

BARRICK

RÉVISION DU PLAN DE RESTAURATION EST-MALARTIC

**INFORMATION CONFIDENTIELLE
PROPRIÉTÉ DU COMPLEXE BOUSQUET
SOCIÉTÉ AURIFÈRE BARRICK**

**2, Chemin Bousquet
Route 395
Preissac (Québec)
J0Y 2E0**

Mars 2002 #1

**REVISION DU
PLAN DE RESTAURATION
DIVISION EST-MALARTIC
MARS 2002**

Complexe Bousquet
Société aurifère Barrick
2, Chemin Bousquet
Route 395
Preissac (Québec)
JOY 2E0

Préparé par:

Complexe Bousquet

Distribution:

6 copies: Complexe Bousquet - Société aurifère Barrick
Preissac (Québec)

6 copies: Ministère des Ressources naturelles
Service des titres d'exploitation
Val-d'Or (Québec)

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INFORMATIONS GÉNÉRALES	1
1.1	Introduction	1
1.2	Identification du requérant et des personnes ressources	1
1.3	Localisation du site	2
1.4	Utilisation antérieure.....	2
1.5	Types d'activités minières et répercussions économiques.....	2
1.6	Description du milieu.....	2
1.7	Autorisations diverses.....	2
1.7.1	Ministère de l'Environnement.....	4
1.7.2	Ministère des Ressources naturelles.....	4
2.0	ACTIVITÉS D'EXPLOITATION MINIÈRE.....	6
2.1	Description du site minier.....	6
2.1.1	Description des activités actuelles et futures	6
2.1.2	Géologie et minéralogie.....	6
2.1.3	Historique de la mine	6
2.1.4	Bâtiments et infrastructures de surface	6
2.1.5	Hydrologie et hydrogéologie.....	7
2.1.6	Parcs à résidus.....	7
2.1.7	Gestion des eaux	9
2.1.8	Traitement des eaux usées	12
2.1.9	Autres terrains utilisés.....	12
2.1.10	Produits chimiques et pétroliers.....	12
2.1.11	Déchets solides.....	12
2.1.12	Déchets dangereux	14
3.0	PROGRAMME DE RESTAURATION DES LIEUX	16
3.1	Objectifs du programme de restauration.....	16
3.2	Sécurité des lieux.....	16
3.2.1	Piliers de surface	16
3.2.2	Ouvertures minières au jour	16
3.3	Bâtiments et infrastructures de surface	17
3.4	Parcs à résidus miniers.....	20
3.4.1	Stabilité chimique	20
3.4.2	Stabilité physique.....	23
3.5	Installations de traitement des eaux usées.....	26

TABLE DES MATIÈRES (suite)

3.6	Autres structures de gestion des eaux.....	30
3.6.1	Fossés de dérivation	30
3.6.2	Déversoirs	30
3.6.3	Eau souterraine	31
3.7	Installations sanitaires	31
3.8	Équipement et machinerie lourde	33
3.9	Matières dangereuses.....	33
4.0	MESURES EN CAS D'ARRÊT TEMPORAIRE DES ACTIVITÉS	34
5.0	PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET PLAN D'URGENCE	36
5.1	Intégrité des ouvrages.....	36
5.2	Suivi environnemental	37
5.3	Suivi agronomique.....	38
5.4	Plan d'urgence	38
5.4.1	Personnes et organismes à contacter en cas d'urgence	39
5.4.2	Matériel d'intervention disponible.....	42
5.4.2	Entrepreneurs et consultants à contacter en cas d'urgence	44
6.0	CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES ET TEMPORELLES	46
6.1	Coûts de restauration des aires d'accumulation.....	46
6.1.1	Parc Inactif.....	46
6.1.2	Ancien Parc	46
6.1.3	Parc à résidus miniers	49
6.1.4	Bassin de sédimentation.....	49
6.1.5	Bassin de polissage.....	49
6.1.6	Suivi environnemental	50
6.1.7	Suivi de l'intégrité des ouvrages.....	50
6.1.8	Suivi agronomique	50
6.2	Ordonnancement et calendrier des activités.....	50
7.0	RÉFÉRENCES.....	53

ANNEXES

Annexe A	Plans des dalles de béton mises en place sur les ouvertures minières
Annexe B	Étude de stabilité, Golder 2002
Annexe C	Étude des bilans hydriques de fermeture, Golder 2002
Annexe D	Plans des déversoirs aux digues 5 et Est
Annexe E	Formulaires d'inspection de digues
Annexe F	Rapport d'incident environnemental

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES (révisés/ajoutés)

Liste des tableaux :

1.1	Historique de production.....	3
1.2	Liste des titres miniers pour la propriété Est-Malartic	5
2.2	Résultats des analyses de la qualité de l'eau du fossé de dérivation Nord – 2001	10
2.3	Résultats des analyses de la qualité de l'eau du fossé de dérivation Sud - 2001	11
2.6	Résultats d'analyse chimique de la qualité de l'eau à l'effluent final - 2001	13
2.7	Produits chimiques utilisés comme réactifs à l'usine	14
3.1	Liste des ouvertures au jour.....	17
3.3	Facteurs de sécurité obtenus lors des analyses de stabilité.....	27
3.4	Vérification de la revanche minimale à la fermeture	28
3.5	Vérification de la largeur de la crête	28
3.7	Résultats d'analyse chimique de l'eau d'exhaure – 19/09/01	19
3.8	Description des travaux de réfection au parc à résidus miniers pour la fermeture.....	29
3.9	Résultats d'analyse chimique de la qualité de l'eau au puits de mine no 4 - 2001	32
4.1	Calendrier et fréquence minimale de surveillance et de suivis – fermeture temporaire.....	35
5.1	Municipalités situées à proximité du site Est-Malartic.....	39
5.2	Liste téléphonique d'urgence	40
5.3	Liste des ministères à contacter.....	40
5.4	Travaux de mitigation recommandés en cas d'incident en période post-fermeture.....	43
5.5	Matériaux meubles à proximité du site Est-Malartic.....	42
5.6	Consultants miniers et services	44
5.7	Entrepreneurs à contacter pour assistance en cas d'urgence.....	44
5.8	Fournisseurs d'équipement et services.....	45
6.1	Sommaire des coûts pour la restauration des aires d'accumulation (30/11/02).....	47
6.2	Calendrier relatif de réalisation des travaux de restauration	51
6.3	Calendrier et fréquence minimale de surveillance et de suivis – fermeture définitive.....	52

Liste des figures insérées à la fin du document :

1.2	Plan des titres miniers pour la propriété Est-Malartic
2.5	Localisation des produits chimiques et pétroliers
3.6	Plan de surface du site Est-Malartic

1.0 INFORMATIONS GÉNÉRALES

1.1 Introduction

La présente version du plan de restauration du site Est-Malartic constitue une révision du premier plan déposé au Ministère des Ressources naturelles (MRN) en avril 1996 suivi de l'addendum de février 1999.

Cette révision s'avère nécessaire compte tenu de la date rapprochée de la cessation des opérations du Complexe Bousquet en novembre 2002, de l'établissement du concept final de fermeture des aires d'accumulation, de même que des modifications à apporter à la garantie financière.

Cette révision met à jour les informations fournies dans les documents précédents, décrit les travaux de fermeture réalisés depuis 1996 et définit plus précisément ceux à venir. Les éléments inchangés du plan initial ou de l'addendum ne seront pas traités dans le texte; on référera plutôt le lecteur au document pertinent.

1.2 Identification du requérant et des personnes ressources

Se référer à la section 1.2 du plan de 1996. Le requérant, Société aurifère Barrick, est une compagnie minière canadienne spécialisée dans la mise en valeur de gisements aurifères. Barrick est une compagnie publique propriétaire de mines situées au Canada, aux États-Unis, au Chili, au Pérou, en Tanzanie et en Australie. En 2001, Barrick a produit un total de 6 124 096 onces d'or. De ce total, 152 503 onces d'or provenaient du Complexe Bousquet.

Le directeur du Complexe Bousquet est M. Peter Hecimovich, le surintendant au concentrateur est M. Pierre Pelletier, et la coordonnatrice en environnement est Mme Dominique Beaudry.

1.3 Localisation du site

Se référer à la section 1.3 du plan de 1996.

1.4 Utilisation antérieure

Se référer à la section 1.4 du plan de 1996. Une mise à jour de l'historique de production de l'usine a été réalisée et est montrée au tableau révisé 1.1. Actuellement, l'usine traite le minerai de la mine Bousquet 2.

1.5 Types d'activités minières et répercussions économiques

L'usine Est-Malartic et la mine Bousquet 2 sont les deux opérations actives du Complexe Bousquet, la mine Bousquet 1 ayant cessé ses opérations en septembre 1996.

En 2001, le Complexe Bousquet a extrait et usiné 877 958 tonnes de minerai et employait 319 personnes à temps plein pour une masse salariale d'environ 24 M\$. Le Complexe Bousquet contribuait à l'économie québécoise et canadienne par l'achat de biens et de services pour des sommes totalisant environ 40 M\$.

1.6 Description du milieu

Se référer à la section 1.6 du plan de 1996.

1.7 Autorisations diverses

Les permis et autorisations valides détenus par Barrick relatifs à l'opération du site Est-Malartic sont énumérés pour chaque entité gouvernementale. La présente liste précise l'objet et la date d'émission de chacune des autorisations.

TABLEAU 1.1 (révisé)
Historique de production

Année	Provenance du minerai	Total (tonnes courtes)	Total (onces)	Taux d'usinage (tpj)
1938 - 1978	Est-Malartic	19 400 854	2 807 453	1 296
1979	Est-Malartic	382 990	32 417	1 295
	Doyon	27 740	14 745	
	Bousquet 1	61 945	7 097	
1980	Doyon	172 649	25 357	495
	Bousquet 1	8 021	1 986	
1981 - 1982	Doyon	970 411	163 187	1 329
1983	Doyon	575 298	76 501	1 864
	Bousquet 1	104 928	9 545	
1984	Doyon	509 108	72 846	1 876
	Bousquet 1	50 477	3 246	
	Stope 1-20	125 266	9 204	
1985 - 1986	Doyon	889 998	121 955	1 360
	Bousquet 1	103 090	8 373	
1987	Doyon	770 280	111 438	2 110
1988	Bousquet 1	617 452	70 767	1 692
1989	Bousquet 1	517 195	31 963	1 715
	Francoeur	108 915	16 953	
1990	Doyon	85 934	6 052	1 295
	Bousquet 1	147 165	6 898	
	Francoeur	58 074	9 853	
	Bousquet 2	181 616	68 993	
1991 - 1992	Bousquet 2	975 070	330 304	1 336
1993 - 1994	Bousquet 1	90 153	17 648	2 032
	Bousquet 2	1 393 532	353 573	
1995	Doyon	4 541	580	2 644
	Bousquet 1	273 225	45 812	
	Bousquet 2	687 163	174 581	
1996	Bousquet 1	184 481	36 791	2 446
	Bousquet 2	708 431	194 567	
1997 - 2001	Bousquet 2	4 181 525	865 474	2 291
	TOTAL	34 367 527	5 696 159	

1.7.1 Ministère de l'Environnement

- Cession du certificat d'autorisation (et modification) pour la Phase 1 du projet de traitement du minerai de la mine Bousquet 2 délivrée au nom de Société aurifère Barrick, Complexe Bousquet le 14 août 1996.
- Cession du certificat d'autorisation (et modification) pour la Phase I des travaux de construction et de l'opération d'un nouveau parc à résidus miniers à la division Est-Malartic délivrée au nom de Société aurifère Barrick, Complexe Bousquet le 5 août 1996.
- Certificat d'autorisation pour le confinement secondaire de la ligne à résidus miniers à la Est-Malartic délivré au nom de Société aurifère Barrick, Complexe Bousquet le 14 octobre 1997.
- Cession du certificat d'autorisation pour l'exploitation d'une sablière délivrée au nom de Société aurifère Barrick, Complexe Bousquet le 12 avril 1996.
- Permis de captage d'eau à même le lit de la rivière Malartic - permis d'occupation 4-9798 délivré le 28 novembre 1997.

1.7.2 Ministère des Ressources naturelles

La liste des titres miniers de la propriété Est-Malartic est présentée au tableau révisé 1.2 (voir également la figure révisée 1.2).

- Bail de location # 70217 du 1 septembre 1992 au 31 août 2007 pour le nouveau parc à résidu, transféré à la Société aurifère Barrick le 1er août 1996.
- Bail non exclusif (BNE 8427) du 8 octobre 1996, renouvelé annuellement par la Société aurifère Barrick pour l'extraction de substances minérales de surface.
- Permis d'utilisation pour un équipement pétrolier à risque élevé délivré au nom de Société aurifère Barrick le 18 juin 2001.

TABLEAU 1.2 (révisé)
Liste des titres miniers pour la propriété Est-Malartic

Titre (no)	Date d'échéance	Superficie (ha)	Titre (no)	Date d'échéance	Superficie (ha)
CM 291	2002-12-31	394,00	4087944	2003-04-20	20,00
CM 299	2002-12-31	391,78	4087951	2003-04-21	20,00
3893751	2003-06-16	17,00	4087952	2003-04-21	20,00
3893752	2003-06-16	17,00	4087953	2003-04-21	20,00
3907411	2003-01-08	20,00	4087954	2003-04-21	20,00
3907412	2003-01-08	20,00	4088151	2003-04-20	20,00
3907413	2003-01-08	20,00	4088152	2003-04-20	20,00
3907414	2003-01-08	20,00	4088153	2003-04-20	20,00
3907421	2003-01-08	20,00	4088154	2003-04-20	20,00
3907422	2003-01-08	20,00	4088161	2003-04-20	20,00
3907423	2003-01-08	20,00	4088162	2003-04-20	20,00
3907424	2003-01-08	20,00	4088163	2003-04-20	20,00
3907431	2003-01-07	20,00	4088164	2003-04-20	22,00
3907432	2003-01-07	17,00	4088171	2003-04-21	24,00
3907433	2003-01-07	17,00	4088172	2003-04-21	22,00
3907434	2003-01-07	17,00	4088173	2003-04-21	17,00
3907441	2003-01-07	18,00	4088174	2003-04-21	17,00
3907442	2003-01-07	18,00	4137521	2002-11-25	20,00
3922781	2003-06-16	17,00	4137522	2002-11-25	20,00
3922782	2003-06-16	17,00	4137523	2002-11-25	20,00
3950781	2003-03-15	15,50	4137524	2002-11-25	20,00
3950782	2003-03-15	12,60	C005621	2003-07-11	53,00
3950783	2003-03-15	10,10	C005622	2003-07-11	38,00
3950784	2003-03-15	13,50	C005631	2003-07-11	40,00
3950785	2003-03-15	8,50	C005632	2003-07-11	30,00
3950791	2003-03-15	15,50	C005641	2003-07-06	30,00
4087941	2003-04-20	20,00	C005642	2003-07-06	30,00
4087942	2003-04-20	20,00	C007971	2003-10-06	28,10
4087943	2003-04-20	20,00	C007972	2003-10-06	27,10

Tous les titres miniers sont localisés dans le canton Fournière

2.0 ACTIVITÉS D'EXPLOITATION MINIÈRE

2.1 Description du site minier

2.1.1 Description des activités actuelles et futures

Présentement, seules les opérations d'usinage du minerai se poursuivent sur la propriété Est-Malartic. Depuis septembre 1996, la totalité du minerai usiné provient de la mine Bousquet 2. En 2001, l'usine Est-Malartic a traité 877 956 t.m. de minerai pour produire 152 503 onces d'or à une teneur moyenne de 5,90 g/t.m. Le cuivre produit, quant à lui, s'élevait à 3 497 858 livres à une teneur moyenne de 0,23%. Les opérations minières du Complexe Bousquet ciblent l'usinage en 2002 de 691 000 t.m. à des teneurs moyennes de 5,64 g Au/t.m et de 0,16% Cu pour la production de 114 511 onces d'or et de 1 739 090 livres de cuivre.

L'épuisement des réserves à la mine Bousquet 2 prévu à la fin novembre 2002 entraînera la fin des opérations à l'usine Est-Malartic. Au cours des prochains mois, le potentiel d'usinage à forfait sera évalué.

2.1.2 Géologie et minéralogie

Se référer à la section 2.1.2 du plan de 1996.

2.1.3 Historique de la mine

Se référer à la section 2.1.3 du plan de 1996.

2.1.4 Bâtiments et infrastructures de surface

Se référer à la section 2.1.4 du plan de 1996.

2.1.5 Hydrologie et hydrogéologie

- *Conditions hydrologiques*

Se référer à la section 2.1.5 du plan de 1996.

- *Unités stratigraphiques*

Se référer à la section 2.1.5 du plan de 1996.

- *Conditions hydrogéologiques*

Se référer à la section 2.1.5 du plan de 1996.

2.1.6 Parcs à résidus

La gestion des résidus miniers a été réalisée de différentes manières au cours des opérations de l'usine Est-Malartic. Quatre périodes de gestion se distinguent :

- *1938-1980 : Empilement de résidus et écoulement vers le ruisseau Raymond*

Au début des opérations, la déposition des résidus de la mine Est-Malartic a été faite dans un premier parc de 30 ha (épaisseur de résidus de 4 à 7 m) au sud-est de l'usine et abandonné au cours des années '60 (cellule 1), puis dans un deuxième parc d'environ 110 ha (épaisseur de résidus de 3 à 9 m), situé directement au sud du premier jusqu'en 1979 (empilement principal, cellules 2 et 3). Les résidus issus du traitement de la mine Barnat en 1979-80 ont également été déposés dans ce parc.

La déposition des résidus s'effectuait par déposition de type linéaire (*spigotting*) ou encore par déposition en point à partir de bermes rehaussées (*end discharge*). Les résidus déposés s'écoulaient généralement en direction sud-est dans la dépression créée par le ruisseau Raymond,

en suivant la topographie naturelle du terrain (emplacement actuel des bassins de sédimentation et de polissage). Cette pratique de déposition a été arrêtée vers 1980.

- ***1980-1989 : Parc à résidus divisé en aire d'empilement et bassin de sédimentation***

À partir de 1980, l'usine de Est-Malartic a débuté le traitement d'une partie du minerai potentiellement générateur d'acide des mines Doyon et Bousquet 1. En 1980, la portion est de la digue Centrale a été construite, alors que la portion ouest a été terminée en 1982. Pendant un certain temps, l'aire d'empilement a été séparée en deux zones ayant chacune leur tour de décantation. Le parc lui-même était divisé en deux secteurs : l'aire d'empilement au nord et le bassin de sédimentation au sud, ceinturé par les digues Est et Ouest. Le segment du ruisseau Raymond traversant la partie sud du parc a été détourné par la construction du fossé de dérivation Sud. De 1980 à 1989, les résidus Doyon, Bousquet 1 et Francoeur ont été déposés sur une épaisseur d'environ 5 m dans la cellule 2. L'élévation approximative de l'empilement était d'environ 333,0 m à l'extrémité NO et de 327,0 m à l'extrémité SE.

- ***1989-1992 : Déposition des résidus Bousquet 2 dans le bassin de sédimentation***

Cette période a consisté en une étape de transition pour la déposition des résidus de traitement du minerai de la mine Bousquet 2, en attendant la construction du nouveau parc à résidus. Étant donné le potentiel de génération d'acide des résidus de Bousquet 2, il a été décidé de les maintenir saturés en les déposant directement sous l'eau dans le bassin de sédimentation (110 ha). Les digues Est et Ouest avaient été construites graduellement au cours des années 80 jusqu'à l'élévation 325,5 m et la limite sud était assurée par la topographie naturelle du terrain. La digue Ouest a par la suite été rehaussée jusqu'à l'élévation 327,0 m et stabilisée durant les travaux de 1990-91.

Le bassin de polissage, quant à lui, était bordé à l'ouest par la digue Est, et à l'est par la digue Polissage, couvrant environ 55 ha. L'eau était évacuée du bassin de polissage par vidange rapide durant l'été et l'automne par le déversoir situé à l'extrémité sud de la digue du Polissage.

- *Depuis 1992 : Parc actuel*

Le nouveau parc à résidus miniers a été conçu afin de permettre la saturation des résidus durant les opérations et leur envoi à la fermeture. Le parc est situé au sud-ouest du bassin de sédimentation. Il est bordé au nord-est par la digue Ouest et au sud-est par la digue 5, au sud-ouest par la digue 4, au sud et au nord par la topographie naturelle. Les digues 1, 2 et 3 assurent la dérivation des eaux de surface au nord et au sud du parc. La construction du parc actuel a été réalisée en deux phases.

La première phase a débuté en 1992 par la construction des digues 1 (329,5 m) et 3 (329,8 m) à leur élévation finale, et des digues 2 (329,8 m), 4 (326,5 m) et 5 (326,5 m) à une élévation temporaire, pour une capacité d'entreposage d'environ 4,1 Mm³ en supposant une densité des résidus en place de 1,6 t/m³.

En 1994, la deuxième phase a été réalisée par le rehaussement des digues 2 (330,8 m), 4 (329,5 m) et 5 (329,5 m). La digue Ouest a également été rehaussée jusqu'à 329,5 m, permettant d'augmenter la capacité du parc jusqu'à 6,8 Mm³.

En 1996, des travaux de réhabilitation ont été effectués sur les digues 5 et Ouest pour rétablir les niveaux en crête à l'élévation 329,5 m suite à des tassements locaux.

2.1.7 Gestion des eaux

Se référer à la section 2.1.7 du plan de 1996. Le seul changement apporté au mode de gestion des eaux au parc est que la vidange et le traitement se font maintenant en continu plutôt qu'en mode cyclique.

La qualité des eaux de ruissellement détournées via les fossés de dérivation Nord et Sud fait l'objet d'un suivi, et les résultats d'analyse chimique sont présentés aux tableaux révisés 2.2 et 2.3.

TABLEAU 2.2 (révisé)

Résultats des analyses de la qualité de l'eau du fossé de dérivation Nord - 2001

Paramètres	Unités	Amont de la Digue 2			Aval (Route 117)			Dir. 019
		14-05-2001	22-08-2001	12-11-2001	14-05-2001	22-08-2001	12-11-2001	
pH		6,70	7,05	6,75	7,95	7,80	6,96	6,5-9,5
Conductivité	µmhos/cm	341	733	466	1222	723	513	-
M.E.S.	mg/l	3,2	6,0	2,0	4,8	4,4	2,4	25,0
As total	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	0,50
Fe total	mg/l	0,34	0,33	0,26	0,17	0,12	0,35	3,00
Cu total	mg/l	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,30
Ni total	mg/l	0,14	0,07	0,14	0,08	<0,04	0,16	0,50
Pb total	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,20
Zn total	mg/l	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	0,03	0,50
Cyanures totaux	mg/l	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	0,041	1,5
Hydrocarbures	mg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	15,0

TABLEAU 2.3 (révisé)

Résultats des analyses de la qualité de l'eau du fossé de dérivation Sud - 2001

Paramètres	Unités	Amont de la Digue 3			Aval de la Digue 4			Dir. 019
		14-05-2001	22-08-2001	12-11-2001	14-05-2001	22-08-2001	12-11-2001	
pH		4,85	6,45	4,58	4,99	6,15	4,63	6,5-9,5
Conductivité	µmhos/cm	26,3	65,3	29	27,6	47,4	31,9	-
M.E.S.	mg/l	3,4	1,6	0,8	2,4	7,2	<0,2	25,0
As total	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	0,50
Fe total	mg/l	0,58	0,57	0,54	0,52	2,09	0,58	3,00
Cu total	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,30
Ni total	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,50
Pb total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,20
Zn total	mg/l	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,50
Cyanures totaux	mg/l	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	0,005	1,5
Hydrocarbures	mg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	15,0

2.1.8 Traitement des eaux usées

Se référer à la section 2.1.8 du plan de 1996. Le tableau révisé 2.6 fournit les résultats d'analyse chimique effectuée à l'effluent final du parc à résidus actif de Est-Malartic en 2001.

2.1.9 Autres terrains utilisés

Des bancs d'emprunt de sable et gravier et de moraine sont exploités pour fournir les matériaux requis à la maintenance du site minier. Ces bancs, de même que d'autres identifiés dans le passé mais non utilisés, serviront de source d'approvisionnement lors des travaux de restauration. Les demandes de permis/autorisation seront faites préalablement aux travaux.

2.1.10 Produits chimiques et pétroliers

Les produits pétroliers neufs utilisés à l'usine sont entreposés dans des réservoirs hors sol ou encore dans l'aire d'entreposage des produits pétroliers neufs (huiles). Le site compte deux réservoirs d'huile à chauffage et quatre réservoirs de diesel. La localisation de ces différents réservoirs, de même que des produits chimiques est montrée à la figure 2.5.

Les réactifs chimiques et consommables utilisés pour l'usinage sont indiqués au tableau 2.7.

2.1.11 Déchets solides

Les déchets solides font l'objet d'un tri initial sur le site afin d'entreposer les matières putrescibles et non putrescibles dans des conteneurs différents. Ces conteneurs sont acheminés au site d'enfouissement de la Ville de Val d'Or une fois par mois par l'entreprise Intersan de Val d'Or. Les rebuts métalliques sont quant à eux mis à part dans des conteneurs ramassés une fois par mois par Guay Métal de Rouyn-Noranda.

TABLEAU 2.6 (révisé)

Résultats d'analyse chimique de la qualité de l'eau à l'effluent final - 2001

Paramètres	Unités	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Dir. 019
Débit	m ³ /min	0	0	0	9,6	0	11,7	12,0	0	8,0	14,4	15,1	10,2	-
Température	°C				9,4		21,1	18,0		12,1	7,7	2,5	2,7	-
pH					7,61		7,64-7,98	7,89		7,54-7,91	7,15-7,47	7,16-7,43	7,0	6,5-9,5
Conductivité	µmhos/cm				597		1789	2795		2875	2826	2640	2570	-
M.E.S.	mg/l				2,4		5,7	6,4		8,6	5,4	4,3	<0,2	25,0
As total	mg/l				<0,002		<0,002	0,002		0,006	0,006	0,004	<0,002	0,50
Fe total	mg/l				0,24		0,15	0,15		0,13	0,12	0,11	0,20	3,00
Cu total	mg/l				0,04		0,03	0,01		0,02	0,03	0,02	0,03	0,30
Ni total	mg/l				<0,04		0,02	0,04		0,03	0,04	0,06	0,05	0,50
Pb total	mg/l				<0,01		0,01	<0,01		0,01	<0,01	<0,01	<0,04	0,20
Zn total	mg/l				<0,01		0,01	0,01		0,04	0,07	0,09	0,10	0,50
Cyanures totaux	mg/l				<0,005		0,002	0,004		0,002	0,005	0,012	0,006	1,50
Cyanures disp.	mg/l				<0,004		0,002	0,003		<0,004	0,004	0,003	<0,004	0,10
Hydrocarbures	mg/l				<2		<2	<2		<2	<2	<2	<2	15,0

TABLEAU 2.7

Produits chimiques utilisés comme réactifs à l'usine

Produit	Format	Entreposage
Cyanure de sodium	Acheté solide en vrac et livré par camion. Sur le site, le cyanure est dissout (solution de 24 % NaCN) dans un réservoir de 65 m ³	La solution est entreposée dans un réservoir d'une capacité utile de 285 m ³ à l'intérieur de l'usine
Nitrate de Plomb	Acheté en sacs de 25 kg	Entrepôts nos 1 et 3
SO ₂	Acheté sous forme liquide et livré en vrac	Le SO ₂ est entreposé dans un réservoir pressurisé d'une capacité utile de 60 tonnes situé à l'extérieur de l'usine
Acide muriatique	Acheté en vrac en solution de 20° baumé	L'acide est entreposé à l'extérieur dans un réservoir de fibre de verre avec bassin de rétention à l'ouest du bâtiment de l'usine
Poudre de zinc	Acheté en contenants de 25 kg	Entrepôts nos 1 et 3
Chaux	Achetée en vrac	La chaux est entreposée à l'extérieur dans un réservoir situé à l'est du bâtiment de l'usine
Supercell	Acheté en contenants de 25 kg	Entrepôt no 3
Magnaflox 338	Acheté en sacs de 25 kg	Entrepôt no 1
Aérophine 3418A	Acheté en boîte retournable de 1000 litres	L'aérophine est pompée en usine dans un réservoir à l'aire de flottation
Moussant MIBC	Acheté en barils de 205 litres	Le MIBC est pompé en usine dans un réservoir à l'aire de flottation
Unidry M60	Acheté en vrac	L'Unidry est entreposé dans un réservoir à l'aire de flottation
Endur 8B09:	Acheté en vrac	L'Endur est entreposé dans un réservoir à l'aire de cyanuration
Oxygène	Acheté en vrac	L'oxygène est entreposé à l'extérieur dans un réservoir pressurisé à l'ouest du bâtiment de l'usine

2.1.12 Déchets dangereux

Les matières dangereuses résiduelles générées sur le site de Est-Malartic sont les huiles et graisses usées, les solvants, les matières contaminées par les hydrocarbures et les produits chimiques périmés.

Les huiles usées sont entreposées en surface dans un réservoir-digue d'une capacité de 4 800 litres avec cuvette de rétention intégrée depuis 1996. La firme Onyx récupère actuellement ces huiles pour le compte de la Pétrolière Impériale Esso.

Les autres matières dangereuses résiduelles sont entreposées dans l'entrepôt de déchets dangereux situé à l'intérieur de l'ancienne salle de treuil. Elles sont expédiées pour disposition dans des sites autorisés par l'entremise de la firme Recyclex de Montréal. En 1996, la balance des équipements contenant des BPC - et qui étaient encore entreposés sur le site - a été disposée conformément à la législation fédérale.

3.0 PROGRAMME DE RESTAURATION DES LIEUX

3.1 Objectifs du programme de restauration

Se référer à la section 3.1 du plan de 1996. Le programme de restauration vise à remettre le site Est-Malartic dans un état satisfaisant pour l'obtention d'un certificat de libération environnementale en vue de sa rétrocession à la couronne.

3.2 Sécurité des lieux

Se référer à la section 3.2 du plan de 1996 et aux pages 5 et 6 de l'addendum de 1999.

3.2.1 Piliers de surface

L'étude de compilation des piliers entre la surface et le niveau 4 de la mine Est-Malartic réalisée par Dessau Soprin en 1999 n'a pu garantir avec certitude la stabilité à long terme des piliers de surface surmontant les chantiers de la zone principale. Les secteurs d'instabilité potentielle sont présentement tous clôturés, et il est prévu de maintenir ces périmètres clôturés à la fermeture du site, incluant le secteur des fosses à ciel ouvert. La position du nouveau périmètre de clôtures sera déterminée dans une étude ultérieure en suivant les standards déjà établis pour d'autres propriétés de Barrick.

3.2.2 Ouvertures minières au jour

Des dalles de béton ont été mises en place sur les puits nos 1, 2 et 3, de même que sur les monteries de ventilation no 2 et de remblai no 2 (voir tableau révisé 3.1). Les plans des dalles sont présentés à l'annexe A. Des copies du rapport des travaux de sécurisation effectués sous la supervision de la firme Stavibel seront acheminées sous peu au bureau du ministère des Ressources naturelles. La sécurisation du puits no 4 localisé dans l'ancien chevalement de béton s'effectuera selon les normes en vigueur à la fin des opérations au concasseur.

TABLEAU 3.1 (révisé)
Liste des ouvertures au jour

Ouvertures au jour	Inclinaison	Profondeur (m)	État
Puits no 1	-90°	107	Dalle de béton refaite selon les standards actuels en octobre 2001
Puits no 2	-90°	107	Dalle de béton refaite selon les standards actuels en octobre 2001
Puits no 3	-90°	539	Dalle de béton refaite selon les standards actuels en octobre 2001
Puits no 4	-60°	1215	Puits ouvert avec chevalement – sera fermé lors des travaux de fermeture définitive du concasseur
Puits interne no 5	-90°	De 1160 à 1506	Puits à accès souterrain au niveau 23
Monterie de ventilation no 2	-90°		Dalle de béton amovible refaite selon les standards actuels en octobre 2001
Cheminée à remblai no 1	-90°		Remblayée
Cheminée à remblai no 2	-90°		Dalle de béton refaite selon les standards actuels en octobre 2001
Monteries au fond de la fosse	-90°		Inondées et le site clôturé

3.3 Bâtiments et infrastructures de surface

Se référer à la section 3.3 du plan de 1996. À la fermeture du site, l'usine et les divers entrepôts seront démolis. Certains édifices pourraient toutefois trouver preneur pour la réalisation de projets communautaires, touristiques ou municipaux, notamment l'ancien chevalement de béton, les maisons de la mine et la rue Norrie. Les organismes La Cité de l'Or et le Musée minéralogique de Malartic ont déjà été approchés. La Ville de Malartic sera également consultée.

Les sites privilégiés pour la disposition des matériaux secs non dangereux provenant de la démolition des infrastructures sont ceux contribuant à réduire les dénivellations topographiques causées par les opérations minières. Ces sites sont identifiés à la figure révisée 3.6.

À l'automne 1996, les quatre réservoirs pétroliers souterrains présents sur le site de Est-Malartic, de même qu'un réservoir hors terre, ont été démantelés par la firme J.R. Dumas. Les travaux de caractérisation des sols au moment du démantèlement ont été réalisés par la firme Géologos inc. La caractérisation a délimité 10 m³ de sols contaminés au-delà du critère C en C₁₀-C₅₀ dans les matériaux entourant les réservoirs. Ces sols ont été excavés puis disposés dans un site autorisé. Les réservoirs pétroliers ont été remplacés par des réservoirs hors sol de type digue. À la fermeture du site, ces réservoirs seront retirés par une firme autorisée.

L'excavation correspondant à l'ancien bassin d'eau d'exhaure de la mine Est-Malartic, inactif depuis 1979, sera remblayée avec les débris de béton provenant de la démolition des infrastructures de l'usine. Elle sera par la suite recouverte d'une couche de matériaux granulaire et ensemencée. L'eau contenue dans le bassin s'écoule actuellement dans un fossé interne qui se déverse dans la fosse de Est-Malartic. Le tableau 3.7 indique les résultats de l'analyse chimique en vue d'un rejet dans un réseau d'égout pluvial ou un cours d'eau effectuée sur l'eau du bassin en septembre 2001.

Au courant de l'été 2002, une compilation de l'historique d'utilisation du terrain avec inspection sera réalisée afin de 1) identifier les secteurs où les sols sont potentiellement contaminés par les activités minières et 2) planifier l'étude de caractérisation pour la fermeture. Les secteurs déjà visés par l'étude de caractérisation sont les abords de l'usine et du concasseur, la rampe d'accès au concasseur, de même que les sites d'entreposage ou d'utilisation de produits chimiques et pétroliers.

L'étude de caractérisation qui sera réalisée dans les secteurs visés déterminera le degré de contamination des sols. Advenant une contamination excédant la valeur du critère C de la Politique de réhabilitation des sols contaminés, ces sols seront excavés et leur gestion sera réalisée de façon adéquate en tenant compte de la source de contamination. Ainsi, si l'étude révèle la présence de sols contaminés en métaux ou cyanures, ceux-ci seront disposés dans le parc à résidus miniers, alors que s'il s'agit de contamination aux hydrocarbures, ils pourront être traités sur place ou envoyés vers un site de disposition autorisé. Suite à la caractérisation, s'il s'avérait que des

stériles utilisés pour la surface de roulement soient potentiellement générateurs d'acide, ces derniers seront acheminés pour disposition sous l'eau au parc à résidus miniers.

TABLEAU 3.7

Résultats d'analyse chimique de l'eau du bassin d'exhaure – 19/09/01

Paramètres	Concentration	Exigence de rejet MENV
Température	12,2°C	<65°C
pH	7,39	6,0 < pH < 9,
Huiles et graisses totales	<2 mg/l	15 mg/l
M.E.S.	5,0 mg/l	30 mg/l
DBO5	<3 mg/l	30 mg/l
Couleur	<3 UCV	15 unités
Cyanures totaux	0,006 mg/l	0,1 mg/l
Cyanures disponibles	<0,004 mg/l	-
Sulfures totaux (S)	<0,05 mg/l	1 mg/l
Arsenic total	<0,002 mg/l	1 mg/l
Baryum total	0,01 mg/l	1 mg/l
Cadmium total	<0,001 mg/l	0,1 mg/l
Chlore total	<0,01 mg/l	1 mg/l
Chlorures totaux	9,8 mg/l	1 500 mg/l
Chrome total	0,001 mg/l	1 mg/l
Cuivre total	0,03 mg/l	1 mg/l
Étain total	<0,1 mg/l	1 mg/l
Fluorures totaux	0,06 mg/l	2 mg/l
Fer total	0,27 mg/l	17 mg/l
Mercure total	<0,0002 mg/l	0,001 mg/l
Nickel total	<0,04 mg/l	1 mg/l
Composés phénoliques totaux	< 0,001 mg/l	0,020 mg/l
Phosphore total	<0,02 mg/l	1 mg/l
Plomb total	<0,01 mg/l	0,1 mg/l
Sulfates totaux	21 mg/l	1 500 mg/l
Zinc total	0,27 mg/l	1 mg/l
Coliformes totaux	4 UFC/100 ml	2 400 bactéries/100 ml solution
Coliformes fécaux	0 UFC/100 ml	400 coliformes/100 ml solution

3.4 Parcs à résidus miniers

3.4.1 Stabilité chimique

Se référer à la section 3.4 du plan de 1996.

- *Parc à résidus et bassin de sédimentation*

Se référer à la section 3.4 du plan de 1996. Le nouveau parc à résidus a été conçu et construit en fonction de sa fermeture pour permettre le maintien d'une barrière humide au-dessus des résidus. À cet effet, les digues ont été construites avec une section homogène de moraine de façon à assurer une faible perméabilité et à confiner les eaux du parc. Des travaux de rehaussement sont prévus à la fermeture au niveau de certaines digues. Les coupes typiques des digues du parc à résidus sont illustrées aux figures 1 à 9 de l'étude de stabilité de Golder, 2002 – Rapport 021-7013-5100 - jointe à l'annexe B.

Le contrôle des différents niveaux d'eau à la fermeture sera assuré par deux déversoirs qui seront construits à l'été 2002 sur les digues 5 et Est. Ces déversoirs sont conçus pour permettre l'ajustement du niveau de l'eau au-dessus des résidus entre 0,3 m et 1,0 m dans le parc à résidus miniers, soit entre les élévations 327,3 m et 328,0 m (digue 5) et entre les élévations 325,5 m et 326,0 m dans le bassin de sédimentation (digue Est).

Une étude des bilans hydriques de fermeture pour le parc à résidus et les bassins a été réalisée par Golder, 2002 – Rapport 021-7013-5300 – et est jointe à l'annexe C. Selon cette étude, effectuée pour un niveau d'eau de 327,3 m dans le parc pour un événement de sécheresse de 1 dans 1000 ans, le parc à résidus miniers ne nécessite pas d'apport d'eau de l'extérieur autre que celui des précipitations naturelles pour le maintien de la barrière humide sur les résidus.

Les avantages du maintien du niveau de l'eau à 327,3 m dans le parc à résidus sont de :

- 1) réduire le volume d'eau en amont des digues 5 et Ouest tout en maintenant une couche d'eau assurant la saturation des résidus;
- 2) minimiser l'effet des vagues contre les digues;
- 3) établir une végétation de marécage constituant une couche protectrice au-dessus des résidus et prévenant leur remise en suspension; et
- 4) améliorer l'aspect visuel global du parc à résidus miniers.

Des essais de plantation de quenouilles et de roseaux à même le parc à résidus et le bassin de sédimentation depuis l'automne 2000 ont donné des résultats positifs et indiquent la faisabilité d'implanter une végétation aquatique directement dans les résidus saturés.

- *Ancien parc à résidus*

Se référer à la section 3.4 du plan de 1996. Le concept final de restauration a été établi suite aux études de caractérisation de 1997 et 2000 de Golder et à la modélisation des conditions de drainage réalisée par Senes en 2000. Tel que décrit à la section 2.1.6, les cellules 1, 2 et 3 ont été utilisées pour la déposition des résidus alcalins de l'ancienne mine Est-Malartic. Toutefois, vers 1980, des résidus générateurs d'acide des mines Doyon et Bousquet ont été déposés dans la cellule 2, et à une moindre échelle, dans la cellule 3.

Actuellement, le drainage de la cellule 2 se fait à travers les résidus Doyon et Bousquet et est neutralisé par le pouvoir alcalin des résidus de Est-Malartic sous-jacents, alors que le ruissellement de surface observé à certaines périodes de l'année est capté dans le bassin de sédimentation. Afin de favoriser la croissance d'une végétation permanente à la fermeture et de prévenir le ruissellement de surface acide épisodique, le mode restauration recommandé pour la fermeture des cellules 2 et 3 est le recouvrement par les résidus alcalins présents à proximité (cellule 1 ou Sladen). Concernant la cellule 3, des travaux de sondage seront entrepris au printemps 2002 pour évaluer plus précisément le volume de résidus générateurs d'acide et la

possibilité de les transporter dans la cellule 2 pour recouvrement. Les travaux de fermeture à l'ancien parc impliquent le profilage de la digue Centrale pour permettre le drainage de surface de l'ancien parc vers le bassin de sédimentation.

Selon les travaux de Golder, le niveau de la nappe phréatique se situe présentement entre 2 et 4 m sous la surface des résidus dans le centre de l'ancien parc, alors qu'il atteint des profondeurs variant entre 6 et 8 m au nord et à l'est. D'après les conclusions de la firme Senes, un niveau d'eau maintenu entre les élévations 325,0 m et 326,0 m dans le bassin de sédimentation au sud permet de hausser le niveau de la nappe phréatique dans l'ancien parc et de bénéficier de l'effet de saturation des résidus générateurs d'acide.

Le couvert qui sera mis en place sur l'ancien parc est constitué d'une couche de 0,3 à 0,5 m de résidus alcalins servant de support pour la végétation. Toutefois, dans les secteurs où la nappe phréatique se situe à 2 m ou moins de la surface, il a été recommandé de mettre en place une couche de sable et gravier servant de bris hydraulique sous le couvert alcalin pour empêcher la remontée d'eau interstitielle due à l'évapotranspiration et assurer une bonne croissance de la végétation. Le bris hydraulique sera constitué d'une couche d'environ 0,3 m de sable et gravier tout venant. Une superficie d'environ 48 ha dans les cellules 2 et 3, de même qu'au nord du bassin de sédimentation, nécessitera l'ajout d'un bris hydraulique.

- *Parc inactif*

Se référer à la section 3.4 du plan de 1996. Ce parc correspond à la cellule 1 et pourrait constituer la source de matériel alcalin pour les travaux de recouvrement des cellules 2 et 3.

- *Bassin de polissage*

Se référer à la section 3.4 du plan de 1996. Il est actuellement prévu d'y maintenir le niveau d'eau à environ 319,1 m à la fermeture.

3.4.2 Stabilité physique

Une revue de la stabilité des digues du parc à résidus miniers en vue de la fermeture a été effectuée par Golder en 2002 (annexe B) en suivant les directives du *Guide et modalités de préparation du plan de restauration des sites miniers* publié en 1997 par le ministère des Ressources naturelles. L'étude a ciblé spécifiquement les digues confinant les portions ennoyées du parc à résidus miniers.

Ces analyses ont été faites en conditions statiques et pseudo-statiques (simulant un séisme). L'éventualité d'une vidange rapide a aussi été étudiée dans ces deux conditions. Les analyses de Golder ont été réalisées en condition non drainée, avec des contraintes effectives pour la situation actuelle en estimant le niveau de la nappe phréatique à partir du profil de l'ouvrage et du niveau maximal de l'eau à maintenir dans les bassins à la fermeture, i.e. 328,0 dans le parc à résidus, 326,0 m dans le bassin de sédimentation, et 319,1 m dans le bassin de polissage.

Les paramètres de résistance des matériaux utilisés lors de l'analyse ont été tirés des relevés de sondage, lorsque disponibles, ou basés sur l'expérience de Golder relativement aux caractéristiques de ce type de matériaux. Les prochains paragraphes résument brièvement la revue de stabilité.

- *Analyse statique*

Les analyses de stabilité ont été faites selon les méthodes conventionnelles d'équilibre limite afin d'évaluer la stabilité géotechnique des digues du parc à résidus miniers en utilisant la résistance au cisaillement non drainée. Toutes les analyses de stabilité ont été réalisées avec le logiciel Slope/W en appliquant la méthode de Morgenstern-Price (satisfaisant à la fois l'équilibre des forces et des moments). Pour toutes les analyses, le facteur de sécurité de plusieurs surfaces de rupture potentielles a été calculé afin d'identifier le mode de rupture pour lequel le facteur de sécurité serait le plus faible.

- *Analyse pseudo-statique*

Les analyses pseudo-statique ont été réalisées en considérant une accélération horizontale supplémentaire de 0,159 g, correspondant au séisme 1/1000 ans (source: Commission géologique du Canada). Selon le *Guide* du MRN, cette période de récurrence est applicable dans ce cas-ci, étant donné le caractère potentiellement générateur d'acide des résidus et le choix d'une couverture aqueuse comme option de restauration. Toutefois, étant donné que les analyses pseudo-statiques sont très conservatrices et ne tiennent pas compte du fait que la force de sollicitation dynamique est une force ponctuelle, la valeur d'accélération sismique de 0,159 g a été multipliée par un facteur de réduction de 0,65 (Seed, H.B. *et al*). De cette façon, le coefficient d'accélération sismique utilisé dans les analyses est de 0,10 g.

- *Glissement horizontal*

Des analyses pour le glissement horizontal sous chargement statique ont été réalisées en supposant qu'un chargement statique latéral correspondant à la pression active générée par l'eau et les résidus est appliqué à l'interface résidus (ou eau) – digue. Cette pression a été calculée en utilisant la méthode de Coulomb (surface des structures inclinées) et elle représente les conditions de rupture où toute la résistance de cisaillement du sol est mobilisée contre les forces de gravité. Les facteurs de sécurité ont été calculés pour deux cas différents, lorsque applicable. Le premier cas représente l'analyse en conditions statiques standards où la poussée en amont des digues est générée par la combinaison de l'eau et des résidus. Le second cas représente la situation où les résidus – ou les sédiments – se liquéfient suite à une sollicitation dynamique. Dans ce cas, il a été supposé que la poussée des résidus miniers est générée par un matériau ayant le poids volumique des résidus mais n'ayant aucune résistance.

- *Capacité portante*

La capacité portante des sols sous les remblais a été vérifiée en appliquant la méthode de Terzaghi recommandée dans *le Manuel canadien de géotechnique*. Puisque dans tous les cas les sols sous

les remblais sont saturés, le poids déjaugé et les paramètres de résistance effectifs ont été utilisés dans les calculs. La vérification du potentiel de susceptibilité des sols pulvérulents de fondation à la liquéfaction a été réalisée préalablement à la vérification de la capacité portante des fondations.

- *Potentiel de liquéfaction*

La liquéfaction potentielle des résidus miniers soumis à un chargement dynamique dû à un séisme a été évaluée pour toutes les digues où la présence d'une couche constituée de résidus ou de silt sablonneux lâche a été identifiée dans la fondation en utilisant la méthode basée sur la corrélation entre le potentiel de liquéfaction et l'indice de pénétration standard (Seed, H.B. *et al*). La méthode consiste en l'évaluation de la résistance à la liquéfaction pour un niveau de chargement sismique donné en se basant sur les résultats des essais de pénétration standard (SPT), ce qui revient à déterminer les contraintes induites par un séisme et à les comparer à la résistance à la liquéfaction.

- *Vidange rapide*

La vidange rapide se produit lorsque le niveau d'eau dans le bassin est rapidement abaissé et le temps de vidange n'est pas suffisamment long pour permettre une dissipation complète des pressions interstitielles dans les épaulements, le noyau et la fondation de la digue. Des instabilités peuvent alors avoir lieu sur la paroi amont ou aval de la digue et, dans la plupart des cas, il s'agit d'instabilité de peau se développant sur les parois et régressant à l'intérieur de la digue. Étant donné le changement rapide des contraintes causé par la vidange, les analyses de stabilité ont été effectuées en conditions non drainées pour les sols cohérents. De plus, ces analyses ont été faites en conditions statiques et pseudo-statiques.

- *Vérification des revanches et largeurs de crête*

Tel qu'exigé dans le *Guide* du MRN, une vérification de la revanche et de la largeur des crêtes de chaque digue a été effectuée. La revanche minimale doit être d'un mètre lorsque le bassin est

rempli au maximum et le *Guide* du MRN recommande une largeur minimale de la crête en fonction de la hauteur de la digue. Selon le concept de fermeture retenu à Est-Malartic, toutes les digues du parc à résidus miniers respectent les exigences minimales pour la revanche et la largeur de la crête.

Le tableau révisé 3.3 présente les résultats des analyses de stabilité pour chacune des digues étudiées et ces résultats sont discutés dans l'étude de stabilité de Golder à l'annexe B. Des travaux d'investigation seront réalisés à l'été 2002 pour vérifier l'état de consolidation des fondations, notamment à l'endroit de la digue 5. Selon le résultat de ces travaux, des mesures pourraient être proposées sur certaines digues pour augmenter leur facteur de sécurité (ex. : adoucissement de pentes, mise en place de bermes). Les résultats de l'investigation seront communiqués au ministère des Ressources naturelles suivant leur réception. Le tableau révisé 3.4 indique l'élévation des digues et du niveau d'eau dans les différents bassins à la fermeture, alors que le tableau révisé 3.5 fournit le résultat des calculs pour les largeurs de crête.

Suite aux résultats des différentes études effectuées pour établir le concept final de fermeture du site Est-Malartic, il a été décidé d'effectuer des ajouts au plan de restauration initial déposé en 1996. Ainsi, les travaux à réaliser en vue d'assurer la stabilité physique des ouvrages du parc à résidus miniers pour la période post-fermeture sont indiqués au tableau 3.8.

Concernant l'ancien parc, en plus du profilage de la digue Centrale à réaliser pour assurer l'écoulement du drainage de surface vers le bassin de sédimentation, des travaux de profilage 3H : 1V sont aussi prévus sur les digues externes pour contrer les phénomènes d'érosion. Les surfaces profilées seront également revégétées.

3.5 Installations de traitement des eaux usées

Se référer à la section 3.5 du plan de 1996.

TABLEAU 3.3 (révisé)
Facteurs de sécurité obtenus lors des analyses de stabilité

Zone	Condition d'analyse	F.S. recommandé	Digue 1	Digue 2	Digue 3	Digue 4	Digue 5	Digue Ouest	Digue Est ptie sud	Polissage Nord	Polissage Sud
Aval	Chargement statique et écoulement stationnaire (résistance en pointe)	1,3 à 1,5	1,58	1,53	1,48	1,44	1,70	1,65	1,68	1,81	1,81
	Chargement pseudo-statique et écoulement stationnaire (résistance en pointe)	1,1 à 1,3	1,07	1,05	1,04	1,10	1,08	1,21	1,10	1,36	1,29
Amont / Aval	Vidange rapide Amont (analyse statique) Aval	1,3	1,45 1,20	1,40 1,31	1,70 1,22	1,73	2,95	2,34	1,55	2,16	1,91
	Vidange rapide Amont (analyse pseudo-stat.) Aval	1,1	1,09 1,05	1,08 1,05	1,08 1,05	1,34	1,17	1,12	1,29	1,51	1,17
Centrale	Glissement horizontal de la digue sous chargement statique (poussée latérale)	1,5	16,98	34,95	13,63	12,45	6,75	7,44	6,83	20,63	22,63
	Glissement horizontal de la digue pour pressions générées par des résidus lors de la liquéfaction	1,3	16,98	32,36	11,20	10,23	5,00	6,11	5,69	20,63	22,63
	Capacité portante du sol sous le remblai	1,5	10,7	25,0	30,5	2,4	1,6	1,92	1,97	2,35	1,83

Les détails et hypothèses de calcul sont fournis dans le rapport de l'étude de stabilité de Golder 021-7013-5100, mars 2002.

TABLEAU 3.4 (révisé)
Vérification de la revanche minimale à la fermeture

Ouvrage	Élévation en crête (m)	Élévation du noyau (m)	Revanche minimale (m)
Digue 1	329,5	329,2	1,2
Digue 2	330,8	330,5	2,8
Digue 3	329,8	329,5	1,5
Digue 4	329,8	329,5	1,5
Digue 5	329,5	329,2	1,2
Digue Ouest	329,7	329,4	1,4
Digue Est	327,8	327,5	1,8
Digue Polissage	321,3	321,0	1,9

Niveau d'eau au parc à résidus miniers (max)	328,0 m
Niveau d'eau au bassin de sédimentation (max)	326,0 m
Niveau d'eau au bassin de polissage	319,1 m

TABLEAU 3.5 (révisé)
Vérification de la largeur de la crête

Ouvrage	Hauteur maximale (m)	Largeur de la crête (m)	Largeur min. de la crête (m)
Digue 1	4,0	5,0	3,8
Digue 2	6,0	5,0	4,2
Digue 3	6,0	5,0	4,2
Digue 4	5,0	5,0	4,0
Digue 5	7,5	5,0	4,5
Digue Ouest	9,0	5,0	4,8
Digue Est ptie sud	6,0	5,0	4,2
Polissage Nord	4,5	5,0	3,9
Polissage Sud	7,0	7,0	4,4

TABLEAU 3.8 Description des travaux de réfection au parc à résidus miniers pour la fermeture

Structure	Niveau crête actuel	Crête	Aval	Amont	Déversoirs	Recouvrement
Digue 1	329,5 m	Aucuns travaux	Aucuns travaux	Aucuns travaux	N/a	N/a
Digue 2	330,8 m	Aucuns travaux	Aucuns travaux	Aucuns travaux	N/a	N/a
Digue 3	329,8 m	Aucuns travaux	Aucuns travaux	Aucuns travaux	N/a	N/a
Digue 4	329,8 m	Aucuns travaux	Aucuns travaux	Construction d'une berme d'enrochement de 5 m de largeur à l'élévation 328,3 m pour la protection contre l'effet des vagues	N/a	N/a
Digue 5	Variable entre 329,13 et 329,45 m	Travaux de réfection de la crête. Le niveau final est de 329,5 m	Aucuns travaux	Construction d'une berme d'enrochement de 5 m de largeur à l'élévation 328,3 m pour la protection contre l'effet des vagues	Le déversoir existant sera condamné. Un déversoir en béton, à niveau variable entre 327,3 m et 328,0 m, sera installé au nord de la digue 5	N/a
Digue Ouest	Variable entre 328,97 et 329,45 m	Travaux de réfection (329,7 m) identiques à ceux effectués sur la digue 5 impliquant un rehaussement mineur de 0,25 à 0,75 m avec moraine et matériaux granulaires	Construction d'une berme en enrochement de 5 m de largeur à l'élévation 326,5 m pour la protection contre l'effet des vagues	Construction d'une berme en enrochement de 5 m de largeur à l'élévation 328,3 m pour la protection contre l'effet des vagues	Un déversoir d'urgence en enrochement à l'élévation 328,3 m, d'une largeur de 10 m sera construit.	Construction d'un recouvrement multicouche de 0,9 m sur les parties exposées de la digue
Digue Est	Variable entre 326,95 et 327,11 m	Rehaussement à l'élévation 327,8 m par la méthode centrale avec un noyau en résidus non PGA ou matériaux de faible perméabilité	Profilage de la pente aval de la digue 2,5H : 1V	Construction d'une berme stabilisatrice en enrochement de 10 m de largeur à l'élévation 326,5 m agissant aussi comme protection contre l'effet des vagues	La tour de décantation sera démantelée. Un déversoir en béton à niveau variable entre 325,5 et 326,0 m sera installé, de même qu'un déversoir d'urgence en enrochement non PGA, d'une largeur de 12 m à l'élévation 326,3 m	Le rehaussement de la digue existante avec des matériaux non PGA et de faible perméabilité est suffisant pour recouvrir les matériaux PGA dans la digue
Polissage Nord	Variable entre 319,89 et 320,09 m	Travaux de réfection impliquant un rehaussement de plus de 1 m (321,3 m) avec moraine et matériaux granulaires	Profilage de la pente aval de la digue 2,5H : 1V	Mise en place d'une protection en enrochement non PGA sur la paroi amont de la digue contre l'effet des vagues	N/a	N/a
Polissage Sud	Variable entre 320,61 et 320,79 m	Travaux de réfection (321,3 m) pour rehaussement mineur de 0,5 m avec moraine et matériaux granulaires	Aucuns travaux	Aucuns travaux	Le déversoir actuel sera utilisé pour acheminer l'eau hors du bassin de polissage vers le ruisseau Raymond	N/a

3.6 Autres structures de gestion des eaux

3.6.1 Fossés de dérivation

Tel que mentionné à la section 3.4, aucun apport en eau de l'extérieur n'est requis afin d'assurer le maintien à long terme de la barrière humide pour le parc à résidus miniers et le bassin de sédimentation à la fermeture. Il n'est actuellement pas prévu que l'écoulement du ruisseau Raymond, détourné lors de la construction du parc via les fossés de dérivation Nord et Sud, soit rétabli dans le parc à résidus. En outre, le fossé de dérivation Sud détourne l'eau provenant d'une zone marécageuse dont la nature acide (voir tableau 2.2) pourrait provoquer une perte de qualité de l'eau dans le parc à résidus.

Les structures pour l'écoulement du bras nord du ruisseau, construites pour évacuer des crues de projet de 1 dans 100 ans en période d'opération, ont été revues à 1 dans 1000 ans pour la fermeture (voir l'étude des bilans hydriques de fermeture à l'annexe C). D'après cette étude, il apparaît que le bassin de rétention Nord devra être maintenu et qu'un déversoir devra être construit sur la digue de rétention NH. Des recommandations ont été faites pour la réalisation d'un suivi des débits dans le réseau d'écoulement du bassin versant nord au cours des prochains mois pour confirmer les hypothèses de travail utilisées dans l'étude des bilans hydriques.

Selon les résultats qui seront obtenus du suivi dans le réseau d'écoulement, il est possible qu'il soit jugé opportun de rétablir en partie, sinon entièrement, l'écoulement du bras nord du ruisseau Raymond à l'intérieur du parc à résidus.

3.6.2 Déversoirs

Le contrôle des niveaux d'eau dans le parc et les bassins sera assuré par trois déversoirs qui évacueront le trop-plein des bassins par gravité. Le premier déversoir servira pour le nouveau parc à résidus et sera installé sur le socle rocheux au nord de la digue 5 et permettra l'ajustement du niveau d'eau dans le parc entre 327,3 m et 328,0 m. Le deuxième déversoir servira pour le

bassin de sédimentation et sera excavé dans le roc au sud de la digue Est et maintiendra le niveau d'eau dans le bassin entre les élévations 325,5 m et 326,0 m. Le troisième déversoir est celui creusé dans le roc et opérant actuellement au sud du bassin de polissage. L'eau à l'intérieur du bassin de polissage sera maintenue à environ 319,1 m en conservant les planches de retenue. La position et les plans des déversoirs sont présentés à l'annexe D.

Deux déversoirs d'urgence seront également établis sur les digues Ouest (328,3 m) et Est (326,3 m), tel qu'indiqué dans l'étude des bilans hydriques jointe à l'annexe C.

3.6.3 Eau souterraine

Lors du démantèlement de l'usine, le maintien du niveau d'eau sous terre par pompage sera arrêté. La remontée du niveau de la nappe phréatique s'effectuera alors pour atteindre l'équilibre régional et, afin de prévenir des venues d'eau dans les infrastructures municipales construites dans les creux topographiques de la Ville de Malartic, il est prévu de canaliser l'eau souterraine par deux fossés en surface à l'élévation 308,0 m vers la rivière Malartic, tel qu'illustré à la figure révisée 3.6 révisée. Une étude préliminaire de l'hydrologie du secteur a été réalisée par Stavibel en 2001 et a permis de valider cette option de fermeture par écoulement gravitaire. Une étude hydrogéologique plus approfondie sera réalisée en 2002 pour confirmer la gestion de l'eau souterraine via les fossés de surface. Une compilation saisonnière des niveaux d'eau dans différents secteurs de Malartic est présentement en cours. Le tableau 3.9 de la page suivante indique les résultats de la qualité de l'eau souterraine prélevée au puits no 4 installé au bâtiment du concasseur de Est-Malartic au cours de l'année 2001.

3.7 Installations sanitaires

Se référer à la section 3.7 du plan de 1996 et à la page 6 de l'addendum de 1999.

TABLEAU 3.9

Résultats d'analyse chimique de la qualité de l'eau au puits de mine no 4 - 2001

Paramètres	Unités	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Dir. 019
pH		7,05	7,10	7,15	7,04-7,12	7,24	7,35	7,12	7,22	7,04	6,99	6,97	7,24	6,5-9,5
Conductivité	µmhos/cm	1663	1659	1664	1578	1630	1710	1739	1679	1732	1662	1637	1623	-
M.E.S.	mg/l	3,2	2,4	4,4	5,4	8,0	6,0	6,4	6,8	1,2	<0,2	5,6	6,8	25,0
As total	mg/l	<0,01	<0,01	<0,002	0,004	0,004	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,005	0,002	0,004	0,50
Fe total	mg/l	1,95	1,82	1,68	2,35	1,50	2,44	2,35	2,40	2,63	2,47	2,34	1,98	3,00
Cu total	mg/l	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,30
Ni total	mg/l	0,05	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,04	0,05	0,07	0,50
Pb total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,20
Zn total	mg/l	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,50
Cyanures totaux	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	0,008	1,50
Hydrocarbures	mg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	-	<2	15,0

3.8 Équipement et machinerie lourde

Se référer à la section 3.8 du plan de 1996.

3.9 Matières dangereuses

À la fermeture, toutes les matières dangereuses, neuves ou résiduelles, seront évacuées du site pour disposition par l'entremise de firmes autorisées. Les équipements contenant des BPC qui étaient présents à Est-Malartic au moment de la rédaction du plan de fermeture en 1996 ont tous été expédiés à Swan Hills en Alberta en 1996 pour incinération. Les documents attestant de leur disposition ont été transmis à l'époque aux autorités provinciale et fédérale concernées.

4.0 MESURES EN CAS D'ARRÊT TEMPORAIRE DES ACTIVITÉS

Malgré le fait qu'il est actuellement prévu de démanteler les infrastructures et de restaurer le site minier Est-Malartic immédiatement après la fermeture de l'usine, il est néanmoins possible qu'à l'épuisement des réserves de la mine Bousquet 2, le site Est-Malartic soit mis en veilleuse pour 3 à 5 ans dans l'attente d'effectuer de l'usinage à forfait.

Si cette option est retenue, les mesures nécessaires seront prises pour assurer la sécurité du public et veiller au respect des normes environnementales en vigueur. Aussi, les premiers niveaux de la mine souterraine continueront d'être dénoyés.

Les réservoirs pétroliers et les contenants de matières dangereuses, neuves ou résiduelles, seront vidangés et nettoyés. Les inventaires de produits chimiques ou dangereux seront retournés auprès des fournisseurs ou disposés par des firmes autorisées.

L'accès au site continuera d'être restreint par la présence d'un gardien à la barrière d'entrée et tous les visiteurs devront se présenter au poste de garde. La surveillance du site sera assurée par 1) les rondes quotidiennes du gardien, et 2) un membre du personnel responsable des tournées d'inspection hebdomadaire des parcs à résidus et de l'entretien des infrastructures. À cet effet, une liste de vérification des éléments à inspecter sera élaborée. La fréquence de ces inspections pourra augmenter au besoin en période de dégel, de même qu'après des événements de pluie abondante (>150 mm pour une période de 12 heures) ou de tremblement de terre (> 5,0 sur l'échelle Richter à l'intérieur de 200 km du site).

L'inspection annuelle des dalles de béton bouchant les ouvertures minières au jour sera effectuée, et le programme d'inspection (voir section 5.1), incluant l'inspection annuelle des digues par une firme d'experts en géotechnique, continuera d'être exécuté pour s'assurer de la stabilité physique des structures du parc à résidus miniers et planifier les travaux d'entretien nécessaires.

Un suivi environnemental à l'exutoire du bassin de polissage sera réalisé une fois par mois en présence d'écoulement afin de s'assurer de la stabilité chimique du parc à résidus miniers. Les paramètres du suivi mensuel seront les mêmes que ceux indiqués à la section 5.2. Un suivi annuel en période d'étiage sera également effectué à l'exutoire du bassin de polissage (voir paramètres du suivi annuel à la section 5.2). Les analyses physico-chimiques et les bioessais seront réalisées selon les méthodes approuvées par un laboratoire accrédité.

Un rapport compilant les résultats des travaux de suivi et d'entretien sera rédigé par Barrick et transmis au ministère des Ressources naturelles après chaque année de mise en veilleuse du site. De plus, les résultats du suivi environnemental mensuel seront transmis au ministère des Ressources naturelles dès leur réception.

Les ministères des Ressources naturelles et de l'Environnement, de même que la CSST seront avisés du nom des personnes à contacter en cas d'urgence (voir section 5.4.1).

La figure révisée 3.6 indique les accès au site et l'emplacement des ouvertures minières, bétonnées et/ou clôturées. Le tableau 4.1 fournit quant à lui le calendrier relatif des visites de surveillance.

TABLEAU 4.1

Calendrier et fréquence minimale de surveillance et suivis – fermeture temporaire

Visite de surveillance – Suivi	Printemps	Été	Automne	Hiver
Inspection au parc à résidus – digues, fossés, etc.				
Inspection routinière du surveillant/entretien	12	12	12	12
Inspection détaillée du responsable	1	1	1	
Inspection statutaire du consultant		1		
Suivi des instruments au parc à résidus				
Relevé des piézomètres	1	1	1	
Relevé des bornes de tassement	1			
Inspection des ouvertures minières sécurisées				
Inspection des dalles de béton		1		
Inspection des périmètres clôturés		1		
Suivi environnemental à l'exutoire du parc				
Échantillonnage pour analyse physico-chimique	2	3	3	

5.0 PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET PLAN D'URGENCE

Se référer à la section 5.0 du plan de 1996.

5.1 Intégrité des ouvrages

L'inspection des dalles de béton surmontant les ouvertures minières et des clôtures sera réalisée annuellement pour s'assurer de l'intégrité des dalles et planifier les travaux de maintenance (débranchement, réparation) à effectuer au niveau des périmètres clôturés.

Le programme d'inspection des ouvrages au parc à résidus miniers comprend quant à lui les visites régulières du personnel responsable de Barrick, de même que les inspections annuelles effectuées par une firme d'experts en géotechnique. Il a pour objectif d'assurer l'intégrité des ouvrages géotechniques sur le plan de la stabilité et d'identifier les travaux de maintenance nécessaires au maintien du bon comportement des ouvrages. Les ouvrages visés sont les digues de confinement du parc et des bassins (1, 2, 3, 4, 5, Ouest, Est, Polissage) de même que les fossés de dérivation des eaux du bassin versant.

Trois types d'inspection seront réalisés : l'inspection statutaire annuelle réalisée à l'été, l'inspection saisonnière (printemps, été, automne), et l'inspection routinière. Des exemples de formulaires à remplir lors de ces inspections sont fournis à l'annexe E.

L'inspection statutaire est l'inspection visuelle complète de l'état du parc à résidus et sera effectuée par un ingénieur géotechnicien d'une firme de génie conseil. Toutes les observations seront notées sur le rapport de terrain et localisées sur un plan. Ces informations seront rapportées dans le rapport d'inspection annuelle préparé par la firme.

L'inspection saisonnière a pour but de vérifier l'intégrité physique des digues et sera réalisée principalement en circulant à vitesse réduite sur la crête de la digue et en marchant ou en circulant le long du pied aval. Comme pour les inspections statutaires, les observations seront notées dans

un rapport de terrain par le personnel responsable de Barrick. Les observations principales telles les affaissements et les fissures importantes ou les nouvelles venues d'eau seront rapportées. Les piézomètres de type puits ouverts des digues 5 et Ouest (BH-1 à BH-4) seront relevés lors des inspections saisonnières et les niveaux d'eau seront compilés dans le rapport annuel de l'inspection statutaire. L'inspection d'été sera faite conjointement avec l'inspection statutaire.

L'inspection routinière sera effectuée par le surveillant à une fréquence généralement bi-mensuelle, mais pouvant être plus rapprochée dépendant des conditions sur le terrain (période de dégel, pluie abondante >150 mm pour une période de 12 heures, tremblement de terre (>5,0 à l'échelle Richter à l'intérieur de 200 km du site, contrôle du castor, etc.). Cette inspection sera réalisée en circulant sur les principales digues en véhicule, et a pour but de vérifier l'état des digues et des fossés. Le surveillant assurera le suivi des actions correctrices à réaliser.

Un programme d'inspection détaillé, identifiant les éléments à vérifier pour chaque type d'inspection, sera élaboré pour la fermeture.

5.2 Suivi environnemental

Tel qu'indiqué dans le plan de 1996, un suivi environnemental à l'exutoire du bassin de polissage sera réalisé une fois par mois en présence d'écoulement afin de s'assurer de la stabilité chimique du parc à résidus miniers.

Les paramètres du suivi seront les suivants : pH, conductivité, M.E.S., métaux totaux (As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn), et cyanures totaux. Les résultats du suivi mensuel seront transmis au ministère des Ressources naturelles dès leur réception. Un suivi annuel en période d'étiage sera également effectué à l'exutoire du bassin de polissage et visera les paramètres additionnels suivants : métaux totaux (Al, Cd, Cr, Co, Mn, Hg), dureté totale, azote ammoniacal, nitrates+nitrites, alcalinité totale, carbone inorganique dissous, carbone organique dissous, phosphore total, sulfates, sulfures, thiosulfates, cyanates, thiocyanates, bioessais par Daphnies et bioessais sur truites arc-en-ciel.

Les méthodes d'analyse seront les mêmes que celles utilisées lors de la période d'opération du parc à résidus. Les résultats du suivi environnemental seront comparés aux concentrations permises en période d'opération et compilés dans le rapport annuel décrivant l'état d'avancement des travaux de restauration et d'entretien rédigé par Barrick et transmis au ministère des Ressources naturelles.

Les coordonnées de la personne responsable du suivi environnemental, de même que celles du laboratoire accrédité seront communiquées au ministère des Ressources naturelles lorsque connues.

5.3 Suivi agronomique

Se référer à la section 5.3 du plan de 1996.

5.4 Plan d'urgence

Étant donné que les ouvertures minières au jour ont été recouvertes d'une dalle de béton (ou le sera dans le cas du puits no 4) et que les chantiers potentiellement instables à long terme seront clôturés, les risques d'accident à la fermeture du site Est-Malartic seront reliés à une défaillance majeure au niveau du parc à résidus miniers.

Dans le cadre de la révision du plan de fermeture de Est-Malartic, les risques de défaillance majeure pouvant survenir au parc à la fin des opérations minières ont été identifiés. Cet exercice a permis d'inclure plusieurs éléments réduisant les risques de défaillance pour la période post-fermeture dans le concept final de restauration des parcs, notamment pour 1) tenir compte du tassement potentiel des digues, 2) réduire le volume d'eau contre les digues, 3) contrer l'érosion par l'effet des vagues, 4) assurer une capacité d'évacuation des eaux adéquate, et 5) considérer les dommages possibles par l'activité du castor et des intrusions biologiques. Il a également fait ressortir les points importants à inclure dans le programme d'inspection.

Aussi, lorsque les travaux de restauration seront terminés et que le programme de surveillance des infrastructures sera mis en place, le risque associé à une défaillance majeure au parc à résidus miniers sera minime.

Les sections qui suivent renferment les coordonnées d'organismes susceptibles d'être contactés en cas d'urgence et indiquent les mesures de mitigation à appliquer pour chacun des ouvrages advenant qu'une défaillance se produise au parc à résidus miniers.

5.4.1 Personnes et organismes à contacter en cas d'urgence

- *Signalement d'un incident en période post-fermeture*

Toute défaillance ou fuite détectée sera signalée immédiatement au personnel responsable de la Société aurifère Barrick. Les noms et coordonnées de ces personnes seront transmis au ministère des Ressources naturelles à la fin des opérations.

Les organismes susceptibles d'être contactés en cas d'urgence sont identifiés aux tableaux 5.1 à 5.3 des pages suivantes.

TABLEAU 5.1

Municipalités situées à proximité du site Est-Malartic

Amos Hôtel de ville 182 1 ^{ère} rue Est (819) 732-3254	Cadillac Bureau de ville 2 Dumont Est (819) 759-3606
Dubuisson 128 Marguerite Bourgeois (819) 738-4892	Malartic Bureau 901 Royale (819) 757-3611
Preissac 6 des Rapides (819) 732-4938	Val d'Or Hôtel de ville 855 2 ^{ème} avenue (819) 824-9613

TABLEAU 5.2

Liste téléphonique d'urgence

SÛRETÉ DU QUÉBEC	
1-800-461-2131 Urgence tél. : 310-4141; Cell. : *4141	
Amos 871, 3 ^{ème} rue (819) 732-3311	Val d'Or (police et incendie) 815, 2 ^{ème} avenue (819) 825-6161
Rouyn-Noranda 250, boul. Rideau (819) 764-3202	Malartic 1415 Royale (819) 757-3636
PROTECTION DES INCENDIES	
Preissac (819) 825-4444	Rouyn-Noranda 111, 9 ^{ème} rue (819) 797-7124
Malartic 901, Royale (819) 757-3061	Amos 182, 1 ^{ère} rue Est (819) 732-3385
SOPFEU Val d'Or (819) 824-4100 Ailleurs au Québec (800) 463-3389	Sécurité civile et sécurité incendie Direction régionale Rouyn-Noranda (819) 763-3636 Urgence (24h) : (418) 643-3256

TABLEAU 5.3

Liste des ministères à contacter

Min. de l'Environnement du Québec Dir. rég. de l'Abitibi-Témiscamingue Semaine (8h30-16h30) : (819) 763-3333 Télécopieur : (819) 763-3202 Urgence (soirs, fins de semaine, fériés) : 1-866-694-5454	Environnement Canada Renseignements : 1-800-463-4311 (514) 283-2333 Urgences environnementales (24h) : (514) 283-2333
Min. des Ressources naturelles du Québec Service des titres d'exploitation, Val d'Or 400, boul. Lamaque, Val d'Or Téléphone : (819) 354-4338 Renseignements : 1-800-463-4558	Min. des Ressources naturelles du Canada Renseignements : (418) 627-6385 (613) 995-0947 Laboratoire de recherche minière 1 chemin Peter Ferderber, Val d'Or Téléphone : (819) 736-4331
Min. des Transports du Québec Direction Abitibi-Témiscamingue Renseignements et plaintes 80 boul. Québec, Rouyn-Noranda Téléphone : (819) 763-3237	

- *Communication externe des incidents*

Les responsables de la compagnie ont l'obligation légale d'aviser les représentants des organismes gouvernementaux indiqués aux paragraphes qui suivent en cas d'incident environnemental.

Ministère de l'Environnement du Québec

Le responsable de la présence accidentelle dans l'environnement d'un contaminant (...) doit en aviser le ministre sans délai, i.e la direction régionale du Ministère (tiré de l'article 20 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*). De plus, le responsable du rejet accidentel d'une matière dangereuse dans l'environnement doit sans délai remplir les obligations suivantes : faire cesser le déversement; aviser le ministre; récupérer la matière dangereuse et enlever toute matière contaminée qui n'est pas nettoyée ou traitée sur place.» (tiré de l'article 9 du *Règlement sur les matières dangereuses*).

Ministère des Pêches fédéral

En cas de rejet ou d'immersion d'une substance nocive dans des eaux où vivent des poissons, le propriétaire de la substance nocive ou les personnes qui avaient l'autorité sur celle-ci, ainsi que celles qui sont à l'origine du rejet ou de l'immersion, ou qui y ont contribué, doivent faire rapport à un inspecteur du département du ministère des Pêches (tiré de l'article 38(4) de la *Loi sur les pêches* fédérale). Il est à noter que la *Loi* ne prescrit pas de délai et que l'événement peut être communiqué par écrit plusieurs jours suivant l'incident.

L'avis ou les rapports doivent décrire correctement les circonstances qui entourent l'incident (voir le formulaire à l'annexe F). Pour la plupart des déversements, des informations concernant le moment du déversement, le matériel déversé et une certaine description des travaux de mitigation qui sont entrepris peuvent être fournies immédiatement. La quantité exacte du matériel déversé sera fournie suite à une enquête détaillée.

5.4.2 Matériel d'intervention disponible

- *Intervention*

Les actions de mitigation identifiées en cas de défaillance majeure pour la période post-fermeture qui pourront être mises en place en cas d'incident sont indiquées au tableau 5.4 pour tous les ouvrages de confinement du parc à résidus miniers.

Le tableau 5.5 présente la liste du matériel d'intervention qui peut être utilisé lors d'une situation d'urgence. La localisation des sources de matériaux meubles disponibles à proximité du parc à résidus est indiquée à la figure révisée 3.6.

TABLEAU 5.5
Matériaux meubles à proximité de Est-Malartic

Matériel	Emplacement
SUR LE SITE	
• Sable et gravier, tout venant	Sablière Est-Malartic
• Moraine	Banc d'emprunt près digue #3
• Roche stérile, \sim12''	Site Barnat près de la fosse
• Roche stérile, 2' à 5'	Site Barnat
• Argile	Sablière Est-Malartic
RÉSERVE (EXTÉRIEUR DU SITE)	
• Sable et gravier, tout venant	Sablière LTA
• Graver, 0 – 4''	Sablière LTA
• Blocaux, > 4''	Sablière LTA
• Moraine	Futur banc d'emprunt, sud de digue 4 <i>Note : chemin déboisé, non gravelé</i>
• Sable et gravier, tout venant	Sablière ville de Malartic

TABLEAU 5.4

Travaux de mitigation recommandés en cas d'incident en période post-fermeture

Ouvrage	Défaillance	Mitigation	Protection
Digue 1	Érosion de la crête et entrée d'eau dans le parc (tassement)	Ajout de matériaux de faible perméabilité pour ramener la crête à son niveau de fermeture	Programme d'inspection
Digue 2	Érosion de la crête et/ou brèche et entrée d'eau dans le parc (instabilité de fondation par circulation de machinerie lourde, tassement)	Construction d'une berme et colmatage de la brèche et/ou ajout de matériaux de faible perméabilité pour ramener la crête à son niveau de fermeture	Programme d'inspection et accès limité pour la machinerie
Digue 3	Érosion de la crête et entrée d'eau dans le parc (tassement)	Ajout de matériaux de faible perméabilité pour ramener la crête à son niveau de fermeture	Programme d'inspection
Digue 4	Brèche et sortie d'eau / résidus dans l'environnement (instabilité de fondation par circulation de machinerie lourde)	Blocage du ponceau de la digue SH, construction d'une berme, colmatage de la brèche et nettoyage des résidus épanchés	Programme d'inspection et accès limité pour la machinerie
Digue 5	Érosion de la crête, érosion interne, brèche et sortie d'eau / résidus dans l'environnement (instabilité de fondation par circulation de machinerie lourde ou excavation en pied de digue, renard ou colmatage des drains)	Construction d'un batardeau pour bloquer les résidus près de la digue, construction d'un digue en enrochement en aval (pont LTA) pour sédimentation des résidus épanchés, réparation de la digue, nettoyage des résidus et mesures d'atténuation sur les berges	Programme d'inspection et accès limité pour la machinerie
Digue Ouest	Érosion de la crête, érosion interne, brèche et sortie d'eau dans le bassin de sédimentation avec exposition des résidus dans le parc à résidus (tassement, instabilité de fondation par circulation de machinerie lourde, renard ou colmatage des drains)	Réparation de la digue Ouest et vérification de l'intégrité de la digue Est, ennoyage rapide du parc pour saturer les résidus miniers (pompage à partir du bassin de sédimentation)	Programme d'inspection et accès limité pour la machinerie
Digue Est	Érosion de la crête, érosion interne, brèche et sortie d'eau / résidus dans le bassin de polissage (tassement, instabilité de fondation par circulation de machinerie lourde ou par excavation en pied de digue, renard ou colmatage des drains)	Réparation de la digue Est et ajout de matériaux de faible perméabilité pour ramener la crête à son niveau de fermeture	Programme d'inspection et accès limité pour la machinerie
Polissage Nord	Érosion de la crête et brèche avec sortie d'eau / résidus dans le banc d'emprunt (tassement, instabilité de fondation par circulation de machinerie lourde)	Réparation de la digue, étude d'impact, recouvrement et ensemencement du banc d'emprunt	Programme d'inspection et accès limité de la machinerie lourde
Polissage Sud	Érosion de la crête, érosion interne et brèche avec sortie d'eau / résidus dans l'environnement (instabilité de fondation par circulation de machinerie lourde, renard)	Réparation de la digue et du déversoir, nettoyage des résidus et mesures d'atténuation sur les berges	Programme d'inspection et accès limité de la machinerie lourde

5.4.3 Entrepreneurs et consultants à contacter en cas d'urgence

Les tableaux 5.6 à 5.8 sont présentés à titre d'exemple pour illustrer le type de compagnie pouvant prêter main-forte aux intervenants lors d'un incident au parc à résidus.

TABLEAU 5.6

Consultants miniers et services

CONSULTANTS MINIERES	
COREM , Québec (418) 643-4540	Lakefield Research , Lakefield, Ont. Tél.: (705) 652-2038 Fax: (705) 652-6441
Golder et Associés , Val d'Or (819) 825-5665 Montréal (514) 383-0990	Senes , Richmond Hill, Ont. Tél.: (905) 764-9380 Fax: (905) 764-9386
SNC•LAVALIN , Montréal (514) 393-1000	CANMET , Val d'Or (819) 736-4331 Urgence (819) 856-7221
Techni-Lab , Ste Germaine Boulé (819) 787-6116	

TABLEAU 5.7

Entrepreneurs à contacter pour assistance en cas d'urgence

TRAVAUX PUBLICS ET ÉQUIPEMENT LOURD	
Fournier et fils , Val d'Or (819) 825-4000	Construction Val d'Or , Val d'Or (819) 874-7272
Jean-Pierre Richard , Malartic (819) 867-8765	Norascon , Amos (819) 732-3351 (819) 727-6723
Guay Inc. (Grues) , Val d'Or (819) 825-4420 Rouyn-Noranda (819) 797-4422	Stéphane Richard , Malartic (819) 757-4956
Veillette et Johnson , Val d'Or (grosses remorqueuses) : (819) 874-5151	Béton Barette Inc. , Val d'Or (819) 825-8112
MAIN D'OEUVRE	
Location Dumco , Malartic (819) 757-4868	Promecan , Dubuisson (819) 738-5435 Fax: (819) 738-5624

TABLEAU 5.8
Fournisseurs d'équipement et services

GÉNÉRATRICE / POMPE / SOUDEUSE	
Flyght Canada , (génératrice), Val d'Or (819) 825-0792	Pompeaction , (pompe), Val d'Or (819) 874-5298
Hewitt équipement , (génératrice), Val d'Or (819) 825-5494	Technosub , Rouyn-Noranda (819) 797-3300
Acklands Grainger Ltée , (pompe), Val d'Or (819) 824-2744	Zuritt Corporation Ltée , Val d'Or (819) 825-3150
Entrepreneurs J.R. Dumas , Malartic (819) 757-4060	Transport Nord-Ouest , Val d'Or (819) 874-2003
Legault Gaz soudure , Rouyn-Noranda (819) 762-2377	R. Blais et fils , Rouyn-Noranda (819) 764-3284
INSTALLATION ÉLECTRIQUE	
Moreau Électrique Inc. , Rouyn-Noranda (819) 797-0088	Westburne , Val d'Or (819) 825-6216
DÉCONTAMINATION	
Onyx Industries , Rouyn-Noranda (819) 762-6577 Urgence (800) 361-8920	Norama Industries , Rouyn-Noranda 15, rue Doyon (819) 762-5151

6.0 CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES ET TEMPORELLES

6.1 Coûts de restauration des aires d'accumulation

Le sommaire des coûts de restauration des aires d'accumulation pour le site Est-Malartic du Complexe Bousquet est présenté au tableau révisé 6.1. L'ensemble des coûts s'élève à environ 6,5 M\$. Les activités reliées à chacun des ouvrages sont présentées de façon succincte dans les paragraphes qui suivent.

6.1.1 Parc Inactif

Le parc inactif correspond à la cellule 1, d'une superficie de 30 ha, laquelle est en grande partie reboisée. Les résidus alcalins de cette cellule seront utilisés pour la couche de recouvrement des cellules 2 et 3. Les travaux de restauration qui y sont prévus comprennent le profilage des pentes, la mise en place de fossés de drainage pour acheminer l'eau de ruissellement, de même que la remise en végétation des secteurs retouchés.

6.1.2 Ancien Parc

Ce parc est situé au nord du bassin de sédimentation et correspond aux cellules 2 et 3. Les travaux de restauration se résument à la mise en place d'une couche de sable et gravier servant de bris hydraulique le long de la bordure sud de la cellule 2 (26,2 ha), de la bordure nord du bassin de sédimentation (4,3 ha) et dans la cellule 3 (17,6 ha), de même qu'au recouvrement complet des cellules 2 et 3 (110 ha) et d'une faible partie du bassin de sédimentation (4,3 ha) par une couche de résidus alcalins de 0,3 à 0,5 m d'épaisseur pour la mise en végétation. La digue Centrale entre la cellule 2 et le bassin de sédimentation sera nivelée, et les pentes externes du parc seront profilées 3H : 1V et revégétées. Les matériaux nécessaires aux travaux pourront provenir de la sablière située sur la concession minière 291, de même que de la cellule 1.

TABLEAU 6.1 (révisé)

Sommaire des coûts pour la restauration des aires d'accumulation (en date du 30 novembre 2002)

Construction	Activités	Unité	Quantité	Coûts/unité	Coûts
PARC À RÉSIDUS <i>Sous-total</i> <i>583 650\$</i>	Rehaussement de digues (5, Ouest)				54 650
	Excavation	m3	2 800	5,0	14 000
	Till ou argile	m3	1 575	10,0	6 250
	Résidus non générateurs d'acide	m3	4 000	5,0	20 000
	Enrochement/stérile non générateur d'acide	m3	1 800	8,0	14 400
	Construction de bermes -amont (digues 4, 5, Ouest)				414 000
	Enrochement/stérile non générateur d'acide	m3	38 000	8,0	304 000
	Géotextile	m2	22 000	5,0	110 000
	Recouvrement multicouche sur digue Ouest				90 000
	Résidus non générateurs d'acide	m3	14 400	5,0	72 000
Sable et gravier tout venant	m3	3 600	5,0	18 000	
	Construction du déversoir d'urgence sur digue Ouest				25 000
BASSIN SÉDIMENTATION <i>Sous-total</i> <i>527 200\$</i>	Rehaussement de la digue Est				180 800
	Excavation	m3	4 200	5,0	21 000
	Résidus non générateurs d'acide	m3	4 200	5,0	21 000
	Enrochement/stérile non générateur d'acide	m3	17 350	8,0	138 800
	Construction de bermes/profilage - aval (Ouest), amont (Est)				321 400
	Enrochement/stérile non générateur d'acide	m3	32 300	8,0	258 400
	Géotextile	m2	12 600	5,0	63 000
	Construction du déversoir d'urgence sur digue Est				25 000
BASSIN POLISSAGE <i>Sous-total</i> <i>421 180\$</i>	Rehaussement de digues/profilage (Polissage Nord et Sud)				138 180
	Excavation	m3	2 300	5,0	11 500
	Till ou argile	m3	4 700	10,0	47 000
	Enrochement/stérile non générateur d'acide	m3	7 960	8,0	63 680
	Géotextile	m2	3 200	5,0	16 000
	Profilage – aval de la digue Est				283 000
	Enrochement/stérile non générateur d'acide	m3	27 500	8,0	220 000
	Géotextile	m2	12 600	5,0	63 000
Sous-total pour les travaux au parc : 1 532 030\$					

TABLEAU 6.1 (suite)

Sommaire des coûts pour la restauration des aires d'accumulation (en date du 30 novembre 2002)

Construction	Activités	Unité	Quantité	Coûts/unité	Coûts
PARC ET BASSINS <i>TOTAL</i> <i>1 818 585\$</i>	Ingénierie (15% du montant des travaux au parc - 1 524 830\$)				229 805
	Mise en végétation				56 750
	Ensemencement des surfaces de roulement sur les digues	ha	2,7	2 500	6 750
	Établissement d'une végétation aquatique au parc et bassins				50 000
ANCIEN PARC <i>TOTAL</i> <i>4 465 600\$</i>	Recouvrement des cellules 2 et 3				3 644 000
	Résidus non générateurs d'acide	m3	500 000	5,0	2 500 000
	Sable et gravier tout venant	m3	143 000	8,0	1 144 000
	Ingénierie et coûts indirects	15%			546 600
	Mise en végétation				275 000
Ensemencement des cellules 2 et 3	ha	110	2 500	275 000	
PARC INACTIF <i>TOTAL</i> <i>93 750\$</i>	Profilage et ensemencement de la cellule 1				93 750
	Nivellement des pentes	ha	7,5	2 500	50 000
	Fossé de drainage	m	250	25,0	6 250
	Ensemencement de la cellule 1 (partie)	ha	15	2 500	37 500
BASSIN D'EXHAURE	Remplissage et ensemencement (3 600 m²)				25 000
TOTAL DES TRAVAUX : 6 402 935\$					
Activité	Description	Durée	Fréquence	Coûts/unité	Coûts
SUIVI <i>TOTAL</i> <i>123 000\$</i>	Suivi de l'intégrité des ouvrages				95 000
	Inspection géotechnique statutaire	5 ans	5	3 000	15 000
	Inspection géotechnique détaillée	5 ans	15	1 000	15 000
	Inspection de surveillance et d'entretien	5 ans	120	500	60 000
	Inspection des dalles et des clôtures	5 ans	5	1 000	5 000
	Suivi environnemental				25 000
	Échantillonnage et analyse physico-chimique	5 ans	40	625	25 000
	Suivi agronomique				3 000
	Inspection visuelle	3 ans	3	1 000	3 000
TOTAL TRAVAUX + SUIVIS : 6 525 935\$					

6.1.3 Parc à résidus miniers

À la fermeture du site, les travaux de restauration pour le parc à résidus sont reliés :

- au rehaussement des digues 5 et Ouest;
- à la mise en place de bermes de protection contre l'érosion par les vagues en amont des digues 4, 5 et Ouest;
- au recouvrement multicouche de 0,9 m sur la digue Ouest pour isoler les résidus générateurs d'acide présents dans cette digue;
- à la construction d'un déversoir d'urgence à la digue Ouest; et
- à la mise en végétation du secteur, incluant l'établissement de végétation aquatique et l'ensemencement des surfaces de roulement.

*Est et
Ouest*

6.1.4 Bassin de sédimentation

Les travaux de restauration pour le bassin de sédimentation sont reliés :

- au rehaussement de la digue Est;
- à la mise en place d'une berme de protection contre l'érosion par les vagues en aval de la digue Ouest et d'une berme stabilisatrice en amont de la digue Est;
- à la construction d'un déversoir d'urgence à la digue Est; et
- à la remise en végétation du secteur, incluant l'établissement de végétation aquatique là où le niveau d'eau le permet et l'ensemencement des surfaces de roulement.

6.1.5 Bassin de polissage

Les travaux à réaliser au bassin de polissage sont reliés au :

- au rehaussement des digues du Polissage Nord et Sud;
- au profilage de la pente aval du Polissage Nord et de la digue Est;
- à la mise en place d'une berme stabilisatrice en amont de la digue Est; et
- à la mise en végétation du secteur, incluant l'établissement de végétation aquatique et l'ensemencement des surfaces de roulement.

6.1.6 Suivi environnemental

Les coûts rattachés au suivi environnemental sont estimés pour une période de cinq ans. Le suivi des eaux de surface à l'exutoire du bassin de polissage sera réalisé une fois par mois afin de s'assurer de la stabilité chimique du parc à résidus miniers. Les paramètres annuels seront ajoutés lors du suivi en période d'étiage. Les coûts comprennent le prélèvement des échantillons et l'analyse physico-chimique.

6.1.7 Suivi de l'intégrité des ouvrages

Les coûts rattachés au suivi de l'intégrité des ouvrages sont estimés pour une période de cinq ans. Le suivi comprend les inspections géotechniques saisonnières au parc et aux bassins par les responsables de la compagnie, l'inspection annuelle par une firme d'experts en géotechnique, de même que les inspections routinières de surveillance et d'entretien des digues et fossés, incluant le contrôle des castors. Le programme d'inspection à mettre en place sera élaboré en détail avant la fermeture du site.

6.1.8 Suivi agronomique

Les coûts rattachés au suivi agronomique des surfaces ensemencées sont estimés pour une période de trois ans après le dernier ensemencement réalisé sur le site Est-Malartic. Le suivi agronomique comprend une inspection visuelle annuelle pour déterminer la nécessité d'amendement des surfaces revégétées.

6.2 Ordonnancement et calendrier des activités

Si l'option de l'arrêt temporaire n'est pas retenue par la direction de Barrick, les activités de restauration pourront procéder à la fin des opérations de l'usine au 30 novembre 2002 tel que montré au calendrier des activités du tableau 6.2 à la page suivante.

TABLEAU 6.2
Calendrier relatif de réalisation des travaux de restauration

Travaux de restauration	2002		2003			2004				2005	
	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É
Nettoyage général de l'usine	—										
Nettoyage des équipement pour la récupération de l'or	—	—									
Démolition de l'usine et des infrastructures connexes		—	—								
Réfection des digues, construction des bermes et des déversoirs d'urgence			—	—							
Sécurisation des ouvertures minières				—							
Établissement de plantes aquatiques dans le parc à résidus				—							
Recouvrement alcalin simple dans les cellules 2 et 3 de l'ancien parc			—	—	—						
Recouvrement multicouche dans les cellules 2 et 3 de l'ancien parc					—						
Profilage de la digue Centrale					—						
Démolition des derniers édifices du site si aucun acquéreur						—					
Ensemencement des surfaces de roulement							—				
Profilage et ensemencement du site de l'usine							—				
Profilage de la cellule 1 avec établissement des structures de drainage							—				
Mise en végétation des cellules 1, 2 et 3								—			
Établissement de plantes aquatiques dans le parc à résidus								—			
Retouches et rappel de fertilisant sur les surfaces ensemencées											—

TABLEAU 6.3

Calendrier et fréquence minimale de surveillance et suivis – fermeture définitive

Visite de surveillance – Suivi	Printemps	Été	Automne	Hiver
Inspection au parc à résidus – digues, fossés, etc.				
Inspection routinière du surveillant	6	6	6	6
Inspection détaillée du responsable	1	1	1	
Inspection statutaire du consultant		1		
Suivi des instruments au parc à résidus				
Relevé des piézomètres	1	1	1	
Relevé des bornes de tassement	1			
Inspection des ouvertures minières sécurisées				
Inspection des dalles de béton		1		
Inspection des périmètres clôturés		1		
Suivi environnemental à l'exutoire du parc				
Échantillonnage pour analyse physico-chimique	2	3	3	
Suivi agronomique				
Inspection visuelle		1		

Le plan de fermeture du site Est-Malartic a été révisé pour le 31 mars 2002 par :

SOCIÉTÉ AURIFÈRE BARRICK

Complexe Bousquet



Dominique Beaudry, ing./M.Sc.A.

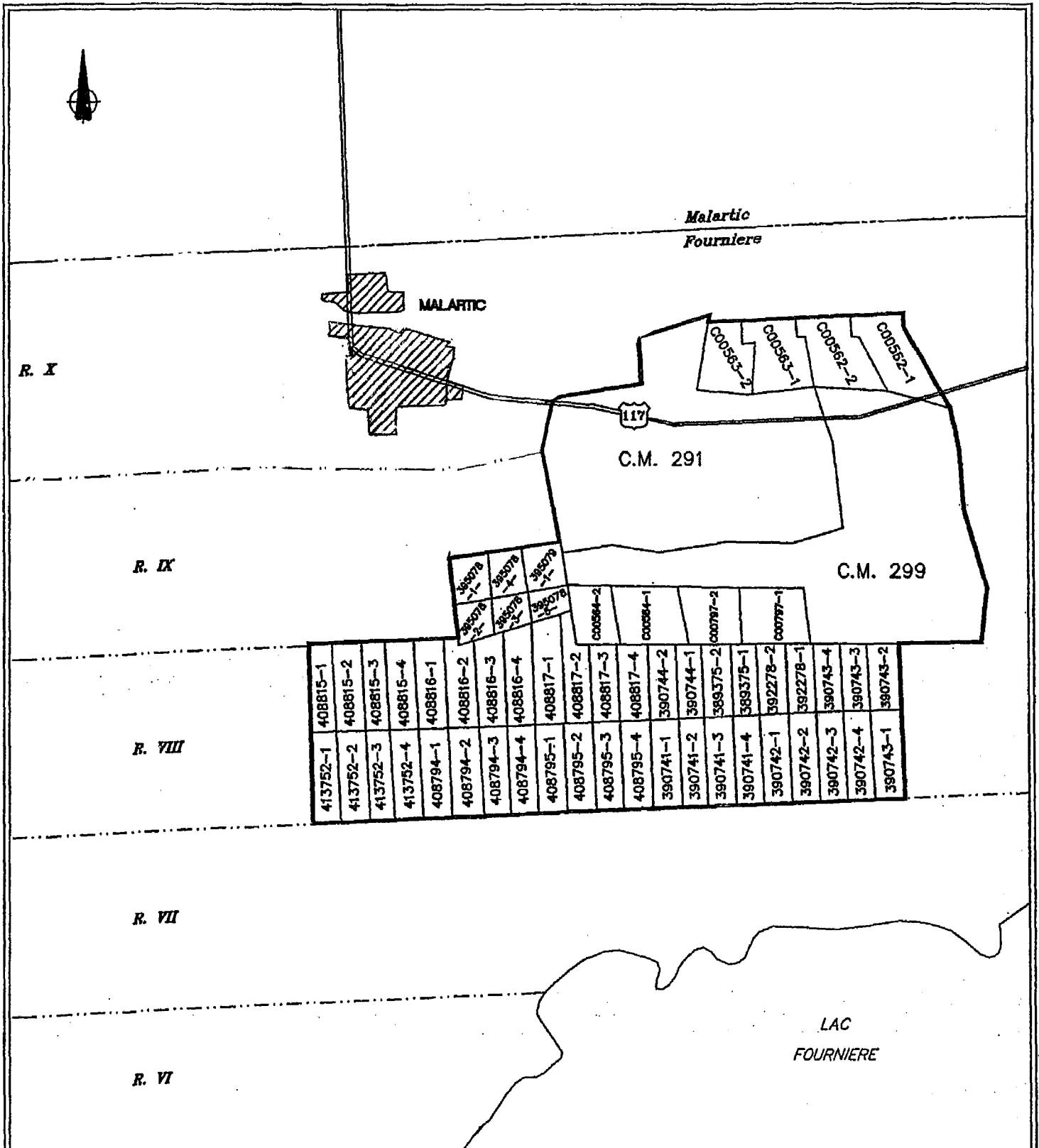
Coordonnatrice en environnement

7.0 RÉFÉRENCES

1. Golder Associés Ltée, 2002, Étude de stabilité des digues du parc à résidus en vue de la fermeture du site Est-Malartic, Malartic.
2. Golder Associés Ltée, 2002, Bilan hydrique, parc à résidus, bassin de sédimentation, bassin de polissage et bassin versant nord, site Est-Malartic.
3. Golder Associés Ltée, 2001, Étude préliminaire pour la conception des déversoirs permanents, site de la division Est-Malartic.
4. Groupe Stavibel, 2001, Sécurisation des ouvertures – installation.
5. Senes Consultants Ltd., 2000, A review of cover requirements for closure of East Malartic tailings area.
6. Golder Associés Ltée, 2000, Caractérisation complémentaire, parcs à résidus, Est-Malartic.
7. Geochemical and agricultural characterization of the East Malartic tailings area, East Malartic Quebec.
8. Ministère des Ressources naturelles, 1997, Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec.
9. Géologos inc., 1996, Rapport de surveillance des travaux d'enlèvement des installations pétrolières et caractérisation environnementale – Sites miniers Bousquet 1 et Bousquet 2 et Est Malartic.
10. Golder Associés Ltée, 1995, Rapport de conception et tel que construit - Phase II du parc à résidus miniers, division Est-Malartic.
11. Golder Associés Ltée, 1991, Demande de certificat d'autorisation pour un nouveau parc à résidus propriété Est-Malartic.

FIGURES

- 1.2 Plan des titres miniers pour la propriété Est-Malartic
- 2.5 Localisation des produits chimiques et pétroliers
- 3.6 Plan de surface du site Est-Malartic



BARRICK GOLD CORPORATION
CANADA EXPLORATION



FIGURE 1.2

Plan des titres miniers pour la propriété Est-Malartic

DRAWN BY	<u>Lizette Mazoue</u>	PROJECT NO.	<u>619</u>
GEOLOGY BY	_____	RANGE(S)	_____
REVISED BY	_____	TOWNSHIP(S)	<u>Fourniers</u>
APPROVED BY	<u>Gerald Paquette</u>	N. T. S.	<u>32D/01</u>
REMARK	<u>March, 1997</u>	INF NO.	<u>619CC001.DWG</u>

SCALE



O:\619\DWG\CLAIM\619CC001.dwg



- #
- 1 - RESERVOIR HUILE RAFFINERIE
- 2 - RESERVOIR HUILE BOUILLLOIRE
- 3 - RESERVOIR DIESEL TRACTEUR
- 4 - RESERVOIR DIESEL GENERATRICE D'URGENCE
- 5 - HUILE USÉE
- 16 - AIRE D'ENTREPOSAGE BARILS NEUFS
- 17 - STATION DE POMPAGE
- 18 - RESERVOIR MOBILE

- △
- A = (SO²) DIOXIDE DE SOUFRE
- B = (O²) OXYGENE
- C = ACIDE CHLORYDRIQUE
- D = AGENT DÉMOULEUR (UNIDRY)
- E = COLLECTEUR (3418A)
- F = MOUSSANT (MIBC)
- H = CYANURE 24% (PACHUCA # 2)
- I = CALCIFIANT (ENDUR)
- J = CHAUX
- K = NITRATE DE PLOMB (ÉPAISSISSEUR # 2)
- L = POUDRE DE ZINC (CÔNE A ZINC)
- M = POUDRE DE CELLULOSE (SUPERCCELL) (CLARIFICATEUR)
- N = FLOCCULANT MAGNAFLOC 338 (ÉPAISSISSEUR #1) (2^e PLANCHER)

FIGURE 2.5
Localisation des produits chimiques et pétroliers

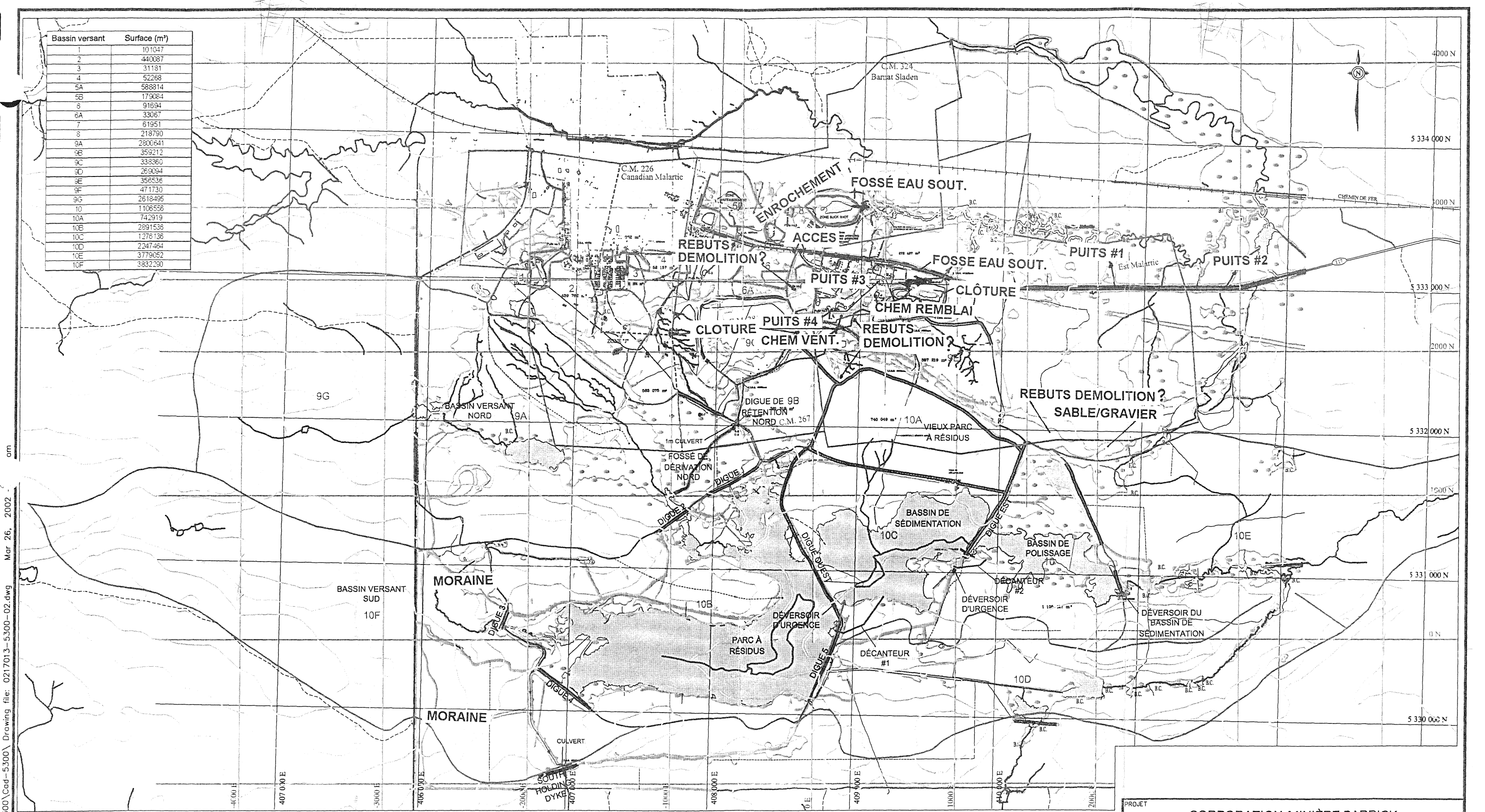
1	MISE A JOUR	14/03/2002	R.L.
REV.	REVISIONS	DATE	BY

BARRICK
BARRICK GOLD CORPORATION
COMPLEXE BOUSQUET
DIVISION EST MALARTIC - EAST MALARTIC DIVISION

RESERVOIRS
ET
REACTIFS

CONCEPTECH ENR.
C.P.954 AMOS J8T 3X5
TEL: (819) 727-1133 FAX: (819) 732-7528
VAL D'OR TEL. & FAX: (819) 874-1133

DWN.: CONCEPTECH R.N.	SCALE: 1:1	REV.
CKD.: R. LACHANCE	DATE: 14 MARS 02	1
APP.: R. LACHANCE	PROJECT: 1	
SHEET: 1	CONT.: 1	UNIT:
CAD DWG No.: 100-200-05	DWG No.: 100-200-05	



Bassin versant	Surface (m²)
1	101047
2	440087
3	31181
4	52268
5A	588814
5B	179084
6	91694
6A	33067
7	61951
8	218790
9A	2800641
9B	359212
9C	338360
9D	269094
9E	356536
9F	471730
9G	2618495
10	1106556
10A	742919
10B	2891536
10C	1276136
10D	2247464
10E	3779052
10F	3832290

N: \Actif\7000\021-
 the 5300\Cad-5300\ Drawing file: 0217013-5300-02.dwg Mar 26, 2002

LÉGENDE

- | | | | | |
|--|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> LIMITE DE ZONE BOISÉE ARBRE ISOLÉ ZONE DE MARÉCAGE ROCHE À FLEUR D'EAU GROS BLOC DE ROCHE ISOLÉ LIMITE DE ZONE COUVERTE DE ROCHES COURS D'EAU LARGEUR PLUS DE 2 MÈTRES RUISSEAU: LARGEUR MOINS DE 2 MÈTRES R RAPIDE | <ul style="list-style-type: none"> B.C. BARRAGE DE CASTOR CHEMIN ASPHALTÉ CHEMIN DE TERRE OU EN CONSTRUCTION SENTIER BÂTIMENT PONT EMPILEMENT POINT DE VÉRIFICATION TOPOGRAPHIQUE CLÔTURE | <ul style="list-style-type: none"> VOIE FERRÉE LIGNE D'OCCUPATION TOUR POINT D'ARPENTAGE + CONTRÔLE PHOTOGRAM. NUMÉRO ET CENTRE DE PHOTOGRAPHIE POINT D'ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX DE SURFACE LIMITE DES BASSINS VERSANTS LIMITE DES SOUS-BASSINS VERSANTS LIMITE DE BASSIN DONT L'ÉCOULEMENT EST MAL DÉFINI DIRECTION DE L'ÉCOULEMENT HYDRAULIQUE DE SURFACE (INTERPRÉTÉE) | <ul style="list-style-type: none"> T.O.G. T.B.A. P.E.H.D. TUYAU DE POLYÉTHYLÈNE HAUTE DENSITÉ LIGNE DE PARTAGE DES EAUX BRÈCHE DÉVERSOIR NUMÉRO DE BASSIN VERSANT NUMÉRO DE SOUS-BASSIN VERSANT DIGUE COURBES TOPOGRAPHIQUES (équidistance au 10m) COURBES TOPOGRAPHIQUES (équidistance au 2m) | <ul style="list-style-type: none"> EMERGENCY SPILLWAY DIVERSION #1 OR #2 |
|--|---|---|--|--|

CORPORATION MINIÈRE BARRICK
SITE EST-MALARTIC

FIGURE 3.6
Plan de surface du site Est-Malartic

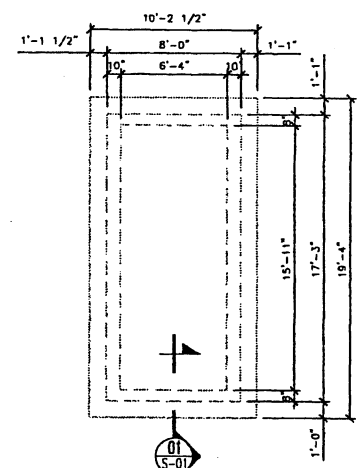
No. PROJET 021-7013-5300		No. DESSIN 0217013-5300-02	
PROJETÉ	RL	02-03-01	ÉCHELLE: INDIQUÉE
DESSINÉ	RFM	02-03-01	REV. 0
VÉRIFIÉ			
APPR.			

**MODIFIÉ DE
GOLDER 2002**

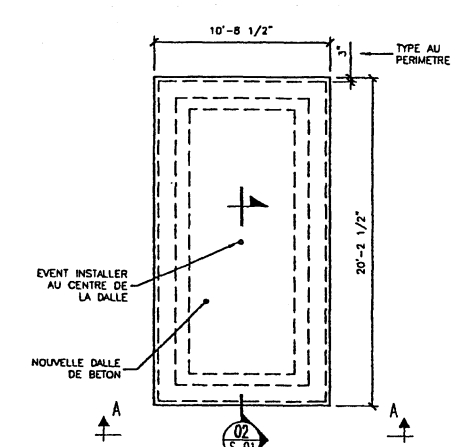
Golder Associates
Calgary, Alberta

ANNEXE A

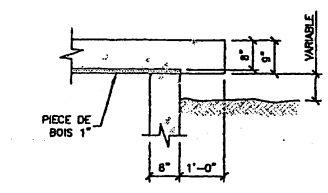
Plan des dalles de béton mises en place sur les ouvertures minières



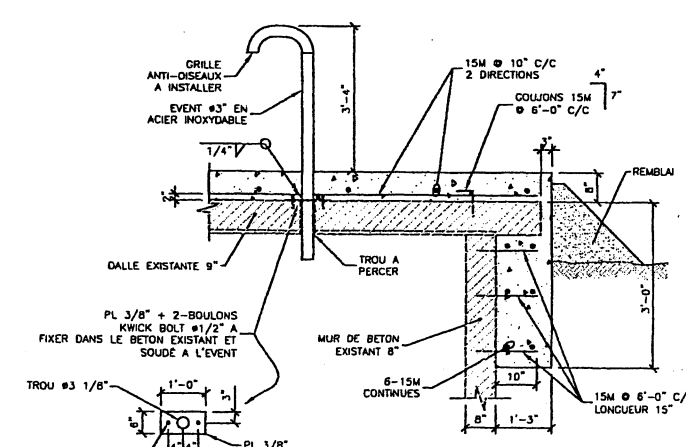
VUE EN PLAN
ECHELLE : 3/16" : 1'-0"
EXISTANT



VUE EN PLAN
ECHELLE : 3/16" : 1'-0"
PROPOSE

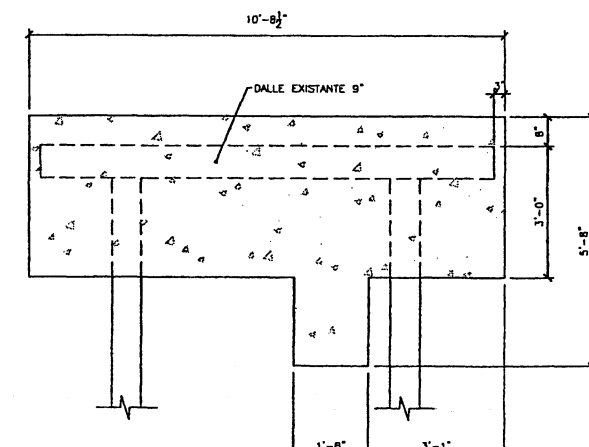


COUPE 01
ECHELLE : 1/2" : 1'-0"
EXISTANT



COUPE 02
ECHELLE : 1/2" : 1'-0"
(TYPE AU PERIMETRE)

PUITS #1



ELEVATION A-A
ECHELLE : 1/2" : 1'-0"

NOTES GENERALES

- TOUS LES TRAVAUX DE BETON DOIVENT ETRE CONFORMES AUX EXIGENCES DE LA NORMES CAN3-A23.1-M90
- TOUTES LES MESURES DEVONT ETRE PRISES SUR LE SITE
- L'ENTREPRENEUR DOIT FOURNIR TOUTE LA MAIN-D'OEUVRE, LES MATERIAUX ET L'EQUIPEMENT NECESSAIRES POUR EFFECTUER LES TRAVAUX MONTRES AUX PLANS.
- TOUS LES TRAVAUX DOIVENT ETRE EFFECTUES EN CONFORMITE AVEC LA PLUS RECENTE EDITION DU CODE NATIONAL DU BATIMENT.
- VERIFIER TOUTES LES DIMENSIONS ET ELEVATIONS EXISTANTES AVANT LE DEBUT DES TRAVAUX.
- AUCUNE DIMENSION NE DOIT ETRE PRELEVEE A L'ECHELLE SUR LES PLANS.

BETON

- 1- BETON f'c = 30 MPa A 28 JOURS, CIMENT TYPE 50 AVEC AJOUT D'ACCELERATEUR DE PRISE
- 2- AFFAISSEMENT DE 100mm
- 3- TENEUR EN AIR : 4 A 7 %
- 4- GRANULATS : 20mm
- 5- TOUS LES TRAVAUX DOIVENT ETRE EFFECTUES EN CONFORMITE AVEC LES NORMES ACHOR A23.1 M94, A23.2 M94 ET A23.3 M94.
- 6- LA TEMPERATURE EXTERIEURE LORS DE LA PRISE DU BETON DOIT ETRE DE 10°C POUR UNE DUREE DE 7 JOURS OU DE 20°C PENDANT 3 JOURS.
- 7- APRES AVOIR COULE LE BETON DES MURS DE FONDATION, LAISSER LES COFFRAGES EN PLACE POUR UNE PERIODE DE MURISSEMENT DE 3 JOURS.

NOTE :
-PREVOIR PLAQUE D'ACIER AVEC LETRAGE BLEU SUR FOND BLANC
-VISSEE SUR LE DESSUS DES DALLES, AVEC L'INSCRIPTION SUIVANTE :
DATES: 22 OCTOBRE 2001
COMPAGNE: Est Malartic

(TYPE POUR LES CINQ DALLES)

PROJET
BARRICK GOLD-CORPORATION (EST-MALARTIC)

DALLE DE RECOUVREMENT

PROFESSIONNELS

Groupe STAVIBEL
Consultants en Ingénierie
255, Avenue Québec
Rouyn-Noranda (Québec) J0X 5A1
Tél: (819) 764-5181 Téléc: (819) 757-0158
Courriel: stavibel-m@sympatico.ca

REVISIONS	PAR	DATE

TEL QUE CONSTRUIT D.L. 2001/11/19

AVIS
LES EXIGENCES DU CODE NATIONAL DU BATIMENT, DERNIERE EDITION, SES REVISIONS, SES DOCUMENTS COMMENCÉS S'APPLIQUENT A CE PROJET.
A : NOMBRE DU DETAIL
B : FEUILLE DU DETAIL

PLAN CLE

IDENTIFICATION DU PLAN
STRUCTURE

PLANS, NOTES ET COUPES

ECHELLE : TITRE OU INDICUEE

SCEAU

Dany Lambert, ing.
2001-11-19
Dany Lambert
116420
QUÉBEC

conception	date
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
dessin	
ERIC GUIMOND, tech.	JUILLET 2001
vérifié	
SERGE BEAULÉ, ing.	JUILLET 2001
approuvé	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
chargé de projet	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001

NO. CONTRAT
RM1122

NO. FEUILLE
S-01 / DE 5

PROJET

**BARRICK GOLD CORPORATION
(EST-MALARTIC)**

**DALLE DE
RECouvreMENT**

PROFESSIONNELS

Groupe STAVIBEL
 Consultants en Ingénierie
 255, avenue Québec
 Rouyn-Noranda (Québec) J2K 5A1
 Tél: (819) 764-5181 Téléc: (819) 797-0158
 Courriel: stavibel-m@sympatico.ca

REVISIONS	PAR	DATE

TEL. QUE CONSTRUIT : D.L., 2001/11/19

AVIS
 LES ENDOICES DU CODE NATIONAL DU BÂTIMENT,
 DERNIÈRE ÉDITION, SES REVISIONS, SES DOCUMENTS
 CONNEXES S'APPLIQUENT À CE PROJET.

A . NUMÉRO DU DETAIL
 B . FEUILLE 00 DETAILÉ

PLAN CLÉ

IDENTIFICATION DU PLAN
STRUCTURE

PLANS ET
COUPES

ECHELLE TELLE QU'INDIQUÉE

SCEAU

Dany Lambert, ing.

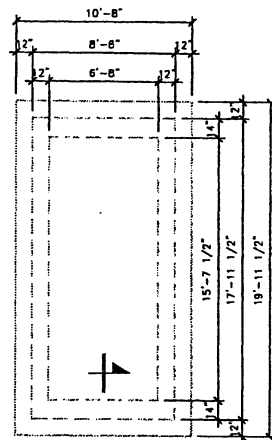
Dany Lambert
116420
QUÉBEC

2001-11-19

conception	date
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
dessin	
ERIC CHIMOND, tech.	JUILLET 2001
vérifié	
SERGE BEAULÉ, ing.	JUILLET 2001
approuvé	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
chargé de projet	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001

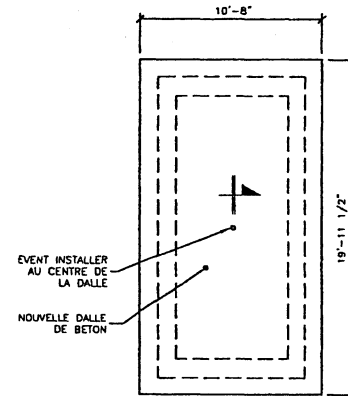
NO. CONTRAT
RM1122

NO. FEUILLE
S-02 / DE 5



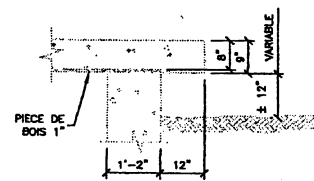
VUE EN PLAN

ECHELLE : 3/16" : 1'-0"
 EXISTANT



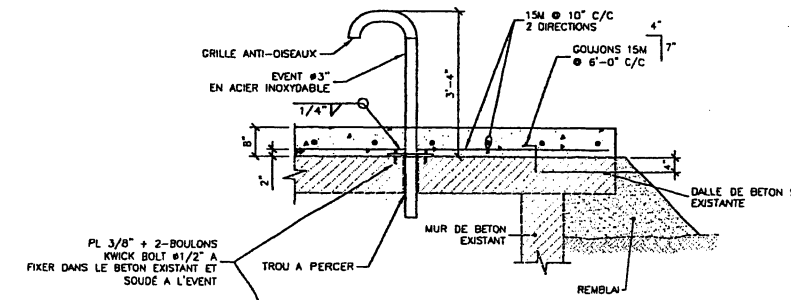
VUE EN PLAN

ECHELLE : 3/16" : 1'-0"
 PROPOSE



COUPE

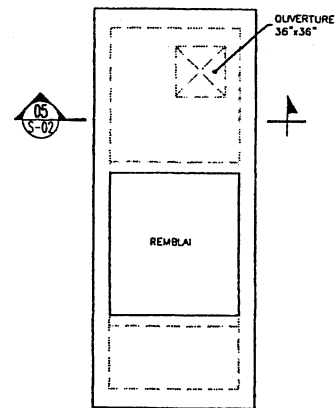
ECHELLE : AUCUNE
 EXISTANT



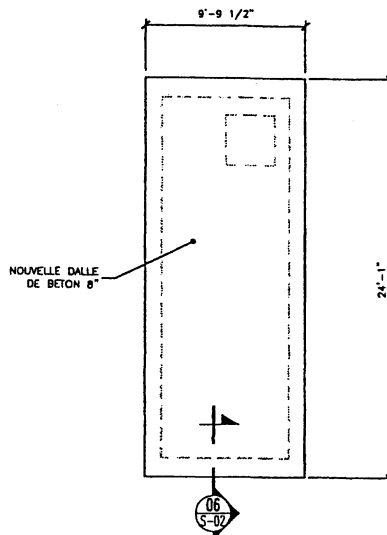
COUPE

ECHELLE : 1/2" : 1'-0"
 COUPE PROPOSEE
 (TYPE AU PERIMETRE)

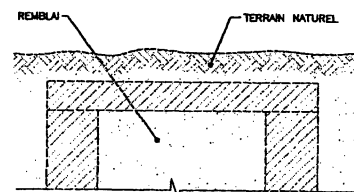
PUITS #2



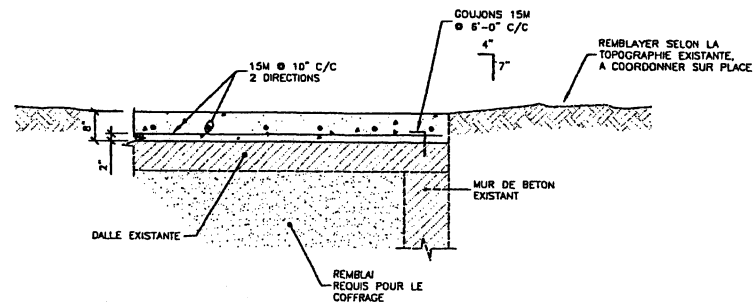
VUE EN PLAN
ECHELLE : 3/16\"/>



VUE EN PLAN
ECHELLE : 3/16\"/>



COUPE
ECHELLE : AUCUNE
EXISTANT



COUPE
ECHELLE : 1/2\"/>

NOTES GENERALES (PUITS #3)

- 1- LA LOCALISATION DES PUIS DEUT-ETRE COORDONNEE AVEC LES DOCUMENTS DE LOCALISATION DU CLIENT.
- 2- PRENDRE TOUTE LES PRECAUTIONS REQUISES POUR ASSURER LA SECURITE DES TRAVAILLEURS.
- 3- LES TRAVAILLEURS QUI DEVRONT ALLER PRES DES PUIS DEVRONT ETRE ATTACHES.
- 4- EXCAVER AU PERIMETRE DE LA CEINTURE DE BETON AFIN D'EFFECTUER UN RELEVÉ DU BETON. AVISER LE CLIENT LORSQUE LE RELEVÉ SERA EN MESURE D'ETRE EFFECTUE.
- 5- ATTENDRE L'AUTORISATION DU CLIENT AVANT D'EFFECTUER LES TRAVAUX DE SECURISATION (DALLE DE RECOUVREMENT).

PROJET

**BARRICK GOLD CORPORATION
(EST-MALARTIC)**

DALLE DE RECOUVREMENT

PROFESSIONNELS

Groupe STAVIBEL
Consultants en Ingénierie
255, avenue Québec
Rouge-Montée (Québec) J6C 5A1
TÉL: (514) 764-5181 Téléc: (514) 797-0158
Courriel: stavibel-m@stavibel.com

REVISIONS PAR DATE

TEL QUE CONSTRUIT, D.L., 2001/11/19

AVIS

LES EXIGENCES DU CODE NATIONAL DU BATIMENT, DERNIERE EDITION, SES REVISIONS, SES DOCUMENTS CONNEXES S'APPLIQUENT A CE PROJET.

A
B

A - NUMERO DU DETAIL
B - FEUILLE DE DETAIL

PLAN CLÉ

IDENTIFICATION DU PLAN

STRUCTURE

PLANS, COUPES
ET NOTES GENERALES

ECHELLE : TELLE QU'INDIQUEE

SCEAU

Dany Lambert
116420
QUÉBEC

2001-11-19

conception	date
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
dessin	
ERIC GUIMOND, tech.	JUILLET 2001
vérifié	
SERGE BEAULÉ, ing.	JUILLET 2001
approuvé	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
chargé de projet	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001

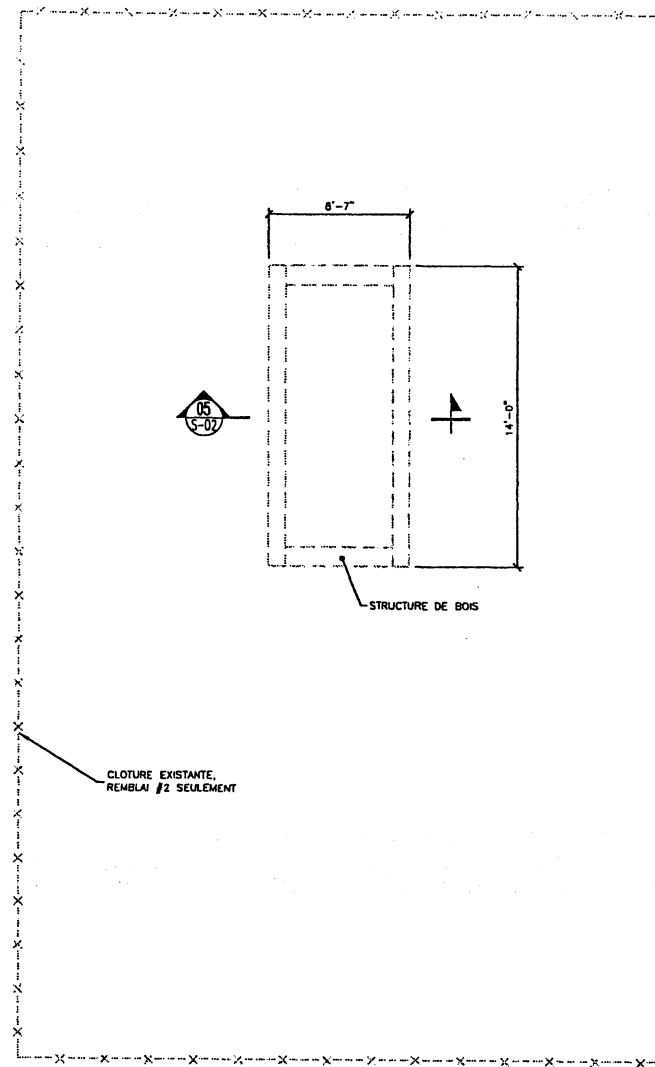
NO. CONTRAT

RM1122

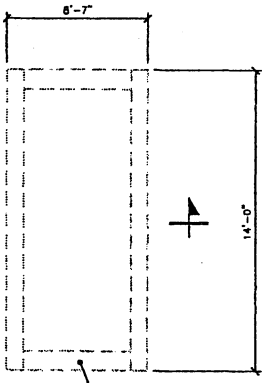
NO. FEUILLE
S-03

DE 5

PUITS #3



05
S-02

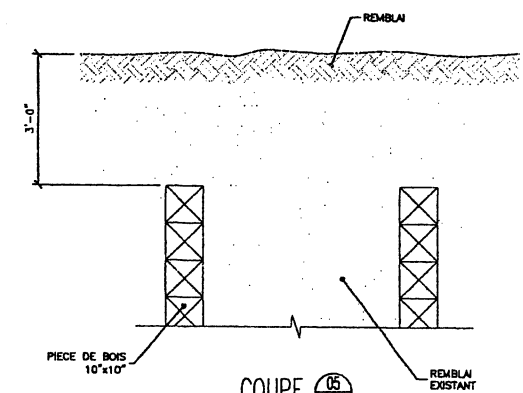


STRUCTURE DE BOIS

CLOTURE EXISTANTE,
REMBLAI #2 SEULEMENT

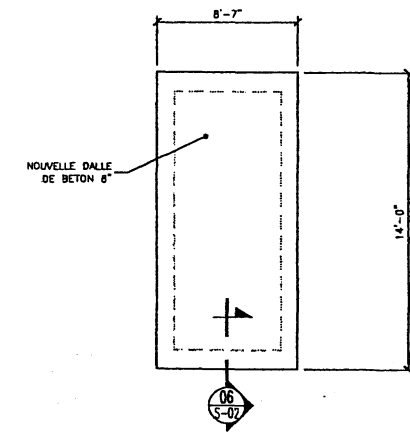
VUE EN PLAN

ECHELLE : 3/16" : 1'-0"
EXISTANT



COUPE 05
S-02

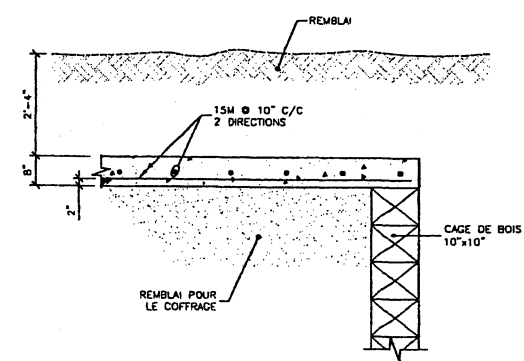
ECHELLE : AUCUNE
EXISTANT



NOUVELLE DALLE
DE BETON 8''

VUE EN PLAN

ECHELLE : 3/16" : 1'-0"
EXISTANT



COUPE 06
S-02

ECHELLE : 1/2" : 1'-0"
(TYPE AU PERIMETRE)

NOTES GENERALES (REMBLAI #2)

- UNE PARTIE DE LA CLOTURE DOIT-ETRE ENLEVEE POUR LE PASSAGE DE L'EQUIPEMENT.
- LA LOCALISATION DES Puits DOIT-ETRE COORONNEE AVEC LES DOCUMENTS DE LOCALISATION DU CLIENT.
- PRENDRE TOUTE LES PRECAUTIONS REQUISES POUR ASSURER LA SECURITE DES TRAVAILLEURS.
- LES TRAVAILLEURS QUI DEVRONT ALLER PRES DES Puits DEVRONT ETRE ATTACHES.
- EXCAVER AU PERIMETRE DE LA CENTURE DE BETON AFIN D'EFFECTUER UN RELEVÉ DU BETON. AVISER LE CLIENT LORSQUE LE RELEVÉ SERA EN MESURE D'ETRE EFFECTUE.
- ATTENDRE L'AUTORISATION DU CLIENT AVANT D'EFFECTUER LES TRAVAUX DE SECURISATION (DALLE DE RECouvreMENT).
- UNE FOIS LES TRAVAUX TERMINES, ENLEVER TOUTE LA CLOTURE EXISTANTE ET LA DISPOSER SELON LES RECOMMANDATIONS DU PROPRIETAIRE. ATTENDRE L'AUTORISATION DU CLIENT AVANT D'EFFECTUER CES TRAVAUX.

PROJET

BARRICK GOLD CORPORATION (EST-MALARTIC)

DALLE DE RECouvreMENT

PROFESSIONNELS

Groupe STAVIBEL
Consultants en Ingénierie
255, avenue Québec
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5A1
TÉ: (819) 764-5181 Télec: (819) 797-0158
Courriel : stavib-el-m@sympatico.ca

REVISIONS	PAR	DATE

TEL QUE CONSTRUIT : D.L., 2001/11/19

AVIS
LES EXIGENCES DU CODE NATIONAL DU BATIMENT, DERNIERE EDITION, SES REVISIONS, SES DOCUMENTS CONNEXES S'APPLIQUENT A CE PROJET.

A . NUMERO DU DETAIL
B . FEUILLE DE DETAILLE

PLAN CLE

IDENTIFICATION DU PLAN
STRUCTURE

PLANS, COUPES ET NOTES GENERALES

ECHELLE : TELLE QU'INDIQUEE

SIEAU

2001-11-19

conception	dote
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
dessin	
ERIC GUIMOND, tech.	JUILLET 2001
vérifié	
SERGE BEAULÉ, ing.	JUILLET 2001
approuvé	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
chargé de projet	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001

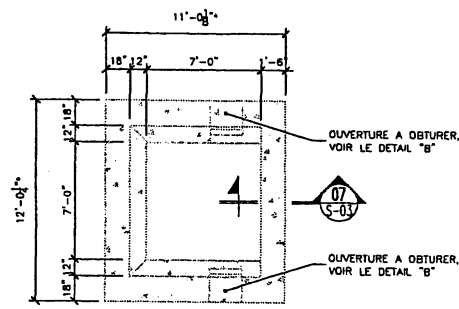
NO. CONTRAT

RM1122

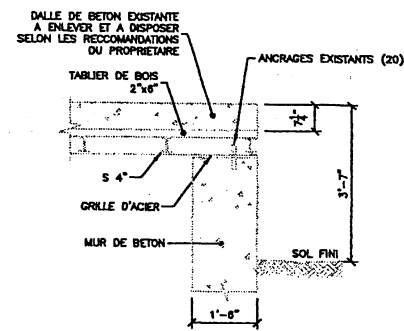
NO. FEUILLE

S-04 / DE 5

REMBLAI #2

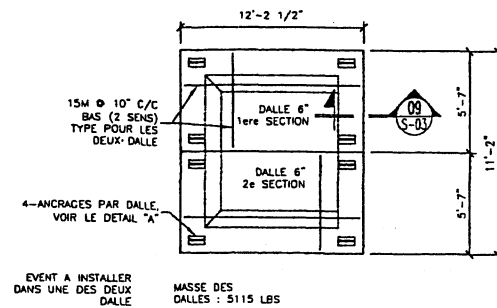


* DISTANCE A COORDONNER AU CHANTIER
VUE EN PLAN
 ECHELLE : 3/16" : 1'-0"
 EXISTANT

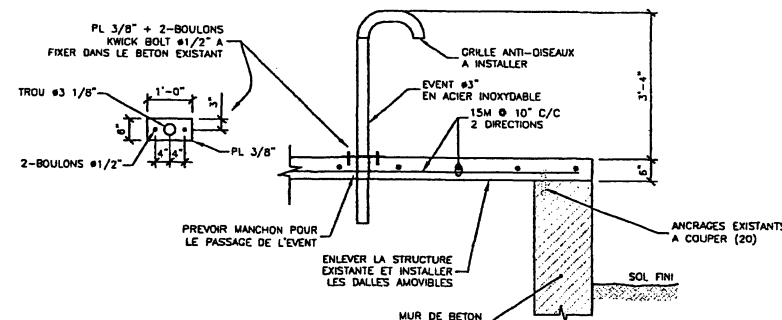


COUPE
 ECHELLE : 1/2" : 1'-0"
 EXISTANT

EXISTANT

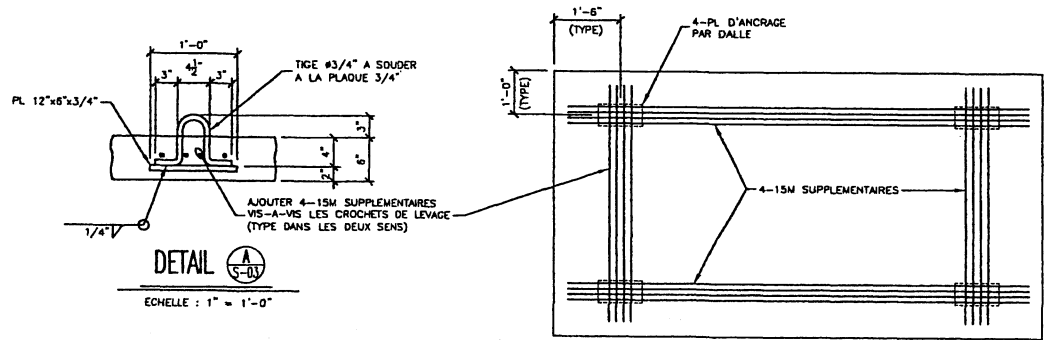


MASSÉ DES DALLÉS : 5115 LBS
VUE EN PLAN
 ECHELLE : 3/16" : 1'-0"



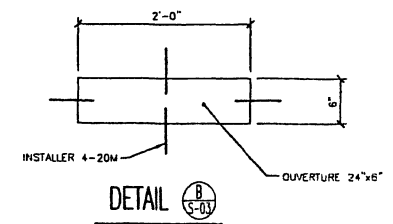
COUPE
 ECHELLE : 1/2" : 1'-0"

DALLE AMOVIBLE



DETAIL
 ECHELLE : 1" = 1'-0"

PUITS DE VENTILATION #2



DETAIL
 ECHELLE : 1" = 1'-0"
 OBTURATION OUVERTURES

PROJET
BARRICK GOLD CORPORATION (EST-MALARTIC)
DALLE DE RECouvreMENT
 PROFESSIONNELS
Groupe STAVIBEL
 Consultants en Ingénierie
 255, avenue Québec
 Rouyn-Noranda (Québec) J8X 5A1
 Tél: (819) 764-5181 Téléc: (819) 797-0158
 Courriel: stavibel-m@sympatico.ca

REVISIONS	PAR	DATE

TEL QUE CONSTRUIT D.L. 2001/11/19
 AVIS
 LES ENGAGES DU CODE NATIONAL DU BÂTIMENT, DERNIÈRE ÉDITION, SES REVISIONS, SES DOCUMENTS CORRÉS S'APPLIQUENT À CE PROJET.
 A . NUMÉRO DU DETAIL
 B . FEUILLE OU DÉTAILLE

PLAN CLÉ

IDENTIFICATION DU PLAN
STRUCTURE
 PLANS, COUPES ET DETAILS
 ECHELLE : TELLE QU'INDIQUÉE

SEAU

 2001-11-19

conception	date
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
dessin	
ERIC CUIMOND, tech.	JUILLET 2001
vérifié	
SERGE BEAULÉ, ing.	JUILLET 2001
approuvé	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001
chargé de projet	
DANY LAMBERT, ing.	JUILLET 2001

NO. CONTRAT
RM1122
 NO. FEUILLE
S-05 / DE 5

ANNEXE B

Étude de stabilité des digues du parc à résidus en vue de la fermeture du site Est-Malartic

Golder Associés Ltée

9200, boul. de l'Acadie, bureau 10
Montréal, Québec, Canada H4N 2T2
Téléphone (514) 383-0990
Fax (514) 383-5332



**ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
DU PARC À RÉSIDUS EN VUE
DE LA FERMETURE DU
SITE EST-MALARTIC, MALARTIC**

Présentée à:

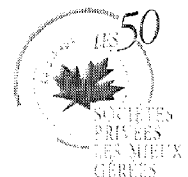
Barrick Gold Corporation
Division Est-Malartic
2, chemin Bousquet,
Route 395
Preissac, Québec
J0Y 2E0

DISTRIBUTION:

14 exemplaires: Barrick Gold Corporation, Preissac, Québec
1 exemplaire: Golder Associates Ltd., Mississauga, Ontario
2 exemplaires: Golder Associés Ltée, Montréal, Québec



Mars 2002



021-7013-5100

TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 INTRODUCTION	1
1.1 Description du site	1
1.2 Conditions de fermeture	3
2.0 MÉTHODOLOGIE	5
2.1 Analyses statiques	5
2.2 Analyses pseudo-statiques	6
2.3 Glissement horizontal et capacité portante	6
2.3.1 Glissement horizontal	6
2.3.2 Capacité portante	8
2.4 Potentiel de liquéfaction	8
2.5 Vidange rapide	9
2.6 Vérification des revanches et largeurs de crête	10
3.0 RÉSULTATS DES ANALYSES	11
3.1 Potentiel de liquéfaction	11
3.2 Digue 1	11
3.2.1 Description de la digue	11
3.2.2 Résultats des analyses de stabilité	12
3.3 Digue 2	13
3.3.1 Description de la digue	13
3.3.2 Résultats des analyses de stabilité	14
3.4 Digue 3	15
3.4.1 Description de la digue	15
3.4.2 Résultats des analyses de stabilité	16
3.5 Digue 4	17
3.5.1 Description de la digue	17
3.5.2 Résultats des analyses de stabilité	18
3.6 Digue 5	19
3.6.1 Description de la digue	19
3.6.2 Analyses d'écoulement	21
3.6.3 Résultats des analyses de stabilité	21

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
3.7 Digue Ouest.....	23
3.7.1 Description de la digue.....	23
3.7.2 Résultats des analyses de stabilité.....	25
3.8 Digue Est	25
3.8.1 Description de la digue.....	25
3.8.2 Résultats des analyses de stabilité.....	27
3.9 Digue du bassin de polissage.....	27
3.9.1 Description de la digue.....	27
3.9.2 Résultats des analyses de stabilité.....	28
4.0 COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS	29
5.0 LIMITATIONS DE L'ÉTUDE.....	30

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1	Tableau sommaire, élévation des digues en crête et les niveaux d'eau
Tableau 2	Vérification des largeurs des crêtes
Tableau 3	Sommaire des résultats des analyses de stabilité

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Vue en plan générale du site
Figure 2	Coupe typique A-A' - Digue 1
Figure 3	Coupe typique B-B' – Digue 2
Figure 4	Coupe typique C-C' – Digue 3
Figure 5	Coupes typiques D-D' et E-E' – Digue 4
Figure 6	Coupes typiques F-F' et G-G' – Digue 5
Figure 7	Coupe typique H-H' – Digue Ouest
Figure 8	Coupe typique I-I' – Digue Est
Figure 9	Coupe typique J-J' et K-K' – Digue du bassin de polissage

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Digue 1
Annexe B	Digue 2
Annexe C	Digue 3
Annexe D	Digue 4
Annexe E	Digue 5
Annexe F	Digue Ouest
Annexe G	Digue Est
Annexe H	Digue du bassin de polissage

1.0 INTRODUCTION

Barrick Gold Corporation (Barrick) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) en janvier 2002 afin de réaliser une revue de la stabilité des digues du parc à résidus miniers en vue de la fermeture du site Est-Malartic situé dans la région de Malartic, Québec. Cette revue a été réalisée en suivant les directives du *Guide et modalités de préparation du plan de restauration* du Ministère des Ressources Naturelles du Québec (ci-après: « le Guide »).

1.1 Description du site

Les structures visées par la présente étude sont les digues du parc à résidus, notamment les digues 1, 2, 3, 4, 5 et Ouest, la digue Est du bassin de sédimentation (excluant la partie nord ceinturant l'ancien parc à résidus) et la digue du bassin de polissage avec ses deux parties nord et sud. Les structures sont indiquées sur la vue en plan du site à la figure 1.

Il est important de noter que l'élaboration de coupes typiques d'analyse pour certaines digues présente quelques difficultés compte tenu du développement historique du site. Durant les premiers 55 ans d'opération du site, les résidus ont été déposés dans un bassin non confiné. La pulpe des résidus déposés dans le secteur nord du site se déplaçait ensuite librement en direction sud-est, dans la dépression créée par le ruisseau Raymond. Cet espace est occupé actuellement par les bassins de sédimentation et de polissage. En 1980, la digue Centrale a été construite à travers l'aire de déposition des résidus et l'aire de sédimentation. En 1982, la digue Centrale a été terminée avec la construction de la portion ouest. À ces travaux s'est ajoutée la dérivation d'un segment du ruisseau Raymond qui, initialement, traversait l'aire de l'empilement dans sa partie sud. À cet effet, le fossé de dérivation Sud a été aménagé.

Le besoin de capacité additionnelle et de confinement des résidus a forcé, vers 1989, le réaménagement du parc à résidus en trois zones importantes (voir figure 1):

- l'empilement Nord (déjà existant à ce moment);
- le bassin de sédimentation; et

- le bassin de polissage.

Le bassin de sédimentation, dans son état actuel est cerné au nord par la digue Centrale, à l'est par la digue Est, à l'ouest par la digue Ouest et au sud par la topographie naturelle du terrain.

Les digues Est et Ouest avaient été construites graduellement durant les années 80, jusqu'à une élévation approximative de 325,5 m. En 1990 et 1991, des travaux majeurs ont été entrepris pour rehausser et stabiliser la digue Ouest en utilisant des résidus miniers compactés et un recouvrement de matériaux granulaires. Ainsi, la digue Ouest a été rehaussée jusqu'à une élévation d'environ 327,0 m.

Le bassin de polissage est bordé à l'ouest par la digue Est et à l'est par la digue du bassin de polissage. Ce bassin est relativement peu profond.

La construction de l'actuel parc à résidus a débuté en 1992. Ce dernier a été conçu afin de permettre l'ennoyage quasi-continu des résidus durant et après les opérations. Le nouveau parc est situé au sud-ouest du bassin de sédimentation. La digue Ouest, qui limitait originalement le bassin de sédimentation à l'ouest, est maintenant une digue interne séparant le parc à résidus actuel du bassin de sédimentation (voir figure 1). Le nouveau parc est bordé au nord-est par la digue Ouest et à l'est par la digue 5. Une plus petite digue, la digue 4, ferme le bassin du côté sud-ouest. De façon à maintenir l'écoulement des ruisseaux drainant les zones amont du parc, deux fossés de dérivation ont été aménagés au nord et au sud du parc. Les digues 1, 2 et 3 ont été construites afin de séparer le parc à résidus des bassins versants amont. Les parois nord et sud du parc sont formées par la topographie naturelle.

Le parc à résidus actuel a été construit en deux phases principales. La première phase des travaux a consisté en: la construction des digues 4 et 5 jusqu'à une élévation d'environ 326,5 m; la construction de la digue 2 jusqu'à une élévation temporaire de 329,8 m; et la construction des digues 1 et 3 jusqu'à leur élévation finale proposée de 329,5 m et 329,8 m respectivement.

En 1994, la deuxième phase des travaux a permis de rehausser les digues 2, 4, 5 et Ouest jusqu'à leur élévation finale proposée. Les digues 4 et 5 ont ainsi été rehaussées jusqu'à 329,8 m, et la digue Ouest jusqu'à 329,5 m. La digue 2 a aussi été rehaussée jusqu'à 330,8 m.

En 1996, des travaux de réhabilitation ont été effectués sur les digues 5 et Ouest pour rétablir les niveaux en crête à l'élévation de 329,5 m suite au développement des tassements locaux.

La configuration actuelle du parc à résidus et ses bassins est présentée à la figure 1.

1.2 Conditions de fermeture

Le concept de fermeture du site du parc à résidus et de ses bassins consiste en un ennoisement des résidus. La stratégie de fermeture proposée est la suivante:

Parc à résidus: L'élévation maximale des résidus dans le parc, à la fermeture, sera de 327,0 m, en conformité avec les critères d'opération proposés lors du développement de la phase II du parc à résidus (Golder Associés, rapport no.941-7083, mars 1995).

Dans le concept initial de fermeture exposé dans le plan de fermeture de 1996, le niveau d'eau préconisé dans le parc à résidus était de 328,0 m, pour une épaisseur d'eau de 1,0 m au-dessus du niveau final des résidus. On croyait qu'une telle épaisseur était nécessaire pour pouvoir garantir la saturation des résidus miniers dans le temps, lors d'un événement de sécheresse de l'ordre de 1 dans 1000 ans.

Une étude du bilan hydrique du parc à résidus, en supposant un niveau d'eau à la fermeture de 327,3 m avec modélisation de la variation du niveau d'eau lors d'événements de sécheresse (1 dans 1000 ans), indique que les résidus demeurent saturés durant la période post-fermeture. L'abaissement du niveau d'eau contre les digues du parc, combiné à d'autres interventions pour réduire l'impact des vagues et de la re-suspension des résidus, est souhaitable en termes de stabilité physique à long terme.

Il est donc actuellement prévu que le parc à résidus soit ennoyé à l'élévation 327,3 m. Un déversoir à niveau variable entre 327,3 m et 328,0 m sera installé afin de permettre une certaine marge de manœuvre dans les premières années de fermeture du parc.

L'étude de stabilité pour les digues du parc a été réalisée pour le contexte le plus conservateur, soit pour un niveau d'eau à 328,0 m.

Bassin de sédimentation: Le niveau d'eau dans le bassin de sédimentation à la fermeture se situera entre l'élévation 325,0 m et 326,0 m pour maintenir le niveau de la nappe phréatique plus élevé dans la partie nord du bassin, soit dans l'ancien parc (cellules 2 et 3). Un déversoir à niveau variable sera également installé pour contrôler le niveau d'eau au bassin de sédimentation.

L'étude de stabilité au bassin de sédimentation a également été réalisée pour le contexte le plus conservateur, soit pour un niveau d'eau à 326,0 m.

Bassin de polissage: Le niveau d'eau contrôlé à la fermeture sera de 319,1 m, ce qui correspond aux conditions d'opération usuelles de ce bassin.

Le présent rapport contient une revue de la stabilité physique de chacune des digues, incluant une description de leur localisation et des données structurales disponibles ainsi qu'une description des modifications nécessaires pour rencontrer les objectifs de fermeture du site. Les résultats incluent la vérification des éléments structuraux de la stabilité tels que prescrits dans le Guide.

2.0 MÉTHODOLOGIE

Les analyses de stabilité du parc à résidus ont été effectuées pour chacun des ouvrages d'ingénierie mentionnés précédemment.

Tel que prescrit dans le Guide, les analyses de stabilité ont été faites en conditions statiques et pseudo-statiques. L'éventualité d'une vidange rapide a aussi été étudiée dans ces deux conditions. De plus, les analyses ont été réalisées en conditions non drainées pour la situation actuelle en estimant le niveau de la nappe phréatique à partir du profil de l'ouvrage et du niveau maximal de l'eau qui serait maintenu dans les bassins à la fermeture.

Les paramètres de résistance des matériaux utilisés lors des analyses ont été tirés des anciens rapports et des relevés de sondages, lorsque disponibles, ou basés sur notre expérience relative aux caractéristiques de ces types de matériaux. Les paramètres ainsi que la stratigraphie utilisés pour chacune des digues sont présentés en annexe selon la digue étudiée.

2.1 Analyses statiques

Les analyses de stabilité ont été réalisées selon les méthodes conventionnelles d'équilibre limite afin d'évaluer la stabilité géotechnique des digues du parc à résidus miniers du site Est-Malartic en utilisant la résistance au cisaillement non drainée. Toutes les analyses de stabilité ont été réalisées avec le logiciel commercial Slope/W développé par la compagnie Geo-Slope et en utilisant la méthode de Morgenstern-Price qui satisfait à la fois l'équilibre des forces et des moments. Pour toutes les analyses, le facteur de sécurité de plusieurs surfaces de rupture potentielles a été calculé afin de déterminer le facteur de sécurité minimum. Le facteur de sécurité est défini comme étant le rapport des forces stabilisatrices par rapport aux forces motrices tendant à causer la rupture. Les analyses ont été faites en utilisant une approche bi-dimensionnelle qui est une simplification conservatrice du problème et qui représente une approximation représentative de la géométrie.

2.2 Analyses pseudo-statiques

Les analyses pseudo-statiques ont été réalisées en considérant une accélération horizontale supplémentaire de 0,159 g, correspondant au séisme 1/1000 ans (source: Commission géologique du Canada). Selon le Guide, cette période de récurrence serait applicable dans ce cas-ci, étant donné le caractère potentiellement générateur d'acide des résidus et le choix d'une couverture aqueuse comme option de restauration. La valeur de l'accélération sismique du roc obtenue de la Commission Géologique du Canada est de 0,159 g pour une période de récurrence de 1 fois en 1000 ans (ou 10 % en 100 ans). Les couches de sol, plus particulièrement les sols argileux, ne répondent pas de façon synchrone à la sollicitation dynamique imposée par le roc. Toutefois, il a été supposé qu'il y a très peu d'amplification de l'accélération dans les couches de sols superposant le roc. En effet le roc est généralement relativement proche de la surface et l'effet d'accélération devrait être minime. Par ailleurs, afin de tenir compte du fait que les analyses pseudo-statiques sont des analyses très conservatrices qui ne tiennent pas compte du fait que la force de sollicitation dynamique est une force ponctuelle, la valeur d'accélération sismique de 0,159 g a été multipliée par un facteur de réduction de 0,65 (Seed, H.B et al.). De cette façon, le coefficient d'accélération sismique utilisé dans nos analyses pseudo-statiques est de 0,10 g.

2.3 Glissement horizontal et capacité portante

Pour la présente étude, des analyses de stabilité dans la zone centrale des digues se sont avérées nécessaires. Tel que prescrit par le Guide, deux cas typiques ont été vérifiés:

- glissement horizontal sous chargement statique et pour des pressions générées par des résidus soumis à la liquéfaction; et
- capacité portante du sol sous le remblai.

2.3.1 Glissement horizontal

Les analyses pour le glissement horizontal sous chargement statique ont été réalisées en supposant qu'un chargement statique latéral correspondant à la pression active générée par l'eau et les résidus est appliqué à l'interface résidus (ou eau) - digue. Cette pression a

été calculée en utilisant la méthode de Coulomb (surface des structures inclinées) et elle représente les conditions de rupture où toute la résistance de cisaillement du sol est mobilisée contre les forces de gravité.

Le facteur de sécurité pour un glissement horizontal à la base de la digue a été calculé selon l'équation suivante (référence: Braja M. Das):

$$F.S._{(\text{glissement})} = \frac{(\sum V) \tan \phi_2 + Bc_2 + P_p}{P_a \cos \alpha}$$

où:

- $\sum V$ - représente la somme des composantes verticales de toutes les forces agissant sur la structure. Dans le cas des digues du parc, il s'agit du poids des structures et la composante verticale de la force de poussée active P_a . Toutefois, pour des fins de simplification du problème, il a été supposé que les structures avaient une géométrie simple sans tenir compte des bermes amont et aval actuelles ou à construire;
- ϕ_2 - angle de frottement à la base de la structure. Cet angle a été réduit par rapport à sa valeur estimée et a été supposé égal à 2/3 de celle-ci. Il s'agit bien ici d'une interface sol-sol qui nous permet d'utiliser la valeur totale de l'angle de frottement. Toutefois, l'approche qui tient compte seulement de 2/3 de la valeur a été considérée plus conservatrice. C'est également une pratique courante en ingénierie dans ce type de calculs;
- B - la largeur de la structure à la base;
- c_2 - cohésion correspondant à 2/3 de la résistance au cisaillement du sol à la base. Dans ce cas également, la valeur totale de la cohésion aurait pu être utilisée. Toutefois, la réduction de la cohésion est, à notre avis, une approche plus conservatrice;
- P_p - poussée passive. Dans la pratique, ce terme est généralement négligé et n'a donc pas été considéré dans la présente vérification;
- P_a - poussée active. Il a été supposé que les structures des digues agissent comme murs de soutènement. La poussée active a été donc calculée suivant la méthode de Coulomb en considérant une interface inclinée entre la structure et le sol; et

- α - angle d'inclinaison de la force de poussée par rapport à l'horizontale. Le terme $P_a \cos \alpha$ représente donc la force horizontale qui est la cause du glissement horizontal.

Les facteurs de sécurité ont été calculés pour deux cas différents. Le premier cas représente l'analyse en conditions statiques standard où la poussée en amont des digues est générée par la combinaison de l'eau et des résidus. Le deuxième cas représente la situation où les résidus ou les sédiments se liquéfient suite à une sollicitation dynamique. Dans ce cas, il a été supposé que la poussée des résidus miniers est générée par un matériau ayant le poids volumique des résidus mais n'ayant aucune résistance.

2.3.2 Capacité portante

La capacité portante des sols sous les remblais a été vérifiée en appliquant la méthode de Terzaghi recommandée dans le *Manuel canadien de géotechnique*. Puisque, dans tous les cas, les sols sous les remblais sont saturés, le poids déjaugé et les paramètres de résistance effectifs ont été utilisés dans les calculs.

Il est important de noter que la capacité portante dépend largement de la susceptibilité des sols pulvérulents de fondation à la liquéfaction. La vérification de ce potentiel a été donc réalisée préalablement à la vérification de la capacité portante des fondations.

2.4 Potentiel de liquéfaction

Les résidus miniers ont généralement une composition granulométrique similaire à un sable fin ou un sable silteux. La déposition hydraulique des résidus fait qu'ils ont tendance à être lâches. Ils peuvent également être caractérisés par une consolidation lente et peuvent théoriquement être sujets à la liquéfaction si les pressions interstitielles dépassent la contrainte de confinement comme il pourrait survenir lors d'un chargement dynamique. La liquéfaction potentielle des résidus miniers soumis à un chargement dynamique dû à un séisme a été évaluée en utilisant la méthode basée sur la corrélation entre le potentiel de liquéfaction et l'indice de pénétration standard (Seed, H.B. et al.). La méthode consiste en l'évaluation de la résistance à la liquéfaction pour un niveau de chargement sismique donné en se basant sur les résultats des essais de pénétration standard (SPT). En d'autres termes, il s'agit de déterminer les contraintes induites par un

séisme et de les comparer à la résistance à la liquéfaction ou, en d'autres termes, à la contrainte minimale nécessaire pour causer la liquéfaction des résidus:

$$\frac{(\tau)_{ave}}{\sigma_o} \cong 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_o}{\sigma'_o} r_d$$

où:

- a_{max} – accélération maximale à la surface, l'accélération maximale du roc a été utilisée dans ce cas, $a_{max} = 0,159g$;
- σ_o - pression totale sur la couche de sable ou résidus dans les fondations;
- σ'_o - pression effective initiale sur la couche considérée de sable ou résidus;
- r_d – facteur de réduction de la contrainte variant de 1 à la surface jusqu'à 0.9 a une profondeur de 9,6 m;
- g – accélération gravitationnelle.

2.5 Vidange rapide

La vidange rapide est définie comme une situation dans laquelle le niveau d'eau dans le bassin est rapidement abaissé et le temps de vidange n'est pas suffisamment long pour permettre une dissipation complète des pressions interstitielles dans les épaulements, le noyau et la fondation de la digue. Des instabilités peuvent alors avoir lieu sur la paroi amont ou aval de la digue. Dans la plupart des cas, il s'agit de ruptures de peau se développant sur les parois et régressant à l'intérieur de la digue. Étant donné le changement rapide des contraintes causé par la vidange, les analyses de stabilité ont été effectuées en conditions non drainées pour les sols cohérents. De plus, ces analyses ont été faites en conditions statiques et pseudo-statiques. Toutefois, il est important de noter que la combinaison entre une vidange rapide et un séisme est une situation de faible probabilité et représente un cas qui est, à notre avis, extrême.

2.6 Vérification des revanches et largeurs de crête

Tel qu'exigé dans le Guide, une vérification de la revanche et de la largeur des crêtes de chaque digue a également été effectuée.

La revanche minimale, définie comme la différence entre le niveau d'eau et le sommet du noyau de faible perméabilité, doit être de un mètre (1,0 m) lorsque le bassin est rempli au maximum. Le Guide recommande que la largeur de la crête (W) minimale soit calculée à partir de l'équation suivante:

$$W \geq h/5 + 3$$

où h est la hauteur de la digue (en mètres) et W est toujours plus grand que 3,65 m.

Il est à noter que, selon le concept de fermeture proposé, toutes les digues du parc à résidus respecteront l'exigence minimale de 1,0 m pour la revanche. Le tableau 2 présente une compilation des résultats des vérifications de la largeur de crête. Dans tous les cas, les digues du parc à résidus miniers du site Est-Malartic respectent les exigences du Guide en ce qui concerne la largeur des digues en crête.

3.0 RÉSULTATS DES ANALYSES

3.1 Potentiel de liquéfaction

Le potentiel de liquéfaction a été vérifié pour toutes les digues où la présence d'une couche constituée de résidus ou de silt sablonneux lâche a été identifiée dans la fondation. Dans tous les cas, le rapport des contraintes dû à un séisme d'une période de récurrence de 1 fois en 1000 ans a été évalué et comparé au rapport des contraintes pouvant causer une liquéfaction. Selon les résultats de ces analyses, dans tous les cas, les rapports des contraintes dus au séisme sont inférieurs aux rapports des contraintes pouvant causer la liquéfaction et les fondations des digues ne seraient donc pas susceptibles à la liquéfaction.

3.2 Digue 1

3.2.1 Description de la digue

- **Localisation de la digue**

La digue 1 est située au nord du parc à résidus II et au sud du fossé de dérivation Nord. À la fermeture, le niveau d'eau du côté du parc à résidus actuel serait d'environ 328,0 m. Le niveau d'eau du côté amont de la digue 1 pourrait varier jusqu'à une élévation maximale possible d'environ 328,1 m et serait établi en fonction du niveau d'eau de fermeture finale du parc à résidus. Toutefois, pour les analyses de stabilité, nous avons supposé le pire cas possible pour la digue, qui serait un bassin vide en amont. Une coupe typique de la digue est présentée à la figure 2.

- **Géométrie de la digue**

Actuellement, la digue 1 est construite à son élévation finale proposée (élévation de la surface de roulement) à la fermeture qui est de 329,5 m. Il n'y aura pas d'autres modifications faites sur la digue en vue de la fermeture du site. La digue présente une hauteur maximale, au centre de l'ouvrage, d'environ 4 m au-dessus du niveau du sol. Le noyau de cette digue est fait de till et sa clé est appuyée sur du till d'origine glaciaire, ou

encore, au centre de l'ouvrage, sur le socle rocheux. Elle présente un drain de pied continu enveloppé de géotextile visant à contrôler le drainage et les exfiltrations. La digue est couverte sur ses deux parois d'une couche d'enrochement non générateur d'acide. Du côté amont, l'enrochement est séparé du noyau par un géotextile.

- **Conditions stratigraphiques générales**

Les conditions stratigraphiques utilisées pour les analyses correspondent aux résultats obtenus de l'investigation lors de la préparation du rapport de conception du parc à résidus réalisée en 1991 (réf: Golder Associés Ltée, «*Demande de certificat d'autorisation pour un nouveau parc à résidus, Phase II: Rapport de conception, propriété Est-Malartic*» rapport no. 911-7010 ». Aucune consolidation ou gain de résistance suite à la construction de la digue ou à la mise en place de résidus n'ont été considérés. Le rapport de sondage utilisé pour déterminer la stratigraphie du sol à cet endroit est celui du sondage BH-105A, dont le rapport est présenté à l'annexe A. À cet endroit, le socle rocheux est à une élévation approximative de 324,7 m, soit environ 2,6 m sous la surface de sol naturel. Avant d'atteindre le socle rocheux, une couche de till dense (indice N de 49) d'environ 0,6 m d'épaisseur a été observée.

3.2.2 Résultats des analyses de stabilité

Les analyses de la paroi de la digue située en aval du parc à résidus, pour la coupe typique étudiée et les paramètres utilisés, en conditions statiques, ont montré un facteur de sécurité supérieur aux exigences du Guide, tel que présenté sommairement au tableau 3. En conditions pseudo-statiques, le facteur de sécurité rencontre de façon marginale les exigences du Guide. Les résultats de cette analyse, considérée très conservatrice, sont toutefois jugés satisfaisants. La paroi de la digue située du côté du parc à résidus a été étudiée dans le cas d'une vidange rapide en conditions statiques et pseudo-statiques. Le coefficient de sécurité minimum obtenu en conditions statiques répond aux exigences du Guide (voir tableau 3). Le coefficient de sécurité minimum obtenu en conditions pseudo-statiques est inférieur aux exigences. Toutefois, il s'agit ici d'un cas extrêmement conservateur qui nous permet de considérer le facteur de sécurité satisfaisant. Les résultats sont présentés en annexe A. Toutes les vérifications pour les facteurs de sécurité contre un glissement horizontal et la capacité portante des sols de

fondations ont permis d'obtenir aussi des résultats satisfaisants. Un sommaire des coefficients de sécurité obtenus est présenté au tableau 3.

3.3 Digue 2

3.3.1 Description de la digue

- **Localisation de la digue**

La digue 2 est située au nord-ouest du parc à résidus II et au sud du fossé de dérivation Nord. Elle est un prolongement de la digue 1, de l'autre côté de l'affleurement rocheux qui les sépare. Le rôle de cette digue, à la fermeture, est de retenir, d'une part, les résidus et l'eau du parc à résidus actuel et, d'autre part, l'eau du bassin situé au nord de la digue. Le niveau de ce bassin est estimé, à l'heure actuelle, à environ 328,10 m.

- **Géométrie de la digue**

Actuellement, la digue 2 est construite jusqu'à son élévation finale proposée pour la fermeture qui est de 330,8 m au sommet de la surface de roulement. Il n'est présentement pas prévu de réaliser des travaux de modifications de la structure en vue de la fermeture du site. Une coupe typique de la digue est présentée à la figure 3. Le concept de la digue 2 est semblable à celui de la digue 1. Toutefois la digue 2 a subi un rehaussement selon lequel le drain de pied continu dans le parc a été prolongé et forme actuellement un tapis drainant continu. Le drain est enveloppé par du géotextile. La paroi de la digue située dans le parc à résidus est munie d'un géotextile mis en place entre le till et l'enrochement de protection.

- **Conditions stratigraphiques générales**

Les conditions stratigraphiques utilisées pour les analyses correspondent aux résultats obtenus de l'investigation lors de la préparation du rapport de conception de 1991. Aucune consolidation ou gain de résistance suite à la construction de la digue ou à la mise en place de résidus n'ont été considérés. Le rapport de sondage qui a été utilisé pour déterminer la stratigraphie présente sous la digue 2 est celui du sondage BH-104,

dont le rapport est présenté à l'annexe B. Selon le journal de ce sondage, le socle rocheux a été rencontré à une élévation approximative de 321,8 m, soit sous environ 4,6 m de mort-terrain. Deux principales couches y ont été observées, soit une première d'environ 2,7 m d'épaisseur composée de silt sablonneux compact à lâche (indices N de 13 et 9), et une deuxième d'environ 1,8 m de till compact d'origine glaciaire (indice N de 16).

3.3.2 Résultats des analyses de stabilité

Les facteurs de sécurité pour les conditions de fermeture pour la coupe typique étudiée et les paramètres utilisés en conditions statiques et pseudo-statiques sont satisfaisants. En conditions statiques, le facteur de sécurité est supérieur à la valeur recommandée présentée au tableau 3. En conditions pseudo-statiques, le facteur de sécurité est comparable de façon marginale aux critères minimum du Guide (voir tableau 3). Le cercle de rupture correspondant est toutefois relatif à une rupture mineure localisée près de la surface. Étant donné qu'il s'agit également d'un événement extrême de durée relativement très courte, nous croyons que le facteur de sécurité obtenu est satisfaisant.

Dans le cas d'une vidange rapide, les deux parois de la digue 2 ont été étudiées étant donné la possibilité de présence d'un étang d'eau des deux côtés. Pour toutes les conditions étudiées, les facteurs de sécurité obtenus sont satisfaisants. Les facteurs de sécurité obtenus pour l'analyse en conditions pseudo-statiques sont aussi considérés satisfaisants compte tenu de la faible probabilité d'une telle combinaison d'événements et aussi compte tenu que c'est une analyse très conservatrice. Les résultats sont présentés en annexe B.

Les vérifications pour les facteurs de sécurité contre un glissement horizontal et la capacité portante des sols de fondations ont permis d'obtenir des résultats satisfaisants. Un sommaire des facteurs de sécurité est présenté au tableau 3.

3.4 Digue 3

3.4.1 Description de la digue

- **Localisation de la digue**

La digue 3 est située à l'extrémité ouest du parc à résidus actuel et au nord de la digue 4. Cette digue a pour principal rôle de permettre la dérivation du ruisseau Raymond à l'extérieur du bassin versant du parc à résidus. À la fermeture, le rôle de cette digue est de retenir d'une part, les résidus et l'eau du parc à résidus actuel et d'autre part, l'eau de l'étang situé à l'ouest de la digue.

- **Géométrie de la digue**

L'élévation finale de la surface de roulement en crête de la digue 3 à la fermeture est de 329,8 m et a déjà été atteinte. Il n'est pas prévu que la réalisation de travaux de modifications en vue de la fermeture du site soit nécessaire. La clé de la digue est appuyée soit sur du till d'origine glaciaire ou sur le socle rocheux. La digue atteint au maximum une hauteur d'environ 6,0 m au-dessus de la surface du sol naturel. Une coupe typique de la digue est présentée à la figure 4. C'est une digue homogène munie d'un drain de pied continu des deux côtés, séparé du till constituant le corps de la digue par une couche de sable filtrant. Les parois de la digue sont protégées par une couche d'enochement. Un géotextile a été mis en place entre le till et l'enochement sur la paroi située du côté du parc à résidus.

- **Conditions stratigraphiques générales**

Les conditions stratigraphiques utilisées pour les analyses correspondent également aux résultats obtenus de l'investigation lors de la préparation du rapport de conception de 1991. Aucune consolidation ou gain de résistance suite à la construction de la digue ou à la mise en place de résidus n'ont été considérés. Les analyses de stabilité ont été réalisées en se basant sur les rapports des tranchées TP-56, TP-57 et TP-58, et sur le forage P13. En combinant ces quatre sources d'information, il a été possible d'établir un profil stratigraphique. À proximité de la digue 3, le socle rocheux a été intercepté à une

élévation approximative de 323 m. Une épaisseur totale maximale observée d'environ 2,4 m de mort-terrain le recouvre et est d'abord constitué d'un silt sablonneux d'environ 1,1 m d'épaisseur. Sous la couche de silt se trouve une couche de till d'une épaisseur approximative de 1,0 m sur laquelle est appuyée la clé de la digue.

Les rapports de tranchées et de sondages concernant cette digue sont présentés à l'annexe C.

3.4.2 Résultats des analyses de stabilité

Les résultats des analyses de stabilité en conditions de fermeture pour la coupe typique étudiée, présentés en annexe C, rencontrent les exigences du Guide en conditions statiques. L'analyse de la paroi aval en conditions pseudo-statiques et aussi pour une vidange rapide du bassin aval a montré qu'un facteur de sécurité comparable de façon marginale aux exigences minimales du Guide était obtenu (voir tableau 3). Il s'agit, pour ce cas, d'une rupture localisée au pied de la digue. Pour ces conditions et étant donné la durée relativement courte de l'événement, nous croyons que les résultats obtenus sont acceptables. Nous croyons aussi qu'il y a des faibles risques de rétrogression dans le corps principal de la digue. Dans le cas de vidange rapide, le cercle de rupture est légèrement plus profond. On rappelle qu'il s'agit également d'un événement de durée relativement très courte et d'une analyse conservatrice. Les paramètres supposés, plus spécifiquement ceux de l'enrochement de protection, sont assez conservateurs. Les résultats obtenus sont donc, à notre avis, satisfaisants.

Les vérifications des facteurs de sécurité contre un glissement horizontal et de la capacité portante des sols sous la digue ont permis d'obtenir des résultats jugés satisfaisants.

Les résultats des analyses de stabilité sont présentés en annexe C. Le tableau 3 présente un sommaire des résultats.

3.5 Digue 4

3.5.1 Description de la digue

- **Localisation de la digue**

La digue 4 est située à l'extrémité sud-ouest du parc à résidus actuel.

- **Géométrie de la digue**

La crête de la digue 4 atteint actuellement une élévation approximative de 329,5 m correspondant à son élévation finale proposée pour la fermeture. La digue 4 est composée de till et repose sur une argile silteuse ou sur un silt argileux. Les deux parois de la digue sont recouvertes d'une couche de 0,5 m d'épaisseur d'enrochement et un géotextile a été mis en place du côté amont, entre le till et l'enrochement. En vue de la fermeture, une berme en enrochement non générateur d'acide d'environ 5,0 m de largeur pour protéger la digue contre l'action de l'eau serait mise en place sur la paroi amont de la digue jusqu'à une élévation de 328,3 m, soit environ 0,3 m au-dessus du niveau maximal de l'eau du parc à résidus II. Une coupe typique de la digue est présentée à la figure 5.

- **Conditions stratigraphiques générales**

Les conditions stratigraphiques utilisées pour l'analyse correspondent aux résultats obtenus de l'investigation lors de la préparation du rapport de conception de 1991. Aucune consolidation ou gain de résistance suite à la construction de la digue ou à la mise en place de résidus n'ont été considérés. Pour déterminer la stratigraphie sus-jacente à la digue, le rapport de sondage BH-102A et les rapports des tranchées TP-50, TP-51 et TP-52 ont été utilisés. Tous ces rapports sont présentés à l'annexe D. Le mort-terrain a été sondé sur une épaisseur totale d'environ 8 m. La séquence est caractérisée par une mince couche de silt d'environ 0,3 m d'épaisseur suivie de trois couches de sols cohérents, soit:

- environ 2,2 m de silt argileux raide à ferme présentant une résistance au cisaillement non drainée (Cu) qui varie linéairement avec la profondeur. Au sommet de la couche,

elle est d'environ 85 kPa et diminue pour atteindre une valeur minimale d'environ 35 kPa à la base de la couche;

- environ 1,8 m d'argile silteuse varvée ferme, présentant une résistance au cisaillement non drainée (C_u) d'environ 35 kPa; et
- environ 1,0 m d'argile silteuse varvée raide, présentant une résistance au cisaillement non drainée (C_u) d'environ 58 kPa.

Cette séquence est ensuite suivie d'une couche de silt lâche (indice N de 8) d'environ 1,2 m d'épaisseur et d'une couche de sable et gravier (till) d'environ 0,9 m d'épaisseur.

3.5.2 Résultats des analyses de stabilité

Les résultats des analyses de stabilité, aussi bien en conditions statiques qu'en conditions pseudo-statiques pour la coupe typique étudiée, ont permis d'obtenir des facteurs de sécurité satisfaisant les exigences du Guide (voir tableau 3). Il est à noter que, dans le cas d'une vidange rapide en conditions pseudo-statiques, afin d'évaluer le cas le plus critique, il a été supposé que les résidus en amont de la digue étaient en état liquéfiés suite au séisme. Dans ces conditions, la berme amont peut glisser dans la masse de résidus suite à une rupture des fondations (figure D-4). Toutefois, les cercles de rupture plus profonds qui atteignent le corps de la digue et qui sont représentatifs de la stabilité globale en conditions de vidange rapide présentent des facteurs de sécurité satisfaisants (figure D-5). Les vérifications des facteurs de sécurité contre un glissement horizontal et de la capacité portante ont montré des résultats satisfaisants. Les résultats des analyses sont présentés à l'annexe D. Le tableau 3 présente un sommaire des facteurs de sécurité minimum obtenus.

3.6 Digue 5

3.6.1 Description de la digue

- **Localisation de la digue**

La digue 5 qui constitue la limite est du parc à résidus est la plus importante du parc à résidus. Elle est également celle pour laquelle les conséquences d'une rupture seraient les plus importantes. Lors d'un tel événement, les risques de déversements non contrôlés de résidus et d'eau vers l'environnement sont les plus élevés. Cette digue, construite à l'emplacement de l'ancien canal de dérivation du ruisseau Raymond, est caractérisée par des fondations silteuses et argileuses.

- **Géométrie de la digue**

L'élévation de la crête (surface de roulement) de la digue 5, selon la conception originale, est de 329,5 m, qui est son élévation finale proposée à la fermeture du site. Toutefois, en raison de la consolidation progressive des fondations argileuses, la crête a été périodiquement rehaussée. Actuellement, la crête de la digue montre une certaine ondulation variant entre les élévations 329,13 et 329,45 m. Il s'agit d'une digue de till homogène reposant sur des silts et silts argileux. Une clé a été réalisée au centre de la digue en excavant sur une profondeur de 3,0 m le sol naturel en place (horizon de silt). De plus, cette digue présente, du côté aval, à l'intérieur du noyau, un système de drains cheminée verticaux faits de sable filtrant. Tel que décrit plus loin, l'option de rehaussement central a nécessité la mise en place d'un deuxième drain cheminée parallèle au premier mais atteignant l'élévation de 327,5 m. Le système de drains cheminée est relié à un drain tabulaire continu se terminant dans un drain de pied continu. Les parois de la digue sont couvertes par une couche de 0,5 m de stériles non générateurs d'acide. Sur la paroi amont, l'enrochement est séparé du noyau de till par un géotextile. Les coupes typiques de la digue sont présentées à la figure 6.

En vue de la fermeture, des travaux correcteurs devraient être réalisés sur la crête de la digue en rehaussant légèrement le till du corps de la digue et en mettant en place une surface de roulement adéquate.

Il est à noter que plusieurs alternatives ont été étudiées afin de réduire les risques à long terme associés à l'opération de cette digue. Il est clair selon nous que la réduction du risque passe par un éloignement de l'eau de la digue et par une réduction des gradients hydrauliques dans le noyau de till. Plusieurs scénarios ont été étudiés. Selon ce que nous comprenons, Barrick considère actuellement la mise en place d'une berme en enrochement non générateur d'acide de 5,0 m de largeur sur le côté amont de la digue pour protéger celle-ci contre l'action de l'eau. Elle serait mise en place jusqu'à une élévation de 328,3 m, soit environ 0,3 m au-dessus du niveau maximal de l'eau dans le parc à résidus actuel.

- **Conditions stratigraphiques générales**

Tel que mentionné précédemment, les conditions stratigraphiques utilisées pour les analyses de stabilité correspondent également aux résultats obtenus de l'investigation lors de la préparation du rapport de 1992. Aucune consolidation ou gain de résistance suite à la construction de la digue ou à la mise en place de résidus n'ont été considérés. Le rapport de sondage BH-109A (voir annexe E) a été utilisé pour l'analyse de stabilité de la digue 5.

La stratigraphie utilisée pour les analyses correspond à une épaisseur totale d'environ 10,7 m composée, entre autres, des couches de sols fins suivantes:

- environ 2,8 m de silt à silt argileux ferme à raide présentant une résistance au cisaillement non drainée (C_u) d'environ 50 kPa; et
- environ 4,5 m d'argile silteuse ferme, présentant une résistance au cisaillement non drainée (C_u) qui varie linéairement avec la profondeur. Au sommet de la couche, elle est d'environ 26 kPa et augmente linéairement pour atteindre une valeur maximale d'environ 40 kPa à la base de la couche.

Cette séquence est ensuite suivie d'une couche de silt argileux d'environ 1,4 m d'épaisseur et d'une couche de sable et gravier (till) d'environ 1,0 m d'épaisseur. Le socle rocheux a été intercepté à environ 10,74 m de profondeur sous le sol naturel, ce qui correspond à une élévation approximative de 310,5 m. Le roc en place à cet endroit correspond, selon l'évaluation réalisée, à une diorite à porphyre de plagioclases et biotite.

3.6.2 Analyses d'écoulement

- **Description du cas analysé**

Tel que déjà mentionné, la digue 5 est une structure qui a été construite en deux étapes. Selon le concept original, la digue devait être rehaussée selon un schéma de rehaussement central en s'appuyant sur une plage de résidus en amont et permettant de prolonger, vers le haut, le drain de pied. Toutefois, puisque les plages de résidus de fondations n'étaient pas suffisamment bien développées lors des travaux de rehaussement, on a réalisé un rehaussement, selon un schéma de rehaussement vers l'aval tel que présenté à la figure 6. Cette option a toutefois nécessité la mise en place d'un deuxième drain cheminée parallèle au premier mais atteignant l'élévation de 327,5 m. Le schéma conceptuel de la digue résultante est montré à la figure 6. Cette configuration particulière a nécessité la réalisation d'un schéma d'écoulement afin de déterminer la position de la nappe, les gradients hydrauliques dans la digue et les débits d'exfiltration.

Les analyses d'écoulement ont été réalisées avec le logiciel d'éléments finis Seep/W. Les résultats obtenus sont présentés à l'annexe E.

- **Résultats des analyses d'écoulement**

L'analyse d'écoulement dans la digue selon les conditions prévues à la fermeture a permis de déterminer la position de la nappe phréatique pour une coupe typique spécifique de la digue et le rabattement de celle-ci dans le noyau homogène. Selon les résultats obtenus, le drain cheminée original, même s'il possède une hauteur limitée, permet un rabattement supplémentaire de la nappe dans la zone entre les deux drains. La position de la nappe obtenue avec cette analyse, tel que montré à la figure E-10, a été appliquée dans l'analyse de stabilité pour la coupe typique étudiée.

3.6.3 Résultats des analyses de stabilité

Plusieurs cas ont été étudiés dans le cadre de la présente étude pour la digue 5. La coupe typique étudiée pour la digue correspond à la configuration avec une berme

représentative du secteur le plus haut de la digue, c'est à dire où la hauteur entre la crête et le niveau du sol naturel est la plus élevée.

Nous avons tout d'abord réalisé les analyses avec une position de la nappe phréatique supposée selon une configuration possible tenant compte du deuxième drain cheminée. L'analyse de la digue a été ensuite répétée avec la position de la nappe phréatique déterminée à l'aide de l'analyse d'écoulement. En conditions statiques, la position de la nappe tenant compte de l'existence du premier drain cheminée permet d'obtenir des facteurs de sécurité plus élevés. Il est à noter que, même si les facteurs de sécurité peuvent être plus élevés, la proximité du drain cheminée de la face amont de la digue peut résulter en des pressions hydrauliques plus élevées. Pour tous les cas analysés, les facteurs de sécurité sont supérieurs aux exigences du Guide (voir tableau 3).

Il est à noter que, en conditions pseudo-statiques, le facteur de sécurité minimum obtenu de 1,08, est inférieur à la valeur minimale de 1,1 du Guide. La digue 5 a été construite sur un dépôt d'argile molle. Les facteurs de sécurité les plus faibles ont été obtenus permettant un glissement de la digue sur la surface de contact entre la couche d'argile molle et la couche de silt. Il est important de noter que les valeurs de la résistance au cisaillement utilisées dans les analyses sont celles mesurées avant la mise en place de la digue. Or, l'argile a dû subir une certaine consolidation depuis la construction de la digue. On rappelle que la digue 5 a été remise à niveau au moins une fois par le passé. Donc, une consolidation correspondant à un tassement d'environ 0,3 m a sans doute déjà eu lieu à l'emplacement de la digue. Cependant, il est difficile de tenir compte de ce phénomène dans les analyses de stabilité sans la réalisation d'une vérification physique de la consolidation à l'aide d'une investigation des propriétés in situ.

D'autre part, une vérification de l'influence du niveau d'eau dans le parc démontre que l'abaissement de celui-ci de 328,0 m à 327,3 m a une influence marquée sur les facteurs de sécurité. Le fait d'abaisser le niveau d'eau dans le parc à résidus contribue à diminuer les pressions dans l'argile. De façon générale, le fait d'abaisser le niveau d'eau dans le parc à résidus permet d'améliorer la stabilité de la digue et, par conséquent, les facteurs de sécurité rencontrent encore plus les critères minimum du Guide (voir tableau 3).

Dans le cas d'une vidange rapide, la position plus élevée de la nappe, jugée la plus conservatrice, a été supposée. Il est à noter également que nous avons supposé que les résidus étaient dans un état liquéfié suite à un séisme pour l'analyse en conditions pseudo-statiques. Dans ces conditions, la berme de protection pourrait glisser vers l'intérieur du bassin, tel qu'indiqué par l'analyse présentée à la figure E-8. Toutefois, les facteurs de sécurité globaux pour des cercles de rupture qui pourraient atteindre le corps de la digue (figure E-6) sont supérieurs aux exigences du Guide (voir tableau 3).

Les analyses pour le glissement horizontal et la capacité portante ont permis d'obtenir des facteurs de sécurité supérieurs aux exigences du Guide. Les résultats des analyses de stabilité sont présentés en annexe E. Le tableau 3 présente un sommaire des facteurs de sécurité obtenus.

3.7 Digue Ouest

3.7.1 Description de la digue

- **Localisation de la digue**

La digue Ouest est située à l'extrémité ouest du parc à résidus actuel. Elle sépare le parc à résidus du bassin de sédimentation et agit comme digue intérieure. En supposant des conditions stationnaires dans le parc à résidus (on considère le niveau ultime 328,0 m) et dans le bassin de sédimentation (326,0 m), la digue serait soumise à une tête d'eau de l'ordre de 2,0 m.

- **Géométrie de la digue**

L'élévation finale proposée à la crête (surface de roulement) en vue de la fermeture du site est de 329,7 m. Elle a été construite en au moins trois phases (1983, 1990 et 1994) avec des résidus, des matériaux granulaires et des stériles. La dernière phase de rehaussement, qui a eu lieu en 1994, est caractérisée par la construction d'un noyau de faible perméabilité en résidus et des épaulements en stériles sur des résidus. La surface initiale du sol à l'emplacement de la digue Ouest était localement autour de l'élévation 320 m. La digue,

construite jusqu'à l'élévation approximative de 329,5 m, a donc une hauteur de plus de 9,0 m.

L'élévation actuelle de la crête de la digue varie d'environ 328,97 à 329,45 m. En vue de la fermeture, des travaux sur la surface de la crête réalisés en parallèle aux travaux de construction des deux bermes de protection sur les parois amont et aval de la digue sont recommandés. Une berme en enrochement non générateur d'acide de 5 m de largeur pour protéger la digue contre l'action de l'eau serait mise en place sur la paroi amont de la digue jusqu'à une élévation de 328,3 m, soit 0,3 m au-dessus du niveau maximal de l'eau. Sur la paroi aval, il est proposé de mettre en place une berme stabilisatrice en enrochement non générateur d'acide d'une largeur de 5 m jusqu'à une élévation d'environ 326,5 m. Elle aura aussi pour rôle de protéger le pied aval de la digue contre l'action de l'eau du bassin de sédimentation. Il est à noter que la largeur de cette berme a été déterminée suite à la réalisation de l'analyse de stabilité.

À la fermeture, il est également proposé de procéder à la construction d'un recouvrement sur la digue Ouest étant donné qu'elle est construite, en partie, en résidus générateurs d'acide. Ce recouvrement permettrait de contrôler la pénétration de l'oxygène dans la digue. La présence du recouvrement a été considérée dans les analyses de stabilité puisqu'il fournit une charge supplémentaire sur la digue. Une coupe typique de la digue est présentée à la figure 7.

- **Conditions stratigraphiques générales**

Tel que mentionné précédemment, les conditions stratigraphiques utilisées pour l'analyse correspondent également aux résultats obtenus de l'investigation lors de la préparation du rapport de conception de 1992. Aucune consolidation ou gain de résistance suite à la construction de la digue ou à la mise en place de résidus n'ont été considérés. Le rapport de sondage BH-106A (voir annexe F) a été utilisé pour déterminer la stratigraphie sous-jacente à la digue Ouest.

Le mort-terrain présente une épaisseur totale d'environ 16,1 m. Sous la digue, la séquence débute avec, en surface, un horizon d'environ 2,2 m de résidus miniers lâches à compacts (indices N de 8 et 10). Sous cet horizon se trouve une couche de tourbe d'une

épaisseur approximative de 1,7 m. Une séquence de trois horizons de sols cohérents vient ensuite:

- environ 3,0 m d'argile silteuse ferme présentant une résistance au cisaillement non drainée (Cu) d'environ 30 kPa;
- environ 3,5 m d'argile silteuse ferme, présentant une résistance au cisaillement non drainée (Cu) d'environ 35 kPa; et
- environ 2,0 m d'argile silteuse ferme à raide, présentant une résistance au cisaillement non drainée (Cu) d'environ 50 kPa.

Cette séquence est ensuite suivie d'une couche de silt lâche (indice N de 6) d'environ 2,2 m d'épaisseur. Le socle rocheux a été intercepté à une profondeur d'environ 16,2 m, ce qui correspond à une élévation approximative de 305,0 m.

3.7.2 Résultats des analyses de stabilité

Les résultats obtenus pour les coupes et les cas étudiés ont démontré des facteurs de sécurité supérieurs aux valeurs limites exigées par le Guide (voir tableau 3). Dans le cas d'une vidange rapide en conditions pseudo-statiques, il a été supposé que les résidus étaient en état liquéfié suite à un séisme. Dans ce cas, la berme de protection en amont pourrait glisser vers l'intérieur du bassin (figure F-6). Toutefois, les cercles de rupture plus profonds atteignant le corps de la digue sont satisfaisants (figure F-7). Les résultats sont présentés en annexe F. Le tableau 3 résume les coefficients de sécurité minimum obtenus.

3.8 Digue Est

3.8.1 Description de la digue

- **Localisation de la digue**

La digue Est est située à l'extrémité est de l'étang de sédimentation et sa crête atteint une élévation d'environ 325,5 m. Elle sépare le bassin de sédimentation du bassin de polissage.

- **Géométrie de la digue**

Selon l'information actuellement disponible, cette digue a été construite à partir de résidus et de stériles. La partie ouest est constituée de résidus, recouverts de stériles, tandis que la partie Est est complètement en stériles. Les deux sections sont séparées par un drain vertical de sable. La surface du sol à la digue Est est à l'élévation approximative de 317 m. La crête de la digue Est varie actuellement de l'élévation 326,95 à 327,0 m. Pour la fermeture, il est proposé que la crête de la digue Est, dans la partie adjacente au bassin de sédimentation, soit rehaussée jusqu'à une élévation constante de 327,5 m en prolongeant le noyau en résidus vers le haut et en mettant en place une protection adéquate en enrochement.

Une berme en enrochement non générateur d'acide de 10 m de largeur pour protéger la digue contre l'action de l'eau serait mise en place sur la paroi amont de la digue jusqu'à une élévation d'environ 326,5 m, soit 0,5 m au-dessus du niveau maximal de l'eau dans le bassin de sédimentation. Cette berme jouerait également un rôle de stabilisation de la paroi amont. Sa largeur a été déterminée en fonction de son rôle de protection et de stabilisation physique. Une coupe typique de la digue est présentée à la figure 8.

- **Conditions stratigraphiques générales**

Les résultats des sondages BH-103 et BH-104 (datant de 1983) et des sondages ED-1 et ED-2 (datant de 1996) ont été utilisés pour établir le profil stratigraphique du mort-terrain sous-jacent à la digue Est.

La digue Est repose sur une épaisseur de mort-terrain de plus de 8 m, composée de la séquence suivante:

- environ 2,0 m de résidus miniers très lâches à compacts (indices N variant de 2 à 17);
- environ 2,0 m d'argile silteuse raide à très raide (Cu variant de 58 à 120 kPa);
- environ 4,0 m d'argile silteuse ferme (Cu de 28 à 49 kPa); et
- environ 1,5 m de till silteux compacte à très dense (indices N variant de 13 au refus (till)).

Le socle rocheux a été rencontré à une profondeur moyenne d'environ 9 m.

3.8.2 Résultats des analyses de stabilité

Selon les coupes typiques et les conditions étudiées, les facteurs de sécurité sont satisfaisants et respectent les exigences du Guide (voir tableau 3).

Les conditions de vidange rapide présentent des résultats satisfaisants pour les coupes et les paramètres étudiés. De façon similaire au cas précédent, il a été supposé qu'en conditions pseudo-statiques les sédiments dans le bassin étaient susceptibles à la liquéfaction. Il est alors possible que la berme amont puisse glisser vers le bassin (figure G-4). Toutefois, les facteurs de sécurité pour des ruptures plus profondes sont supérieurs aux exigences du Guide (exemple, figure G-5). Des résultats satisfaisants ont été obtenus pour toutes les analyses de glissement horizontal et de capacité portante. Les résultats des analyses de stabilité sont présentés à l'annexe G. Le tableau 3 présente un sommaire des coefficients de sécurité obtenus.

3.9 Digue du bassin de polissage

3.9.1 Description de la digue

- **Localisation de la digue**

La digue du bassin de polissage définit la limite Est de tout le complexe de gestion des résidus. Son rôle à la fermeture serait de retenir l'eau contenue dans le bassin de polissage jusqu'à une élévation de 319,1 m.

- **Géométrie de la digue**

La digue du bassin de polissage a une hauteur approximative de 2 à 3 m dans sa partie nord et de 9 à 10 m au sud. Selon l'information disponible, la digue du bassin de polissage a été tout d'abord construite en utilisant des stériles miniers. Par la suite, afin de limiter les exfiltrations, une couche d'argile d'une épaisseur moyenne de 3,0 m a été mise en place et a été recouverte par une couche de protection en stériles miniers d'une épaisseur de 1,0 m. Dans la partie sud de la digue, une berme à deux niveaux en stériles miniers et blocs a été mise en place.

En vue de la fermeture du site, il est proposé de rehausser la crête de la digue du bassin de polissage jusqu'à une élévation de 321,0 m en prolongeant le noyau d'argile vers le haut et en mettant en place des parement amont et aval en enrochement. De plus, la paroi aval de la digue dans le secteur nord, qui a actuellement une pente approximative de 1H:1V, doit être adoucie jusqu'à une pente minimale de 2,5H :1V. Dans la partie nord de la digue, la crête devrait avoir une largeur finale de 8,0 m et une protection d'enrochement non générateur d'acide devrait être mise en place sur la paroi amont de la digue. Dans la partie sud de la digue, la crête aurait une largeur de 7,0 m. Des coupes typiques de la digue du bassin de polissage nord et sud sont présentées à la figure 9.

- **Conditions stratigraphiques générales**

Deux sondages BH-101 et BH-102 (1983) ont été réalisés à proximité de la digue du bassin de polissage, dans la partie nord. Deux autres forages additionnels, PP-1 et PP-2 (1996), ont été réalisés afin d'installer des piézomètres d'observation dans la paroi aval de la digue. Selon les journaux de ces sondages, le mort-terrain a une épaisseur moyenne variant de 3 à 8 m. Sous une couche de remblai de résidus miniers compacts (indices N de 24 et 31), une mince couche de tourbe a été rencontrée. Cette dernière est suivie d'une argile silteuse, puis d'un silt sablonneux lâche à dense (indices N variant de 7 à 37). Un refus sur le socle rocheux a été enregistré entre 3,3 et 8,2 m de profondeur.

3.9.2 Résultats des analyses de stabilité

Les résultats des analyses de stabilité pour les deux parties de la digue selon les coupes et les paramètres étudiés en conditions statiques indiquent des facteurs de sécurité supérieurs aux valeurs minimales exigées par le Guide (voir tableau 3). En conditions pseudo-statiques, la digue rencontre également le critère de stabilité minimum requis. Les résultats sont présentés à l'annexe H.

4.0 COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS

La présente étude de stabilité a permis d'évaluer la stabilité des digues du parc à résidus en tenant compte de modifications nécessaires pour rencontrer les objectifs de fermeture. À notre avis, aucun problème majeur de point de vue de stabilité n'a été décelé. Toutefois, les recommandations et les commentaires suivants peuvent être formulés:

- Les résultats des analyses pour les digues sont satisfaisants, aussi bien en conditions statiques qu'en conditions pseudo-statiques, pour les conditions normales et de vidange rapide;
- Les facteurs de sécurité marginaux pour la digue 5 en conditions pseudo-statiques sont principalement dus à la présence d'une couche d'argile molle dans le sous-sol. Il est important de noter qu'aucune consolidation ou gain de résistance suite à la construction des digues ou à la mise en place de résidus n'ont été considérés lors des analyses. En ce sens, il peut être considéré que les facteurs de sécurité obtenus sous-estiment la résistance réelle des fondations. Les gains de résistance de la couche d'argile molle, 10 ans après la construction de la digue, pourraient être confirmés par une vérification sur place;
- Les analyses réalisées avec une variation du niveau d'eau dans le cas de la digue 5 démontrent que l'abaissement du niveau d'eau dans le parc à résidus a une influence considérable sur les facteurs de sécurité. Cette même vérification pourrait être réalisée pour la digue Ouest et les digues 1, 2, 3 et 4. De façon générale, on s'attend à obtenir le même type de réponse, et une amélioration des facteurs de sécurité calculés devrait être observée; et
- Afin d'améliorer certains détails dans les coupes typiques lors des analyses, il serait recommander de réaliser quelques mesures des niveaux d'eau en aval des digues 1, 2, 3 et 4. Ces secteurs se retrouvent, rappelons-le, dans les bassins versants extérieurs au site.


5.0 LIMITATIONS DE L'ÉTUDE


Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires ainsi que les recommandations qu'il contient sont spécifiques au projet tel que décrit dans ce rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Si la conception, l'emplacement ou l'élévation du projet doivent être modifiés, Golder devrait être consultée pour confirmer que ses recommandations sont encore valides.


Les commentaires, interprétations et recommandations présentés dans ce rapport sont basés sur une évaluation limitée des conditions souterraines telles que décrites ailleurs dans ce texte et sont formulés dans le seul et unique but d'orienter la conception du projet. À moins d'avis contraire, les interprétations, commentaires et recommandations présentés dans ce rapport ont été formulés à la lumière de nos connaissances concernant les conditions du site, l'utilisation courante et/ou prévue du site, les règlements, normes et critères en vigueur de même que les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de l'étude, tenant compte, dans tous les cas, de l'emplacement du site.

Golder ne pourra être tenue responsable de conditions souterraines imprévisibles ni de leurs impacts sur les coûts de construction et l'échéancier de réalisation des travaux. Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site. Golder n'acceptera aucune responsabilité pour les effets de mesures de drainage et/ou d'assèchement à moins d'avoir été spécifiquement consultée et impliquée dans la conception et le suivi du système de drainage et/ou d'assèchement. Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toute modification future aux règlements, normes ou critères applicables de même que de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE


Mo'ya Ostiguy, ing., M.Sc.A.


Mayana Kissiova, ing., M.Ing.



Dennis Becker, P.Eng.

pour
Associé Principal

MO/EM/MK/ND/DB/lr

N:\ACTIF\7000\021-7013\TACHE 5100\RAPP_2002\FINAL\RAPPORT_FINAL_2002.DOC


pour Édouard Masengo, ing., Ph.D.


Normand D'Anjou, ing., M.Sc.
Associé

RÉFÉRENCES

- Das, Braja M., 1984. *Principles of Foundation Engineering*.
- Fredlund, D.G., 1989. *Negative pore-pressure in slope stability*, Proceedings, Simposio Suramericano de Deslizamientos, Paipa, Columbia.
- Fredlund, D.G., juin 1995. *The stability slopes with negative pore-water pressures*, Proceedings, Ian Boyd Donald Symposium on Modern Developments in Geomechanics, Monash University, Melbourne, Australia, 7 juin 1995.
- Golder Associates Ltd., janvier 1983. *Preliminary planning study for a major expansion of the East-Malartic tailings area (6000 tons/day for 20 years), Malartic, Québec*, rapport no. 821-1353.
- Golder Associates Ltd., décembre 1982. *Conceptual design for the expansion of the East-Malartic tailings area for 1800 tons/day for 10 years, Malartic, Québec*, rapport no. 821-1201.
- Golder Associates Ltd. mai 1983. *Subsurface investigation for stage 1 of 10 yr development plan, East-Malartic tailings area, Malartic, Québec*, rapport no. 831-1018-1.
- Golder Associates Ltd., juin 1983. *Engineering design report, 10 years development plan, East-Malartic tailings area, Malartic, Québec*, rapport no. 831-1018-2.
- Golder Associates Ltd., mai 1990. *"Factual report, Borehole investigation, East-Malartic and Terrains Aurifères tailings, Malartic, Québec"*, rapport no. 901-7006.
- Golder Associés Ltée, *Revue de la stabilité, Parc à résidus miniers, Division Est-Malartic, Malartic, Québec*, rapport no. 961-7011-5001.
- Golder Associés Ltée, août 1991. *Demande de certificat d'autorisation pour un nouveau parc à résidus, Division Est-Malartic, Phase I: Sélection de site et dérivations, Malartic, Québec*, rapport no. 911-7010.
- Golder Associés Ltée, septembre 1991. *Demande de permis pour l'emplacement du futur parc à résidus de la Division Est-Malartic, Minerai LAC ltée, Malartic, Québec*, rapport no. 911-7014.
- Golder Associés Ltée, décembre 1991. *Demande de certificat d'autorisation pour un nouveau parc à résidus, Phase II : Rapport de conception, propriété Est-Malartic, Malartic, Québec*, rapport no. 911-7010A.

Golder Associés Ltée, mai 1992. *Devis technique Phase I, Parc à résidus miniers, Division Est-Malartic, Malartic, Québec, rapport no. 921-7015.*

Golder Associés Ltée, décembre 1998. *Dyke stability Assessment, East and Polishing Pond Dykes, East Malartic Tailings Plant, Malartic, Québec, rapport no. 981-7340.*

Ministère des Ressources naturelles, Québec, 1995. *Guide et modalités de préparation du plan de restauration de sites miniers, ISBN 2-550-24709-4, RN-5024.*

Seed, H.B., Idriss, I.M. et Arrango I., 1983. *Evaluation of liquefaction potential using field performance data, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 109, no 3.*

TABLEAU 1**TABLEAU SOMMAIRE, ÉLÉVATION DES DIGUES EN CRÊTE ET
LES NIVEAUX D'EAU**

Item	Élévation à la crête (surface de roulement) (m)
Digue 1	329,5
Digue 2	330,8
Digue 3	329,8
Digue 4	329,8
Digue 5	329,5
Digue Ouest	329,7
Digue Est	327,8
Digue du bassin de polissage	321,3
Niveau d'eau du parc à résidus, m	327,3 à 328,0
Niveau d'eau dans le bassin de sédimentation, m	326,0
Niveau d'eau dans le bassin de polissage, m	319,1

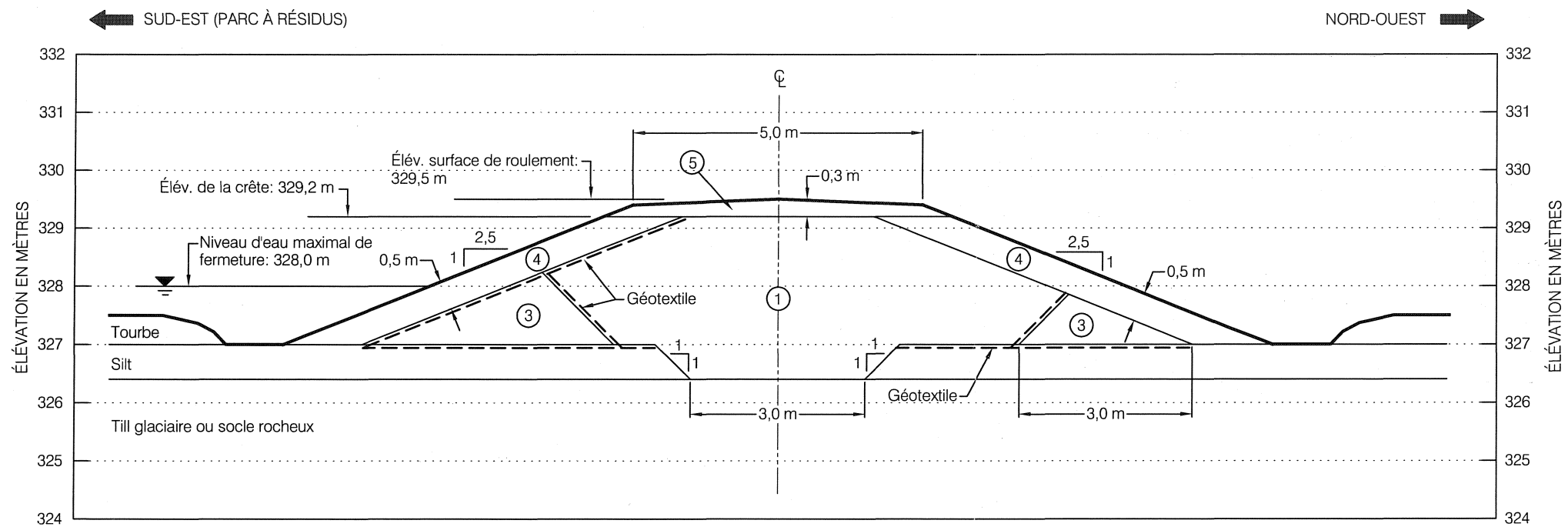
TABLEAU 2**VÉRIFICATION DES LARGEURS DE CRÊTES**

	Digue 1	Digue 2	Digue 3	Digue 4	Digue 5	Digue Ouest	Digue Est	Digue de polissage
Hauteur maximale supposée de la digue, m	4,0	6,0	6,0	5,0	7,5	9,0	6,0	4,5 à 7,0
Largeur de la crête prévue à la fermeture, m	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	7,0
Largeur minimale requise à respecter, m	3,8	4,2	4,2	4,0	4,5	4,8	4,2	3,9 à 4,4

TABLEAU 3**SOMMAIRE DES RÉSULTATS DES ANALYSES DE STABILITÉ**

Zone	Conditions d'analyse	F.S. recommandé	Digue 1	Digue 2	Digue 3	Digue 4	Digue 5	Digue Ouest	Digue Est Partie Sud	Bassin de polissage	
										Partie Nord	Partie Sud
Aval	Chargement statique et écoulement stationnaire (résistance en pointe)	1,3 à 1,5	1,58	1,53	1,48	1,44	1,70	1,65	1,68	1,81	1,81
	Chargement pseudo-statique et écoulement stationnaire (résistance en pointe)	1,1 à 1,3	1,07	1,05	1,04	1,097	1,08	1,21	1,10	1,36	1,29
Amont/aval	Vidange rapide (analyse statique) amont		1,45	1,40	1,70	1,73	2,95	2,34	1,55	2,16	1,91
	aval	1,3	1,20	1,31	1,22						
	Vidange rapide (analyse pseudo-statique) amont	1,1	1,09	1,08	1,08	1,34	1,17	1,12	1,29	1,51	1,17
	aval		1,05	1,05	1,05						
Centrale	Glissement horizontal de la digue sous chargement stat. (poussée latérale)		16,98	34,95	13,63	12,45	6,75	7,44	6,83	20,63	22,63
	Glissement horizontal de la digue pour pressions générées par des résidus lors de liquéfaction	1,3	16,98	32,36	11,20	10,23	5,00	6,11	5,69	20,63	22,63
	Capacité portante du sol sous le remblai	1,5	10,7	25	30,5	2,4	1,6	1,92	1,97	2,35	1,83

Note: 1. Les détails et hypothèses de calcul sont fournis dans le texte et dans les différentes annexes.



COUPE TYPIQUE A-A'

Légende:

- ① Till
- ② Sable filtre traité
- ③ Gravier traité
- ④ Stériles non générateurs d'acide ou cailloux
- ⑤ Matériaux granulaires tout-venant

Notes:

- 1- Les élévations du sol sont établies par rapport au système de la Mine. Les chaînages et élévations le long de la centre-ligne des digues ont été déterminées par J. L. Corriveau et Associés Inc. à partir des relevés de terrain effectués le 10 avril 1992.
- 2- Ces plans reflètent la situation existante et les travaux proposés sur les digues du parc à résidus. Ce sont des plans de conception générale, non pour la construction.



Date:	2002-03-13	Échelle:	1 : 100
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M. Kissiova
Vérifié par:	M. Kissiova	Approuvé par:	
No. de dessin:	0217013-5200-02	No. de projet:	021-7013-5200

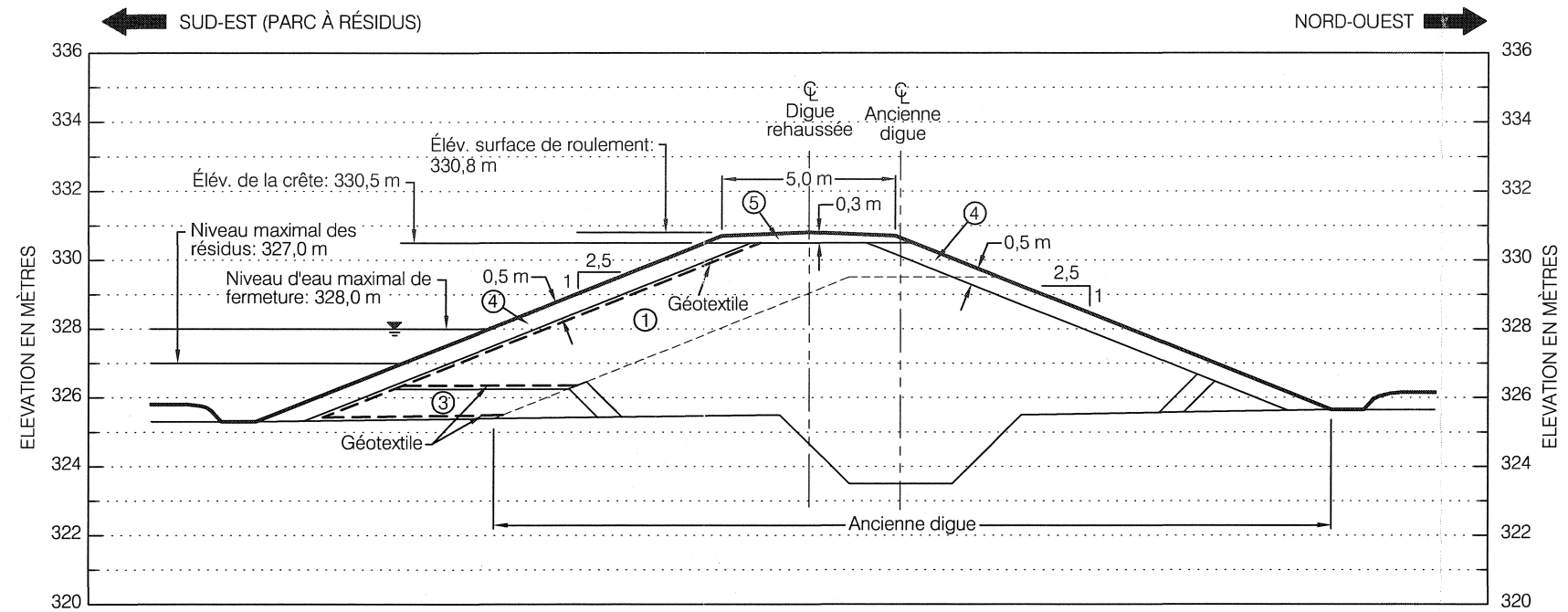


ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
PARC À RÉSIDUS, SITE EST-MALARTIC

COUPE TYPIQUE A-A' - DIGUE 1

FIGURE

2



COUPE TYPIQUE B-B'

Légende:

- ① Till
- ② Sable filtre traité
- ③ Gravier traité
- ④ Stériles non générateurs d'acide ou cailloux
- ⑤ Matériaux granulaires tout-venant

Notes:

- 1- Les élévations du sol sont établies par rapport au système de la Mine. Les chaînages et élévations le long de la centre-ligne des digues ont été déterminées par J. L. Corriveau et Associés Inc. à partir des relevés de terrain effectués le 10 avril 1992.
- 2- Ces plans reflètent la situation existante et les travaux proposés sur les digues du parc à résidus. Ce sont des plans de conception générale, non pour la construction.



Date:	2002-03-13	Échelle:	1 : 200
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M. Kissiova
Vérifié par:	M. Kissiova	Approuvé par:	
No. de dessin:	0217013-5200-03	No. de projet:	021-7013-5200

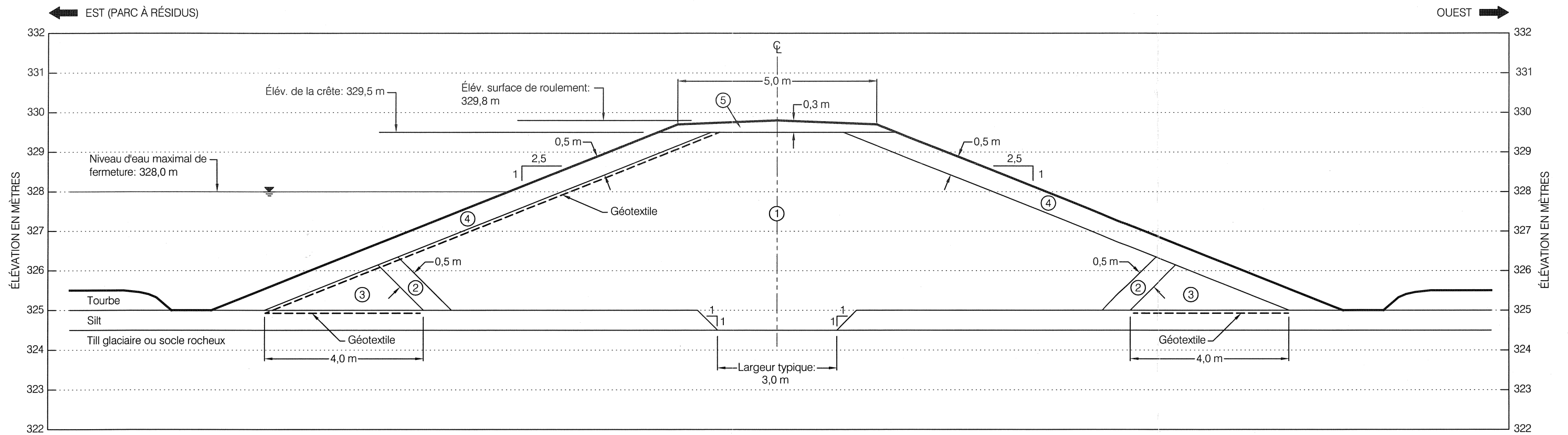


ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
PARC À RÉSIDUS, SITE EST-MALARTIC

COUPE TYPIQUE B-B' - DIGUE 2

FIGURE

3



COUPE TYPIQUE C-C'

Légende:

- ① Till
- ② Sable filtre traité
- ③ Gravier traité
- ④ Stériles non générateurs d'acide ou cailloux
- ⑤ Matériaux granulaires tout-venant

Notes:

- 1- Les élévations du sol sont établies par rapport au système de la Mine. Les chaînages et élévations le long de la centre-ligne des digues ont été déterminées par J. L. Corriveau et Associés Inc. à partir des relevés de terrain effectués le 10 avril 1992.
- 2- Ces plans reflètent la situation existante et les travaux proposés sur les digues du parc à résidus. Ce sont des plans de conception générale, non pour la construction.



Date:	2002-03-13	Échelle:	1:100
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M. Kissiova
Vérifié par:	M. Kissiova	Approuvé par:	
No. de dessin:	0217013-5200-04	No. de projet:	021-7013-5200

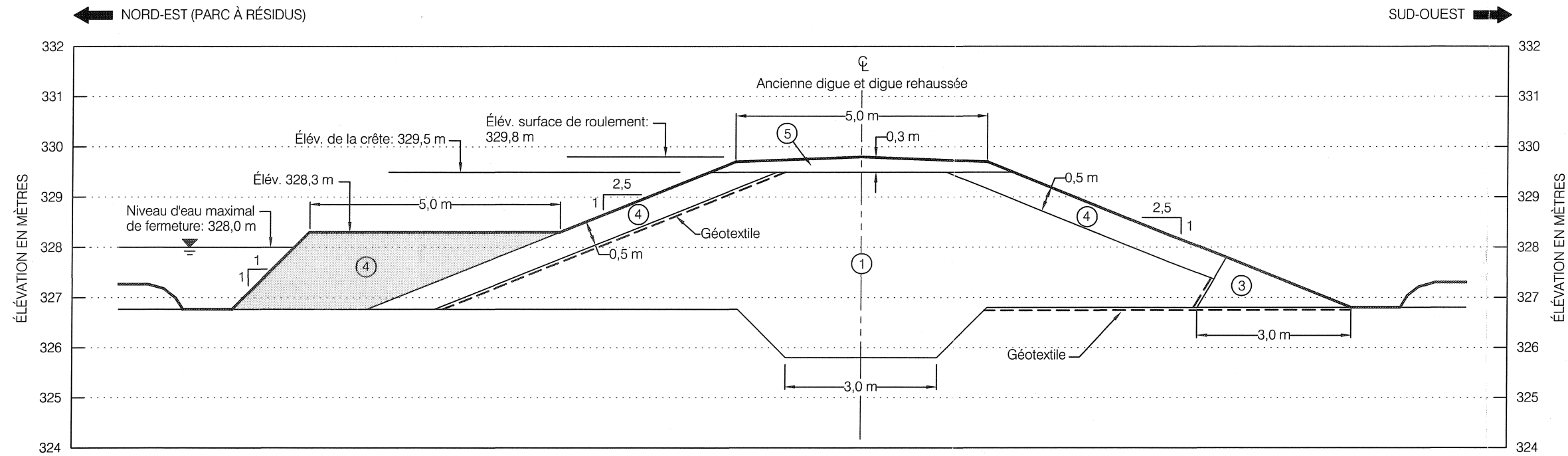


ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
PARC À RÉSIDUS, SITE EST-MALARTIC

COUPE TYPIQUE C-C' - DIGUE 3

FIGURE

4



COUPE TYPIQUE D-D'

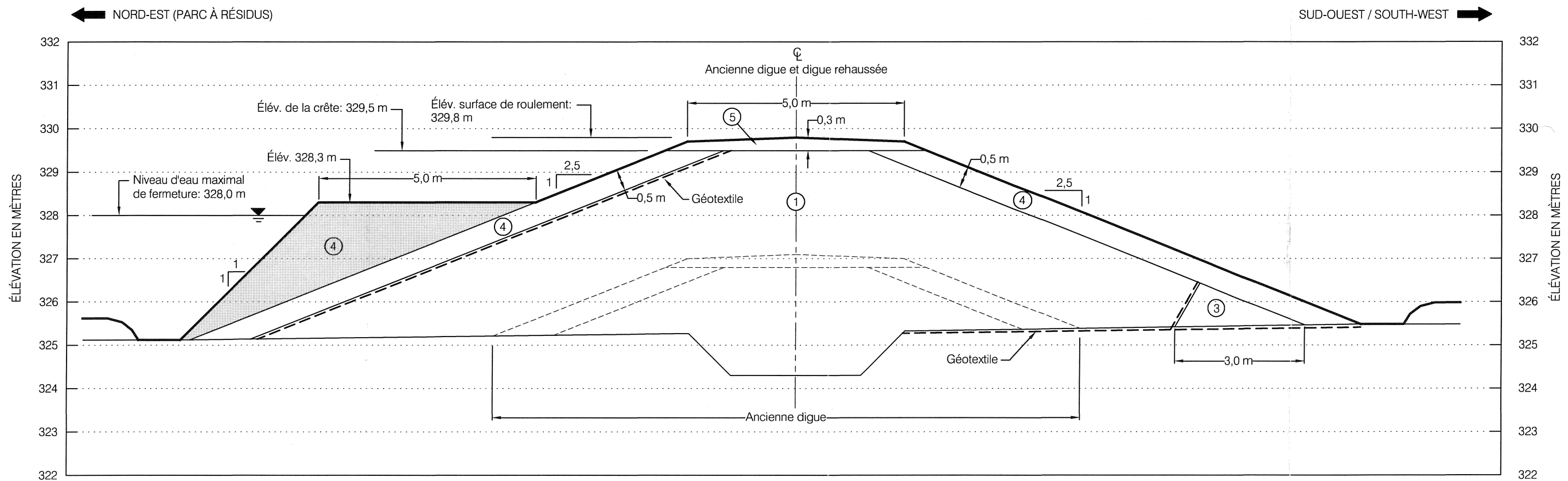
Légende:

- ① Till
- ② Sable filtre traité
- ③ Gravier traité
- ④ Stériles non générateurs d'acide ou cailloux
- ⑤ Matériaux granulaires tout-venant
- Travaux à réaliser

Notes:

1- Les élévations du sol sont établies par rapport au système de la Mine. Les chaînages et élévations le long de la centre-ligne des digues ont été déterminées par J. L. Corriveau et Associés Inc. à partir de relevés de terrain effectués le 10 avril 1992.

2- Ces plans reflètent la situation existante et les travaux proposés sur les digues du parc à résidus. Ce sont des plans de conception générale, non pour la construction.



COUPE TYPIQUE E-E'



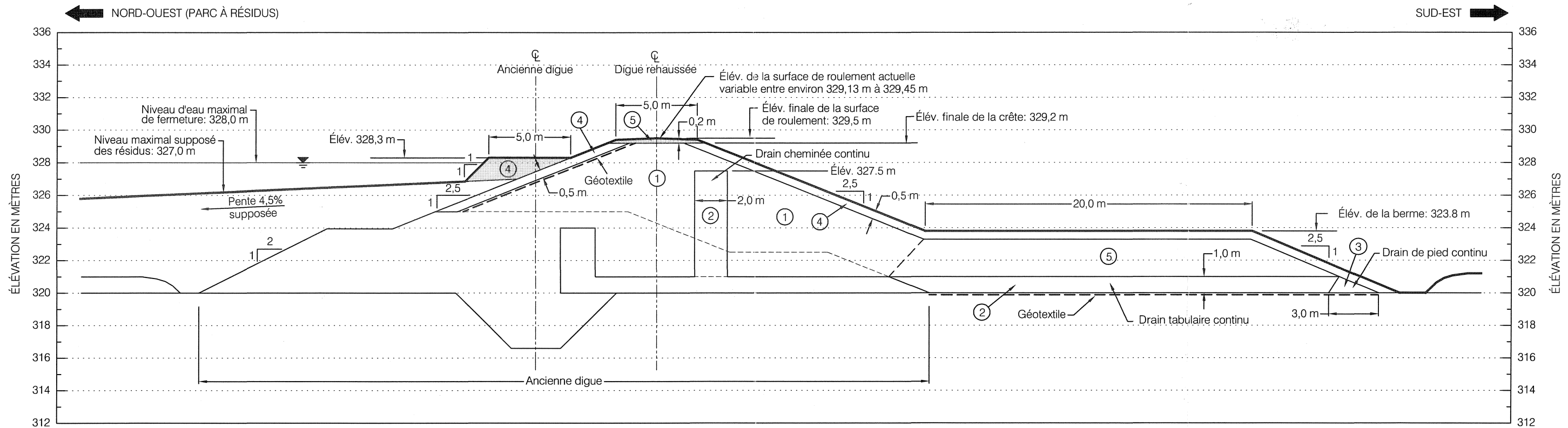
Date:	2002-03-13	Échelle:	1 : 100
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M. Kissiova
Vérifié par:	M. Kissiova	Approuvé par:	
No. de dessin:	0217013-5200-05	No. de projet:	021-7013-5200



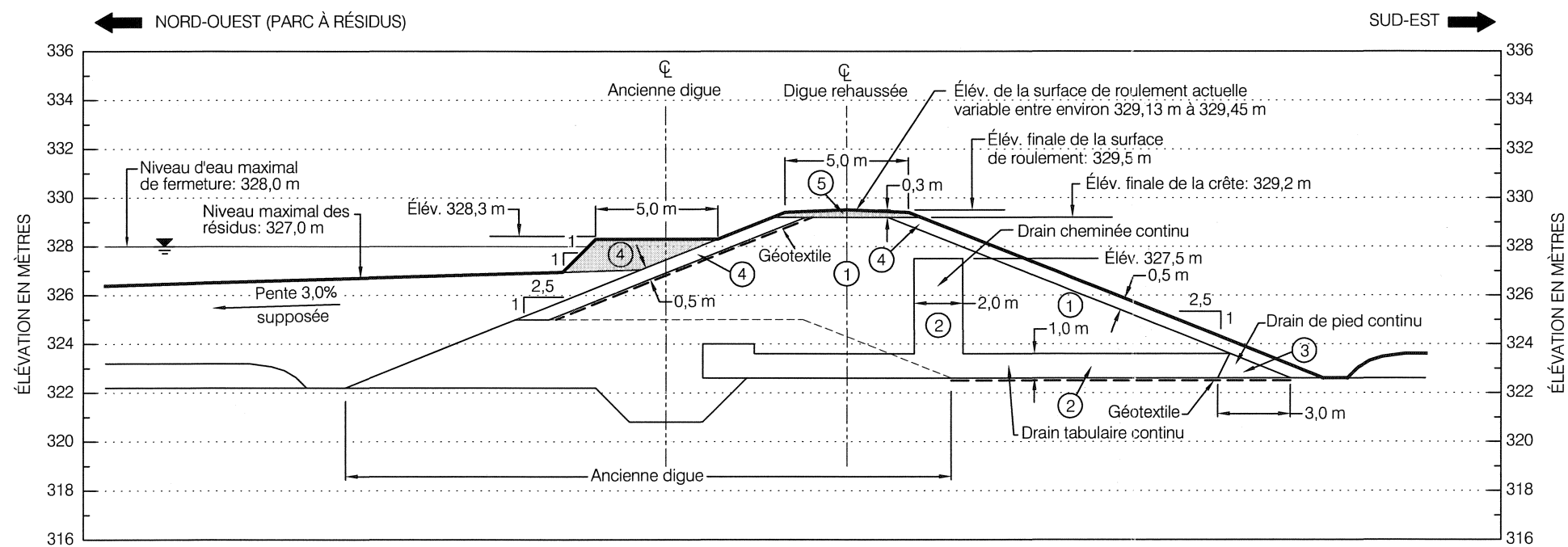
*ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
PARC À RÉSIDUS, SITE EST-MALARTIC*

COUPES TYPIQUES D-D' ET E-E' - DIGUE 4

FIGURE
5



COUPE TYPIQUE F-F' AVEC UNE BERME AVAL



COUPE TYPIQUE G-G' SANS BERME AVAL

Légende:

- ① Till
- ② Sable filtre traité
- ③ Gravier traité
- ④ Stériles non générateurs d'acide ou cailloux
- ⑤ Matériaux granulaires tout-venant
- ▨ Travaux à réaliser

Notes:

- 1- Les élévations du sol sont établies par rapport au système de la Mine. Les chaînages et élévations le long de la centre-ligne des digues ont été déterminées par J. L. Corriveau et Associés Inc. à partir de relevés de terrain effectués le 10 avril 1992.
- 2- Ces plans reflètent la situation existante et les travaux proposés sur les digues du parc à résidus. Ce sont des plans de conception générale, non pour la construction.



Date:	2002-03-13	Échelle:	1 : 250
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M. Kissiova
Vérifié par:	M. Kissiova	Approuvé par:	
No. de dessin:	0217013-5200-06	No. de projet:	021-7013-5200

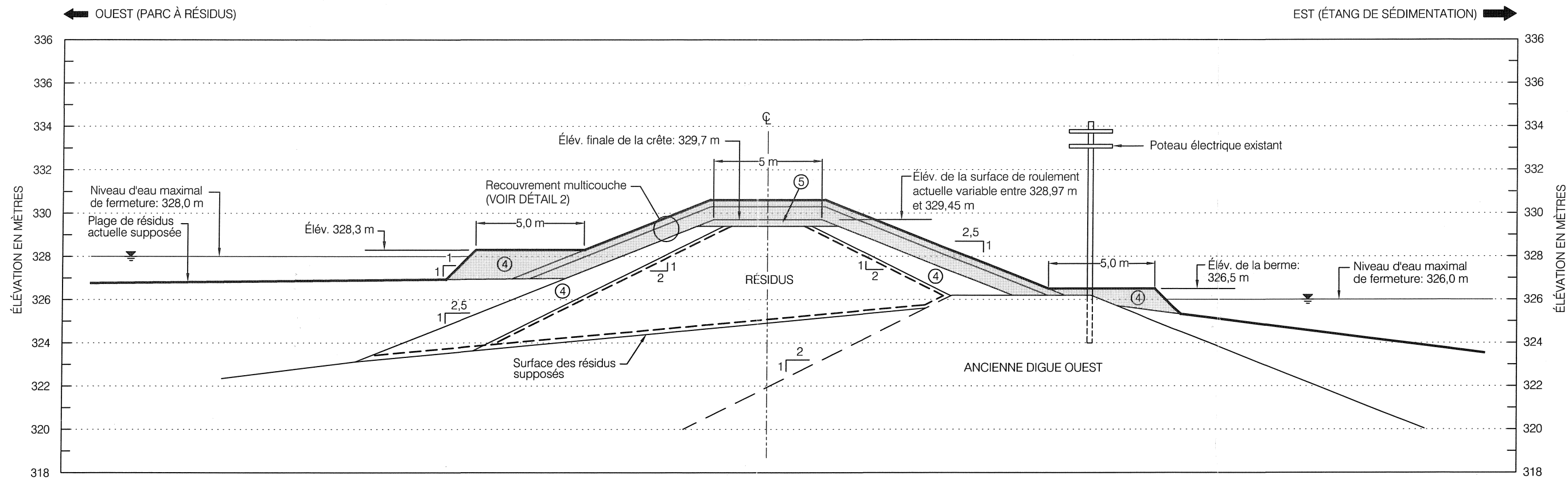


ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
PARC À RÉSIDUS, SITE EST-MALARTIC

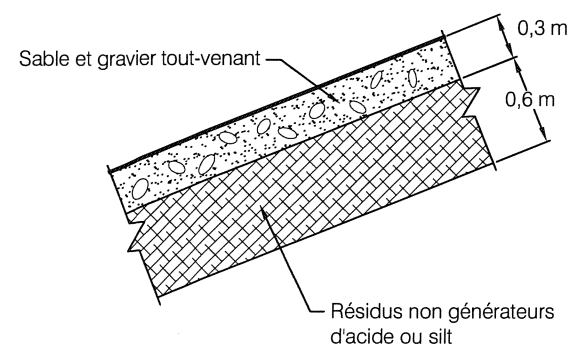
COUPES TYPIQUES F-F' ET G-G' - DIGUE 5

FIGURE

6



COUPE TYPIQUE H-H'



DÉTAIL 2
COUPE TYPIQUE D'UN RECOUVREMENT
ÉCHELLE: 1:50

Légende:

- ① Till
- ② Sable filtre traité
- ③ Gravier traité
- ④ Stériles non générateurs d'acide ou cailloux
- ⑤ Matériaux granulaires tout-venant
- ▭ Travaux à réaliser

Notes:

- 1- Ces plans reflètent la situation existante et les travaux proposés sur les digues du parc à résidus. Ce sont des plans de conception générale, non pour la construction.
- 2- Les élévations sont établies par rapport au système de la Mine.
- 3- Le profil et la coupe typique de la digue existante ont été déduits des informations tirées des rapports antérieurs.



Date:	2002-03-13	Échelle:	1:200
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M. Kissiova
Vérifié par:	M. Kissiova	Approuvé par:	
No. de dessin:	0217013-5200-07	No. de projet:	021-7013-5200

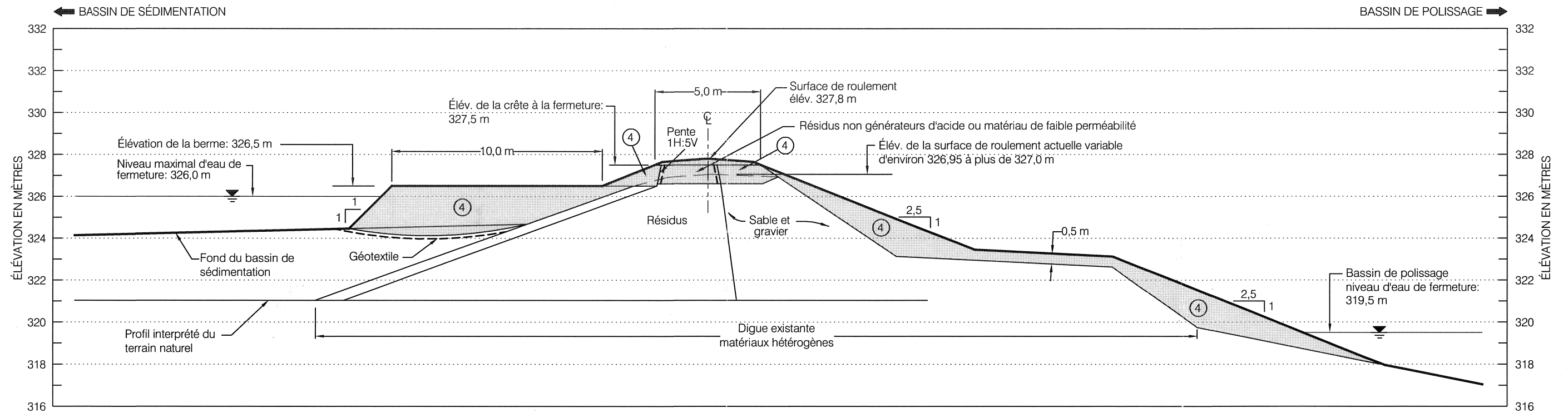


ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
PARC À RÉSIDUS, SITE EST-MALARTIC

COUPE TYPIQUE H-H' - DIGUE OUEST

FIGURE

7



COUPE TYPIQUE I-I'

Légende:

- ① Till
- ② Sable filtre traité
- ③ Gravier traité
- ④ Stériles non générateurs d'acide ou cailloux
- ⑤ Matériaux granulaires tout-venant
- ▭ Travaux à réaliser

Notes:

- 1- Ces plans reflètent la situation existante et les travaux proposés sur les digues du parc à résidus. Ce sont des plans de conception générale, non pour la construction.
- 2- Les élévations sont établies par rapport au système de la Mine.
- 3- Le profil et la coupe typique de la digue existante ont été déduits des informations tirées des rapports antérieurs.



Date:	2002-03-13	Échelle:	1:200
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M. Kissiova
Vérifié par:	M. Kissiova	Approuvé par:	
No. de dessin:	0217013-5200-08	No. de projet:	021-7013-5022

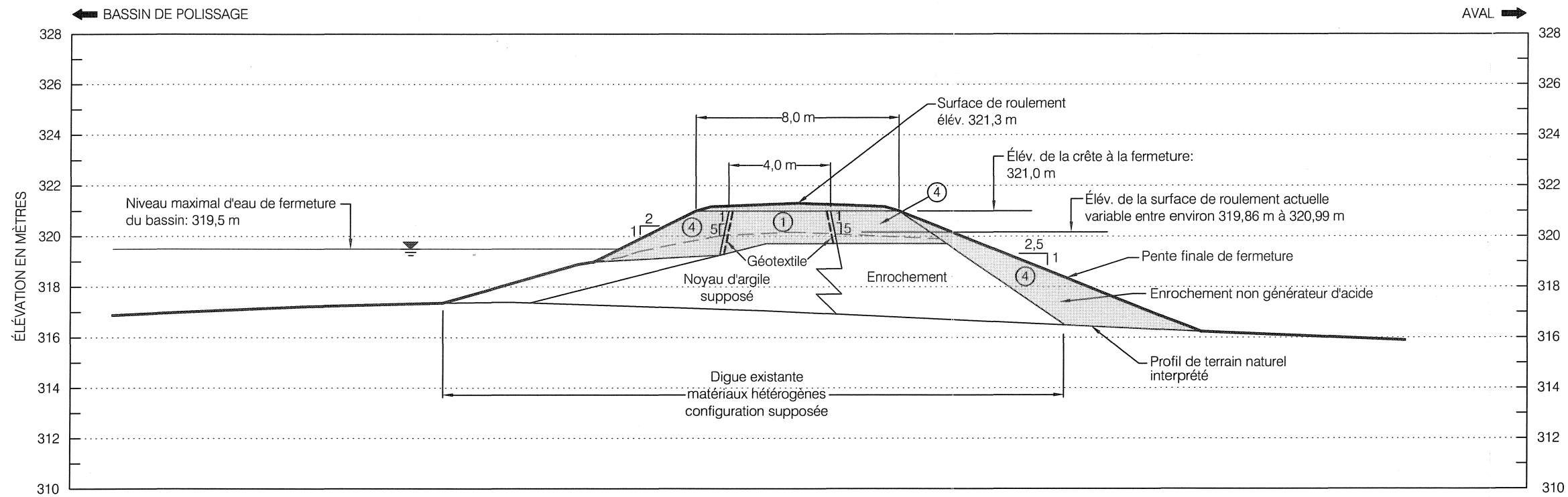


ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
PARC À RÉSIDUS, SITE EST-MALARTIC

COUPE TYPIQUE I-I' - DIGUE EST

FIGURE

8



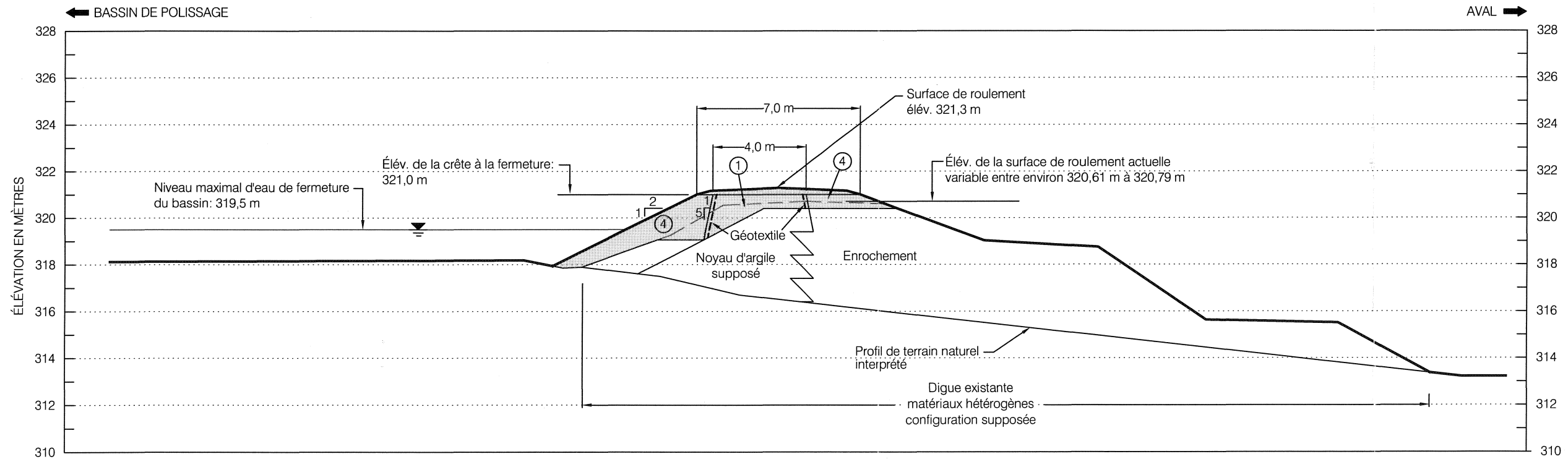
**COUPE TYPIQUE J-J'
(PARTIE NORD)**

Légende:

- ① Till
- ② Sable filtre traité
- ③ Gravier traité
- ④ Stériles non générateurs d'acide ou cailloux
- ⑤ Matériaux granulaires tout-venant
- ▨ Travaux à réaliser

Notes:

- 1- Ces plans reflètent la situation existante et les travaux proposés sur les digues du parc à résidus. Ce sont des plans de conception générale, non pour la construction.
- 2- Les élévations sont établies par rapport au système de la Mine.
- 3- Le profil et la coupe typique de la digue existante ont été déduits des informations tirées des rapports antérieurs.



**COUPE TYPIQUE K-K'
(PARTIE SUD)**



Date:	2002-03-13	Échelle:	1:200
Dessiné par:	M. Tremblay	Projeté par:	M. Kissiova
Vérifié par:	M. Kissiova	Approuvé par:	
No. de dessin:	0217013-5200-09	No. de projet:	021-7013-5200



ÉTUDE DE STABILITÉ DES DIGUES
PARC À RÉSIDUS, SITE EST-MALARTIC

COUPES TYPIQUES J-J' ET K-K'
DIGUE DU BASSIN DE POLISSAGE

FIGURE
9

ANNEXE A

DIGUE 1



PROFONDEUR METRES	METHODE	STRATIGRAPHIE		ECHANT.		PENETRATION DYNAMIQUE RESISTANCE, COUPS/0.3m	CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE, k, cm/s		INSTALLATION DE PIEZOMETRE
		DESCRIPTION	STRATI. PROF. (m)	NUMERO	TYPE		RES. AU CISAIL Cu, kPa	TAUX D'HUMIDITE, POURCENT Wp	
0		surface	327.29 0.00						
1	CME 55 MARATHON TARIERE A ME CREUSE (203 mm)	TOURBE, brune, fibreuse, devient silt organique.	326.17 1.12	1	DO WH				09-07-91
2		SILT, gris, compact.	325.81 1.58	2	DO 16				
3		SABLE SILTEUX, gris, dense, avec un peu de gravier (TILL).	324.70 2.59	3	DO 48				
3		FIN DU FORAGE, refus sur socle rocheux probablement.							

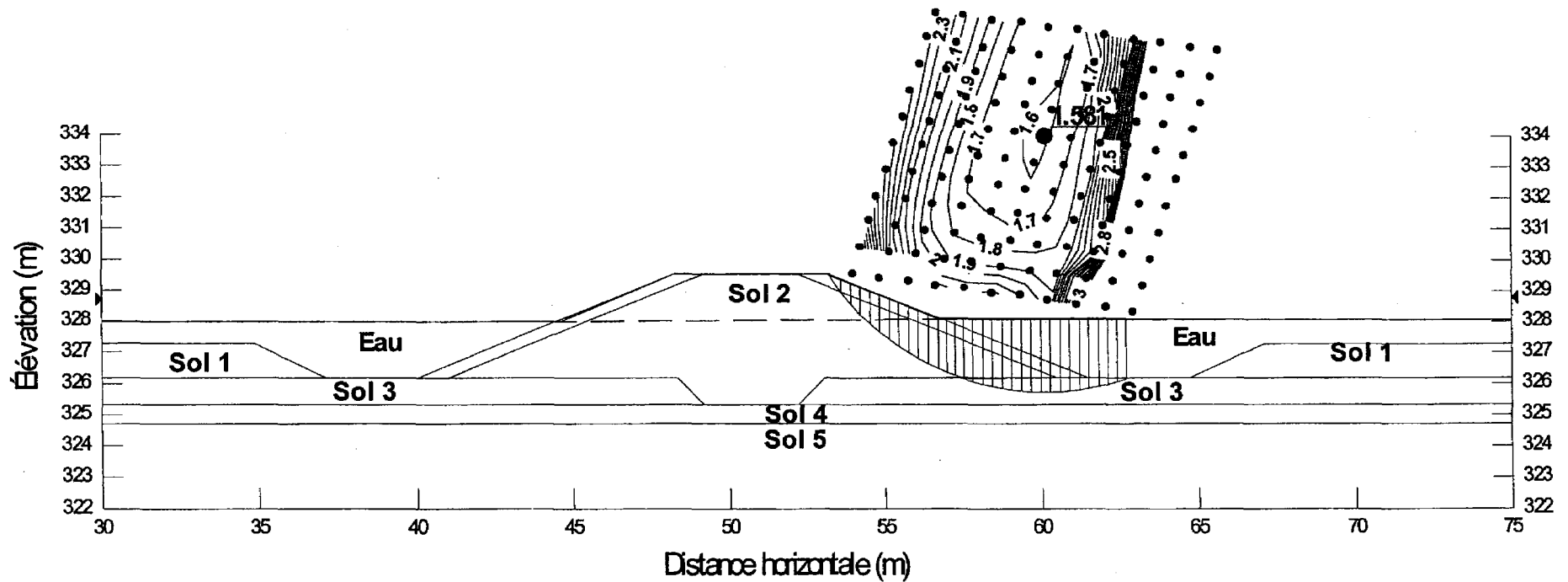
0
15.5 % DE DEFOR. AXIALE A LA RUPTURE
10

TABLEAU A1**VÉRIFICATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION, DIGUE 1**

<i>No</i>	<i>Type de matériau</i>	<i>Profondeur (m)</i>	<i>Indice SPT mesuré</i>	<i>Facteur de sécurité</i>
4	Silt	325,74	18	3,42

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Tourbe	11	-	30
3	Moraine	21	-	35
4	Silt gris compact	17.5	-	30
5	Moraine	19	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

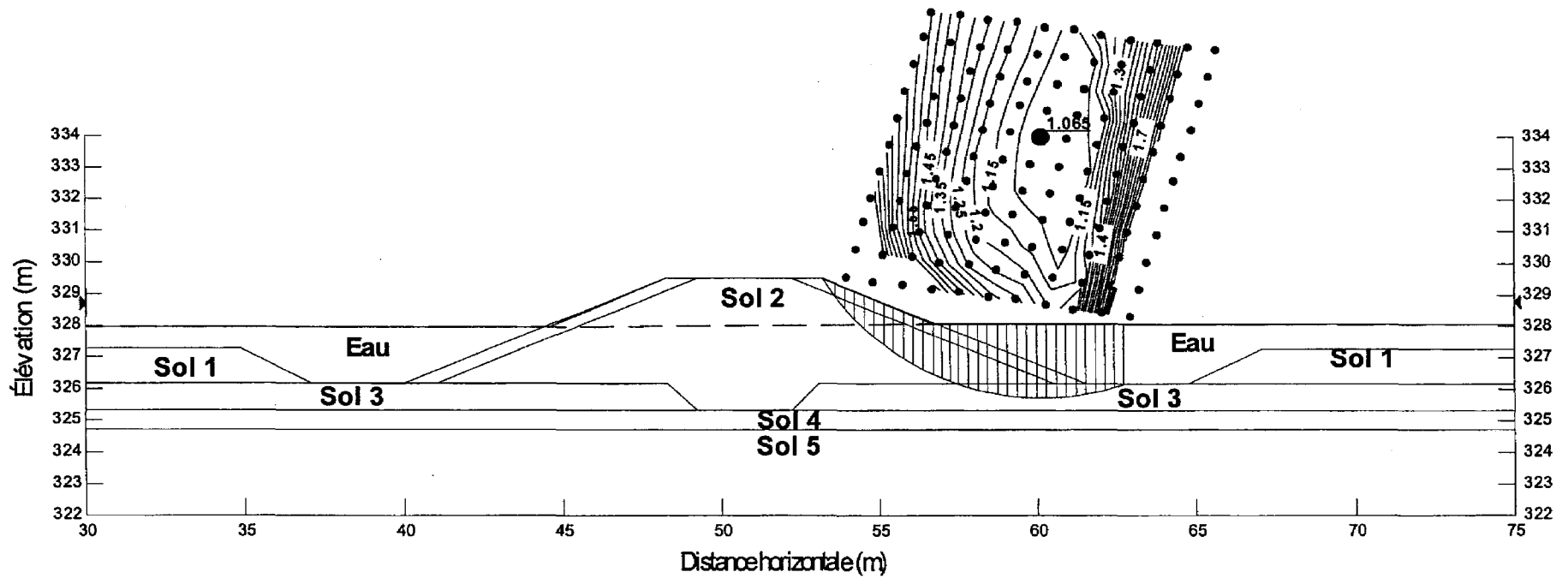
• 1.581 : Facteur de sécurité minimum



Digue 1 : Analyse statique, Paroi aval	FIGURE A-1
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Tourbe	11	-	30
3	Moraine	21	-	35
4	Silt gris compact	17.5	-	30
5	Moraine	19	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

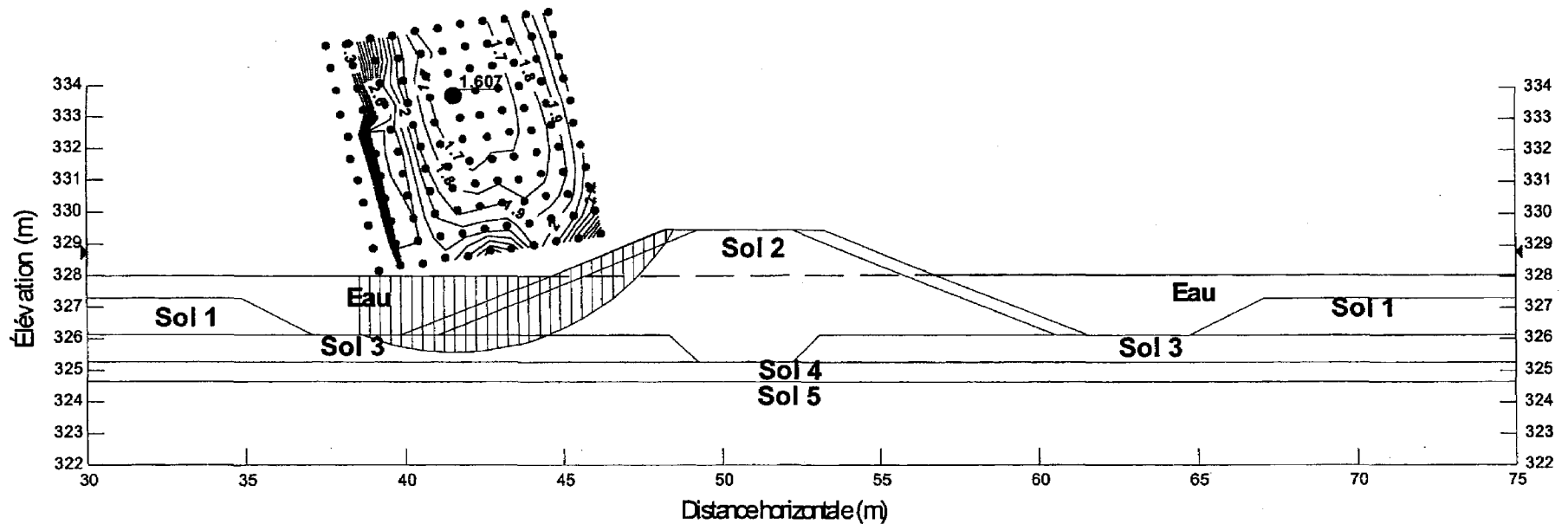
• 1.100 : Facteur de sécurité minimum



Digue 1 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Paroi aval	FIGURE A-2
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Tourbe	11	-	30
3	Moraine	21	-	35
4	Silt gris compact	17.5	-	30
5	Moraine	19	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

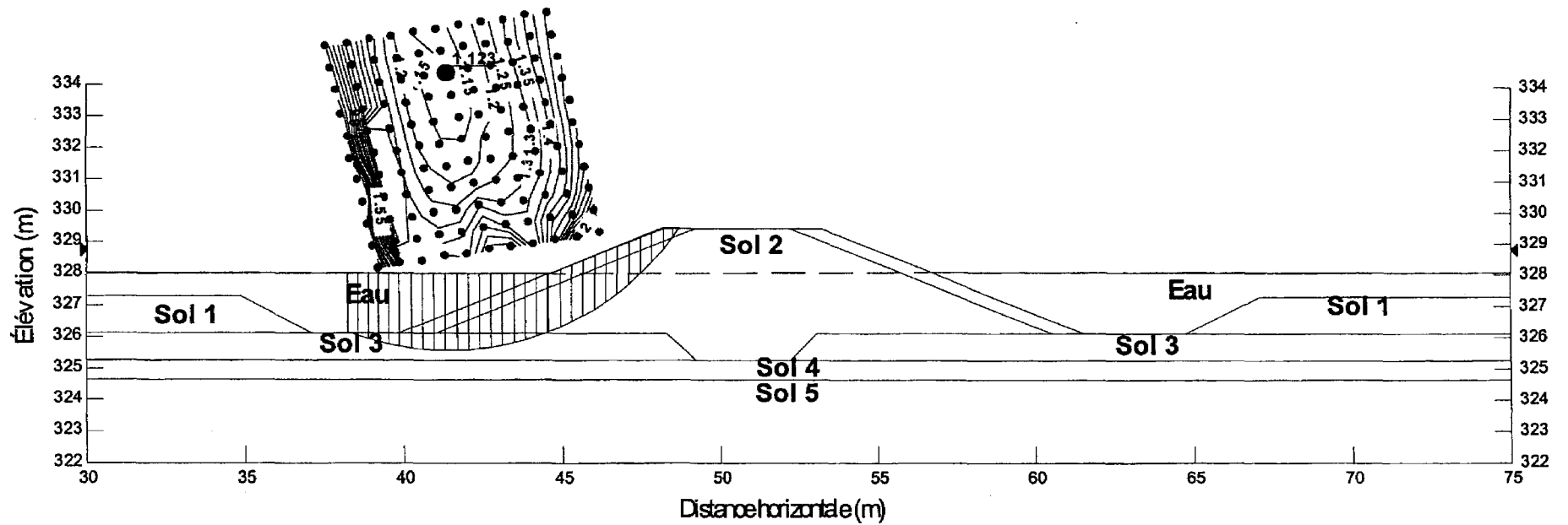
• 1.100 : Facteur de sécurité minimum



Digue 1 : Analyse statique, Paroi amont	FIGURE A-3
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Tourbe	11	-	30
3	Moraine	21	-	35
4	Silt gris compact	17.5	-	30
5	Moraine	19	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

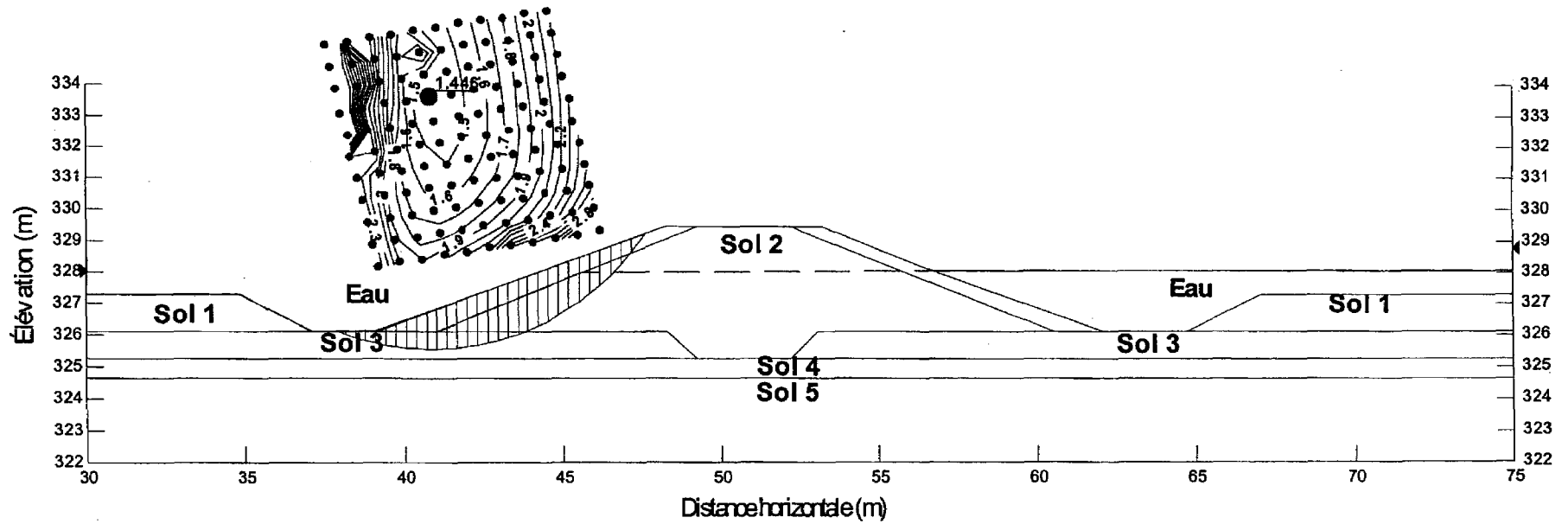
• 1.100 : Facteur de sécurité minimum



Digue 1 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Paroi amont	FIGURE A-4
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Tourbe	11	-	30
3	Moraine	21	-	35
4	Silt gris compact	17.5	-	30
5	Moraine	19	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

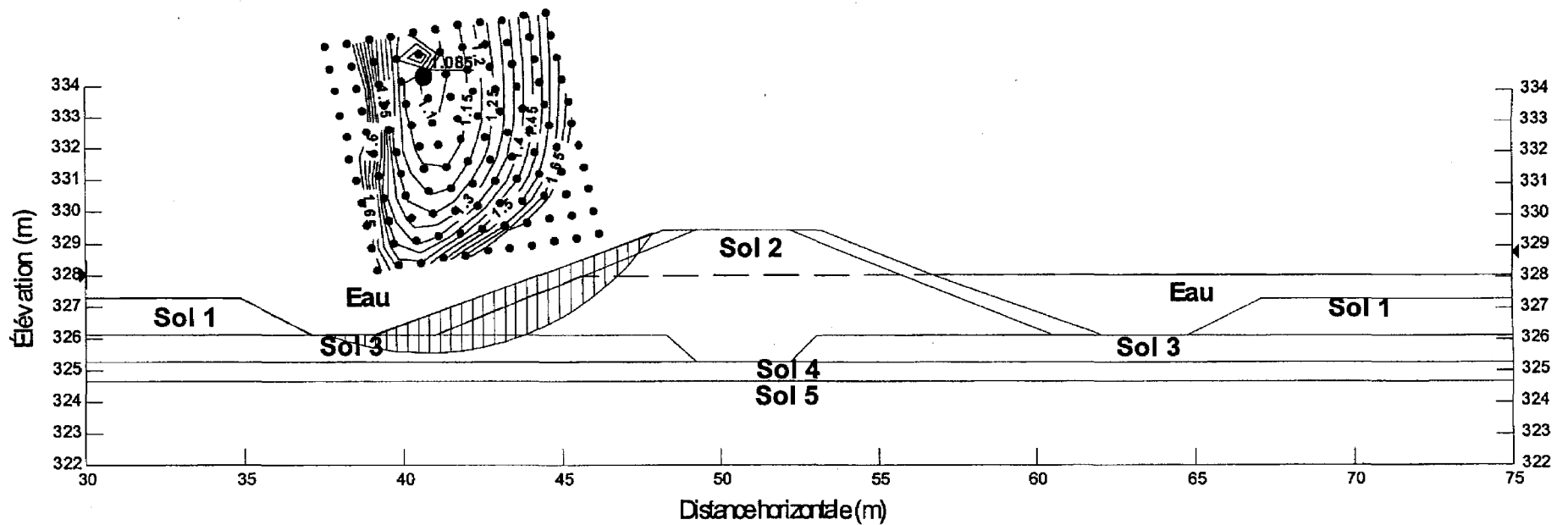
• 1.446 : Facteur de sécurité minimum



Digue 1 : Analyse statique, Vidange rapide, Paroi amont	FIGURE A-5
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Tourbe	11	-	30
3	Moraine	21	-	35
4	Silt gris compact	17.5	-	30
5	Moraine	19	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

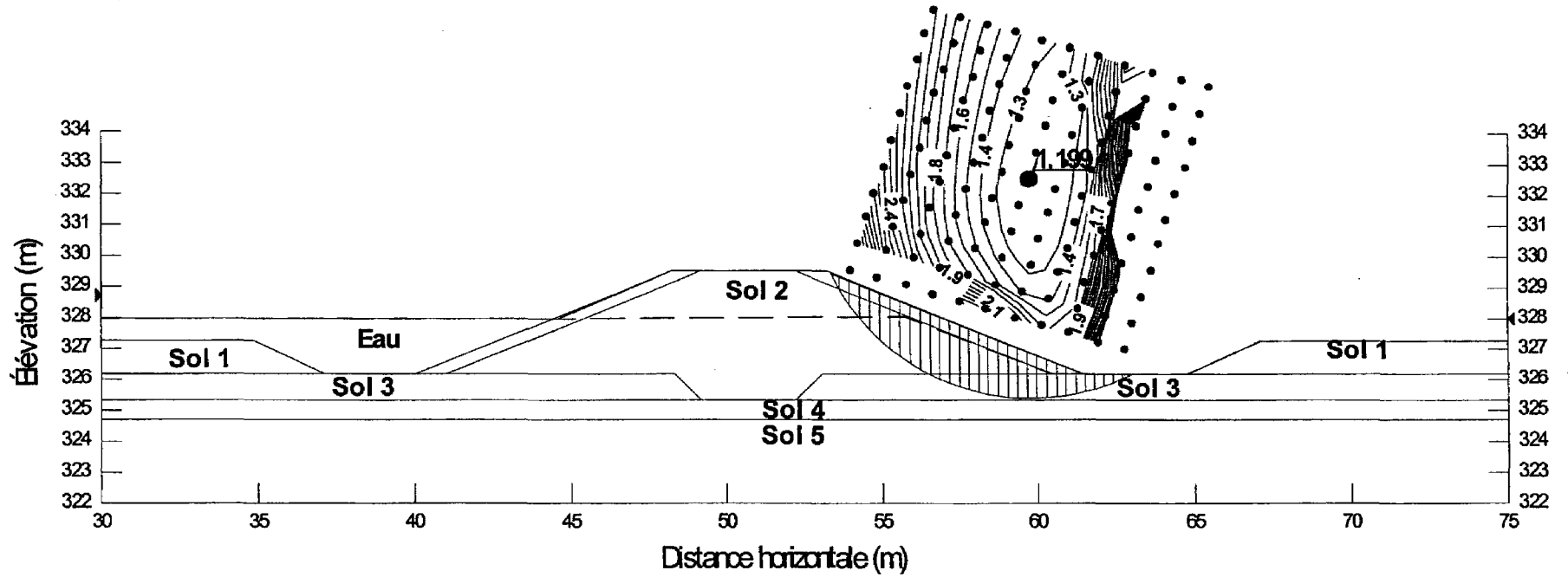
• L.085 : Facteur de sécurité minimum



Digue 1 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi amont	FIGURE A-6
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Tourbe	11	-	30
3	Moraine	21	-	35
4	Silt gris compact	17.5	-	30
5	Moraine	19	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

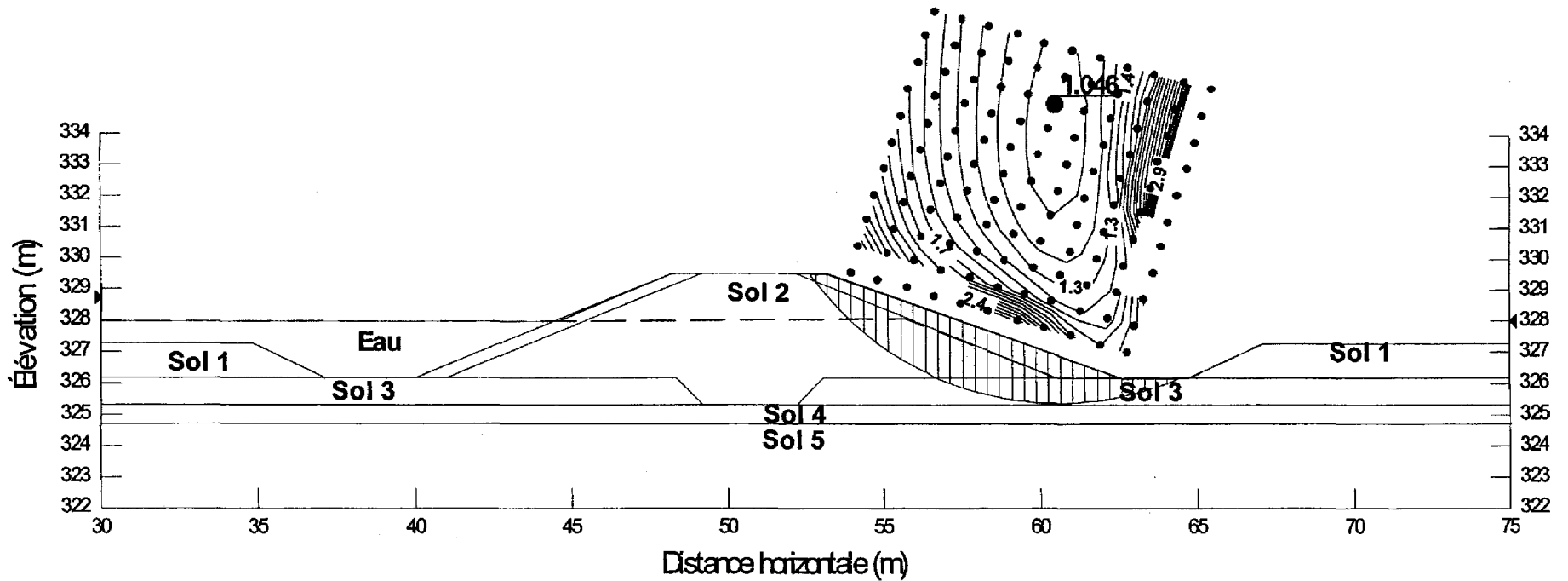
• 1.446 : Facteur de sécurité minimum



Digue 1 : Analyse statique, Vidange rapide, Paroi aval	FIGURE A-7
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Tourbe	11	-	30
3	Moraine	21	-	35
4	Silt gris compact	17.5	-	30
5	Moraine	19	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

• 1.085 : Facteur de sécurité minimum



Digue 1 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi aval	FIGURE A-8
Revue de stabilité, Est-Malartic	

ANNEXE B

DIGUE 2

PROJET: 961-7011

JOURNAL DE SONDAGE BH-104

PAGE 1 DE 1

LOCALISATION: 5331330.317 N - 407915.482 E

DATE DU FORAGE: 15 MAI 1991

DATUM: GEODESIQUE



MARTEAU D'ECHANTILLONNAGE, 63.5kg, COURSE, 760mm

MARTEAU DE PENETRATION, 63.5kg, COURSE, 760mm

PROFONDEUR METRES	METHODE	STRATIGRAPHIE			ECHANT.		PENETRATION DYNAMIQUE RESISTANCE, COUPS/0.3m	CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE, k, cm/s		INSTALLATION DE PIEZOMETRE
		DESCRIPTION	ELEV. PROF. (m)	STRATI.	NUMERO	TYPE		RES. AU CISAILL. Cu, kPa	TAUX D'HUMIDITE, POURCENT	
0		surface	326.37							09-07-91 BENTONITE-CIMENT SOL DE REMBLAI BENTONITE Sable- Filtre Piezo 1/2" diam.
		TERRE VEGETALE	326.28							
1	CME 55 MARATHON TARIERE A ME CREUSE (203 mm)	SILT SABLONNEUX, brun a gris, compact a lache, (avec blocaux et cailloux disperses en surface).			1	DO 13				
2					2	DO 9				
3			323.63							
			2.74							
3		SABLE SILTEUX, gris-brun, compact, avec cailloux et blocaux angulaire, (TILL).			3	DO 16				
4										
5		FIN DU FORAGE, refus sur socle rocheux probablement.	321.60							
			4.57							

0
15 ← 5 % DE DEFOR. AXIALE A LA RUPTURE
10

ECHELLE VERTICALE

1 : 50

GOLDER ASSOCIATES

JOURNAL PAR: P.V.

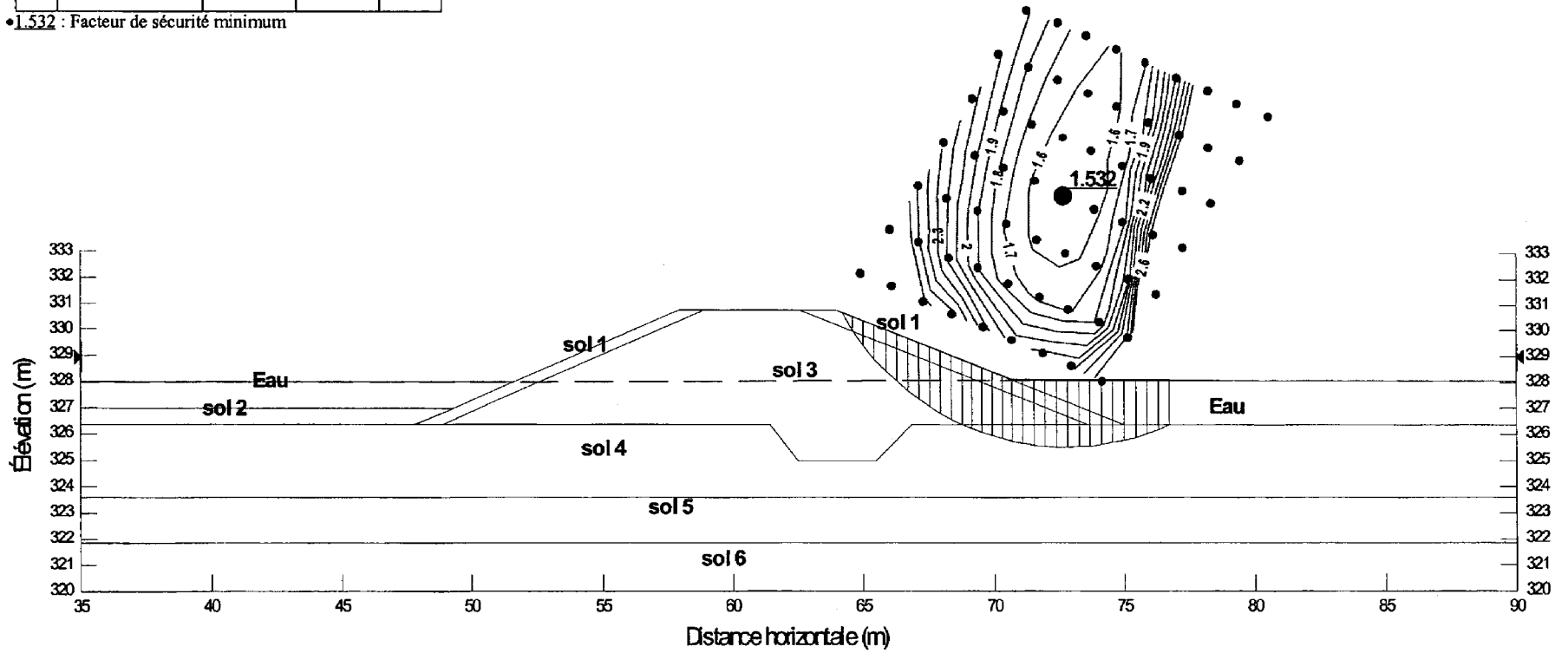
VERIFIE PAR: M.G.F.

TABLEAU B1**VÉRIFICATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION, DIGUE 2**

<i>No</i>	<i>Type de matériau</i>	<i>Profondeur (m)</i>	<i>Indice SPT mesuré</i>	<i>Facteur de sécurité</i>
4	Silt sablonneux	325,37	13	3,69
		324,37	9	2,34

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Moraine	21	-	35
4	Silt sablonneux	17	-	30
5	Moraine	17.5	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

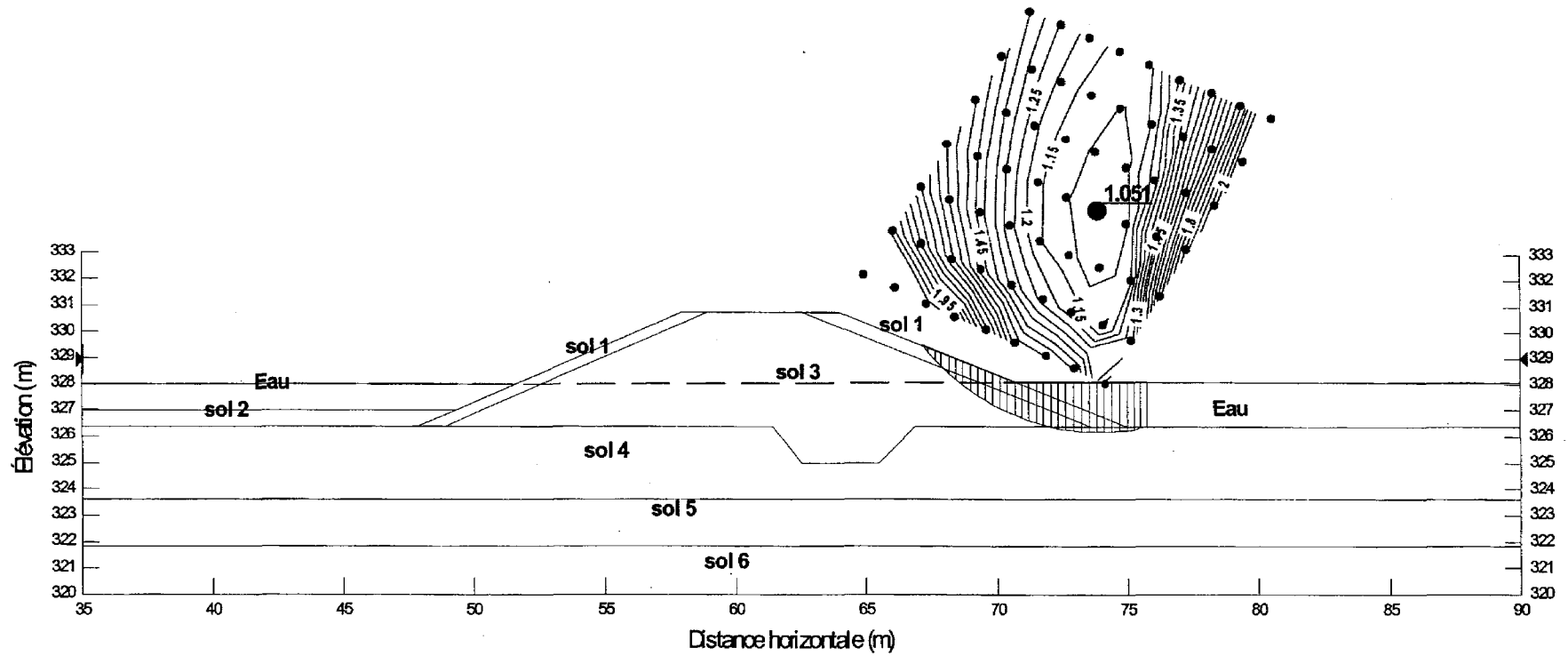
•1.532 : Facteur de sécurité minimum



Digue 2 : Analyse statique, Paroi aval	FIGURE B-1
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Moraine	21	-	35
4	Silt sablonneux	17	-	30
5	Moraine	17.5	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

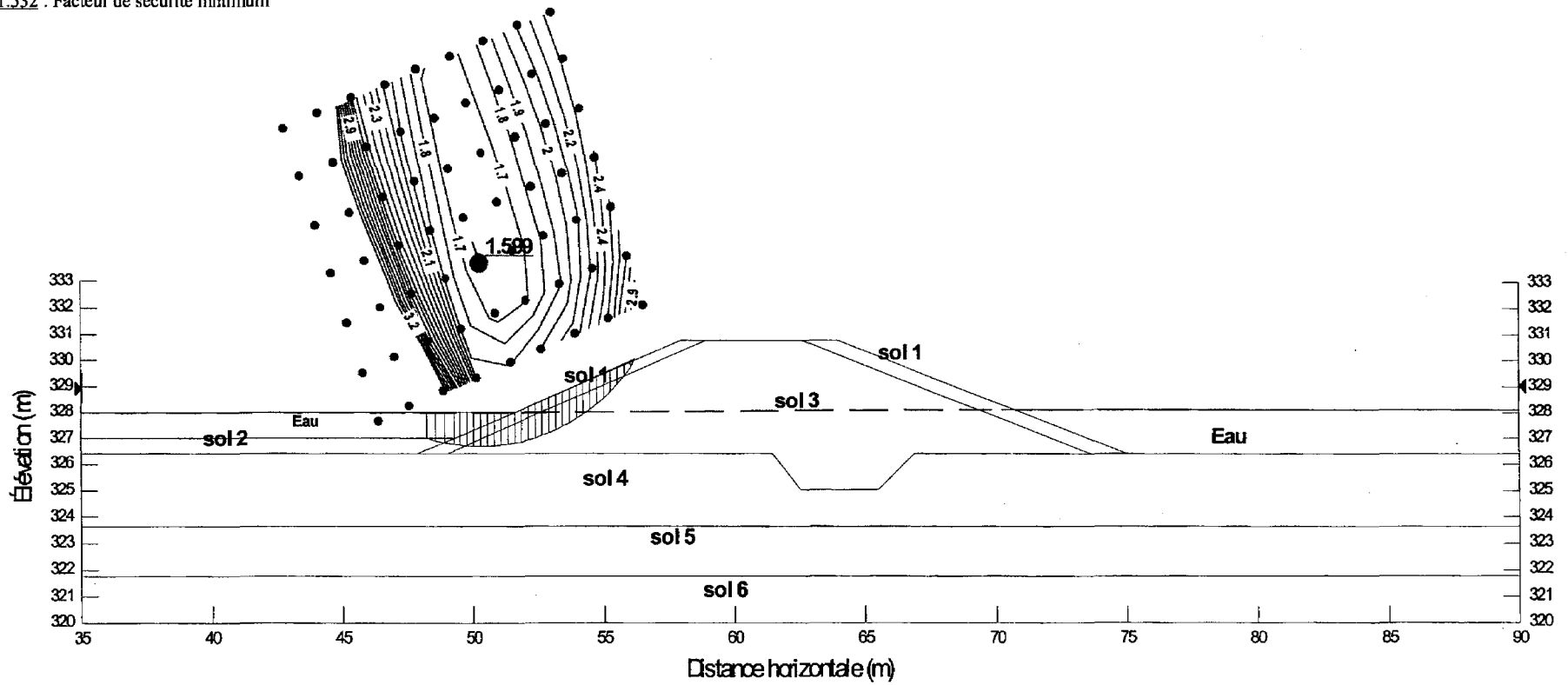
• 1.102 : Facteur de sécurité minimum



Digue 2 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Paroi aval	FIGURE B-2
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Moraine	21	-	35
4	Silt sablonneux	17	-	30
5	Moraine	17.5	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

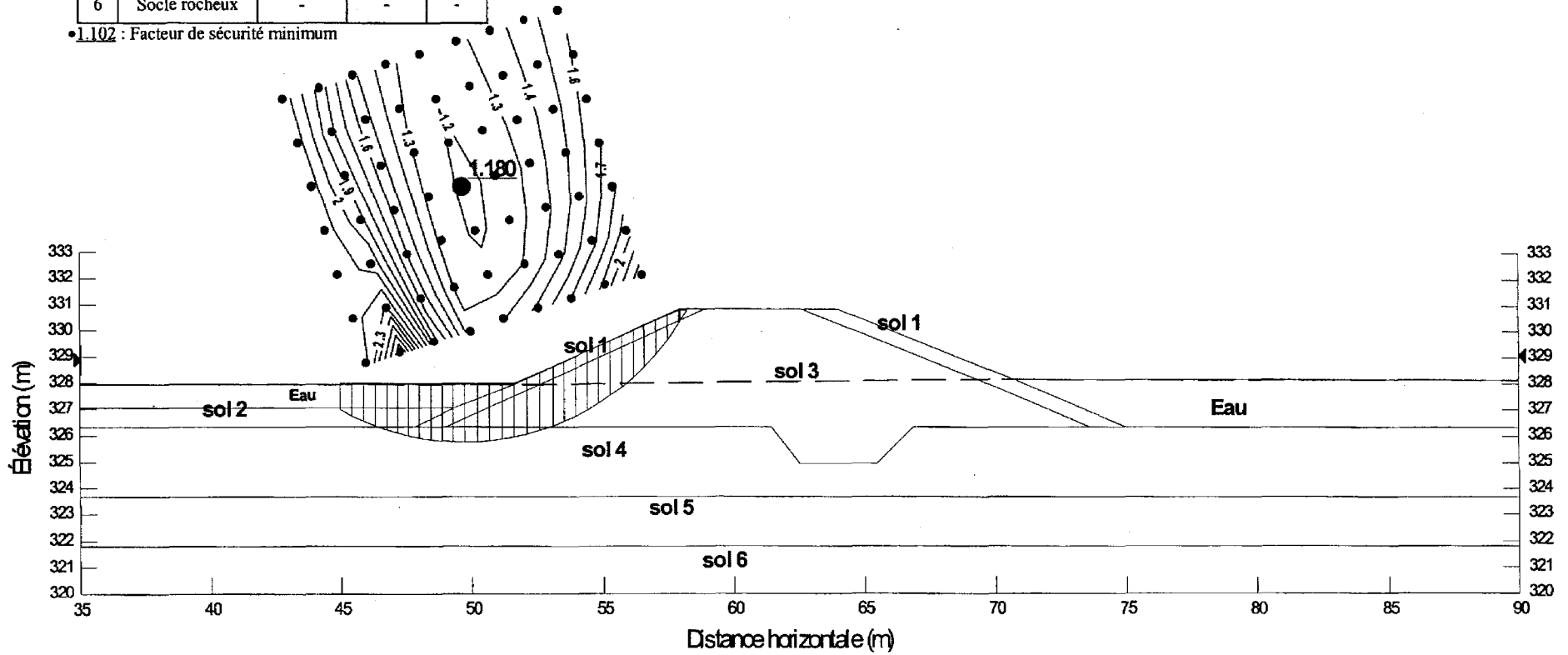
• 1.532 : Facteur de sécurité minimum



Digue 2 : Analyse statique, Paroi amont	FIGURE B-3
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Moraine	21	-	35
4	Silt sablonneux	17	-	30
5	Moraine	17.5	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

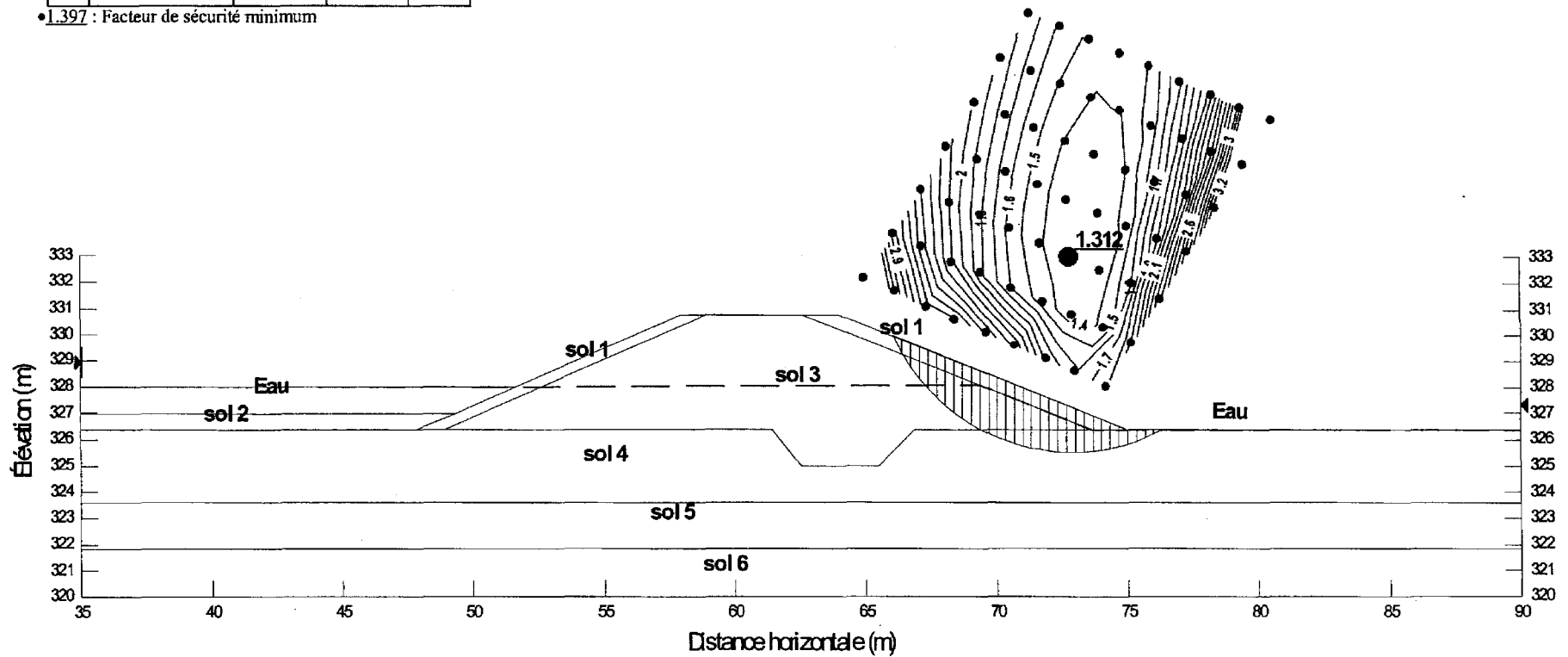
• 1.102 : Facteur de sécurité minimum



Digue 2 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Paroi amont	FIGURE B-4
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Moraine	21	-	35
4	Silt sablonneux	17	-	30
5	Moraine	17.5	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

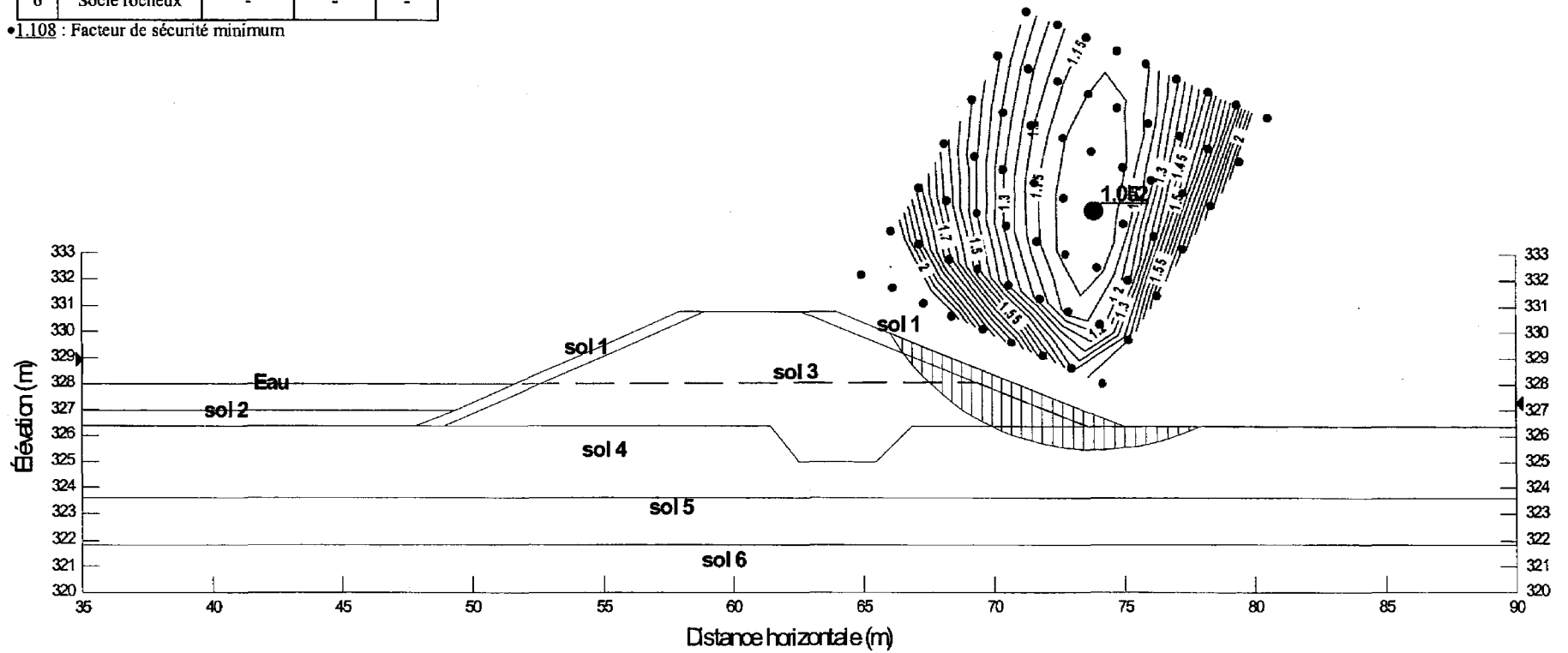
• 1.397 : Facteur de sécurité minimum



Digue 2 : Analyse statique, Vidange rapide, Paroi aval	FIGURE B-5
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Moraine	21	-	35
4	Silt sablonneux	17	-	30
5	Moraine	17.5	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

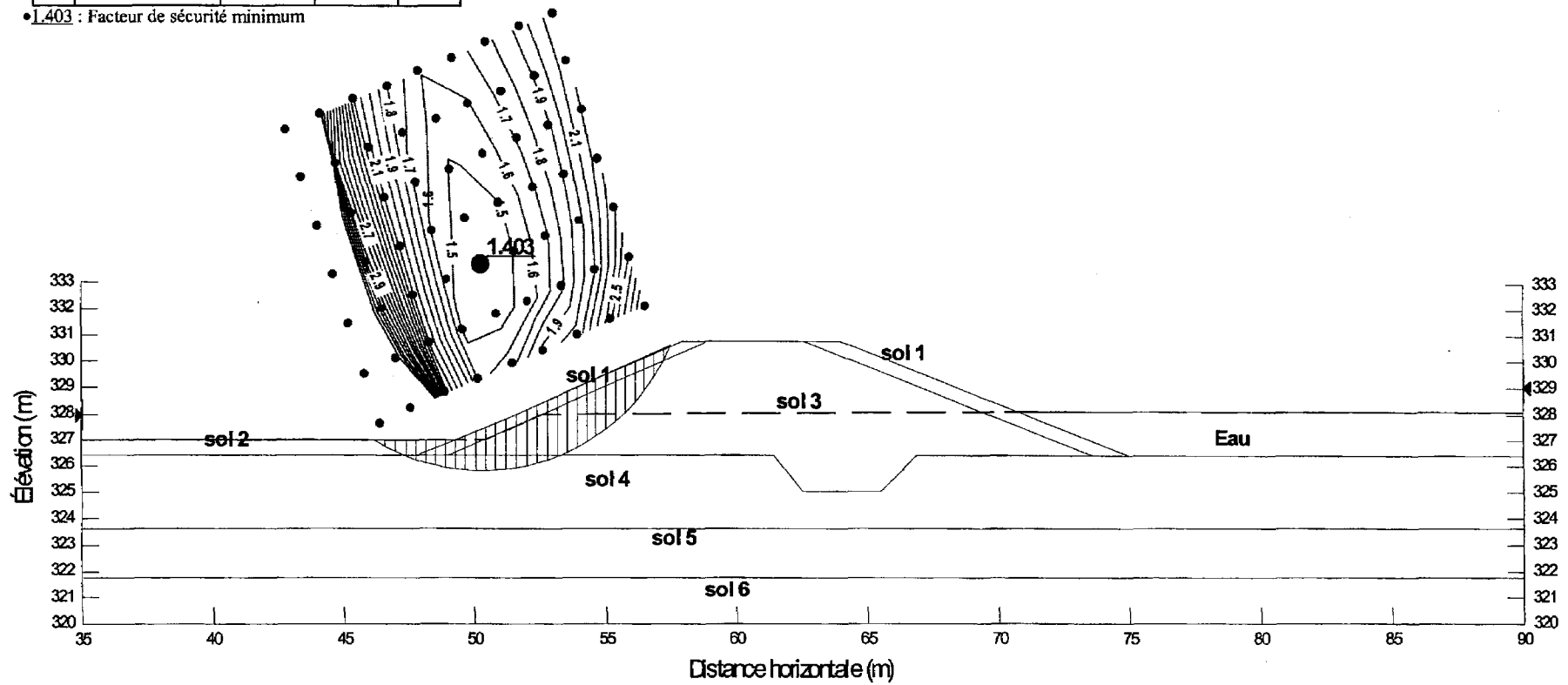
•1.108 : Facteur de sécurité minimum



Digue 2 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi aval	FIGURE B-6
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Moraine	21	-	35
4	Silt sablonneux	17	-	30
5	Moraine	17.5	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

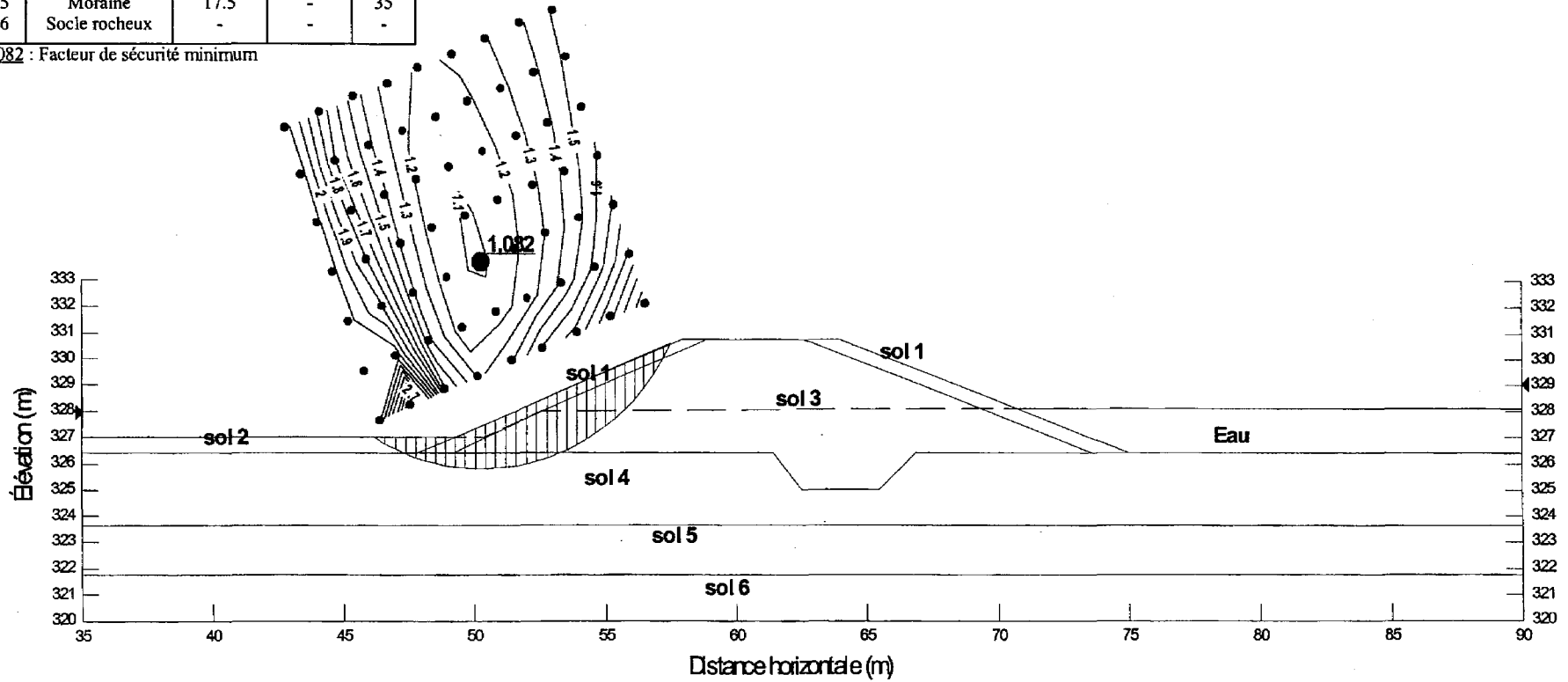
• 1.403 : Facteur de sécurité minimum



Digue 2 : Analyse statique, Vidange rapide, Paroi amont	FIGURE B-7
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Enrochement	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Moraine	21	-	35
4	Silt sablonneux	17	-	30
5	Moraine	17.5	-	35
6	Socle rocheux	-	-	-

• 1.082 : Facteur de sécurité minimum



Digue 2 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi aval	FIGURE B-8
Revue de stabilité, Est-Malartic	

ANNEXE C

DIGUE 3

Février 1996

961-7011-5001

TABLEAU C.1
STRATIGRAPHIE

Tranchée exploratoire	Profondeur (m)	Condition	Stratigraphie
TP-56	0,00-0,30 0,30-0,69 0,69-1,37 1,37	Sec	Matières organiques Silt sablonneux à sable silteux fin brun Silt gris, un peu de gravier (humide) Arrêt de la tranchée
TP-57	0,00-0,20 0,20-0,67 0,67-1,22	Sec	Matières organiques Silt sablonneux brun un peu de gravier et cailloux (humide) Arrêt de la tranchée
TP-58	0,00-0,13 0,13-0,69 0,69-1,65 1,65	Sec	Matières organiques Silt sablonneux brun un peu de gravier et cailloux Silt sablonneux gris-brun, un peu de gravier et cailloux blocaux occasionnels (till glaciaire) Socle rocheux

Localisation: Référer à figure 3

PROJET: 981-7011

JOURNAL DE SONDAGE P13

PAGE 1 DE 1

LOCALISATION: CHAINAGE 396m; FOSSE SUD

DATE DU FORAGE: 3 AVRIL 1991

DATUM: LOCAL

FOREUSE PORTATIVE PIONJAR 120

ECHANTILLONNEUR FLEXDRIVE DE 1.4" DE DIAM.



PROFONDEUR METRES	METHODE	STRATIGRAPHIE		ECHANT.		PENETRATION DYNAMIQUE RESISTANCE, COUPS/C.3m		CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE, k, cm/s		ESSAIS AU LAB. ADDITIONNELS	INSTALLATION DE PIEZOMETRE
		DESCRIPTION	STRATI. ELEV. PROF. (m)	NUMERO	TYPE	COUPS/0.3m	RES. AU CISAILL Cu, kPa	net.V. + rem.V. @	U. O		
0		surface									
		TOURBE, brune.									
1		SILT, brun, organique.	0.80								
2	FOREUSE VIBRO-ROTATIVE PIONJAR 120 - TIGES AQ	ARGILE SILTEUSE, brune, tres raide.	1.20	1							
3											
4		SILT ARGILEUX, gris.	3.50	2							
4		FIN DU FORAGE	4.00								
5											
6											
7											
8											
9											
10											

0
15 5% DE DEFOR. AXIALE A LA RUPTURE
10

ECHELLE VERTICALE

1 : 50

GOLDER ASSOCIES

JOURNAL PAR: D.G.

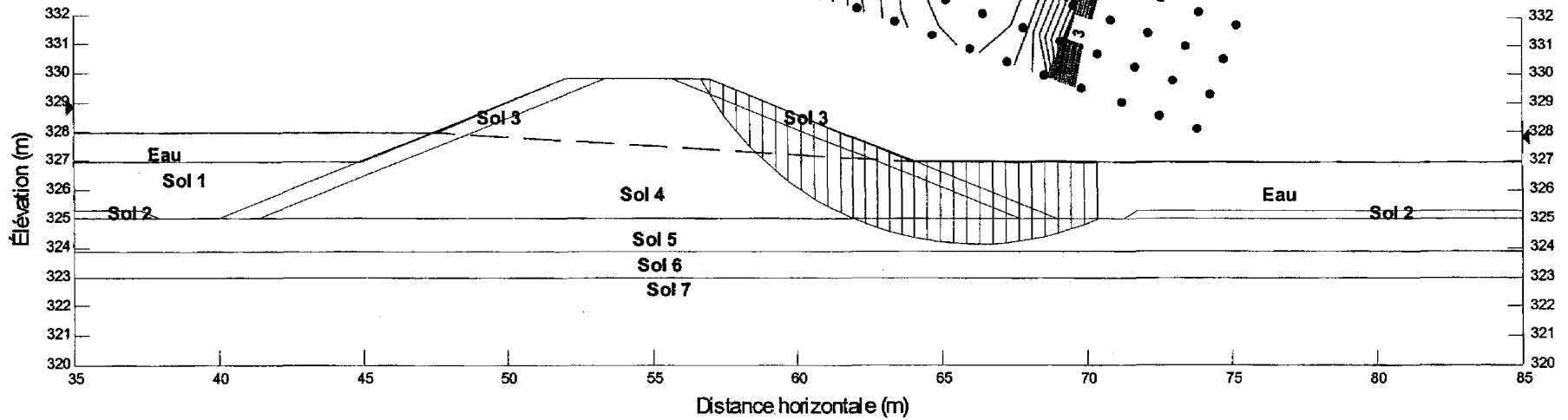
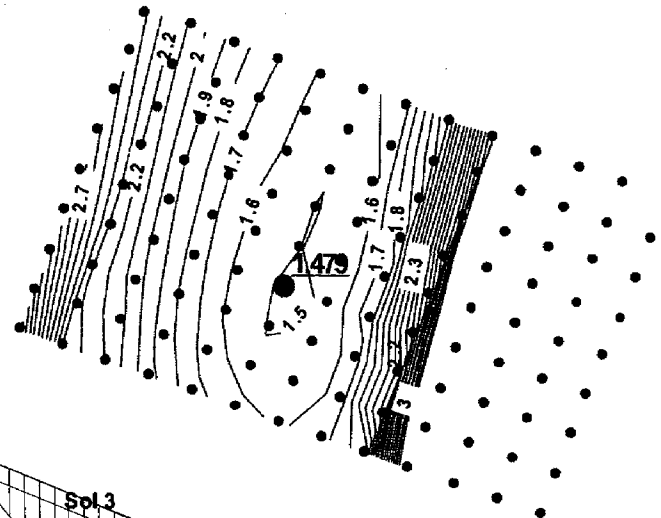
VERIFIE PAR: M.G.F.

TABLEAU C2**VÉRIFICATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION, DIGUE 3**

<i>No</i>	<i>Type de matériau</i>	<i>Profondeur (m)</i>	<i>Indice SPT mesuré</i>	<i>Facteur de sécurité</i>
5	Silt sablonneux	324,5	9	3,09

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Résidus miniers	17	-	26
2	Tourbe	11	-	30
3	Enrochement	18	-	40
4	Moraine	21	-	35
5	Silt sablonneux	17	-	30
6	Moraine	17.5	-	35
7	Socle rocheux	-	-	-

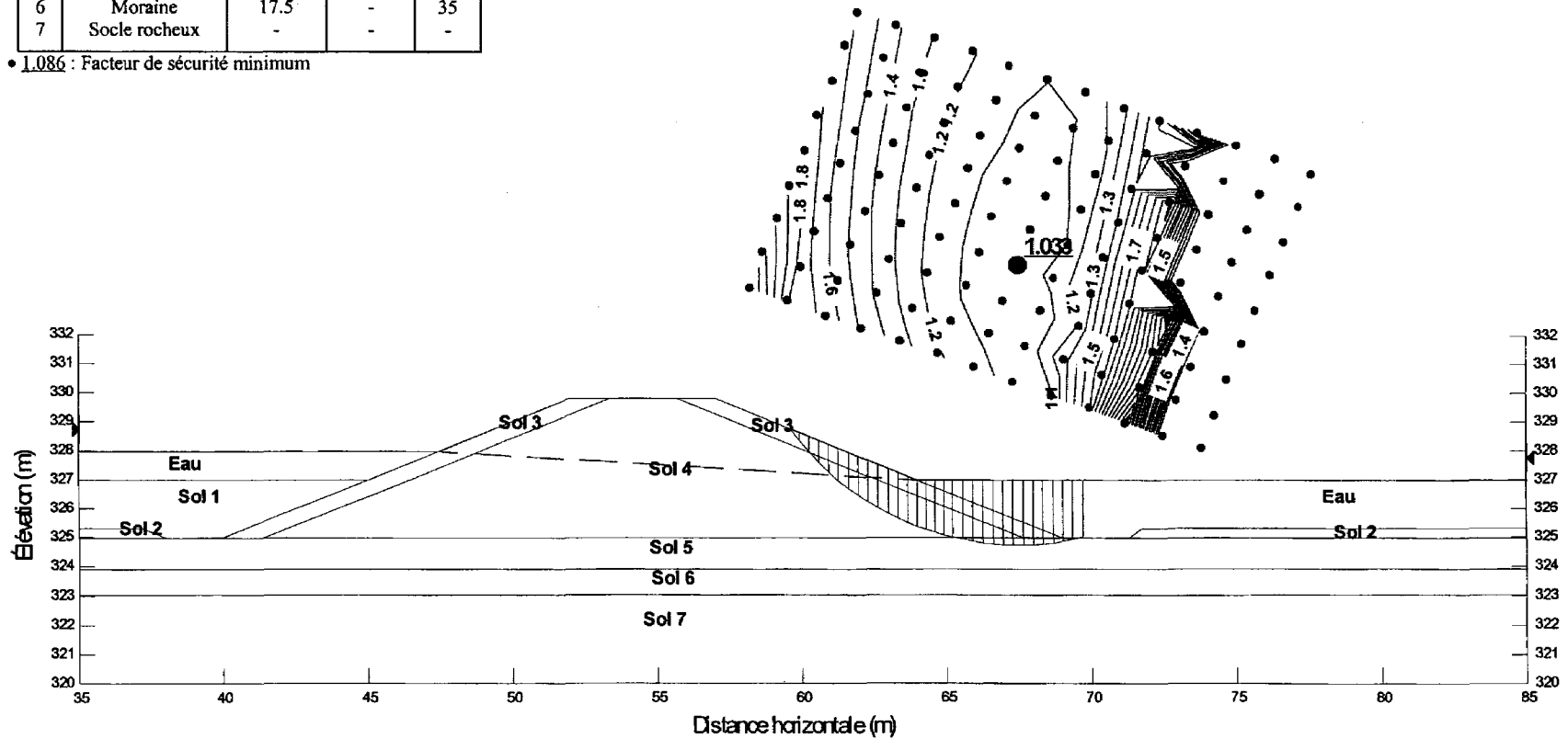
• 1.479 : Facteur de sécurité minimum



Digue 3 : Analyse statique, Paroi aval	FIGURE C-1
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Résidus miniers	17	-	26
2	Tourbe	11	-	30
3	Enrochement	18	-	40
4	Moraine	21	-	35
5	Silt sablonneux	17	-	30
6	Moraine	17.5	-	35
7	Socle rocheux	-	-	-

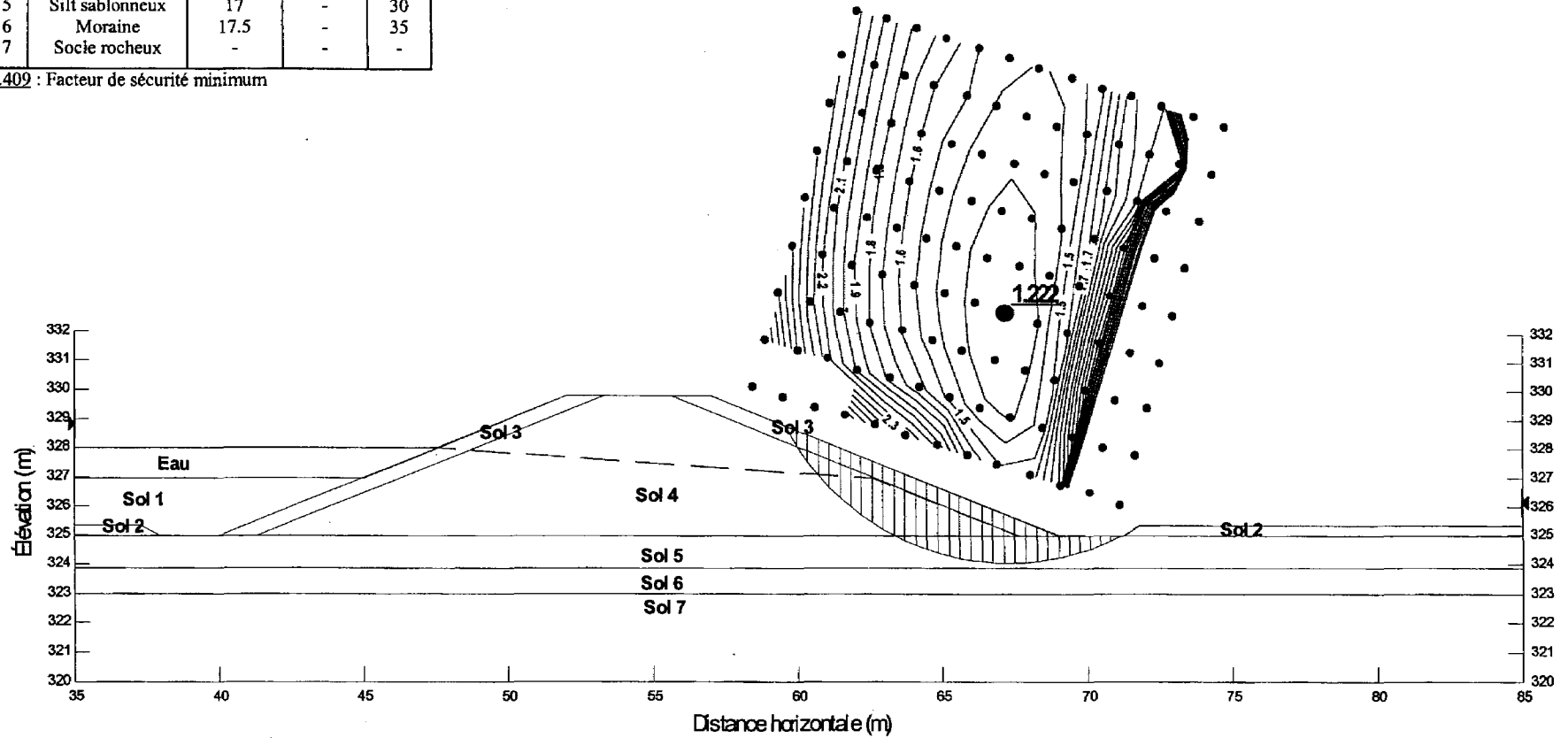
• 1.086 : Facteur de sécurité minimum



Digue 3 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Paroi aval	FIGURE C-2
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Résidus miniers	17	-	26
2	Tourbe	11	-	30
3	Enrochement	18	-	40
4	Moraine	21	-	35
5	Silt sablonneux	17	-	30
6	Moraine	17.5	-	35
7	Socle rocheux	-	-	-

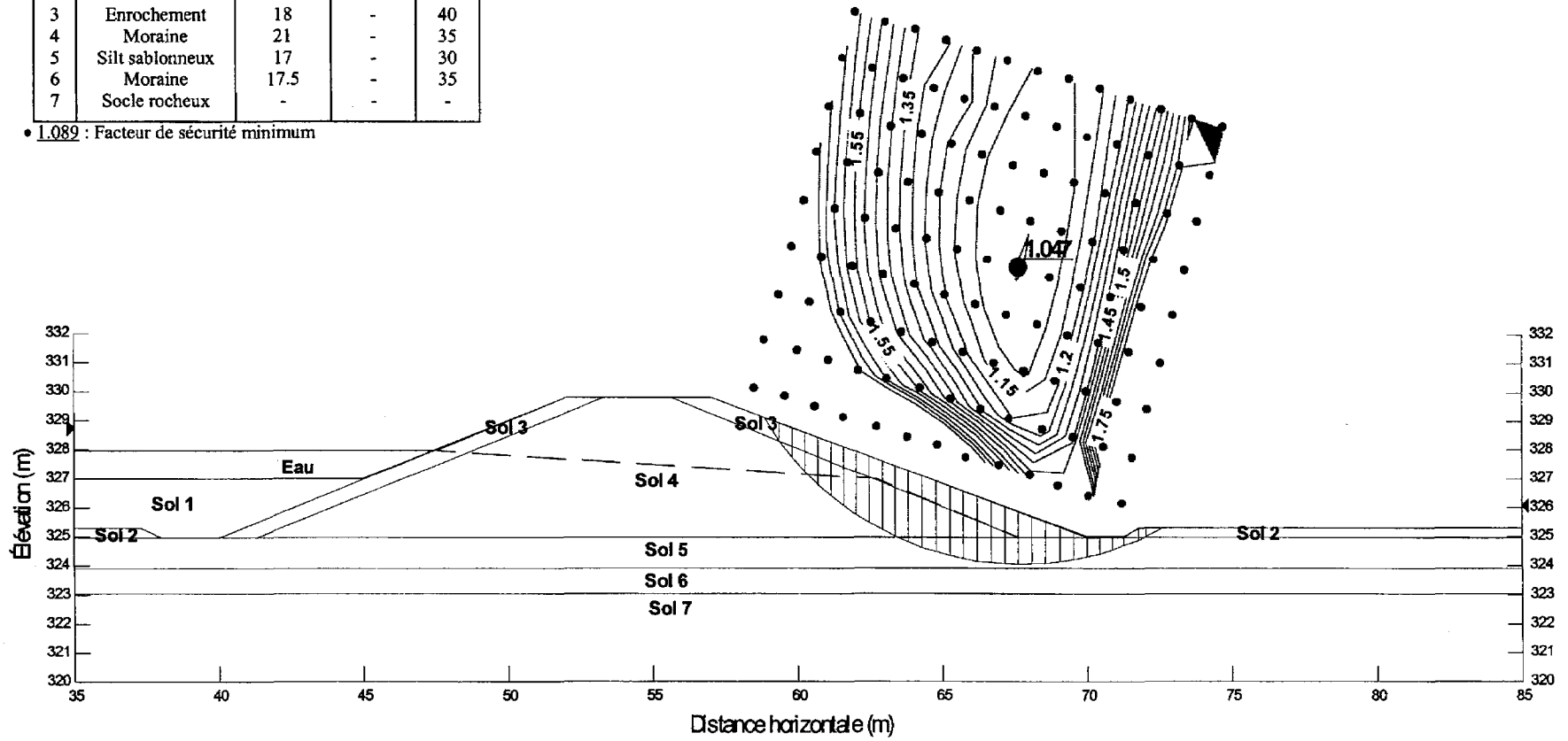
• 1.409 : Facteur de sécurité minimum



Digue 3 : Analyse statique, Vidange rapide, Paroi aval	FIGURE C-3
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Résidus miniers	17	-	0
2	Tourbe	11	-	30
3	Enrochement	18	-	40
4	Moraine	21	-	35
5	Silt sablonneux	17	-	30
6	Moraine	17.5	-	35
7	Socle rocheux	-	-	-

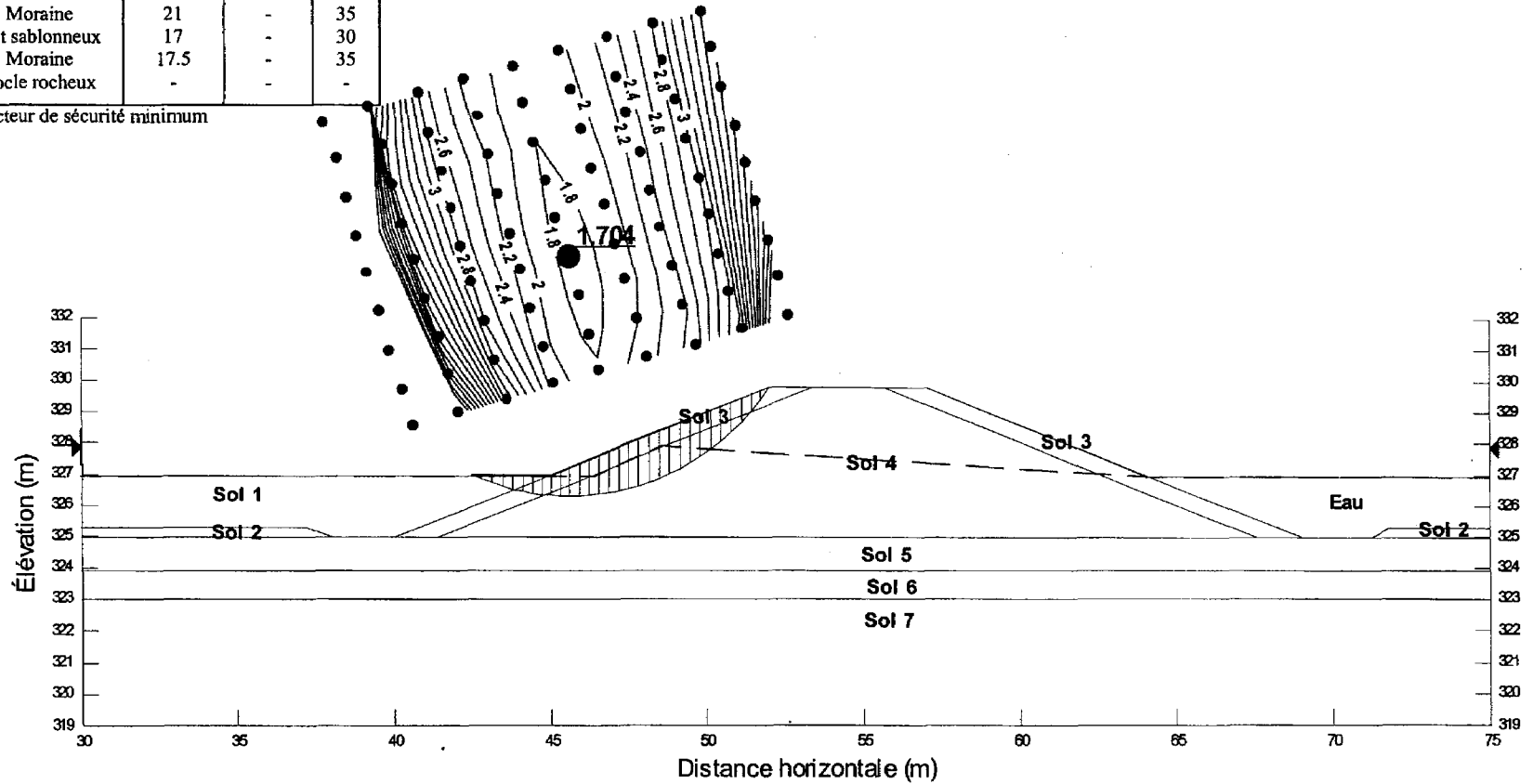
• 1.089 : Facteur de sécurité minimum



Digue 3 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi aval	FIGURE C-4
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Résidus miniers	17	-	26
2	Tourbe	11	-	30
3	Enrochement	18	-	40
4	Moraine	21	-	35
5	Silt sablonneux	17	-	30
6	Moraine	17.5	-	35
7	Socle rocheux	-	-	-

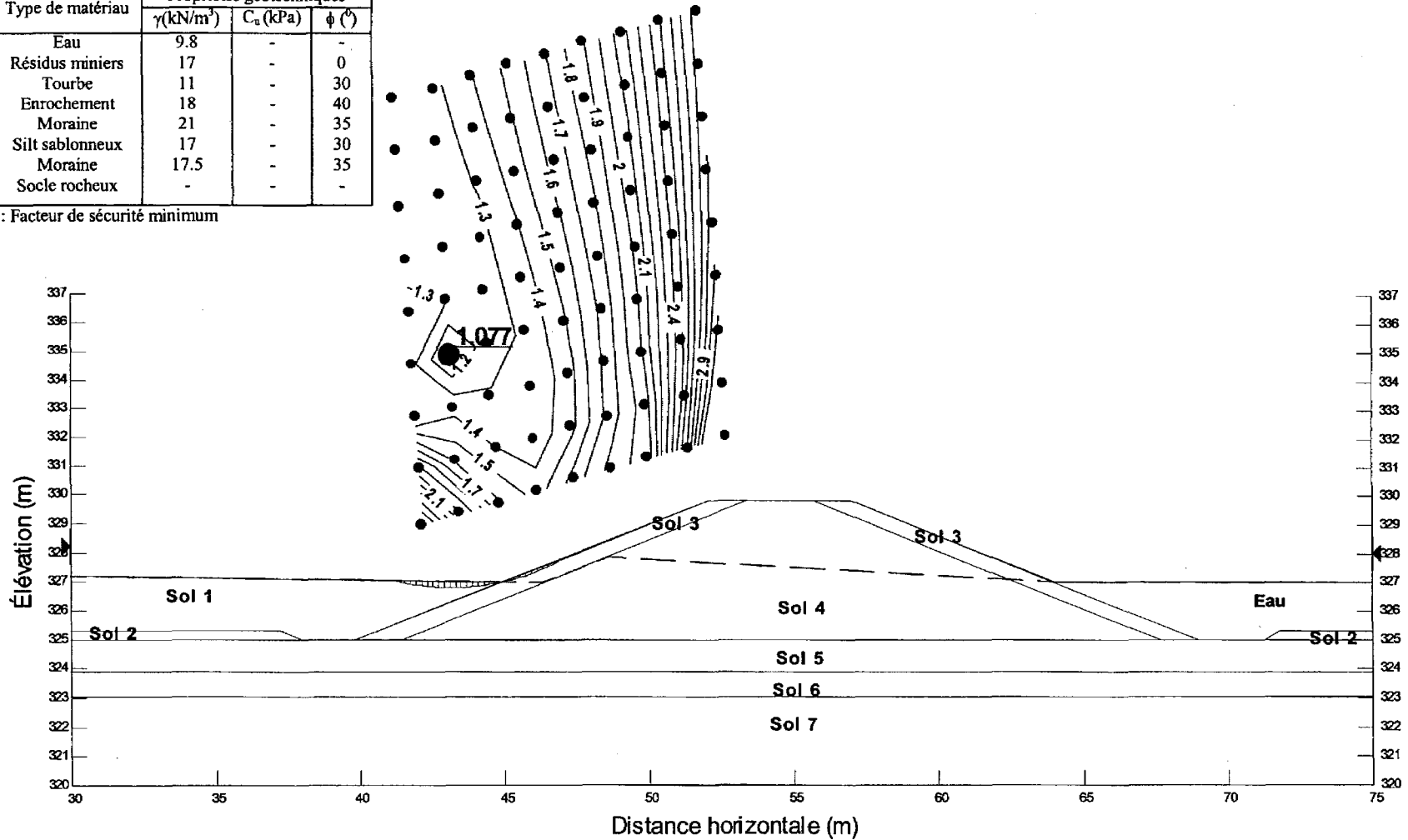
• 1.704 : Facteur de sécurité minimum



Digue 3 : Analyse statique, Vidange rapide, Paroi amont	FIGURE C-5
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Résidus miniers	17	-	0
2	Tourbe	11	-	30
3	Enrochement	18	-	40
4	Moraine	21	-	35
5	Silt sablonneux	17	-	30
6	Moraine	17.5	-	35
7	Socle rocheux	-	-	-

• 1.077 : Facteur de sécurité minimum



Digue 3 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi aval	FIGURE C-6
Revue de stabilité, Est-Malartic	

ANNEXE D

DIGUE 4

Février 1996

961-7011-5001

**TABLEAU D1
STRATIGRAPHIE**

Tranchée exploratoire	Profondeur (m)	Condition	Stratigraphie
TP-50	0,00-0,08 0,08-0,36 0,36-3,66 3,66	Sec	Humus Silt sablonneux brun, un peu de cailloux et blocs Silt sablonneux gris-brun, un peu de gravier, cailloux, traces de blocs (till glaciaire très dense) Arrêt de la tranchée
TP-51	0,00-0,20 0,20-0,51 0,51-2,74 2,74-3,05 3,05	Humide après 2,74 m	Matières organiques Sable silteux très fin brun avec des cailloux Silt sablonneux brun à gris avec gravier, cailloux occasionnels (till glaciaire très dense) Sable silteux gris-brun fin, un peu de gravier et cailloux (humide à mouillé) Socle rocheux
TP-52	0,00-0,20 0,20-0,56 0,56-4,27 4,27	Sec	Matières organiques Sable silteux à silt sablonneux brun un peu de cailloux et blocs Silt sablonneux gris-brun avec un peu de gravier et cailloux, traces de blocs (till glaciaire) Arrêt de la tranchée

Localisation: Référez à figure 3

PROJET: 981-7011

JOURNAL DE SONDAGE BH-102 A

PAGE 1 DE 1

LOCALISATION: 5330201 626 N - 407053 860 E

DATE DU FORAGE: 2 AVRIL 1997

DATUM: GEODESIQUE



MARTEAU D'ECHANTILLONNAGE: 63.5kg; COURSE: 760mm

MARTEAU DE PENETRATION: 63.5kg; COURSE: 760mm

PROFONDEUR METRES	METHODE	STRATIGRAPHIE		ECHANT.		PENETRATION DYNAMIQUE RESISTANCE, COUPS/0.3m				CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE k, cm/s				ESSAIS AU LAB. ADDITIONNELS	INSTALLATION DE PIEZOMETRE
		DESCRIPTION	STRATI.	ELEV. PROF. (m)	NUMERO	TYPE	COUPS/0.3m	RES. AU CISAILL. Cu, kPa	nat.V. + rem.V. ⊕	Q - ● U - ○	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵		
0		surface		325.40 0.00											Piezo 1 11-07-91
		TOURBE		324.79 0.61											Piezo 2 ARTESIEN (+0.58 m.)
		SILT, brun, organique.		324.49 0.91											SOL DE REMBLAI
1		SILT ARGILEUX, tres lache a ARGILE SILTEUSE, brune, ferme a raide.		322.35 3.05	1	DO	3								BENTONITE
2			2		DO	3									
3		ARGILE SILTEUSE, varvee, grise, ferme a raide.		319.61 5.79	3	DO	WH								SOL DE REMBLAI
4	CME 55 MARATHON TARIERE A ME CREUSE (203 mm)		4		DO	WH									
5		SILT, gris, lache.		318.39 7.01											BENTONITE
6			5		DO	8									
7		SABLE ET GRAVIER, gris, dense, avec un peu de cailloux, (TILL).		317.45 7.92											Sable- Filtre Piezo 1 1/2" diam.
8		FIN DU FORAGE, REFUS SUR BLOC.													

0
15 → 5 % DE DEFOR. AXIALE A LA RUPTURE
10

ECHELLE VERTICALE

1 : 50

GOLDER ASSOCIATES

JOURNAL PAR: P.V.

VERIFIE PAR: M.G.F.

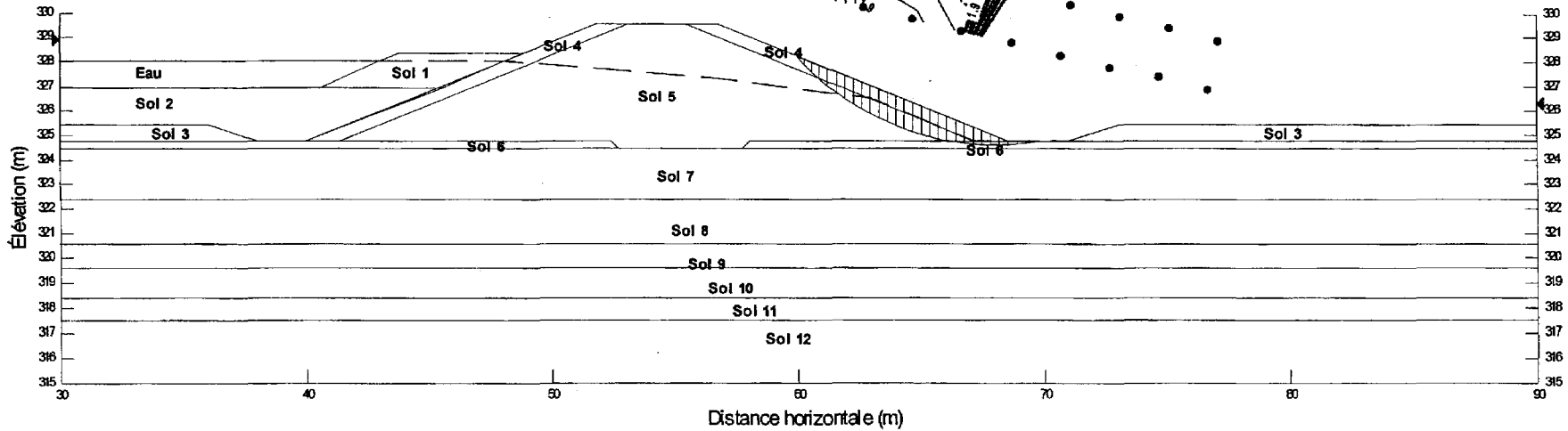
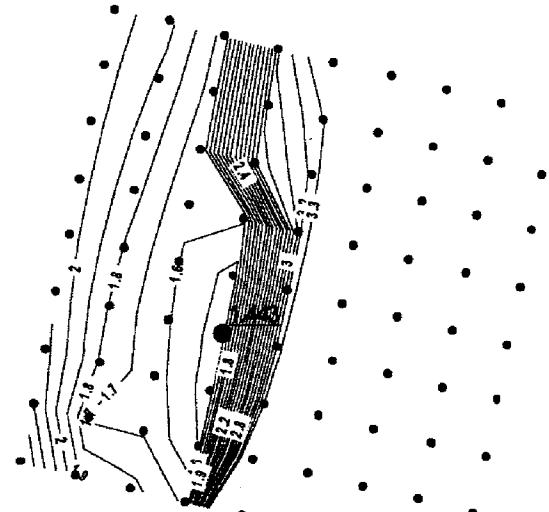
TABLEAU D2**VÉRIFICATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION, DIGUE 4**

<i>No</i>	<i>Type de matériau</i>	<i>Profondeur (m)</i>	<i>Indice SPT mesuré</i>	<i>Facteur de sécurité</i>
3	Tourbe	324,64	3	1,49
10	Silt	319,00	8	1,41

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	-	30
7	Silt argileux (1)	17.5	85 à 35	-
8	Silt argileux (2)	17	35	-
9	Silt argileux (3)	17	58	-
10	Silt	17.5	-	30
11	Sable et gravier	18.5	-	32
12	Socle rocheux	-	-	-

1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture

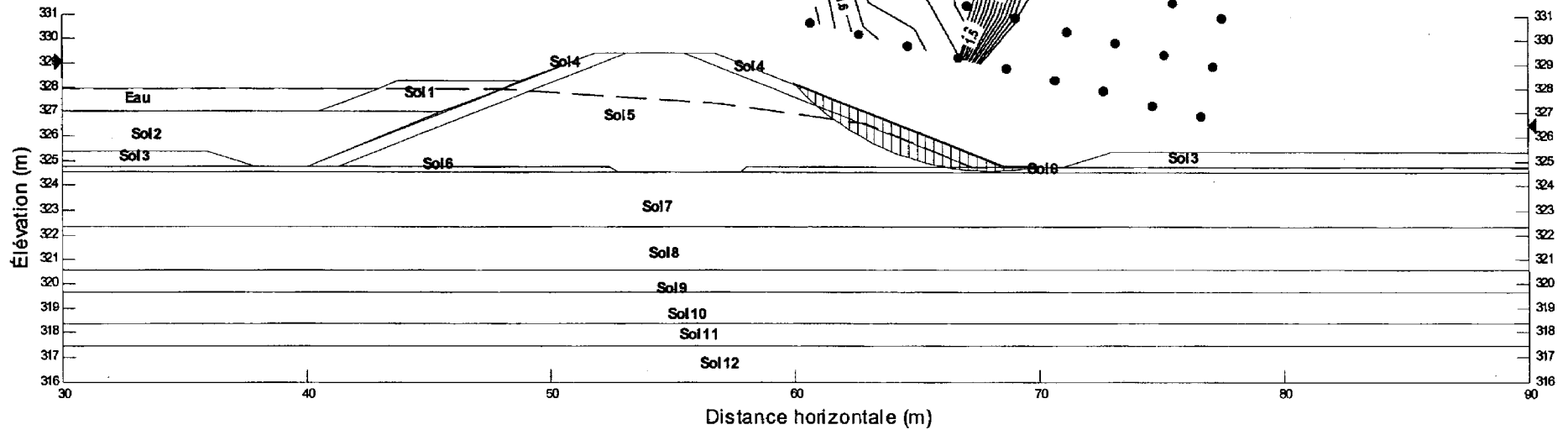
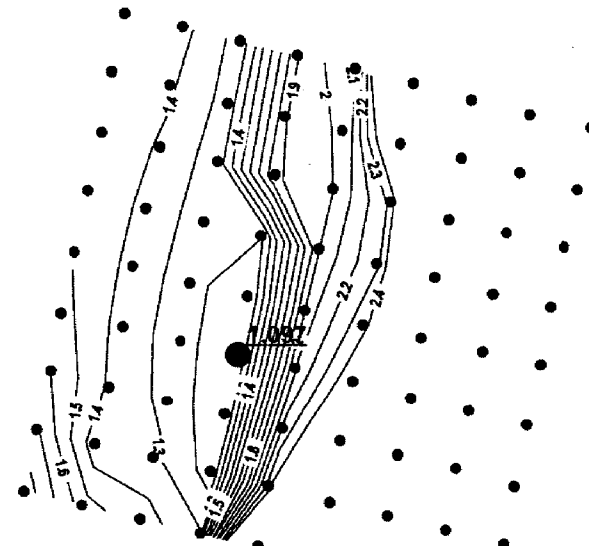
• 1.499 : Facteur de sécurité minimum



Digue 4 : Analyse statique, Paroi aval	FIGURE D-1
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	-	30
7	Silt argileux (1)	17.5	85 à 35	-
8	Silt argileux (2)	17	35	-
9	Silt argileux (3)	17	58	-
10	Silt	17.5	-	30
11	Sable et gravier	18.5	-	32
12	Socle rocheux	-	-	-

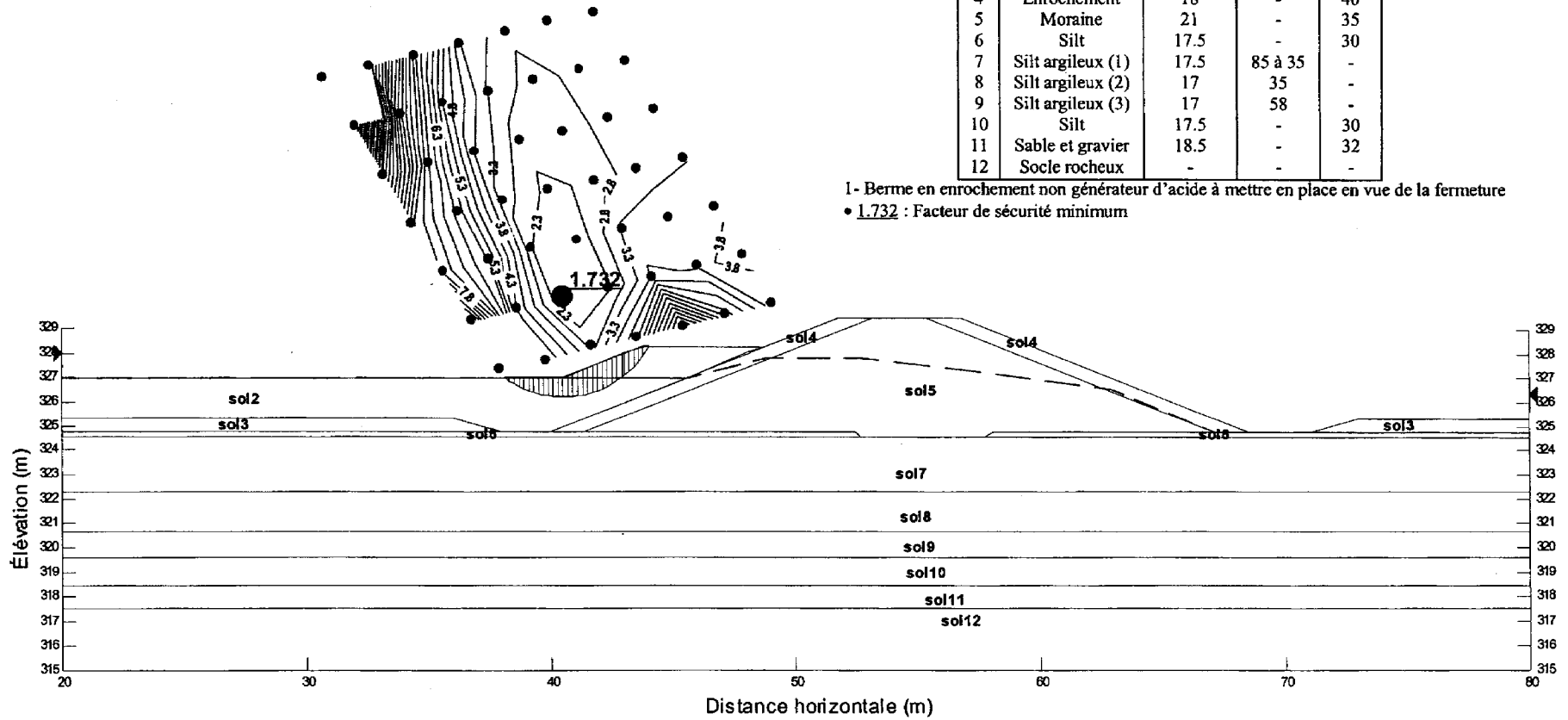
1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture
 • 1.210 : Facteur de sécurité minimum



Digue 4 : Analyse pseudo-statique(a=0.1 g), Paroi aval	FIGURE D-2
Revue de stabilité, Est-Maïartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	-	30
7	Silt argileux (1)	17.5	85 à 35	-
8	Silt argileux (2)	17	35	-
9	Silt argileux (3)	17	58	-
10	Silt	17.5	-	30
11	Sable et gravier	18.5	-	32
12	Socle rocheux	-	-	-

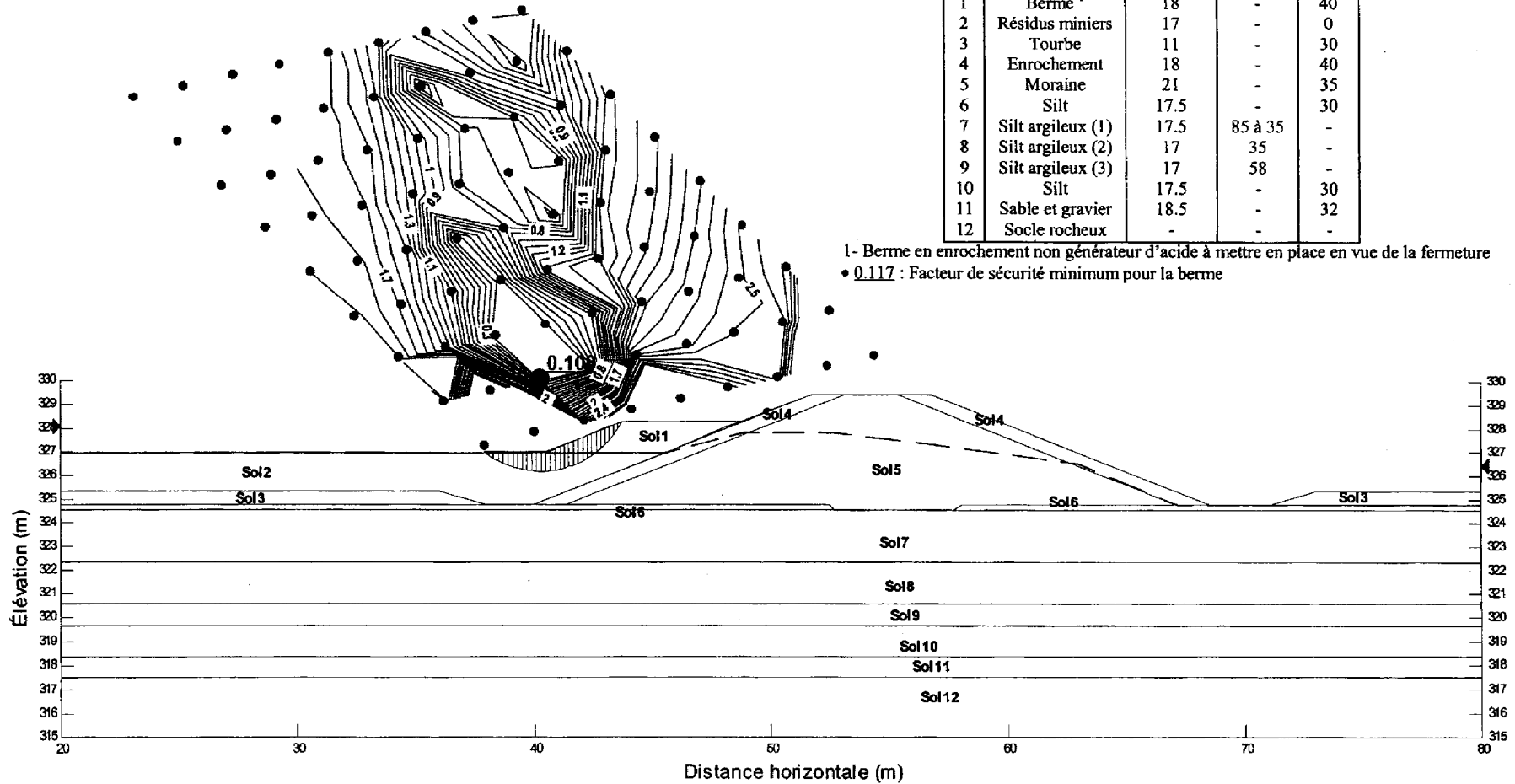
1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture
 • 1.732 : Facteur de sécurité minimum



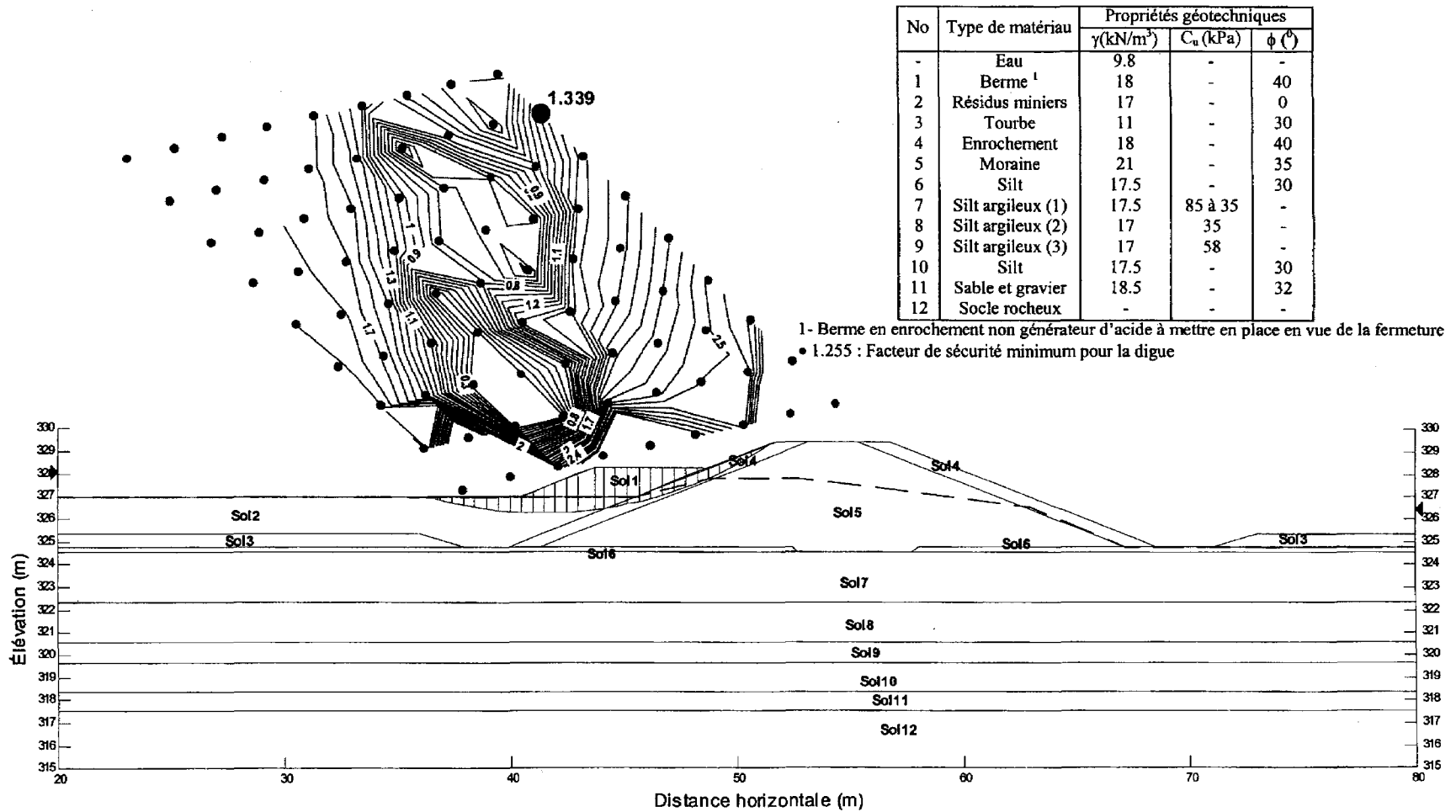
Digue 4 : Analyse statique, Vidange rapide, Paroi amont	FIGURE D-3
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	-	30
7	Silt argileux (1)	17.5	85 à 35	-
8	Silt argileux (2)	17	35	-
9	Silt argileux (3)	17	58	-
10	Silt	17.5	-	30
11	Sable et gravier	18.5	-	32
12	Socle rocheux	-	-	-

1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture
 • 0.117 : Facteur de sécurité minimum pour la berne



Digue 4 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi amont, Rupture de la berne	FIGURE D-4
Revue de stabilité, Est-Malartic	



Digue 4 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi amont, La digue n'est pas affectée par la rupture

FIGURE D-5

Revue de stabilité, Est-Malartic

ANNEXE E

DIGUE 5

PROJET: 961-7011

JOURNAL DE SONDAGE BH-109 A

PAGE 1 DE 2

LOCALISATION: 5330304.742 N - 408832.735 E

DATE DU FORAGE: 3 AVRIL 1991

DATUM: GEOD./MINE

MARTEAU D'ECHANTILLONNAGE: 63.5kg COURSE: 760mm

MARTEAU DE PENETRATION: 63.5kg, COURSE: 760mm



PROFONDEUR METRES	METHODE	STRATIGRAPHIE		ECHANT.		PENETRATION DYNAMIQUE RESISTANCE, COUPS/0.3m				CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE, k cm/s				ESSAIS AU LAB. ADDITIONNELS	INSTALLATION DE PIEZOMETRE	
		DESCRIPTION	STRATI.	ELEV. PROF. (m)	NUMERO	TYPE	COUPS/0.3m	RES. AU CISAILL. Cu, kPa	nat. V. +	rem. V. ⊕	U. ⊙	TAUX D'HUMIDITE, POURCENT	Wp			W
0		surface		321.28 0.00											Piezo 1 Piezo 2 05-07-91	
1		TOURBE, brune, organique.		320.31 0.97	1	DO 7										
2		SILT, gris, traces d'argile a un peu d'argile, tres lache.			2	DO 2	⊕								MH-L AB	
3				3	DO 1	⊕										
4				4	DO WH	⊕									MH	
5				5	DO WH	⊕										
6	CME 55 MARATHON TAPIERE A ME CREUSE (203 mm)	ARGILE SILTEUSE, grise, ferme.		317.47 3.81	6	DO WH	⊕									
7				7	DO WH	⊕										
8				8	DO WH	⊕										
9				9	DO WH	⊕										
10		SILT ARGILEUX, gris, lache.		312.90 6.58	10	DO 5	⊕								SOL DE REMBLAI	
10		SUITE PAGE SUIVANTE		311.53 9.75											BENTONITE-CIMENT	

ECHELLE VERTICALE

GOLDER ASSOCIATES

JOURNAL PAR: P.V.

VERIFIE PAR: M.G.F.

PROJET: 961-7011

JOURNAL DE SONDAGE BH-109 A

PAGE 2 DE 2

LOCALISATION: 5330304.742 N - 406832.735 E

DATE DU FORAGE: 3 AVRIL 1991

DATUM: GEOD./MINE



MARTEAU D'ECHANTILLONNAGE, 63.5kg; COURSE, 760mm

MARTEAU DE PENETRATION, 63.5kg; COURSE, 760mm

PROFONDEUR METRES	METHODE	STRATIGRAPHIE			ECHANT.		PENETRATION DYNAMIQUE RESISTANCE, COUPS/0.3m				CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE, k, cm/s				ESSAIS AU LAB. ADDITIONNELS	INSTALLATION DE PIEZOMETRE			
		DESCRIPTION	STRATI.	ELEV. PROF. (m)	NUMERO	TYPE	COUPS/0.3m	RES. AU CISAILL Cu, kPa	nat.V. + rem.V. -	Q. ● U. ○	7	6	5	4			TAUX D'HUMIDITE, POURCENT		
							20	40	60	80	Wp	W	W	20	40	60	80		
10		SUITE DE LA PAGE PRECEDENTE																	
11		SABLE ET GRAVIER, traces de silt.	310.54 10.74	DO															Piezo 2 1/2" diam. Sable- Filtre
12	FORAGE AUX DIAMANTS NX			1	NQ		TCR %	SCR %	RCD %										BENTONITE
13				2	NQ		100	100	75										
14	CHÉ 55 MARATHON	SOCLE ROCHEUX - DIORITE A PORPHYRES DE PLAGIOCLASES ET BIOTITE. ROCHE A GRAINS MOYENS COMPOSES DE 50 - 60 % DE PORPHYRES.		3	NQ		100	100	77										
15	FORAGE AUX DIAMANTS BX			4	NQ		100	99	64										Sable- Filtre
16		FIN DU FORAGE	305.46 15.82																Piezo 1 1-1/4" diam.
17		NOTE: RESISTANCE AU CISAILLEMENT OBTENUE DE L'ESSAI SCISSOMETRIQUE EN PLACE OBTENUE D'UN TROU FORÉ JUSTE A COTE DE BH-109																	
18																			
19																			
20																			

15 → 5 % DE DEFOR. AXIALE A LA RUPTURE
10

ECHELLE VERTICALE
1 : 50

GOLDER ASSOCIÉS

JOURNAL PAR: P.V.
VERIFIE PAR: M.G.F.

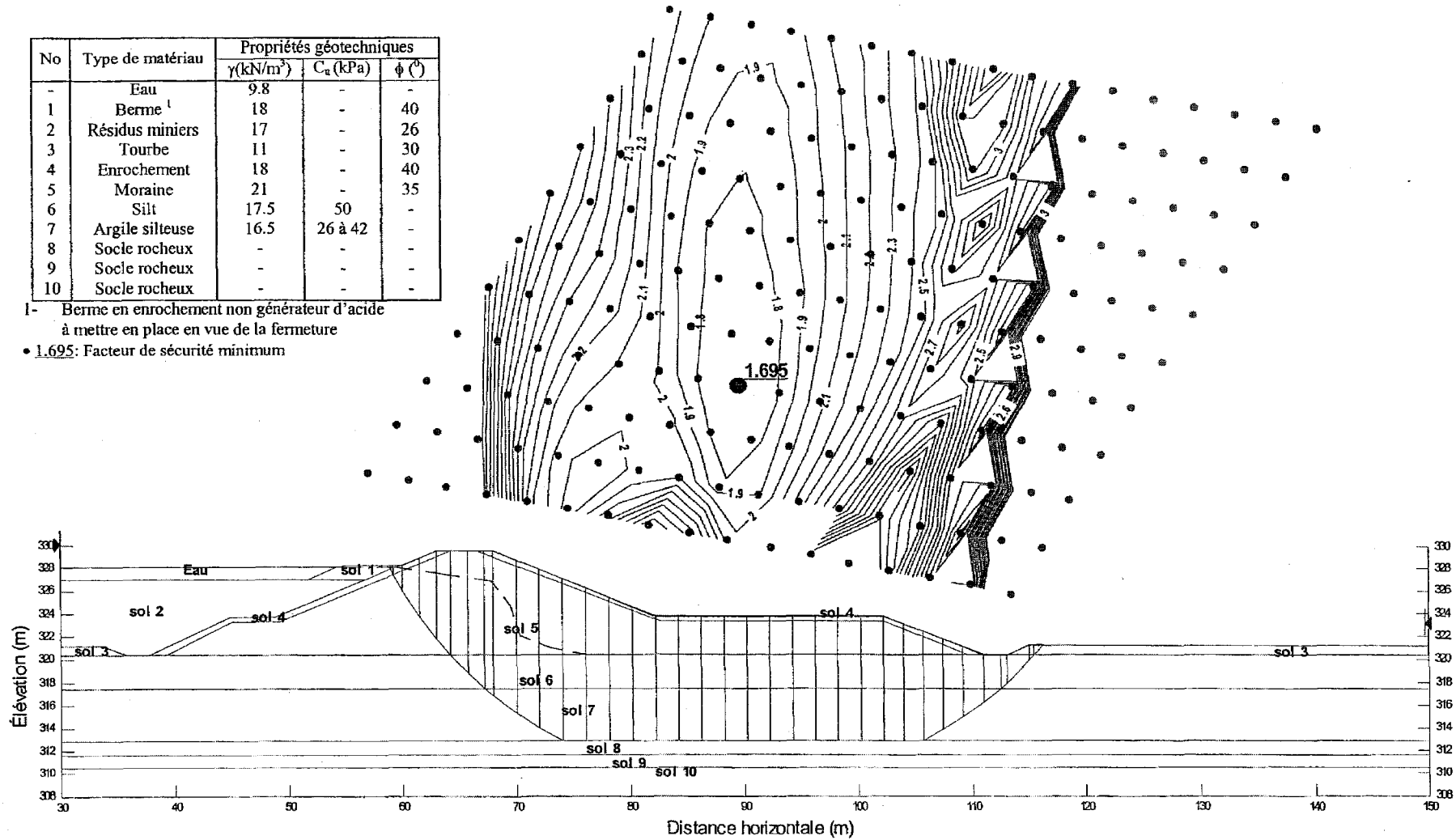
TABLEAU E1**VÉRIFICATION DU POTENTIEL DE LIQUÉFACTION, DIGUE 5**

<i>No</i>	<i>Type de matériau</i>	<i>Profondeur (m)</i>	<i>Indice SPT mesuré</i>	<i>Facteur de sécurité</i>
6	Silt	319,51	2	1,24
		318,71	1	1,29

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

1- Berme en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture

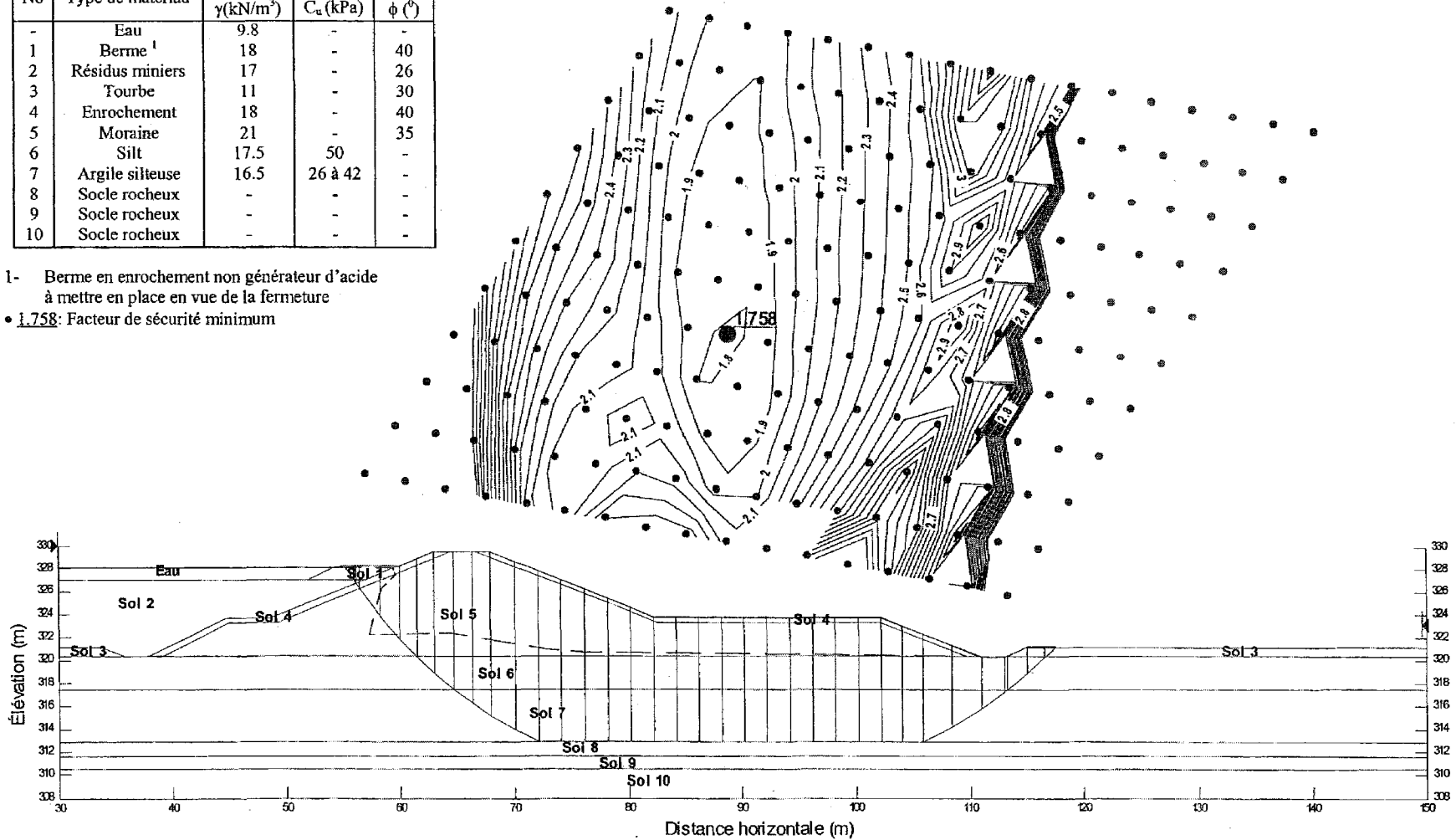
• 1.695: Facteur de sécurité minimum



Digue 5 : Analyse statique, Rupture dans la couche d'argile ($C_u = 26$ à 42 kPa), Paroi aval	FIGURE E-1
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Fourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

- 1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture
- 1.758: Facteur de sécurité minimum



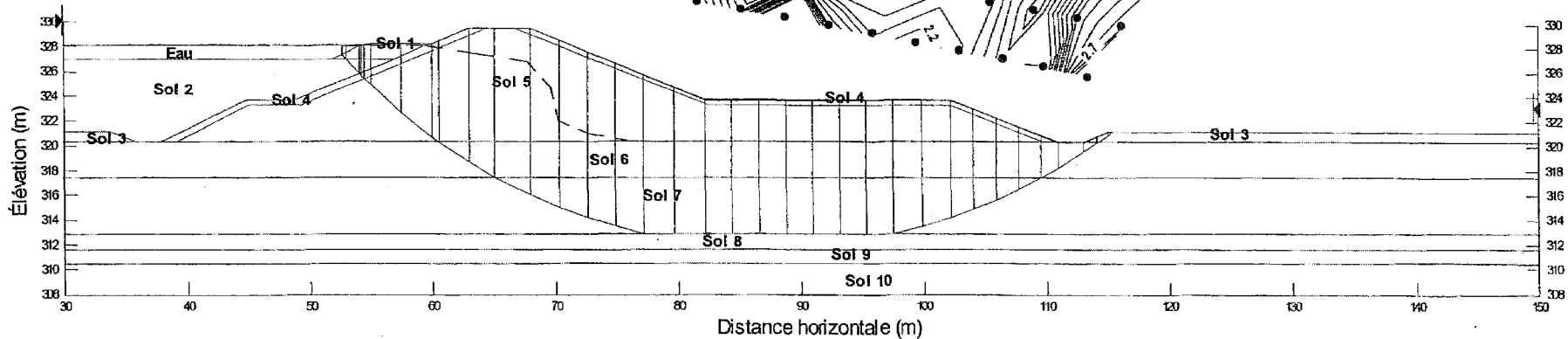
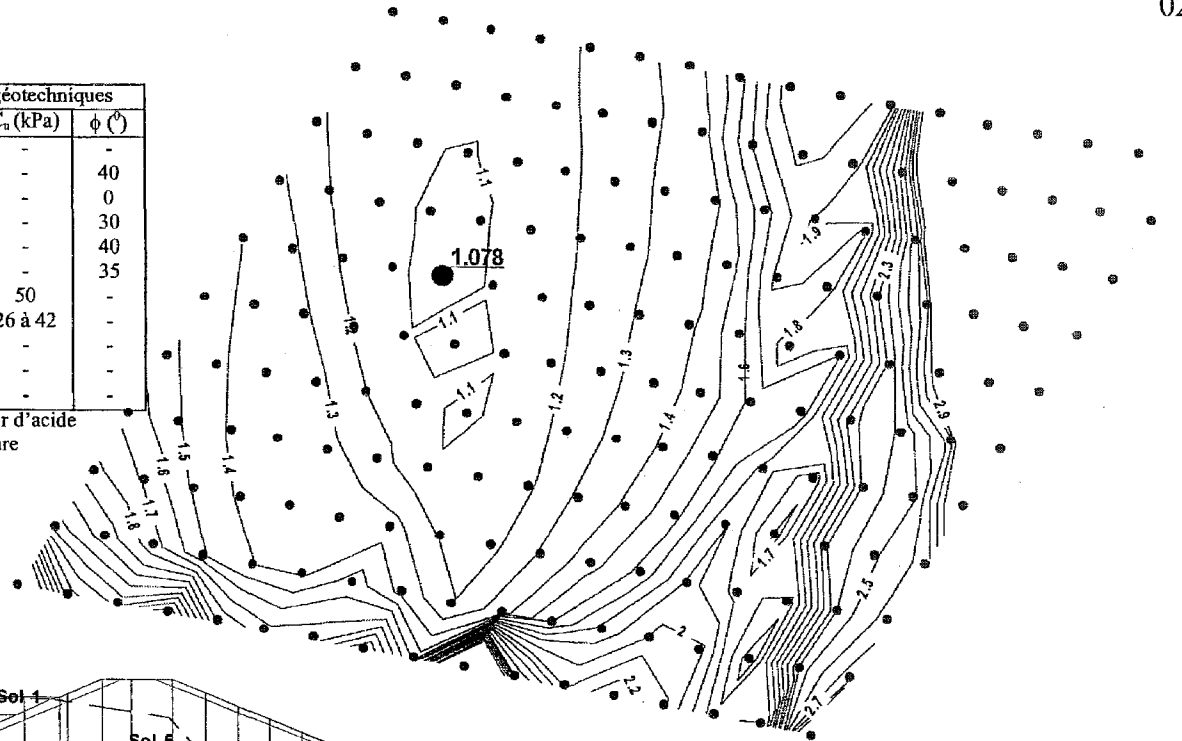
Digue 5 : Analyse statique, Rupture dans la couche d'argile ($C_u=26$ à 42 kPa), Nappe phréatique basse, Paroi aval

FIGURE E-2

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture

• 1.078: Facteur de sécurité minimum



Digue 5 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Rupture dans la couche d'argile ($C_u= 26 \text{ à } 42 \text{ kPa}$), Paroi aval, Niveau d'eau dans le parc à résidus à 328 m

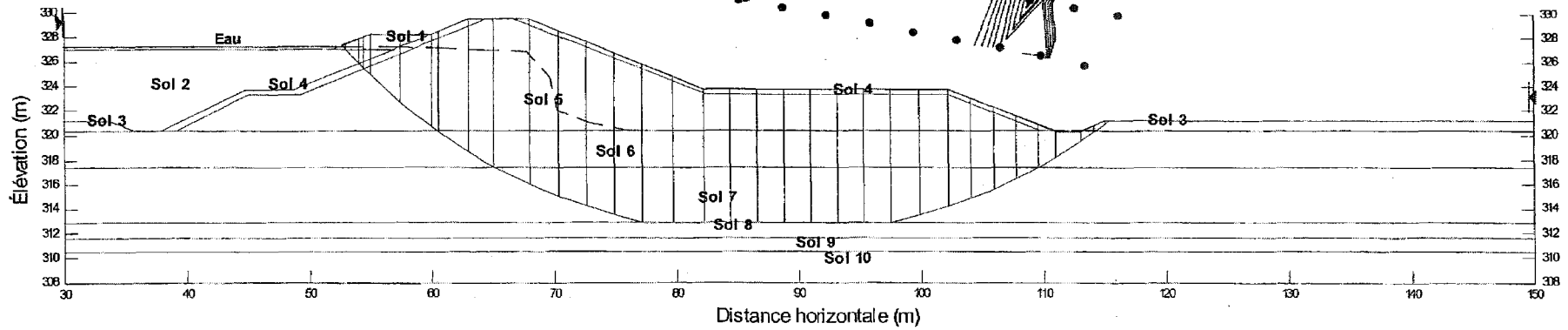
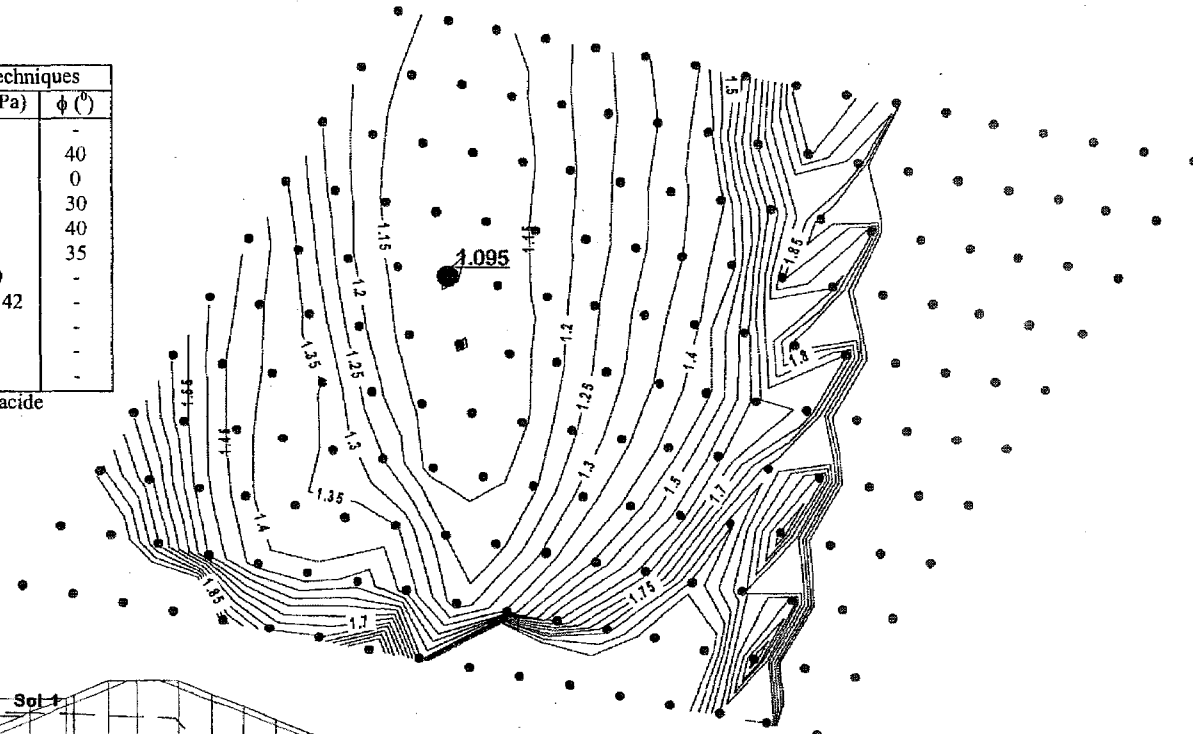
FIGURE E-3

Revue de stabilité, Est-Malartic

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berme ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

1- Berme en enrochement non générateur d'acide
à mettre en place en vue de la fermeture

• 1.095: Facteur de sécurité minimum



Digue 5 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Rupture dans la couche d'argile ($C_u= 26 \text{ à } 42 \text{ kPa}$), Paroi aval, Niveau d'eau dans le parc à résidus à 327.3 m

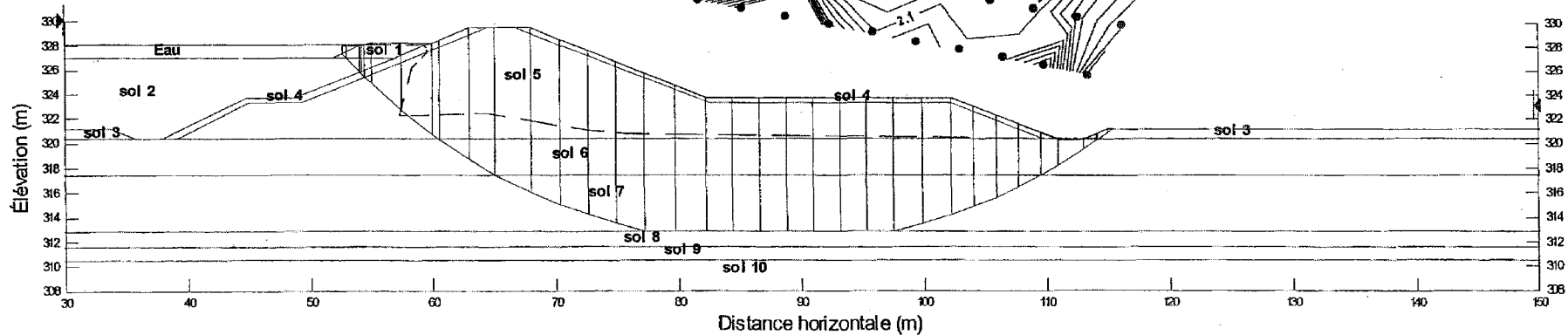
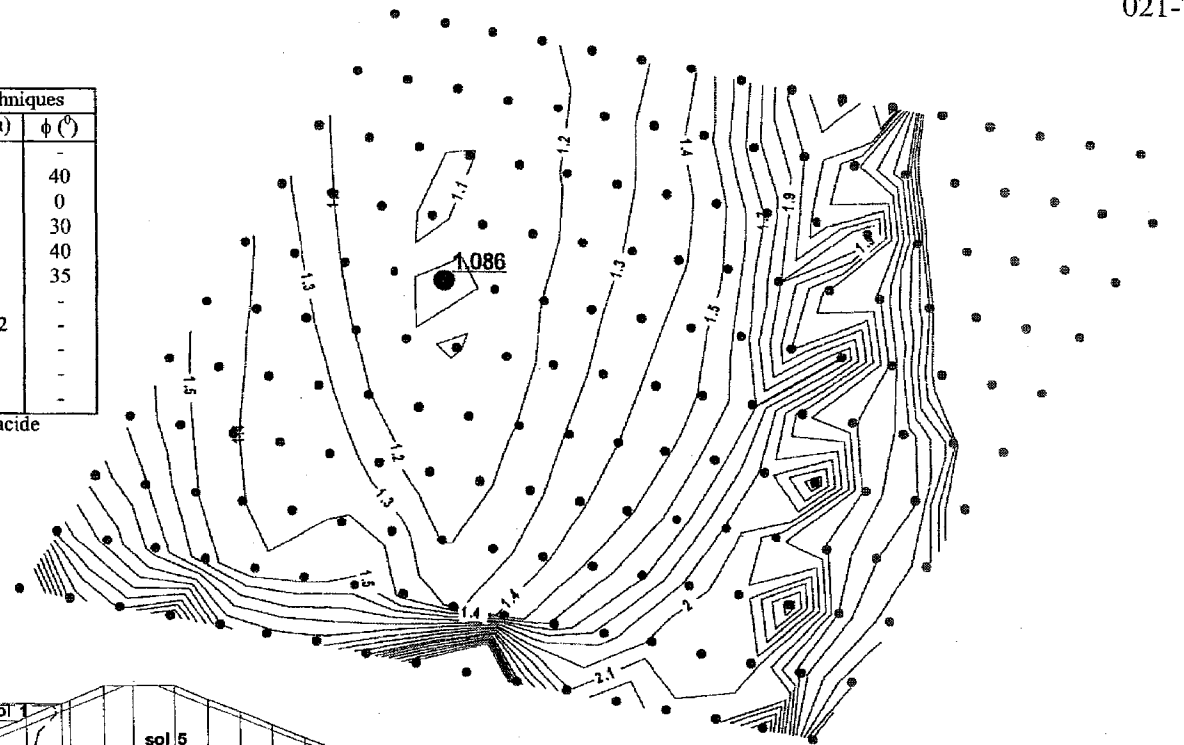
FIGURE E-4

Revue de stabilité, Est-Matartic

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berme ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

1- Berme en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture

• 1.086: Facteur de sécurité minimum



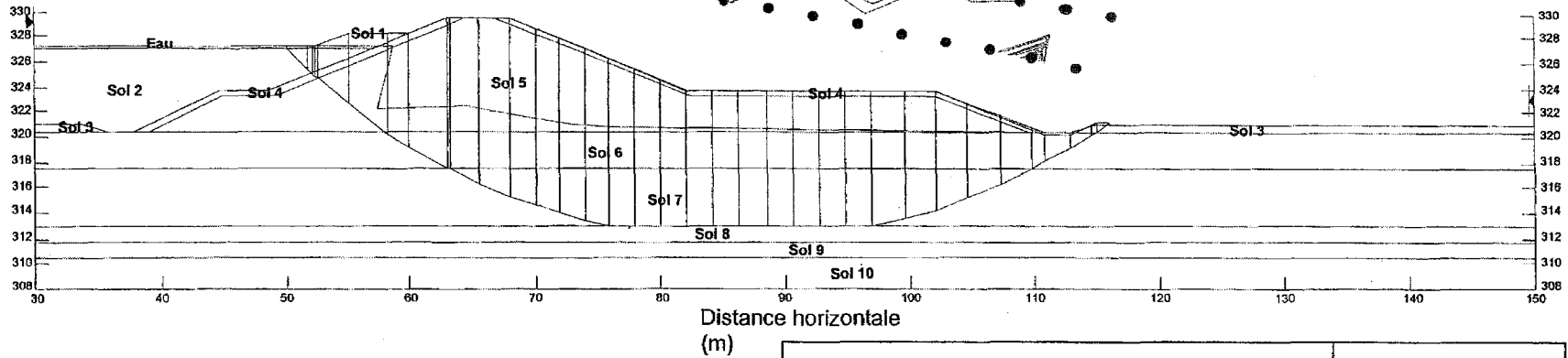
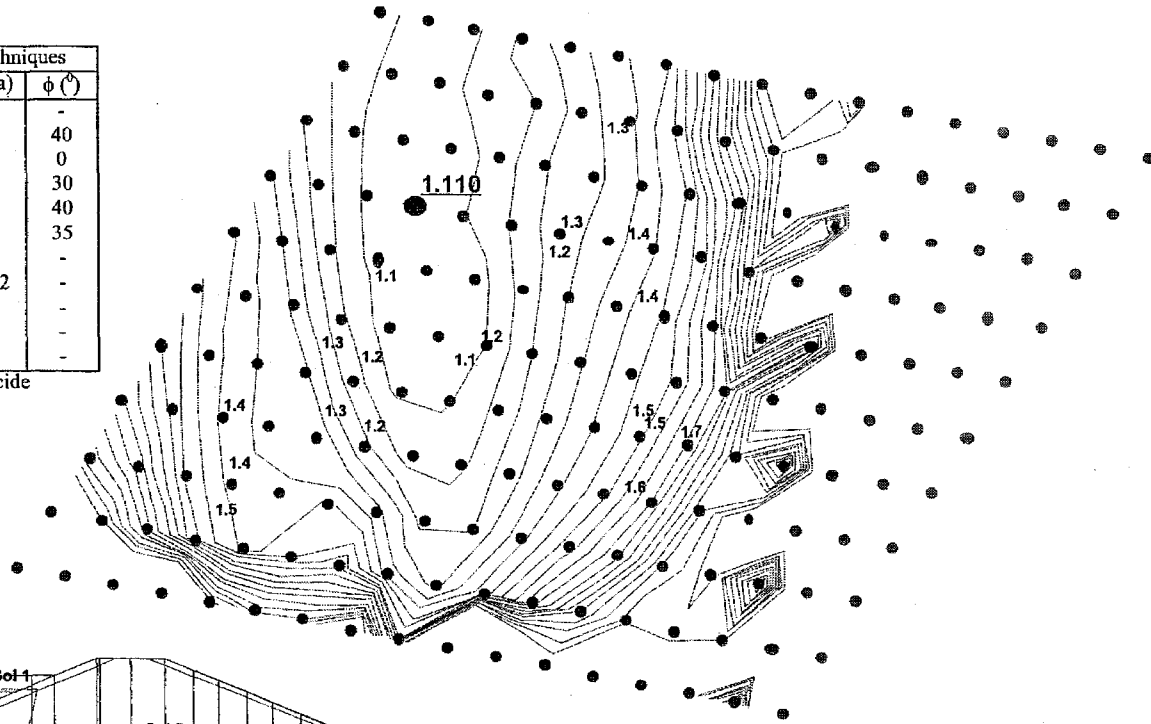
Digue 5 : Analyse pseudo-statique ($a=0.1$ g), Rupture dans la couche d'argile ($C_u=26$ à 42 kPa), Nappe phréatique basse, Paroi aval, Niveau d'eau dans le parc à résidus à 328 m

FIGURE E-5

Revue de stabilité, Est-Malartic

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

- 1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture
- 1.110 : Facteur de sécurité minimum



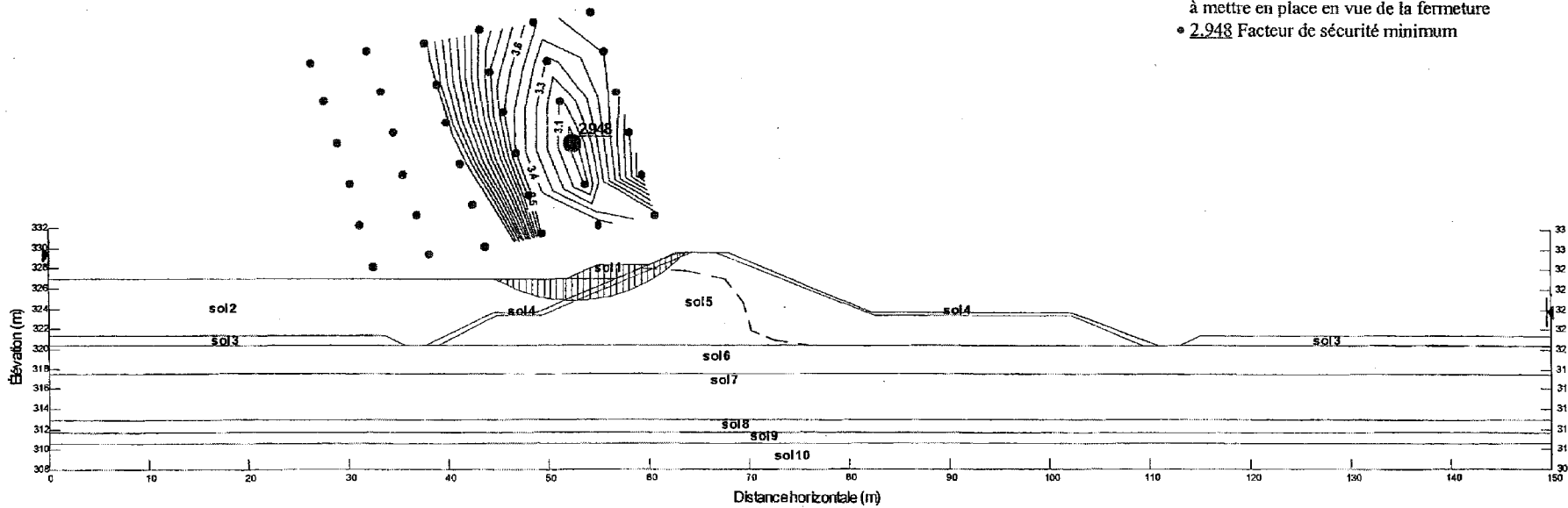
Digue 5 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Rupture dans la couche d'argile ($C_u=26$ à 42 kPa), Nappe phréatique basse, Paroi aval, Niveau d'eau dans le parc à résidus à 327.3 m

FIGURE E-6

Revue de stabilité, Est-Malartic

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	26
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

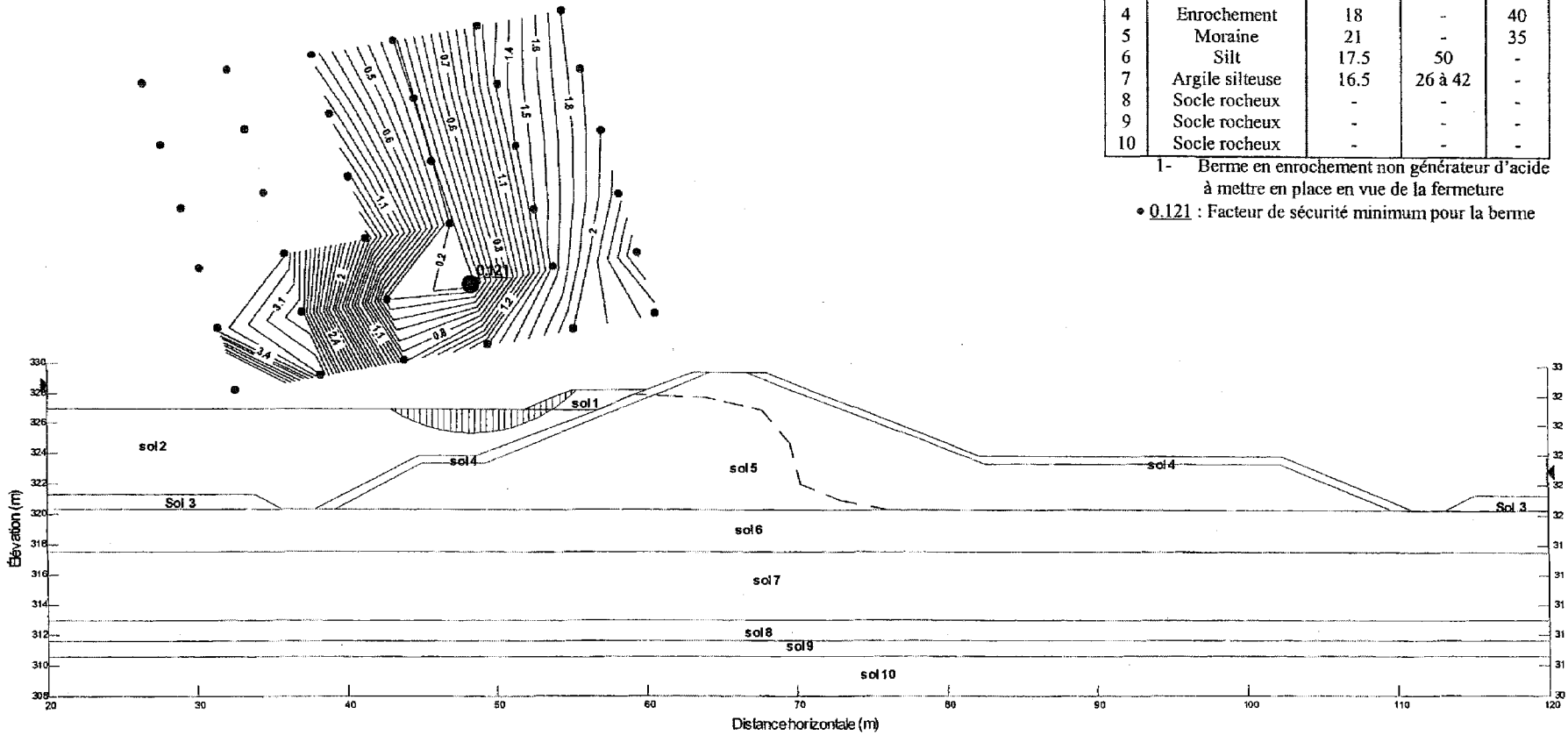
- 1-Berne en enrochement non générateur d'acide
à mettre en place en vue de la fermeture
• 2.948 Facteur de sécurité minimum



Digue 5 : Analyse statique, Vidange rapide, Paroi amont	FIGURE E-7
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

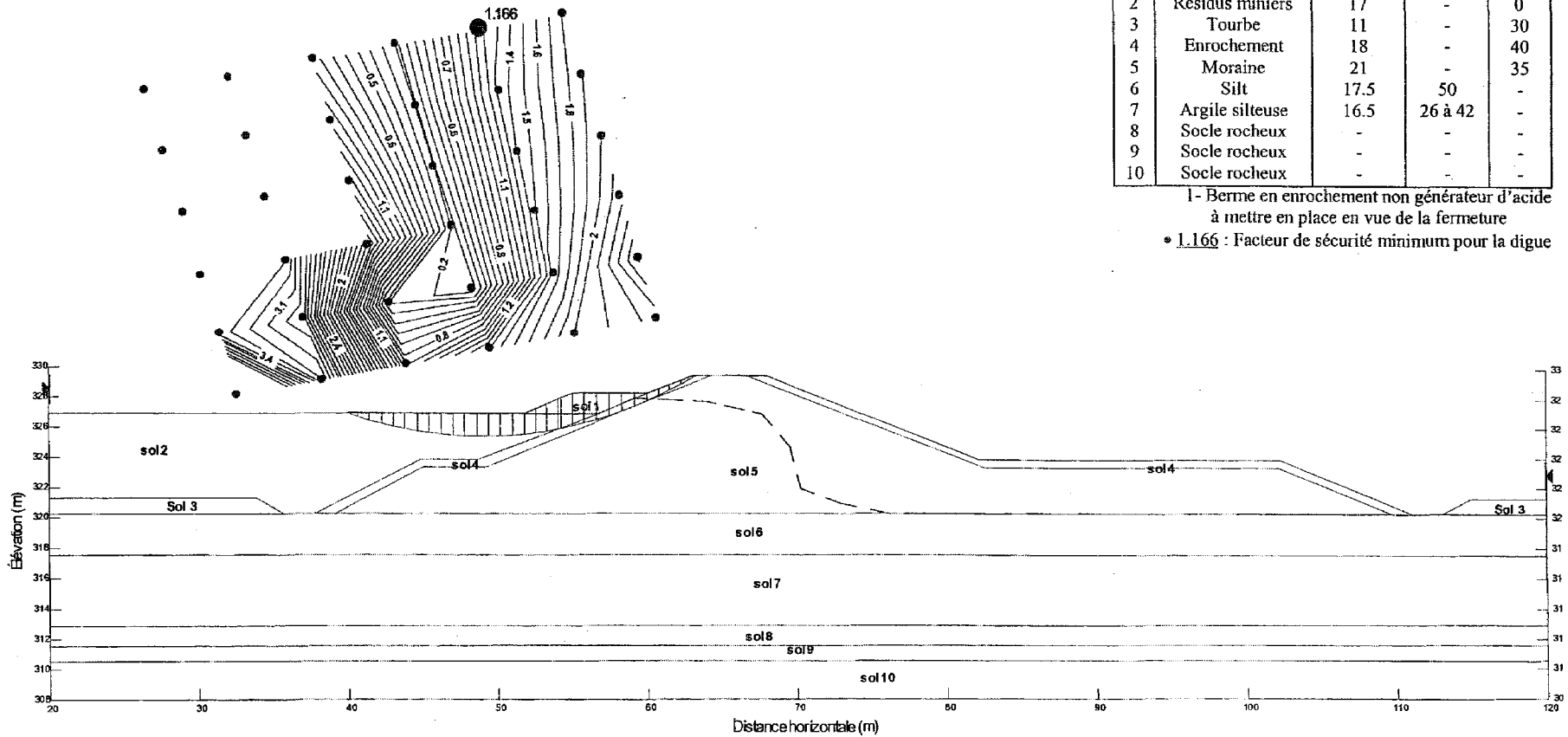
1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture
 • 0.121 : Facteur de sécurité minimum pour la berne



Digue 5 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi amont	FIGURE E-8
Revue de stabilité, Est-Malartic	

No	Type de matériau	Propriétés géotechniques		
		γ (kN/m ³)	C_u (kPa)	ϕ (°)
-	Eau	9.8	-	-
1	Berne ¹	18	-	40
2	Résidus miniers	17	-	0
3	Tourbe	11	-	30
4	Enrochement	18	-	40
5	Moraine	21	-	35
6	Silt	17.5	50	-
7	Argile silteuse	16.5	26 à 42	-
8	Socle rocheux	-	-	-
9	Socle rocheux	-	-	-
10	Socle rocheux	-	-	-

1- Berne en enrochement non générateur d'acide à mettre en place en vue de la fermeture
 • 1.166 : Facteur de sécurité minimum pour la digue



Digue 5 : Analyse pseudo-statique (a=0.1 g), Vidange rapide, Paroi amont	FIGURE E-9
Revue de stabilité, Est-Malartic	

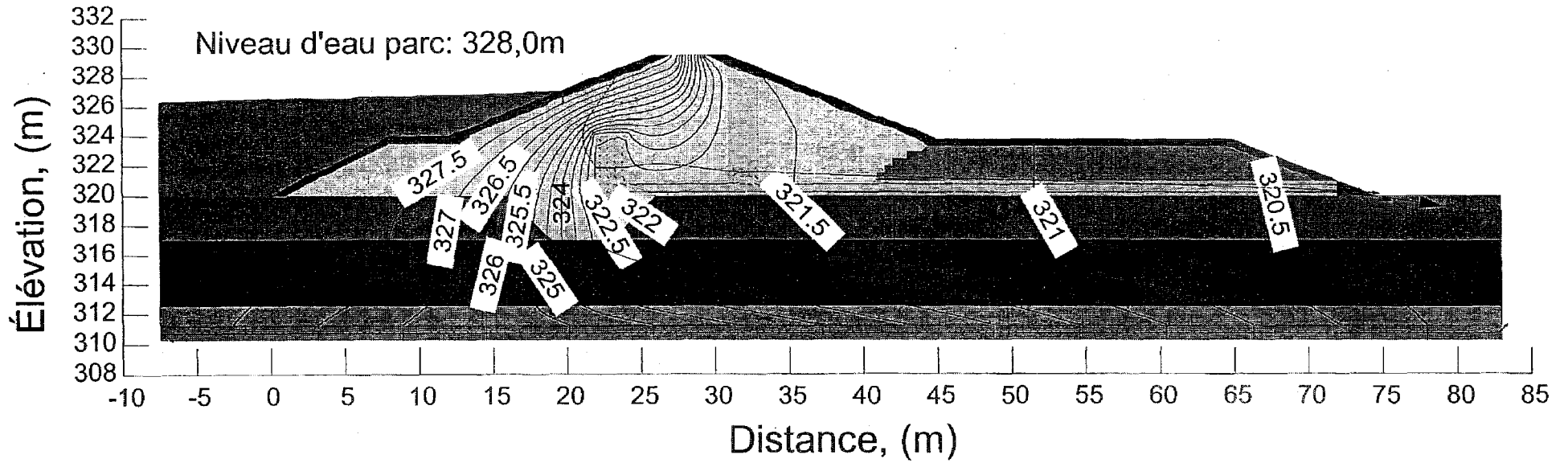


Figure E-10
 Digue 5: Résultats des analyses d'écoulements
 Réseau d'écoulement - cas de fermeture propos