

RAPPORT D'ÉTUDE
DRS-07-90078-11924A

07/12/2007

**Audit de la digue de résidus de traitement du
gisement de Saint Félix de Pallières (30)**

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

Audit de la digue de résidus de traitement du gisement de Saint Félix de Pallières (30)

(Saint Félix de Pallières, Gard)

Client : GEODERIS Sud

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

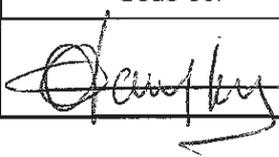
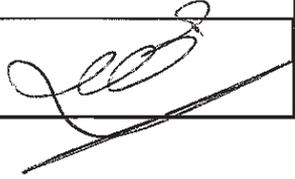
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Matthieu Caudron	Xavier Daupley	Mehdi Ghoreychi
Qualité	Ingénieur de l'unité Risques Naturels Ouvrages et Stockages à la Direction des Risques du Sol et du Sous-sol	Responsable de l'unité Risques Géotechniques liés à l'Exploitation du sous-sol à la Direction des Risques du Sol et du Sous-sol	Directeur des Risques du Sol et du Sous-sol
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	5
1.1 Contexte.....	5
1.2 Historique	5
2. SYNTHÈSE DES DONNÉES : BIBLIOGRAPHIE ET VISITE DE TERRAIN ...	7
2.1 Synthèse bibliographique	7
2.2 Compte rendu de la visite de terrain.....	9
2.3 Analyse	11
2.3.1 Stabilité globale	11
2.3.2 Erosion régressive	11
2.3.3 Migration d'éléments et pollution	12
3. CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS.....	12
3.1 Conclusions.....	12
3.2 Propositions	13
3.2.1 Travaux.....	13
3.2.2 Surveillance	13

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

GEODERIS a sollicité l'INERIS pour la réalisation de l'audit de la digue à résidus de Saint-Félix-de-Pallières (30). Elle fait partie d'un ensemble regroupant les concessions de La Croix de Pallières, Valleraube, Pallières et Gravouillères, situées dans le département du Gard à 15 km au sud-ouest d'Alès. Elles ont été instituées respectivement en 1848, 1862 et 1822 pour du zinc, du plomb argentifère et autres métaux. La renonciation a été obtenue en 2004 par Umicore (précédemment la Société des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne puis Union Minière).

1.2 HISTORIQUE

Le gisement de Pallières est de type sulfuré (pyrite, blende et galène) et stratiforme. Il a été exploité essentiellement de 1844 à 1888, puis de 1911 à 1931 et surtout de 1948 à 1971. La production s'établit à près de 800000 t de tout-venant, 22500 t de plomb et 66000 t de zinc pendant cette dernière période. Les minerais étaient concentrés par flottation. L'usine produisit donc près d'un million de tonnes de rejets de laverie qui furent évacués par voie hydraulique puis stockés dans un bassin de décantation adossé au flanc gauche d'un talweg formé par le ruisseau d'Aigues Mortes (figure 1).

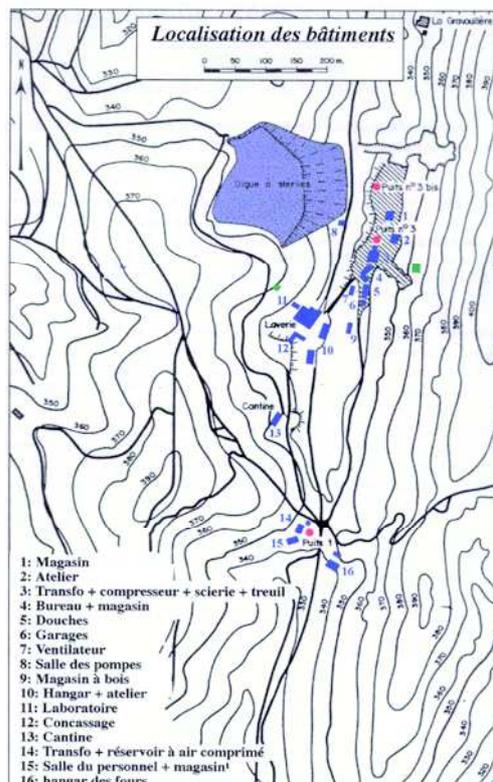


Figure 1 : Plan général des installations de la concession de la Croix de Pallières lors de la production

2. SYNTHÈSE DES DONNÉES : BIBLIOGRAPHIE ET VISITE DE TERRAIN

2.1 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Les principaux métaux extraits de la concession de la Croix de Pallières furent le zinc et le plomb argentifère. Plusieurs puits (5 au total) ont été creusés durant les différentes phases d'exploitation et sont aujourd'hui tous remblayés. Les vides souterrains subsistant apparaissent stables, aucun signe de mouvement de terrain n'ayant pu être observé sur site. Cela est conforté par l'utilisation de la méthode d'exploitation dite « par tranches remblayées » par l'exploitant. Cette stabilité est de plus renforcée par la profondeur des travaux (60 à 80 m).

De manière générale, les travaux souterrains ne présentent pas le principal problème de ce site. Ce sont les aménagements en surface qui posent actuellement le plus de problèmes. Ils sont constitués d'une zone de haldes autour des puits 3 et 3bis et d'une digue à stériles.

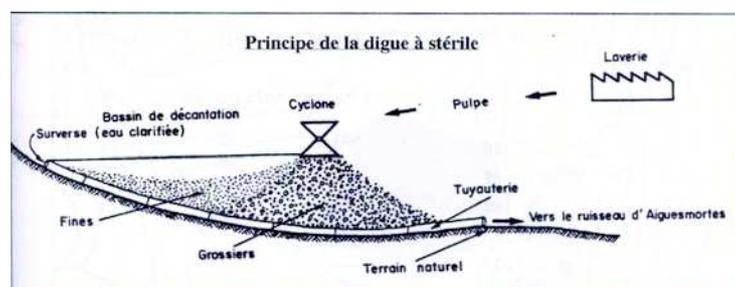


Figure 2 : schéma de principe de constitution d'une digue à stériles

Les minerais extraits ont été concentrés selon un procédé de flottation, directement sur site. Cette installation a donc produit près de 1 000 000 de tonnes de rejets de laverie. Ces rejets sont constitués d'un sable carbonaté contenant des traces de métaux lourds (cuivre, manganèse, zinc, fer, plomb, ...). Ils ont été mis en dépôt dans un bassin de décantation aménagé au sein d'un talweg et d'une digue. Celle-ci était rehaussée au fur et à mesure du remplissage du bassin par les rejets de la laverie. Une conduite, passant sous la digue permettait d'évacuer les eaux « clarifiées » vers le ruisseau d'Aiguesmortes (figure 2). La digue à stériles présente une largeur d'environ 200 m pour une longueur de 250 m. Cette digue à résidus n'a fait l'objet d'aucune réglementation spécifique dans le passé car l'arrêt de son exploitation est antérieur à la mise en place des règles "ICPE" actuellement applicables.

La zone de haldes est constituée des produits d'extraction ne présentant pas d'intérêt économique (matériau à teneur infra-économique). Ils ont servi à la constitution d'une plateforme technique où était implantée une partie des bâtiments de surface lors de l'exploitation du gisement. Ces haldes sont situées face à la digue à résidus, sur la pente opposée du vallon.

Suite à l'arrêt de l'exploitation et dans la procédure suivie pour la déclaration d'arrêt des travaux puis pour la renonciation, un certain nombre d'études ont toutefois été menées en 1994 en vue du réaménagement du site.

En effet, comme le montre les photos prises antérieurement aux travaux (Annexe A), la digue était soumise à un important phénomène d'érosion (par les précipitations, par le vent et par le passage de motos et de véhicules tout-terrain). Un ravinement très marqué a pu être observé, qui était encore accentué par l'absence totale de végétation ayant pu se développer spontanément. Les particules érodées, comportant des traces non négligeables de métaux lourds, représentaient une source de pollution pour l'environnement de la zone. Il fallait rajouter à cela la formation de nuages de poussières par les vents qui pouvaient être transportés jusqu'au hameau voisin de Saint-Félix-de-Pallières.

Au niveau de la digue à résidus, on visait à limiter la percolation des eaux et à favoriser son insertion dans l'environnement. Les travaux ont eu lieu début 1995. De nouveaux aménagements ont été réalisés peu après, du fait d'importantes précipitations au printemps 1996, occasionnant des dégâts.

Les principaux travaux réalisés en 1995 ont consisté en (cf. illustrations en Annexe B) :

- un levé topographique de la digue,
- le forage d'un piézomètre qui atteignit la profondeur de 26 m (avec le sol naturel à une profondeur de 23,5 m),
- une campagne d'analyse pour caractériser la chimie du matériau de la digue et orienter ainsi le choix des végétaux utilisés,
- la réalisation d'une tranchée tout autour de la digue,
- un enrochement pour bloquer le pied de digue et empêcher l'utilisation du talus par les véhicules tout terrain,
- le re-profilage de la plate-forme de la digue avec création d'une revanche de 50 cm sur tout le pourtour de la plate-forme, et un profil topographique censé ramener toutes les eaux vers une buse qui traverse l'ensemble du dépôt à sa base,
- l'épandage, sur toute la surface de l'ouvrage, de terre sur une épaisseur de 30 à 50 cm,
- la plantation d'arbres, d'arbustes et l'ensemencement général de la digue,
- l'aménagement d'une piste d'aéromodélisme sur la plate-forme à la demande d'un club local.

Suite aux désordres de 1996 (photo en Annexe C), des travaux complémentaires (cf. Annexe D) ont consistés en :

- la mise en place d'une bio jute pré-ensemencée sur tous les flancs de la digue,
- plantation sur le restant de la digue à une densité de 2500 plants par hectare,
- le fascinage et des plantations spécifiques dans les zones présentant un risque de ravinement de la terre d'apport (aulnes de Corse),
- un remodelage des zones de haldes situées à proximité des puits 1 et 2 et leur plantation par des conifères,
- le maintien en l'état des haldes du puit 3 situées en face de la digue à résidus afin d'en laisser l'usage aux amateurs locaux d'engins tout terrain.

Par ailleurs, avant les travaux, le niveau de l'eau dans le forage piézométrique était situé 5 m au-dessus du terrain naturel. A la suite des travaux, ce niveau était descendu à environ 15 cm au-dessus du terrain naturel (même en période d'orages), gage de l'efficacité des aménagements.

On retiendra que les impacts géotechniques ont été définis comme étant réduits, de par la profondeur d'exploitation et l'utilisation de la méthode par tranches remblayées pour les vides souterrains et que la stabilité des haldes et de la digue à résidus est considérée comme assurée suite aux différents aménagements et au drainage mis en place (d'après le dossier de renonciation de 1998).

Une obligation de surveillance et d'entretien du site a été faite à la société concessionnaire pour une durée de 5 ans lors du décret concernant l'arrêt définitif des travaux en 1999. Un contrat de surveillance et d'entretien a été souscrit par Umicore auprès de la société TM34 (M. Robert RUAS) jusqu'en 2004.

En 2001, il apparaît que la revanche de protection placée sur la digue et permettant de créer un bassin de rétention en cas de pluie importante, n'existe plus sur une certaine longueur, à proximité de la piste d'aéromodélisme. Ce manque met en défaut le fonctionnement de rétention de la plate-forme de la digue à résidus. Aucune trace permettant d'expliquer l'origine de cette disparition de la revanche n'a pu être trouvée dans les archives.

Depuis, des désordres sont apparus en 2002 sur le flanc nord de la digue à la suite de pluies exceptionnelles.

En 2004, à l'issue de la durée de surveillance prescrite de 5 ans, la concession a été renoncée.

Ces résidus, riches en plomb et en zinc, font actuellement l'objet d'une étude par GEODERIS pour acquérir une première information quant aux teneurs présentes.

2.2 COMPTE RENDU DE LA VISITE DE TERRAIN

Le 26 juin 2007, une visite de terrain a eu lieu. Elle a été effectuée par X. Daupley et M. Caudron en présence de A. Dommanget (Geoderis). Il a été constaté les éléments suivants (Annexe F et G pour les illustrations) :

- sur un aspect totalement distinct de celui de la digue à résidu, un effondrement localisé de terrain a mis à jour une entrée de galerie (photos en Annexe F). Cet accès se situe à proximité de l'ancien puits n°1 (parking situé près de l'embranchement des routes). Au moment de la visite, aucune barrière et aucun signallement n'étaient en place pour prévenir le public ;
- les haldes sont sujettes à un ravinement très marqué, qui provoque la ruine de buses appartenant à deux collecteurs et menace d'emporter un poteau électrique (prêt de 2 m de sol a déjà été affouillé à ce niveau). Des ravinements formant des entailles d'ordre métrique voir plus sont observables sur les flancs des talus ;
- la plate-forme sommitale des haldes est occupée par une population de marginaux (néo-ruraux) qui stockent un ensemble hétéroclite de matériel (nombreux véhicules divers, récupération, ...) et logent sur place ;
- De nombreuses traces de migrations des sulfates sont visibles sur les zones avales de l'écoulement des eaux de ruissellement (grandes traînées blanches) ;

- sur la digue à résidus (photos en Annexe G) :
 - l'enrochement en pied de digue est visible et ne semble pas avoir bougé par rapport à sa mise en place. Aucun indice de mouvement n'est observable,
 - des fascines sont observables sur la partie nord du talus, au milieu de la végétation. Certaines semblent remplir leur rôle de stabilisation des matériaux de manière incomplète, des traces de ravinement étant observables,
 - l'exutoire de la canalisation qui traverse complètement la digue est rencontré au niveau du fossé nord de drainage, à une trentaine de mètres du bas du fossé de colature. Lors de la visite de terrain en juin 2007, seul un filet d'eau s'écoulait de la buse. Aucun indice ne permet d'envisager des écoulements temporaires de plus fort débit.
 - une partie de l'enrochement mis en place lors de la création du fossé périphérique apparaît désordonné. Il s'agit de la trentaine de mètres situés en dessous de l'exutoire. Comparativement, les enrochements situés en amont présentent un alignement géométrique bien meilleur. On peut donc s'interroger sur l'existence de mouvements de terrain à cet endroit qui aurait pu désordonner les blocs. Aucun autre indice n'est visible dans la pente qui domine cette zone d'enrochement,
 - de nombreuses zones de résidus ont été laissées en dehors de la surface délimitée par le fossé de colature,
 - l'orifice du sondage piézométrique est toujours accessible sur la plate-forme sommitale. Cependant le chapeau de fermeture n'est pas cadenassé, n'importe qui peut donc y avoir accès. La chute d'un caillou dans le forage a confirmé l'absence d'eau sur la partie accessible. Deux possibilités sont alors envisageables : soit le piézomètre est hors-service car obstrué par des matériaux, soit le niveau de l'aquifère est inférieur au bas du sondage.
 - au fond de la plate-forme sommitale se trouve la zone d'entrée du collecteur dont l'exutoire a été observé précédemment. Cette zone est en mauvais état (très fort ravinement, rupture des buses en plusieurs endroits) et laisse penser que la canalisation puisse être bouchée. Seule une vingtaine de centimètres d'épaisseur de terre végétale est mesurée à cette endroit, alors que l'épaisseur mise en place devait être comprise entre 30 et 50 cm.
 - des traces d'engins tout-terrain sont visibles en différentes parties de la digue,
 - la piste d'aéromodélisme est toujours présente, à proximité de la revanche de 50 cm,
 - la revanche est par contre en certains endroits dégradée voire quasiment inexistante.

2.3 ANALYSE

Trois aspects sont à étudier concernant le diagnostic de la digue à résidus. Les deux premiers concernent la stabilité de l'ouvrage : il s'agit de la stabilité en grand (vis-à-vis de glissements) et de la stabilité locale (vis-à-vis de l'érosion régressive). Le troisième aspect porte sur la migration de particules avec les eaux de ruissellement et donc la possible pollution des zones à l'aval.

2.3.1 STABILITE GLOBALE

Si l'on considère que lors de l'exploitation de la digue, les rejets de laverie se sont mis en place avec un coefficient de sécurité égal à 1, l'état actuel ne peut correspondre qu'à une valeur supérieure. Plusieurs raisons permettent de le justifier :

1. les aménagements de 1995 et 1996 (drainage périphérique, protection de la surface par végétalisation, fascinage, ...) ont permis de stabiliser des loupes de glissement qui étaient observées à l'époque. Depuis, il n'y a pas de nouveaux indices pouvant témoigner de nouvelles instabilités (l'aspect « désordonné » des enrochements sur une zone de la partie nord du fossé de colature n'est pas un indice suffisant, en l'absence de mouvements visibles sur le talus supérieur) ;
2. grâce à ces aménagements, le niveau de l'eau dans digue a notoirement baissé, jusqu'à atteindre le niveau du terrain naturel, ceci étant vérifié tant que le piézomètre était fonctionnel ;
3. les matériaux en dépôts ont eu le temps de se consolider. Par ailleurs, l'épandage de terre d'apport en surface constitue une sorte de couche de protection en surface.

On retiendra donc que la stabilité en grand de la digue devrait être assurée. Pour être plus affirmatif, il faudra cependant s'assurer que le niveau de l'eau dans la digue reste proche du terrain naturel. Pour ce faire, une remise en état du piézomètre devra être réalisée. Il faut signaler que le système de drainage de la plate-forme du dépôt et la canalisation qui traverse l'ensemble de celui-ci n'apparaissent plus fonctionner de façon optimale. Des mises en charge du dépôt sont donc possibles.

Les haldes étant constituées d'un matériau grossier, bien drainé et ne laissant pas apparaître d'indices d'instabilité depuis leur mise en place, on peut de même en conclure que leur stabilité en grand est actuellement assurée.

2.3.2 EROSION REGRESSIVE

L'érosion régressive, due au ruissellement des eaux de précipitation, présente deux caractères différents selon que l'on considère la digue à résidus ou les haldes.

Les haldes sont marquées par d'importants phénomènes de ravinement en plusieurs zones et menacent la stabilité d'installations connexes : poteau de réseau électrique, buses d'assainissement, chaussée, ... A court terme, il est prévisible que ces installations soient impactées de manière importante par l'extension des zones de ravinement. A plus long terme, il n'est pas exclu que

l'action de ce ravinement ne puisse pas menacer la stabilité en grand des haldes, par affouillement des pieds de talus.

Ces phénomènes d'érosion sont de plus aggravés par l'utilisation des talus par des engins tout-terrain qui accélère leur dégradation.

La digue à résidus est bien moins sujette à l'érosion régressive grâce aux différents aménagements antérieurs. La végétalisation de sa surface est particulièrement efficace, ainsi que le fascinage. Peu de traces de ravinement sont observables. Sur les talus, quelques zones dénuées de végétation basse (graminées, légumineuses, ...) sont visibles. Il peut s'agir par exemple d'un défaut de fonctionnement du fascinage ou d'une couverture trop importante par des arbres et des arbustes qui empêchent le développement d'une flore proche du sol.

2.3.3 MIGRATION D'ELEMENTS ET POLLUTION

Les particules arrachées au sol par l'écoulement des eaux pluviales se retrouvent emportées dans le ruisseau d'Aiguesmortes, entraînant une possible pollution particulaire et chimique. Une étude d'impact a été menée dans le cadre de la demande de renonciation qui se traduit par un suivi régulier de la qualité des eaux du ruisseau d'Aiguesmortes et du Gardon de décembre 1994 à mai 1997, soit majoritairement avant les travaux d'aménagements de la digue. On peut donc raisonnablement supposer que la migration d'éléments est plus faible actuellement grâce à la gestion des eaux de ruissellement et à la végétalisation de la surface.

Cependant, l'étude menée par la société Europe Sols en 1994 met l'accent sur le fait qu'une contamination des terrains en aval par les différents composants présents dans la digue (et particulièrement les plus toxiques, les éléments traces Cu, Zn, Fe, Mn, Pb, Ni, Cr, Cd,...) pourrait mettre un temps très long (de 500 à 3000 ans selon l'élément) avant élimination complète. Or l'aménagement de la digue, même s'il permet d'améliorer son intégrité vis-à-vis du ruissellement, présente encore des imperfections.

3. CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS

3.1 CONCLUSIONS

Il ressort de notre étude que le point le plus critique pour la vie future de la digue à résidus porte sur l'impact des eaux de ruissellement. De notre visite, aucun indice direct ou indirect ne permet de remettre en cause la stabilité en grand de l'ouvrage, qui apparaît donc assurée (à vérifier par un fonctionnement optimal du piézomètre).

Par contre, les phénomènes d'érosion régressive qui ont lieu sur les flancs de la digue présentent un caractère plus préoccupant. En effet, malgré les effets bénéfiques des aménagements réalisés en 1995 et 1996, les actions des eaux de ruissellement n'ont pas été totalement supprimées (traces d'érosion sur les talus, migration de particules en aval de la digue, ...).

De plus, il faut prendre en compte le vieillissement de certaines installations qui ne remplissent actuellement plus leur rôle (canalisation d'évacuation des eaux

collectées sur la plate-forme, piézomètre, canalisations et fossés au niveau des haldes,...). Il nous semble donc important de proposer un programme de réaménagement du site et de surveillance permettant de s'assurer la maîtrise du vieillissement correct de ces ouvrages.

3.2 PROPOSITIONS

3.2.1 TRAVAUX

Les travaux suivants sont nécessaires pour assurer durablement la pérennité du site ainsi que le respect de l'environnement.

- Concernant les haldes :
 - création d'un fossé en pied de talus permettant d'assurer la stabilité des talus des haldes (suppression de l'affouillement en pied) et donc de limiter l'action érosion des eaux de ruissellement (une longueur de 400 m de fossé réalisé en enrochement est une première estimation),
 - remise en état superficielle des talus (un angle de 35°, soit environ 5° de moins qu'actuellement, augmenterait sa stabilité et réduirait l'érosion. Cela représenterait alors environ 6000 m³ de matériau à déplacer) et des buses dégradées dont aménagement de leur exutoire (au nombre de trois) afin d'assurer leur stabilité future (la longueur de buse concernée est approximativement de 50 m),
 - captage des eaux pluviales sur la plate-forme et canalisation de celle-ci vers les buses existantes par le moyen de collecteur au niveau de chaque réseau d'évacuation des eaux (trois réseaux supposés en état),
 - interdiction de l'accès des talus pour les engins tout-terrain.
- Concernant la digue à stériles :
 - rénovation de la zone d'admission du collecteur en fond de plate-forme,
 - reconstitution de la revanche sur tout le pourtour de la plate-forme,
 - curage et rénovation du fossé de colature,
 - création au coin nord de la digue (jonction du fossé périphérique et des enrochements en pied) d'un bassin de décantation de 200 m³ de capacité permettant de piéger les particules emportées par le ravinement : voir l'annexe H pour plus de détails sur le calcul du volume estimé de ce bassin,
 - traitement des zones témoignant de l'érosion par ruissellement (remise en état des fascines, nouvelle végétalisation,...),
 - remise en état du sondage piézométrique.

3.2.2 SURVEILLANCE

Pour s'assurer du bon vieillissement de la digue à stériles et de son faible impact sur son environnement direct, il nous semble opportun de proposer les bases d'un programme de surveillance. Les principaux points qui ont été identifiés dans les parties précédentes sont :

- le suivi régulier du niveau de la nappe hydraulique dans la digue ou son terrain d'assise. Compte tenu du climat cévenol (précipitation au printemps et en automne principalement), une visite semestrielle au sortir de ces deux périodes nous semble appropriée, avec si nécessaire une visite supplémentaire à la suite d'un épisode pluvieux plus important que de coutume ;
- une inspection annuelle des aménagements hydrauliques (fossé de collature, buses d'assainissement, bassin de décantation) et la réalisation des travaux d'entretien courant (curage des ouvrages, réparation,...) ;
- une inspection annuelle des deux ouvrages géotechniques, digue et haldes (contrôle de la stabilité, de l'érosion, du développement de la végétation, de l'état de la plate-forme au sommet, de l'enrochement en pied de talus,...). Cette inspection peut être réalisée en même temps que celle des aménagements hydrauliques.

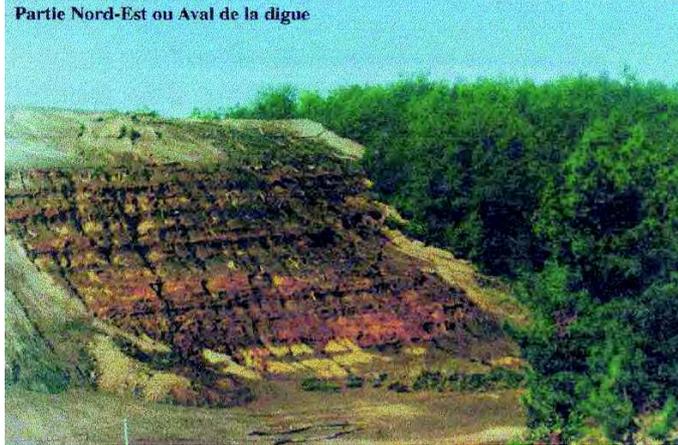
4. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe A	Etat de la digue avant travaux de 1995	2 A4
Annexe B	Illustrations des travaux réalisés en 1995	2 A4
Annexe C	Photos des désordres survenus en 1996 suite à un épisode pluvieux exceptionnel	2 A4
Annexe D	Illustrations des travaux complémentaires de 1996	2 A4
Annexe E	Etat des ouvrages en juin 2001 (visite relative à la procédure de renonciation)	5 A4
Annexe F	Effondrement de terrain donnant sur une entrée de galerie	2 A4
Annexe G	Photos prises durant la visite de terrain du 26/06/2007	10 A4
Annexe H	Prédimensionnement du bassin de décantation	1 A4

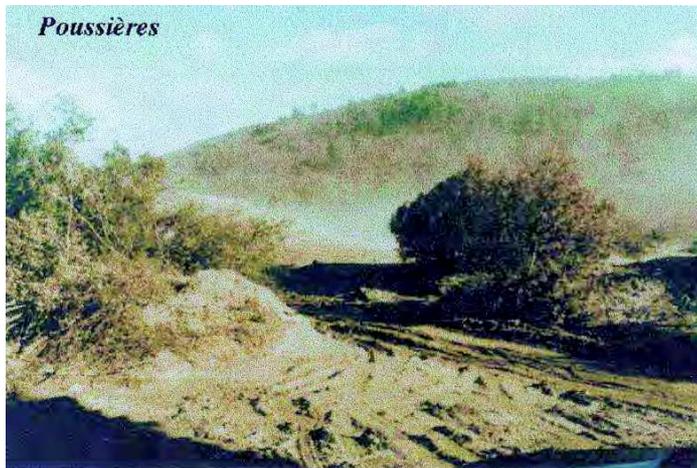
ANNEXE A

ETAT DE LA DIGUE AVANT TRAVAUX DE 1995

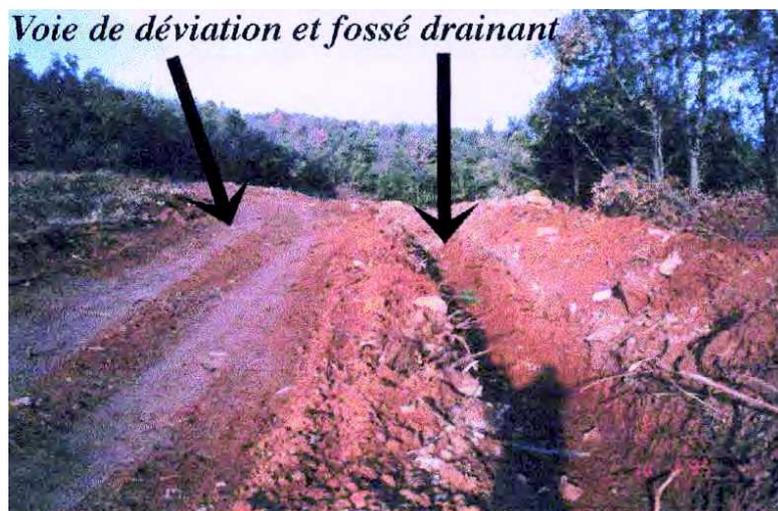
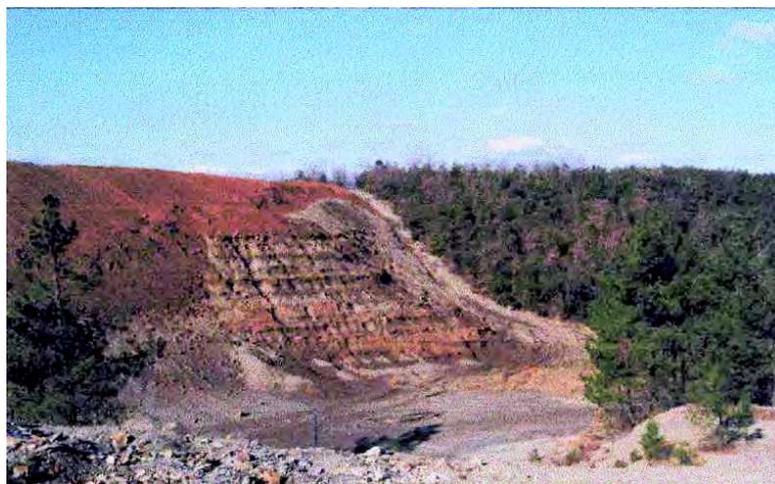
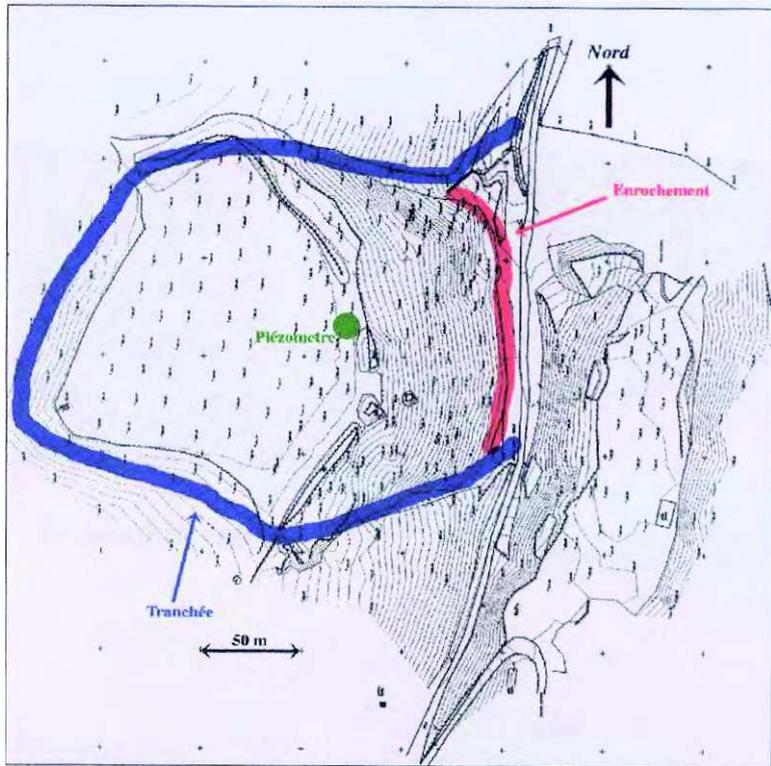
Partie Nord-Est ou Aval de la digue



Poussières



ANNEXE B
**ILLUSTRATIONS DES TRAVAUX REALISES
EN 1995**



ANNEXE C

**PHOTOS DES DESORDRES SURVENUS EN 1996
SUITE A UN EPISODE PLUVIEUX
EXCEPTIONNEL**



ANNEXE D
**ILLUSTRATIONS DES TRAVAUX
COMPLEMENTAIRES DE 1996**



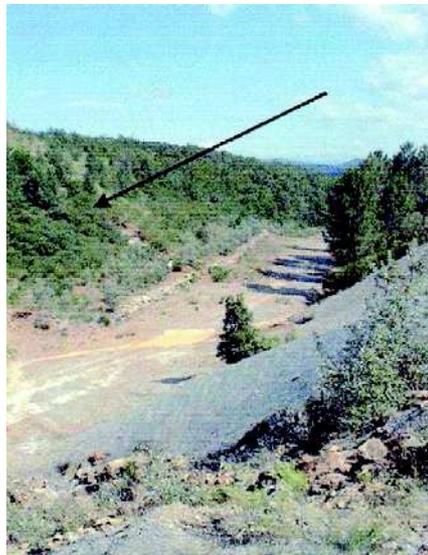
Pose du biojute sur les talus de la digue

ANNEXE E

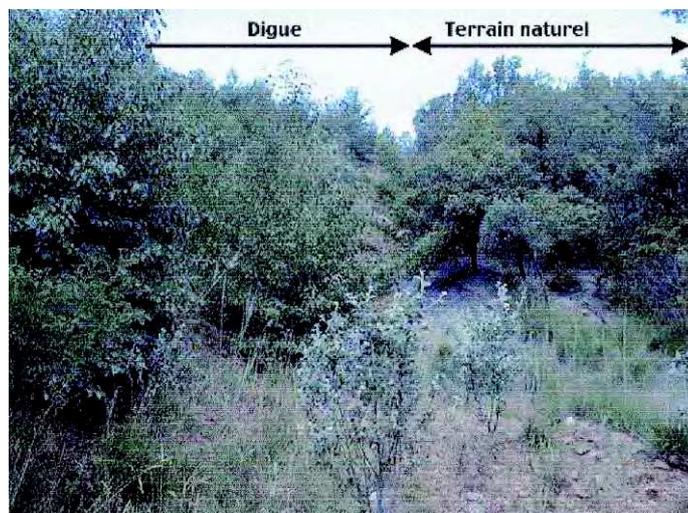
**ETAT DES OUVRAGES EN JUIN 2001 (VISITE
RELATIVE A LA PROCEDURE DE
RENONCIATION)**



Etat du pied du talus de la digue



Vue du flanc est de la digue (flèche) depuis la face sud du vallon.



Intégration de la digue dans son environnement.



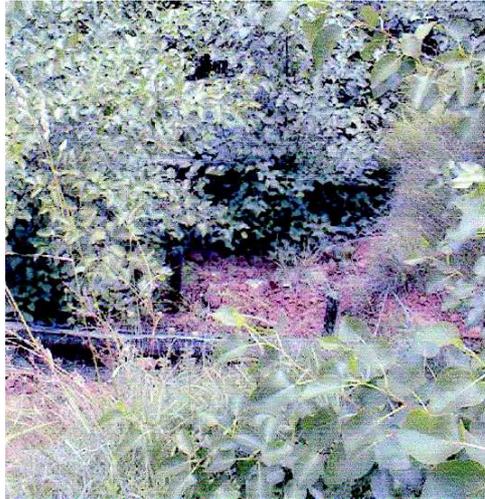
Détail des fascines réalisées (vue du dessus).



Détail des fascines réalisées (vue du dessous)



Détail d'une fascine.



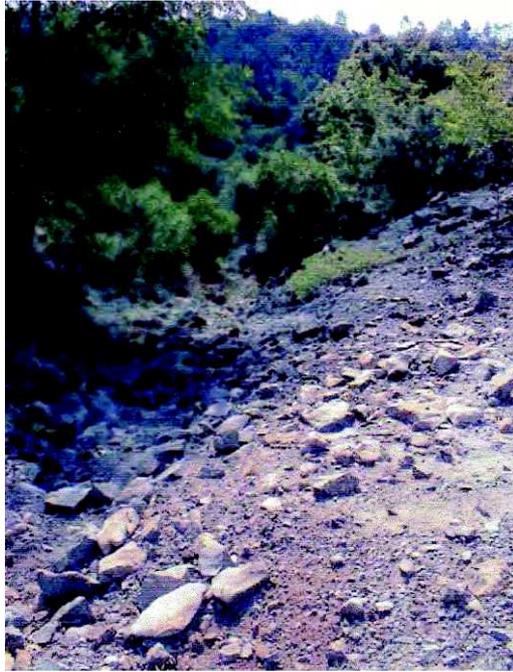
Autre détail d'une fascine.



Plateforme de la digue.



Autre vue de la plateforme de la digue.



Drain sud (aussi dénommé fossé de collature)



Autre vue du drain sud.

ANNEXE F
**EFFONDREMENT DE TERRAIN DONNANT SUR
UNE ENTREE DE GALERIE**



Vue de l'entrée de la cavité.



Entrée de la cavité



Intérieur de la cavité, apparemment une galerie de grande dimension.

ANNEXE G

**PHOTOS PRISES DURANT LA VISITE DE TERRAIN
DU 26/06/2007**



Vue d'une ravine sur le flanc des haldes. On aperçoit de plus une caravane de néo-ruraux sur la plate-forme.



Vue d'un poteau portant une ligne électrique ou téléphonique situé dans une zone de ravinement intense. Les traces sur le poteau témoignent d'une épaisseur proche de 2m de matériau ayant été emportée.



Vue de la route passant entre les haldes et la digue. On distingue à gauche la zone de ravinement au pied des haldes.



Des parties de buses d'assainissement ayant été emportées par le ravinement.



Canalisation d'assainissement en partie emportée à cause de l'érosion.



Un autre poteau de réseau menacé par le ravinement (on observe un affouillement très important juste à son pied).



Vue depuis l'intérieur du tracé d'écoulement des eaux de ruissellement. Une épaisseur de plus de 150 cm de matériau a été emportée.



Vue du talus de la digue depuis son pied. La végétalisation est satisfaisante dans l'ensemble.



Vue du pied de la digue. Détail sur les enrochements de pied de talus.



Zone située au niveau de la jonction du fossé de colature et de l'enrochement de pied de digue. Elle pourrait servir à l'implantation d'un bassin filtrant permettant de piéger les particules en suspension dans les eaux de ruissellement.



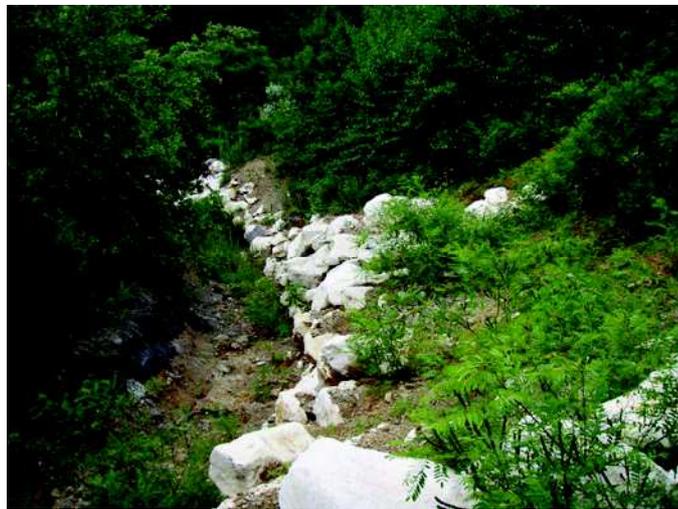
Détail d'une fascine sous un couvert végétal arbustif. La végétation proche du sol n'est pas très développée.



Détail de l'enrochement sur la partie nord du fossé périphérique.



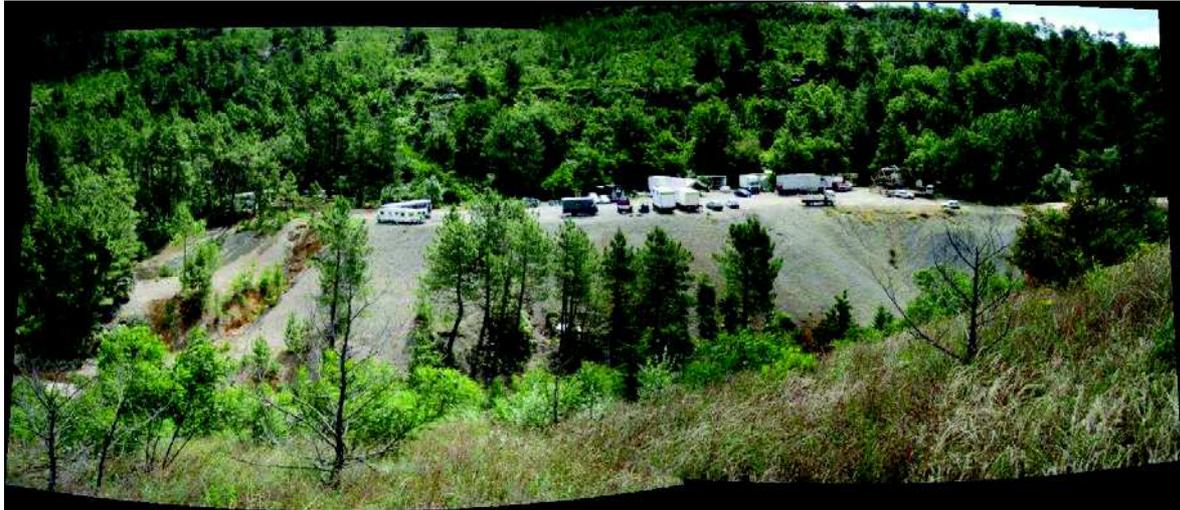
Exutoire de la canalisation qui traverse la totalité de l'ouvrage. Le débit est très très faible.



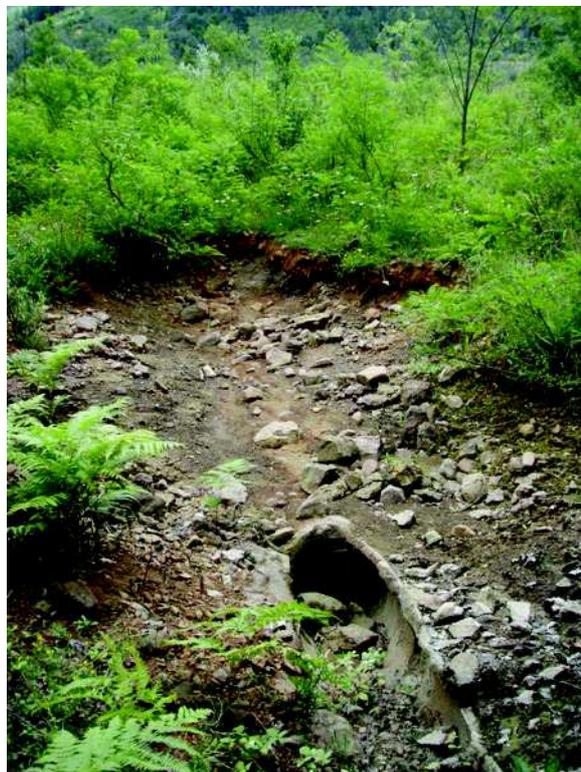
Vue des enrochements sur la partie nord du fossé périphérique (vue de dessus).



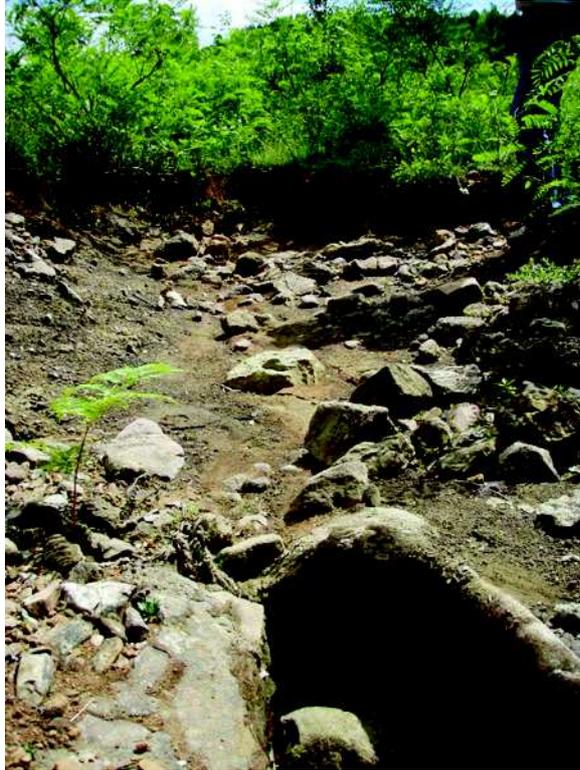
Dépôt de résidus de flottation situé en dehors de l'emprise du fossé périphérique.



Vue panoramique des haldes et de l'ensemble de véhicules hétéroclites sur la plate-forme.



Entrée de la canalisation traversant la totalité de l'ouvrage. Elle est en mauvais état.



Détail de la canalisation amont.



Vue panoramique (déformée) de la plate-forme de la digue de résidus.



Le fossé de colature sud est envahi par des ronces et autres obstacles. Un débroussaillage est nécessaire.



Traces (blanchâtres) de sulfate au niveau du passage des eaux de ruissellement.

ANNEXE H
**PREDIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE
DECANTATION**

Il est possible d'estimer approximativement le volume annuel de matériau pouvant être raviné par les eaux de surface. Pour cela, l'Equation Universelle de Perte des Sols constitue un outil simple permettant d'obtenir une première estimation.

L'équation universelle de perte des sols permet de déterminer approximativement par unité de surface et par année la perte de sol liée à l'érosion régressive des eaux de ruissellement. Présentée par Henensal dans un dossier technique du LCPC intitulé « Lutte contre l'érosion avant, pendant et après les travaux », elle est constituée de six facteurs qui doivent être déterminés, il s'agit de :

R, l'érosivité de la pluie ;

K, l'érodabilité du sol ;

L, la longueur et S la pente des talus qui détermine le facteur LS ;

C, l'état de surface du sol ;

P, le facteur d'aménagement des terrains qui permet de prendre en compte des paramètres non listés précédemment pour contrôler ou atténuer le ruissellement.

L'érosivité d'une pluie caractérise l'énergie libérée à l'impact des gouttes qui permet d'arracher des particules au sol. Elle correspond au produit WI_{30} de l'énergie de la pluie par l'intensité I_{30} des trente minutes les plus intenses de cette pluie.

Pihan a réalisé une carte nationale de l'érosivité des pluies qui permet, en l'absence de données locales plus précises d'obtenir un premier ordre de grandeur pour l'érosivité des pluies dans une région donnée.

L'érodabilité du matériau en dépôt correspond à la prédisposition naturelle du matériau à être affecté par l'action du ruissellement. Ce facteur peut varier entre 0,01 et 0,7. L'abaque de Wischmeier ou celle présentée par le Ministère de l'Agriculture, de l'alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (note technique 572/751) permettent de déterminer une plage de valeur correspondante.

La longueur et la pente des talus caractérisent le caractère aggravant du relief : plus le talus est long et pentu, plus l'érosion sera importante.

L'état de surface du sol (facteur C) varie en fonction des surfaces considérées. Il varie entre 0,01 pour une surface parfaitement enherbée et végétalisée, jusqu'à 1 pour une surface nue sans protection aucune.

Le dernier facteur concerne l'aménagement du terrain. Il permet la prise en compte d'ouvrages et d'aménagements particuliers destinés à réduire ou à protéger les surfaces de l'érosion qui n'entrent pas dans les catégories précédentes. Il varie entre 0,01 (aménagement très efficace) et 1 (aucun aménagement).

En réalisant le produit de tous ces termes, on peut donc obtenir approximativement la quantité moyenne de matériau qui est arraché par unité de surface aux talus durant une année de précipitations. En utilisant les différents abaques mentionnés, on obtient une valeur en tonnes par acre par année.

On détermine la valeur des différents paramètres dans le contexte hydrogéographique de Saint Félix de Pallières. L'érosivité de la pluie, la pente et la longueur des talus du dépôt, l'état de surface du sol et la condition d'aménagement du terrain sont ainsi déterminés d'après les données bibliographiques et la visite de terrain. La dernière inconnue concerne l'érodabilité du matériau en dépôt.

En première approximation, si l'on réalise l'hypothèse que la valeur du paramètre relatif à l'érodabilité du matériau sous couvert végétal est proche de celle d'un matériau équivalent naturel sous couvert végétal, il est possible le volume annuel de matériau emporté par ravinement. On obtient une valeur d'environ 1,5 kg/m²/année. Si l'on ramène cela à la surface totale des talus de la digue, on obtient une quantité égale à 18 tonnes/an de matériau soit environ 9 m³/an.

Ainsi, un bassin de capacité nominale de 200 m³ devrait permettre de stocker les particules emportées par le ravinement pour les vingt prochaines années. Le développement du couvert végétal permettant de fixer de mieux en mieux le matériau en dépôt.



INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - **Internet** : <http://www.ineris.fr>