossés Nord, extérieur et intérieur, SMB envisage de reprofiler légèrement le fossé intérieur. Cela permettra de gagner entre 20 et 30 centimètre en hauteur à l'arrivée du passage busé de crête de digue.

Pour évacuer les eaux de ruissellement et stagnantes de cette partie Nord, SMB va créer un by-pass de la grosse buse en diamètre 300 mm.

7. BILAN HYDRIQUE

Un bilan hydrique a été réalisé par le cabinet d'études BURGEAP. Cette étude complète est disponible en annexe n°3.

BURGEAP estime que les entrées annuelles dans le système sont de l'ordre de 110 000 m³. La sortie des eaux s'effectue par le drain en pied de digue qui collecte un volume annuel de 101 400 m³.

Les entrées d'eau dans le stockage sont composées de :

- 44% d'infiltration à travers la couverture (54% dans le secteur 1),
- 3% d'infiltration à travers la digue,
- 28% d'infiltration dans le bassin versant,
- 1% d'infiltration depuis l'étang en amont du stockage,
- 14% d'infiltration par les fossés de ceinture.

Une infiltration importante de près de 44% issue de la couverture du bassin est liée à une perméabilité de 10⁻⁶ m/s mesurée dans le terrain de recouvrement. Une autre part importante provient de l'infiltration des bassins versants du secteur amont Nord et Sud (cf carte de l'annexe n°3). Concernant ces deux secteurs, les fossés de ceinture permettent une collecte des eaux de ruissèlement. L'eau qui s'infiltré en amont de ces fossés migre vers le stockage puis est collecté vers le drain. Cette infiltration représente environ 28% du total des infiltrations dans le stockage.

A moyen et long terme, il faudra donc s'attendre à réceptionner en sortie de drain pied de digue un volume annuel proche de 100 000 m³.

8. SURVEILLANCE DE LA TOPOMETRIE DE LA DIGUE DES FOUILLOUX

8.1. *Mesure et contrôle du stockage*

Annuellement, une campagne de suivi topométrique est mise en place par le cabinet d'études VB Mesures. Ces valeurs sont utilisées dans le cadre de l'auscultation annuelle de la digue par le cabinet d'étude ISL. Ces résultats sont repris dans leur globalité dans le rapport d'auscultation de la digue des FOUILLOUX envoyé à la DRIRE Aquitaine en date du 12 octobre 2006. Les bornes du suivi topométrique sont localisées sur le plan n°3 :

- sur le cavalier de pied (3 bornes),
- sur la crête de la digue (3 bornes),
- sur l'ancien bassin (7 bornes qui ont toutes été remplacées suite aux travaux)

En crête, les valeurs de déplacements mesurées (de 1999 à 2005) ne semblent pas se ralentir quand on compare les valeurs mesurées au cours des campagnes successives. Elles correspondent au phénomène de consolidation de la fondation ou de la digue. Ce phénomène peut continuer à se développer sur plusieurs années.

Un phénomène oscillatoire des mesures est observé (déplacements mesurés successivement positifs, négatifs puis positifs à nouveau...). Les oscillations, d'amplitude 15 mm au maximum, sont difficilement interprétables.

Néanmoins, les valeurs mesurées restent dans la gamme des valeurs généralement rencontrées pour des remblais de cette hauteur. L'annexe n°4 présente les courbes d'évolution topométriques de la digue et du stockage sur ses différents plots d'auscultation.

8.2. *Etude de danger relative à la stabilité de la digue*

Dans l'hypothèse critique du scénario de rupture de la digue, il n'y aurait aucun impact humain.

Compte tenu de la faible densité de constructions dans le tronçon étudié de la vallée, et du fait que l'agglomération principale (JUMILHAC LE GRAND) est située au minimum 50 m au dessus du lit de la rivière, on peut conclure que les conséquences d'une rupture de digue du BOURNEIX seraient très limitées à l'aval, et comparable à celle d'une crue naturelle exceptionnelle de l'ISLE.

L'entraînement des sédiments (sédiments fins stockés et sables constituant le remblai aval) lié à la rupture de la digue devraient rester limité. En effet :

- le volume d'eau emmagasiné dans les sédiments étant très faible, le temps correspondant d'érosion est estimé à quelques dizaine de minutes tout au plus,
- le sable du remblai aval possède une résistance mécanique suffisante pour s'opposer à un transport rapide par les eaux de la retenue,
- le ruisseau Noir a un cours perpendiculaire au ruisseau des Fouilloux, sur lequel est située la digue, et ce changement de direction provoque un obstacle important à l'écoulement de matières solides,
- la pente du ruisseau Noir est égale à 3%, pente nettement inférieure à la pente d'équilibre des sédiments

D'après le cabinet d'études ISL, l'ensemble de ces raisons permet de penser qu'il est très peu probable qu'un entraînement significatif de sédiments ait lieu au delà du ruisseau Noir.

L'annexe n°5 présente l'étude de danger réalisée par le cabinet d'études ISL relative à la stabilité de la digue.

9. SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DU VECTEUR EAU

9.1. EAUX TRANSITANT PAR LE PIED DE DIGUE

9.1.1. Données piézométriques

Les mesures de niveaux des eaux de la digue des FOUILLOUX concernent 9 piézomètres (piézomètres de A à I localisés sur le plan n°2). Ces mesures sont effectuées mensuellement par les agents en charge de la surveillance du site minier du BOURNEIX. Ces données sont analysées annuellement par le cabinet d'étude indépendant ISL dans le cadre de l'auscultation annuelle de la digue des FOUILLOUX.

Le bilan des résultats de 1993 à 2005 est repris dans le dernier rapport d'auscultation de la digue des FOUILLOUX. L'expert conclut ainsi : « *Les niveaux piézométriques sont stables et ne montrent pas de dérive particulière. Ils sont proches du niveau du terrain naturel de la digue, ce qui témoigne des propriétés drainantes du remblai* ».

9.1.2. Mesures de débit de drain

Les résultats des débits mesurés à l'exutoire du drain aval de la digue des FOUILLOUX sont expertisés par le cabinet d'études ISL et sont partie intégrante du rapport d'auscultation de la digue.

Les débits des eaux de drain de digue ont connu une dérive à la hausse jusqu'en 2001 et se sont stabilisés à la fin de l'exploitation de la mine. Ces débits ont subi une hausse début 2003, lors du démarrage du réaménagement de la lagune. Ceci s'explique par le fait que les eaux de drainage des versants étaient dirigées vers la lagune et non plus vers le pied aval de la digue.

Depuis la collecte des eaux de drainage du versant rive gauche, les débits se sont à nouveau stabilisés.

De mars à juillet 2006, les débits de drain de la digue ont été assez élevés (de 13,5 à 17,5 m³/h) liés probablement à la surcharge apportée à l'amont de la digue par la couverture étanche. L'évolution du débit d'eau collecté en pied de digue après les travaux de réaménagement est représentée sur la figure n°2. L'épaisseur de matériau rapporté (jusqu'à 3 m), peut réamorcer une consolidation du terrain sous-jacent et donc favoriser l'expulsion des eaux dans ce terrain.

D'ici les mois à venir, on devrait observer une baisse des débits de fuite après une première phase de consolidation.

A long terme, on peut s'attendre à une amélioration de la qualité de l'eau avec un écoulement toujours important dans le drain lié aux diverses infiltrations (cf bilan hydrique évoqué au § 7).

9.2. EAUX SUPERFICIELLE

9.2.1. Circuit des eaux de contournement du site de stockage

Le circuit des eaux de la digue et du site de stockage est marqué par deux émissaires :

- Les eaux de contournement du site de stockage

Elles sont issues du bassin versant amont du ruisseau des FOUILLOUX et du ruissellement des bassins versants latéraux.

Les travaux engagés ont dérivé ces eaux, à partir d'une prise d'eau amont, en périphérie du site de stockage pour permettre un rejet direct dans le ruisseau NOIR.

► Les eaux de drain du pied de digue

Le drain de pied de digue assure la collecte des eaux infiltrées dans le stockage. La percolation de ces eaux au travers du stockage leur confère une charge non négligeable en arsenic total. Elles sont collectées dans le drain au point de contrôle n°4 BNX, localisé sur le plan n°3 et pompées en direction de la station de traitement des rejets liquides (STRL).

Avant traitement ces eaux en provenance de la digue sont contrôlées au point n°5 BNX puis mélangées aux eaux des travaux miniers souterrains dans un bassin de réception avant traitement.

Les travaux de recouvrement du site de stockage devraient progressivement réduire ce débit.

9.2.2. Station de traitement des effluents liquides

La station de traitement des rejets liquides a été mise en service sur le site minier de CROS GALLET (et usine du BOURNEIX) en 1989.

Elle traite actuellement conjointement les eaux de deux origines :

- les eaux de la digue à stérile de flottation des FOUILLOUX, collectés en pied de digue ;
- les eaux d'exhaure de la mine souterraine.

Les eaux de la digue des FOUILLOUX sont acheminées par canalisation vers le bassin n°1 de la STRL où elles sont traitées. Depuis 2003, la STRL se compose de 5 bassins actifs, numérotés de l'amont vers l'aval 6, 1, 2, 4 et 5, représenté sur la figure n°3.

Le principe du traitement des eaux arsénisées est basé sur la précipitation de l'arsenic soluble dans les eaux par son adsorption sur un oxy-hydroxyde ferrique par l'ajout de chlorure ferrique. Pour assurer une bonne décantation le traitement est complété par ajout d'un flocculant.

Les normes de rejet sont fixées par l'arrêté préfectoral n° 2004-113 du 21 janvier 2004 relatif à la déclaration d'arrêt définitif de travaux et d'utilisation d'installations minières du site de CROS GALLET :

◆ As total	: 0,1 mg/l
◆ MES	: 30 mg/l
◆ pH	: compris entre 5,5 et 8,5.

Il est également prescrit que l'impact du rejet dans la rivière ISLE devra être, en moyenne annuelle, limité à une teneur ajoutée en arsenic de 10 µg/l.

La difficulté du traitement résultait, à l'origine, de la nature différente des eaux arrivant en entrée de station (eaux TMS, eaux pied de digue, eaux de lagune).

Différents tests ont donc été réalisés par le Service d'Etudes de Procédés et d'Analyses de AREVA NC en décembre 2003, février et mars 2004. Ces tests ont conduit à une optimisation des moyens pour réduire les rejets en arsenic (homogénéisation des flux dans un bassin, préparation du flocculant avec de l'eau de distribution en remplacement de l'eau industrielle précédemment utilisée).

9.2.3. Qualité du rejet et impact sur le milieu naturel

Le plan n°3 présente la localisation des points de contrôle pour vérifier la qualité des eaux.

▲ Origine et fréquence des analyses

SMB assure avec une fréquence hebdomadaire des prélèvements (analysés au laboratoire SEPA de BESSINES SUR GARTEMPE, accrédité COFRAC depuis 1996) régi dans l'arrêté préfectoral n° 2004-113 du 21 janvier 2004 :

- eau de la mine souterraine (prélèvements instantanées) : point de contrôle n°3 BNX
- eau provenant de la digue et du pompage de la digue : point n° 4 BNX et 5 BNX
- eau du bassin de réception, avant traitement à la STRL : point n°1 BNX
- eau sortie de la STRL : point n°2 BNX

Le SEPA assure également dans le cadre de cet arrêté préfectoral, les analyses de l'eau du ruisseau NOIR prélevé mensuellement par SMB:

- eau du ruisseau NOIR amont : point n°7 BNX
- eau du ruisseau NOIR aval : point n°8 BNX

Le SEPA analyse pour tous ces points, l'arsenic total, le pH, les matières en suspension, ainsi que l'arsenic soluble pour le rejet.

Le laboratoire des eaux de la ville de LIMOGES assure quant à lui, les prélèvements et analyses suivants:

- eau sortant de la STRL, à un rythme mensuel, mais en prélèvement instantané donc moins représentatif que le prélèvement continu réalisé par SMB)
- eau de l'ISLE en amont et aval de nos rejets à un rythme mensuel en prélèvement instantané.

Le Laboratoire de la ville de LIMOGES analyse l'arsenic total pour tous ces points ainsi que le pH et les matières en suspension pour le rejet.

▲ Impact du vecteur eau de surface sur le milieu naturel

Le tableau ci-dessous présente les valeurs moyennes annuelles pour l'arsenic total de 2002 à fin décembre 2006.

As total mg/l	2002	2003	2004	2005	2006
Drain pied de digue : n°4 BNX	8.66	9.78	10.77	10.83	11.61
Pompage digue : n°5 BNX	7.19	6.91	6.59	7.18	7.21
Entrée STRL : n°1 BNX	2.53	2.72	2.24	2.69	2.47
Sortie STRL : n°2 BNX	0.106	0.107	0.078	0.072	0.080
ISLE amont	0.024	0.021	0.019	0.035	0.018 *
ISLE aval	0.031	0.027	0.021	0.036	0.022 *
Ruisseau NOIR amont : n°7 BNX	2.710	0.023	0.035	0.05	0.027
Ruisseau NOIR aval : n°8 BNX	2.712	0.022	0.021	0.035	0.025

Tableau n° 1 : Concentration annuelle moyenne en As total

* : Valeur moyenne de janvier à fin novembre 2006

Evolution de la qualité des eaux de la digue avant le traitement :

- Drain pied de digue et pompage:

Les eaux qui percolent dans le stockage des stériles de flottation se chargent en arsenic avant de sortir en pied de digue. Ces eaux sont recueillies en sortie de drain de pied de digue et envoyées pour traitement à la STRL. La figure n°4 présente l'évolution hebdomadaire de la qualité de ces eaux. On constate que ces mêmes eaux en sortie de pompage, (soit un peu plus d'un kilomètre de conduite plus loin), ont des concentrations plus faibles que les eaux contrôlées en pied de digue.

- Entrée STRL : bassin de réception n°1:

Le bassin de réception de la STRL réceptionne les eaux pompées du pied de digue ainsi que les eaux de l'exhaure des travaux miniers souterrains. La qualité de ces eaux avant traitement est stable autour de 2.5 mg/l depuis 2002.

Au cours des trois dernières années le débit des eaux à traiter tend à diminuer.

	2002		2003		2004		2005		2006	
	Débit m3/h	As total mg/l	Débit m3/h	As total mg/l	Débit m3/h	As total mg/l	Débit m3/h	As total mg/l	Débit m3/h	As total mg/l
Entrée STRL : n°1 BNX		2.53	61	2.72	72	2.24	51	2.69	50	2.47

Tableau n° 2: Concentration annuelle moyenne en As total et débit pour les eaux avant traitement

Sortie STRL : bassin n°5: les figures n°4 et n°5 présentent les résultats hebdomadaires des eaux traitées. On constate depuis 2004 que les concentrations moyennes annuelles en arsenic total des rejets après traitement s'établissent à moins de 0.1 mg/l.

Impact sur les rivières :

- ▲ L'ISLE : Cette rivière réceptionne les eaux de rejet de la STRL

L'impact du site de CROS GALLET sur la qualité des eaux de l'ISLE a une concentration ajoutée en arsenic de 7 µg/l en 2002 et 4 µg/l de janvier à fin novembre 2006. Ces valeurs sont globalement en décroissance et limitées à un très faible impact, de l'ordre de grandeur du microgramme par litre.

- ▲ Le ruisseau NOIR : Il circule en contrebas de la digue, des analyses sont effectuées en amont et en aval de la digue des FOUILLOUX. Depuis 2003, aucune différence entre l'amont et l'aval n'a été mesurée. L'impact de la digue et du site de stockage sur le ruisseau NOIR est nul comme en atteste les résultats du tableau n° 1.

10. POURSUITE DE LA SURVEILLANCE

L'arrêté préfectoral du 5 mai 2004 portant sur la surveillance du stockage des stériles de flottation et de la digue planifie que :

Article 3 : Stabilité

Des plots d'auscultations en nombre suffisants sont placés au niveau de la lagune, de la crête et du cavalier de pied de digue.

Des piézomètres en nombre suffisants sont installés dans le parement aval de la digue. La cote piézométrique doit être relevée tous les mois pour vérifier la hauteur d'eau.

Les mouvements de terrains en coordonnées X, Y, Z doivent être vérifiés tous les ans.

Une visite d'expert sera réalisée chaque année pour vérifier la stabilité de la digue, et le rapport d'expertise sera transmis à l'inspecteur des installations classées. au niveau de la lagune, de la crête et du cavalier de pied de digue.

Article 4 : Traitement des eaux

Les eaux d'infiltration sont collectées dans un bassin en pied de digue. Ces eaux sont pompées et traitées dans l'installation de traitement autorisée par l'arrêté du 24 mai 1982 susvisé. Le volume pompé est mesuré en continu. Un relevé mensuel sera effectué dans un registre.

Article 6 : Surveillance de l'environnement

Des prélèvements et des analyses mensuels des eaux du ruisseau NOIR seront réalisées en un point amont et un point aval du site.

SMB propose le maintien de ces prescriptions sur une durée de 5 ans, à l'issue de laquelle un bilan sera établi en vue de leur aménagement ou de leur suppression.

11. RESTRICTION D'USAGE DU FONCIER

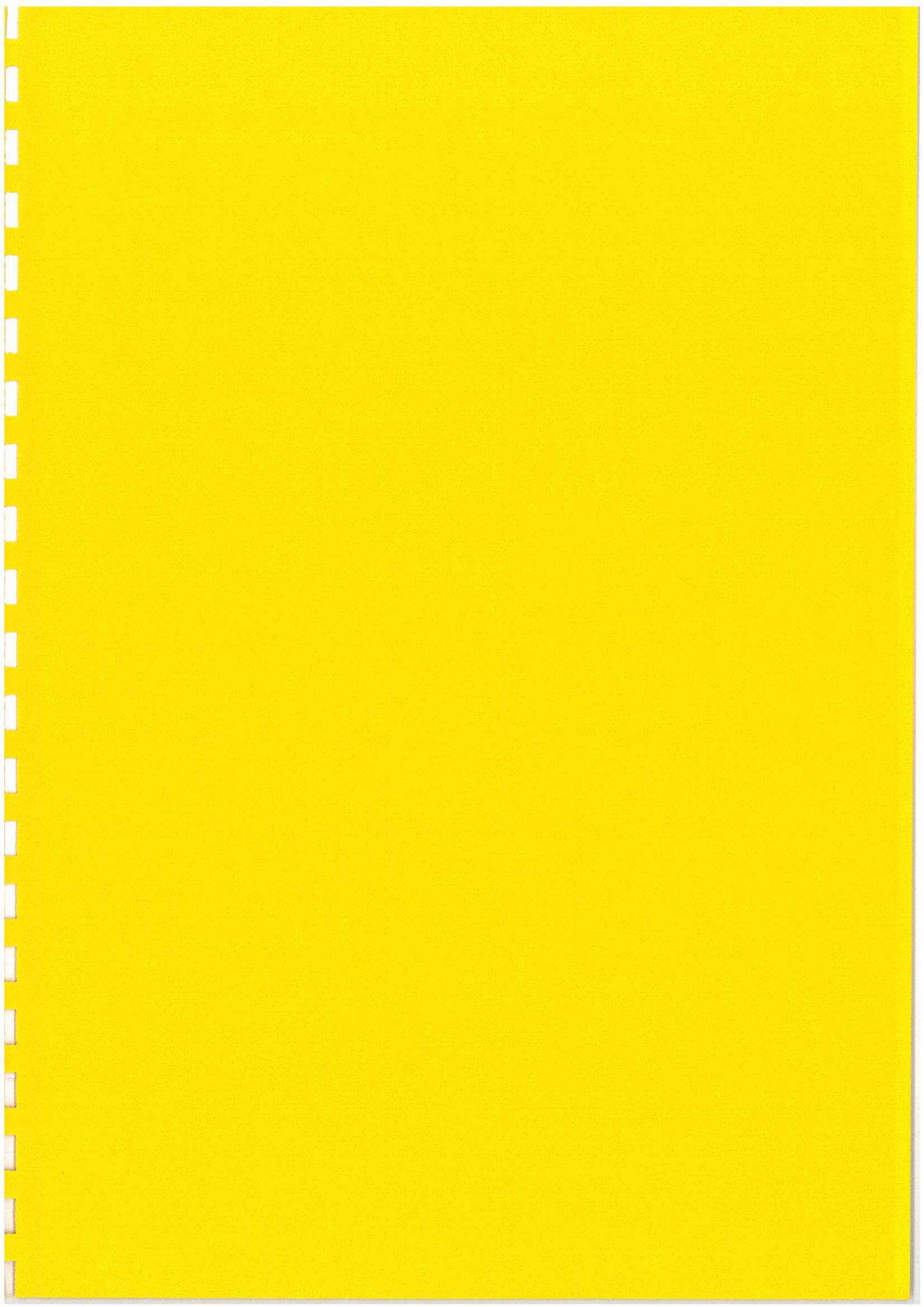
Conformément à l'article 7 de l'arrêté complémentaire du 5 mai 2004 portant sur la surveillance du stockage des stériles de flottation et de la digue du site des FOUILLOUX, une restriction d'usage a été mise en place sur les parcelles listées en annexe 6 et localisées en annexe 7, situées à l'intérieur du périmètre clôturé de SMB.

Ces parcelles sont soumises aux interdictions ci après :

- de construction de toute nature,
- de travaux de voirie sauf ceux nécessaires à l'accès du site et à son entretien,
- de tous travaux d'enfouissements, de sondage et de forage,
- de cultures agricoles et potagères.

Depuis le mois de mai 2005, la Société des Mines du BOURNEIX a effectué la demande d'enregistrement de ces parcelles au bureau des hypothèques suivant une procédure de servitudes.

L'acte notarié d'enregistrement des servitudes a été signé le 3 janvier 2007, puis à compter de cette date, le notaire dispose de deux mois pour faire l'enregistrement au service des hypothèques.



PLANS

PLAN n°1	Digue des FOUILLOUX : plan de localisation	
PLAN n°2	Secteur des FOUILLOUX Après travaux de réaménagement	1/ 1 000
PLAN n°3	Point de contrôle des eaux au pourtour de la digue des FOUILLOUX	1/ 10 000

FIGURES

- FIGURE n°1 Coupe de principe du réaménagement du stockage des stériles de flottation.
- FIGURE n°2 Evolution du débit d'eau collecté en pied de digue depuis les travaux de réaménagement.
- FIGURE n°3 Station de traitement des eaux du site de CROS GALLET
- FIGURE n°4 Evolution de la concentration en As total des eaux de la digue du FOUILLOUX
- FIGURE n°5 Evolution de la concentration en As total des eaux sortant de la STRL

Figure n°1: Coupe de principe du réaménagement du stockage des stériles de flottation

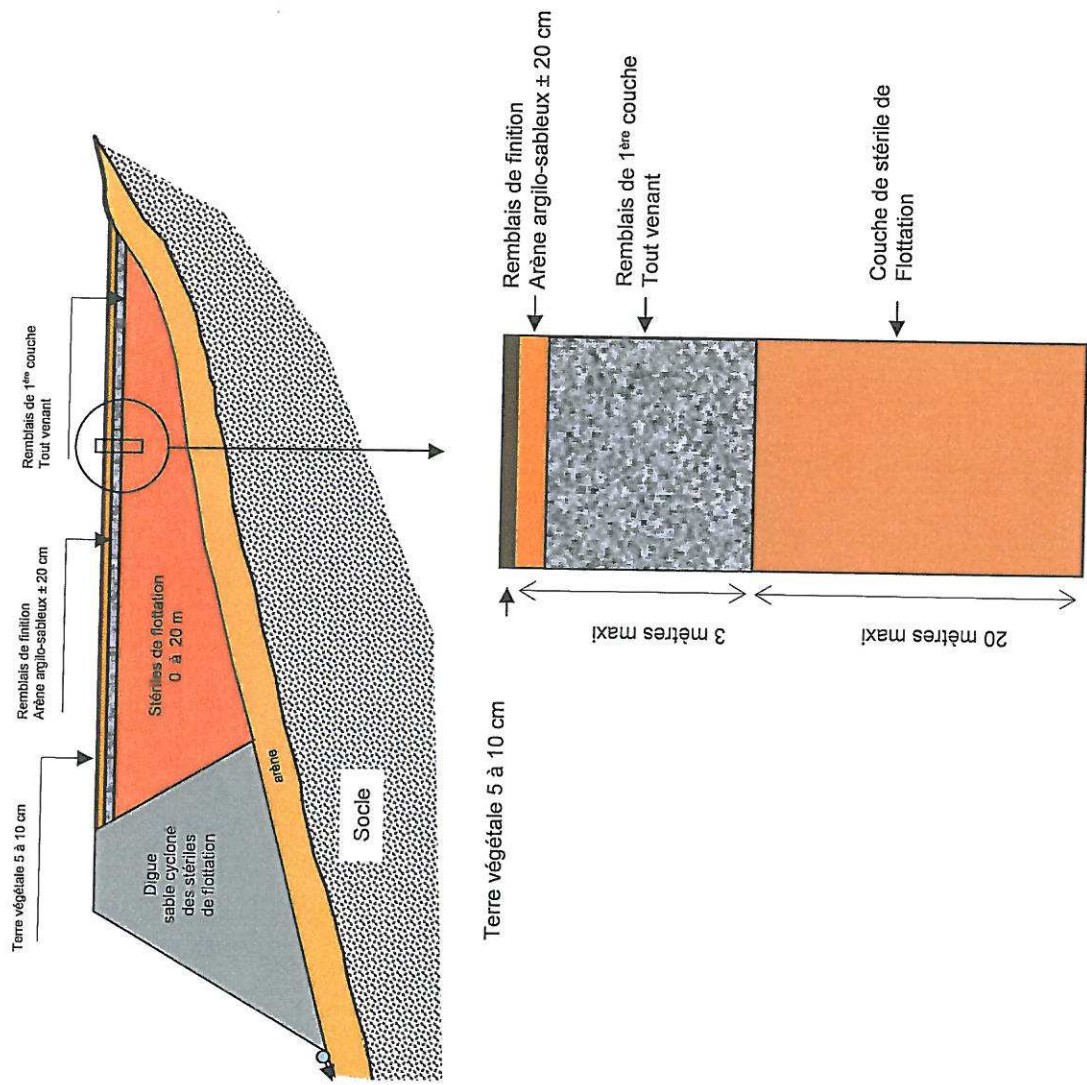


FIGURE n°2: Evolution du débit d'eau collecté en pied de digue

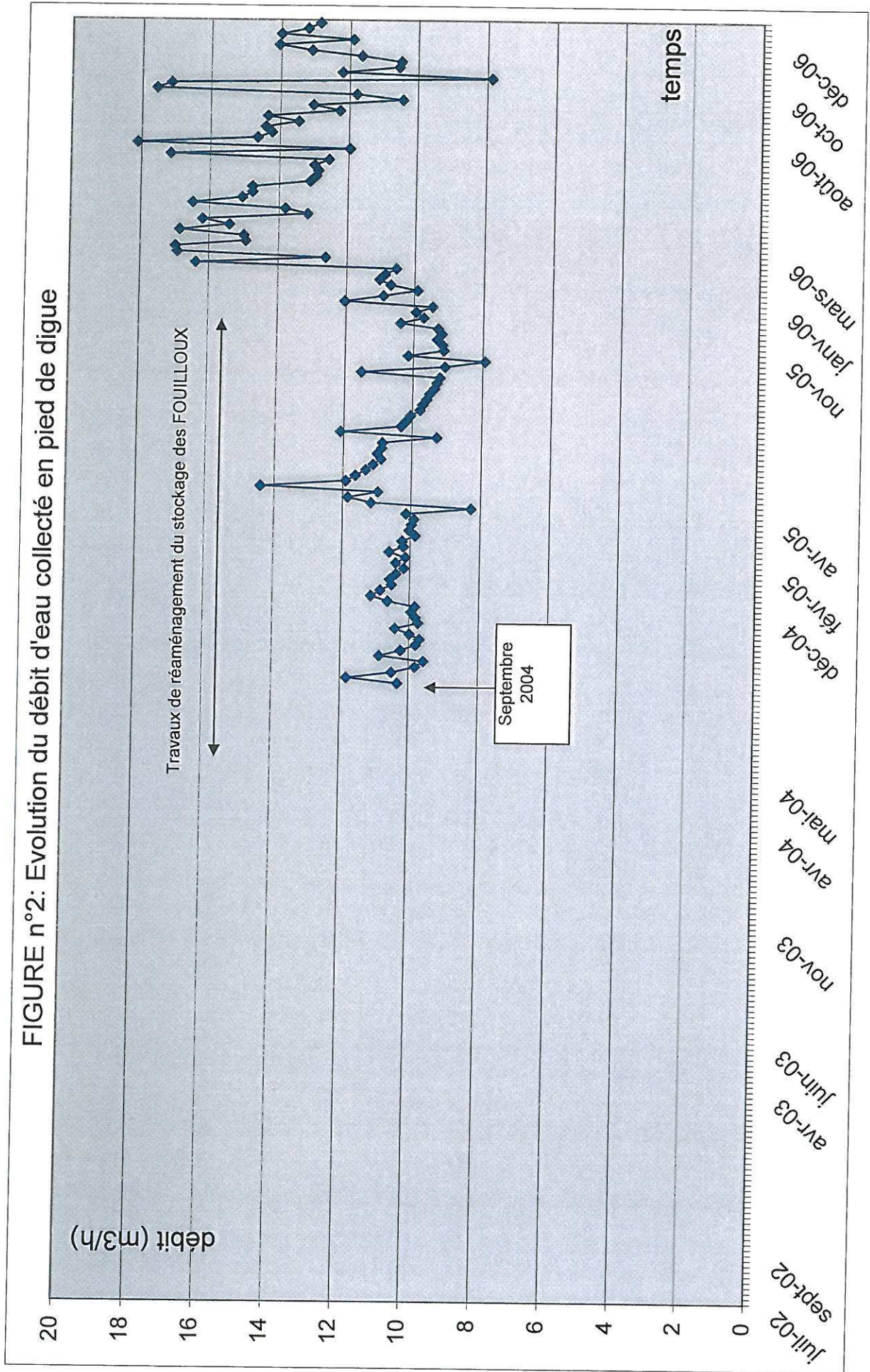


FIGURE N°3 : LE BOURNEIX – TRAITEMENT DES EAUX DU SITE DE CROS GALLET

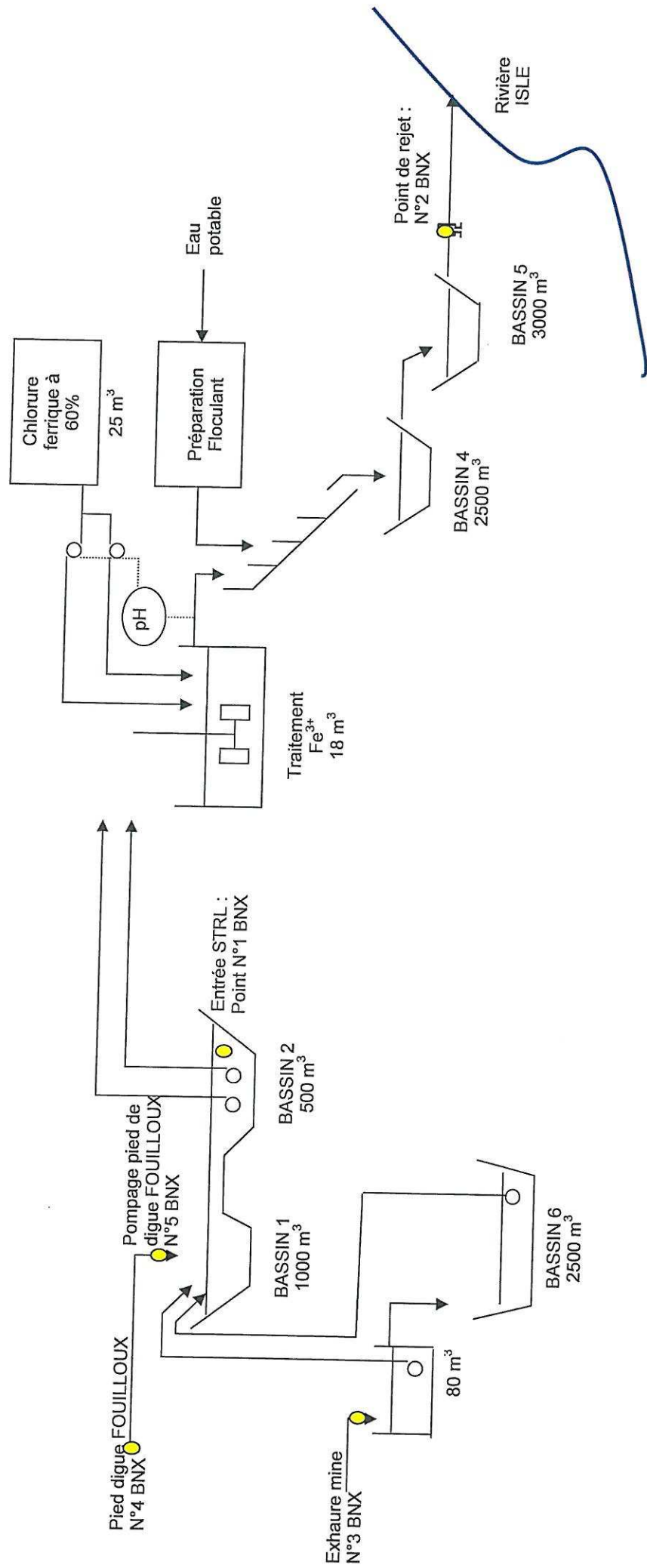


FIGURE n°4: Evolution de la concentration en As total des eaux de la digue du FOUILLOUX

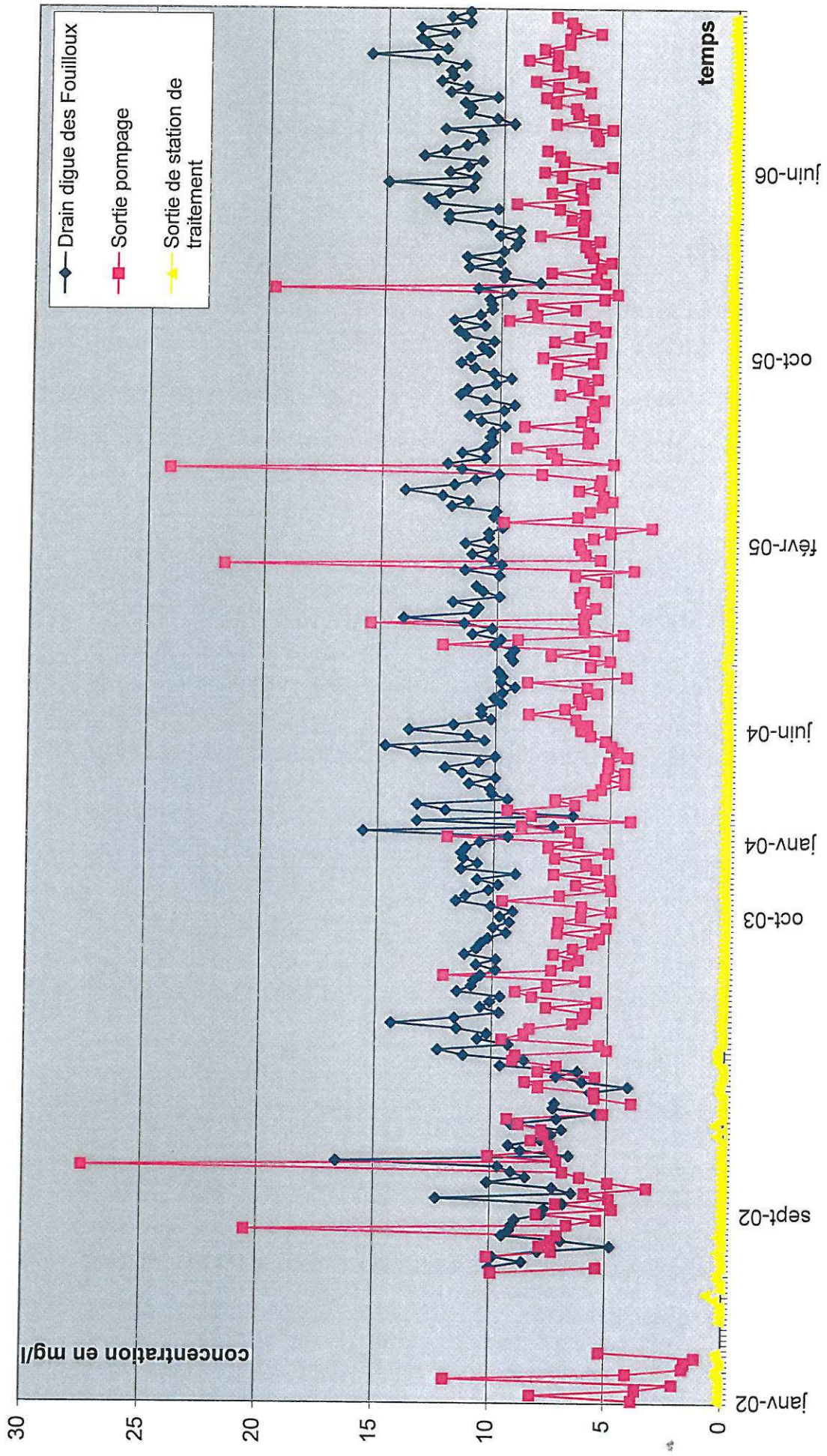
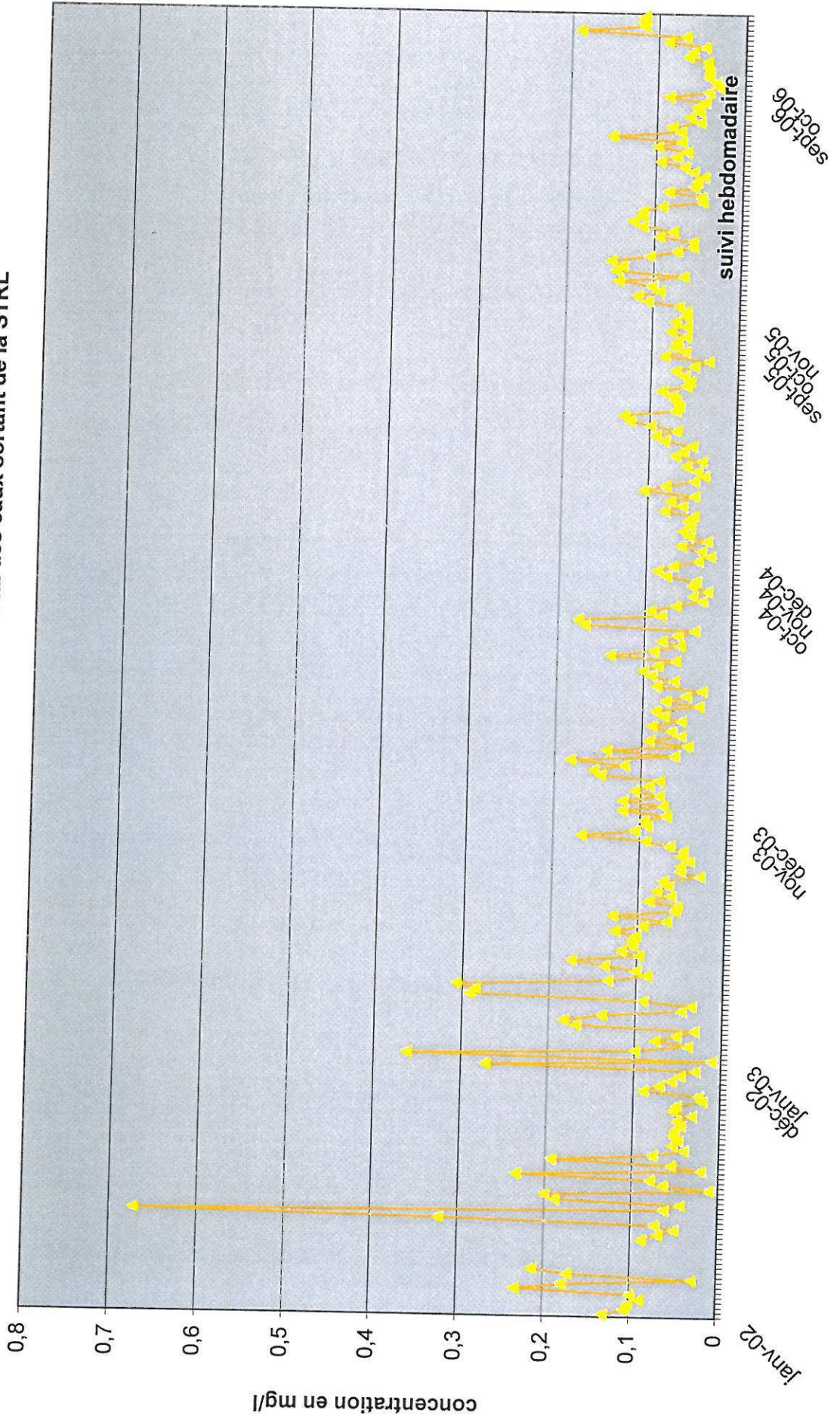


FIGURE n°5: Evolution de la concentration en As total des eaux sortant de la STRL



ANNEXES

ANNEXE n°1 Etude hydraulique du bassin versant de la digue des FOUILLOUX et dimensionnement des ouvrages de collecte des eaux - avril 2004

ANNEXE n°2 Etude de la perméabilité superficielle et densité sur le recouvrement du stockage

ANNEXE n°3 Bilan hydrique du bassin de stockage de stériles de flottation – février 2007

ANNEXE n°4 Courbes d'évolution topométriques de la digue et du stockage sur ses différents plots d'auscultation

ANNEXE n°5 Etude de danger relative à la stabilité de la digue – janvier 1989

ANNEXE n°6 Listing des parcelles soumises à restriction d'usage

ANNEXE n°7 Localisation géographique des parcelles soumises à restriction d'usage

ANNEXE n°1



COGEMA

Etablissement de BESSINES

**ETUDE HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE
LA DIGUE DES FOUILLOUX**

Calcul du débit de crue pour une période de retour de 100 ans

AVRIL 2004

La méthode de calcul utilise la relation de CAQUOT (méthode superficielle du calcul du débit de pointe en assainissement urbain).

Elle s'applique pour des petits bassins versants urbanisés, aux terrains relativement imperméables et dont la couverture végétale est faible.

Pour l'étude présente les limites de validité sont presque atteintes avec des pentes pouvant être supérieures à 5 % et des coefficients de ruissellement inférieurs à 0,20. Toutefois cette méthode, introduisant un effet de laminage et un coefficient d'abattement des pluies selon la surface du bassin, peut cependant être utilisée pour avoir un ordre de grandeur « maximal » des débits de pointe.

Ainsi, le débit instantané maximal est défini par la relation :

$$QIX_{\text{brut}} = k^{1/u} \times I^{v/u} \times C^{1/u} \times A^{w/u} \text{ en } m^3 \cdot s^{-1}$$

avec :

I : pente moyenne du bassin versant (en $m \cdot m^{-1}$)

C : coefficient de ruissellement défini comme le rapport de la surface imperméabilisée sur la surface totale

A : superficie du bassin versant (en ha)

$$k : \frac{a(T) \times 0,5^{b(T)}}{6,6}$$

avec a (T) et b (T) définis pour une période moyenne de retour donnée T et variant selon la région

$$u : 1 + 0,287 b(T)$$

$$v : - 0,41 b(T)$$

$$w : 0,95 + 0,507 (b) T.$$

Le débit ainsi calculé est un débit brut ; il doit être corrigé par un terme correcteur m pour tenir compte de la forme du bassin. En effet, un bassin versant de forme ramassée répond plus rapidement qu'un bassin de forme allongée. Le débit varie donc avec l'inverse de l'allongement M du bassin versant :

$$m = \left(\frac{M}{2} \right)^{0,84 b(T)/u}$$

$$\text{avec } M = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

L étant la longueur du chemin hydraulique le plus long depuis l'exutoire (en m), donc

$$QIX_{\text{corrigé}} = m QIX_{\text{brut}}.$$

La formule de CAQUOT a été définie pour des périodes de retour au plus égales à 10 ans. L'ITRRRAA recommande de multiplier le débit décennal par un facteur f égal à 2 pour obtenir un ordre de grandeur du débit correspondant à une période de retour de 100 ans.

Valeurs des paramètres utilisés pour l'étude présente

↪ Pour une période de retour de 10 ans, avec un ajustement de la loi de MONTANA sur les pluies de durée de 6 mn à 2 heures, dans le département de la Dordogne (région 2), ont été utilisés

$$a(T) = 6,7 ; b(T) = - 0,55.$$

Remarque : ces mêmes paramètres pour le département limitrophe de la Haute-Vienne (région 1) donnent $a(T 10) = 5,9$ et $b(T) = - 0,59$.

↪ Le coefficient de ruissellement C est le paramètre influençant le plus les calculs. La surface A et la pente I n'entraînent qu'une erreur relative moindre, du fait de son exposant faible. Ainsi, les valeurs C utilisées sont :

$C = 0,05$ pour les surfaces boisées (bassins versants amont et périphérique au stockage),
 $C = 0,15$ pour des petits bassins versants assez imperméables (couverture sur zone de stockage).

(Autres références : 0,20 pour les allées en gravier ; 0,35 pour des voies en macadam).

RESULTATS

Les résultats sont figurés par bassins versants sur l'annexe jointe. Il apparaît que :

▶ Le bassin versant amont, avec un coefficient de ruissellement de 0,05, produirait un débit de pointe maxi centennal de l'ordre de $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Le canal périphérique nord devra être dimensionné pour évacuer ce débit auquel il faut rajouter $0,23 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ du bassin versant latéral nord et $0,90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de la zone de stockage (partie nord - coefficient de ruissellement de 0,15).

▶ Le canal périphérique sud devra évacuer $0,43 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ issu du bassin versant latéral sud auquel se rajoute $0,52 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de la zone de stockage (partie sud).

DIGUE DES FOUILLOUX

CALCUL DU DEBIT DE CRUE CENTENNALE PAR SOUS BASSINS VERSANTS

Bassin versant Onest		
a(T)	Coeff ITTRRA selon région	6,7
b(T)	Coeff ITTRRA selon région	-0,55
L	Longueur du bassin en m	600
k	$k = (a(T) * 0,5^{b(T)}) / 6,6$	1,486
u	$u = 1 + 0,287 * b(T)$	0,842
1/u		1,187
v	$v = -0,41 * b(T)$	0,226
v/u		0,268
w	$w = 0,95 + 0,507 * b(T)$	0,671
w/u		0,797
A en ha	Surface du bassin en ha	31,5
C	Coefficient de ruissellement	0,05
I	Pente moyenne en m/m	0,07
M	L/Racine(A)	1,069
m	$m = (M/2)^{(0,84 * b(T)/u)}$	1,410
k(1/u)		1,601
I(v/u)		0,491
C(1/u)		0,029
A(w/u)		15,634
Q(T10)	$Q(T10) = k^{1/u} * I^{v/u} * C^{1/u} * A^{w/u}$ en $m^3.s^{-1}$	0,35
Qcorrigé	$Qcorrigé = m * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,49
QT100	$Q(T10) = 2 * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,99

Bassin versant Sud		
a(T)	Coeff ITTRRA selon région	6,7
b(T)	Coeff ITTRRA selon région	-0,55
L	Longueur du bassin en m	200
k	$k = (a(T) * 0,5^{b(T)}) / 6,6$	1,486
u	$u = 1 + 0,287 * b(T)$	0,842
1/u		1,187
v	$v = -0,41 * b(T)$	0,226
v/u		0,268
w	$w = 0,95 + 0,507 * b(T)$	0,671
w/u		0,797
A en ha	Surface du bassin en ha	9,0
C	Coefficient de ruissellement	0,05
I	Pente moyenne en m/m	0,05
M	L/Racine(A)	0,667
m	$m = (M/2)^{(0,84 * b(T)/u)}$	1,827
k(1/u)		1,601
I(v/u)		0,448
C(1/u)		0,029
A(w/u)		5,761
Q(T10)	$Q(T10) = k^{1/u} * I^{v/u} * C^{1/u} * A^{w/u}$ en $m^3.s^{-1}$	0,12
Qcorrigé	$Qcorrigé = m * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,22
QT100	$Q(T10) = 2 * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,43

Bassin versant Nord		
a(T)	Coeff ITTRRA selon région	6,7
b(T)	Coeff ITTRRA selon région	-0,55
L	Longueur du bassin en m	100
k	$k = (a(T) * 0,5^{b(T)}) / 6,6$	1,486
u	$u = 1 + 0,287 * b(T)$	0,842
1/u		1,187
v	$v = -0,41 * b(T)$	0,226
v/u		0,268
w	$w = 0,95 + 0,507 * b(T)$	0,671
w/u		0,797
A en ha	Surface du bassin en ha	3,5
C	Coefficient de ruissellement	0,05
I	Pente moyenne en m/m	0,05
M	L/Racine(A)	0,535
m	$m = (M/2)^{(0,84 * b(T)/u)}$	2,062
k(1/u)		1,601
I(v/u)		0,448
C(1/u)		0,029
A(w/u)		2,714
Q(T10)	$Q(T10) = k^{1/u} * I^{v/u} * C^{1/u} * A^{w/u}$ en $m^3.s^{-1}$	0,06
Qcorrigé	$Qcorrigé = m * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,11
QT100	$Q(T10) = 2 * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,23

Bassin versant stockage (PARTIE Nord)		
a(T)	Coeff ITTRRA selon région	6,7
b(T)	Coeff ITTRRA selon région	-0,55
L	Longueur du bassin en m	500
k	$k = (a(T) * 0,5^{b(T)}) / 6,6$	1,486
u	$u = 1 + 0,287 * b(T)$	0,842
1/u		1,187
v	$v = -0,41 * b(T)$	0,226
v/u		0,268
w	$w = 0,95 + 0,507 * b(T)$	0,671
w/u		0,797
A en ha	Surface du bassin en ha	15
C	Coefficient de ruissellement	0,15
I	Pente moyenne en m/m	0,005
M	L/Racine(A)	1,291
m	$m = (M/2)^{(0,84 * b(T)/u)}$	1,271
k(1/u)		1,601
I(v/u)		0,242
C(1/u)		0,105
A(w/u)		8,655
Q(T10)	$Q(T10) = k^{1/u} * I^{v/u} * C^{1/u} * A^{w/u}$ en $m^3.s^{-1}$	0,35
Qcorrigé	$Qcorrigé = m * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,45
QT100	$Q(T10) = 2 * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,90

Bassin versant stockage (PARTIE Sud)		
a(T)	Coeff ITTRRA selon région	6,7
b(T)	Coeff ITTRRA selon région	-0,55
L	Longueur du bassin en m	500
k	$k = (a(T) * 0,5^{b(T)}) / 6,6$	1,486
u	$u = 1 + 0,287 * b(T)$	0,842
1/u		1,187
v	$v = -0,41 * b(T)$	0,226
v/u		0,268
w	$w = 0,95 + 0,507 * b(T)$	0,671
w/u		0,797
A en ha	Surface du bassin en ha	9
C	Coefficient de ruissellement	0,15
I	Pente moyenne en m/m	0,005
M	L/Racine(A)	1,667
m	$m = (M/2)^{(0,84 * b(T)/u)}$	1,105
k(1/u)		1,601
I(v/u)		0,242
C(1/u)		0,105
A(w/u)		5,761
Q(T10)	$Q(T10) = k^{1/u} * I^{v/u} * C^{1/u} * A^{w/u}$ en $m^3.s^{-1}$	0,23
Qcorrigé	$Qcorrigé = m * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,26
QT100	$Q(T10) = 2 * Q(T10)$ en $m^3.s^{-1}$	0,52

DIMENSIONNEMENT DU FOSSE NORD

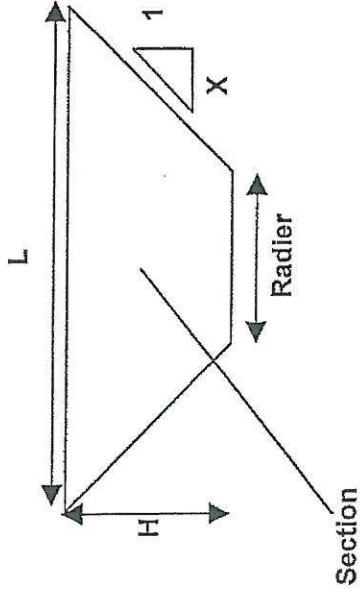
Calcul pour la crue Centennale:

Canal fossé naturel ordinaire: $K_s=40$
 Pente de : 0,6%

Radier (m)	0,5
Hauteur (m)	0,75
Pente Canal (m/ml)	0,006
X horiz / 1 Vert	2
K_s	40

Conditions d'écoulement FLUVIAL

> Hauteur Critique	0,97	##
< Pente Critique	0,0092	OK



Section (m ²)	1,5
Périm Mouil (m)	3,85
Larg Libre (m)	3,5
Hm (m)	0,43
Coeff. R	0,39

< Vitesse Critique	3,09	OK
--------------------	------	----

Vitesse (m/s)	1,65
---------------	------

Formule de MANNING

Débit (m ³ /s)	2,48
Débit (m ³ /h)	8919

DIMENSIONNEMENT DU FOSSE SUD

Calcul pour la crue Centennale:

Canal fossé naturel ordinaire: $K_s=40$
 Pente de : 0,5%

Radier (m)	0,5
Hauteur (m)	0,4
Pente Canal (m/ml)	0,005
X horiz / 1 Vert	2
K_s	40

Conditions d'écoulement FLUVIAL

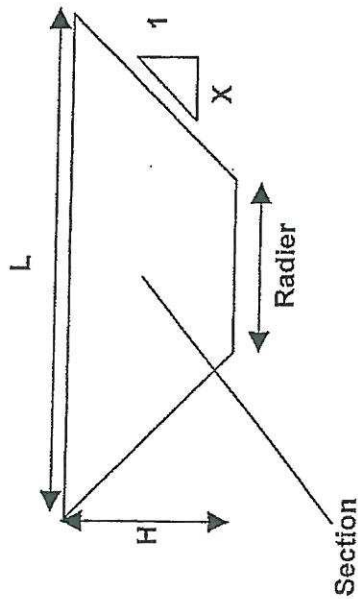
> Hauteur Critique	0,48	# #
< Pente Critique	0,0110	OK

Section (m ²)	0,52
Périm Mouil (m)	2,29
Larg Libre (m)	2,1
Hm (m)	0,25
Coeff. R	0,23

Vitesse (m/s)	1,05
---------------	------

Formule de MANNING

Débit (m ³ /s)	0,55
Débit (m ³ /h)	1971



< Vitesse Critique	2,17	OK
--------------------	------	----

DIMENSIONNEMENT DU CANAL EVACUATEUR

Calcul pour la crue Centennale:

Collecteur en béton: Ks=80

Pente de :

15%

Radier (m)	0,4
Hauteur (m)	0,3
Pente Canal (m/ml)	0,15
X horiz / 1 Vert	1
Ks	80

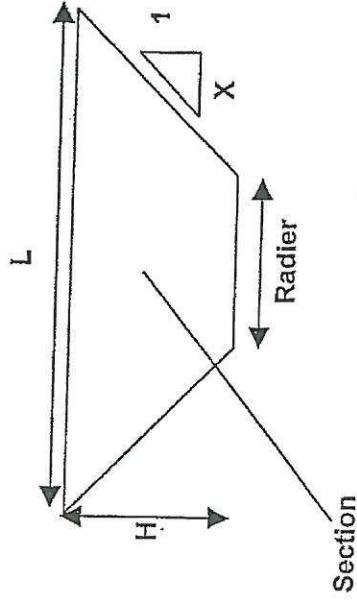
Conditions d'écoulement FLUVIAL

> Hauteur Critique	0,30	# #
< Pente Critique	0,0035	# #

Section (m ²)	0,21
Périm Mouil (m)	1,25
Larg Libre (m)	1
Hm (m)	0,21
Coef. R	0,17

Vitesse (m/s)	9,44
Formule de MANNING	

Débit (m ³ /s)	1,98
Débit (m ³ /h)	7137



< Vitesse Critique	1,73	# #
--------------------	------	-----



17 rue Mignet
87100 LIMOGES
☎ : 05.55.32.41.93
fax : 05.55.32.24.60

AREVA NC
1, avenue du Brugeaud
87250 BESSINES SUR GARTEMPE

Les mines du Bourneix

87 LE CHALARD

Mesure densités et perméabilités

Dossier : L06.21.075.A

Sommaire

1 - ESSAIS REALISES.....	3
2 - RESULTATS DES ESSAIS.....	3

1 – ESSAIS REALISES

Conformément à la demande du client les essais suivants ont été réalisés :

- 10 mesures des densités en place au densitomètre à membrane
- 10 mesures de perméabilité superficielles à l'infiltromètre double anneau (essais réalisés sous la couche de terre végétale d'environ 10 cm d'épaisseur)

Ces essais ont été réalisés aux emplacements définis par le client (extraits du schéma d'implantation annexés).

2 – RESULTATS DES ESSAIS

Les coupes relevées des sondages superficiels relevées sont les suivantes :

Essai 1

- de 0 à 6 cm Terre végétale
- de 6 à 10 cm Arènes sablo-argileuses ocre beige
- de 10 à 25 cm Arènes à blocs grises

Essai 2

- de 0 à 4 cm Terre végétale
- de 4 à 20 cm Arènes sablo-argileuses ocre beige

Essai 3

- de 0 à 5 cm Terre végétale
- de 5 à 20 cm Arènes sablo-argileuses à blocs ocre marron

Essai 4

- de 0 à 5 cm Limons terreux + blocs
- de 5 à 20 cm Arènes argileuses grises

Essai 5

- de 0 à 5 cm Terre végétale
- de 5 à 10 cm Arènes sableuses ocre beige
- de 10 à 25 cm Arènes à blocs grises

Essai 6

- de 0 à 5 cm Terre végétale
- de 5 à 20 cm Arènes sableuses ocre beige

Essai 7

- de 0 à 15 cm Terre végétale
- de 15 à 30 cm Arènes sableuses ocre beige

Essai 8

- de 0 à 11 cm Terre végétale
- de 11 à 25 cm Arènes sableuses ocre beige

Essai 9

- de 0 à 7 cm Terre végétale
- de 7 à 25 cm Arènes à blocs grises

Essai 10

- de 0 à 9 cm Terre végétale
- de 9 à 20 cm Arènes sableuses ocre marron

Les résultats des essais sont les suivants :

Perméabilité

Essai	Perméabilité en m/s
1	$1,0 \cdot 10^{-6}$
2	$4,0 \cdot 10^{-7}$
3	$1,2 \cdot 10^{-6}$
4	$2,6 \cdot 10^{-6}$
5	$7,3 \cdot 10^{-7}$

Essai	Perméabilité en m/s
6	$1,1 \cdot 10^{-6}$
7	$1,4 \cdot 10^{-6}$
8	$1,5 \cdot 10^{-6}$
9	$5,5 \cdot 10^{-7}$
10	$1,4 \cdot 10^{-6}$

Densités en place

Essais	Profondeur	teneur en eau W% nat	Poids volumique en kN/m ³	
			humide - γ_h	sec - γ_d
1	6 à 10 cm	10.9	17.3	15.6
	10 à 25 cm	11.2	22.3	20.0
2	4 à 20 cm	8.5	19.8	18.2
3	5 à 20 cm	8.0	20.8	19.2
4	5 à 20 cm	8.7	22.9	21.1
5	5 à 10 cm	9.4	18.7	17.1
	10 à 25 cm	7.1	22.7	21.2
6	5 à 20 cm	11.6	20.0	17.9
7	15 à 30 cm	8.5	20.6	19.0
8	11 à 25 cm	11.7	19.4	17.4
9	7 à 25 cm	10.3	20.0	18.1
10	9 à 20 cm	10.3	20.8	18.9

Compte rendu d'essais réalisé à LIMOGES, le 26 octobre 2006

L'Ingénieur chargé des essais


Eric HERBRETEAU

SOCIETE DES MINES DU BOURNEIX

DIGUE DES FOUILLOUX
JUMILHAC-LE-GRAND (24)

Bilan hydrique du bassin de stockage de stériles de flottation

Rapport

BURGEAP – Agence de Bordeaux
Bâtiment 51 - rue des Terres Neuves - 33130 BEGLES
Tél : 33 (0)5.56.49.38.22 – Fax : 33 (0)5.5649.89.69
agence.de.bordeaux@burgeap.fr

RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	1/8

SOCIETE DES MINES DU BOURNEIX

DIGUE DES FOUILLOUX
JUMILHAC-LE-GRAND

DORDOGNE (24)

Bilan hydrique du bassin de stockage de stériles de flottation

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport provisoire	12/02/2007		J. JOUBERT		H. BELZ		A. BARRERE	
Rapport final	19/12/2007	a	J. JOUBERT		H. BELZ		A. BARRERE	
		b						
		c						
		d						

Numéro de rapport :	RBx492a
Numéro d'affaire :	A18774
N° de contrat :	CBxZ070182
Domaine technique :	RE22
Mots clé du thésaurus	Ressource en eau souterraine, étude hydrogéologique, étude hydrogéologique locale

BURGÉAP – Agence de Bordeaux
 Bâtiment 51 – rue des Terres Neuves 33130 Bègles
 Téléphone : 33(0)5.56.49.38.22 Télécopie : 33(0)5.56.49.89.69
 e-mail : agence.de.bordeaux@burgeap.fr

RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	2/8

SOMMAIRE

1	Introduction : objet de l'étude	4
2	Contexte environnemental	4
2.1	Localisation du site d'étude	4
2.2	Contexte géologique	4
2.3	Contexte hydrogéologique	4
2.4	Contexte hydrographique	4
2.5	Données du bilan	5
3	Présentation du site	5
4	Bilan global	6
4.1	Sortie du stockage	6
4.2	Estimation des entrées dans le stockage	6
5	Conclusions	8

FIGURES

		Version
Figure n°1	Localisation du site d'étude	
Figure n°2	Localisation des bassins versants	
Figure n°3	Coupe du stockage de stériles de flottation	
Figure n°4	Coupe de la digue des Fouilloux	

ANNEXES

- Annexe 1 - Liste des documents consultés pour la réalisation de cette étude
- Annexe 2 - Fiche descriptive de la station hydrométrique de Cognac-sur-l'Isle
- Annexe 3 - Evolution du niveau d'eau dans les piézomètres de la digue et du débit de drain

RBx492a/A18774/CBxZ070182

JJ - HB - AnB

19/02/2007

3/8

1 Introduction : objet de l'étude

BURGÉAP a été mandaté par la Société des Mines du Bourneix (SMB) pour la réalisation du bilan hydrique du bassin de stockage de stériles de flottation de la digue des Fouilloux localisé sur la commune de Jumilhac-le-Grand (24). En effet, dans le cadre des opérations de suivi de la digue, la société SMB souhaite préciser le fonctionnement hydrogéologique du stockage.

Cette étude a été réalisée à l'aide des différents documents transmis par SMB listés en annexe 1.

2 Contexte environnemental

2.1 Localisation du site d'étude

Le bassin de stockage de stériles des Fouilloux est localisé au nord du hameau des Fouilloux, sur la commune de Jumilhac-le-Grand (24) (voir la figure 1), entre les villes de Saint-Yrieix-la-Perche (87) et Thiviers (24), à la limite entre les départements de la Dordogne et de la Haute-Vienne.

2.2 Contexte géologique

Le site d'étude se trouve en limite sud-ouest du Massif-Central, sur un gneiss micaschisteux (socle). Cette formation est localement entaillée par des leptynites et des granites.

2.3 Contexte hydrogéologique

D'une manière générale plusieurs types de nappes sont susceptibles d'être rencontrées dans les formations présentes au droit du site. La zone d'étude est située sur un secteur de socle caractérisé par une perméabilité hétérogène, du fait de circulations d'eau dans les zones fracturées non colmatées dans des formations très peu perméables. Deux types de nappes peuvent être rencontrées :

- **une nappe de surface** perchée à la faveur de la géométrie des niveaux plus ou moins argileux contenus dans les horizons d'altérations. Il s'agit souvent d'une nappe temporaire, à caractère diffus et compartimenté dont la productivité est faible. Cette nappe n'est en général pas ou peu exploitable, sauf pour des puits de particuliers (elle est souvent drainée par des cours d'eau) ;
- **une nappe de socle** : cet aquifère à porosité de fissures se caractérise par une forte hétérogénéité, la circulation des eaux s'effectuant à la faveur des zones broyées ou fissurées restant ouvertes. D'une manière générale, les circulations d'eau sont rencontrées en profondeur. Il s'agit de nappes semi-captives ou captives sous les altérites de surface, qui peuvent donner ponctuellement des débits exploitables pour les particuliers et leur productivité peut permettre la mise en place de petits captages exploités pour l'alimentation en Eau Potable des collectivités.

2.4 Contexte hydrographique

La digue du site d'étude ferme une vallée encaissée dans laquelle s'écoule le ruisseau des Fouilloux. Ce ruisseau est un affluent rive droite du Ruisseau Noir qui est lui-même un affluent rive droite de l'Isle.

Le bassin de stockage a comblé deux thalwegs orientés nord-ouest/sud-ouest et sud-ouest/nord-est.

RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	4/8

Globalement, le régime hydraulique des eaux superficielles est lié de façon directe aux conditions climatiques et en particulier aux précipitations et à la nature géologique des sols.

2.5 Données du bilan

Nous ne disposons pas des données de pluviométrie de Météo France à proximité immédiate du site pour la réalisation de cette étude. Cependant, d'après notre expérience, la pluviométrie moyenne annuelle dans la région de Saint-Yrieix-la-Perche est supérieure à 1 000 mm.

Une station hydrométrique est présente sur l'Isle à Cognac-sur-l'Isle, à 20 km au sud-ouest et en aval de Jumilhac-le-Grand (voir la fiche descriptive de la station en annexe 2). La lame d'eau ruisselée sur le bassin versant de 432 km² est de 477 mm (calculée par la DIREN Midi-Pyrénées de 1918 à 2007). Nous retiendrons donc une pluie moyenne efficace annuelle de l'ordre de 480 mm.

Pour la suite de l'étude, nous retiendrons les valeurs suivantes :

- Pluie moyenne annuelle de l'ordre de 1 000 mm ;
- Pluie efficace moyenne annuelle de 480 mm ;
- Ruissellement moyen annuel équivalent à la moitié de la pluie efficace, soit 240 mm (d'après notre expérience dans la région) ;
- Recharge annuelle moyenne équivalent à la moitié de la pluie efficace, soit 240 mm (d'après notre expérience dans la région).

Globalement, la recharge annuelle représente entre 20 et 25% des précipitations.

3 Présentation du site

Le bassin de stockage de la digue des Fouilloux a été exploité jusqu'en 2001. Le bassin de décantation couvre une superficie de 20 ha (voir la figure 2).

Une coupe en long du thalweg aménagé est donnée en figure 3.

La digue a les caractéristiques suivantes (voir la figure 4) :

- cote de la crête de la digue : +304 mNGF,
- cote du pied aval de la digue : +259 mNGF,
- cote de la collecte des eaux en pied de digue : +254 mNGF,
- dépôt de plus de deux millions de tonnes de stériles de flottation (corps de la digue et lagune).

Le ruisseau des Fouilloux est dévié en amont du bassin (stockage de l'eau dans un bassin collecteur d'une superficie inférieure à 1 ha) puis rejeté en aval, gravitairement. La perméabilité des matériaux du corps constitutif du merlon (terrains de découverte à proximité immédiate de l'ouvrage) est de l'ordre de 10⁻⁶ m/s (données mesurées sur trois échantillons, analyse en laboratoire en juillet 2004).

Les eaux de ruissellement extérieures au bassin de décantation sont collectées par deux fossés de ceinture :

- rive gauche : fossé creusé dans le terrain naturel, non bétonné, relié à un canal d'évacuation bétonné longeant la digue,
- rive droite : fossé creusé dans le terrain naturel, non bétonné, relié à l'évacuation de crue.

RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	5/8

Les matériaux de recouvrement du bassin de stockage sont de deux natures :

- produits tout venants issus de la verse à stériles située à l'ouest de la mine à ciel ouvert de CROS GALLET F1. Ces produits de granulométrie hétérogène constituent la couche de base. Ils ont été mis en œuvre par couches successives compactées au bulldozer sur une épaisseur maximum de 3 mètres,
- produits de découverte prélevés en place en bordure de la mine à ciel ouvert CROS GALLET servant de couche de finition. Ces produits sont constitués d'arènes argilo-sableuses ocre beige dont la perméabilité mesurée en laboratoire et sur site (perméamètre double anneau) est de l'ordre de 10^{-6} m/s (mesures et analyses de juillet 2004).

Le recouvrement du bassin a été réalisé de manière à assurer le ruissellement des eaux de surface vers deux exutoires : une ligne de partage des eaux dans la partie aval du site de stockage permet un écoulement partagé vers le canal de collecte des eaux en périphérie nord et vers l'évacuation de crue en périphérie sud.

Une couche de terre végétale de 5 à 10 cm d'épaisseur a été mise en place sur l'ensemble du site de stockage afin de favoriser sa revégétalisation (la végétation a repris et est maintenue en herbe rase).

4 Bilan global

4.1 Sortie du stockage

Le drain en pied de digue collecte un volume annuel de **101 400 m³** (mesures hebdomadaires réalisées par SMB entre 2004 et 2007).

Cette eau provenant essentiellement d'infiltration (240 mm/an/m²), le bassin versant doit avoir une superficie théorique de 42,25 ha.

4.2 Estimation des entrées dans le stockage

Les entrées dans le système sont les suivantes :

- infiltration à travers la couverture des stériles de flottation,
- infiltration à travers la digue,
- infiltration dans le bassin versant,
- infiltration occasionnée par l'étang du ruisseau des Fouilloux en amont du stockage,
- infiltration en fond de fossé de ceinture (rive droite et rive gauche),
- infiltration et estimation des échanges entre stériles de flottation et fond du stockage.

La seule sortie connue du système en surface est le drain en pied de digue.

RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	6/8

4.2.1 Infiltration à travers la couverture du bassin

Dans cette partie, nous prendrons en compte la surface du bassin de stockage ainsi que la surface qui n'appartient pas au bassin de stockage proprement dit et qui est comprise entre les fossés de ceinture du site (S1 sur la figure 2).

Les eaux d'infiltration sur cette surface font un volume de **60 000 m³** en moyenne annuelle. La perméabilité mesurée dans les terrains de recouvrement (10^{-6} m/s) permet l'infiltration de ce volume d'eau.

4.2.2 Infiltration à travers la digue

La digue aval, dont la pente est de 20%, couvre une surface d'environ 1,5 ha (S5 sur la figure 2).

Les eaux d'infiltration sur cette surface font un volume de **3 000 m³** en moyenne annuelle.

4.2.3 Infiltration dans le bassin versant

Le bassin versant du stockage, hors stockage en lui-même, peut être divisé en trois secteurs :

- secteur amont nord (S2 sur la figure 2),
- secteur amont ouest (S3 sur la figure 2),
- secteur amont sud (S4 sur la figure 2).

Pour ce qui est du secteur amont ouest, le point de base est l'étang amont du stockage, lit du ruisseau des Fouilloux. La nappe semble alimenter le cours d'eau : l'infiltration dans cette zone est restituée au cours d'eau.

Concernant les deux autres secteurs, les fossés de ceinture permettent une collecte des eaux de ruissellement. Cependant, l'eau s'infiltrant en amont de ces fossés migre vers le stockage puis est collectée vers le drain.

Les eaux d'infiltration sur ces surfaces (S2 et S4) font un volume de **31 000 m³** en moyenne annuelle.

4.2.4 Infiltration en occasionnée par l'étang du ruisseau des Fouilloux

Afin de rejeter gravitairement à l'aval les eaux collectées dans ce bassin, un merlon de terre (perméabilité de l'ordre de 10^{-6} m/s) de 4 m de hauteur maximum a été construit.

En appliquant la loi de Darcy à l'aide des paramètres suivants :

- longueur du merlon : 130 m,
- hauteur mouillée moyenne : 2 m,
- perméabilité des matériaux : 10^{-6} m/s,
- gradient estimé à 5%.

Le débit d'eau transitant à travers le merlon est estimé à **600 m³** en moyenne annuelle.

RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	7/8

4.2.5 Infiltration en fond de fossé de ceinture (rive droite et rive gauche)

Le fossé rive gauche (au nord) est alimenté par le ruisseau des Fouilloux, celui rive droite (au sud), est alimenté par une pêcherie. Du fait que les fossés ne soient pas les points de base et qu'ils soient creusés dans le terrain naturel (non bétonné), ils peuvent permettre à l'eau de s'infiltrer tout le long de leur cours.

En appliquant la loi de Darcy à l'aide des paramètres suivants (et en considérant que les fossés sont en eau tout au long de l'année) :

- longueur des deux fossés en eau : 1 200 m,
- largeur moyenne des fossés : 0,5 m,
- perméabilité des terrains naturels : 10^{-6} m/s.

Le débit d'eau transitant en fond de fossé est estimé à **18 900 m³** en moyenne annuelle.

La valeur donnée est une valeur maximale : les fossés ne sont probablement pas en eau une partie de l'année. La valeur à retenir est sans doute la moitié de la valeur présentée.

4.2.6 Infiltration et estimation des échanges entre stériles de flottation et fond du stockage

Avec les documents à notre disposition pour la réalisation de cette étude, ce flux est difficile à déterminer.

En aval immédiat de l'étang du ruisseau des Fouilloux, un échange du terrain en place vers le stockage doit exister (sans pouvoir le quantifier). Inversement, en amont de la digue, un échange du stockage vers le terrain naturel doit exister (sans pouvoir le quantifier), comme en atteste le niveau piézométrique observé dans la digue (voir la figure 4).

Pour la suite de l'étude, nous considérerons que ces échanges s'équilibrent.

5 Conclusions

Nous estimons donc que les entrées annuelles dans le système sont de l'ordre de **110 000 m³** (pour une collecte de **101 000 m³**).

Nous pouvons considérer que le bilan hydrique est bouclé : les entrées dans le système sont de l'ordre de grandeur des sorties.

Les entrées sont composées de :

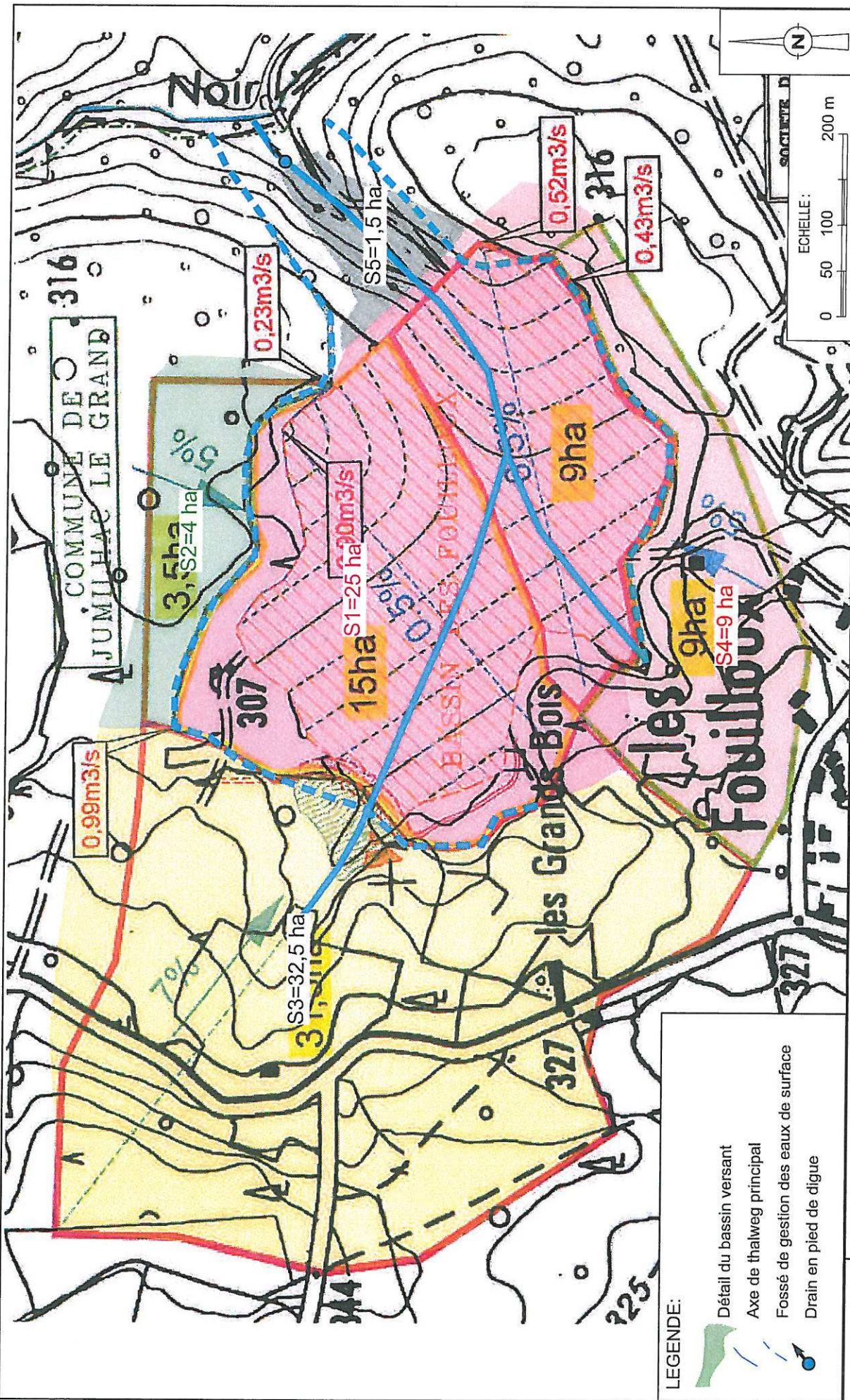
- 44% d'infiltration à travers la couverture (54% dans le secteur 1),
- 3% d'infiltration à travers la digue,
- 28% d'infiltration dans le bassin versant,
- 1% d'infiltration depuis l'étang en amont du stockage,
- 14% d'infiltration par les fossés de ceinture.

RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	8/8

FIGURES



RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	Figures







SMB / Digue des Fouilloux / Jumiilhac le Grand (24)

Fig. 2

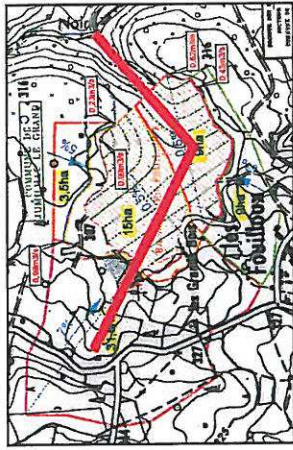
Localisation des bassins versants du stockage de stériles de flottation

RBX492a
CBXZ070182

LEGENDE:

-  Détail du bassin versant
-  Axe de thalweg principal
-  Fossé de gestion des eaux de surface
-  Drain en pied de digue

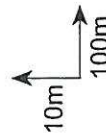
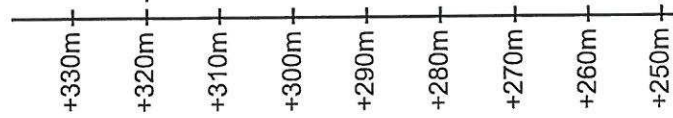




NE

SE SW

NW



Etang du ruisseau
des Fouilloux
Digue

Couverture

Steriles de flottation

Lit du ruisseau des
Fouilloux aménagé

Digue des
Fouilloux

Ruisseau
Noir

Collecte des eaux
en pied de digue

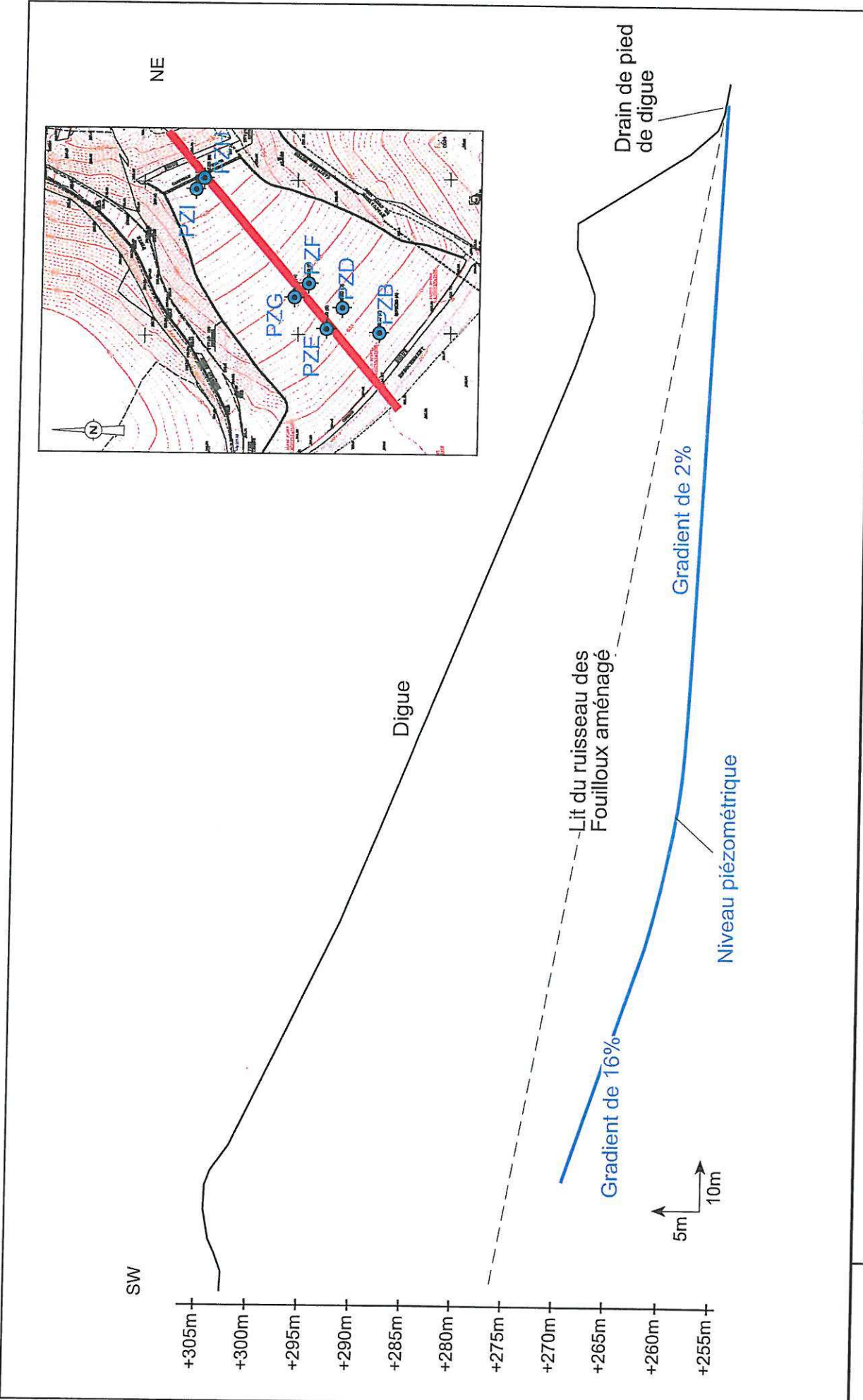
SMB / Digue des Fouilloux / Jumilhac le Grand (24)

Coupe du stockage de stériles de flottation

Fig. 3

RBx492a
CBxZ070182





SMB / Digue des Fouilloux / Jumilhac le Grand (24)

Coupe de la digue des Fouilloux

Fig. 4
RBx492a
CBxZ070182

ANNEXES



RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	Annexes

- Annexe 1 -

Liste des documents consultés pour la réalisation de cette étude

Cette annexe contient 1 page



RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	Annexes

Documents consultés pour la réalisation de cette étude :

- (1) Carte topographique de l'IGN au 1/25 000^{ème}
- (2) Plan de situation du site au 1/10 000^{ème},
- (3) Plan des sous bassins versants du site au 1/5 000^{ème} avec indication des débits de crue centennale,
- (4) Plan topographique du site au 1/1 000^{ème} de février 2006,
- (5) Note sur les modalités du recouvrement du bassin de stockage des Fouilloux,
- (6) Note de présentation du site,
- (7) Rapport d'auscultation pour les années 2005- 2006 (Compte rendu de la visite annuelle de la digue des Fouilloux du 2 octobre 2006),
- (8) Evolution du débit du drain de la digue entre septembre 2004 et janvier 2007,
- (9) Etude hydrologique de la digue des Fouilloux - Calcul du débit de crue pour une période de retour de 100 ans,
- (10) Annexes présentant le détail du calcul du dimensionnement des ouvrages de collecte des eaux superficielles du bassin,
- (11) Rapport de mesures de densités et de perméabilités des terrains de recouvrement du bassin de stockage.

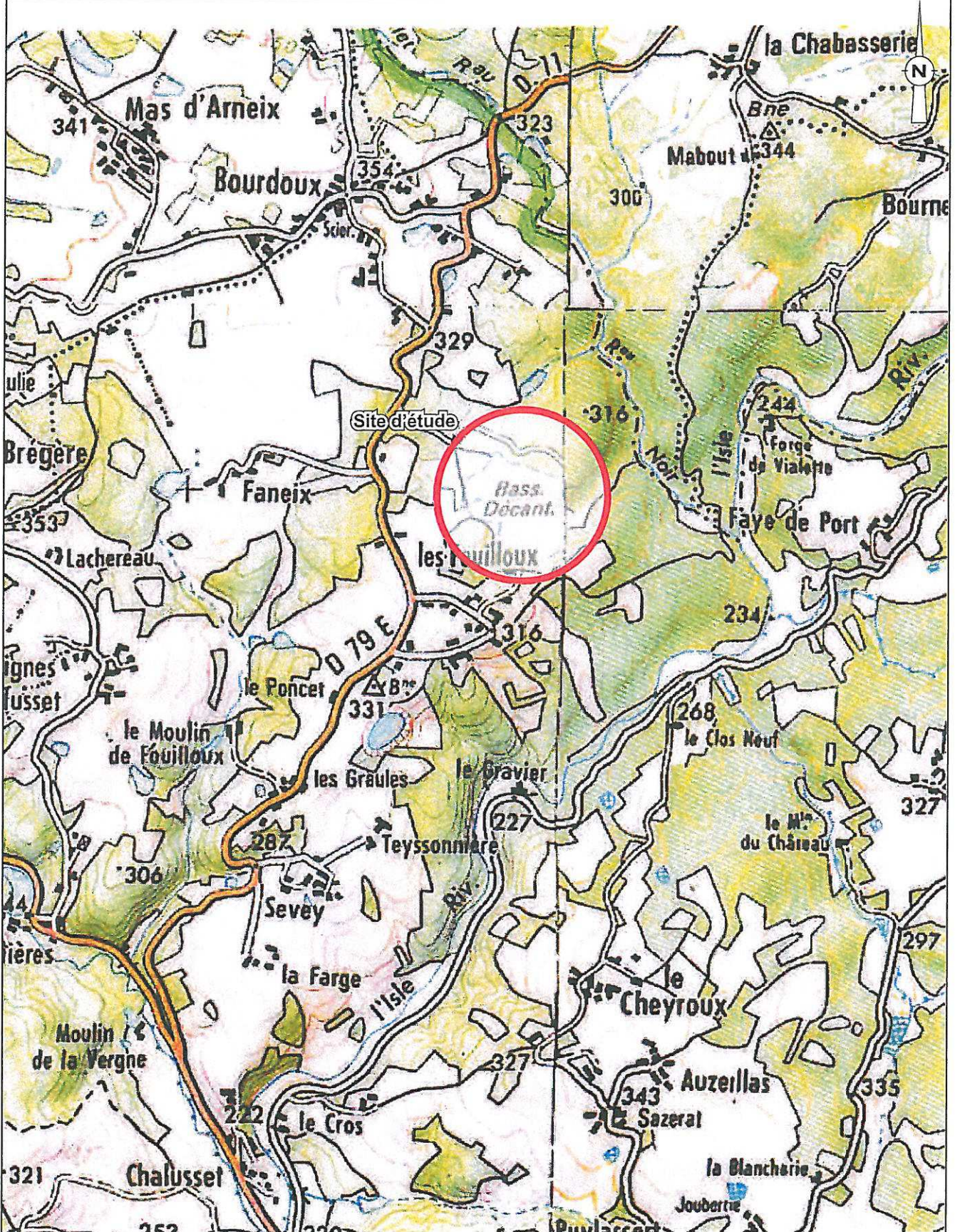


RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	Annexes



Localisation du site d'étude

RBx492a
CBxZ070182



- Annexe 2 - Fiche descriptive de la station hydrométrique de Cognac-sur- l'Isle

Cette annexe contient 1 page



RBx492a/A18774/CBxZ070182

JJ - HB - AnB

19/02/2007

Annexes



L'ISLE A CORGNAC-SUR-L'ISLE

Zone hydrographique : P6081510 Bassin versant : 432 km²

Producteur : DIREN Midi-Pyrenees

E-mail : jean-luc.le-rohellec@midi-pyrenees.ecologie.gouv.fr

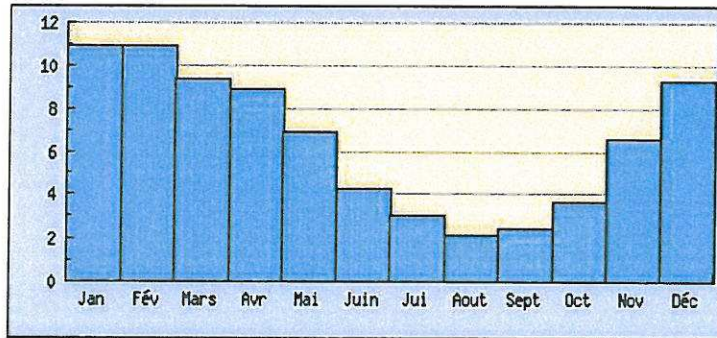
SYNTHESE

donnees hydrologiques de synthese (1918 - 2007)
Calculees le 03/02/2007; Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels)

donnees calculees sur 89 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m3/s)	10.90 #	10.90 #	9.340 #	8.940	6.910	4.270 #	3.040 #	2.150 #	2.490 #	3.650 #	6.550	9.270 #	6.510
Qsp (l/s/km2)	25.3 #	25.3 #	21.6 #	20.7	16.0	9.9 #	7.0 #	5.0 #	5.8 #	8.4 #	15.2	21.5 #	15.1
Lame d'eau (mm)	67 #	63 #	57 #	53	42	25 #	18 #	13 #	14 #	22 #	39	57 #	477



modules interannuels (loi de Gauss - septembre a aout)

donnees calculees sur 89 ans

module (moyenne)	fréquence	quinquennale sèche	médiane	quinquennale humide
6.510 [6.050;6.970]		4.800 [4.200;5.300]	6.500 [5.700;7.500]	8.300 [7.800;8.800]

basses eaux (loi de Galton - janvier a decembre)

donnees calculees sur 89 ans

fréquence	VCN3 (m3/s)	VCN10 (m3/s)	QMNA (m3/s)
biennale	0.880 [0.760;1.000]	1.100 [0.940;1.200]	1.500 [1.300;1.700]
quinquennale sèche	0.500 [0.410;0.590]	0.650 [0.550;0.750]	0.990 [0.870;1.100]

crues (loi de Gumbel - septembre a aout)

donnees calculees sur 88 ans

fréquence	QJ (m3/s)	QIX (m3/s)
biennale	51.00 [47.00;55.00]	69.00 [64.00;76.00]
quinquennale	73.00 [67.00;81.00]	100.0 [93.00;110.0]
décennale	88.00 [80.00;99.00]	120.0 [110.0;140.0]
vicennale	100.0 [92.00;120.0]	140.0 [130.0;160.0]
cinquantennale	120.0 [110.0;140.0]	170.0 [150.0;200.0]
centennale	non calculé	non calculé

maximums connus (par la banque HYDRO)

hauteur maximale instantanee (cm)	306	22 septembre 1993 12:15
debit instantane maximal (m3/s)	234.0 #	22 septembre 1993 12:15
debit journalier maximal (m3/s)	118.0 #	22 septembre 1993

débits classés

donnees calculees sur 21186 jours

fréquence	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
debit (m3/s)	36.90	29.30	19.80	14.10	9.400	6.970	5.400	4.220	3.280	2.460	1.900	1.350	0.962	0.690	0.495

- Annexe 3 - Evolution du niveau d'eau dans les piézomètres de la digue et du débit de drain

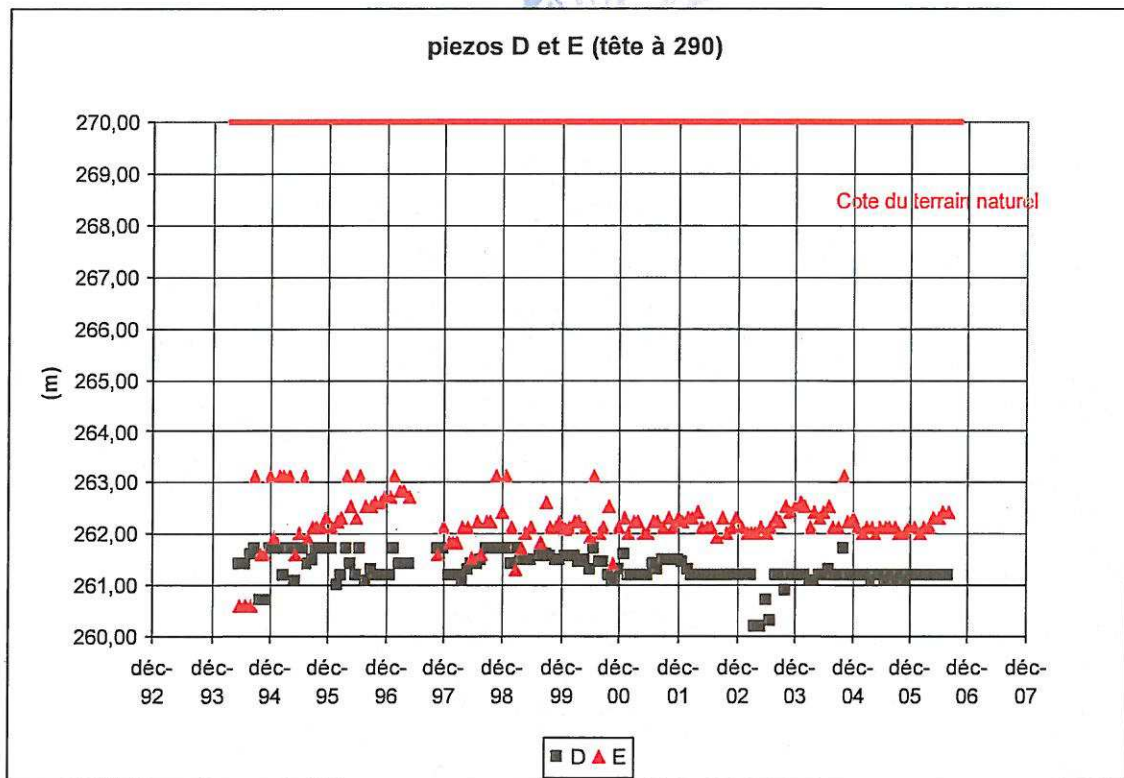
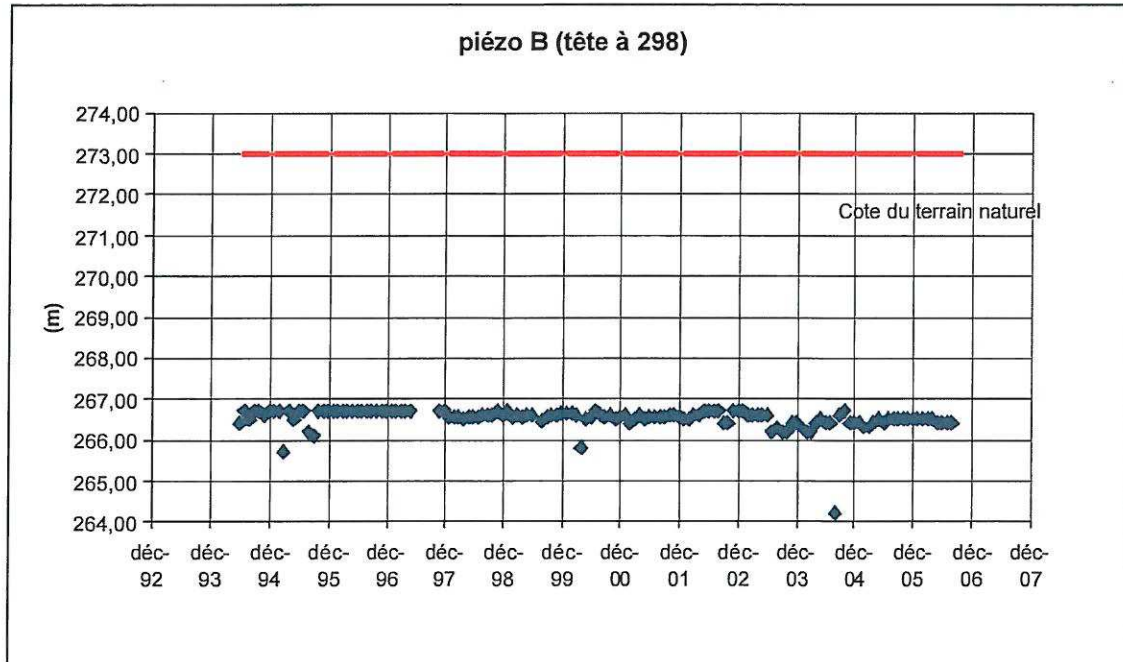
Cette annexe contient 3 pages



RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	Annexes

Données piézométriques de la digue des Fouilloux

Les graphiques ci-dessous donnent les niveaux piézométriques dans le talus aval de la digue.

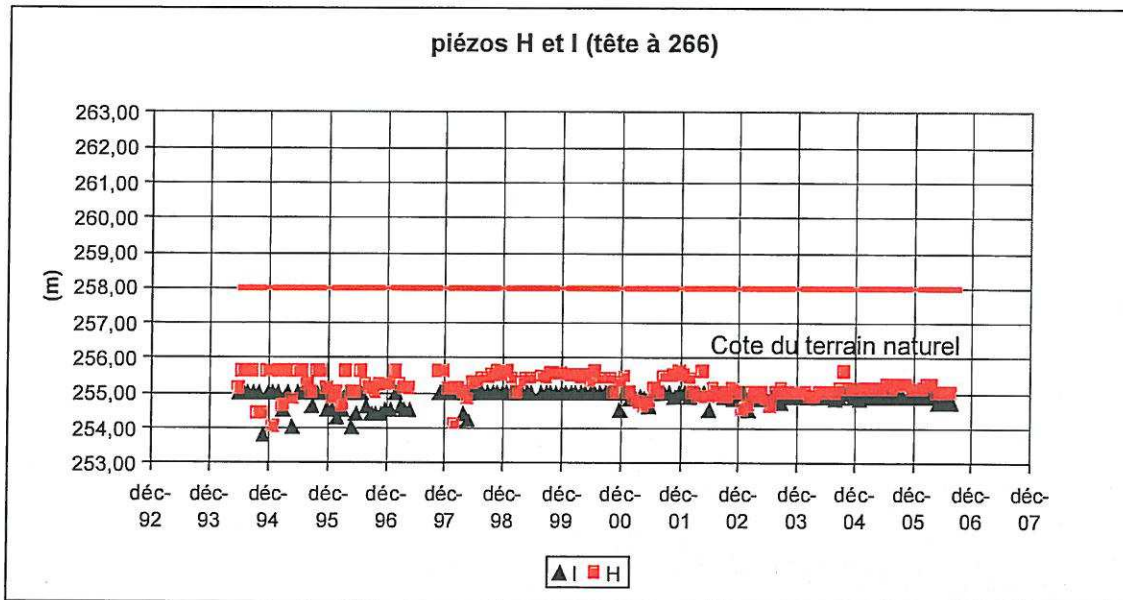
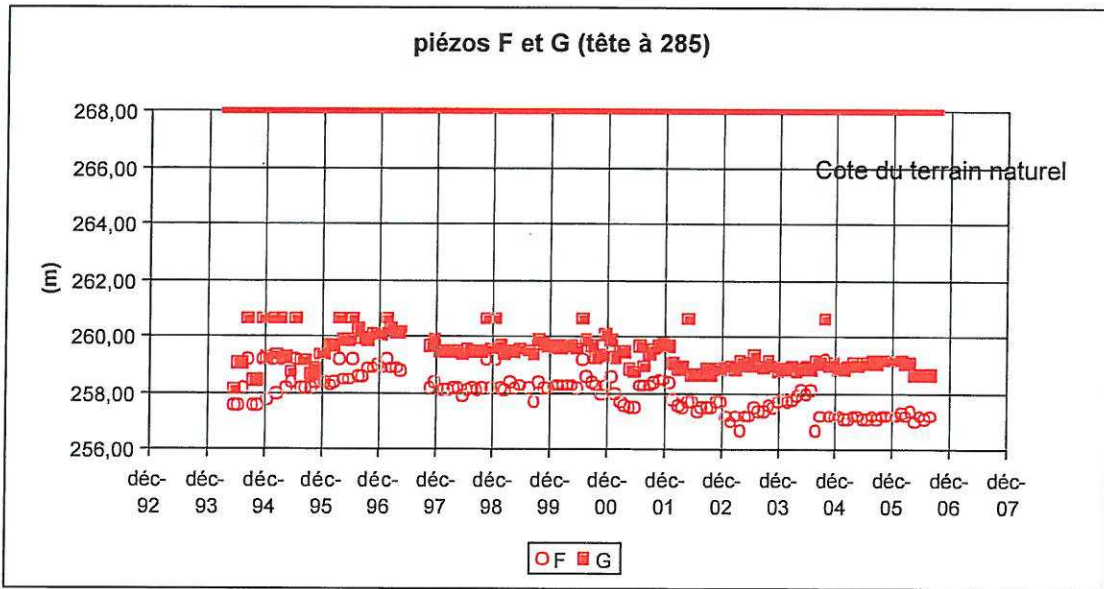


RBx492a/A18774/CBxZ070182

JJ - HB - AnB

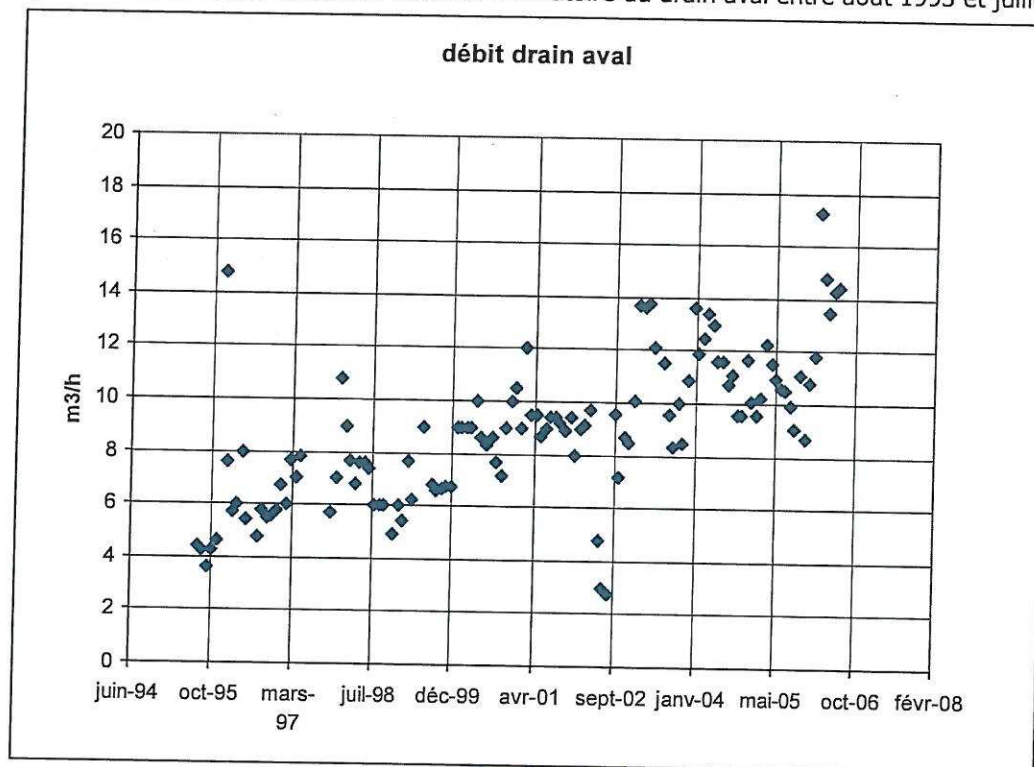
19/02/2007

Annexes



Mesures de débit du drain aval

Le graphique ci-dessous donne les débits mesurés à l'exutoire du drain aval entre août 1995 et juillet 2006.



RBx492a/A18774/CBxZ070182

JJ - HB - AnB

19/02/2007

Annexes

SOCIETE DES MINES DU BOURNEIX

DIGUE DES FOUILLOUX
JUMILHAC-LE-GRAND

DORDOGNE (24)

Bilan hydrique du bassin de stockage de stériles de flottation

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport provisoire	12/02/2007		J. JOUBERT		H. BELZ		A. BARRERE	
Rapport final	19/12/2007	a	J. JOUBERT		H. BELZ		A. BARRERE	
		b						
		c						
		d						

Numéro de rapport :	RBx492a
Numéro d'affaire :	A18774
N° de contrat :	CBxZ070182
Domaine technique :	RE22
Mots clé du thésaurus	Ressource en eau souterraine, étude hydrogéologique, étude hydrogéologique locale

BURGÉAP – Agence de Bordeaux
 Bâtiment 51 – rue des Terres Neuves 33130 Bègles
 Téléphone : 33(0)5.56.49.38.22 Télécopie : 33(0)5.56.49.89.69
 e-mail : agence.de.bordeaux@burgeap.fr

RBx492a/A18774/CBxZ070182	
JJ - HB - AnB	
19/02/2007	2/8

ANNEXE n°4 Courbes d'évolution topométriques de la digue et du stockage
sur ses différents plots d'auscultation



Société des Mines du Bourneix

Digue des Fouilloux

Suivi topométrique
(tête de digue, pied de digue et ancien bassin)

Résultats de l'opération de mesures 2006

Rapport:AUSCULT-FOUILLOUX-RPT-2006-A

BRISSET VEYRIER MESURES
SELARL DE GEOMETRES-EXPERTS



Brisset Veyrier Mesures
SELARL de géomètres-experts
Rue Pierre Mendès France
87250 Bessines-sur-Gartempe
Tel. 05 55 76 10 61 Fax. 05 55 60 27 58

Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux
Suivi topométrique des points sur la digue

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Pt N°	Operation numéro 0 de novembre-99		Operation numéro 1 de août-00		Mouvements partiels 2000 (entre les 2 dernières opérations)			Mouvements cumulés 2000 (depuis l'opération origine)			Commentaires observations		
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)	DZ (mm)
70	1615.976	9998.002	304.316	1615.971	9997.992	304.323	-5	-10	7	-5	-10	7	point 70 endommagé
71	1666.561	9944.333	304.083	1666.569	9944.326	304.069	8	-7	-14	8	-7	-14	
72	1722.890	9899.198	303.758	1722.895	9899.196	303.755	5	-2	-3	5	-2	-3	
Pt N°	Operation numéro 0 de novembre-99		Operation numéro 2 de juillet-01		Mouvements partiels 2001 (entre les 2 dernières opérations)			Mouvements cumulés 2001 (depuis l'opération origine)			Commentaires observations		
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)	DZ (mm)
70	1615.976	9998.002	304.316	1615.970	9997.996	304.325	-1	4	2	-6	-6	9	
71	1666.561	9944.333	304.083	1666.569	9944.327	304.067	0	1	-2	8	-6	-16	
72	1722.890	9899.198	303.758	1722.892	9899.201	303.756	-3	5	1	2	3	-2	
Pt N°	Operation numéro 0 de novembre-99		Operation numéro 3 de nov.-02		Mouvements partiels 2002 (entre les 2 dernières opérations)			Mouvements cumulés 2002 (depuis l'opération origine)			Commentaires observations		
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)	DZ (mm)
70	1615.976	9998.002	304.316	1615.969	9997.991	304.326	-1	-5	1	-7	-11	10	
71	1666.561	9944.333	304.083	1666.571	9944.320	304.065	2	-7	-2	10	-13	-18	
72	1722.890	9899.198	303.758	1722.895	9899.200	303.753	3	-1	-3	5	2	-5	
Pt N°	Operation numéro 0 de novembre-99		Operation numéro 4 de déc.-03		Mouvements partiels 2003 (entre les 2 dernières opérations)			Mouvements cumulés 2003 (depuis l'opération origine)			Commentaires observations		
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)	DZ (mm)
70	1615.976	9998.002	304.316	1615.972	9997.995	304.327	3	4	1	-4	-7	11	
71	1666.561	9944.333	304.083	1666.568	9944.318	304.062	-3	-2	-3	7	-15	-21	
72	1722.890	9899.198	303.758	1722.899	9899.199	303.756	4	-1	3	9	1	-2	
Pt N°	Operation numéro 0 de novembre-99		Operation numéro 5 de déc.-04		Mouvements partiels 2004 (entre les 2 dernières opérations)			Mouvements cumulés 2004 (depuis l'opération origine)			Commentaires observations		
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)	DZ (mm)
70	1615.976	9998.002	304.316	1615.979	9997.994	304.323	7	-1	-4	3	-8	7	
71	1666.561	9944.333	304.083	1666.574	9944.318	304.056	6	0	-6	13	-15	-27	
72	1722.890	9899.198	303.758	1722.893	9899.198	303.756	-6	-1	0	3	0	-2	

BV Mesures

Nicolas Brisset, le 05/01/2007

auscultfouilloux2006.xls

Société des mines du Bourneix
 Digue des Fouilloux
 Suivi topométrique des points sur la digue

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

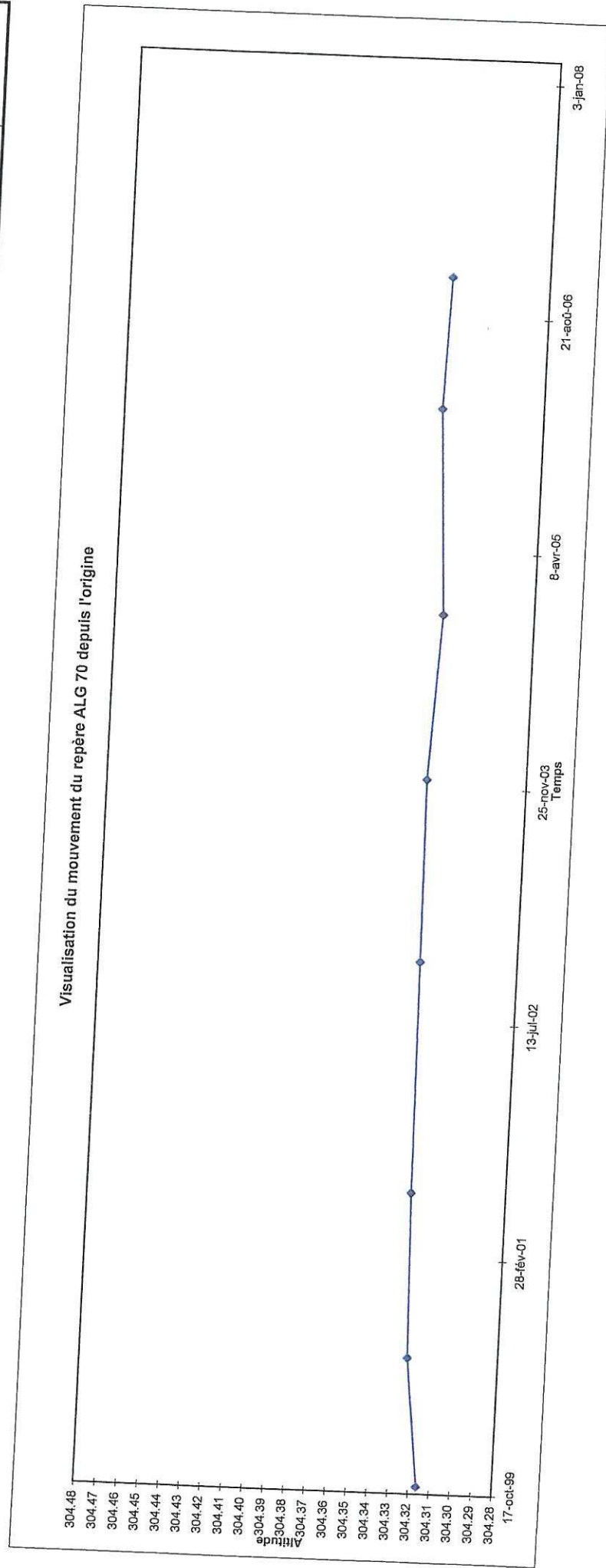
Pt N°	Operation numéro 0 de novembre-99			Operation numéro 6 de 2005			Mouvements partiels 2005 (entre les 2 dernières opérations)			Mouvements cumulés 2005 (depuis l'opération origine)			Commentaires observations
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	
70	1615.976	9998.002	304.316	1615.986	9998.000	304.328	7	6	5	10	-2	12	
71	1666.561	9944.333	304.083	1666.580	9944.321	304.056	6	3	0	19	-12	-27	
72	1722.890	9899.198	303.758	1722.898	9899.207	303.755	5	9	-1	8	9	-3	
Pt N°	Operation numéro 0 de novembre-99			Operation numéro 7 de déc-06			Mouvements partiels 2006 (entre les 2 dernières opérations)			Mouvements cumulés 2006 (depuis l'opération origine)			Commentaires observations
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	
70	1615.976	9998.002	304.316	1615.993	9997.994	304.326	7	-6	-2	17	-8	10	
71	1666.561	9944.333	304.083	1666.581	9944.332	304.053	1	11	-3	20	-1	-30	
72	1722.890	9899.198	303.758	1722.898	9899.214	303.753	0	7	-2	8	16	-5	

Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi altimétrique du point ALG 70 sur la digue

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.
Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0(Origine)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Date	1-nov-99	1-aoû-00	18-jul-01	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06			
Z (m)	304.316	304.323	304.325	304.326	304.327	304.323	304.328	304.326			
Delta Z Partiel (m)	0.000	0.007	0.002	0.001	0.001	-0.004	0.005				
Delta Z Cumulé (m)	0.000	0.007	0.009	0.010	0.011	0.007	0.012	-0.002	0.010		
observations	BORNE										

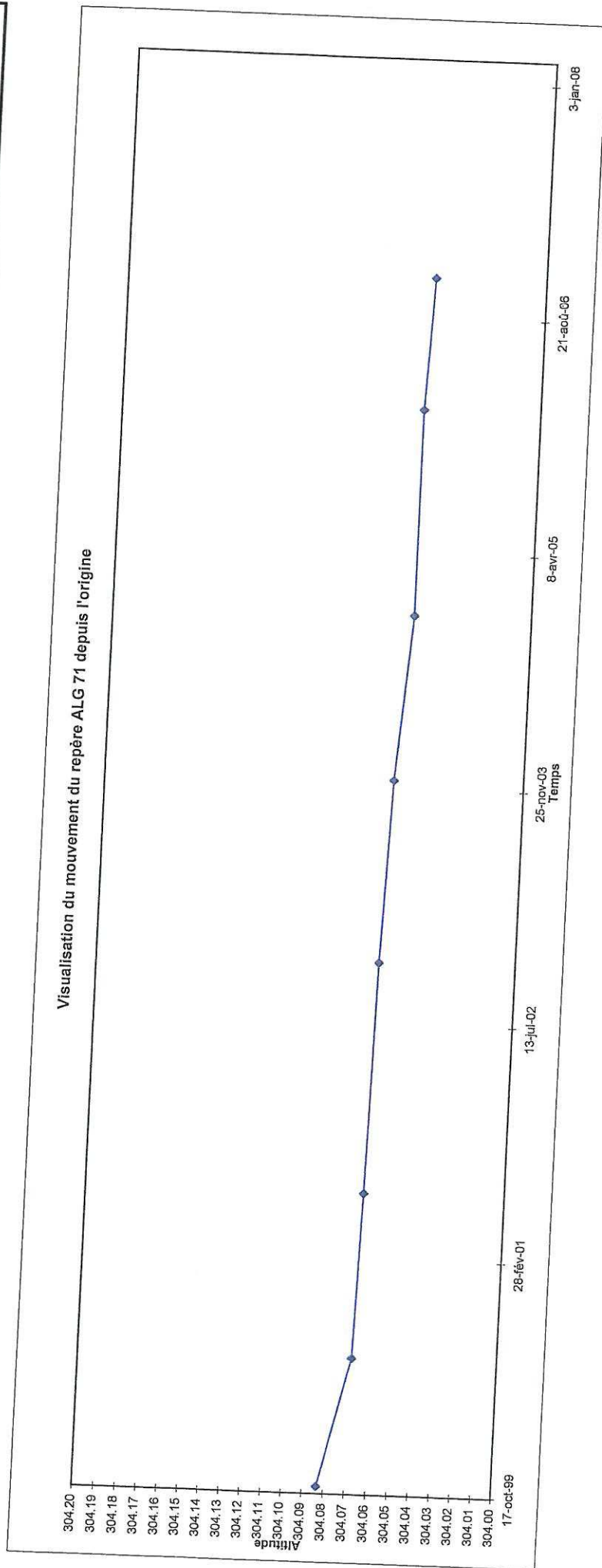


Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi altimétrique du point ALG 71 sur la digue

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.
Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0(Origine)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Date	1-nov-99	1-aoû-00	18-jul-01	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06			
Z (m)	304.083	304.069	304.067	304.065	304.062	304.056	304.056	304.053			
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.014	-0.002	-0.002	-0.003	-0.006	0.000	-0.003			
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.014	-0.016	-0.018	-0.021	-0.027	-0.027	-0.030			
observations	BORNE										



A
AREVA S.M.B

**DIGUE SUPERIEURE
DU BASSIN DES FOUILLOUX
AUSCULTATION 2006 (15/11/06)
VECTEURS DE DEPLACEMENTS
(déplacements cumulés)**



BRISSET VEYRIER MESURES
SELARL DE GEOMETRES-EXPERTS
Rue P. Mendès France
87250 Bessines/Gartempe
Tél: 05 55 76 10 61
Fax: 05 55 76 27 58

**Echelle 1/500
REF: SMB32F.00**



303.5

303.0

285

292.2

295

301

**ALG72 - POINT
D'AUSCULTATION**

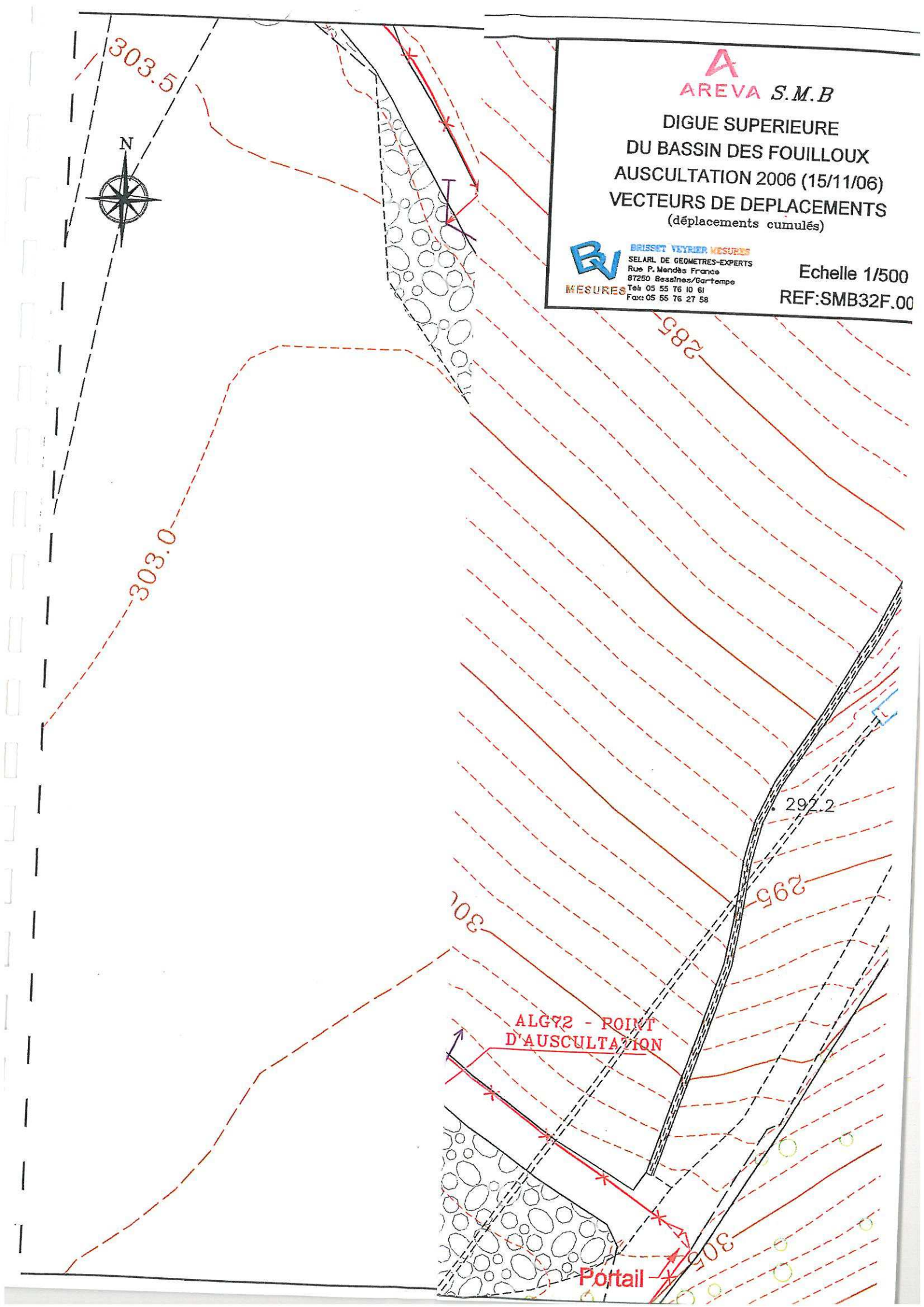
Portail

304

305

306

307



Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi topométrique des points situés sur le cavalier de pied.

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Pt N°	Operation numéro 0 de		octobre-00		Operation numéro 1 de		juillet-01		Mouvements partiels 2001 (entre les 2 dernières opérations)		Mouvements cumulés 2001 (depuis l'opération origine)		Commentaires observations	
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)
82	1820.922	10051.839	268.466	1820.921	10051.841	268.456			-1	2	-10	-1	2	-10
83	1812.631	10072.019	268.378	1812.631	10072.020	268.368			0	1	-10	0	1	-10
84	1805.052	10091.589	268.504	1805.052	10091.589	268.494			0	0	-10	0	0	-10
	Operation numéro 0 de		octobre-00		Operation numéro 2 de		nov.-02		Mouvements partiels 2002 (entre les 2 dernières opérations)		Mouvements cumulés 2002 (depuis l'opération origine)		Commentaires observations	
Pt N°	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)
82	1820.922	10051.839	268.466	1820.925	10051.841	268.462			4	0	6	3	2	-4
83	1812.631	10072.019	268.378	1812.639	10072.020	268.372			8	0	4	8	1	-6
84	1805.052	10091.589	268.504	1805.058	10091.584	268.499			6	-5	5	6	-5	-5
	Operation numéro 0 de		octobre-00		Operation numéro 3 de		déc.-03		Mouvements partiels 2003 (entre les 2 dernières opérations)		Mouvements cumulés 2003 (depuis l'opération origine)		Commentaires observations	
Pt N°	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)
82	1820.922	10051.839	268.466	1820.926	10051.840	268.463			1	-1	1	4	1	-3
83	1812.631	10072.019	268.378	1812.637	10072.023	268.372			-2	3	0	6	4	-6
84	1805.052	10091.589	268.504	1805.057	10091.590	268.500			-1	6	1	5	1	-4
	Operation numéro 0 de		octobre-00		Operation numéro 4 de		déc.-04		Mouvements partiels 2004 (entre les 2 dernières opérations)		Mouvements cumulés 2004 (depuis l'opération origine)		Commentaires observations	
Pt N°	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)
82	1820.922	10051.839	268.466	1820.930	10051.847	268.460			4	7	-3	8	8	-6
83	1812.631	10072.019	268.378	1812.642	10072.022	268.367			5	-1	-5	11	3	-11
84	1805.052	10091.589	268.504	1805.062	10091.588	268.494			5	-2	-6	10	-1	-10
	Operation numéro 0 de		octobre-00		Operation numéro 5 de		2005		Mouvements partiels 2005 (entre les 2 dernières opérations)		Mouvements cumulés 2005 (depuis l'opération origine)		Commentaires observations	
Pt N°	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)		DY (mm)
82	1820.922	10051.839	268.466	1820.926	10051.843	268.463			-4	-4	3	4	4	-3
83	1812.631	10072.019	268.378	1812.641	10072.026	268.372			-1	4	5	10	7	-6
84	1805.052	10091.589	268.504	1805.062	10091.585	268.499			0	-3	5	10	10	-5

Suivi topométrique des points situés sur le cavalier de pied.

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

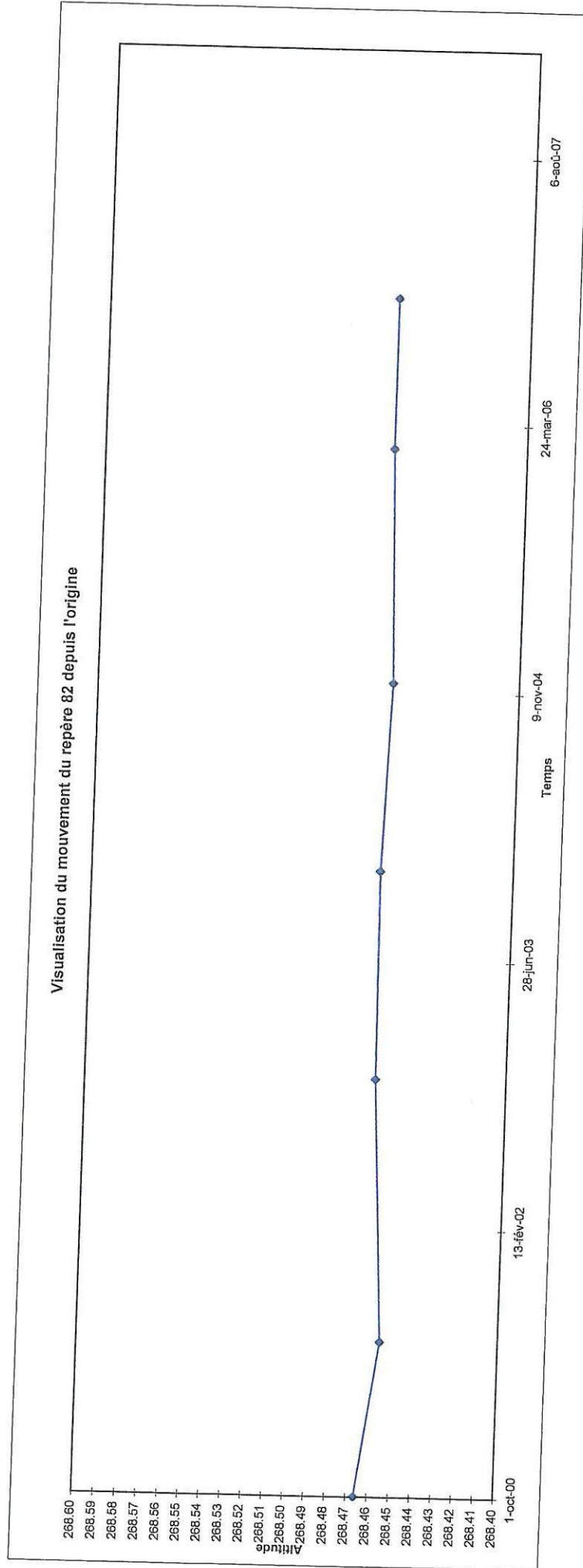
Pt N°	Operation numéro 0 de octobre-00			Operation numéro 6 de déc-06			Mouvements partiels 2006 (entre les 2 dernières opérations)			Mouvements cumulés 2006 (depuis l'opération origine)			Commentaires observations
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	
82	1820.922	10051.839	268.466	1820.927	10051.843	268.463	1	0	0	5	4	-3	
83	1812.631	10072.019	268.378	1812.643	10072.023	268.370	2	-3	-2	12	4	-8	
84	1805.052	10091.589	268.504	1805.060	10091.588	268.497	-2	3	-2	8	-1	-7	

Suivi altimétrique du point 82 situé sur le cavalier de pied de digue

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0 (Origine)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Date	1-oct-00	18-jul-01	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06				
Z (m)	268.466	268.456	268.462	268.463	268.460	268.463	268.463				
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.010	0.006	0.001	-0.003	0.003	0.000				
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.010	-0.004	-0.003	-0.006	-0.003	-0.003				
observations	BORNE										

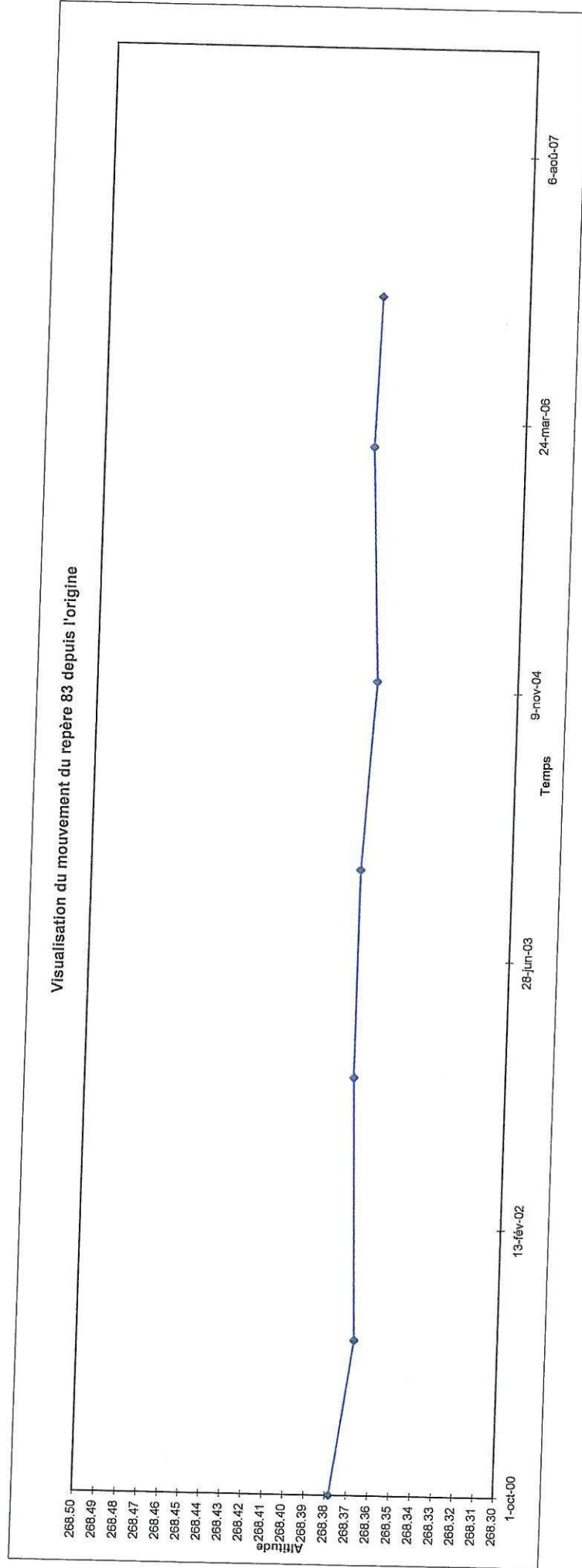


Suivi altimétrique du point 83 situé sur le cavalier de pied de digue

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0(Origine)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Date	1-oct-00	18-jul-01	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06				
Z (m)	268.378	268.368	268.372	268.372	268.367	268.372	268.370				
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.010	0.004	0.000	-0.005	0.005	-0.002				
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.010	-0.006	-0.006	-0.011	-0.006	-0.008				
observations	BORNE										

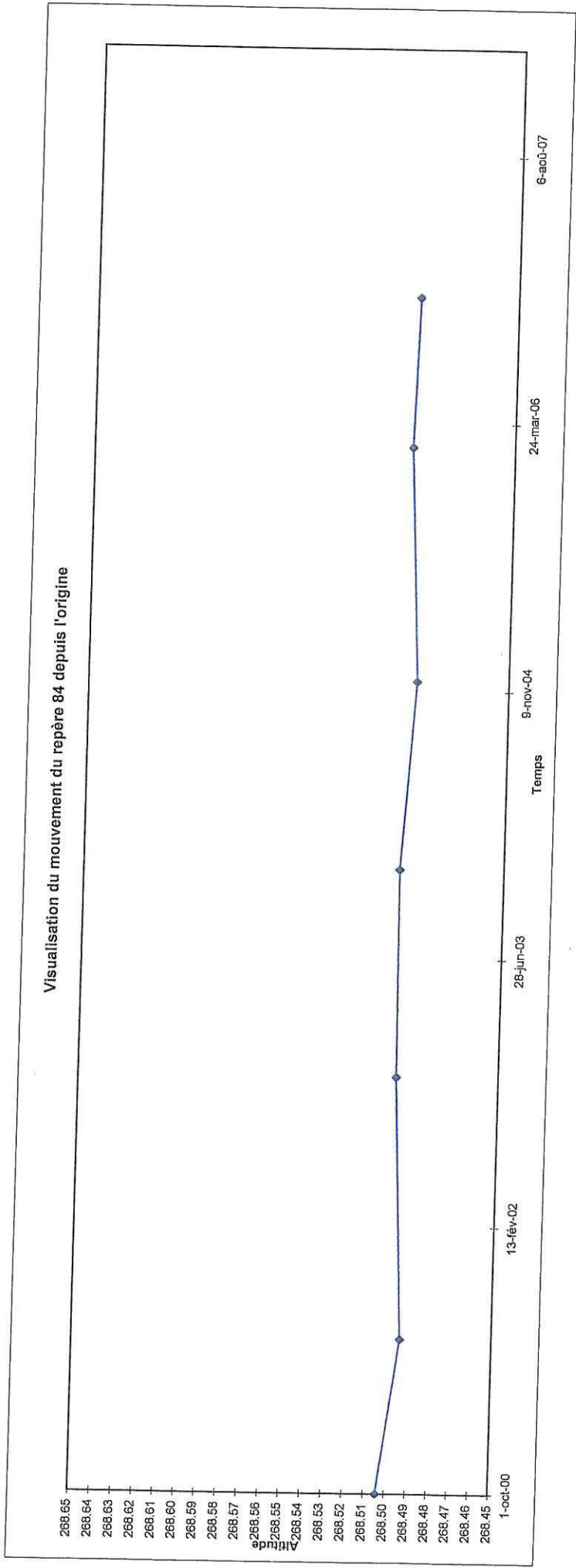


Suivi altimétrique du point 84 situé sur le cavalier de pied de digue

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0(Origine)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Date	1-oct-00	18-jul-01	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06				
Z (m)	268.504	268.494	268.499	268.500	268.494	268.499	268.497				
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.010	0.005	0.001	-0.006	0.005	-0.002				
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.010	-0.005	-0.004	-0.010	-0.005	-0.007				
observations	BORNE										



Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi topométrique des points sur l'ancien bassin (réaménagé en janvier 2006)

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Pt N°	Operation numéro 0 de nov.02		Operation numéro 1 de déc.-03		Mouvements partiels 2003 (entre les 2 dernières opérations)		Mouvements cumulés 2003 (depuis l'opération origine)		Commentaires observations		
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	DZ (mm)	DY (mm)	DX (mm)		DZ (mm)	
91	1299.949	10000.026	302.345	1299.943	10000.048	302.329	-6	22	-6	22	-16
92	1399.962	9900.009	301.746	1399.953	9900.023	301.735	-9	14	-9	14	-11
93	1499.952	10000.025	302.405	1499.949	10000.033	302.408	-3	8	-3	8	3
94	1599.973	9900.036	302.271	1599.967	9900.038	302.269	-6	2	-6	2	-2
Pt N°	Operation numéro 0 de nov.02		Operation numéro 2 de déc.-04		Mouvements partiels 2004 (entre les 2 dernières opérations)		Mouvements cumulés 2004 (depuis l'opération origine)		Commentaires observations		
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	DZ (mm)	DY (mm)	DX (mm)		DZ (mm)	
91	1299.949	10000.026	302.345	1399.954	9900.034	301.732	1	11	-8	25	-14
92	1399.962	9900.009	301.746	1499.960	10000.042	302.401	11	9	8	17	-4
93	1499.952	10000.025	302.405	1599.969	9900.049	302.265	2	11	-4	13	-6
94	1599.973	9900.036	302.271								

les points 91 à 94 ont été redéterminés (ils ne doivent pas être comparés à ceux mesurés entre 2002 et 2004, Les points 95 à 97 sont des points nouveaux)

Pt N°	Operation numéro 0 de 2005		Operation numéro 1 de déc. 06		Mouvements partiels 2006 (entre les 2 dernières opérations)		Mouvements cumulés 2006 (depuis l'opération origine)		Commentaires observations		
	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	coord Z	coord X Cte X = 500000	coord Y Cte Y = 50000	DZ (mm)	DY (mm)	DX (mm)		DZ (mm)	
91	1300.011	9999.993	303.160	1300.011	9999.972	303.158	0	-21	0	-21	-2
92	1399.946	9899.950	302.920	1399.954	9899.934	302.912	-8	-16	-8	-16	-8
93	1500.085	9999.983	302.571	1500.085	9999.980	302.569	0	-3	0	-3	-2
94	1600.018	9900.039	302.493	1600.028	9900.042	302.489	-10	3	-10	3	-4
95	1500.041	9800.025	302.894	1500.052	9800.016	302.877	-11	-9	-11	-9	-17
96	1349.969	9779.974	303.762	1350.013	9779.949	303.714	-44	-25	-44	-25	-48
97	1290.078	9869.97	303.852	1290.086	9869.953	303.847	-8	-17	-8	-17	-5

Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

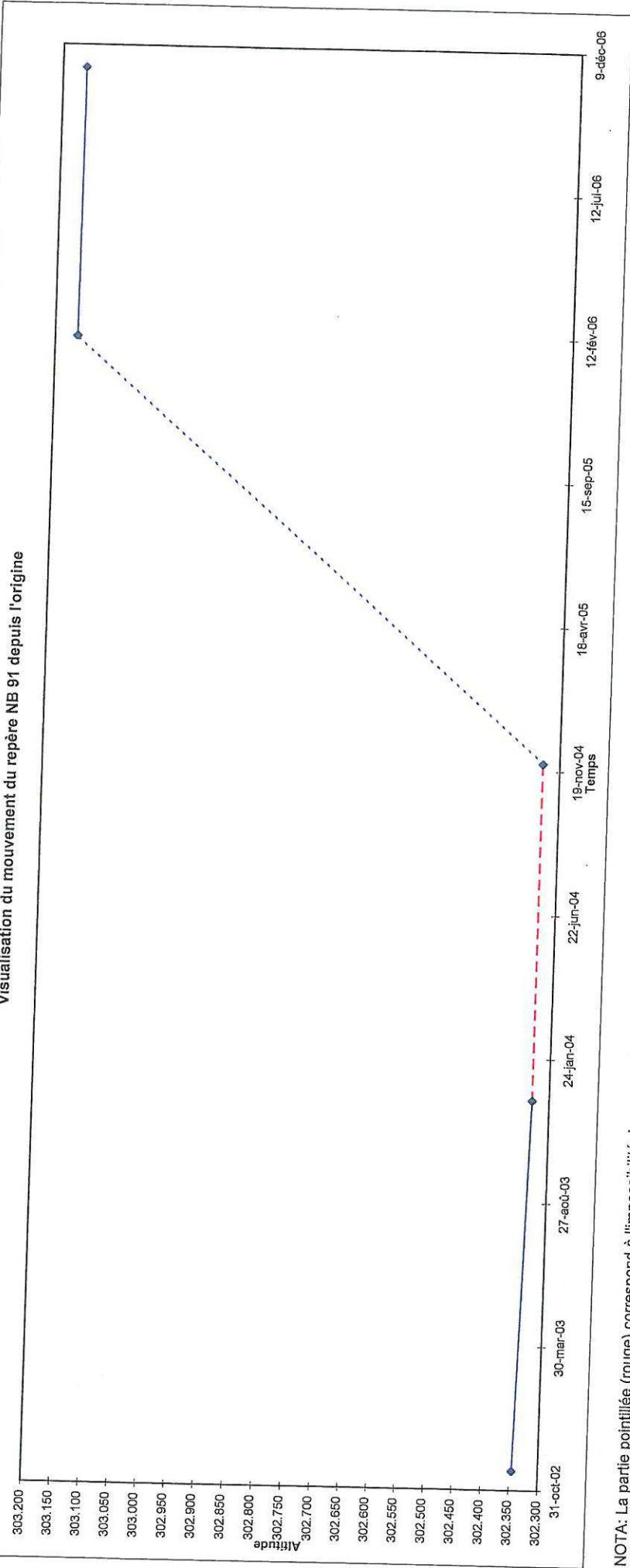
Suivi altimétrique du point NB 91 sur l'ancien bassin (réaménagé en janvier 2006)

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0 (Origine)	1	2	3 (nouv. ori.)	4	5	6	7	8	9	10
Date	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06						
Z (m)	302.345	302.329	302.329	303.160	303.158						
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.016	0.000	0.000	-0.002						
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.016	-0.016	0.000	-0.002						
observations	BORNE		DETRUIT	NOUV. BORNE							

Visualisation du mouvement du repère NB 91 depuis l'origine



NOTA: La partie pointillée (rouge) correspond à l'impossibilité de mesurer le point (destruction du point)

NOTA: La partie pointillée (bleue) correspond à la modification de la matérialisation du point (nouveau point et nouvelle origine du calcul)

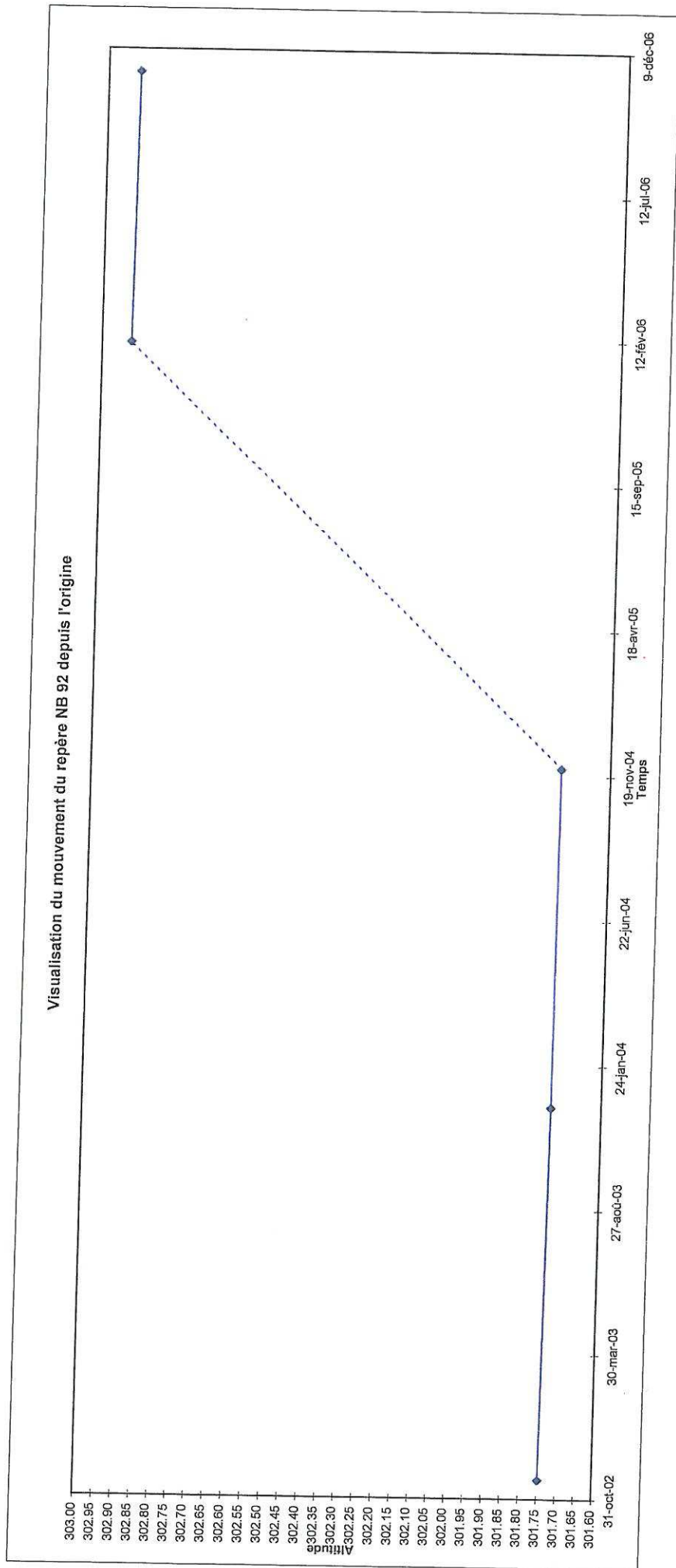
Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi altimétrique du point NB 92 sur l'ancien bassin (réaménagé en janvier 2006)

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0 (Origine)	1	2	3 (nouv. ori.)	4	5	6	7	8	9	10
Date	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06						
Z (m)	301.746	301.735	301.732	302.920	302.912						
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.011	-0.003	0.000	-0.008						
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.011	-0.014	0.000	-0.008						
observations	BORNE			NOUV. BORNE							



NOTA: La partie pointillée (bleue) correspond à la modification de la matérialisation du point (nouveau point et nouvelle origine du calcul)

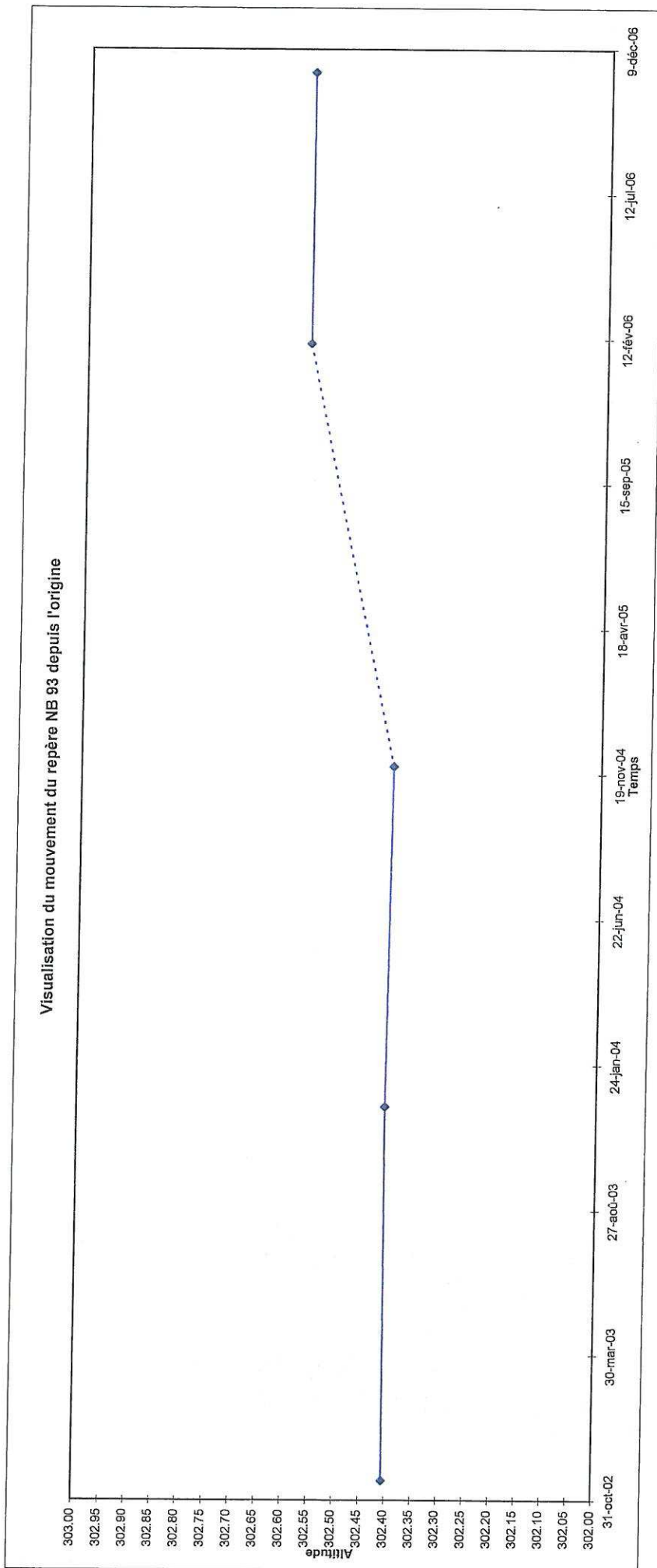
Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi altimétrique du point NB 93 sur l'ancien bassin (réaménagé en janvier 2006)

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0 (Origine)	1	2	3 (nouv. ori.)	4	5	6	7	8	9	10
Date	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06						
Z (m)	302.405	302.408	302.401	302.571	302.569						
Delta Z Partiel (m)	0.000	0.003	-0.007	0.000	-0.002						
Delta Z Cumulé (m)	0.000	0.003	-0.004	0.000	-0.002						
observations	BORNE			NOUV. BORNE							



NOTA: La partie pointillée (bleue) correspond à la modification de la matérialisation du point (nouveau point et nouvelle origine du calcul)

Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

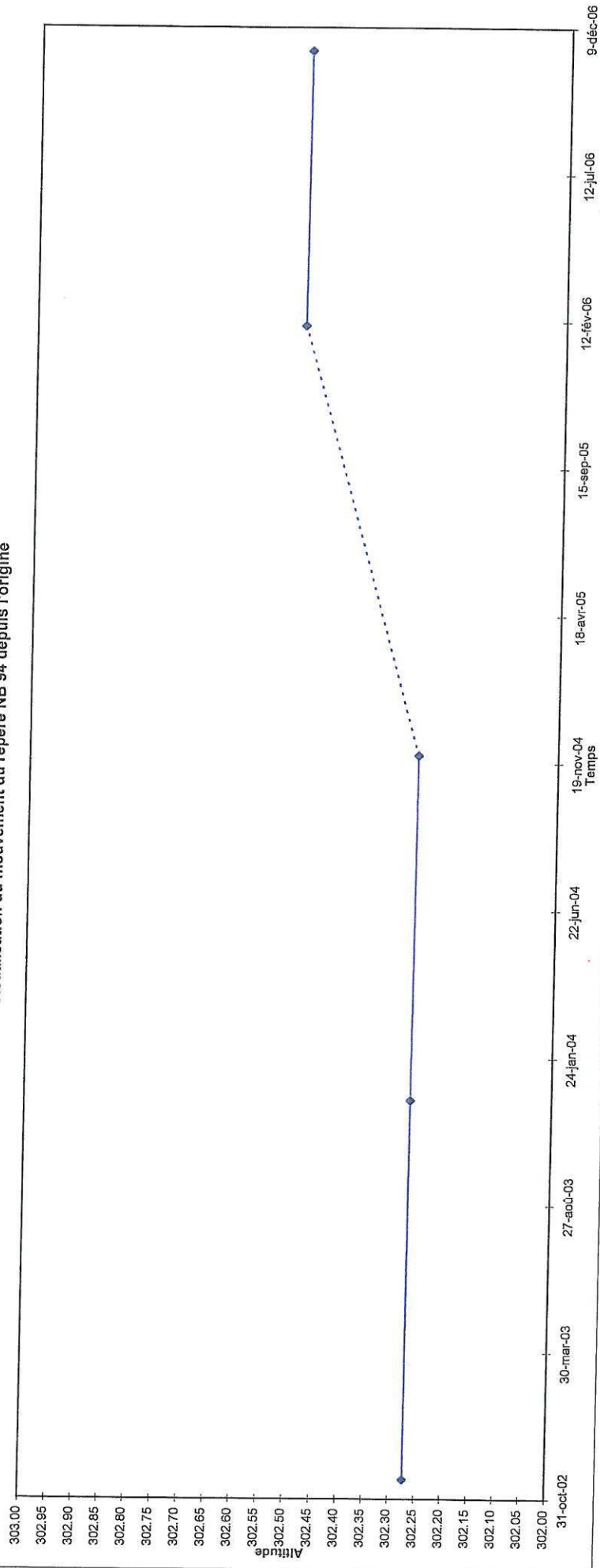
Suivi altimétrique du point NB 94 sur l'ancien bassin (réaménagé en janvier 2006)

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0 (Origine)	1	2	3 (nouv. ori.)	4	5	6	7	8	9	10
Date	20-nov-02	12-déc-03	27-nov-04	7-fév-06	15-nov-06						
Z (m)	302.271	302.269	302.265	302.493	302.489						
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.002	-0.004	0.000	-0.004						
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.002	-0.006	0.000	-0.004						
observations	BORNE			NOUV. BORNE							

Visualisation du mouvement du repère NB 94 depuis l'origine



NOTA: La partie pointillée (bleue) correspond à la modification de la matérialisation du point (nouveau point et nouvelle origine du calcul)

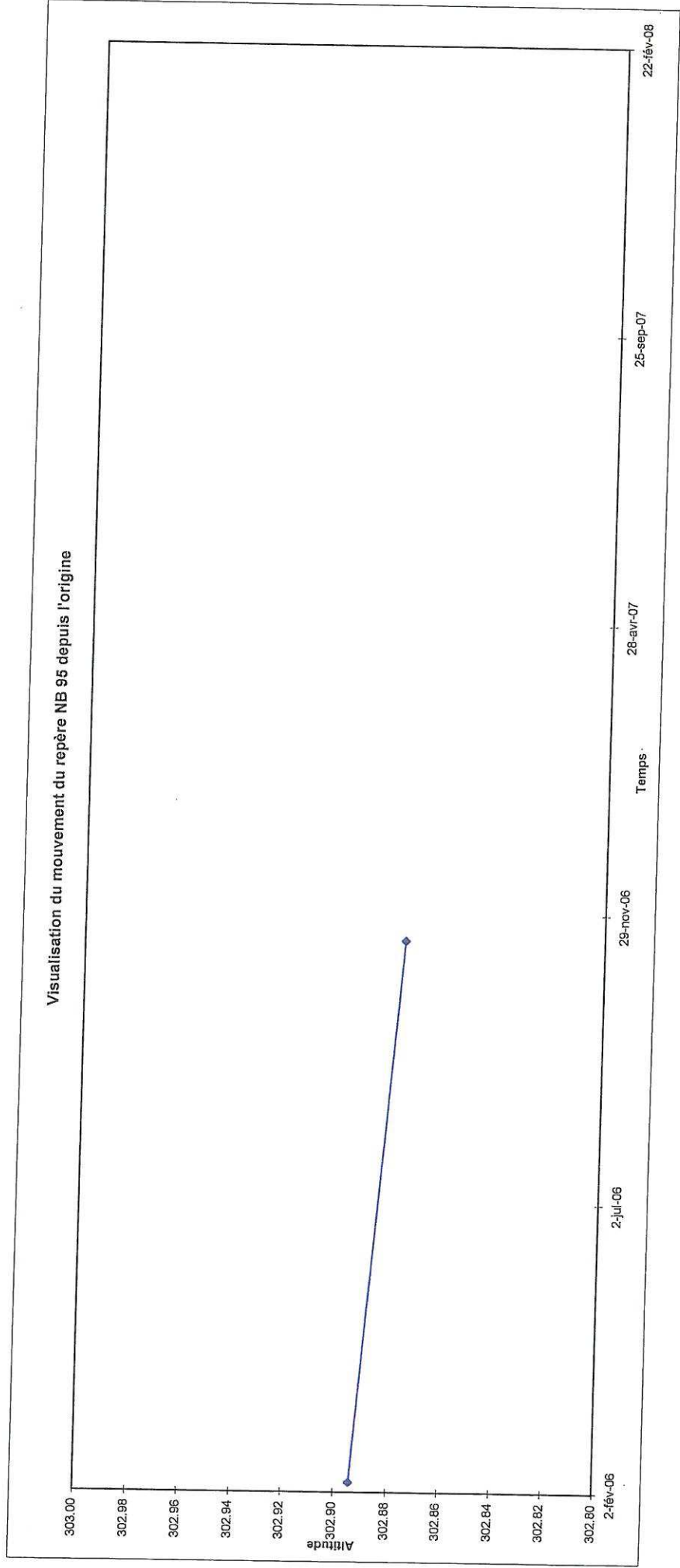
Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi altimétrique du point NB 95 sur l'ancien bassin (réaménagé en janvier 2006)

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0 (Origine)	1	2	4	5	6	7	8	9	10
Date	7-fév-06	15-nov-06								
Z (m)	302.894	302.877								
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.017								
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.017								
observations										



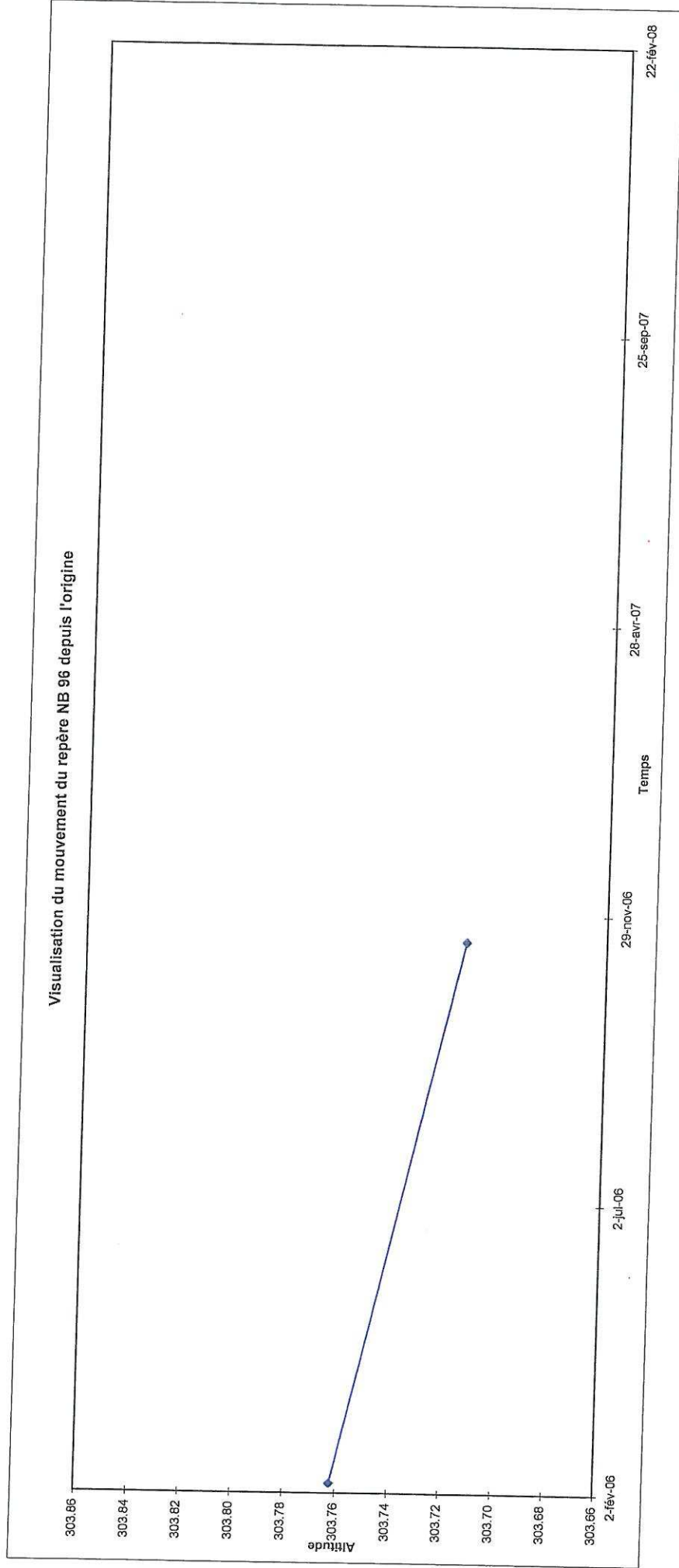
Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi altimétrique du point NB 96 sur l'ancien bassin (réaménagé en janvier 2006)

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.

Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0 (Origine)	1	2	4	5	6	7	8	9	10
Date	7-fév-06	15-nov-06								
Z (m)	303.762	303.714								
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.048								
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.048								
observations										



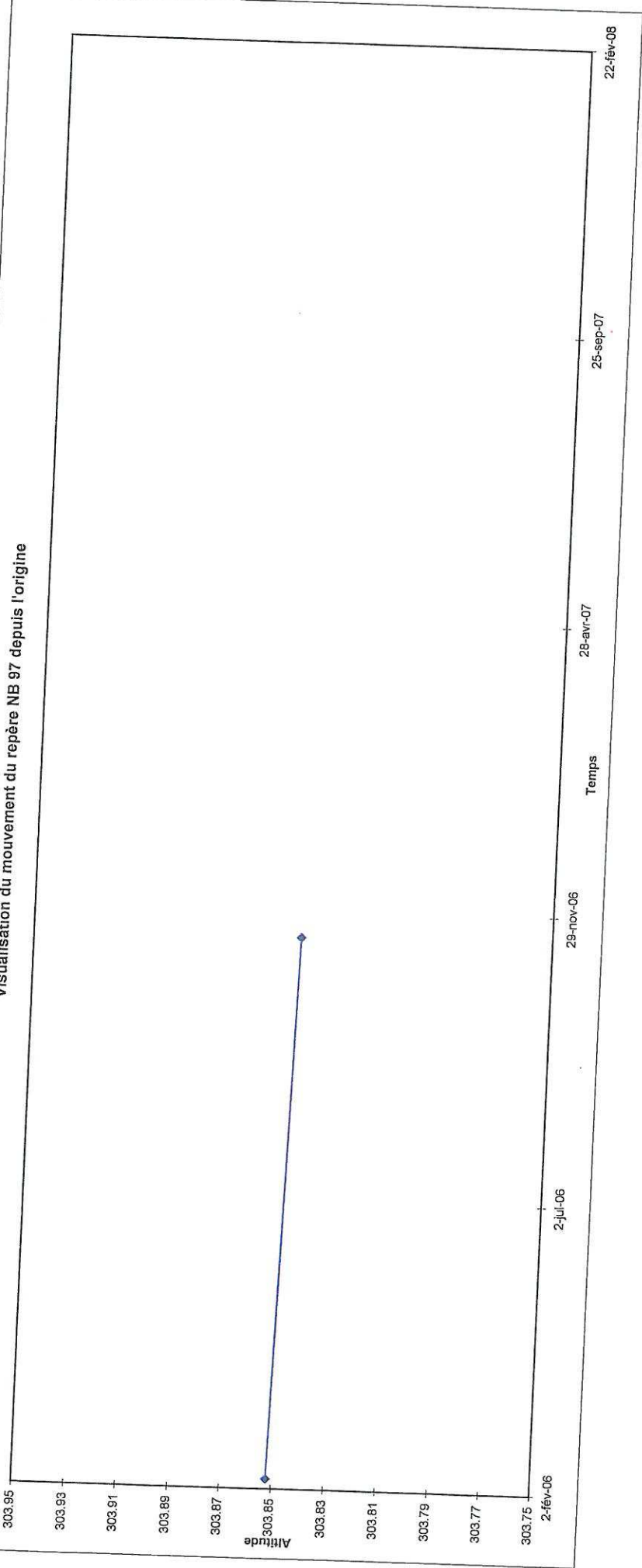
Société des mines du Bourneix
Digue des Fouilloux

Suivi altimétrique du point NB 97 sur l'ancien bassin (réaménagé en janvier 2006)

Nota : l'auscultation 2006 a été réalisée le 15/11/2006.
Nota : détermination à partir des coordonnées fixes sur les points 61, 80 et 100, extérieurs à la zone (le point 90 a été redéterminé lors des travaux d'auscultation de 2005).

Operation N°	0 (Origine)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Date	7-fév-06	15-nov-06									
Z (m)	303.852	303.847									
Delta Z Partiel (m)	0.000	-0.005									
Delta Z Cumulé (m)	0.000	-0.005									
observations											

Visualisation du mouvement du repère NB 97 depuis l'origine



AREVA S.M.B

ANCIEN BASSIN
DU SITE DES FOUILLOUX
AUSCULTATION 2006 (15/11/06)
VECTEURS DE DEPLACEMENTS

BV BRUNET VEYMER MESURES
SELARL DE GEOMETRES-EXPERTS
Rue P. Mendès France
87250 Bassins /cartespe
Tel: 05 55 76 10 51
Fax: 05 55 76 27 58

Echelle 1/150
REF: SMB50D.C



**POINT
STATION**

**NB97
D'AUSC**

EVACUATEUR
DE CRUE

BOIS

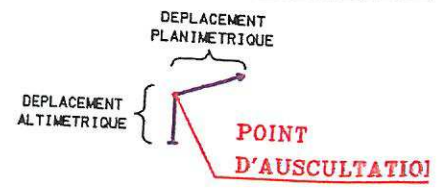
FECHERIE

FOSSÉ

LIMITE DE PROPRIETE

Dessins des déplacements représentés
par rapport à l'opération d'origine d
novembre 2002 (déplacements cumulés)

LEGENDE



ECHELLE DES DEPLACEMENTS (TAILLE DES VECTEURS)
1 POUR 1, SOIT:
10 mm PLAN REPRESENTE UN DEPLACEMENT REEL DE 10

COGEMA

DIGUE DES FOUILLOUX

DOSSIER COMPLEMENTAIRE

Janvier 1989



SOMMAIRE

1.	A - RECONNAISSANCES ET ESSAIS DE LABORATOIRE	
	1. Reconnaissances effectuées	A-1
	2. Résultats des reconnaissances et essais	A-1
2.	B - STABILITE DE LA DIGUE	
	1. Mode de construction de la digue	B-1
	2. Analyse de la stabilité dans l'état actuel	B-1
	3. Analyse de la stabilité après surélévation	B-10
	4. Influence du mode de construction sur la stabilité	B-10
3.	C - CONSEQUENCE D'UNE RUPTURE DE LA DIGUE	
	1. Introduction	C-1
	2. Hydrogramme de rupture	C-1
	3. Propagation a l'aval	C-3
	4. Conséquences sur les sédiments	C-17

Le présent dossier a été établi pour répondre aux demandes formulées par la DRIR lors de la réunion tenue à la mine du Bourneix le 1er décembre 1988, et au cours de laquelle le projet de surélévation de la digue des Fouilloux a été présenté et discuté.

Le dossier présenté comporte trois parties :

- . une première partie concerne les résultats des reconnaissances et essais de laboratoire réalisés au cours de l'été 1988,
- . une deuxième partie concerne la justification de la stabilité de la digue, prenant en compte en particulier le mode de construction de celle-ci (cyclonage par le centre),
- . enfin, une troisième partie étudie les répercussions à l'aval d'une rupture hypothétique de la digue (scénario de sinistre majeur).

DIGUE DES FOUILLOUX

C - CONSEQUENCES D'UNE RUPTURE DE LA DIGUE

1. INTRODUCTION

Cette partie du rapport concerne l'étude des répercussions à l'aval d'une rupture hypothétique de la digue (scénario de sinistre majeur). Comme convenu lors de la réunion tenue avec la DRIR le 1^{er} décembre 1988, la rupture est supposée intervenir dans la situation correspondant à l'état de la digue en fin d'exploitation, c'est à dire :

- des sédiments à la cote 301, dont le volume total est de 1 500 000 m³,
- un plan d'eau à la cote 302, correspondant à une nappe d'eau libre de 1 m d'épaisseur et un volume stocké de 170 000 m³.

La première partie de l'étude correspond à l'évaluation de l'hydrogramme dû à la rupture de la digue. Il sera procédé ensuite à l'étude de la propagation de cet hydrogramme à l'aval (dans le Ruisseau Noir et dans l'Isle).

2. HYDROGRAMME DE RUPTURE

L'évaluation des débits provoqués par la rupture de la digue sera effectuée suivant deux approches : l'une correspondant à un calcul direct de débit, l'autre à une relation empirique calée sur des ruptures réelles.

2.1 calcul direct du débit

Cette première approche consiste à supposer que la partie supérieure de la digue s'efface instantanément en cas de rupture et se comporte comme un déversoir que l'on peut alors assimiler à un seuil plat. Le débit d'un tel déversoir est donné par la formule :

$$Q = C L H^{1,5}$$

C : coefficient de débit égal à 1,5 pour un seuil plat
 L : longueur du déversoir égale à 190 m
 H : hauteur d'eau à l'amont soit ici 1 m

Le débit correspondant est égal à 285 m³/s.

2.2 formule empirique

On utilisera la formule empirique mise au point aux Etats Unis par le Corps des Ingénieurs de l'Armée et établie sur la base d'observations de ruptures de digues en terre effectivement constatées (il faut toutefois noter que cette formule a été établie pour des volumes de retenue et des hauteurs de digue nettement plus grandes que le cas traité ici, et que son utilisation aux Fouilloux constitue une extrapolation importante).

La formule fait intervenir le facteur DF (dam factor) égal au volume de retenue multiplié par la hauteur d'eau. Le débit maximal est donné par :

$$Q = 1,205 DF^{0,48}$$

Dans le cas présent DF = 170 000 m⁴, et

$$Q = 390 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.3. hydrogramme de rupture

Les débits obtenus par les deux approches précédentes sont concordantes. Il est finalement proposé de retenir un débit de pointe égal à 300 m³/s. L'hydrogramme complet s'en

déduit à partir d'une hypothèse sur le temps de montée, que l'on prendra égal à 3 minutes (en supposant un débit constant de 300 m³/s, le volume total de retenue est évacué en moins de 10 minutes). L'hydrogramme correspondant est représenté figure 14 ci-après. Cet hydrogramme doit être considéré comme une enveloppe maximale, en particulier compte tenu du faible volume d'eau emmagasiné et du temps physiquement nécessaire au processus d'érosion de la digue.

3. PROPAGATION DE L'HYDROGRAMME DE RUPTURE

3.1 objet du calcul

L'objet du calcul est d'évaluer la propagation de l'onde de rupture le long de son trajet dans les vallées du Ruisseau Noir et de l'Isle (atténuation du débit et des vitesses). Le lit de l'Isle a été modélisé jusqu'à la queue de retenue du barrage de Jumilhac Le Grand (lieu dit La Chatonnière). La longueur totale modélisée est de 5,50 km (0,55 km pour le Ruisseau Noir et 4,95 km pour l'Isle).

3.2. méthode de calcul et données utilisées

3.2.1 logiciel de calcul utilisé

L'étude de la propagation de l'onde de rupture a été réalisée à l'aide du programme DAMBRK, développé aux Etats Unis sur la base d'un logiciel du National Weather Service. Ce logiciel a été testé sur de nombreux cas de ruptures de digues aux Etats Unis.

Digue des Fouilloux

Hydrogramme de rupture

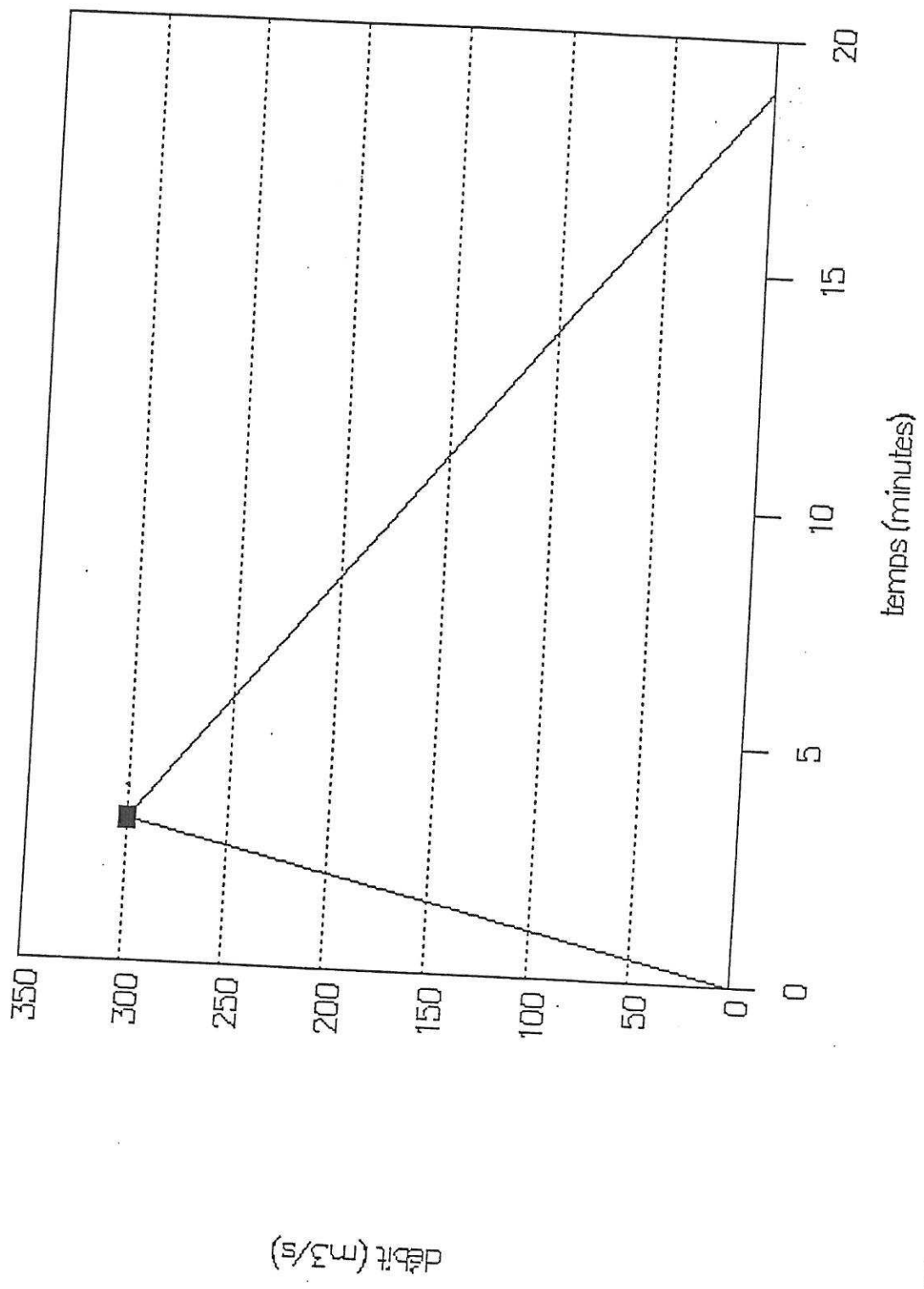


Fig:14

3.2.2 données topographiques utilisées

La vallée du Ruisseau Noir a été modélisée à partir de levés topographiques réalisés spécialement pour ce calcul par les services de COGEMA. Cinq profils en travers et un profil en long ont été dressés.

Le lit de l'Isle a été modélisé de façon simplifiée sur les bases d'une reconnaissance visuelle de la vallée, d'un profil en travers réalisé au confluent avec le Ruisseau Noir et de la carte IGN au 1/10 000. Deux sections types sont représentées :

- une section " large " correspondant à la majeure partie du profil en long dont les caractéristiques sont celles levées au confluent,
- une section " étroite " caractérisant la partie de vallée autour du lieu dit Le Gravier et s'étendant sur 2 km environ.

La figure 15 précise ces deux sections types et la figure 16 indique l'extension de ces deux parties de la vallée de l'Isle. Notons enfin que le pont de la D 79 et le seuil bas barrant l'Isle au lieu dit Le Gravier n'ont pas été modélisés en tant que points singuliers.

3.2.3 conditions initiales

Le bon déroulement des calculs nécessite l'introduction d'un débit initial relativement important qui est toutefois très inférieur au débit maximum de l'onde de rupture. Pour le Ruisseau Noir, ce débit a été pris égal à $6 \text{ m}^3/\text{s}$. Pour l'Isle, le débit initial a été pris égal à $20 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'amont du confluent, soit $26 \text{ m}^3/\text{s}$ dans la partie étudiée.

PROFILS EN TRAVERS

Lit de l'Isle

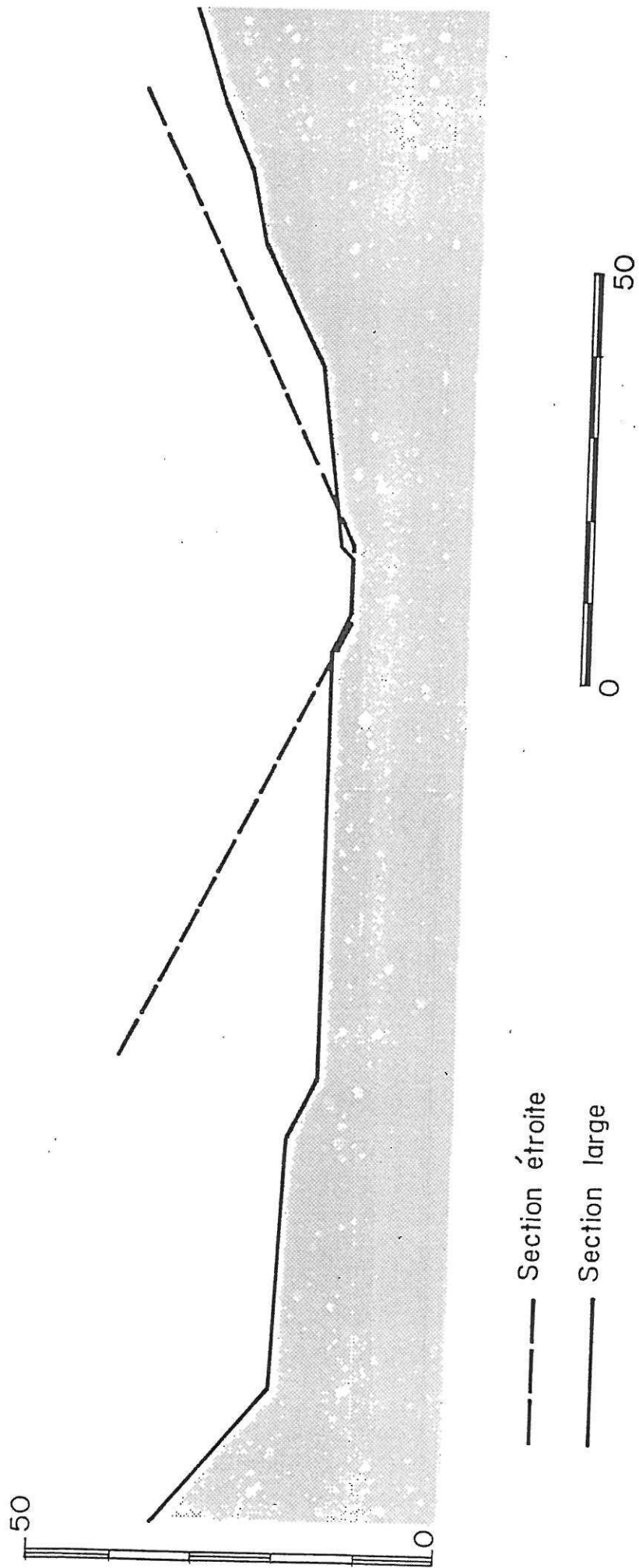


Fig. 15

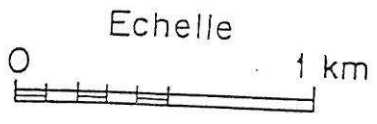
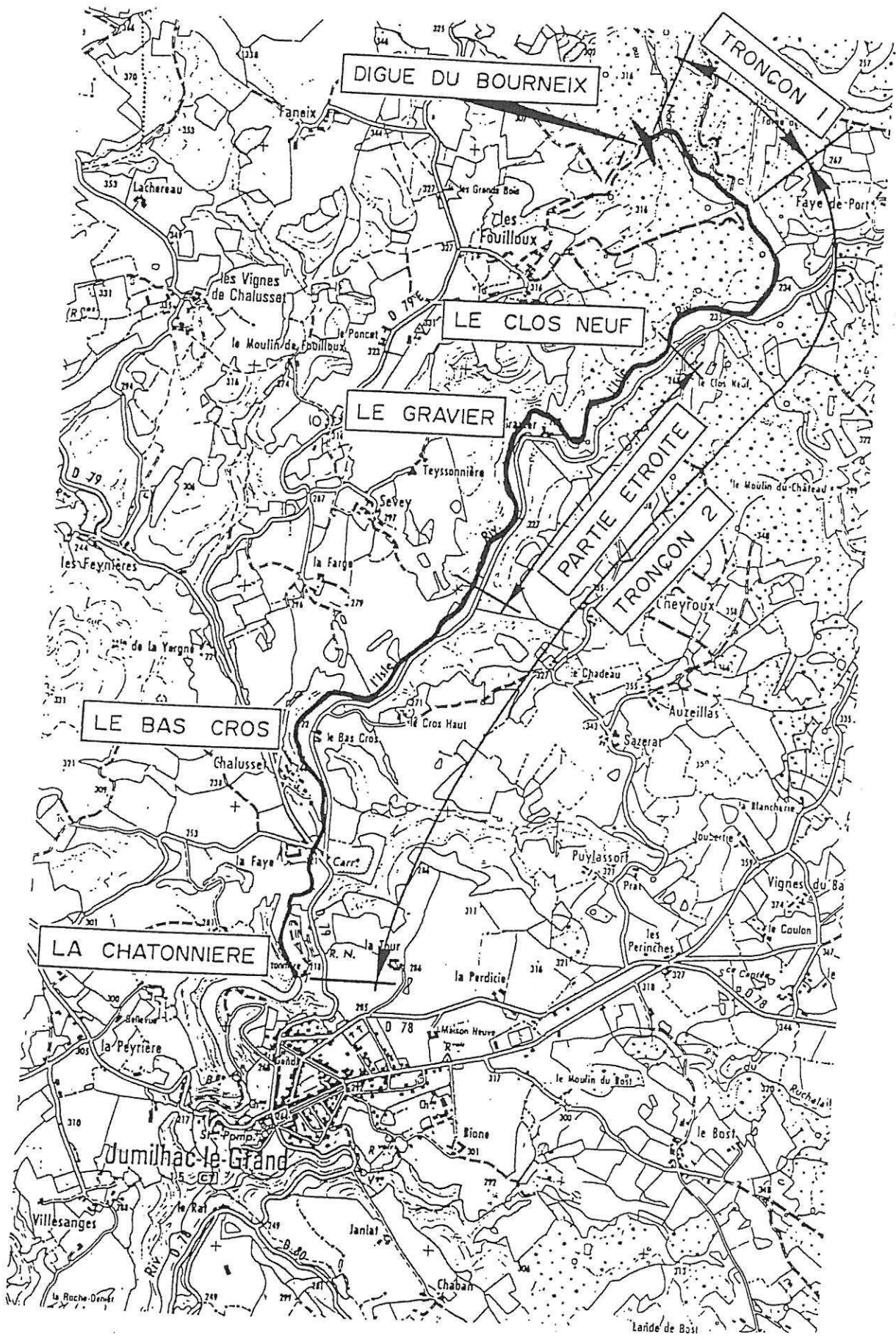


Fig:16

3.2.4 méthodologie du calcul

Le trajet de l'onde de rupture se décompose physiquement en deux parties :

- . la vallée du Ruisseau Noir de pente voisine de 3 %, et pour laquelle le régime d'écoulement est torrentiel (tronçon 1),
- . la vallée de l'Isle de pente voisine de 0.5 %, et pour laquelle le régime d'écoulement est fluvial (tronçon 2).

Le logiciel ne pouvant traiter simultanément les équations différentes de l'écoulement torrentiel et de l'écoulement fluvial, le calcul a été décomposé en deux parties. L'hydrogramme introduit à l'entrée du second tronçon est celui calculé en fin du premier tronçon majoré d'un débit permanent de $20 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondant au débit de l'Isle.

3.2.5 caractéristiques de frottement de la vallée

La végétation de la vallée du Ruisseau Noir et de la partie étroite de la vallée de l'Isle consiste principalement en broussailles et arbres de faible hauteur. Dans sa partie large, la vallée de l'Isle se caractérise par des prairies occupant le lit majeur et des coteaux présentant une végétation similaire à celle du Ruisseau Noir.

Finalement, il a donc été retenu un coefficient de Strickler uniforme de 25, correspondant globalement aux caractéristiques décrites ci-dessus.

3.3. résultats

Les résultats sont présentés sur les figures 17 à 21 donnant :

- . les hydrogrammes en différentes sections remarquables,
- . le débit maximum en fonction de la distance parcourue par l'onde de rupture,
- . la distance parcourue par le débit de pointe en fonction du temps écoulé depuis la rupture.

3.3.1 propagation dans la vallée du Ruisseau Noir (tronçon 1)

La figure 17 représente les hydrogrammes immédiatement à l'aval de la digue et au confluent avec l'Isle.

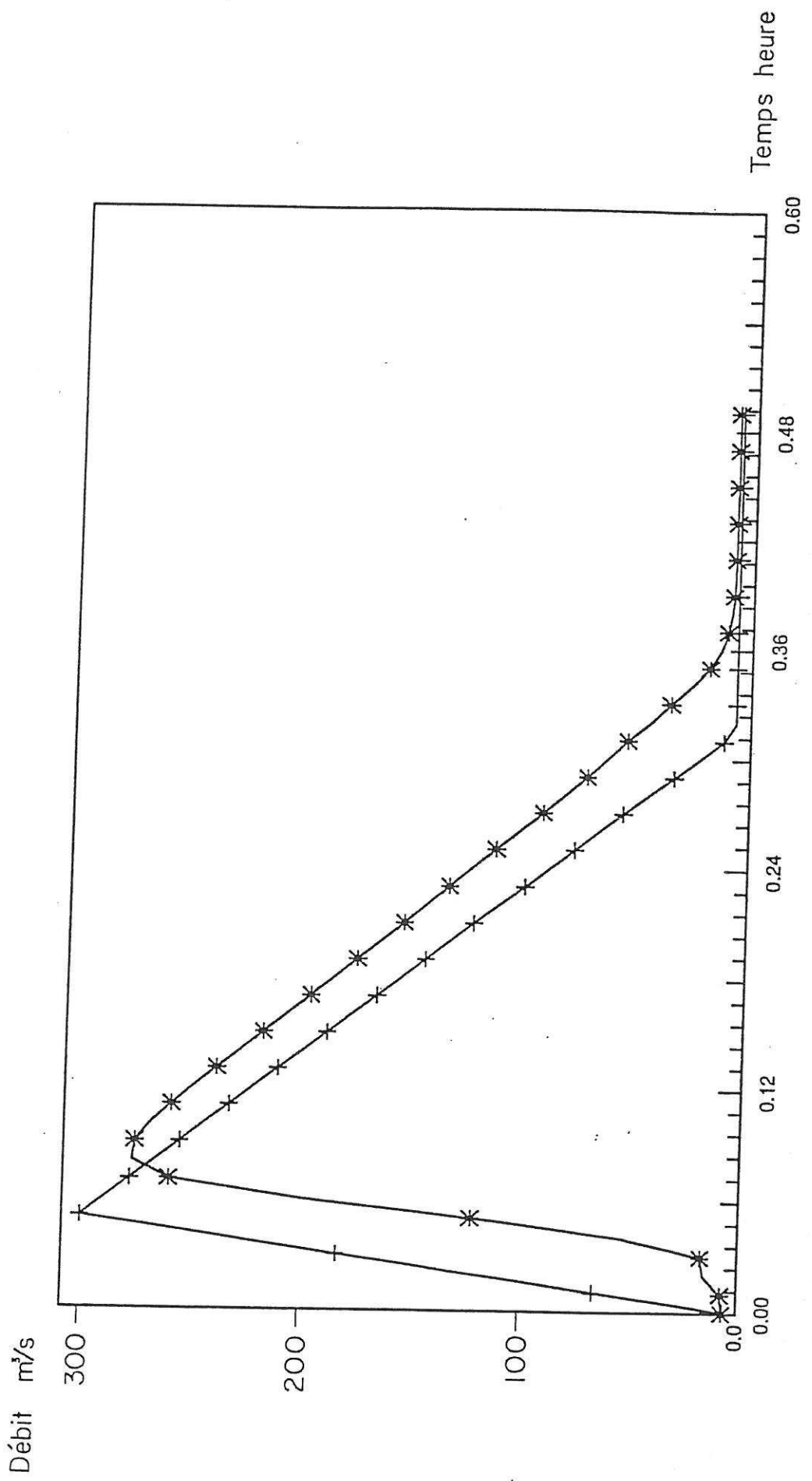
Dans cette partie, l'hydrogramme se propage sans modification notable, en particulier pour le débit de pointe qui passe de 300 à 277 m³/s.

La vitesse de propagation de l'onde est d'environ 5 m/s (18 Km/h), elle atteint le confluent avec l'Isle au bout de 1 mn 50 s environ.

3.3.2 propagation dans la vallée de l'Isle (tronçon 2)

La figure 18 représente le débit de pointe en fonction de la distance parcourue.

Tronçon 1
HYDROGRAMMES



+ à 0 km
* à 0,55 km

Fig.17

Tronçon 2
DEBIT MAXIMAL

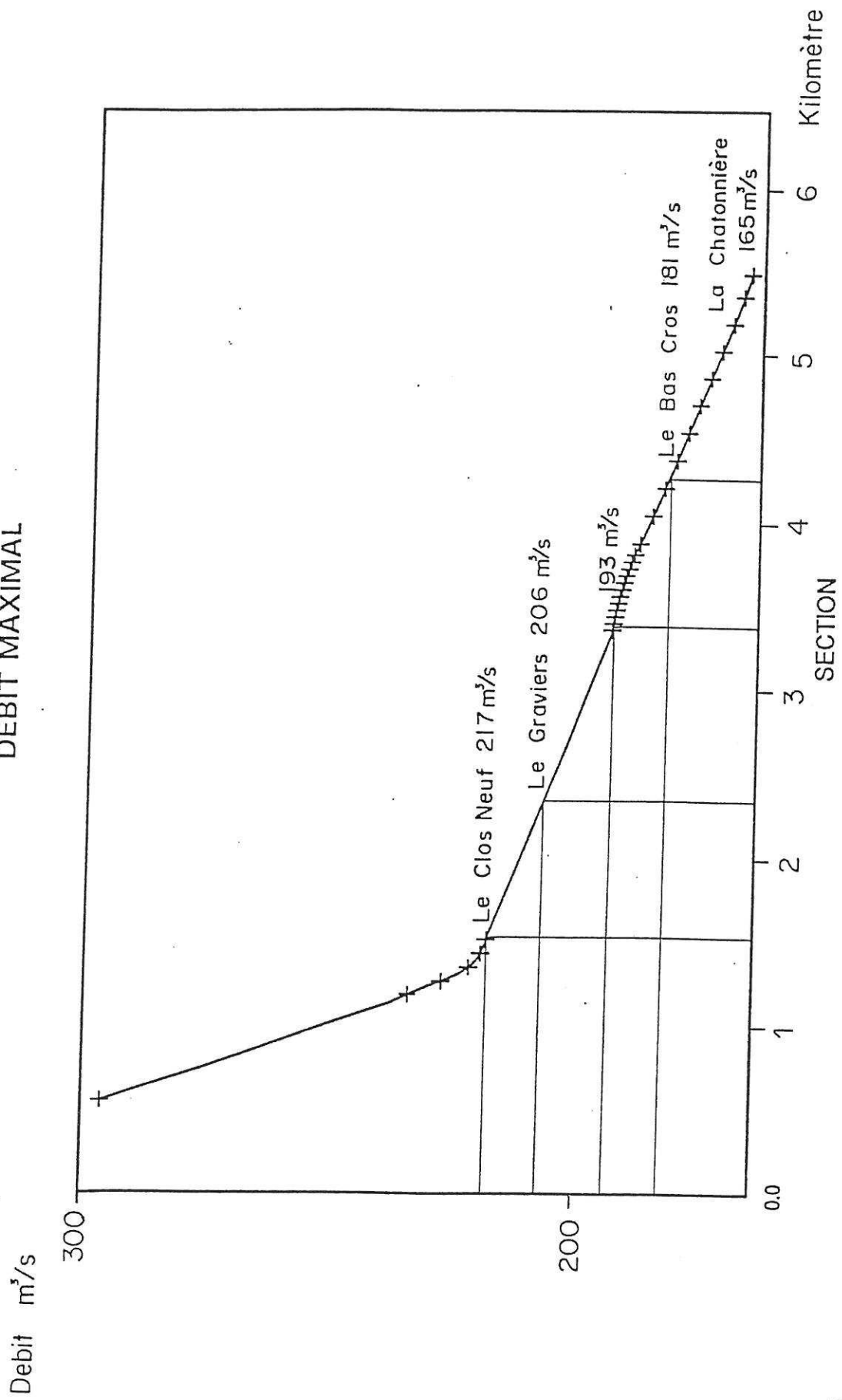


Fig. 18

Tronçon 2
HYDROGRAMMES

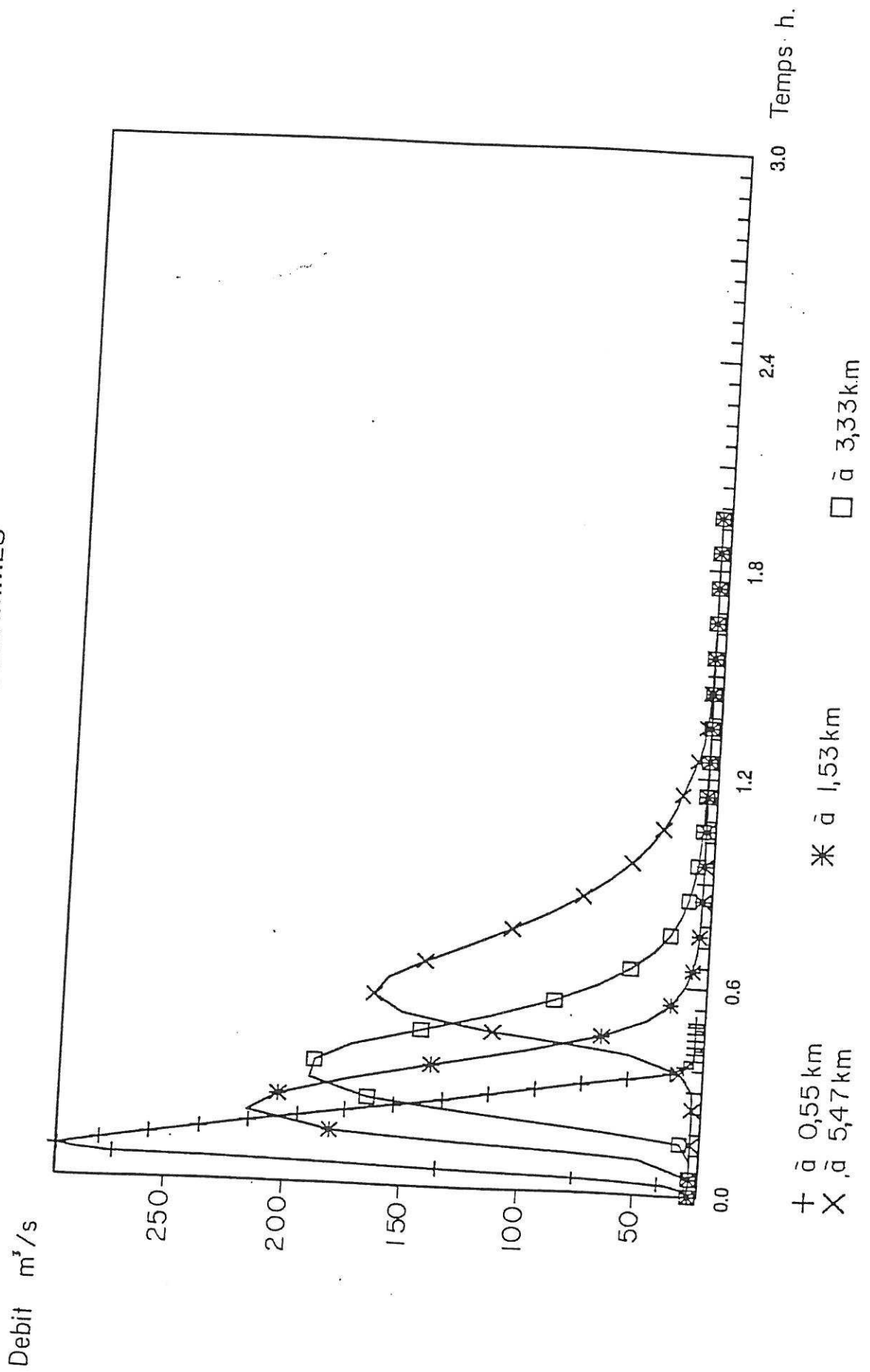


Fig. 19

Tronçon 2
HYDROGRAMMES

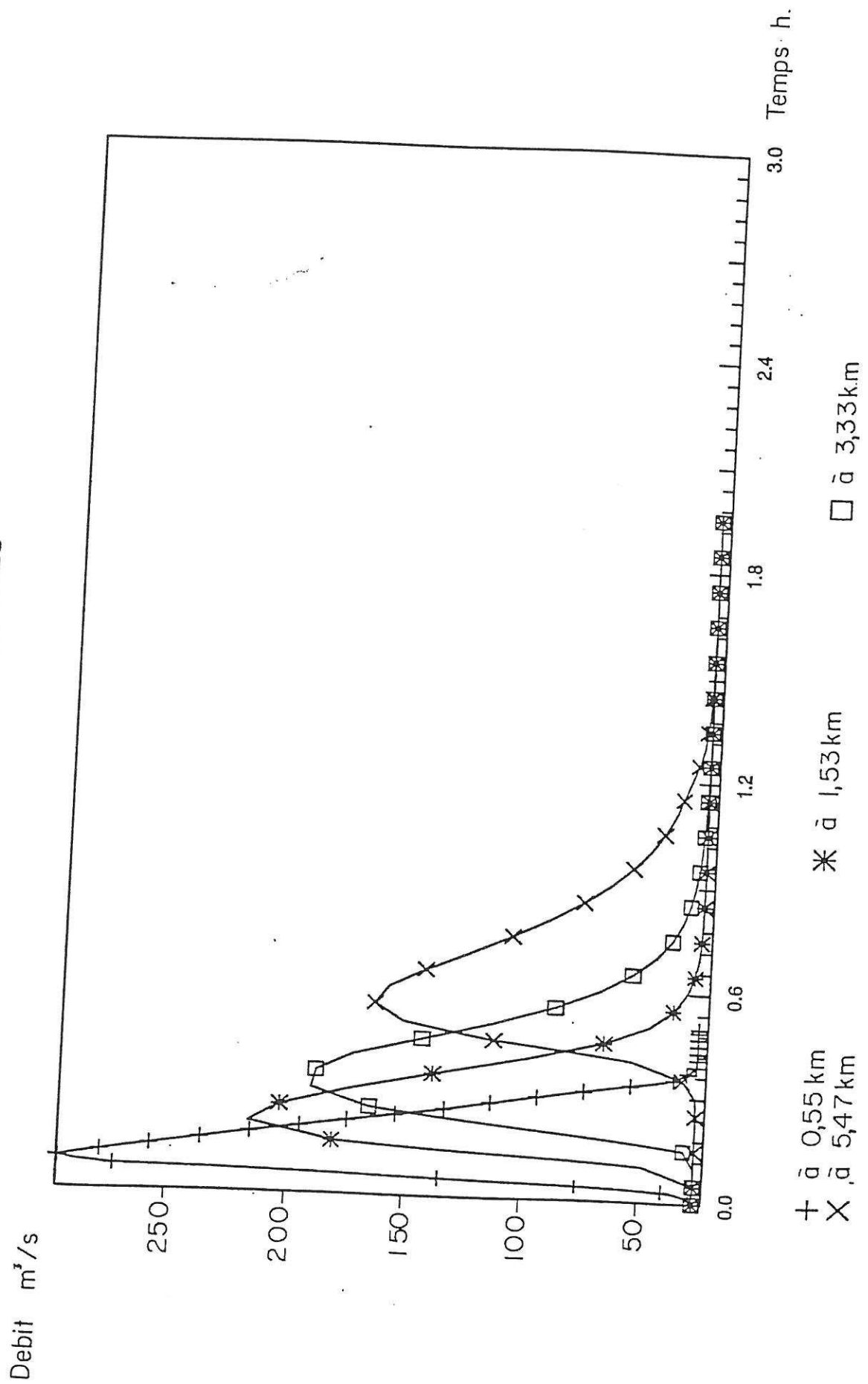


Fig. 19

Tronçon 2
HYDROGRAMME A JUMILHAC

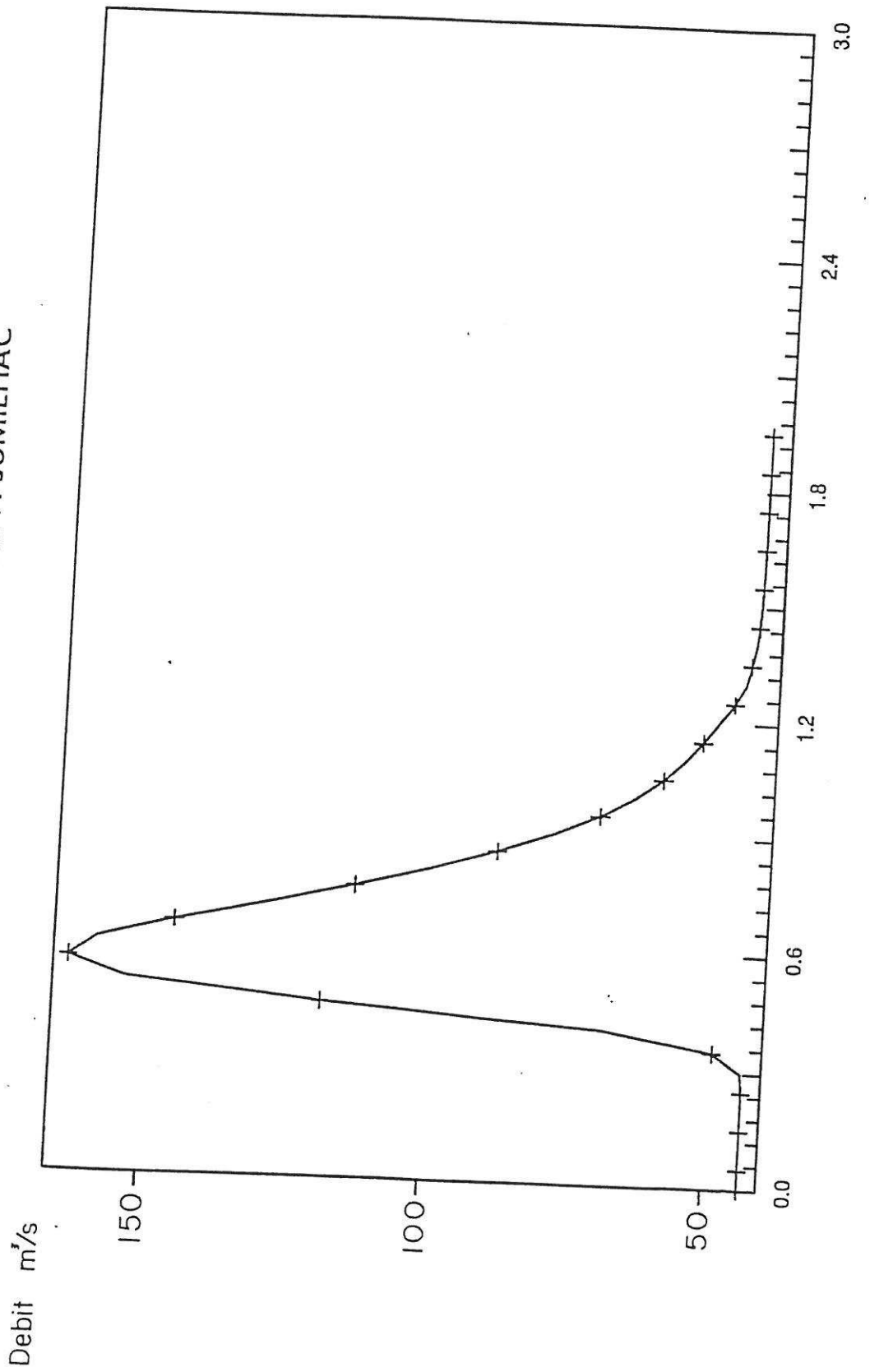


Fig.20

Tronçon 2

TEMPS D'ARRIVEE DU DEBIT DE POINTE

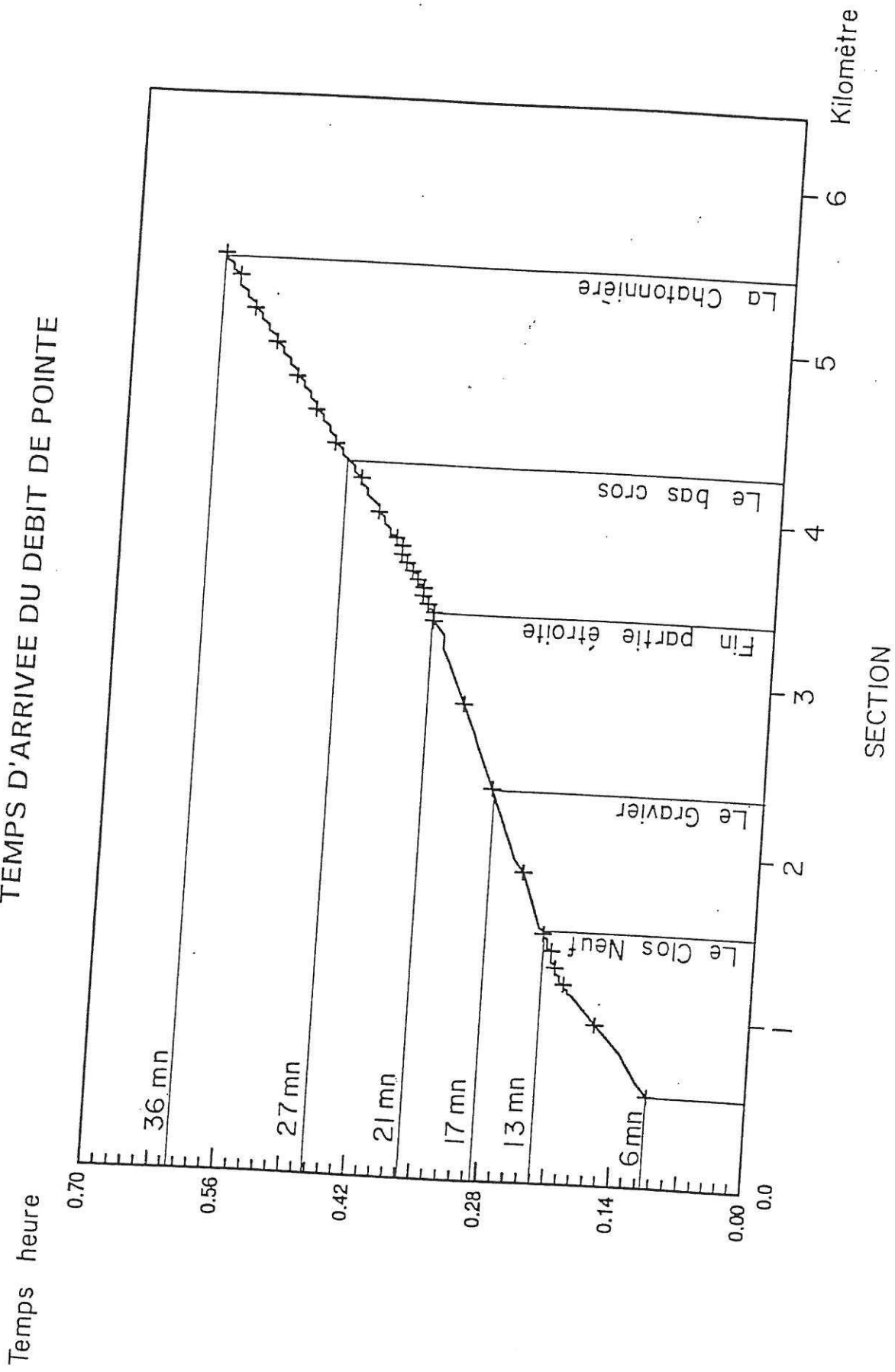


Fig. 21

3.4 comparaison avec les crues de l'Isle

Pour évaluer l'impact des débits précédents sur le cours de l'Isle, il est intéressant de comparer ceux-ci aux débits des crues naturelles de la rivière. En l'absence d'étude hydrologique particulière, les débits de crues peuvent être approximativement évalués à partir de formules générales statistiques. Parmi celles ci, on retiendra la formule CRUPEDIX du Ministère de l'Agriculture donnant la crue de période de retour 10 ans et l'étude de synthèse publiée au dernier congrès des grands barrages et donnant les crues de période de retour 1 000 ans en France pour différentes zones géographiques.

La relation donnant le débit de pointe décennal dans la méthode CRUPEDIX est :

$$Q = S^{0,8} (P / 80)^2 R$$

Q = débit instantané de crue de fréquence décennal
 S = superficie du bassin versant en km²
 P = précipitation journalière de fréquence décennale en mm
 R = coefficient régional = 1 dans le cas présent

Avec S = 148 km² (bassin versant au Chalard)
 P = 70 mm

$$Q = 42 \text{ m}^3/\text{s}$$

La formule donnant le débit de pointe millénal, pour la zone géographique dont fait partie le bassin de l'Isle, s'écrit :

$$\text{LN}(Q) = 0,72 \text{ LN}(S) + 2,0$$

pour S = 148 km²

$$Q = 270 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sur la base des valeurs ci-dessus, le débit de pointe centenal peut être évalué à $160 \text{ m}^3/\text{s}$ environ.

3.5 conclusions

En conclusion, la rupture de la digue du Bourneix dans sa configuration définitive entrainerait au confluent avec l'Isle un débit correspondant à une crue de période de retour 1000 ans environ, et à la hauteur de Jumilhac Le Grand un débit correspondant à une crue de période de retour 100 ans environ. Notons que compte tenu de la durée très courte de l'onde de rupture, l'hypothèse d'une concomitance avec la pointe d'une crue naturelle de l'Isle n'a pas été envisagée, la probabilité d'un tel évènement étant très faible.

Compte tenu de la faible densité de constructions dans le tronçon étudié de la vallée, et du fait que l'agglomération principale (JUMILHAC LE GRAND) est située au minimum 50 m au-dessus du lit de la rivière, on peut conclure des valeurs ci-dessus que les conséquences d'une rupture de la digue du Bourneix seraient très limitées à l'aval, et comparables à celles d'une crue naturelle exceptionnelle de l'Isle.

4. CONSEQUENCES SUR LES SEDIMENTS

L'étude précédente s'est préoccupée uniquement de la propagation des débits provenant de l'eau stockée dans la retenue. En ce qui concerne les sédiments proprement dits (sédiments fins stockés et sable constituant le remblai aval), leur évolution en cas de rupture ne peut être abordée que de façon très qualitative. On peut cependant affirmer que leur entrainement en cas de rupture devrait être très limité, pour les raisons suivantes :

- . le volume d'eau emmagasiné étant très faible, le temps correspondant d'érosion est limité à quelques dizaines de minutes tout au plus,
- . le sable du remblai aval possède une résistance mécanique suffisante pour s'opposer à un transport rapide par les eaux de la retenue,
- . le Ruisseau Noir a un cours perpendiculaire au ruisseau des Fouilloux, sur lequel est située la digue, et ce changement de direction provoque un obstacle important à l'écoulement de matières solides,
- . la pente du Ruisseau Noir est égale à 3 %, pente nettement inférieure à la pente d'équilibre des sédiments.

L'ensemble de ces raisons fait qu'il est très peu probable qu'un entrainement significatif de sédiments ait lieu au-delà du Ruisseau Noir. Il faut enfin ajouter que dans les cas connus de ruptures réelles de digues (comme par exemple les ruptures récentes du barrage de Teton aux Etats Unis ou du barrage de Tous en Espagne), les problèmes liés aux entrainements de matériaux des remblais n'ont pas été significatifs.

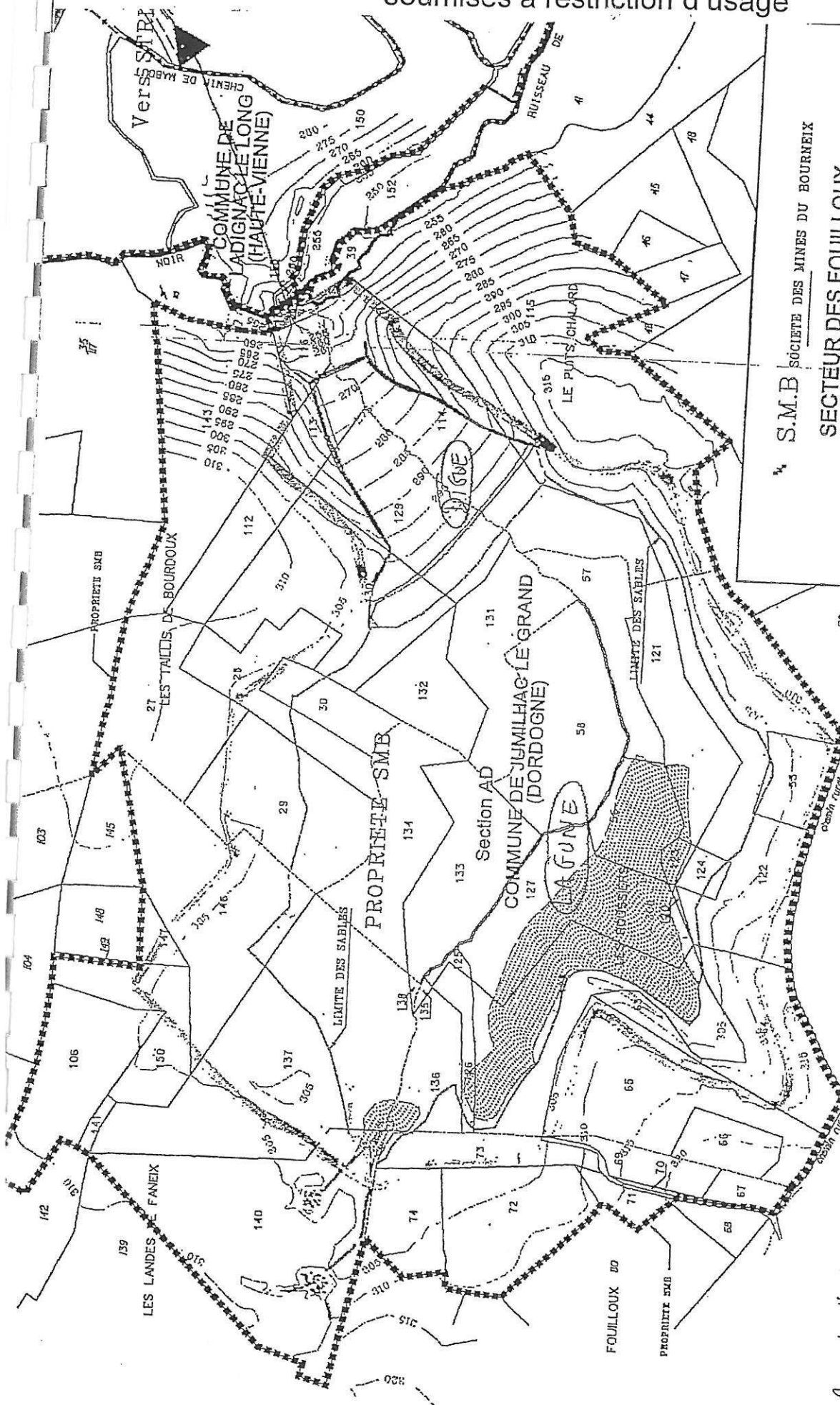
Liste des parcelles concernées par l'emprise du dépôt et de la digue des Fouilloux

COMMUNE DE JUMILHAC LE GRAND

SECTION	N°	LIEU DIT	NATURE	Ha	a	ca	DATE ACHAT
AD	27	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE	1	19	23	10/07/1989
AD	28	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE		86	80	30/10/1989
AD	29	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE	1	42	0	27/10/1989
AD	30	LES TAILLIS DE BOURDOUX				53	03/03/1981
AD	38	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE		43	91	27/10/1989
AD	39	LE PUITS CHALARD	BT CHENE		12	0	03/03/1981
AD	53	LES ROUSSIERS	BR		41	67	27/11/1989
AD	56	LES ROUSSIERS	LE BT		57	90	09/12/1981
AD	57	LES ROUSSIERS	LE BT		66	50	09/12/1981
AD	58	LES ROUSSIERS	P E	1	51	80	09/12/1981
AD	63	LES ROUSSIERS	BT CHENE		16	32	10/12/1989
AD	64	LES ROUSSIERS	BT CHENE	1	9	60	10/12/1989
AD	65	LES ROUSSIERS	BT CHENE	1	71	80	10/07/1989
AD	66	LES ROUSSIERS	BT CHENE		37	7	10/07/1989
AD	67	LES GRANDS BOIS DE FOUILLOUX	L		14	38	29/08/2001
AD	69	LES GRANDS BOIS DE FOUILLOUX	BT CHENE		27	22	29/08/2001
AD	70	LES GRANDS BOIS DE FOUILLOUX	BT CHENE		3	73	10/07/1989
AD	71	LES GRANDS BOIS DE FOUILLOUX	BT CHENE		18	60	10/07/1989
AD	72	LES GRANDS BOIS DE FOUILLOUX	P	1	24	69	10/07/1989
AD	73	LES GRANDS BOIS DE FOUILLOUX	L		47	80	29/08/2001
AD	74	LES GRANDS BOIS DE FOUILLOUX	L		54	80	10/07/1989
AD	106	LES LANDES DE FANEIX	BR	1	16	40	10/07/1989
AD	112	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE		59	43	12/09/1989
AD	113	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE		40	77	09/12/1981
AD	114	LE PUITS CHALARD	P E	2	47	78	09/12/1981
AD	115	LE PUITS CHALARD	BT CHENE	5	31	42	30/10/1989
AD	116	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE		26	40	09/12/1981
AD	118	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE		5	49	09/12/1981
AD	120	LES ROUSSIERS	BT CHENE		1	11	09/12/1981
AD	121	LES ROUSSIERS	BT CHENE		95	97	09/12/1981
AD	122	LES ROUSSIERS	BT CHENE	2	40	62	27/11/1989
AD	123	LES ROUSSIERS	BT CHENE		7	72	09/12/1981
AD	124	LES ROUSSIERS	BT CHENE		12	92	09/12/1981
AD	125	LES ROUSSIERS	BT CHENE		4	18	09/12/1981
AD	126	LES ROUSSIERS	BT CHENE		23	42	30/10/1989
AD	127	LES ROUSSIERS	P	1	53	76	30/10/1989
AD	128	LES ROUSSIERS	P	1	97	84	30/10/1989
AD	129	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT E	1	28	59	09/12/1981
AD	130	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BR BT CHENE	1	75	96	27/10/1989
AD	131	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE E	1	8	47	09/12/1981
AD	132	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE		68	38	30/10/1989
AD	133	LES ROUSSIERS	P	1	19	93	09/12/1981
AD	134	LES ROUSSIERS	P BT CHENE	1	5	67	30/10/1989
AD	135	LES ROUSSIERS	L		2	0	09/12/1981
AD	136	LES ROUSSIERS	L		57	60	30/10/1989
AD	137	LES LANDES DE FANEIX	P	3	32	70	30/10/1989
AD	138	LES LANDES DE FANEIX	L		1	70	09/12/1981
AD	146	LES LANDES DE FANEIX	BT CHENE	1	81	37	30/10/1989
AD	140	LES LANDES DE FANEIX	BT CHENE	2	83	18	12/09/1989
AD	141	LES LANDES DE FANEIX	BT CHENE		4	70	10/07/1989
AD	143	LES TAILLIS DE BOURDOUX	BT CHENE	2	0	0	12/03/1992
AD	147	LES LANDES DE FANEIX	BT CHENE		12	47	10/07/1989
AD	150	LES LANDES DE FANEIX	BT CHENE		76	55	10/07/1989

Superficie totale 49 ha 72 a 76 ca

BT CHENE Bois taillis chênes
BR Bois résineux
L Lande
E Etang
P Pré



S.M.B. SOCIÉTÉ DES MINES DU BOURNEIX
 SECTEUR DES FOUILLOUX
 PLAN DE SITUATION AU 03/10/2003
 EXTRAIT CADASTRAL

NBS SELJOL Nicolas Briaud Directeur
 Géomètre Expert
 17250, Jumièges France
 Téléphone : 05 63 78 11 01
 Fax : 05 63 78 27 89

Echelle 1/3000

Fait le 30/10/2003
 REF: SMB49A.000

LEGENDE

	Limite de parcelles
	Limite de lieux-dits
	Limite de communes
	Limite de départements
	Limite de propriétés

Annexe A à l'arrêté n° D4.0596 du 15 MAI 2004

040596