

**SUIVI DU COMPORTEMENT  
DU RECOUVREMENT  
MULTICOUCHE LES  
TERRAINS AURIFÈRES**

**MEND Report 2.22.4b**

**This work was done on behalf of MEND 2000 and sponsored by  
Barrick Gold Corporation,  
le Ministère des Ressources naturelles du Québec and  
the Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET)  
through the Canada/Québec Mineral Development Agreement**

**March 2000**

***SUIVI DU COMPORTEMENT  
DU RECOUVREMENT MULTICOUCHE  
LES TERRAINS AURIFÈRES***

RAPPORT NEDEM 2.22.4b  
Contrat No. 23440-6-1024/001/SQ

Présenté à:

Ressources Naturelles Canada  
CANMET  
555, rue Booth  
Ottawa, Ontario  
K1A 0G1

## SOMMAIRE

Lors des travaux relatifs à la fermeture du site Les Terrains Aurifères (Barrick-Bousquet) à Malartic, l'option retenue pour la réhabilitation du parc à résidus potentiellement générateur d'acide a consisté en la construction d'une couverture multicouche. Celle-ci a été mise en place durant l'hiver 1995-1996 et complétée à l'automne 1996. Le site fait maintenant l'objet d'un suivi, dans le cadre du NEDEM 2000, depuis près de trois ans, avec la participation Barrick, du Ministère des Ressources Naturelles du Québec et du CANMET par le biais de l'entente Canada-Québec sur le développement minéral. Un premier rapport, traitant de la construction et de l'instrumentation de la couverture multicouche (NEDEM 2.22.4a 1999) est disponible. Depuis lors, une nouvelle série de stations de mesures a été installée sur le site afin d'obtenir une meilleure représentation spatiale des conditions présentes en place, particulièrement dans les pentes.

Le présent rapport traite de la revue du comportement du recouvrement pendant la période de 1996 à 1998. Les principales conclusions émanant du présent projet sont que, par effet capillaire, le recouvrement est resté pratiquement saturé sur une période de trois ans, aussi bien dans les pentes qu'au sommet, et que la réduction du flux d'oxydation moyenne des résidus s'est avérée être de 95 % en trois ans d'observation.

Certaines zones ont montré localement des teneurs en eau inférieures à l'objectif de design, particulièrement dans les pentes extérieures possédant un dénivelé important. La performance observée dans les cellules d'essai d'un bris hydraulique laisse toutefois envisager que ce type de structure serait efficace dans le cas où des interventions supplémentaires seraient nécessaires dans ces zones plus sèches.

## SUMMARY

During the decommissioning of Les Terrains Aurifères (LTA-Barrick-Bousquet) site at Malartic, the preferred option for the rehabilitation of the acid-generating tailings impoundment consisted of constructing a composite cover. The cover was set up during the winter of 1995-1996 and completed in the fall of 1996. The site has been the subject of a monitoring study, within the frame of NEDEM 2000, for almost three years, with the involvement of Barrick, the Ministry of Natural Resources of Quebec and CANMET through the Canada-Quebec agreement on mineral development. A first report, concerning the construction and the instrumentation of the multi-layer cover (NEDEM 2.22.4a 1999) is available. Since that time, a new set of monitoring stations have been installed on the site in order to get a better *in situ* spatial representation of the present conditions, particularly in the slopes.

The present report concerns the performance of the cover during the period of 1996 to 1998. The main findings emanating from the present project are that, by capillary effect, the cover remained practically saturated over a period of three years, on the slopes as well as on top, and that the reduction of the average tailings oxidation flux was shown to be 95 % over the three years of observation.

Some zones showed local water contents lower than the design objective, particularly on the outer slopes having a significant drop in elevation. The performance observed in hydraulic break test cells indicate, however, that this type of structure would be effective in cases where supplementary intervention would be necessary in these drier zones.

Sommaire	SOM-1
Summary	SUM-1

## TABLE DES MATIÈRES

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 INTRODUCTION.....	1
2.0 BILAN HYDRIQUE DU RECOUVREMENT .....	3
3.0 RÉSULTATS DES STATIONS DE MESURE.....	6
3.1 Instrumentation du site.....	6
3.2 Résultats des instruments - Phase A.....	8
3.3 Résultats des instruments - Phase B.....	11
4.0 CELLULE D’ESSAI D’UN BRIS HYDRAULIQUE .....	16
5.0 PERFORMANCE DU RECOUVREMENT AU NIVEAU GÉOCHIMIQUE.....	18
6.0 CONCLUSIONS.....	20
7.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS.....	21

## TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

**Liste des tableaux**

Tableau 1	Estimation de l'infiltration disponible au sommet calculée avec HELP
Tableau 2	Estimation de l'infiltration disponible dans les pentes calculée avec HELP
Tableau 3	Résultats des lectures de la sonde T-1 (bris capillaire) par station de la série CS96
Tableau 4	Résultats des lectures de la sonde T-3 (bas de la couche de rétention) par station de la série CS96
Tableau 5	Résultats des lectures de la sonde T-5 (haut de la couche de rétention) par station de la série CS96
Tableau 6	Résultats des lectures de la sonde W2 (bas de la couche de rétention) par station de la série CS96
Tableau 7	Résultats des lectures de la sonde W4 (haut de la couche de rétention) par station de la série CS96
Tableau 8	Résultats des lectures de la sonde T-1 (bris capillaire) par station de la série PS96
Tableau 9	Résultats des lectures de la sonde T-3 (bas de la couche de rétention) par station de la série PS96
Tableau 10	Résultats des lectures de la sonde T-5 (haut de la couche de rétention) par station de la série PS96
Tableau 11	Résultats des lectures de la sonde W2 (bas de la couche de rétention) par station de la série PS96
Tableau 12	Résultats des lectures de la sonde W4 (haut de la couche de rétention) par station de la série PS96
Tableau 13	Résultats des lectures de la sonde TDR par station de la série TA97 (digue Ouest)
Tableau 14	Résultats des lectures de la sonde TDR par station de la série TA97 (digues Nord et Est)
Tableau 15	Résultats des tensiomètres de la série Ten97
Tableau 16	Résultats des mesures de consommation d'oxygène
Tableau 17	Degré de saturation estimé du bris capillaire (T1) de la série CS96
Tableau 18	Degré de saturation estimé du bas de la couche de rétention (T3) de la série CS96
Tableau 19	Degré de saturation estimé du haut de la couche de rétention (T5) de la série CS96
Tableau 20	Potentiel de succion (bas de la couche de rétention) par station de la série CS96 (cm eau)
Tableau 21	Potentiel de succion (haut de la couche de rétention) par station de la série CS96 (cm eau)

## TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

**Liste des tableaux (suite et fin)**

Tableau 22	Degré de saturation estimé du bris capillaire (T1) de la série PS96
Tableau 23	Degré de saturation estimé du bas de la couche de rétention (T3) de la série PS96
Tableau 24	Degré de saturation estimé du haut de la couche de rétention (T5) de la série PS96
Tableau 25	Potentiel de succion (bas de la couche de rétention) par station de la série PS96 (cm eau)
Tableau 26	Potentiel de succion (haut de la couche de rétention) par station de la série PS96 (cm eau)
Tableau 27	Degré de saturation de la sonde TDR par station de la série TA97 (digue Ouest)
Tableau 28	Degré de saturation de la sonde TDR par station de la série TA97 (digues Nord et Est)
Tableau 29	Résultats des instruments de la cellule d'essai d'un bris hydraulique
Tableau 30	Comparaison des résultats de la cellule d'essai d'un bris hydraulique

**Liste des figures**

Figure 1	Vue d'ensemble du site LTA
Figure 2	Profils typiques des stations d'instrumentation
Figure 3	Bilan hydrique au sommet (vs précipitation)
Figure 4	Bilan hydrique dans les pentes (vs précipitation)
Figure 5	Bilan hydrique au sommet (vs moy 60-98)
Figure 6	Bilan hydrique dans les pentes (vs moy 60-98)
Figure 7	Localisation des stations d'instrumentation
Figure 8	Courbes de rétention d'eau apparentes des stations de la série CS96 (sommet du parc)
Figure 9	Courbes de rétention d'eau apparentes des stations de la série PS96 (pentes des digues)
Figure 10	Calcul du coefficient de diffusion effectif pour la série CS96 (sommet du parc)
Figure 11	Calcul du coefficient de diffusion effectif pour la série PS96 (pentes des digues)
Figure 12	Résultats des essais de mesures de consommation d'oxygène
Figure 13	Degré de saturation estimé des stations de la série CS96 (sommet du parc)

## TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

**Liste des figures (suite et fin)**

- Figure 14 Degré de saturation estimé des stations de la série PS96 (pentes des digues Nord et Sud-Est)
- Figure 15 Degré de saturation estimé des stations de la série TA97-1 à TA97-10 (pentes de la digue Ouest)
- Figure 16 Degré de saturation estimé des stations de la série TA97-11 à TA97-20 (pentes des digues Ouest et Nord)
- Figure 17 Degré de saturation estimé des stations de la série TA97-21 à TA97-30 (pentes des digues Nord, Est et Sud-Est)
- Figure 18 Calage du modèle pour la digue Sud (juin 1997)
- Figure 19 Calage du modèle pour la digue Sud (juillet 1997)
- Figure 20 Calage du modèle pour la digue Nord (juin 1997)
- Figure 21 Calage du modèle pour la digue Nord (juillet 1997)
- Figure 22 Calage du modèle pour la digue Ouest (août 1997)
- Figure 23 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour juin 1996
- Figure 24 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour juillet 1996
- Figure 25 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour août 1996
- Figure 26 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour septembre 1996
- Figure 27 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour octobre 1996
- Figure 28 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour novembre 1996
- Figure 29 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour juin 1997
- Figure 30 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour juillet 1997
- Figure 31 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour août 1997
- Figure 32 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour octobre 1997
- Figure 33 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour novembre 1997
- Figure 34 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour avril 1998
- Figure 35 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour mai 1998
- Figure 36 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour juin 1998
- Figure 37 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour juillet 1998
- Figure 38 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour août 1998
- Figure 39 Distribution du degré de saturation du recouvrement pour septembre 1998
- Figure 40 Construction d'un bris hydraulique
- Figure 41 Excavation de la cellule d'essai
- Figure 42 Mise en place du bris hydraulique (silt argileux)
- Figure 43 Vue du bris hydraulique
- Figure 44 Instrumentation de la cellule d'essai
- Figure 45 Instrumentation de la parcelle d'essai de bris hydraulique
- Figure 46 Degrés de saturations estimés au bris hydraulique

## TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

**Liste des photographies**

Photographie 1	Digue Sud-Est avant les travaux (automne 1995)
Photographie 2	Digue Sud-Est après les travaux (automne 1998)
Photographie 3	Digue Ouest avant les travaux (automne 1995)
Photographie 4	Digue Ouest (été 1996)
Photographie 5	Sommet du parc (automne 1995)
Photographie 6	Sommet du parc (automne 1996)
Photographie 7	Digue Nord après travaux (automne 1996)

## 1.0 INTRODUCTION

Le site est situé à environ 8,5 km à l'est de la ville de Malartic en Abitibi au Québec. L'accès au site est rendu possible grâce à une route de gravier d'environ 1 km de long à partir de la route 117. Une mine, fermée depuis 1965, un concentrateur et un complexe de gestion des résidus constituent l'essentiel de la propriété et occupent environ 140 hectares. La propriété appartient de façon exclusive à Barrick Gold Corporation et est appelée Les Terrains Aurifères (LTA).

Le parc à résidus de Terrains Aurifères est limité à l'est par un ancien parc à résidus miniers dont le ministère des Ressources Naturelles du Québec est propriétaire. Ce site, connu sous le nom de «Malartic Goldfields», est le parc à résidus de l'ancienne mine Malartic Goldfields. Il est à noter qu'à l'origine, le parc de Malartic Goldfields s'étendait aussi sous l'aire du parc existant de Terrains Aurifères. Le parc à résidus est limité du côté ouest par une sablière et gravière.

Le site du parc à résidus a été retenu à l'époque parce qu'il était situé près du concentrateur (100 m au sud) et qu'il permettait d'utiliser une dépression naturelle de la topographie pour maximiser le volume d'entreposage et minimiser l'importance des digues à construire. Le parc est entouré sur trois côtés (est, nord et ouest) par des digues et, au sud, par le terrain naturel sur une hauteur allant jusqu'à 15 m. Une digue orientée nord-sud sépare la zone d'entreposage des résidus de deux étangs de polissage à l'ouest.

Le site a connu deux phases distinctes d'opération. Durant les années de l'exploitation de la mine (années 30), approximativement 10 Mt de résidus considérés comme des résidus non générateurs d'acide et offrant une capacité tampon de 100 kg/t (eq.  $\text{CaCO}_3$ ) ont été déposés sur une épaisseur moyenne de 5 m sur l'ensemble du site. La réouverture du site en 1977 y a introduit environ 7,7 Mt de nouveaux résidus qui sont générateurs d'acide (200 kg/t eq.  $\text{CaCO}_3$ ) sur la moitié de la surface de l'ancien site, sur une hauteur de 12 m

au-dessus des 3 à 5 m de résidus carbonatés de l'ancienne Malartic Goldfields. La figure 1 présente une vue d'ensemble du site.

Le mode de fermeture qui a été retenu pour le parc à résidus, suite aux modélisations géochimiques préliminaires, a consisté en la construction d'une couverture multicouche. En effet, la possibilité d'utiliser les résidus alcalins du site MRN (l'ancienne Malartic Goldfields) comme matériaux fins permettait une économie de coûts qui rendait ce scénario plus avantageux qu'un recouvrement simple ou un traitement à perpétuité (McMullen et al., 1997). La mise en place a été effectuée durant l'hiver 1995-1996 et a été complétée à l'automne 1996. Des photographies (7) permettant d'apprécier, en images, les travaux exécutés sont insérés à la toute fin du présent document. Le site fait maintenant l'objet d'un suivi, dans le cadre d'un projet conjoint Barrick-CANMET, depuis 1996. Un premier rapport, traitant de la construction et de l'instrumentation de la couverture multicouche (NEDEM 2.22.4a 1999) est disponible.

La stratigraphie sélectionnée pour la couverture multicouche est composée de 0,5 m de sable (Zone 1), déposé directement sur les résidus et agissant comme couche de bris capillaire, et de 0,8 m de résidus non générateurs d'acide (Zone 2) provenant de la propriété du MRN qui agissent comme barrière contre la diffusion d'oxygène, et, finalement, de 0,3 m de sable et gravier grossier (Zone 3) servant de couche de protection et de couche de drainage. La figure 2 illustre la stratigraphie du recouvrement utilisé.

Le présent rapport traite, dans un premier temps, de la revue des données météorologiques pour la période de 1996 à 1998 pour laquelle les conditions de recharge de la couche fine du recouvrement sont commentées. Par la suite, les résultats des diverses sondes en place sont présentés et analysés. La cellule d'essai du bris hydraulique y est décrite, suivi de commentaires concernant le comportement du recouvrement durant la période de 1996 à 1998. Finalement, une discussion générale est présentée en guise de conclusion au programme, portant sur l'applicabilité du concept de couverture

multicouche avec effets capillaires en fonction des aspects géochimiques, géotechniques et économiques de la fermeture d'un parc à résidus miniers.

## **2.0 BILAN HYDRIQUE DU RECOUVREMENT**

Le calcul du bilan hydrique du recouvrement dans son ensemble nous permet de mettre en perspective les divers résultats obtenus des instruments de lecture ainsi que la performance globale du recouvrement. Le bilan hydrique du recouvrement a ainsi été estimé en utilisant le logiciel HELP ainsi que les données météorologiques de la station de l'aéroport de Val d'Or (situé à environ 20 kilomètres plus à l'est) depuis 1960. Les principaux résultats sont présentés aux tableaux 1 et 2 et illustrés aux figures 3 à 6. Les bilans hydriques présentés aux figures 3 à 6 représentent une simulation utilisant les données météorologiques réelles ainsi que la géométrie actuelle du site, permettant une appréciation des résultats observés pour la période de 1996 à 1998, ainsi qu'avec les valeurs de précipitations moyennes de 1960 à 1998.

Le logiciel HELP («Hydraulic Evaluation of Landfill Performance») (Shroeder et al. 1994) est un modèle hydraulique quasi-bidimensionnel simulant les mouvements d'eau entrant, traversant et sortant d'un site d'enfouissement. Ce modèle est distribué gratuitement par le USEPA. Ce modèle accepte les données météorologiques, les données relatives à la composition des sols ainsi que les paramètres géométriques du design, pour présenter un bilan d'eau global. À l'aide de modèles empiriques, le logiciel peut tenir compte des effets de recharge, de fonte des neiges, de ruissellement, d'infiltration, d'évapotranspiration, de croissance végétale, de rétention capillaire, d'écoulement latéral, de la recirculation du lixiviat, du drainage vertical non saturé et d'exfiltration à travers les sols, les géomembranes ou les systèmes composites. Ainsi, il est possible de simuler le comportement de systèmes comprenant diverses combinaisons de couvert végétal, de couverture de sol, de résidus, de drains latéraux et de barrières de faible perméabilité.

De façon générale, la période réelle où le sol n'est pas gelé s'étend de la mi-mai à la mi-novembre. Les précipitations totales pour 1996, 1997 et 1998 ainsi que la moyenne depuis 1960 sont présentées aux tableaux 1 et 2. Il est à noter que la neige a été enlevée du couvert lors de la période de construction de l'hiver 1995-96. Le volume d'eau à gérer au dégel pour l'année 1996 a donc été nettement plus faible qu'en temps normal. Mis à part le mois de juillet, les précipitations pour l'année 1996 ont toujours été sous les normales et, à cet égard, il s'agit d'une année relativement sèche. Le volume de précipitations pour l'année 1996 a été de 32,3 % inférieur à la moyenne depuis 1960, tel que présenté au tableau 1.

Pour ce qui est de l'année 1997, le volume des précipitations à gérer s'est avéré légèrement supérieur à la moyenne, sauf au mois de novembre. Le tableau 1 nous apprend que les précipitations ont été de 7,0 % supérieures à la moyenne observée depuis 1960.

Dans le cas de l'année 1998, la période d'observation s'est terminée en septembre. Néanmoins, le volume des précipitations s'est avéré être 10,7 % inférieur à la moyenne observée depuis 1960, pour une période équivalente.

La recharge disponible, obtenue en soustrayant le ruissellement et l'évaporation des précipitations totales, représente le volume d'eau réel disponible pour la recharge de la couche fine. Rappelons que plus celle-ci est humide, plus elle agira efficacement pour réduire le flux d'oxygène et, conséquemment, l'oxydation des résidus générateurs d'acide. Les figures 3 à 6 présentent, pour leur part, la distribution du volume d'eau du bilan hydrique de surface pour la période de 1996 à 1998.

Puisque la neige a été enlevée du couvert du parc lors de la construction, le volume d'eau de ruissellement à la surface du parc pour l'année 1996 s'est avéré plus faible qu'en temps normal, ne représentant que 32,6 % du volume observé en moyenne. L'analyse

avec HELP nous apprend d'ailleurs que le ruissellement n'est présent qu'au printemps, lorsque le sable de surface est déjà imbibé d'eau. Durant le reste de l'année, la conductivité hydraulique du sable de surface est suffisamment élevée pour que les précipitations s'infiltrent totalement dans celui-ci. En même temps, l'évaporation calculée pour l'année 1996 a été plus faible qu'à l'habitude, n'étant que 72,5 % du volume habituellement observé. La recharge disponible à la surface du parc pour l'année 1996 a donc été de 270,1 mm, soit légèrement plus faible dans une proportion 11,3 % à la moyenne observée depuis 1960, sauf pour le mois d'août 1996. En effet, la recharge disponible pour celui-ci a été nettement plus faible qu'à l'habitude, présentant une recharge effective presque nulle. Une attention particulière sera d'ailleurs accordée aux sections suivantes aux résultats des lectures pour août 1996 afin d'analyser le comportement du recouvrement sous cette condition extrême.

Dans le cas de l'année 1997, pour la surface du recouvrement, la recharge disponible a été de 371,1 mm, soit 21,9 % de plus que la moyenne de 30 ans. Cette augmentation est attribuable aux précipitations qui ont été plus importantes et, également, à l'évapotranspiration calculée, qui a été plus faible qu'à l'habitude par près de 12 %. Finalement, en 1998, la recharge disponible s'est élevée à 255,3 mm jusqu'à la fin septembre, soit une proportion de 16,2 % supérieure à la moyenne pour une période équivalente.

En conclusion, pour le sommet du recouvrement, la recharge annuelle disponible pour la période de 1996 à 1998 présente respectivement des proportions 43,4 %, 37,7 % et 35,9 % du volume des précipitations totales (voir figures 3 et 4).

Par ailleurs, pour ce qui est des conditions dans les pentes du recouvrement, celles-ci ont présenté des écarts plus faibles entre 1996 et 1998 que ceux observés pour le sommet du parc, tel que présenté au tableau 2. Ainsi, la recharge disponible pour 1996 a été de 262,74 mm, soit 86,3 % du volume moyen depuis 1960, alors qu'elle a été de 366,97 mm

en 1997, une valeur de 20,5 % supérieure à la moyenne. La recharge disponible jusqu'au mois de septembre pour l'année 1998 s'est élevée à 255,45 mm, soit une proportion de 16,4 % supérieure à la moyenne pour la période équivalente. Encore une fois, la recharge disponible pour le mois d'août 1996 a été particulièrement faible, elle est estimée à 2,07 mm, soit à peine 5,3 % de la recharge moyenne calculée pour le mois d'août.

La simulation avec HELP indique également que la différence de la répartition du bilan hydrique est plutôt faible entre une année sèche et une année humide, comme le montre les figures 5 et 6. La recharge disponible est donc légèrement plus importante au sommet que dans les pentes. Elle serait supérieure de 2,4 % pour l'année 1996, de 1,4 % pour l'année 1997, et finalement cette différence est nulle pour l'année 1998.

### **3.0 RÉSULTATS DES STATIONS DE MESURE**

#### **3.1 Instrumentation du site**

L'effort d'instrumentation du site s'est effectué en deux vagues distinctes, chacune avec des objectifs précis. La phase A, implantée durant l'été 1996, avait pour objectif d'observer les conditions fondamentales prévalantes dans le recouvrement afin de comparer le comportement du recouvrement avec celui simulé lors de la phase de faisabilité. Durant la phase A, 10 stations ont été installées au sommet du site (CS96-1 à CS96-10) et 10 autres dans les pentes (PS96-1 à PS96-10). La figure 7 présente la position de l'ensemble de ces stations.

La figure 2 montre la disposition des instruments de lecture pour les stations de la série phase A. La sonde de mesure de concentration d'oxygène permet les mesures de consommation sous la couverture multicouche. La mesure de consommation d'oxygène étant en réalité un flux, le coefficient de diffusion effectif de l'oxygène au travers du recouvrement peut ainsi être calculé en utilisant la méthodologie proposée par Elberling

et al. (1994). Les sondes TDR («Time Domain Reflectometry») sont utilisées pour évaluer la teneur en eau in situ du matériau alors que les capteurs d'humidité Watermark permettent de mesurer la succion capillaire dans les sols. Ces trois paramètres permettront d'analyser l'efficacité de la couverture et d'établir la relation entre, d'une part, la teneur en eau et la succion capillaire du matériau in-situ et, d'autre part, la capacité de la couverture de réduire le flux d'oxygène  $F$ , calculé pour un état stationnaire.

Le type de station installée à la phase A permet d'obtenir un profil vertical des conditions fondamentales présentes mais est passablement perturbateur (puisque les stations ont été installés après la construction du recouvrement) et coûteux à implanter. En effet, pour des raisons de logistiques lors de la construction, ces instruments n'ont pas pu être installés en parallèle à la mise en place du recouvrement. Il a donc été nécessaire d'excaver les matériaux, d'installer les instruments, puis de remblayer la tranchée.

Bien que les instruments installés dans le cadre de la phase A permettent d'obtenir des observations indispensables du comportement du recouvrement, il subsiste néanmoins un besoin d'étudier la distribution spatiale des conditions de façon plus détaillée. Ce besoin s'établit dans la perspective d'une meilleure analyse du comportement du recouvrement dans son ensemble et d'une identification plus précise des zones problématiques nécessitant potentiellement une intervention supplémentaire.

Ainsi, une seconde phase d'installation de station d'observation s'est effectuée à l'été 1997. La figure 2 montre la disposition de l'instrumentation de lecture pour les stations de la série Phase B. Il ne s'agit en effet que d'une sonde du type TDR enfoncée verticalement dans la couche de matériaux fins. Ce type de station a pour avantage de peu perturber le recouvrement en temps que tel ainsi que de permettre une dispersion plus grande des stations et, conséquemment, d'avoir une meilleure idée d'ensemble des conditions en place. Par contre, les principaux désavantages sont que seule la teneur en eau volumique est mesurée et que ces stations sont situées à une profondeur où elles

peuvent encore être affectées par l'évaporation. Ainsi la phase B a consisté en l'installation de 15 nouvelles stations à la digue Ouest (TA97-1 à TA97-15), neuf nouvelles stations à la digue Nord (TA97-16 à TA97-24) ainsi que six nouvelles stations sur la digue Est (TA97-25 à TA97-30), tel qu'illustré à la figure 7.

### 3.2 Résultats des instruments - Phase A

Les résultats obtenus des stations de mesure sont présentés aux tableaux 3 à 15. Les courbes de rétention d'eau apparentes pour les stations des séries CS96 et PS96 (sondes T3 et T5 installées dans les résidus MRN) sont présentées aux figures 8 et 9. Celles-ci ont été élaborées en utilisant les résultats de teneurs en eau volumique tels qu'obtenus des sondes du type TDR, mis en ordonnée, et ceux des sondes Watermark, donnant le potentiel de succion, mis en abscisse (voir figure 2).

Rappelons que l'élément important de la signification physique des courbes de rétention d'eau obtenues en laboratoire se situe au point d'inflexion, où la courbe change de pente, et qui représente approximativement le AEV («Air Entry Value») du matériau. De plus, le qualitatif *apparent* est associé à ces résultats dans le présent document puisque, par définition, une telle courbe est habituellement construite à partir d'essais de laboratoire effectués en conditions de séchage seulement. Dans le cas présent, les résultats des figures 8 et 9 ont plutôt été obtenus dans un environnement dynamique, essentiellement composé de périodes transitoires de recharge et de séchage. Le terme *courbe de rétention d'eau apparente* s'applique donc uniquement à la réponse du matériau en place à ces phénomènes transitoires et ne représente qu'une appréciation qualitative d'autres phénomènes tels que l'hystérésis.

L'analyse de ces figures nous apprend d'abord que, en trois ans d'observation, peu d'endroits semblent présenter d'assèchement marqué, à l'exception peut-être du haut de la couche fine des stations CS96-3 et CS96-4 (figure 8) ainsi que de la station PS96-1

(figure 9). La plupart des points sont effectivement à gauche ou tout près du AEV apparent, donc du côté saturé. De plus, l'AEV apparent moyen pour la plupart de ces courbes, correspondant approximativement au point d'inflexion, serait situé dans la plage de 100 à 200 cm eau, ce qui est concordant avec celle de l'AEV observée lors des essais de laboratoire (NEDEM 2.22.4a 1999). À cet égard, les courbes de rétention d'eau apparentes nous apprennent que la couche fine du recouvrement s'est globalement maintenue pratiquement saturée pendant une période de trois ans.

Par ailleurs, les résultats des essais de consommation d'oxygène, qui sont en réalité une mesure du flux d'oxygène, ont permis de calculer le coefficient de diffusion effectif de l'oxygène au travers du recouvrement (Elberling et al., 1994). Rappelons qu'un coefficient de l'ordre de  $1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$  avait été identifié comme cible lors des analyses de modélisation géochimique pour assurer des conditions d'oxydation minimales (SENES, 1995 et McMullen et al., 1997). Ces résultats sont illustrés aux figures 10 et 11, en utilisant à l'arrière plan les courbes déjà présentées aux figures 8 et 9.

Cette façon de faire permet de rapidement mettre en relation le coefficient de diffusion effectif calculé en fonction de la courbe de rétention d'eau apparente. Ainsi, en théorie, pour une succion faible (saturation élevée), le coefficient de diffusion serait faible et devrait ainsi se retrouver dans le coin inférieur gauche du graphique. Inversement, pour une succion plus élevée (conséquemment une saturation plus faible), le coefficient de diffusion serait plus élevé et se retrouverait dans le coin supérieur droit du graphique.

L'analyse des figures 10 et 11 ne permet pas de faire ressortir cette tendance bien que les résultats se retrouvent dans l'ordre de grandeur anticipé soit  $1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ . L'explication du phénomène réside dans la méthode de calcul utilisée, qui suppose que le matériau composant la couche fine (Zone 2, figure 2) de la couverture ne consomme pas lui-même d'oxygène. Bien que ces matériaux soit qualifiés de résidus miniers alcalins, avec un ABA («Acid Base Accounting») net de 100 kg/t de neutralisation, les résidus miniers

MRN possèdent néanmoins de faibles teneurs en pyrite et le peu d'acidité produite est largement neutralisé par les éléments alcalins présents dans ces matériaux. Cependant, cet état de fait implique que ces résidus, qui ont été utilisés pour la construction du recouvrement, consomment de l'oxygène, ce qui fausse le calcul du coefficient de diffusion effectif d'oxygène dans la couverture multicouche du site LTA.

Des mesures de consommation d'oxygène ont été effectuées par URSTM sur le site d'emprunt des matériaux fins composant le recouvrement (site MRN; NEDEM 2.22.4a 1999). Les résultats obtenus sont présentés au tableau 16 et illustrés à la figure 12. Les résidus miniers alcalins MRN utilisés pour la construction de la couche fine du recouvrement du site LTA consomment effectivement, en moyenne, 28 moles/m<sup>2</sup>/an d'oxygène, avec des pointes pouvant atteindre 95 moles/m<sup>2</sup>/an.

En remettant toutes ces valeurs en perspective, tel qu'illustré à la figure 12, toutes les lectures de consommation d'oxygène effectuées sur le recouvrement du site LTA semblent être dans l'ordre de grandeur du bruit de fond des mesures effectuées sur le site MRN. Dans tous les cas, la réduction observée du flux d'oxygène est significative lorsque comparée aux valeurs de consommation d'oxygène des résidus non recouverts, qui présente une moyenne de 517 moles/m<sup>2</sup>/an (Tibble et Nicholson, 1997). En ne comparant que les valeurs brutes, la réduction de la consommation d'oxygène serait d'environ un ordre de grandeur. Il est fort probable que cette réduction soit même supérieure à cette valeur, cette fois en tenant compte du bruit de fond provenant des résidus MRN. Une valeur révisée des différents coefficients de diffusion effectifs de l'oxygène sera établie dès que des modélisations numériques permettant d'isoler les différents paramètres auront été effectuées et ces résultats seront publiés dès que disponibles.

En conclusion, les stations d'instrumentation de la Phase A ont permis de démontrer de façon concluante que le recouvrement est resté pratiquement saturé sur une période de

trois ans et que la réduction de la consommation d'oxygène serait d'au moins un ordre de grandeur.

### 3.3 Résultats des instruments - Phase B

La façon la plus adéquate de quantifier la performance globale du site est de quantifier le flux d'oxygène global du site. Malheureusement, pour les raisons énoncées à la section précédente, la présence d'un bruit de fond sur ces mesures rend l'exercice plus difficile.

Pour évaluer la performance globale du site, il est nécessaire d'utiliser une unité de référence commune. La méthode alternative proposée consiste à tenter d'évaluer la saturation du recouvrement et d'apprécier la distribution de celle-ci sur l'ensemble du site. La saturation étant le ratio de la teneur en eau volumique et de la porosité, cette valeur est adimensionnelle, et donc est une unité commune possible pour l'évaluation des stations entre elles. Cependant la détermination de la porosité est problématique en tant que telle puisque la granulométrie des matériaux en place ainsi que le niveau de compactage sont vraisemblablement différents pour toutes les stations. Celle-ci a plutôt été estimée en utilisant la lecture de teneur en eau volumique la plus élevée observée, en même temps qu'une succion nulle pour chacun des stations. Cette façon de faire permet d'obtenir une valeur plus près de la réalité, du moins à l'intérieur de la limite de précision des sondes mais tout de même conservatrice. La valeur obtenue sera ainsi qualifiée par les termes *degré de saturation estimé* pour tenir compte de cette approximation.

Les résultats des stations de la phase B sont ainsi très utiles pour obtenir un meilleur profil de distribution du degré de saturation sur l'ensemble du site. Il est en effet possible d'estimer le degré de saturation du recouvrement à partir des lectures des sondes TDR (voir figure 2) pour la série TA97, tout comme il est possible de le faire pour celles des séries CS96 et PS96. Les valeurs des degrés de saturation ainsi estimés pour chacune des stations sont présentés aux tableaux 17 à 28 alors que les profils du degré de saturation sont présentés aux figures 13 à 17.

La première observation qui ressort de l'analyse de ces figures est l'écart important du degré de saturation estimé entre la couche fine (courbes bleues et vertes), composée de résidus fins MRN (Zone 2), et celle du bris capillaire (courbe rouge), composée de sable (Zone 1). L'efficacité du bris capillaire est ainsi illustrée de façon particulièrement éloquente, son faible degré de saturation estimé permettant de garder la couche sus-jacente humide pratiquement toute l'année. Cette constatation est particulièrement évidente pour les stations situées dans les pentes du recouvrement (série PS96, figure 14). Ces valeurs confirment donc les observations fournies par les stations de mesures de la phase A. En raison d'une pente plus douce, l'efficacité du bris capillaire est parfois moindre au sommet du parc que dans les pentes, comme les résultats des stations CS96-5, CS96-7 et CS96-8 le montrent bien. Le bris capillaire à ces endroits s'assèche probablement essentiellement par infiltration verticale, alors qu'ailleurs la pente permet une évacuation plus rapide de l'eau.

Dans le cas des stations de la série CS96 (résidus MRN), au sommet du recouvrement, l'objectif consistant à obtenir un degré de saturation global de l'ordre de 85 % (NEDEM 2.22.4a, 1999) semble largement respecté. La période de sécheresse extrême en août 1996 semble avoir eu peu d'effet sur le degré de saturation estimé moyen du sommet du recouvrement. Cette faible chute est particulièrement attribuable à l'effet de bris capillaire, où le degré de saturation du bris capillaire a chuté sous 60 %, alors que le degré de saturation estimé de la couche fine (barrière d'oxygène) se situait aux environs de 80 %. La différence du degré de saturation entre les années 1996 (sèche) et 1997-98 (humide) est à peine perceptible.

Pour ce qui est des stations dans les pentes des digues, la variation de degré de saturation est nettement plus importante selon les conditions en place.

Les pentes de la digue Est et Sud-Est présentent sans aucun doute les endroits les moins humides de tout le recouvrement (résidus MRN, stations PS96-1 à PS96-3, ainsi que TA97-25 à TA97-30). Ce secteur a été fortement éprouvé durant toute l'année 1996, en particulier lors de la période sèche d'août 1996, avec par exemple des valeurs aussi faibles que 75 % de saturation estimée à la station PS96-1, alors que les stations PS96-2 et PS96-3 affichaient pour leur part des valeurs supérieures à 80%. Les valeurs du degré de saturation pour l'année 1997 sont quelque peu plus élevées, oscillant autour de 80 % de saturation. La différence entre 1996 (sèche) et 1997-98 (humide) est plus marquée pour la station PS-96-3 de la digue Sud-Est que pour les stations du sommet du recouvrement en général.

Dans le cas des stations de la digue Nord (résidus MRN, stations PS96-4 à PS96-10, ainsi que TA97-21 à TA97-24) et celles de la digue Ouest (silt du banc d'emprunt #1, stations TA97-1 à TA97-10) bien que le degré de saturation oscille avec les conditions de recharge, celui-ci présente en moyenne des valeurs généralement proches de l'objectif fixé de 85 % de saturation. La différence entre 1996 (sèche) et 1997-98 (humide) ne semble pas être très importante pour PS96-4 à PS96-10. En comparant les résultats de la digue Nord (avec plateau, 20 m haut) avec ceux de la digue Sud-Est (sans plateau, 18 m haut), on peut constater que la présence de la plateau aide significativement la rétention d'eau en offrant de moins longues surface continue d'écoulement.

Dans tous les cas, des chutes du degré de saturation estimé dans la couche fine sont également observables au printemps 1997 et 1998, et en août 1997, ce qui semble, à première vue, paradoxal si on ne considère que les calculs de recharge disponible. Ces chutes sont particulièrement marquées pour les stations des digues Est et Sud-Est, et, curieusement, pour celles situées à mi-pente telles que TA97-2, TA97-5, TA97-14, TA97-8, TA97-27, PS96-2, et PS96-6 par exemple. L'effet transitoire de la recharge est en réalité la cause de ces observations et la confirmation de cette hypothèse a été obtenue

à l'aide de simulations hydrogéologiques effectuées avec le logiciel d'éléments finis SEEP/W.

De par sa mise en place, la couche de bris capillaire dans les pentes des digues se termine dans les drains de pieds, eux aussi composés de sable. Les drains de pied sont nécessaires pour abaisser la nappe phréatique à l'intérieur du parc et ainsi assurer la stabilité à long terme des digues.

Dans le cas de période de recharge importante, comme ce fut le cas au printemps 1997 et en juillet 1997, le bris capillaire se sature d'eau et n'est plus capable d'évacuer le surplus d'infiltration. L'augmentation du degré de saturation dans le bris capillaire est particulièrement évident pour les stations CS96-9, PS96-3, PS96-6, PS96-7 et PS96-8. Dans ces cas, le bris capillaire s'imbibe d'eau, entre en charge et perd ainsi ses propriétés de bris capillaire. En effet, lorsque la période de recharge importante se termine, l'écoulement dans le bris capillaire est à ce point important qu'un chemin préférentiel d'écoulement se forme, amenant avec lui l'eau de la couche fine par gravité et aspiration (la succion induite par l'écoulement est supérieure à celle induite par les propriétés capillaires du matériau fin). Il s'agit donc d'un court-circuit hydraulique.

La chute du degré de saturation estimé en juin 1997 et en août 1997 a justement été observée après une période de recharge importante. Les figures 18 à 22 illustrent ainsi les résultats des simulations hydrogéologiques pour les digues Sud-Est, Nord et Ouest, montrant l'importance de la zone affectée lors de périodes de drainage importantes par rapport à celle observées le mois suivant où l'écoulement dans le bris capillaire est plus faible. À cet égard, la recharge importante de juin et juillet 1997, suivie de la période très sèche d'août 1997, aurait créé des conditions particulièrement difficiles pour la rétention d'eau dans les pentes comme l'ont montré les résultats du degré de saturation estimé pour cette période.

Par ailleurs, puisque la position des stations ainsi que les divers degrés de saturation associés sont connus, il est possible de colliger ces informations et de construire par interpolation des représentations de la variation du degré de saturation en fonction de la position sur le recouvrement et ainsi obtenir l'étendue des zones d'intérêt.

Cet exercice a été réalisé à l'aide du logiciel SURFER, en utilisant la méthode dite de «krigeage» pour effectuer les interpolations entre les stations. Il faut toutefois se rappeler que, selon cette méthode, plus une zone est éloignée d'une station, plus sa représentativité est incertaine. Ce constat est particulièrement applicable aux résultats de l'année 1996, où le nombre de stations est relativement restreint. La représentativité pour 1997 et 1998, avec un total de 50 stations réparties sur le site, devrait être améliorée. Ainsi, les figures 23 à 39 présentent les zones générées lors de cet exercice.

L'étude de ces figures fait donc ressortir les deux zones plus sèches identifiées auparavant, soit celle de la digue Sud-Est ainsi qu'une partie de la digue Nord, tout en donnant une appréciation de l'extension de celles-ci.

En conclusion, les résultats de la phase B de la campagne de suivi ont permis, dans un premier temps, de confirmer que le recouvrement dans son ensemble est resté pratiquement saturé pendant trois ans, principalement en raison de l'effet capillaire généré par la géométrie multicouche du recouvrement. De plus, la présence d'un plateau dans une pente, réduisant la surface continue d'écoulement, aide significativement la rétention d'eau.

Les résultats obtenus ont également fourni des données permettant de démontrer qu'en période de recharge importante certains des bris capillaires entraînent en charge, particulièrement dans le bas des pentes, causant ainsi une chute momentanée du degré de saturation estimé dans le milieu des pentes, causée par l'apparition d'un court-circuit hydraulique. Finalement, ces résultats ont également été utilisés pour obtenir une

appréciation spatiale du degré de saturation estimé, permettant ainsi d'identifier des zones qui seraient localement légèrement plus sèches que le reste du site.

#### **4.0 CELLULE D'ESSAI D'UN BRIS HYDRAULIQUE**

Parmi les points d'intérêts observés lors des phases A et B du suivi du site, deux ont particulièrement retenu l'attention, et combinés avec l'identification de zones nécessitant potentiellement une intervention supplémentaire, ils ont fait l'objet d'une étude plus particulière:

- un court-circuit hydraulique peut parfois se former dans la couche de bris capillaire, pouvant potentiellement assécher momentanément la couche fine du recouvrement multicouche;
- le degré de saturation dans les pentes qui n'ont pas de plateau peut parfois s'avérer localement plus faible qu'à d'autres endroits.

Bien entendu, ces deux points d'intérêt seront, à l'avenir, incorporés directement dans la conception des recouvrements. Il ne s'agira en effet que d'incorporer systématiquement des petits plateaux dans les pentes afin de ralentir l'écoulement (aussi bien le ruissellement que les infiltrations) et de s'assurer que les bris capillaires ainsi que les drains de pieds soient suffisamment perméables pour évacuer toute l'eau lors de période de recharge importante et ainsi ne jamais entrer en charge.

Cependant, dans le cas présent, le recouvrement étant déjà construit, un autre type de structure est doit être identifié afin d'agir dans les zones nécessitant potentiellement une intervention. À cet égard, bien que causés par des phénomènes différents à première vue, les deux points soulignés précédemment peuvent être contrés par une intervention unique qui permettrait d'améliorer la performance de la couverture. La figure 40 présente la forme et la méthode de construction d'un bris hydraulique.

Le principe de fonctionnement du bris de succion hydraulique consiste à créer une zone saturée (dans le matériau fin) qui ramène la succion à des valeurs à peu près nulles. De ce fait, les forces capillaires doivent se remettre à l'équilibre dans la couche fine et l'impact d'une zone humide est ainsi observable sur une zone plus grande que la proximité immédiate de la structure. De plus, pour obtenir une telle accumulation d'eau, il est nécessaire de remplacer en tout ou en partie, une section de la couche de bris capillaire par un matériau plus imperméable qui, conséquemment, agirait également comme bouchon pour couper l'écoulement rapide dans le bris capillaire. Cette intervention ne sera pas particulièrement efficace pour empêcher la formation de court-circuit hydraulique mais en atténuera néanmoins les effets. La difficulté réside à espacer ces bris de façon à ce que leur effet soit complémentaire jusqu'au sommet de la digue.

Ainsi, une cellule d'essai a été construite en novembre 1997 afin d'étudier la performance d'un bris hydraulique. Cette cellule a été construite sur une longueur de 20 m à l'extrémité sud de la pente de la digue Sud-Est. Elle a été construite en excavant une tranchée dans la pente et en construisant le bris hydraulique avec un matériau silteux. Les figures 41 à 44 présentent les conditions de construction. La pente a de plus été instrumentée, comme l'illustre la figure 45.

Les réponses de ces instruments ont été comparées aux lectures obtenues de la série de stations PS96-1 à PS96-3, servant de stations témoins, permettant ainsi d'obtenir rapidement des indices quant à la performance du concept. Le tableau 29 présente les résultats de lecture, alors que le tableau 30 présente la comparaison entre le degré de saturation estimé des sondes de la parcelle d'essai et celui des stations-témoins.

Les résultats obtenus pour l'année 1998 dans la cellule d'essai du bris hydraulique ont démontré une amélioration significative des conditions dans la pente, comme l'illustre la figure 46. Par rapport aux valeurs témoins, la saturation estimée au sommet de la pente se serait améliorée de près de 20 %, celle à mi-pente présente une amélioration de l'ordre

de 10 à 15 %, alors que le bas de la pente est plus humide par environ 10 %. L'impact observé du bris hydraulique sur la saturation estimée dans la pente de la digue Sud-Est, haute d'environ 18 m, est très encourageant et laisse supposer que le concept fonctionne adéquatement pour cet usage.

## 5.0 PERFORMANCE DU RECOUVREMENT AU NIVEAU GÉOCHIMIQUE

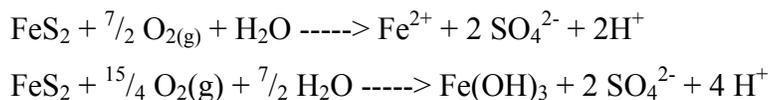
L'analyse du comportement du recouvrement peut être effectuée en intégrant les résultats des essais de consommation d'oxygène déjà présentés en détails au tableau 16. De façon sommaire, les résultats se présentent comme suit:

### Mesures de consommation d'oxygène des résidus (moles O<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup>)

		Plage	Moyenne	Écart-type
Université de Waterloo, juin 1996	Exposés	228-836	517	139
Université de Waterloo, juin 1996	Couverts	<1 - 10	2,7	3,2
Université de Waterloo, octobre 1996	Couverts	<1 - 29	5,5	8,0
URSTM, juillet 1997	Couverts	<1 - 95,2	30,9	39,4
URSTM, octobre 1997	Couverts	<1 - 105	18,2	16,2
URSTM, juin 1998	Couverts	0 – 180,8	56,3	58,2
URSTM, août 1998	Couverts	40,6 – 84,0	61,0	17,2
URSTM, octobre 1998	Couverts	0 – 20,8	5,2	10,4

Tel que mentionné à la section 3.2, il existe un bruit de fond causé par la consommation des résidus miniers MRN mêmes et qui rend l'interprétation des résultats difficile. Des modélisations numériques seront effectuées prochainement afin d'isoler la contribution de la consommation du recouvrement et d'établir avec plus de précision la performance corrigée du recouvrement.

Avec les mesures de consommation d'oxygène obtenues, il est néanmoins possible de calculer la réduction de la production d'acide observable sur le site. Les deux principales réactions de formation d'acide pour la pyrite étant:



la formation d'acide pour chaque mole d'oxygène consommé serait donc, au minimum, de 0,57 moles d' $\text{H}^+$  et, au maximum, de 1,07 moles d' $\text{H}^+$  produit. Ainsi, selon les valeurs obtenues, la réduction de la consommation d'oxygène serait de près de deux ordres de grandeur. En termes de production d'acide:

#### Production d'acide des résidus (moles $\text{H}^+$ $\text{m}^{-2}$ $\text{an}^{-1}$ )

		Minimum	Maximum	Réduction
Université de Waterloo, juin 1996	Exposés	295	553	-
Université de Waterloo, juin 1996	Couverts	1,5	2,7	99,5 %
Université de Waterloo, octobre 1996	Couverts	3,1	5,9	98,9 %
URSTM, juillet 1997	Couverts	17,6	33	94,0 %
URSTM, octobre 1997	Couverts	10,4	19,5	96,5 %
URSTM, juin 1998	Couverts	32,1	60,2	89,1 %
URSTM, août 1998	Couverts	34,8	65,3	88,2 %
URSTM, octobre 1998	Couverts	3,0	5,6	99,0 %
	Moyenne:	14,6	27,5	95,0 %

La performance du recouvrement sur une période de trois ans (1996 à 1998) aurait donc ainsi permis une réduction moyenne minimale de 95 % de l'oxydation des résidus. Il semble donc qu'un coefficient de diffusion d'oxygène effectif de  $1 \cdot 10^{-8}$   $\text{m}^2/\text{s}$ , obtenu à 85 % de saturation, est suffisant pour inhiber la production d'acide. Le recouvrement multicouche semble donc présenter, après trois ans de suivi, une performance adéquate au niveau géochimique.

## 6.0 CONCLUSIONS

A bien des égards, le recouvrement multicouche se comporte mieux, au niveau hydrogéologique, qu'initialement anticipé. Suite à trois années complètes de suivi, couvrant toutes les saisons, il apparaît maintenant assez probable que celui-ci offre une performance adéquate à long terme. Le résumé des principales conclusions du présent programme sont les suivantes:

- Par effet capillaire, le recouvrement est resté pratiquement saturé sur une période de trois ans, aussi bien dans les pentes qu'au sommet;
- La réduction de la consommation d'oxygène serait d'au moins un ordre de grandeur;
- La présence d'un plateau dans les pentes, réduisant la surface continue d'écoulement, aide significativement la rétention d'eau;
- En période de recharge importante, les bris capillaires peuvent entrer en charge, particulièrement dans le bas des pentes, causant ainsi une chute momentanée du degré de saturation du recouvrement, causée par l'apparition d'un court-circuit hydraulique;
- Avec un nombre suffisant de stations instrumentées, il est possible d'identifier des zones qui pourraient localement nécessiter des interventions supplémentaires;
- Le concept du bris hydraulique fonctionne bien comme mesure complémentaire à l'utilisation de plateaux pour la rétention d'eau; et
- La réduction de l'oxydation moyenne des résidus serait d'environ 95 % en trois ans d'observation.

Des modélisations numériques seront effectuées prochainement afin d'isoler la contribution de la consommation d'oxygène du recouvrement et d'établir avec plus de précision la performance corrigée du recouvrement. Ces données seront publiées dès que disponibles.

## 7.0 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Le projet de recouvrement multicouche du site Les Terrains Aurifères (LTA) a permis de démontrer la performance de cette technologie sur un site pleine grandeur. Le projet a aussi permis de démontrer la pertinence d'utiliser des résidus miniers alcalins (tel que proposé par Aubertin et al. 1995) comme matériaux de construction et ainsi permettre des économies de coûts significatives. Ainsi, un certain nombre de recommandations devraient être appliquées systématiquement dans le cadre de projets similaires.

### ◆ Considérations théoriques

Au moins trois paramètres sont essentiels afin d'assurer la conception économiquement et géochimiquement optimale soit:

- La valeur du flux d'oxygène maximal (obtenue typiquement par des modélisations numériques ou par des essais en colonne), qui assurera une oxydation négligeable ou une qualité d'eau adéquate à long terme;
- Les valeurs du coefficient de diffusion effectif ( $D_e$ ) de l'oxygène en fonction de la saturation pour le matériau considéré pour la construction (déterminé par des essais de laboratoire). En connaissant le flux d'oxygène maximal permis, le calcul de l'épaisseur requise peut s'effectuer en utilisant la méthode présentée dans Elberling et al. 1994;
- Les courbes de rétention d'eau des divers matériaux considérés pour la construction du recouvrement, afin de permettre la conception de bris capillaire qui assureront une saturation quasi permanente de la couche de matériau fin du recouvrement.

### ◆ Considérations conceptuelles

Le présent projet a démontré que les propriétés géotechniques du résidu MRN, utilisé comme matériau fin dans la couverture multicouche, sont loin d'être exceptionnelles ou rares. Le matériau utilisé, le résidu MRN, possède les caractéristiques que pourrait avoir un silt sableux relativement commun. La difficulté ne consiste pas à identifier des matériaux adéquats mais bien à évaluer l'épaisseur requise des matériaux disponibles pour assurer des conditions d'oxydation minimales et de concevoir une géométrie permettant un contraste hydraulique avec le sable du bris capillaire.

Suite aux observations provenant du suivi du comportement du recouvrement du site LTA, deux recommandations supplémentaires devraient être appliquées à la phase de conception, soit:

- l'incorporation de plateaux dans les pentes extérieures possédant une dénivellation significativement plus grande que le AEV du matériau, ou
- l'utilisation de matériaux plus perméables pour la construction de drains de pieds, ou des drains plus gros, de façon à empêcher que les bris capillaires entrent en charge lors de périodes de recharges importantes et provoquent ainsi des courts-circuits hydrauliques.

#### ◆ **Considérations géotechniques et économiques**

Le troisième élément important affectant le coût global de la construction est la gestion du chantier, car la construction d'un recouvrement nécessite une densité spécifique, sur des fondations souvent inadéquates. Ceci demande parfois d'élaborer des solutions novatrices. Dans le cas présent, la construction hivernale s'est imposée comme étant la solution la plus appropriée. Le présent projet a démontré qu'un recouvrement multicouche d'une épaisseur de 1,6 m, coûtant \$65 000 /ha, a réussi à réduire l'oxydation des résidus par une moyenne d'au moins 95 % sur un période de trois ans.

AUTEURS:

Pascal Garand, Golder Associés Ltée  
Jean-François Ricard, Golder Associés Ltée

RÉVISEURS TECHNIQUES:

Michel Aubertin, École Polytechnique de Montréal  
Jacques McMullen, Corporation Barrick Gold  
Pierre Pelletier, Corporation Barrick Gold  
Philippe Poirier, Corporation Barrick Gold  
Gilles Tremblay, Ressources Naturelles Canada(CANMET)

---

## RÉFÉRENCES

- Aubertin, M., Chapuis, R.P., Aachib, M., Bussière, B., Ricard, J.F., Tremblay, L., 1995a. Évaluation en laboratoire de barrières sèches construites à partir de résidus miniers. Projet P1622, C.D.T. École Polytechnique, novembre 1995 (Rapport NEDEM 2.22.2A).
- Elberling, B., Nicholson, R.V., Reardon, E.J., Tibble, P. (1994). Evaluation of sulphide oxidation rates: a laboratory study comparing oxygen fluxes and rates of oxidation product release. Canadian Geotechnical Journal, Volume 31, Number 3, June 1994, pp. 375-383. pp. 375-383.
- McMullen, J., Firlotte, F.W., Knapp, R.A., Aubertin, M. (1997). Les Terrains Aurifères site closure and rehabilitation: Conceptual to construction». Presented at the 29<sup>th</sup> Annual CMP Operators Conference, January 21-23, 1997.
- Rapport NEDEM 2.22.4a (1999): Construction et instrumentation d'une couverture multicouche au site Les Terrains Aurifères, Québec, Canada, Golder Associés, février 1999, réf: 971-7301).
- SENES Consultants Ltd. (1995). A review of AMD strategies for Les Terrains Aurifères Site, Malartic, Québec. Report #31638, July 1995.
- Shroeder, P.R., Morgan, J.M., Walski, T.M. Gibson, A.C, (1994). The Hydraulic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Model. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solids Waste and Emergency Response, Washington. D.C.
- Tibble, P.A., Nicholson, R.V., (1997) Oxygen consumption on sulphide tailings and covers: Measured rates and applications». Canada. Proc 4<sup>th</sup> ICARD Conference, Vancouver, May-June 1997. pp. 647-661.

**Tableau 1**  
**Estimation de l'infiltration disponible au sommet calculée avec HELP**

Mois	Précipitations				Ruissellement				Évaporation			
	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm
mi-Novembre	40.06	0.00	31.75	8.75	3.18	0.00	0.18	0.00	4.88	0.00	4.77	4.61
Décembre	65.16	0.00	102.00	30.50	7.33	0.00	24.80	0.00	5.14	0.00	6.76	7.00
Janvier	58.97	0.00	113.50	59.00	5.53	0.00	0.00	0.55	4.81	0.00	2.16	4.66
Février	43.20	0.00	32.00	22.50	12.48	0.00	0.00	123.27	5.24	0.00	4.06	11.54
Mars	60.98	0.00	39.00	90.50	104.21	0.00	0.00	13.11	13.28	0.00	8.00	17.65
Avril	61.01	114.50	31.50	33.50	91.36	76.60	238.72	0.00	43.34	26.12	33.12	35.03
Mai	73.14	44.00	94.50	47.00	7.87	0.00	13.22	0.00	45.88	44.16	61.82	10.00
<b>Printemps</b>	<b>402.52</b>	<b>158.50</b>	<b>444.25</b>	<b>291.75</b>	<b>231.97</b>	<b>76.60</b>	<b>276.92</b>	<b>136.93</b>	<b>122.56</b>	<b>70.28</b>	<b>120.69</b>	<b>90.49</b>
Juin	94.42	87.50	66.00	173.50	0.01	0.00	0.00	0.00	56.45	35.17	25.21	62.76
Juillet	101.38	137.00	151.00	80.50	0.00	0.00	0.00	0.00	60.62	49.52	53.13	59.94
Août	97.19	58.00	96.00	81.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.36	52.98	39.44	58.73
Septembre	101.42	85.00	124.50	85.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.30	33.50	58.56	47.58
Octobre	82.49	64.50	93.00		0.00	0.00	0.00		28.88	29.17	33.87	
mi-Novembre	40.06	31.75	8.75		3.18	0.18	0.00		5.77	4.77	4.61	
<b>Annuel</b>	<b>919.48</b>	<b>622.25</b>	<b>983.50</b>	<b>711.75</b>	<b>235.17</b>	<b>76.78</b>	<b>276.92</b>	<b>136.93</b>	<b>379.93</b>	<b>275.39</b>	<b>335.50</b>	<b>319.50</b>
<b>% vs préc.</b>					<b>25.6%</b>	<b>12.3%</b>	<b>28.2%</b>	<b>19.2%</b>	<b>41.3%</b>	<b>44.3%</b>	<b>34.1%</b>	<b>44.9%</b>
<b>% vs moy.</b>		<b>67.7%</b>	<b>107.0%</b>	<b>89.3%</b>		<b>32.6%</b>	<b>117.8%</b>	<b>59.0%</b>		<b>72.5%</b>	<b>88.3%</b>	<b>92.5%</b>

Mois	Recharge disponible				Recharge cummulative			
	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm
mi-Novembre	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Décembre	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Janvier	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Février	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Mars	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Avril	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Mai	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
<b>Printemps</b>	<b>47.99</b>	<b>11.62</b>	<b>46.65</b>	<b>64.34</b>	<b>47.99</b>	<b>11.62</b>	<b>46.65</b>	<b>64.34</b>
Juin	37.96	52.33	40.79	110.74	85.96	63.95	87.44	175.08
Juillet	40.75	87.48	97.87	20.56	126.71	151.43	185.31	195.64
Août	39.83	5.02	56.56	22.27	166.54	156.45	241.87	217.91
Septembre	53.12	51.50	65.94	37.42	219.66	207.95	307.81	255.33
Octobre	53.61	35.33	59.13		273.27	243.28	366.94	
mi-Novembre	31.11	26.81	4.15		304.38	270.09	371.09	
<b>Annuel</b>	<b>304.38</b>	<b>270.09</b>	<b>371.09</b>	<b>255.33</b>				
<b>% vs préc.</b>	<b>33.1%</b>	<b>43.4%</b>	<b>37.7%</b>	<b>35.9%</b>	<b>Ratio vs précipitations</b>			
<b>% vs moy.</b>		<b>88.7%</b>	<b>121.9%</b>	<b>116.2%</b>	<b>Ratio vs moyenne 30 ans</b>			

Note 1: Estimation basée sur les données climatologiques des stations de Val d'Or (température, précipitations) et Normandin (radiations).

Note 2: L'apport en précipitation est nulle de nov. 1995 à mars 1996, puisque la neige a été enlevée avant la construction du recouvrement.

**Tableau 2**  
**Estimation de l'infiltration disponible dans les pentes calculée avec HELP**

Mois	Précipitations				Ruissellement				Évaporation			
	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm
mi-Novembre	40.06	71.40	31.75	8.75	3.18	0.00	0.18	0.00	4.88	4.07	4.77	4.54
Décembre	65.16	31.00	102.00	30.50	7.33	0.00	24.80	0.00	5.13	4.57	6.76	7.00
Janvier	58.97	41.00	113.50	59.00	5.40	26.58	0.00	0.00	4.80	3.82	2.16	4.66
Février	43.20	12.00	32.00	22.50	12.18	0.00	0.00	0.55	5.39	4.97	4.06	11.54
Mars	60.98	14.50	39.00	90.50	104.73	116.09	0.00	123.27	13.35	14.09	8.00	17.65
Avril	61.01	114.50	31.50	33.50	89.39	76.13	238.64	13.11	42.98	27.03	35.73	35.03
Mai	73.14	44.00	94.50	47.00	7.66	0.00	12.69	0.00	44.68	44.26	62.59	9.99
<b>Printemps</b>	<b>402.52</b>	<b>328.40</b>	<b>444.25</b>	<b>291.75</b>	<b>229.86</b>	<b>218.80</b>	<b>276.31</b>	<b>136.93</b>	<b>121.22</b>	<b>102.81</b>	<b>124.07</b>	<b>90.41</b>
Juin	94.42	87.50	66.00	173.50	0.01	0.00	0.00	0.00	57.17	35.59	25.68	62.76
Juillet	101.38	137.00	151.00	80.50	0.00	0.00	0.03	0.00	62.08	50.75	53.39	59.89
Août	97.19	58.00	96.00	81.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.89	55.93	39.54	58.73
Septembre	101.42	85.00	124.50	85.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.18	31.79	59.37	47.58
Octobre	82.49	64.50	93.00		0.00	0.00	0.00		28.64	28.81	33.61	
mi-Novembre	40.06	31.75	8.75		3.18	0.18	0.00		5.70	4.77	4.54	
<b>Annuel</b>	<b>919.48</b>	<b>792.15</b>	<b>983.50</b>	<b>711.75</b>	<b>233.06</b>	<b>218.98</b>	<b>276.34</b>	<b>136.93</b>	<b>381.89</b>	<b>310.44</b>	<b>340.20</b>	<b>319.37</b>
<b>% vs préc.</b>					<b>25.3%</b>	<b>27.6%</b>	<b>28.1%</b>	<b>19.2%</b>	<b>41.5%</b>	<b>39.2%</b>	<b>34.6%</b>	<b>44.9%</b>
<b>% vs moy.</b>		<b>86.2%</b>	<b>107.0%</b>	<b>89.3%</b>		<b>94.0%</b>	<b>118.6%</b>	<b>59.6%</b>		<b>81.3%</b>	<b>89.1%</b>	<b>91.9%</b>

Mois	Recharge disponible				Recharge cummulative			
	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm	Moyenne mm	1996 mm	1997 mm	1998 mm
mi-Novembre	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Décembre	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Janvier	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Février	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Mars	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Avril	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
Mai	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel	gel
<b>Printemps</b>	<b>51.43</b>	<b>6.79</b>	<b>43.88</b>	<b>64.41</b>	<b>51.43</b>	<b>6.79</b>	<b>43.88</b>	<b>64.41</b>
Juin	37.24	51.91	40.32	110.74	88.67	58.71	84.20	175.15
Juillet	39.30	86.25	97.58	20.61	127.97	144.96	181.78	195.76
Août	39.30	2.07	56.46	22.27	167.27	147.03	238.24	218.03
Septembre	52.24	53.21	65.13	37.42	219.51	200.24	303.37	255.45
Octobre	53.85	35.69	59.39		273.36	235.93	362.76	
mi-Novembre	31.18	26.81	4.21		304.53	262.74	366.97	
<b>Annuel</b>	<b>304.53</b>	<b>262.74</b>	<b>366.97</b>	<b>255.45</b>				
<b>% vs préc.</b>	<b>33.1%</b>	<b>33.2%</b>	<b>37.3%</b>	<b>35.9%</b>	<b>Ratio vs précipitations</b>			
<b>% vs moy.</b>		<b>86.3%</b>	<b>120.5%</b>	<b>116.4%</b>	<b>Ratio vs moyenne 30 ans</b>			

Note 1: Estimation basée sur les données climatologiques des stations de Val d'Or (température, précipitations) et Normandin (radiations).

Note 2: L'apport en précipitation est nulle de nov. 1995 à mars 1996, puisque la neige a été enlevée avant la construction du recouvrement.

Tableau 3

Résultats des lectures de la sonde T-1 (bris capillaire) par station de la série CS-96  
Teneur en eau volumique

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	28.2	32.1	35.3	31.9	49.1	34.4	39.5	34.5	28.7	35.0
02/July/96	n-d									
18/July/96	24.8	29.1	29.5	27.8	50.0	33.9	46.1	n-d	27.3	33.8
26/July/96	17.2	10.2	26.4	27.3	50.2	33.9	45.9	49.0	35.1	24.0
8-Aug-96	15.4	10.2	21.8	18.6	48.7	32.8	43.1	47.5	34.4	15.4
11-Sep-96	13.6	12.7	16.9	16.7	48.5	31.9	45.1	47.8	12.7	34.8
17-Sep-96	16.0	n-d	19.6	19.1	48.0	32.2	43.7	47.8	n-d	35.0
18-Oct-96	15.8	0.0	18.0	18.0	48.7	33.2	45.7	50.2	13.8	35.8
29-May-97	15.6	n-d	18.0	17.0	47.0	30.6	41.9	48.2	18.8	31.6
9-Jun-97	14.5	n-d	16.0	15.8	46.3	30.5	40.0	47.4	13.5	30.2
5-Jul-97	17.0	n-d	19.9	19.9	46.2	30.8	n-d	47.5	36.6	30.2
15-Jul-97	20.2	n-d	26.5	22.2	46.5	31.0	42.6	51.2	26.0	30.1
4-Aug-97	14.6	n-d	21.3	16.3	45.4	30.1	39.8	46.9	21.0	30.0
17-Oct-97	15.6	n-d	25.1	18.2	46.4	31.5	41.6	53.4	26.4	31.2
22-Oct-97	20.2	n-d	26.5	22.2	46.5	31.0	42.6	51.2	26.0	30.1
4-Nov-97	19.3	n-d	25.5	21.9	47.8	31.8	45.1	53.4	26.7	32.1
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	17.8	n-d	19.1	0	46.7	28.8	45.1	50.9	14.8	32.0
28-Apr-98	16.0	n-d	16.3	0	45.7	28.8	41.8	49.2	12.2	31.0
4-May-98	15.0	n-d	15.1	0	44.4	28.0	39.7	48.4	11.2	29.7
19-May-98	13.3	n-d	13.6	0	41.6	26.4	38.9	46.7	9.8	29.0
25-May-98	13.6	n-d	14.0	0	45.0	25.9	39.4	47.7	10.5	28.0
1-Jun-98	15.9	n-d	17.7	0	46.1	28.7	39.8	48.5	12.2	32.1
9-Jun-98	15.8	n-d	16.1	n-d	45.1	28	39.8	47.6	10.5	31.1
19-Jun-98	15.8	n-d	16.4	n-d	43.8	28.2	39.4	47.5	10.6	30.7
26-Jun-98	18.7	n-d	19.7	n-d	45	30.5	39.5	47.5	n-d	n-d
9-Jul-98	15.5	n-d	16	n-d	44.9	30.1	39	47	11.1	30.9
14-Jul-98	15	n-d	15.2	n-d	42.8	29.5	38.8	46.6	10.3	29.9
22-Jul-98	15.6	n-d	16.2	n-d	45	30.3	20	47.5	11.3	30.7
31-Jul-98	16.4	n-d	17.5	n-d	44.3	30.5	37.8	47.7	12.2	30.9
6-Aug-98	14.8	n-d	15.6	n-d	n-d	29.8	38.7	46.4	11.5	30
13-Aug-98	14.5	n-d	14.9	n-d	43.5	29.8	36.4	46.6	11.7	30.8
19-Aug-98	13.9	n-d	14.4	n-d	43.6	29.8	n-d	46.5	10	30
26-Aug-98	15.5	n-d	16.8	n-d	42.8	30	38.6	46.7	n-d	n-d
12-Sep-98	15.1	n-d	15.6	n-d	45.3	31	39.3	47.8	10.6	29.9
30-Sep-98	16.3	n-d	16.9	n-d	46.3	31	39.7	48.7	12	31.1

n-d: non-disponible

Tableau 4

Résultats des lectures de la sonde T-3 (bas couche rétention) par station de la série CS-96

Teneur en eau volumique

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	44.5	51.5	48.3	46.8	46.3	53.6	49.1	57.7	43.9	45.2
02/July/96	n-d									
18/July/96	41.9	48.0	46.0	45.5	45.0	52.3	47.2	n-d	41.2	42.0
26/July/96	39.5	48.1	46.3	45.2	45.2	52.7	46.5	54.3	42.7	40.0
8-Aug-96	37.6	47.2	45.5	42.4	42.5	49.7	45.3	51.9	39.8	39.1
11-Sep-96	35.4	39.9	40.0	40.2	39.7	51.5	45.8	51.4	39.9	40.4
17-Sep-96	37.5	48.1	44.4	44.3	39.4	50.8	45.4	50.2	n-d	40.8
18-Oct-96	37.7	49.7	43.1	45.6	41.2	53.0	46.8	54.0	41.3	44.0
29-May-97	38.5	46.0	42.6	42.9	40.0	48.9	44.6	53.3	37.7	40.5
9-Jun-97	37.3	44.2	39.4	39.7	39.0	47.4	42.1	51.7	36.7	39.1
5-Jul-97	37.9	42.7	42.4	42.7	38.8	47.9	n-d	51.8	37.3	39.3
15-Jul-97	38.4	43.1	43.5	45.0	39.3	48.1	45.0	57.7	37.7	39.4
4-Aug-97	36.0	40.9	42.3	39.9	38.7	47.2	42.5	51.3	37.5	39.5
17-Oct-97	27.4	45.5	45.5	44.1	39.6	49.0	45.3	57.6	38.5	42.1
22-Oct-97	38.4	43.1	43.5	45.0	39.3	48.1	45.0	57.7	37.7	39.4
4-Nov-97	39.4	47.3	46.9	46.6	43.0	52.1	46.7	57.7	45.2	44.9
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	38.9	46.2	45.6	45.2	40.8	n-d	46.9	56.2	37.1	39.9
28-Apr-98	37.7	44.5	42.2	40.1	39.5	n-d	45.3	55.2	36.4	39.2
4-May-98	36.3	39.7	39.4	39.2	38.8	n-d	43.9	53.7	35.4	38.5
19-May-98	34.7	38.9	37.8	37.9	38.4	n-d	39.9	51.4	33.1	37.6
25-May-98	35.4	37.9	38.6	38.8	39.3	n-d	42.3	53.6	33.8	38.7
1-Jun-98	37.9	47.2	43.4	43.2	39.7	n-d	44.7	53.2	35.8	39.7
9-Jun-98	37.1	42.5	39.5	39.9	38.8	n-d	43.1	52.8	34.8	38.8
19-Jun-98	36.8	40.8	39.8	39.6	38.6	n-d	42.4	52.4	34.5	38.4
26-Jun-98	37.8	40.9	42.9	40.6	38.9	n-d	41.8	52.1	n-d	n-d
9-Jul-98	36.5	40.2	39.6	39.5	38.8	n-d	40.8	50.9	35.2	38.8
14-Jul-98	35.6	39.5	38.8	39.1	38.2	n-d	39.8	50.9	34.2	37.9
22-Jul-98	36.7	41	39.8	39.7	38.8	n-d	41.8	52.6	35.3	38.8
31-Jul-98	37.4	41.3	41.3	40.1	38.9	n-d	39.4	52.5	35.6	39
6-Aug-98	35.7	39.3	39.1	39.2	38.3	n-d	41	51.1	35	38.2
13-Aug-98	35.9	41.3	38.7	38.7	38.3	n-d	38.8	51.4	36	39.2
19-Aug-98	35.3	40.2	38.5	38.5	38.4	n-d	39.4	51.7	34.8	38.7
26-Aug-98	36.4	39.7	39.7	39.4	38.2	n-d	39.9	51.2	n-d	n-d
12-Sep-98	36.4	42.2	39.6	39.8	39.2	n-d	42.7	53.3	35.5	n-d
30-Sep-98	37.8	45.1	43.4	42.6	40.3	n-d	44.8	55.3	36.9	40.6

n-d: non-disponible

Tableau 5

Résultats des lectures de la sonde T-5 (haut couche rétention) par station de la série CS-96  
Teneur en eau volumique

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	41.1	48.8	45.7	46.1	45.1	47.6	50.3	47.8	39.2	39.4
02/July/96	n-d									
18/July/96	39.4	46.9	39.6	45.8	43.1	46.9	48.6	n-d	38.9	38.5
26/July/96	38.6	47.3	39.2	44.4	44.0	47.1	47.9	46.8	40.7	38.5
8-Aug-96	37.2	46.4	37.3	38.1	41.2	45.5	45.7	45.3	39.5	37.5
11-Sep-96	36.9	38.5	35.3	36.7	41.9	46.8	45.3	46.5	38.5	41.1
17-Sep-96	37.7	44.0	36.2	39.4	42.7	46.7	45.0	46.2	n-d	41.8
18-Oct-96	38.5	45.5	35.9	39.1	45.4	48.3	46.6	48.1	39.3	45.3
29-May-97	n-d	48.0	35.7	38.0	42.9	45.9	45.6	56.2	37.7	40.3
9-Jun-97	n-d	46.9	34.1	36.3	39.8	42.5	43.6	53.3	36.7	39.2
5-Jul-97	n-d	46.9	36.6	39.5	41.7	45.3	n-d	52.4	37.8	39.5
15-Jul-97	38.5	46.8	38.3	43.1	42.4	45.3	46.6	57.1	38.5	39.5
4-Aug-97	36.6	46.5	36.6	36.8	41.1	43.9	45.2	52.7	38.2	39.7
17-Oct-97	37.7	47.9	38.5	38.3	45.2	46.8	46.7	48.4	40.2	43.5
22-Oct-97	38.5	46.8	38.3	43.1	42.4	45.3	46.6	57.1	38.5	39.5
4-Nov-97	39.2	48.8	39.9	45.0	46.8	48.1	48.4	57.1	39.7	45.5
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	n-d	45.0	37.0	35.8	45.4	33.0	46.3	58.7	36.3	41.9
28-Apr-98	n-d	42.1	35.6	34.0	43.9	34.3	45.2	56.9	35.6	40.0
4-May-98	n-d	39.6	34.4	32.8	40.6	33.4	43.8	55.1	34.4	39.3
19-May-98	n-d	38.2	32.1	31.6	39.4	32.7	39.3	50.9	32.1	38.0
25-May-98	n-d	38.9	33.0	32.5	42.0	33.8	40.2	53.3	33.0	38.9
1-Jun-98	n-d	43.2	37.2	37.0	45.0	39.0	45.1	55.1	35.1	41.7
9-Jun-98	n-d	39.6	34.8	34.4	40.3	38.3	41.8	53.2	33.2	39.9
19-Jun-98	36.7	39.5	34.3	34.2	40.4	38.5	41.2	51.6	32.8	39.5
26-Jun-98	n-d	40.8	37.1	36.5	41.7	54	43.2	51	n-d	n-d
9-Jul-98	n-d	39.6	33.8	34.1	41	43.8	40	50.6	33.6	40.4
14-Jul-98	n-d	38.9	33.1	33.4	39.7	41.6	39.6	49.6	32.5	39.3
22-Jul-98	n-d	39.8	34.3	34.3	41.9	45.2	41	51.5	33.7	40.9
31-Jul-98	37.2	40.9	35.3	35.5	42.3	55.1	42.8	51.9	34.3	42.3
6-Aug-98	n-d	38.8	33.4	33.4	39.9	41.4	39.8	50.6	33.5	39.7
13-Aug-98	36.2	39.5	33.1	32.9	40.2	41.3	39.6	50.9	34.6	42
19-Aug-98	35.9	39.1	32.9	32.7	40.9	41.8	39.4	51.3	33.4	40.1
26-Aug-98	n-d	39.4	34.4	n-d	40.5	52.8	39.6	50.7	n-d	n-d
12-Sep-98	n-d	39.7	34.2	34.4	43.7	45.6	40.2	52.9	33.6	42.1
30-Sep-98	n-d	42.4	36.2	35.7	45.5	56.5	42	54.8	35.4	45.4

n-d: non-disponible

Tableau 6

Résultats des lectures de la sonde W2 (bas couche rétention) par station de la série CS-96  
 Potentiel de succion (cbars)

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	2	3	3	2	3	2	3	3	2	2
02/July/96	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18/July/96	2	2	2	2	2	1	3	n-d	3	2
26/July/96	11	4	3	3	1	1	3	2	n-d	n-d
8-Aug-96	n-d									
11-Sep-96	10	8	8	10	0	0	7	2	0	0
17-Sep-96	9	6	6	6	0	0	5	2	n-d	0
18-Oct-96	13	10	11	10	1	0	8	1	1	1
29-May-97	16	9	11	11	3	2	9	3	2	1
9-Jun-97	15	10	11	11	2	1	9	2	5	0
5-Jul-97	6	3	4	5	1	1	n-d	1	2	0
15-Jul-97	5	2	0	5	2	1	1	0	2	0
4-Aug-97	12	8	3	8	1	1	5	1	3	0
17-Oct-97	11	7	1	5	1	1	5	2	4	0
22-Oct-97	5	2	0	5	2	1	1	0	2	0
4-Nov-97	6	3	1	4	2	1	3	0	4	1
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	13	7	10	7	12	6	5	6	5	2
28-Apr-98	17	11	14	11	2	6	9	6	7	2
4-May-98	16	11	14	12	1	5	10	5	7	1
19-May-98	19	15	16	14	0	6	12	4	11	1
25-May-98	18	14	15	13	0	6	11	3	12	1
1-Jun-98	11	10	9	2	6	2	7	4	6	1
9-Jun-98	14	11	12	7	1	2	9	3	10	1
19-Jun-98	11	8	9	6	1	1	8	2	8	1
26-Jun-98	5	2	2	0	1	0	4	2	n-d	n-d
9-Jul-98	12	6	9	7	0	0	7	2	7	0
14-Jul-98	11	6	8	6	0	0	7	2	6	0
22-Jul-98	11	5	8	6	0	0	6	2	6	0
31-Jul-98	9	5	6	2	0	0	5	2	4	0
6-Aug-98	12	6	8	6	0	0	7	1	4	0
13-Aug-98	13	8	9	9	0	0	7	1	5	0
19-Aug-98	14	9	10	9	0	0	8	1	7	0
26-Aug-98	10	6	6	3	0	0	6	2	n-d	n-d
12-Sep-98	11	7	8	6	0	0	6	2	5	0
30-Sep-98	10	7	7	4	0	0	6	2	5	0

n-d: non-disponible

Tableau 7

Résultats des lectures de la sonde W4 (haut couche rétention) par station de la série CS-96  
Potentiel de suction (cbars)

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
02/July/96	2	2	2	1	1	1	3	2	2	1
18/July/96	9	3	7	2	2	1	5	n-d	3	2
26/July/96	13	11	10	6	2	1	9	2	n-d	n-d
8-Aug-96	n-d									
11-Sep-96	13	12	11	11	4	1	11	1	7	0
17-Sep-96	13	12	11	10	1	0	11	1	n-d	0
18-Oct-96	18	17	16	14	1	1	13	1	10	1
29-May-97	20	22	16	14	1	2	16	1	6	1
9-Jun-97	16	21	14	13	4	5	13	1	7	0
5-Jul-97	11	13	9	7	0	1	n-d	2	1	0
15-Jul-97	1	2	1	0	0	1	4	0	1	0
4-Aug-97	16	19	9	11	0	1	11	0	4	0
17-Oct-97	18	19	8	12	0	1	12	2	2	0
22-Oct-97	1	2	1	0	0	1	4	0	1	0
4-Nov-97	10	14	5	4	1	2	9	0	3	0
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	20	22	16	15	6	n-d	n-d	5	12	2
28-Apr-98	24	26	20	18	15	n-d	n-d	5	15	2
4-May-98	21	23	18	16	15	n-d	n-d	4	13	1
19-May-98	22	27	20	19	18	n-d	n-d	5	17	1
25-May-98	22	26	19	18	17	n-d	n-d	4	16	1
1-Jun-98	15	21	11	7	2	n-d	n-d	5	11	1
9-Jun-98	20	22	17	14	9	n-d	n-d	4	16	1
19-Jun-98	16	18	14	12	1	n-d	n-d	3	13	0
26-Jun-98	9	11	5	4	0	n-d	n-d	3	n-d	n-d
9-Jul-98	15	16	13	11	1	n-d	n-d	3	11	0
14-Jul-98	15	17	13	11	0	n-d	n-d	3	11	0
22-Jul-98	15	16	12	11	0	n-d	n-d	3	11	0
31-Jul-98	14	15	11	9	0	n-d	n-d	3	9	0
6-Aug-98	16	17	13	11	0	n-d	n-d	3	9	0
13-Aug-98	16	20	14	13	1	n-d	n-d	3	10	0
19-Aug-98	20	22	16	14	4	n-d	n-d	3	13	0
26-Aug-98	13	18	11	9	0	n-d	n-d	3	n-d	n-d
12-Sep-98	15	19	12	10	0	n-d	n-d	2	10	0
30-Sep-98	14	19	11	9	0	n-d	n-d	2	10	0

n-d: non-disponible

Tableau 8

Résultats des lectures de la sonde T-1 (bris capillaire) par station de la série PS-96  
Teneur en eau volumique

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	6.3	3.3	0.0	n-d						
02/July/96	n-d									
18/July/96	9.4	16.1	0.0	n-d						
26/July/96	8.7	15.6	0.0	n-d						
8-Aug-96	7.8	14.6	0.0	5.7	6.1	15.3	7.5	8.2	6.9	46.1
11-Sep-96	7.8	14.6	0.0	14.1	5.6	6.0	n-d	n-d	n-d	n-d
17-Sep-96	8.3	15.4	9.2	18.0	6.9	6.6	n-d	9.9	9.0	46.9
18-Oct-96	8.7	16.0	10.9	18.8	6.7	6.7	7.2	8.7	8.0	n-d
29-May-97	8.2	15.8	34.9	n-d	n-d	n-d	6.7	8.6	7.4	33.5
9-Jun-97	7.7	15.0	0.0	5.9	5.2	20.8	6.3	7.7	6.8	0.0
5-Jul-97	9.1	16.4	33.9	7.0	7.0	27.9	7.5	10.6	9.7	6.6
15-Jul-97	10.3	16.9	25.4	7.9	7.6	33.0	28.8	36.2	10.6	0.0
4-Aug-97	7.5	14.3	34.5	6.1	5.4	21.0	9.1	7.6	7.1	16.0
17-Oct-97	n-d	16.1	37.6	7.2	6.6	23.7	10.2	8.4	8.0	18.4
22-Oct-97	10.3	16.9	25.4	7.9	7.6	33.0	28.8	36.2	10.6	0.0
4-Nov-97	n-d	17.5	37.9	8.0	7.7	30.1	12.7	11.1	9.7	18.5
11-Nov-97	n-d	17	38.4	n-d						
20-Apr-98	n-d	11.7	36.1	7.7	3.8	23.9	8.0	8.7	7.3	17.9
28-Apr-98	n-d	16.0	35.4	7.0	5.7	23.1	9.0	7.9	7.8	16.6
4-May-98	n-d	15.0	24.0	6.7	5.5	22.3	8.8	7.6	7.5	16.6
19-May-98	n-d	13.6	20.5	6.1	5.0	19.1	7.9	7.0	6.8	16.3
25-May-98	n-d	13.7	20.9	6.3	5.0	n-d	n-d	n-d	6.7	15.3
1-Jun-98	n-d	16.1	21.6	7.8	n-d	21.6	n-d	8.2	9.1	18.9
9-Jun-98	n-d	15.2	19.6	6.9	6.3	22.7	9.5	8.4	8.2	17.5
19-Jun-98	n-d	15.2	21	36.2	6.6	25.3	9.8	9.3	8.5	18
26-Jun-98	n-d	16.3	24.5	7.3	n-d	30.6	12.2	41.1	10.3	18.6
9-Jul-98	n-d	14.8	21	6.6	5.7	24.9	9.5	8.1	7.6	16.5
14-Jul-98	n-d	14.2	28.6	6.5	5.9	21.6	8.8	7.7	7.3	16.4
22-Jul-98	n-d	14.8	21.2	6.7	6.1	24.2	9.4	8.5	7.9	17
31-Jul-98	n-d	15.2	20.6	6.9	6.9	26.5	10.1	9.7	9.2	17.6
6-Aug-98	n-d	13.5	20.5	6.4	5.6	21.7	9.1	8.1	7.6	16.2
13-Aug-98	n-d	13	n-d	6.3	5.3	20	8.5	7.5	7.1	15.8
19-Aug-98	n-d	n-d	19.7	n-d	5.3	19.2	8.3	7.4	6.9	16
26-Aug-98	n-d	13.8	20.7	7.1	6.7	20.7	8.6	8.6	8.7	17.8
12-Sep-98	n-d	14.6	20.7	6.8	6.1	21.3	9	8	7.7	17.4
30-Sep-98	n-d	15.7	21.9	7.7	7.4	22.3	9.2	9.4	9	17.9

n-d: non-disponible

Tableau 9

Résultats des lectures de la sonde T-3 (bas couche rétention) par station de la série PS-96  
Teneur en eau volumique

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	47.4	28.8	36.5	n-d						
02/July/96	n-d									
18/July/96	45.0	32.7	37.7	n-d						
26/July/96	43.2	30.0	37.8	n-d						
8-Aug-96	37.9	28.4	36.3	27.3	33.4	27.1	35.9	37.0	35.1	38.5
11-Sep-96	33.6	27.7	36.6	26.6	33.3	28.8	n-d	n-d	n-d	n-d
17-Sep-96	38.0	30.1	38.4	29.7	35.5	36.0	n-d	38.6	37.1	39.0
18-Oct-96	39.3	31.1	39.9	29.5	36.4	34.4	37.2	38.9	37.7	n-d
29-May-97	n-d	31.3	44.6	n-d	n-d	n-d	36.2	39.3	35.3	38.9
9-Jun-97	n-d	29.3	41.3	29.8	31.9	28.6	34.6	37.3	34.2	37.9
5-Jul-97	n-d	33.0	42.1	36.1	34.8	33.5	36.7	40.2	37.1	38.3
15-Jul-97	n-d	35.3	45.0	38.5	35.5	37.3	39.3	43.3	37.9	35.9
4-Aug-97	n-d	28.5	41.2	29.5	33.3	29.9	35.7	36.3	35.9	35.9
17-Oct-97	n-d	31.8	47.2	36.0	35.7	33.2	37.8	39.1	38.0	38.7
22-Oct-97	n-d	35.3	45.0	38.5	35.5	37.3	39.3	43.3	37.9	35.9
4-Nov-97	n-d	38.4	48.6	39.0	38.4	36.9	38.4	44.9	38.5	38.7
11-Nov-97	n-d	33.9	50	n-d						
20-Apr-98	n-d	37.5	48.0	37.6	15.0	32.5	34.6	39.5	35.2	39.6
28-Apr-98	n-d	32.5	46.8	33.1	29.1	32.0	36.0	38.3	37.1	39.1
4-May-98	n-d	30.5	45.3	31.6	30.2	30.9	35.4	37.3	36.5	38.6
19-May-98	n-d	27.9	42.0	28.5	28.5	28.0	32.9	34.7	35.0	36.7
25-May-98	n-d	27.5	44.6	28.1	28.6	27.6	n-d	32.6	n-d	36.3
1-Jun-98	n-d	30.7	45.5	37.7	33.9	30.9	35.9	30.0	37.2	38.1
9-Jun-98	n-d	30.3	43.7	35.5	33.0	31.6	36.6	39.0	37.2	48.8
19-Jun-98	n-d	30.5	42.7	36.2	33.0	31.8	36.6	39.2	36.9	37.6
26-Jun-98	n-d	33.6	42.8	37.3	33.3	35.5	37.5	41.3	36.9	37.8
9-Jul-98	n-d	29.4	42.0	32.2	31.9	31.6	36.4	37.9	35.6	37.2
14-Jul-98	n-d	28.6	41.4	31.6	31.6	30.4	35.2	37.2	35.1	37
22-Jul-98	n-d	29.1	42.7	33.6	32.8	31.2	36.2	38.5	37	37.6
31-Jul-98	n-d	30.5	42.6	36.4	34.1	33.5	36.8	39.7	37.6	38.1
6-Aug-98	n-d	28.1	40.8	31.8	32.3	30.6	35.7	38.4	36.6	37.8
13-Aug-98	n-d	26.8	41.1	29.8	31.7	28.9	34.5	36.9	35.7	37.5
19-Aug-98	n-d	n-d	41.7	29.5	31.7	28.6	34.1	36.1	n-d	37.8
26-Aug-98	n-d	28.6	40.9	36.5	33.3	29.9	35.3	38.3	n-d	37.7
12-Sep-98	n-d	29.1	44.2	33.6	33.5	30.2	35.7	38.4	n-d	38.6
30-Sep-98	n-d	31.0	45.6	37.9	35.0	31.5	36.5	40.1	n-d	39.5

n-d: non-disponible

Tableau 10

Résultats des lectures de la sonde T-5 (haut couche rétention) par station de la série PS-96  
Teneur en eau volumique

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	37.1	23.0	34.6	n-d						
02/July/96	n-d									
18/July/96	37.1	28.4	34.5	n-d						
26/July/96	35.2	27.1	34.7	n-d						
8-Aug-96	32.4	25.7	33.1	29.8	33.4	30.3	29.1	33.9	30.0	46.2
11-Sep-96	31.1	25.5	34.0	28.6	32.1	31.5	n-d	n-d	n-d	n-d
17-Sep-96	33.7	27.3	35.7	36.9	35.8	34.8	n-d	35.8	33.1	47.6
18-Oct-96	35.1	27.9	37.3	35.6	36.6	34.6	28.6	36.5	32.8	n-d
29-May-97	34.5	n-d	39.7	n-d	n-d	n-d	27.7	36.6	33.6	48.0
9-Jun-97	32.3	n-d	38.8	31.4	37.1	29.1	25.9	35.4	30.7	46.8
5-Jul-97	36.5	n-d	39.2	34.9	38.3	33.5	29.0	37.1	34.7	48.0
15-Jul-97	38.2	n-d	39.3	38.6	38.6	37.0	28.7	38.5	36.2	48.2
4-Aug-97	31.9	n-d	39.1	33.2	36.6	29.6	28.0	35.6	31.5	47.9
17-Oct-97	46.3	n-d	43.5	36.9	39.2	34.1	29.2	37.5	34.0	50.0
22-Oct-97	38.2	n-d	39.3	38.6	38.6	37.0	28.7	38.5	36.2	48.2
4-Nov-97	38.9	n-d	44.6	39.1	39.9	37.5	33.0	38.5	35.8	50.0
11-Nov-97	38.0	n-d	45.5	n-d						
20-Apr-98	35.9	n-d	45.1	37.7	24.1	19.1	17.4	37.3	18.5	50.8
28-Apr-98	33.8	n-d	43.7	35.7	37.1	34.7	28.3	36.4	32.8	49.4
4-May-98	32.1	n-d	39.9	34.5	35.2	30.8	27.2	35.6	31.6	48.9
19-May-98	29.1	n-d	39.1	32.2	31.4	26.7	25.6	34.1	28.6	47.4
25-May-98	28.9	n-d	39.4	32.7	31.3	27.5	n-d	34.0	28.4	48.1
1-Jun-98	33.0	n-d	41.1	37.9	37.1	30.9	28.7	36.1	33.0	49.6
9-Jun-98	32.6	n-d	39.3	36.0	36.4	30.6	27.8	36.5	32.1	48.4
19-Jun-98	32.8	n-d	39.0	35.9	36.2	30.8	27.8	36.7	32.0	48.3
26-Jun-98	36.3	n-d	39.3	37.0	36.3	37.0	30.6	37.5	34.0	48.2
9-Jul-98	33.2	n-d	38.9	34.1	34.7	31.8	27.4	35.7	30.8	47.5
14-Jul-98	32.3	n-d	38.6	33.7	34.5	30.2	26.7	35.5	29.9	47.2
22-Jul-98	33.6	n-d	39.2	34.9	35.5	31.1	27.5	36.3	31.5	47.9
31-Jul-98	37.7	n-d	39.1	36.0	36.1	35.3	28.3	37.1	32.8	48.2
6-Aug-98	32.2	n-d	38.5	n-d	34.3	n-d	26.9	36.0	30.8	47.7
13-Aug-98	30.1	n-d	38.6	33.2	33.1	28.8	26.1	35.4	29.3	47.7
19-Aug-98	29.8	n-d	38.9	33.1	33.1	28.3	26.1	35.4	29.0	48.1
26-Aug-98	33.0	n-d	38.7	35.8	35.9	29.9	27.5	36.2	31.9	47.5
12-Sep-98	33.0	n-d	39.5	35.3	35.9	30.2	27.0	36.5	31.1	48.8
30-Sep-98	35.0	n-d	41.9	37.1	37.3	31.9	28.0	37.7	33.1	49.2

n-d: non-disponible

Tableau 11

Résultats des lectures de la sonde W2 (bas couche rétention) par station de la série PS-96  
Potentiel de succion (cbars)

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	3	4	3	n-d						
02/July/96	6	4	1	n-d						
18/July/96	6	7	6	n-d						
26/July/96	4	n-d								
8-Aug-96	n-d									
11-Sep-96	9	7	2	3	12	12	15	10	11	2
17-Sep-96	3	2	0	0	3	7	n-d	0	1	0
18-Oct-96	5	4	0	0	6	12	15	3	4	n-d
29-May-97	6	7	2	n-d	n-d	n-d	19	4	4	1
9-Jun-97	8	8	1	3	15	15	20	10	9	0
5-Jul-97	1	2	0	0	1	4	8	2	1	0
15-Jul-97	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4-Aug-97	7	7	0	4	13	12	16	10	10	1
17-Oct-97	4	4	0	1	7	7	13	2	3	0
22-Oct-97	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4-Nov-97	2	2	1	1	2	3	6	1	2	1
11-Nov-97	4	4	1	n-d						
20-Apr-98	6	4	1	3	140	19	30	4	22	2
28-Apr-98	10	7	1	5	19	20	23	10	13	3
4-May-98	11	8	0	6	18	18	23	12	14	2
19-May-98	18	14	0	10	27	23	27	18	21	8
25-May-98	19	15	0	11	27	23	25	17	21	10
1-Jun-98	11	7	0	2	2	14	19	6	4	2
9-Jun-98	9	8	0	3	9	14	18	3	4	2
19-Jun-98	6	6	0	1	6	11	15	2	4	1
26-Jun-98	2	2	0	1	1	1	6	1	2	0
9-Jul-98	6	6	0	1	12	8	15	3	6	0
14-Jul-98	7	7	0	2	10	10	16	6	8	0
22-Jul-98	6	7	0	1	9	9	14	2	4	0
31-Jul-98	4	5	0	1	3	7	12	1	2	0
6-Aug-98	7	8	0	1	12	11	15	3	6	0
13-Aug-98	10	11	0	4	17	14	17	9	12	1
19-Aug-98	12	13	0	5	18	15	18	11	14	2
26-Aug-98	5	8	0	1	2	12	13	2	2	0
12-Sep-98	7	7	0	1	8	12	14	4	6	0
30-Sep-98	4	5	0	1	3	11	13	1	2	0

n-d: non-disponible

Tableau 12

Résultats des lectures de la sonde W4 (haut couche rétention) par station de la série PS-96  
Potentiel de succion (cbars)

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	7	9	5	n-d						
02/July/96	9	8	5	n-d						
18/July/96	6	7	5	n-d						
26/July/96	9	n-d								
8-Aug-96	n-d									
11-Sep-96	13	12	8	5	13	14	15	13	15	5
17-Sep-96	8	7	5	2	5	8	n-d	6	5	2
18-Oct-96	10	6	6	5	8	15	18	9	10	n-d
29-May-97	12	13	4	n-d	n-d	n-d	21	14	11	2
9-Jun-97	12	n-d	4	7	16	19	21	15	13	0
5-Jul-97	5	n-d	3	0	4	5	9	3	3	0
15-Jul-97	2	n-d	0	0	2	2	0	1	1	0
4-Aug-97	12	n-d	2	8	15	17	18	15	15	4
17-Oct-97	9	11	3	5	9	14	17	12	10	1
22-Oct-97	2	n-d	0	0	2	2	0	1	1	0
4-Nov-97	5	7	3	3	4	8	9	5	5	1
11-Nov-97	10	12	4	n-d						
20-Apr-98	12	11	n-d	6	4	8	77	17	3	3
28-Apr-98	17	16	n-d	10	17	23	27	22	14	3
4-May-98	16	13	n-d	10	18	23	24	21	15	2
19-May-98	22	16	n-d	14	26	29	28	26	22	9
25-May-98	23	16	n-d	14	27	30	27	25	21	10
1-Jun-98	15	12	n-d	3	3	17	17	14	8	3
9-Jun-98	16	12	n-d	5	11	19	21	17	11	2
19-Jun-98	12	10	n-d	4	8	15	18	13	9	1
26-Jun-98	6	6	n-d	1	2	5	8	4	3	1
9-Jul-98	11	11	n-d	6	13	15	18	15	11	0
14-Jul-98	11	11	n-d	6	11	15	19	15	12	1
22-Jul-98	11	11	n-d	5	10	15	17	13	10	0
31-Jul-98	8	10	n-d	2	5	11	16	11	8	0
6-Aug-98	12	13	n-d	6	13	16	19	14	11	0
13-Aug-98	15	15	n-d	9	18	20	21	18	15	3
19-Aug-98	16	16	n-d	10	19	23	23	20	18	5
26-Aug-98	11	13	n-d	2	3	17	16	11	8	1
12-Sep-98	11	11	n-d	5	9	17	18	14	11	2
30-Sep-98	10	10	0	3	4	15	16	10	8	1

n-d: non-disponible

Tableau 13

## Résultats des lectures de la sonde TDR par station de la série TA-97 (Digue Ouest)

## Teneur en eau volumique

Date	TA-97-1	TA-97-2	TA-97-3	TA-97-4	TA-97-5	TA-97-6	TA-97-7	TA-97-8	TA-97-9	TA-97-10	TA-97-11	TA-97-12	TA-97-13	TA-97-14	TA-97-15
16-Jul-97	41.9	31.0	35.3	38.2	23.4	33.0	31.3	29.0	5.9	38.4	37.4	37.6	34.7	22.3	26.5
4-Aug-97	39.2	29.6	32.8	37.5	21.3	33.3	27.8	26.5	6.6	37.7	36.0	37.3	33.0	19.9	26.2
4-Sep-97	38.4	24.5	33.9	42.0	30.6	33.6	28.6	27.6	7.5	38.9	37.1	38.0	33.2	23.5	26.5
17-Oct-97	45.5	32.0	35.6	39.5	25.4	35.0	30.0	28.4	8.3	39.9	38.6	40.1	34.5	25.1	27.4
4-Nov-97	47.0	34.4	36.8	40.1	28.4	35.6	30.7	30.2	9.1	40.9	39.8	42.1	36.8	27.5	28.9
20-Apr-98	47.7	n-d	n-d	42.8	23.2	n-d	30.0	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d	36.2	n-d	n-d
28-Apr-98	46.8	30.3	14.0	38.4	n-d	23.4	28.6	n-d	6.4	39.2	36.4	37.6	34.3	25.8	24.3
4-May-98	43.0	29.5	32.2	37.5	19.2	20.1	27.6	22.5	6.0	38.2	34.2	36.0	32.6	25.4	23.1
19-May-98	37.1	28.3	31.0	35.6	16.9	29.5	26.3	20.5	5.4	35.1	26.0	34.4	30.1	22.5	21.1
25-May-98	35.8	28.4	31.8	36.9	17.1	30.4	26.6	20.7	5.8	35.9	25.6	35.1	30.5	22.4	21.5
1-Jun-98	45.7	30.9	33.8	38.6	21	31.4	29.6	n-d	8	37.9	36.9	37.6	34.1	25.5	25.0
9-Jun-98	42.4	28.9	32.4	37.6	20.5	30.3	28.4	n-d	7.2	37.0	34.8	36.0	32.6	25.2	24.7
19-Jun-98	40.6	29	32.2	37.4	20.6	30.3	28.4	n-d	7.3	36.8	34	36.0	32.7	25.1	24.3
26-Jun-98	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d									
9-Jul-98	38.2	28.9	32.4	36.6	20.5	31.1	26.9	n-d	5.9	36.4	29.7	34.8	31.7	25.0	24.2
14-Jul-98	37.0	28.2	31.5	35.4	19.5	30.2	27.3	n-d	6.9	35.9	29.7	34.3	31.1	23.0	23.9
22-Jul-98	38.2	29	32.6	32.6	20.5	31.2	27.4	n-d	6.7	36.8	30.4	35.1	31.9	24.5	24.7
31-Jul-98	40.6	29.7	33.5	37.6	21.8	31.4	28.3	n-d	7.2	37	33.7	35.9	32.8	25.4	25.4
6-Aug-98	35.1	28.6	31.8	35.6	20.1	30.6	26.4	n-d	5	35.6	n-d	34.2	30.6	24.2	23.4
13-Aug-98	31.7	28.9	32.1	36.5	19.3	31.5	26.5	n-d	5.2	36.1	21.8	34.9	30.6	23.4	23.7
19-Aug-98	n-d	n-d	31.5	35.4	18.1	30.7	26.4	n-d	5.7	35.7	20.4	34.4	29.8	22.6	23.3
26-Aug-98	n-d	n-d	n-d	36.2	20.4	30.7	28.3	n-d	7.3	36.5	33.2	35.2	31.2	24	24.7
12-Sep-98	38.9	n-d	32.9	37.2	20	31.6	28.2	n-d	8	36.9	29.4	35.3	32.7	24.4	24.3
30-Sep-98	46.3	31.5	35.4	39.5	22.3	32.8	29.7	n-d	8.5	38.6	36.8	37.4	34.7	25.6	25.6

n-d: non-disponible

Tableau 14

## Résultats des lectures de la sonde TDR par station de la série TA-97 (Digues Nord et Est)

## Teneur en eau volumique

Date	TA-97-16 Nord	TA-97-17 Nord	TA-97-18 Nord	TA-97-19 Nord	TA-97-20 Nord	TA-97-21 Nord	TA-97-22 Nord	TA-97-23 Nord	TA-97-24 PS96-4	TA-97-25 Est	TA-97-26 Est	TA-97-27 Est	TA-97-28 Sud-est	TA-97-29 Sud-est	TA-97-30 Sud-est
16-Jul-97	27.9	35.3	35.6	31.9	26.7	28.0	28.0	29.0	26.7	34.6	34.2	20.6	27.6	7.2	20.9
4-Aug-97	26.4	35.0	31.3	31.8	25.9	27.5	25.9	26.1	24.7	27.1	34.0	21.2	26.0	6.6	22.0
4-Sep-97	27.2	36.1	33.7	32.7	26.6	28.4	n-d	28.3	26.0	29.7	35.4	19.6	26.5	6.8	22.5
17-Oct-97	28.8	38.3	36.3	34.8	27.9	30.2	n-d	24.8	28.0	33.1	37.3	21.4	28.0	7.0	25.7
4-Nov-97	31.4	39.5	38.4	35.6	31.1	35.1	30.6	30.3	31.4	36.2	39.0	27.0	30.5	6.9	27.0
20-Apr-98	34.2	37.5	38.7	31.1	33.1	30.6	24.6	26.9	33.2	35.2	38.8	21.3	36.3	14.0	24.1
28-Apr-98	29.1	35.7	35.2	29.9	28.1	29.5	23.2	22.7	28.4	31.4	34.7	18.7	30.2	13.5	22.3
4-May-98	27.8	34.0	32.7	29.7	26.3	28.8	21.6	20.7	26.0	29.0	32.6	17.0	26.9	13.3	21.1
19-May-98	25.6	32.3	28.9	28.7	23.2	27.7	19.0	20.5	21.2	26.6	30.0	19.5	24.5	12.1	19.4
25-May-98	n-d	31.9	28.5	29.1	n-d	27.7	n-d	n-d	21.0	26.8	31.1	22.1	24.5	12.6	19.9
1-Jun-98	28.9	n-d	36.0	n-d	28.7	33.1	24.7	26.4	28.2	33.3	35.2	n-d	27.8	9.8	23.8
9-Jun-98	28.0	34.9	35.0	30.7	26.6	29.3	23.8	23.7	27.0	32.1	32.7	22.1	27.0	13.6	21.6
19-Jun-98	28.0	34.9	34.4	30.5	26.5	29.3	24	25.1	26.4	31.3	32.2	22.2	27.2	13.9	22.1
26-Jun-98	29.9	36.6	37.0	31.7	29.3	31.5	25.1	25.8	29.5	32.2	34.2	26.2	29.5	14.5	25.5
9-Jul-98	27.3	34.0	32.0	29.8	25.7	28.6	22.6	19.3	25.0	28.3	29.9	19.1	27.5	13.2	21.2
14-Jul-98	26.8	33.2	31.2	29.5	26.2	28.4	22.3	22.1	25.5	28.4	31.0	20.8	27.5	13.0	22.4
22-Jul-98	27.3	34.4	32.7	30.1	26	28.8	23.2	22.9	26.1	29.1	31.8	20.2	28.1	13.5	22
31-Jul-98	28.4	35.4	34.7	30.9	27.4	29.8	24.3	25.3	28.2	31.4	32.4	n-d	28.7	14.2	23.6
6-Aug-98	26.9	33.7	31.4	29.7	n-d	27.9	22.3	21.1	24.7	27.6	31.7	23	27.1	13.1	20.7
13-Aug-98	26.1	33	29.3	29.6	n-d	28.2	21.3	18.8	23.2	26.2	32.2	25.5	26.4	12.7	19.8
19-Aug-98	25.9	33.2	28.9	29.8	23.7	28.3	21.3	23.3	22.8	25.8	n-d	25.2	26.1	12.6	20.5
26-Aug-98	27	34.5	32.5	30.4	n-d	29.9	23.1	25.3	26.4	31.5	33.8	24.4	27.3	13.7	23.4
12-Sep-98	26.9	34.5	32.4	30.5	26.6	29.4	23.8	24.8	25.7	29.5	35.0	22.8	28	13.8	23.8
30-Sep-98	28	36.5	35.5	31.7	27.7	31.6	25	n-d	27.7	34.8	36.0	26.5	29.3	14.9	25.1

n-d: non-disponible

**Tableau 15**

**Résultats des tensiomètres de la série Ten-97  
(cbars)**

Date	Ten 97-1 PS96-1	Ten 97-2 PS96-4	Ten 97-3 PS96-7	Ten 97-4 TA-97-13	Ten 97-5 TA-97-5
16-Jul-97	5.0	9.0	7.0	8.0	7.0
4-Aug-97	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d
4-Sep-97	8.0	18.0	15.0	7.0	15.0
17-Oct-97	4.0	16.0	16.0	6.0	9.0
4-Nov-97	n-d	n-d	4.0	2.0	0.0
11-Nov-97					
20-Apr-98	0	0	0	0	n-d
28-Apr-98	0	0	0	4	n-d
4-May-98	0	n-d	n-d	n-d	n-d
19-May-98	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d
25-May-98	0	4	0	2	n-d
1-Jun-98	0	0	0	3	n-d
9-Jun-98	0	0	0	4	n-d
19-Jun-98	0	0	0	5	n-d
26-Jun-98	0	0	n-d	n-d	n-d
9-Jul-98	0	0	0	4	n-d
14-Jul-98	0	0	0	4	n-d
22-Jul-98	0	0	0	4	n-d
31-Jul-98	0	0	0	2	n-d
6-Aug-98	0	0	0	6	n-d
13-Aug-98	0	0	0	2	n-d
19-Aug-98	0	0	0	3	n-d
26-Aug-98	0	0	0	4	n-d
12-Sep-98	0	0	0	n-d	n-d

Tableau 16

## Résultats des mesures de consommation d'oxygène

Transect	Stations Instruments	Un. Waterloo (juin-96)		Un. Waterloo (oct.-96)		URSTM (juil.-97)		URSTM (oct.-97)		URSTM (Juin 98)		URSTM (août-98)		URSTM (oct.-98)	
		Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s	Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s	Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s	Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s	Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s	Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s	Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s
BRK2-ABCD	CS96-1	6.20	1.75E-08	4.90	1.38E-08	18.70	5.27E-08							20.78	5.86E-08
BRK2-E		3.30	9.30E-09	0.00	1.00E-09	13.30	3.75E-08								
BRK2-F		0.00	1.00E-09	3.90	1.10E-08										
BRK2-GHIJ	CS96-2	6.20	1.75E-08	11.90	3.35E-08			45.80	1.29E-07						
BRK2-K		0.00	1.00E-09	29.60	8.34E-08			7.40	2.09E-08						
BRK2-L		0.00	1.00E-09					27.30	7.69E-08						
								0.00	1.00E-09						
								0.00	1.00E-09						
BRK2-MN	CS96-3	5.10	1.44E-08	20.50	5.78E-08										
BRK2-OP	CS96-9	0.90	2.54E-09	1.70	4.79E-09										
BRK3-AB	CS96-4	0.00	1.00E-09	5.10	1.44E-08										
BRK3-CD	CS96-5	6.20	1.75E-08	3.00	8.46E-09	0.00	1.00E-09								
BRK3-EF	CS96-6	1.90	5.36E-09	4.00	1.13E-08	86.10	2.43E-07								
BRK3-GH	CS96-10	10.10	2.85E-08	0.00	1.00E-09										
BRK4-AB	CS96-7	0.90	2.54E-09	0.00	1.00E-09	0.00	1.00E-09								
BRK4-CD	CS96-8	7.30	2.06E-08	0.00	1.00E-09	5.10	1.44E-08								
BRK5-A	PS96-1	0.30	8.46E-10	8.00	2.25E-08	59.00	1.66E-07	0.00	1.00E-09	64.25	1.81E-07	48.00	1.35E-07	0.00	1.00E-09
BRK5-B		0.00	1.00E-09	2.10	5.92E-09										
BRK5-C	PS96-2	2.00	5.64E-09	9.60	2.71E-08	95.20	2.68E-07	9.10	2.56E-08	95.70	2.70E-07	65.10	1.83E-07	0.00	1.00E-09
BRK5-D		0.00	1.00E-09	1.80	5.07E-09			0.00	1.00E-09						
BRK5-E	PS96-3	0.00	1.00E-09					0.00	1.00E-09			40.55	1.14E-07	0.00	1.00E-09
	PS-96-4							105.10	2.96E-07						
	PS-96-5							0.00	1.00E-09	43.95	1.24E-07	84.00	2.37E-07		
	PS-96-6							86.30	2.43E-07	50.10	1.41E-07	67.55	1.90E-07		
BRK6-A				4.20	1.18E-08										
BRK6-B	PS96-7			0.00	1.00E-09	4.90	1.38E-08	0.00	1.00E-09	71.90	2.03E-07				
								0.00	1.00E-09						
BRK6-C	PS96-8			1.30	3.66E-09	26.20	7.38E-08	0.00	1.00E-09	180.80	5.10E-07				
								23.40	6.60E-08						
BRK6-D	PS96-9			4.20	1.18E-08										
	TA-97-10							37.70	1.06E-07						
	TA-97-11							0.00	1.00E-09						
	TA-97-12							11.00	3.10E-08						
	TA-97-7							37.00	1.04E-07	0.00	1.00E-09				
	TA-97-8							7.20	2.03E-08	0.00	1.00E-09				
	TA-97-9							15.30	4.31E-08	0.00	1.00E-09				
	Moyenne	2.65	7.85E-09	5.51	1.58E-08	30.85	8.72E-08	18.75	5.33E-08	56.30	1.59E-07	61.04	1.72E-07	5.19	1.54E-08
	Écart type	3.19	8.68E-09	7.39	2.07E-08	36.06	1.01E-07	28.85	8.10E-08	58.16	1.64E-07	17.15	4.83E-08	10.39	2.88E-08

## LTA non-recouvert

Moy	517	moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /an
Ec. Type	139	moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /an
plage	228 à 836	moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /an

Résidus MRN		Résidus MRN	
Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s	Flux mesuré moles O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /a	Coeff. diff m <sup>2</sup> /s
27.00	7.61E-08	11.2	3.16E-08
95.50	2.69E-07	45.1	1.27E-07
0.00	1.00E-09	4.1	1.16E-08
24.70	6.96E-08	15.9	4.48E-08

\*: Coefficient de diffusion équivalent

Tableau 17

## Degré de saturation estimé du bris capillaire (T1) de la série CS-96

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	92.8	105.6	116.1	104.9	97.8	101.5	85.7	64.6	78.4	97.8
02/July/96	n-d									
18/July/96	81.6	95.7	97.0	91.4	99.6	100.0	100.0	n-d	74.6	94.4
26/July/96	56.6	33.6	86.8	89.8	100.0	100.0	99.6	91.8	95.9	67.0
8-Aug-96	50.7	33.6	71.7	61.2	97.0	96.8	93.5	89.0	94.0	43.0
11-Sep-96	44.7	41.8	55.6	54.9	96.6	94.1	97.8	89.5	34.7	97.2
17-Sep-96	52.6	n-d	64.5	62.8	95.6	95.0	94.8	89.5	n-d	97.8
18-Oct-96	52.0	0.0	59.2	59.2	97.0	97.9	99.1	94.0	37.7	100.0
29-May-97	51.3	n-d	59.2	55.9	93.6	90.3	90.9	90.3	51.4	88.3
9-Jun-97	47.7	n-d	52.6	52.0	92.2	90.0	86.8	88.8	36.9	84.4
5-Jul-97	55.9	n-d	65.5	65.5	92.0	90.9	n-d	89.0	100.0	84.4
15-Jul-97	66.4	n-d	87.2	73.0	92.6	91.4	92.4	95.9	71.0	84.1
4-Aug-97	48.0	n-d	70.1	53.6	90.4	88.8	86.3	87.8	57.4	83.8
17-Oct-97	51.3	n-d	82.6	59.9	92.4	92.9	90.2	100.0	72.1	87.2
22-Oct-97	66.4	n-d	87.2	73.0	92.6	91.4	92.4	95.9	71.0	84.1
4-Nov-97	63.5	n-d	83.9	72.0	95.2	93.8	97.8	100.0	73.0	89.7
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	58.6	n-d	62.8	0.0	93.0	85.0	97.8	95.3	40.4	89.4
28-Apr-98	52.6	n-d	53.6	0.0	91.0	85.0	90.7	92.1	33.3	86.6
4-May-98	49.3	n-d	49.7	0.0	88.4	82.6	86.1	90.6	30.6	83.0
19-May-98	43.8	n-d	44.7	0.0	82.9	77.9	84.4	87.5	26.8	81.0
25-May-98	44.7	n-d	46.1	0.0	89.6	76.4	85.5	89.3	28.7	78.2
1-Jun-98	52.3	n-d	58.2	0.0	91.8	84.7	86.3	90.8	33.3	89.7
9-Jun-98	52.0	n-d	53.0	n-d	89.8	82.6	86.3	89.1	28.7	86.9
19-Jun-98	52.0	n-d	53.9	n-d	87.3	83.2	85.5	89.0	29.0	85.8
26-Jun-98	61.5	n-d	64.8	n-d	89.6	90.0	85.7	89.0	n-d	n-d
9-Jul-98	51.0	n-d	52.6	n-d	89.4	88.8	84.6	88.0	30.3	86.3
14-Jul-98	49.3	n-d	50.0	n-d	85.3	87.0	84.2	87.3	28.1	83.5
22-Jul-98	51.3	n-d	53.3	n-d	89.6	89.4	43.4	89.0	30.9	85.8
31-Jul-98	53.9	n-d	57.6	n-d	88.2	90.0	82.0	89.3	33.3	86.3
6-Aug-98	48.7	n-d	51.3	n-d	n-d	87.9	83.9	86.9	31.4	83.8
13-Aug-98	47.7	n-d	49.0	n-d	86.7	87.9	79.0	87.3	32.0	86.0
19-Aug-98	45.7	n-d	47.4	n-d	86.9	87.9	n-d	87.1	27.3	83.8
26-Aug-98	51.0	n-d	55.3	n-d	85.3	88.5	n-d	87.5	n-d	n-d
12-Sep-98	49.7	n-d	51.3	n-d	90.2	91.4	n-d	89.5	29.0	83.5
30-Sep-98	53.6	n-d	55.6	n-d	92.2	91.4	n-d	91.2	32.8	86.9
n-d: non-disponible										
Moyenne	54.4	51.7	63.2	49.0	91.6	89.8	88.0	89.7	47.5	85.3
	10.1	40.7	16.7	34.4	4.2	5.8	10.4	5.7	23.5	9.9

Tableau 18

Degré de saturation estimé du bas de la couche de rétention (T3) de la série CS-96

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.1	100.0
02/July/96	n-d									
18/July/96	100.0	96.6	98.1	97.6	99.6	98.7	100.0	n-d	91.2	93.5
26/July/96	94.3	96.8	98.7	97.0	100.0	99.4	98.5	94.1	94.5	89.1
8-Aug-96	89.7	95.0	97.0	91.0	94.0	93.8	96.0	89.9	88.1	87.1
11-Sep-96	84.5	80.3	85.3	86.3	87.8	97.2	97.0	89.1	88.3	90.0
17-Sep-96	89.5	96.8	94.7	95.1	87.2	95.8	96.2	87.0	n-d	90.9
18-Oct-96	90.0	100.0	91.9	97.9	91.2	100.0	99.2	93.6	91.4	98.0
29-May-97	91.9	92.6	90.8	92.1	88.5	92.3	94.5	92.4	83.4	90.2
9-Jun-97	89.0	88.9	84.0	85.2	86.3	89.4	89.2	89.6	81.2	87.1
5-Jul-97	90.5	85.9	90.4	91.6	85.8	90.4	n-d	89.8	82.5	87.5
15-Jul-97	91.6	86.7	92.8	96.6	86.9	90.8	95.3	100.0	83.4	87.8
4-Aug-97	85.9	82.3	90.2	85.6	85.6	89.1	90.0	88.9	83.0	88.0
17-Oct-97	65.4	91.5	97.0	94.6	87.6	92.5	96.0	99.8	85.2	93.8
22-Oct-97	91.6	86.7	92.8	96.6	86.9	90.8	95.3	100.0	83.4	87.8
4-Nov-97	94.0	95.2	100.0	100.0	95.1	98.3	98.9	100.0	100.0	100.0
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	92.8	93.0	97.2	97.0	90.3	n-d	99.4	97.4	82.1	88.9
28-Apr-98	90.0	89.5	90.0	86.1	87.4	n-d	96.0	95.7	80.5	87.3
4-May-98	86.6	79.9	84.0	84.1	85.8	n-d	93.0	93.1	78.3	85.7
19-May-98	82.8	78.3	80.6	81.3	85.0	n-d	84.5	89.1	73.2	83.7
25-May-98	84.5	76.3	82.3	83.3	86.9	n-d	89.6	92.9	74.8	86.2
1-Jun-98	90.5	95.0	92.5	92.7	87.8	n-d	94.7	92.2	79.2	88.4
9-Jun-98	88.5	85.5	84.2	85.6	85.8	n-d	91.3	91.5	77.0	86.4
19-Jun-98	87.8	82.1	84.9	85.0	85.4	n-d	89.8	90.8	76.3	85.5
26-Jun-98	90.2	82.3	91.5	87.1	86.1	n-d	88.6	90.3	n-d	n-d
9-Jul-98	87.1	80.9	84.4	84.8	85.8	n-d	86.4	88.2	77.9	86.4
14-Jul-98	85.0	79.5	82.7	83.9	84.5	n-d	84.3	88.2	75.7	84.4
22-Jul-98	87.6	82.5	84.9	85.2	85.8	n-d	88.6	91.2	78.1	86.4
31-Jul-98	89.3	83.1	88.1	86.1	86.1	n-d	83.5	91.0	78.8	86.9
6-Aug-98	85.2	79.1	83.4	84.1	84.7	n-d	86.9	88.6	77.4	85.1
13-Aug-98	85.7	83.1	82.5	83.0	84.7	n-d	82.2	89.1	79.6	87.3
19-Aug-98	84.2	80.9	82.1	82.6	85.0	n-d	83.5	89.6	77.0	86.2
26-Aug-98	86.9	79.9	84.6	84.5	84.5	n-d	84.5	88.7	n-d	n-d
12-Sep-98	86.9	84.9	84.4	85.4	86.7	n-d	90.5	92.4	78.5	n-d
30-Sep-98	90.2	90.7	92.5	91.4	89.2	n-d	94.9	95.8	81.6	90.4
n-d: non-disponible										
Moyenne	88.5	87.1	89.4	89.4	88.2	94.6	92.1	92.4	82.5	88.9
	5.7	6.9	6.0	5.8	4.4	4.1	5.5	4.0	6.6	4.2

Tableau 19

Degré de saturation estimé du haut de la couche de rétention (T5) de la série CS-96

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	100.0	100.0	100.0	100.0	96.4	84.2	100.0	81.4	96.3	86.6
02/July/96	n-d									
18/July/96	100.0	96.1	99.2	100.0	92.1	83.0	100.0	n-d	95.6	84.6
26/July/96	98.0	96.9	98.2	96.9	94.0	83.4	98.6	79.7	100.0	84.6
8-Aug-96	94.4	95.1	93.5	83.2	88.0	80.5	94.0	77.2	97.1	82.4
11-Sep-96	93.7	78.9	88.5	80.1	89.5	82.8	93.2	79.2	94.6	90.3
17-Sep-96	95.7	90.2	90.7	86.0	91.2	82.7	92.6	78.7	n-d	91.9
18-Oct-96	97.7	93.2	90.0	85.4	97.0	85.5	95.9	81.9	96.6	99.6
29-May-97	n-d	98.4	89.5	83.0	91.7	81.2	93.8	95.7	92.6	88.6
9-Jun-97	n-d	96.1	85.5	79.3	85.0	75.2	89.7	90.8	90.2	86.2
5-Jul-97	n-d	96.1	91.7	86.2	89.1	80.2	n-d	89.3	92.9	86.8
15-Jul-97	97.7	95.9	96.0	94.1	90.6	80.2	95.9	97.3	94.6	86.8
4-Aug-97	92.9	95.3	91.7	80.3	87.8	77.7	93.0	89.8	93.9	87.3
17-Oct-97	95.7	98.2	96.5	83.6	96.6	82.8	96.1	82.5	98.8	95.6
22-Oct-97	97.7	95.9	96.0	94.1	90.6	80.2	95.9	97.3	94.6	86.8
4-Nov-97	99.5	100.0	100.0	98.3	100.0	85.1	99.6	97.3	97.5	100.0
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	n-d	92.2	92.7	78.2	97.0	58.4	95.3	100.0	89.2	92.1
28-Apr-98	n-d	86.3	89.2	74.2	93.8	60.7	93.0	96.9	87.5	87.9
4-May-98	n-d	81.1	86.2	71.6	86.8	59.1	90.1	93.9	84.5	86.4
19-May-98	n-d	78.3	80.5	69.0	84.2	57.9	80.9	86.7	78.9	83.5
25-May-98	n-d	79.7	82.7	71.0	89.7	59.8	82.7	90.8	81.1	85.5
1-Jun-98	n-d	88.5	93.2	80.8	96.2	69.0	92.8	93.9	86.2	91.6
9-Jun-98	n-d	81.1	87.2	75.1	86.1	67.8	86.0	90.6	81.6	87.7
19-Jun-98	93.1	80.9	86.0	74.7	86.3	68.1	84.8	87.9	80.6	86.8
26-Jun-98	n-d	83.6	93.0	79.7	89.1	95.6	88.9	86.9	n-d	n-d
9-Jul-98	n-d	81.1	84.7	74.5	87.6	77.5	82.3	86.2	82.6	88.8
14-Jul-98	n-d	79.7	83.0	72.9	84.8	73.6	81.5	84.5	79.9	86.4
22-Jul-98	n-d	81.6	86.0	74.9	89.5	80.0	84.4	87.7	82.8	89.9
31-Jul-98	94.4	83.8	88.5	77.5	90.4	97.5	88.1	88.4	84.3	93.0
6-Aug-98	n-d	79.5	83.7	72.9	85.3	73.3	81.9	86.2	82.3	87.3
13-Aug-98	91.9	80.9	83.0	71.8	85.9	73.1	81.5	86.7	85.0	92.3
19-Aug-98	91.1	80.1	82.5	71.4	87.4	74.0	81.1	87.4	82.1	88.1
26-Aug-98	n-d	80.7	86.2	n-d	86.5	93.5	81.5	86.4	n-d	n-d
12-Sep-98	n-d	81.4	85.7	75.1	93.4	80.7	82.7	90.1	82.6	92.5
30-Sep-98	n-d	86.9	90.7	77.9	97.2	100.0	86.4	93.4	87.0	99.8
n-d: non-disponible										
Moyenne	95.8	88.1	89.8	81.0	90.5	77.8	89.8	88.6	88.8	89.3
	2.9	7.6	5.5	9.0	4.3	10.8	6.4	6.0	6.6	4.5

Tableau 20

## Potentiel de succion par station de la série CS-96 (bas couche rétention)

## Potentiel de succion (cm eau)

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	20.4	30.6	30.6	20.4	30.6	20.4	30.6	30.6	20.4	20.4
02/July/96	10.2	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
18/July/96	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	10.2	30.6	n-d	30.6	20.4
26/July/96	112.2	40.8	30.6	30.6	10.2	10.2	30.6	20.4	n-d	n-d
8-Aug-96	n-d									
11-Sep-96	102	81.6	81.6	102	1	1	71.4	20.4	1	1
17-Sep-96	91.8	61.2	61.2	61.2	1	1	51	20.4	n-d	1
18-Oct-96	132.6	102	112.2	102	10.2	1	81.6	10.2	10.2	10.2
29-May-97	163.2	91.8	112.2	112.2	30.6	20.4	91.8	30.6	20.4	10.2
9-Jun-97	153	102	112.2	112.2	20.4	10.2	91.8	20.4	51	1
5-Jul-97	61.2	30.6	40.8	51	10.2	10.2	n-d	10.2	20.4	1
15-Jul-97	51	20.4	1	51	20.4	10.2	10.2	1	20.4	1
4-Aug-97	122.4	81.6	30.6	81.6	10.2	10.2	51	10.2	30.6	1
17-Oct-97	112.2	71.4	10.2	51	10.2	10.2	51	20.4	40.8	1
22-Oct-97	51	20.4	1	51	20.4	10.2	10.2	1	20.4	1
4-Nov-97	61.2	30.6	10.2	40.8	20.4	10.2	30.6	1	40.8	10.2
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	132.6	71.4	102	71.4	122.4	61.2	51	61.2	51	20.4
28-Apr-98	173.4	112.2	142.8	112.2	20.4	61.2	91.8	61.2	71.4	20.4
4-May-98	163.2	112.2	142.8	122.4	10.2	51	102	51	71.4	10.2
19-May-98	193.8	153	163.2	142.8	1	61.2	122.4	40.8	112.2	10.2
25-May-98	183.6	142.8	153	132.6	1	61.2	112.2	30.6	122.4	10.2
1-Jun-98	112.2	102	91.8	20.4	61.2	20.4	71.4	40.8	61.2	10.2
9-Jun-98	142.8	112.2	122.4	71.4	10.2	20.4	91.8	30.6	102	10.2
19-Jun-98	112.2	81.6	91.8	61.2	10.2	10.2	81.6	20.4	81.6	10.2
26-Jun-98	51	20.4	20.4	1	10.2	1	40.8	20.4	n-d	n-d
9-Jul-98	122.4	61.2	91.8	71.4	1	1	71.4	20.4	71.4	1
14-Jul-98	112.2	61.2	81.6	61.2	1	1	71.4	20.4	61.2	1
22-Jul-98	112.2	51	81.6	61.2	1	1	61.2	20.4	61.2	1
31-Jul-98	91.8	51	61.2	20.4	1	1	51	20.4	40.8	1
6-Aug-98	122.4	61.2	81.6	61.2	1	1	71.4	10.2	40.8	1
13-Aug-98	132.6	81.6	91.8	91.8	1	1	71.4	10.2	51	1
19-Aug-98	142.8	91.8	102	91.8	1	1	81.6	10.2	71.4	1
26-Aug-98	102	61.2	61.2	30.6	1	1	61.2	20.4	n-d	n-d
12-Sep-98	112.2	71.4	81.6	61.2	1	1	61.2	20.4	51	1
30-Sep-98	102	71.4	71.4	40.8	1	1	61.2	20.4	51	1
n-d: non-disponible										
Moyenne	108.3	69.9	73.9	65.7	14.5	15.1	63.1	22.7	50.0	6.8
	46.1	35.3	45.5	36.4	22.9	19.8	28.0	14.9	29.6	7.3

Tableau 21

## Potentiel de succion par station de la série CS-96 (haut couche rétention)

## Potentiel de succion (cm eau)

Date	CS96-1	CS96-2	CS96-3	CS96-4	CS96-5	CS96-6	CS96-7	CS96-8	CS96-9	CS96-10
14/June/96	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	10.2	20.4	20.4	20.4
02/July/96	20.4	20.4	20.4	10.2	10.2	10.2	30.6	20.4	20.4	10.2
18/July/96	91.8	30.6	71.4	20.4	20.4	10.2	51	n-d	30.6	20.4
26/July/96	132.6	112.2	102	61.2	20.4	10.2	91.8	20.4	n-d	n-d
8-Aug-96	n-d									
11-Sep-96	132.6	122.4	112.2	112.2	40.8	10.2	112.2	10.2	71.4	1
17-Sep-96	132.6	122.4	112.2	102	10.2	1	112.2	10.2	n-d	1
18-Oct-96	183.6	173.4	163.2	142.8	10.2	10.2	132.6	10.2	102	10.2
29-May-97	204	224.4	163.2	142.8	10.2	20.4	163.2	10.2	61.2	10.2
9-Jun-97	163.2	214.2	142.8	132.6	40.8	51	132.6	10.2	71.4	1
5-Jul-97	112.2	132.6	91.8	71.4	1	10.2	n-d	20.4	10.2	1
15-Jul-97	10.2	20.4	10.2	1	1	10.2	40.8	1	10.2	1
4-Aug-97	163.2	193.8	91.8	112.2	1	10.2	112.2	1	40.8	1
17-Oct-97	183.6	193.8	81.6	122.4	1	10.2	122.4	20.4	20.4	1
22-Oct-97	10.2	20.4	10.2	1	1	10.2	40.8	1	10.2	1
4-Nov-97	102	142.8	51	40.8	10.2	20.4	91.8	1	30.6	1
11-Nov-97	n-d									
20-Apr-98	204	224.4	163.2	153	61.2	n-d	n-d	51	122.4	20.4
28-Apr-98	244.8	265.2	204	183.6	153	n-d	n-d	51	153	20.4
4-May-98	214.2	234.6	183.6	163.2	153	n-d	n-d	40.8	132.6	10.2
19-May-98	224.4	275.4	204	193.8	183.6	n-d	n-d	51	173.4	10.2
25-May-98	224.4	265.2	193.8	183.6	173.4	n-d	n-d	40.8	163.2	10.2
1-Jun-98	153	214.2	112.2	71.4	20.4	n-d	n-d	51	112.2	10.2
9-Jun-98	204	224.4	173.4	142.8	91.8	n-d	n-d	40.8	163.2	10.2
19-Jun-98	163.2	183.6	142.8	122.4	10.2	n-d	n-d	30.6	132.6	1
26-Jun-98	91.8	112.2	51	40.8	1	n-d	n-d	30.6	n-d	n-d
9-Jul-98	153	163.2	132.6	112.2	10.2	n-d	n-d	30.6	112.2	1
14-Jul-98	153	173.4	132.6	112.2	1	n-d	n-d	30.6	112.2	1
22-Jul-98	153	163.2	122.4	112.2	1	n-d	n-d	30.6	112.2	1
31-Jul-98	142.8	153	112.2	91.8	1	n-d	n-d	30.6	91.8	1
6-Aug-98	163.2	173.4	132.6	112.2	1	n-d	n-d	30.6	91.8	1
13-Aug-98	163.2	204	142.8	132.6	10.2	n-d	n-d	30.6	102	1
19-Aug-98	204	224.4	163.2	142.8	40.8	n-d	n-d	30.6	132.6	1
26-Aug-98	132.6	183.6	112.2	91.8	1	n-d	n-d	30.6	n-d	n-d
12-Sep-98	153	193.8	122.4	102	1	n-d	n-d	20.4	102	1
30-Sep-98	142.8	193.8	112.2	91.8	1	n-d	n-d	20.4	102	1
n-d: non-disponible										
Moyenne	145.5	163.8	116.4	101.5	32.8	14.3	88.9	25.2	87.0	5.9
	61.0	72.7	53.7	52.7	53.3	11.3	46.2	15.1	50.9	6.9

Tableau 22

## Degré de saturation estimé du bris capillaire (T1) de la série PS-96

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	20.7	10.9	0.0	n-d						
02/July/96	n-d									
18/July/96	30.9	53.0	0.0	n-d						
26/July/96	28.6	51.3	0.0	n-d						
8-Aug-96	25.7	48.0	0.0	15.7	20.1	46.4	24.7	20.0	22.7	98.3
11-Sep-96	25.7	48.0	0.0	39.0	18.4	18.2	n-d	n-d	n-d	n-d
17-Sep-96	27.3	50.7	24.0	49.7	22.7	20.0	n-d	24.1	29.6	100.0
18-Oct-96	28.6	52.6	28.4	51.9	22.0	20.3	23.7	21.2	26.3	n-d
29-May-97	27.0	52.0	90.9	n-d	n-d	n-d	22.0	20.9	24.3	71.4
9-Jun-97	25.3	49.3	0.0	16.3	17.1	63.0	20.7	18.7	22.4	0.0
5-Jul-97	29.9	53.9	88.3	19.3	23.0	84.5	24.7	25.8	31.9	14.1
15-Jul-97	33.9	55.6	66.1	21.8	25.0	100.0	94.7	88.1	34.9	0.0
4-Aug-97	24.7	47.0	89.8	16.9	17.8	63.6	29.9	18.5	23.4	34.1
17-Oct-97	n-d	53.0	97.9	19.9	21.7	71.8	33.6	20.4	26.3	39.2
22-Oct-97	33.9	55.6	66.1	21.8	25.0	100.0	94.7	88.1	34.9	0.0
4-Nov-97	n-d	57.6	98.7	22.1	25.3	91.2	41.8	27.0	31.9	39.4
11-Nov-97	n-d	55.9	100.0	n-d						
20-Apr-98	n-d	38.5	94.0	21.3	12.5	72.4	26.3	21.2	24.0	38.2
28-Apr-98	n-d	52.6	92.2	19.3	18.8	70.0	29.6	19.2	25.7	35.4
4-May-98	n-d	49.3	62.5	18.5	18.1	67.6	28.9	18.5	24.7	35.4
19-May-98	n-d	44.7	53.4	16.9	16.4	57.9	26.0	17.0	22.4	34.8
25-May-98	n-d	45.1	54.4	17.4	16.4	n-d	n-d	n-d	22.0	32.6
1-Jun-98	n-d	53.0	56.3	21.5	n-d	65.5	n-d	20.0	29.9	40.3
9-Jun-98	n-d	50.0	51.0	19.1	20.7	68.8	31.3	20.4	27.0	37.3
19-Jun-98	n-d	50.0	54.7	100.0	21.7	76.7	32.2	22.6	28.0	38.4
26-Jun-98	n-d	53.6	63.8	20.2	n-d	92.7	40.1	100.0	33.9	39.7
9-Jul-98	n-d	48.7	54.7	18.2	18.8	75.5	31.3	19.7	25.0	35.2
14-Jul-98	n-d	46.7	74.5	18.0	19.4	65.5	28.9	18.7	24.0	35.0
22-Jul-98	n-d	48.7	55.2	18.5	20.1	73.3	30.9	20.7	26.0	36.2
31-Jul-98	n-d	50.0	53.6	19.1	22.7	80.3	33.2	23.6	30.3	37.5
6-Aug-98	n-d	44.4	53.4	17.7	18.4	65.8	29.9	19.7	25.0	34.5
13-Aug-98	n-d	42.8	n-d	17.4	17.4	60.6	28.0	18.2	23.4	33.7
19-Aug-98	n-d	n-d	51.3	n-d	17.4	58.2	27.3	18.0	22.7	34.1
26-Aug-98	n-d	45.4	53.9	19.6	22.0	62.7	28.3	20.9	28.6	38.0
12-Sep-98	n-d	48.0	53.9	18.8	20.1	64.5	29.6	19.5	25.3	37.1
30-Sep-98	n-d	51.6	57.0	21.3	24.3	67.6	30.3	22.9	29.6	38.2
n-d: non-disponible										
Moyenne	27.9	48.8	54.1	24.7	20.1	66.4	34.2	28.1	26.9	37.5
	3.7	7.9	31.6	17.0	3.1	20.4	18.1	22.3	3.9	22.1

**Tableau 23**

Degré de saturation estimé du bas de la couche de rétention (T3) de la série PS-96

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	100.0	75.0	73.0	n-d						
02/July/96	n-d									
18/July/96	100.0	85.2	75.4	n-d						
26/July/96	96.0	78.1	75.6	n-d						
8-Aug-96	84.2	74.0	72.6	70.0	87.0	72.7	91.3	82.4	91.2	78.9
11-Sep-96	74.7	72.1	73.2	68.2	86.7	77.2	n-d	n-d	n-d	n-d
17-Sep-96	84.4	78.4	76.8	76.2	92.4	96.5	n-d	86.0	96.4	79.9
18-Oct-96	87.3	81.0	79.8	75.6	94.8	92.2	94.7	86.6	97.9	n-d
29-May-97	n-d	81.5	89.2	n-d	n-d	n-d	92.1	87.5	91.7	79.7
9-Jun-97	n-d	76.3	82.6	76.4	83.1	76.7	88.0	83.1	88.8	77.7
5-Jul-97	n-d	85.9	84.2	92.6	90.6	89.8	93.4	89.5	96.4	78.5
15-Jul-97	n-d	91.9	90.0	98.7	92.4	100.0	100.0	96.4	98.4	73.6
4-Aug-97	n-d	74.2	82.4	75.6	86.7	80.2	90.8	80.8	93.2	73.6
17-Oct-97	n-d	82.8	94.4	92.3	93.0	89.0	96.2	87.1	98.7	79.3
22-Oct-97	n-d	91.9	90.0	98.7	92.4	100.0	100.0	96.4	98.4	73.6
4-Nov-97	n-d	100.0	97.2	100.0	100.0	98.9	97.7	100.0	100.0	79.3
11-Nov-97	n-d	88.3	100.0	n-d						
20-Apr-98	n-d	97.7	96.0	96.4	39.1	87.1	88.0	88.0	91.4	81.1
28-Apr-98	n-d	84.6	93.6	84.9	75.8	85.8	91.6	85.3	96.4	80.1
4-May-98	n-d	79.4	90.6	81.0	78.6	82.8	90.1	83.1	94.8	79.1
19-May-98	n-d	72.7	84.0	73.1	74.2	75.1	83.7	77.3	90.9	75.2
25-May-98	n-d	71.6	89.2	72.1	74.5	74.0	n-d	72.6	n-d	74.4
1-Jun-98	n-d	79.9	91.0	96.7	88.3	82.8	91.3	66.8	96.6	78.1
9-Jun-98	n-d	78.9	87.4	91.0	85.9	84.7	93.1	86.9	96.6	100.0
19-Jun-98	n-d	79.4	85.4	92.8	85.9	85.3	93.1	87.3	95.8	77.0
26-Jun-98	n-d	87.5	85.6	95.6	86.7	95.2	95.4	92.0	95.8	77.5
9-Jul-98	n-d	76.6	84.0	82.6	83.1	84.7	92.6	84.4	92.5	76.2
14-Jul-98	n-d	74.5	82.8	81.0	82.3	81.5	89.6	82.9	91.2	75.8
22-Jul-98	n-d	75.8	85.4	86.2	85.4	83.6	92.1	85.7	96.1	77.0
31-Jul-98	n-d	79.4	85.2	93.3	88.8	89.8	93.6	88.4	97.7	78.1
6-Aug-98	n-d	73.2	81.6	81.5	84.1	82.0	90.8	85.5	95.1	77.5
13-Aug-98	n-d	69.8	82.2	76.4	82.6	77.5	87.8	82.2	92.7	76.8
19-Aug-98	n-d	n-d	83.4	75.6	82.6	76.7	86.8	80.4	n-d	77.5
26-Aug-98	n-d	74.5	81.8	93.6	86.7	80.2	89.8	85.3	n-d	77.3
12-Sep-98	n-d	75.8	88.4	86.2	87.2	81.0	90.8	85.5	n-d	79.1
30-Sep-98	n-d	80.7	91.2	97.2	91.1	84.5	92.9	89.3	n-d	80.9
n-d: non-disponible										
Moyenne	89.5	80.3	85.3	85.4	84.7	84.9	92.1	85.5	95.0	78.4
	9.5	7.3	6.9	9.9	10.4	7.7	3.7	6.5	3.0	4.7

Tableau 24

Degré de saturation estimé du haut de la couche de rétention (T5) de la série PS-96

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	80.1	81.0	76.0	n-d						
02/July/96	n-d									
18/July/96	80.1	100.0	75.8	n-d						
26/July/96	76.0	95.4	76.3	n-d						
8-Aug-96	70.0	90.5	72.7	76.2	83.7	80.8	88.2	88.1	82.9	90.9
11-Sep-96	67.2	89.8	74.7	73.1	80.5	84.0	n-d	n-d	n-d	n-d
17-Sep-96	72.8	96.1	78.5	94.4	89.7	92.8	n-d	93.0	91.4	93.7
18-Oct-96	75.8	98.2	82.0	91.0	91.7	92.3	86.7	94.8	90.6	n-d
29-May-97	74.5	n-d	87.3	n-d	n-d	n-d	83.9	95.1	92.8	94.5
9-Jun-97	69.8	n-d	85.3	80.3	93.0	77.6	78.5	91.9	84.8	92.1
5-Jul-97	78.8	n-d	86.2	89.3	96.0	89.3	87.9	96.4	95.9	94.5
15-Jul-97	82.5	n-d	86.4	98.7	96.7	98.7	87.0	100.0	100.0	94.9
4-Aug-97	68.9	n-d	85.9	84.9	91.7	78.9	84.8	92.5	87.0	94.3
17-Oct-97	100.0	n-d	95.6	94.4	98.2	90.9	88.5	97.4	93.9	98.4
22-Oct-97	82.5	n-d	86.4	98.7	96.7	98.7	87.0	100.0	100.0	94.9
4-Nov-97	84.0	n-d	98.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.9	98.4
11-Nov-97	82.1	n-d	100.0	n-d						
20-Apr-98	77.5	n-d	99.1	96.4	60.4	50.9	52.7	96.9	51.1	100.0
28-Apr-98	73.0	n-d	96.0	91.3	93.0	92.5	85.8	94.5	90.6	97.2
4-May-98	69.3	n-d	87.7	88.2	88.2	82.1	82.4	92.5	87.3	96.3
19-May-98	62.9	n-d	85.9	82.4	78.7	71.2	77.6	88.6	79.0	93.3
25-May-98	62.4	n-d	86.6	83.6	78.4	73.3	n-d	88.3	78.5	94.7
1-Jun-98	71.3	n-d	90.3	96.9	93.0	82.4	87.0	93.8	91.2	97.6
9-Jun-98	70.4	n-d	86.4	92.1	91.2	81.6	84.2	94.8	88.7	95.3
19-Jun-98	70.8	n-d	85.7	91.8	90.7	82.1	84.2	95.3	88.4	95.1
26-Jun-98	78.4	n-d	86.4	94.6	91.0	98.7	92.7	97.4	93.9	94.9
9-Jul-98	71.7	n-d	85.5	87.2	87.0	84.8	83.0	92.7	85.1	93.5
14-Jul-98	69.8	n-d	84.8	86.2	86.5	80.5	80.9	92.2	82.6	92.9
22-Jul-98	72.6	n-d	86.2	89.3	89.0	82.9	83.3	94.3	87.0	94.3
31-Jul-98	81.4	n-d	85.9	92.1	90.5	94.1	85.8	96.4	90.6	94.9
6-Aug-98	69.5	n-d	84.6	n-d	86.0	n-d	81.5	93.5	85.1	93.9
13-Aug-98	65.0	n-d	84.8	84.9	83.0	76.8	79.1	91.9	80.9	93.9
19-Aug-98	64.4	n-d	85.5	84.7	83.0	75.5	79.1	91.9	80.1	94.7
26-Aug-98	71.3	n-d	85.1	91.6	90.0	79.7	83.3	94.0	88.1	93.5
12-Sep-98	71.3	n-d	86.8	90.3	90.0	80.5	81.8	94.8	85.9	96.1
30-Sep-98	75.6	n-d	92.1	94.9	93.5	85.1	84.8	97.9	91.4	96.9
n-d: non-disponible										
Moyenne	74.1	93.0	86.1	89.6	88.7	84.1	83.6	94.4	87.5	95.0
	7.3	6.5	6.5	6.6	7.7	10.2	7.6	3.2	9.0	2.0

Tableau 25

## Potentiel de succion par station de la série PS-96 (bas couche rétention)

## Potentiel de succion (cm eau)

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	30.6	40.8	30.6	n-d						
02/July/96	61.2	40.8	10.2	n-d						
18/July/96	61.2	71.4	61.2	n-d						
26/July/96	40.8	n-d								
8-Aug-96	n-d									
11-Sep-96	91.8	71.4	20.4	30.6	122.4	122.4	153	102	112.2	20.4
17-Sep-96	30.6	20.4	1	1	30.6	71.4	n-d	1	10.2	1
18-Oct-96	51	40.8	1	1	61.2	122.4	153	30.6	40.8	n-d
29-May-97	61.2	71.4	20.4	n-d	n-d	n-d	193.8	40.8	40.8	10.2
9-Jun-97	81.6	81.6	10.2	30.6	153	153	204	102	91.8	1
5-Jul-97	10.2	20.4	1	1	10.2	40.8	81.6	20.4	10.2	1
15-Jul-97	1	10.2	1	1	10.2	1	1	1	1	1
4-Aug-97	71.4	71.4	1	40.8	132.6	122.4	163.2	102	102	10.2
17-Oct-97	40.8	40.8	1	10.2	71.4	71.4	132.6	20.4	30.6	1
22-Oct-97	1	10.2	1	1	10.2	1	1	1	1	1
4-Nov-97	20.4	20.4	10.2	10.2	20.4	30.6	61.2	10.2	20.4	10.2
11-Nov-97	40.8	40.8	10.2	n-d						
20-Apr-98	61.2	40.8	10.2	30.6	1428	193.8	306	40.8	224.4	20.4
28-Apr-98	102	71.4	10.2	51	193.8	204	234.6	102	132.6	30.6
4-May-98	112.2	81.6	1	61.2	183.6	183.6	234.6	122.4	142.8	20.4
19-May-98	183.6	142.8	1	102	275.4	234.6	275.4	183.6	214.2	81.6
25-May-98	193.8	153	1	112.2	275.4	234.6	255	173.4	214.2	102
1-Jun-98	112.2	71.4	1	20.4	20.4	142.8	193.8	61.2	40.8	20.4
9-Jun-98	91.8	81.6	1	30.6	91.8	142.8	183.6	30.6	40.8	20.4
19-Jun-98	61.2	61.2	1	10.2	61.2	112.2	153	20.4	40.8	10.2
26-Jun-98	20.4	20.4	1	10.2	10.2	10.2	61.2	10.2	20.4	1
9-Jul-98	61.2	61.2	1	10.2	122.4	81.6	153	30.6	61.2	1
14-Jul-98	71.4	71.4	1	20.4	102	102	163.2	61.2	81.6	1
22-Jul-98	61.2	71.4	1	10.2	91.8	91.8	142.8	20.4	40.8	1
31-Jul-98	40.8	51	1	10.2	30.6	71.4	122.4	10.2	20.4	1
6-Aug-98	71.4	81.6	1	10.2	122.4	112.2	153	30.6	61.2	1
13-Aug-98	102	112.2	1	40.8	173.4	142.8	173.4	91.8	122.4	10.2
19-Aug-98	122.4	132.6	1	51	183.6	153	183.6	112.2	142.8	20.4
26-Aug-98	51	81.6	1	10.2	20.4	122.4	132.6	20.4	20.4	1
12-Sep-98	71.4	71.4	1	10.2	81.6	122.4	142.8	40.8	61.2	1
30-Sep-98	40.8	51	1	10.2	30.6	112.2	132.6	10.2	20.4	1
n-d: non-disponible										
Moyenne	66.5	63.6	6.4	25.5	142.1	114.0	156.6	53.5	72.1	13.9
	43.4	34.9	12.0	28.1	258.9	62.7	70.9	50.6	64.8	23.5

Tableau 26

## Potentiel de succion par station de la série PS-96 (haut couche rétention)

## Potentiel de succion (cm eau)

Date	PS96-1	PS96-2	PS96-3	PS96-4	PS96-5	PS96-6	PS96-7	PS96-8	PS96-9	PS96-10
14/June/96	71.4	91.8	51	n-d						
02/July/96	91.8	81.6	51	n-d						
18/July/96	61.2	71.4	51	n-d						
26/July/96	91.8	n-d								
8-Aug-96	n-d									
11-Sep-96	132.6	122.4	81.6	51	132.6	142.8	153	132.6	153	51
17-Sep-96	81.6	71.4	51	20.4	51	81.6	n-d	61.2	51	20.4
18-Oct-96	102	61.2	61.2	51	81.6	153	183.6	91.8	102	n-d
29-May-97	122.4	132.6	40.8	n-d	n-d	n-d	214.2	142.8	112.2	20.4
9-Jun-97	122.4	n-d	40.8	71.4	163.2	193.8	214.2	153	132.6	1
5-Jul-97	51	n-d	30.6	1	40.8	51	91.8	30.6	30.6	1
15-Jul-97	20.4	n-d	1	1	20.4	20.4	1	10.2	10.2	1
4-Aug-97	122.4	n-d	20.4	81.6	153	173.4	183.6	153	153	40.8
17-Oct-97	91.8	112.2	30.6	51	91.8	142.8	173.4	122.4	102	10.2
22-Oct-97	20.4	n-d	1	1	20.4	20.4	1	10.2	10.2	1
4-Nov-97	51	71.4	30.6	30.6	40.8	81.6	91.8	51	51	10.2
11-Nov-97	102	122.4	40.8	n-d						
20-Apr-98	122.4	112.2	n-d	61.2	40.8	81.6	785.4	173.4	30.6	30.6
28-Apr-98	173.4	163.2	n-d	102	173.4	234.6	275.4	224.4	142.8	30.6
4-May-98	163.2	132.6	n-d	102	183.6	234.6	244.8	214.2	153	20.4
19-May-98	224.4	163.2	n-d	142.8	265.2	295.8	285.6	265.2	224.4	91.8
25-May-98	234.6	163.2	n-d	142.8	275.4	306	275.4	255	214.2	102
1-Jun-98	153	122.4	n-d	30.6	30.6	173.4	173.4	142.8	81.6	30.6
9-Jun-98	163.2	122.4	n-d	51	112.2	193.8	214.2	173.4	112.2	20.4
19-Jun-98	122.4	102	n-d	40.8	81.6	153	183.6	132.6	91.8	10.2
26-Jun-98	61.2	61.2	n-d	10.2	20.4	51	81.6	40.8	30.6	10.2
9-Jul-98	112.2	112.2	n-d	61.2	132.6	153	183.6	153	112.2	1
14-Jul-98	112.2	112.2	n-d	61.2	112.2	153	193.8	153	122.4	10.2
22-Jul-98	112.2	112.2	n-d	51	102	153	173.4	132.6	102	1
31-Jul-98	81.6	102	n-d	20.4	51	112.2	163.2	112.2	81.6	1
6-Aug-98	122.4	132.6	n-d	61.2	132.6	163.2	193.8	142.8	112.2	1
13-Aug-98	153	153	n-d	91.8	183.6	204	214.2	183.6	153	30.6
19-Aug-98	163.2	163.2	n-d	102	193.8	234.6	234.6	204	183.6	51
26-Aug-98	112.2	132.6	n-d	20.4	30.6	173.4	163.2	112.2	81.6	10.2
12-Sep-98	112.2	112.2	n-d	51	91.8	173.4	183.6	142.8	112.2	20.4
30-Sep-98	102	102	n-d	30.6	40.8	153	163.2	102	81.6	10.2
n-d: non-disponible										
Moyenne	112.5	114.3	38.9	55.0	105.2	153.7	196.3	134.0	104.4	22.1
	47.9	30.4	21.3	38.2	71.7	71.9	132.5	65.6	54.8	25.4

Tableau 27

## Degré de saturation de la sonde TDR par station de la série TA-97 (Digue Ouest)

Date	TA-97-1	TA-97-2	TA-97-3	TA-97-4	TA-97-5	TA-97-6	TA-97-7	TA-97-8	TA-97-9	TA-97-10	TA-97-11	TA-97-12	TA-97-13	TA-97-14	TA-97-15
16-Jul-97	87.84	90.12	95.92	89.25	76.47	92.70	100.00	96.03	64.84	93.89	93.97	89.31	94.29	81.09	91.70
4-Aug-97	82.18	86.05	89.13	87.62	69.61	93.54	88.82	87.75	72.53	92.18	90.45	88.60	89.67	72.36	90.66
4-Sep-97	80.50	71.22	92.12	98.13	100.00	94.38	91.37	91.39	82.42	95.11	93.22	90.26	90.22	85.45	91.70
17-Oct-97	95.39	93.02	96.74	92.29	83.01	98.31	95.85	94.04	91.21	97.56	96.98	95.25	93.75	91.27	94.81
4-Nov-97	98.53	100.00	100.00	93.69	92.81	100.00	98.08	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
20-Apr-98	100.00	n-d	n-d	100.00	75.82	n-d	95.85	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d	98.37	n-d	n-d
28-Apr-98	98.11	88.08	38.04	89.72	n-d	65.73	91.37	n-d	70.33	95.84	91.46	89.31	93.21	93.82	84.08
4-May-98	90.15	85.76	87.50	87.62	62.75	56.46	88.18	74.50	65.93	93.40	85.93	85.51	88.59	92.36	79.93
19-May-98	77.78	82.27	84.24	83.18	55.23	82.87	84.03	67.88	59.34	85.82	65.33	81.71	81.79	81.82	73.01
25-May-98	75.05	82.56	86.41	86.21	55.88	85.39	84.98	68.54	63.74	87.78	64.32	83.37	82.88	81.45	74.39
1-Jun-98	95.81	89.83	91.85	90.19	68.63	88.20	94.57	n-d	87.91	92.67	92.71	89.31	92.66	92.73	86.51
9-Jun-98	88.89	84.01	88.04	87.85	66.99	85.11	90.73	n-d	79.12	90.46	87.44	85.51	88.59	91.64	85.47
19-Jun-98	85.12	84.30	87.50	87.38	67.32	85.11	90.73	n-d	80.22	89.98	85.43	85.51	88.86	91.27	84.08
26-Jun-98	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d	n-d									
9-Jul-98	80.08	84.01	88.04	85.51	66.99	87.36	85.94	n-d	64.84	89.00	74.62	82.66	86.14	90.91	83.74
14-Jul-98	77.57	81.98	85.60	82.71	63.73	84.83	87.22	n-d	75.82	87.78	74.62	81.47	84.51	83.64	82.70
22-Jul-98	80.08	84.30	88.59	76.17	66.99	87.64	87.54	n-d	73.63	89.98	76.38	83.37	86.68	89.09	85.47
31-Jul-98	85.12	86.34	91.03	87.85	71.24	88.20	90.42	n-d	79.12	90.46	84.67	85.27	89.13	92.36	87.89
6-Aug-98	73.58	83.14	86.41	83.18	65.69	85.96	84.35	n-d	54.95	87.04	n-d	81.24	83.15	88.00	80.97
13-Aug-98	66.46	84.01	87.23	85.28	63.07	88.48	84.66	n-d	57.14	88.26	54.77	82.90	83.15	85.09	82.01
19-Aug-98	n-d	n-d	85.60	82.71	59.15	86.24	84.35	n-d	62.64	87.29	51.26	81.71	80.98	82.18	80.62
26-Aug-98	n-d	n-d	n-d	84.58	66.67	86.24	90.42	n-d	80.22	89.24	83.42	83.61	84.78	87.27	85.47
12-Sep-98	81.55	n-d	89.40	86.92	65.36	88.76	90.10	n-d	87.91	90.22	73.87	83.85	88.86	88.73	84.08
30-Sep-98	97.06	n-d	96.20	92.29	72.88	92.13	94.89	n-d	93.41	94.38	92.46	88.84	94.29	93.09	88.58
n-d: non-disponible															
Moyenne	85.6	85.6	87.4	87.8	69.8	86.5	90.2	85.0	74.9	91.3	81.6	86.3	88.9	88.0	85.4
	9.4	5.8	12.1	5.2	10.8	9.5	4.6	12.8	12.5	3.7	13.7	4.7	5.2	6.0	6.2

Tableau 28

## Degré de saturation de la sonde TDR par station de la série TA-97 (Digues Nord et Est)

Date	TA-97-16	TA-97-17	TA-97-18	TA-97-19	TA-97-20	TA-97-21	TA-97-22	TA-97-23	TA-97-24	TA-97-25	TA-97-26	TA-97-27	TA-97-28	TA-97-29	TA-97-30
16-Jul-97	81.58	89.37	91.99	89.61	80.66	79.77	91.50	95.71	80.42	95.58	87.69	76.30	76.03	48.32	77.41
4-Aug-97	77.19	88.61	80.88	89.33	78.25	78.35	84.64	86.14	74.40	74.86	87.18	78.52	71.63	44.30	81.48
4-Sep-97	79.53	91.39	87.08	91.85	80.36	80.91	n-d	93.40	78.31	82.04	90.77	72.59	73.00	45.64	83.33
17-Oct-97	84.21	96.96	93.80	97.75	84.29	86.04	n-d	81.85	84.34	91.44	95.64	79.26	77.13	46.98	95.19
4-Nov-97	91.81	100.00	99.22	100.00	93.96	100.00	100.00	100.00	94.58	100.00	100.00	100.00	84.02	46.31	100.00
20-Apr-98	100.00	94.94	100.00	87.36	100.00	87.18	80.39	88.78	100.00	97.24	99.49	78.89	100.00	93.96	89.26
28-Apr-98	85.09	90.38	90.96	83.99	84.89	84.05	75.82	74.92	85.54	86.74	88.97	69.26	83.20	90.60	82.59
4-May-98	81.29	86.08	84.50	83.43	79.46	82.05	70.59	68.32	78.31	80.11	83.59	62.96	74.10	89.26	78.15
19-May-98	74.85	81.77	74.68	80.62	70.09	78.92	62.09	67.66	63.86	73.48	76.92	72.22	67.49	81.21	71.85
25-May-98	n-d	80.76	73.64	81.74	n-d	78.92	n-d	n-d	63.25	74.03	79.74	81.85	67.49	84.56	73.70
1-Jun-98	84.50	n-d	93.02	n-d	86.71	94.30	80.72	87.13	84.94	91.99	90.26	n-d	76.58	65.77	88.15
9-Jun-98	81.87	88.35	90.44	86.24	80.36	83.48	77.78	78.22	81.33	88.67	83.85	81.85	74.38	91.28	80.00
19-Jun-98	81.87	88.35	88.89	85.67	80.06	83.48	78.43	82.84	79.52	86.46	82.56	82.22	74.93	93.29	81.85
26-Jun-98	87.43	92.66	95.61	89.04	88.52	89.74	82.03	85.15	88.86	88.95	87.69	97.04	81.27	97.32	94.44
9-Jul-98	79.82	86.08	82.69	83.71	77.64	81.48	73.86	63.70	75.30	78.18	76.67	70.74	75.76	88.59	78.52
14-Jul-98	78.36	84.05	80.62	82.87	79.15	80.91	72.88	72.94	76.81	78.45	79.49	77.04	75.76	87.25	82.96
22-Jul-98	79.82	87.09	84.50	84.55	78.55	82.05	75.82	75.58	78.61	80.39	81.54	74.81	77.41	90.60	81.48
31-Jul-98	83.04	89.62	89.66	86.80	82.78	84.90	79.41	83.50	84.94	86.74	83.08	n-d	79.06	95.30	87.41
6-Aug-98	78.65	85.32	81.14	83.43	n-d	79.49	72.88	69.64	74.40	76.24	81.28	85.19	74.66	87.92	76.67
13-Aug-98	76.32	83.54	75.71	83.15	n-d	80.34	69.61	62.05	69.88	72.38	82.56	94.44	72.73	85.23	73.33
19-Aug-98	75.73	84.05	74.68	83.71	71.60	80.63	69.61	76.90	68.67	71.27	n-d	93.33	71.90	84.56	75.93
26-Aug-98	78.95	87.34	83.98	85.39	n-d	85.19	75.49	83.50	79.52	87.02	86.67	90.37	75.21	91.95	86.67
12-Sep-98	78.65	87.34	83.72	85.67	80.36	83.76	77.78	81.85	77.41	81.49	89.74	84.44	77.13	92.62	88.15
30-Sep-98	81.87	92.41	91.73	89.04	83.69	90.03	81.70	n-d	83.43	96.13	92.31	98.15	80.72	100.00	92.96
n-d: non-disponible															
Moyenne	81.8	88.5	86.4	86.7	82.1	84.0	77.8	80.0	79.4	84.2	86.4	81.9	76.7	80.1	83.4
	5.6	4.7	7.6	4.8	6.8	5.2	8.0	10.1	8.5	8.5	6.4	10.1	6.4	18.9	7.4

**Tableau 29**  
**Résultats des instruments de la cellule d'essai d'un bris hydraulique**

Date Référence max.	Ten 97-6 (cbars)	Ten 97-7 (cbars)	Ten 97-8 (cbars)	PS97-1 (T.E.V.) 35.0	PS97-2 (T.E.V.) 45.0	PS97-3 (T.E.V.) 39.9	PS97-4 (T.E.V.) 41.2	PS97-5 (T.E.V.) 45.1	PS97-6 (T.E.V.) 44.7	PS97-7 (T.E.V.) 48.7
11-Nov-97	10	0	4	33.5	38.0	39.1	37.4	45.1	44.7	47.5
20-Apr-98	59	1	12.5	33.7	45.0	n-d	n-d	44.2	38.1	n-d
28-Apr-98	59	8	12	32.0	39.4	39.9	41.2	40.9	30.2	48.7
4-May-98	60	14	14	30.5	38.2	38.3	39.4	39.1	28.9	47.1
19-May-98	n-d	n-d	n-d	28.2	35.4	36.5	37.4	38.0	28.4	46.1
25-May-98	63	18	14	28.4	36.1	36.8	37.4	37.3	29.0	45.8
1-Jun-98	63	10	11	32.8	38.6	39.3	39.1	39.3	36.0	48.0
9-Jun-98	63	13	14	32.0	37.4	37.9	38.1	39.0	30.4	47.3
19-Jun-98	64	14	14	32.0	37.1	37.6	37.9	38.5	31.0	46.7
26-Jun-98	62	10	12	35.0	38.1	38.8	38.6	38.3	32.5	46.7
9-Jul-98	63	13	13	31.4	37.1	37.8	37.9	37.9	28.9	46.5
14-Jul-98	63	13	11	30.8	36.9	37.5	37.7	37.7	28.6	46.3
22-Jul-98	64	12	10	31.3	37.4	37.9	38.2	38.2	29.2	46.9
31-Jul-98	64	12	11	31.7	37.1	38.2	38.3	36.9	30.3	46.8
6-Aug-98	66	15	11	30.1	36.3	37.0	37.3	37.6	28.7	46.1
13-Aug-98	66	15	13	28.9	36.2	35.9	37.0	37.2	n-d	45.2
19-Aug-98	66	14	10	29.0	36.3	36.9	37.0	36.9	28.8	45.8
26-Aug-98	66	14	10	30.9	37.1	37.4	37.1	38.2	31.1	46.3
12-Sep-98	66	12	9	31.8	37.5	37.9	37.8	38.9	29.5	47.4
30-Sep-98	n-d	n-d	n-d	32.9	38.6	38.7	38.1	39.8	33.4	48.4

n-d: non-disponible

T.E.V.: Teneur en eau volumique



Date:	99-01-07	Échelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301

**CANMET** 

*Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA*



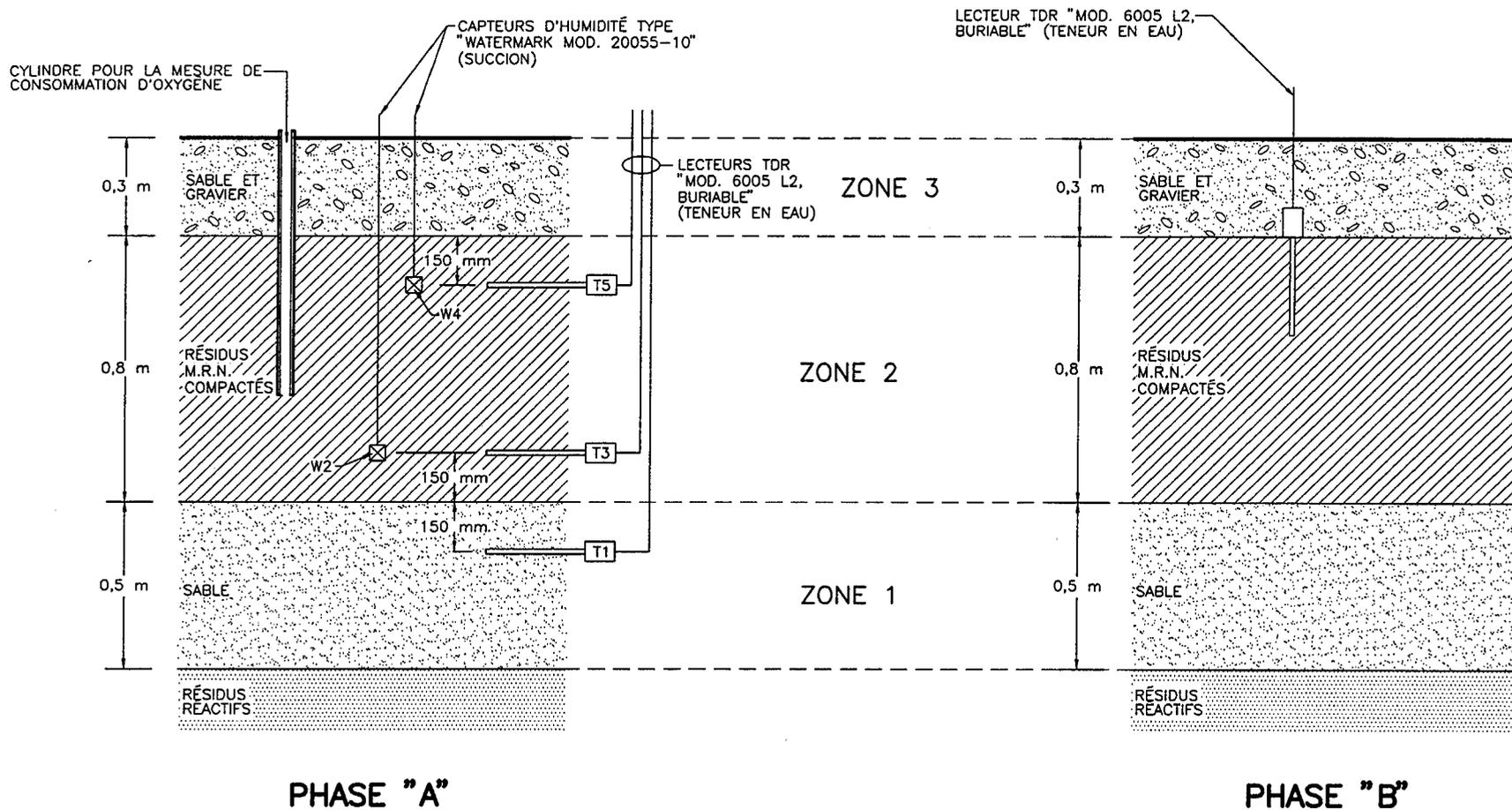
**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

**VUE D'ENSEMBLE DU SITE LTA**

FIGURE

**1**



Date:	99-03-15	Échelle:	1:20
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730102D	No. de projet:	971-7301

**CANMET** 

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

PROFILS TYPQUES DES STATIONS  
D'INSTRUMENTATION

FIGURE

2

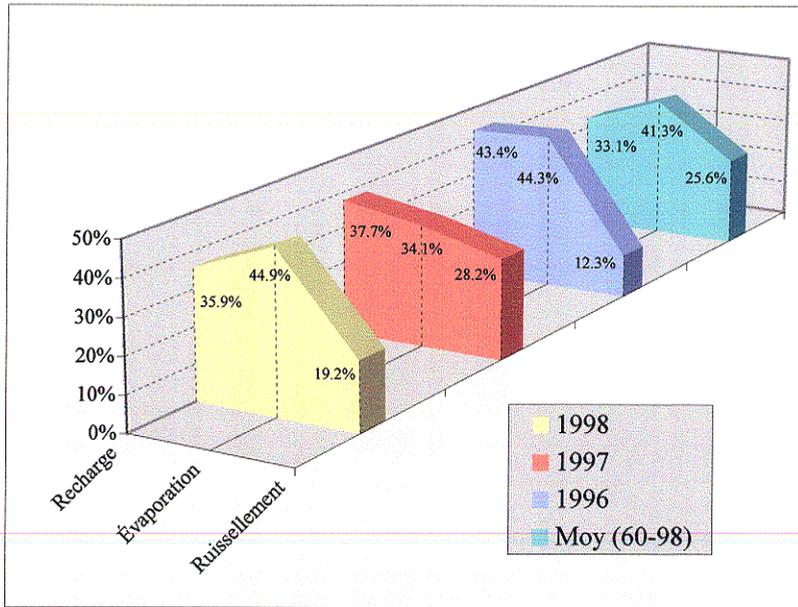


Figure 3 : Bilan hydrique au sommet (vs précipitation)

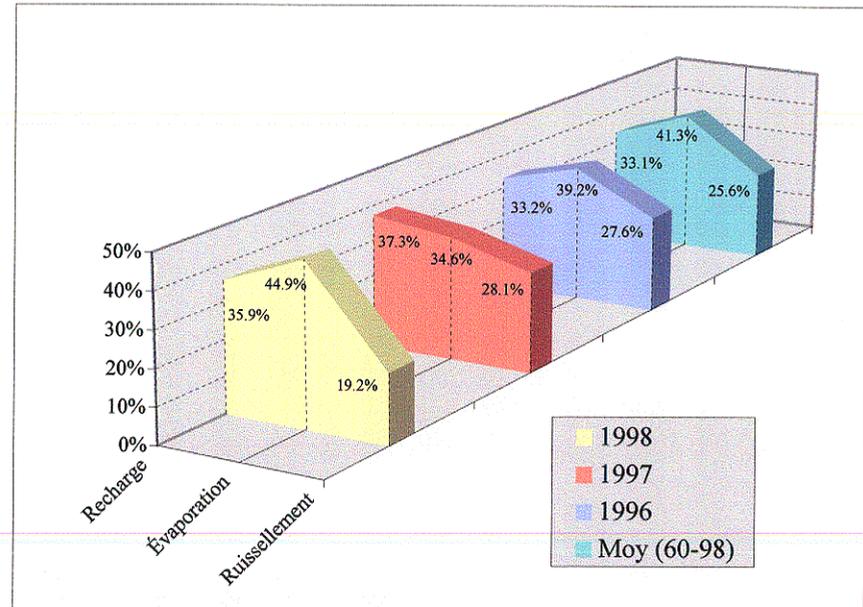


Figure 4 : Bilan hydrique dans les pentes (vs précipitation)

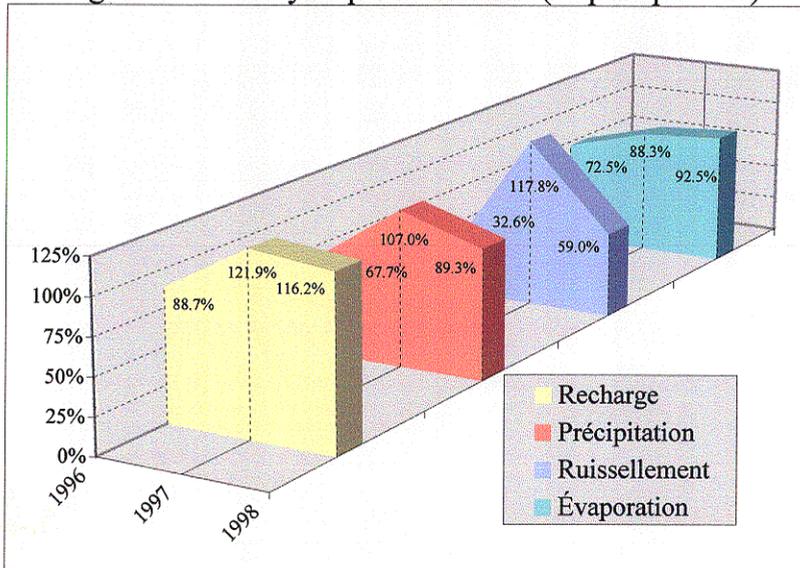


Figure 5 : Bilan hydrique au sommet (vs moy 60-98)

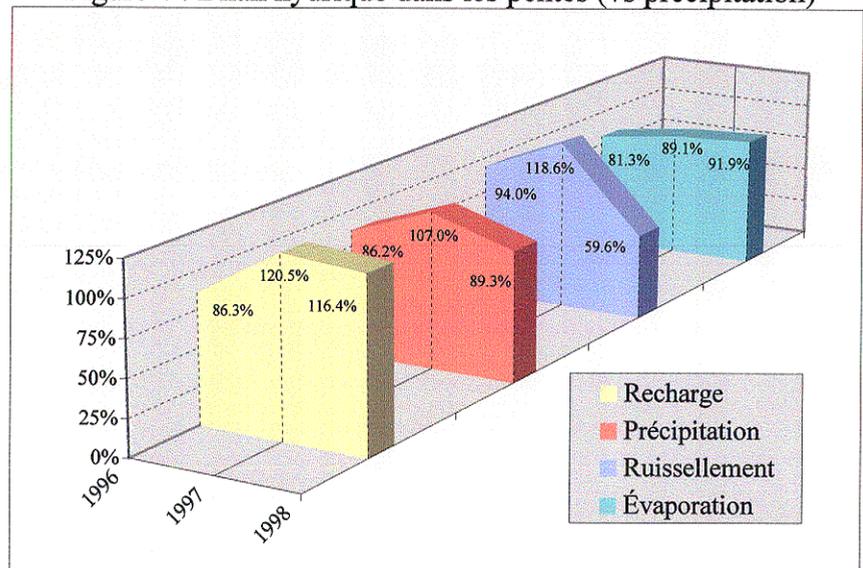
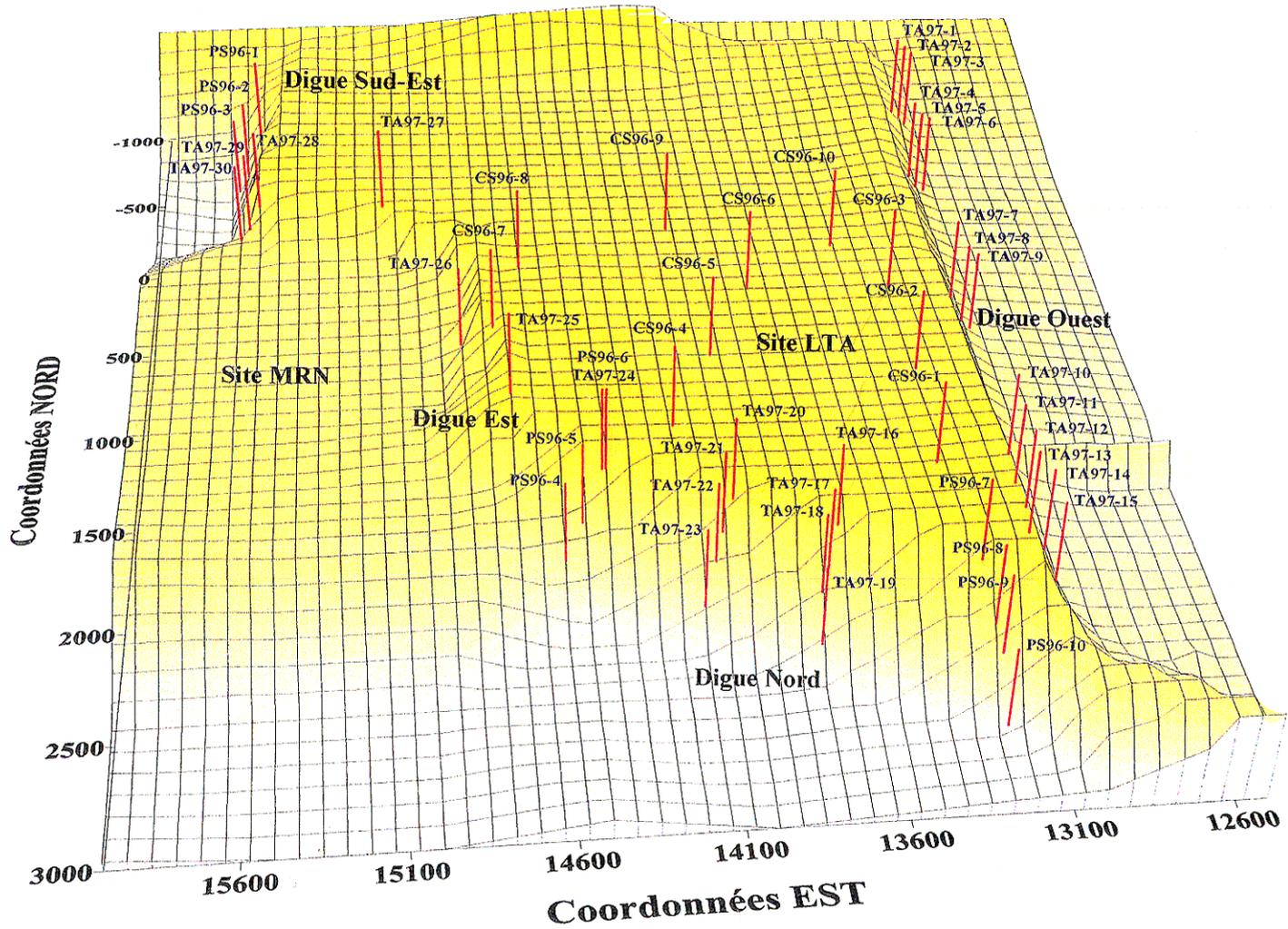


Figure 6 : Bilan hydrique dans les pentes (vs moy 60-98)



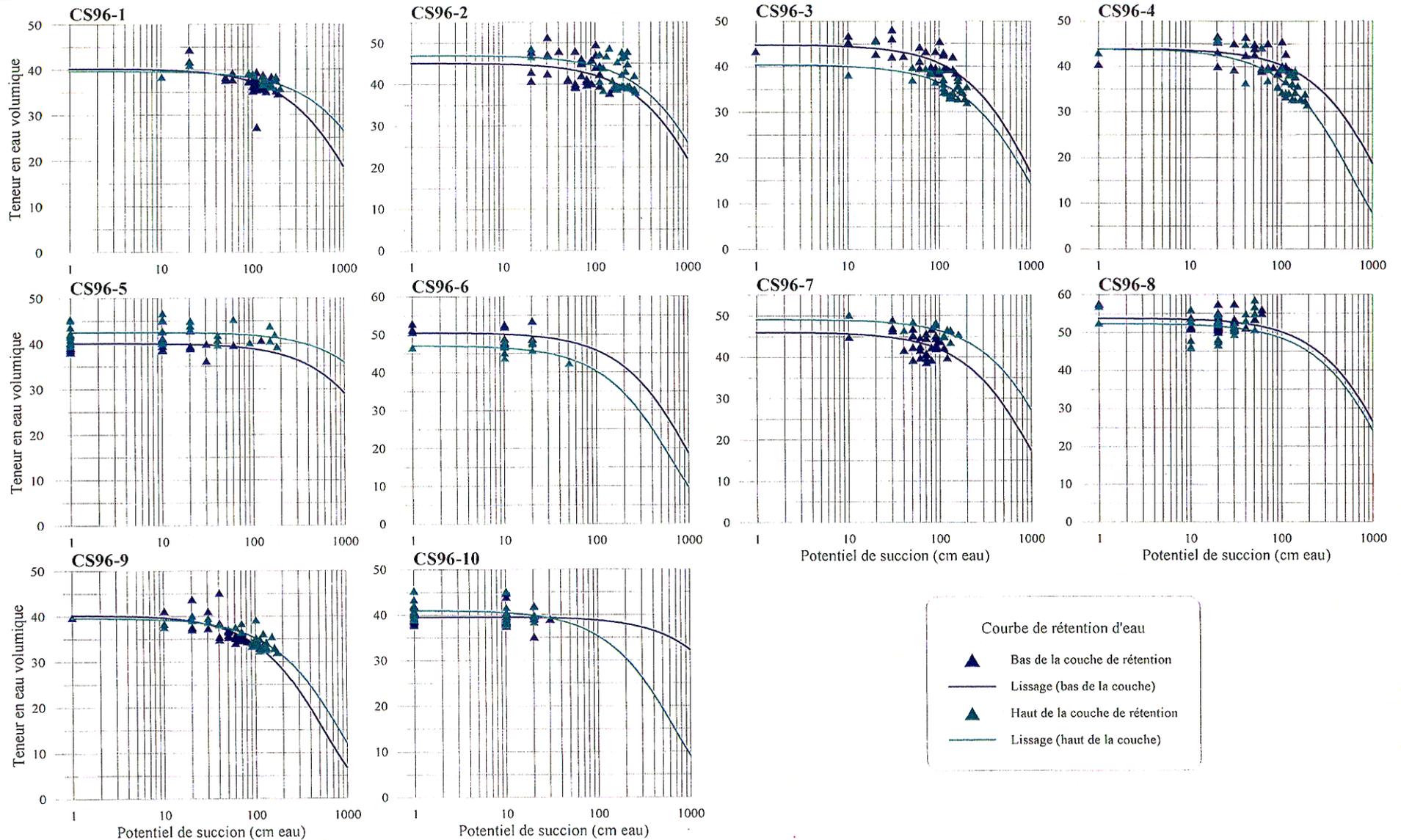
**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Echelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301

**CANMET**

Localisation des stations d'instrumentation FIGURE 7

*Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA*



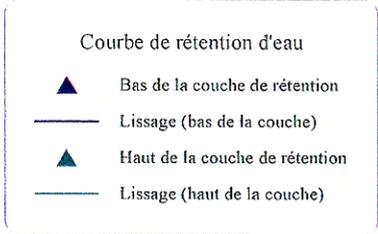
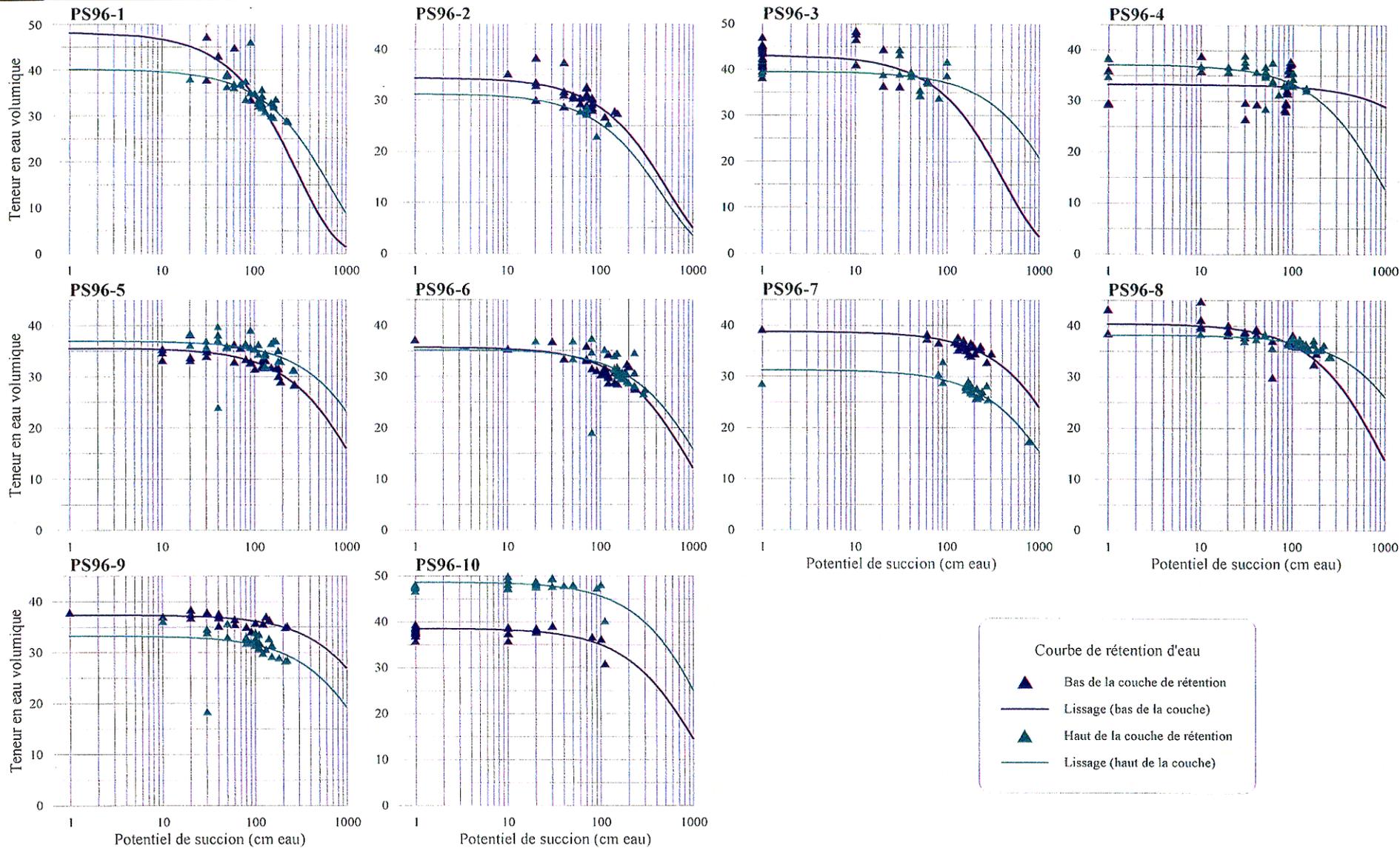
**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Échelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301



Courbes de rétention d'eau apparentes des stations de la série CS96 (Sommet du parc) FIGURE 8

*Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA*



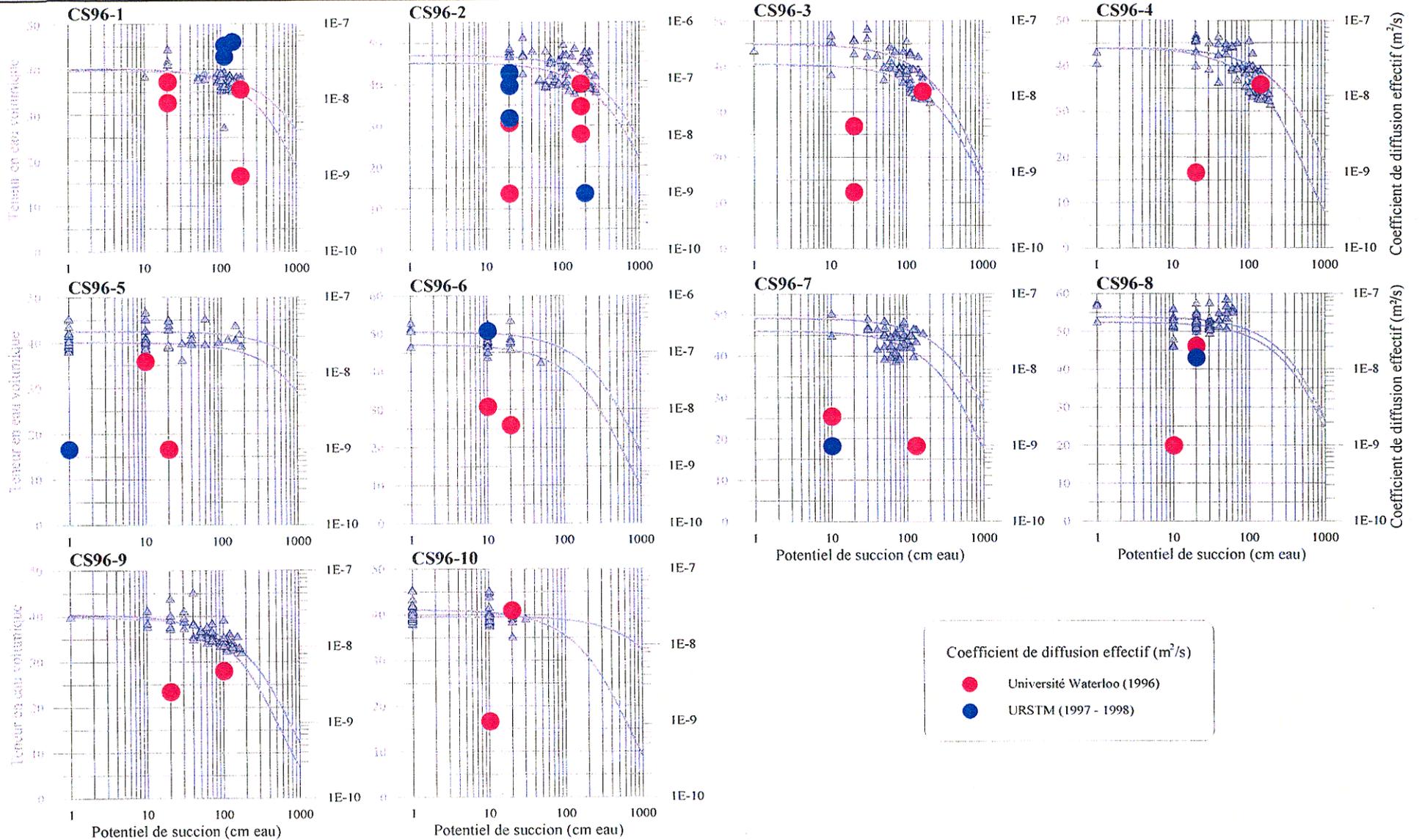
**Goldier Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Échelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301

**CANMET**

Courbes de rétention d'eau apparentes des stations de la série PS96 (Pentes des digues) FIGURE 9

*Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA*



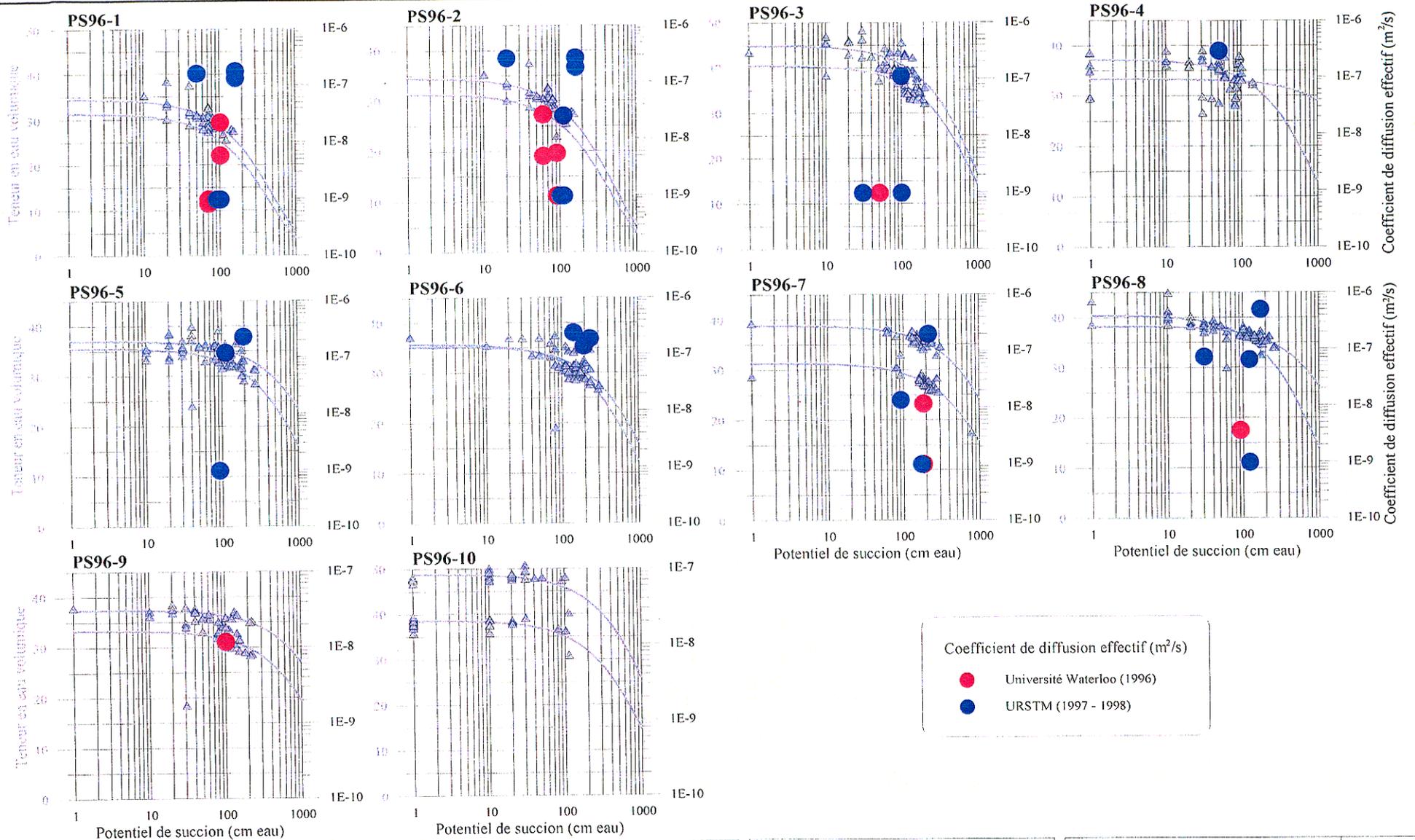
Coefficient de diffusion effectif (m<sup>2</sup>/s)

- Université Waterloo (1996)
- URSTM (1997 - 1998)

**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Échelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Préparé par:	J.F.R.
Véifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301





**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Echelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301



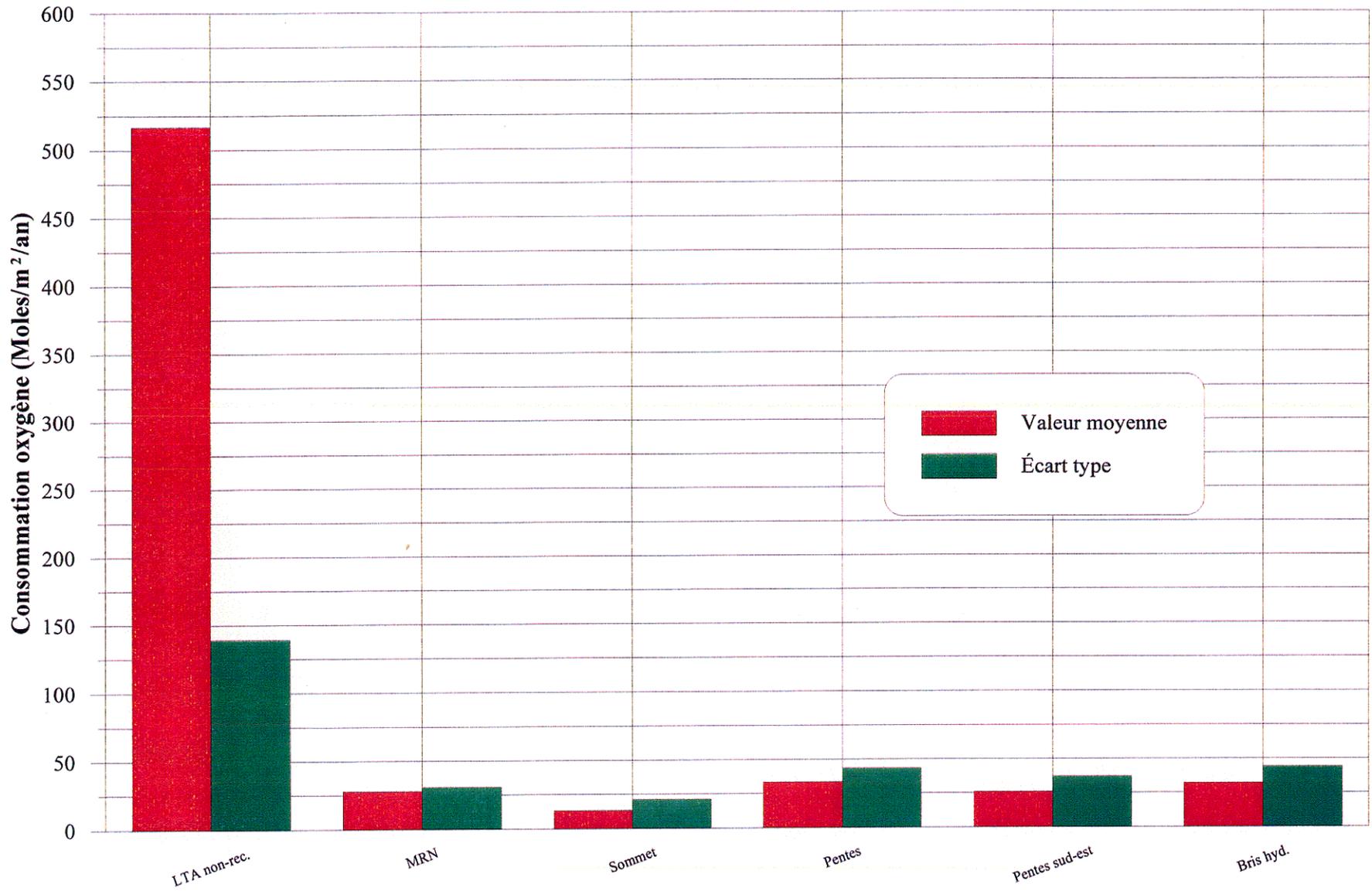
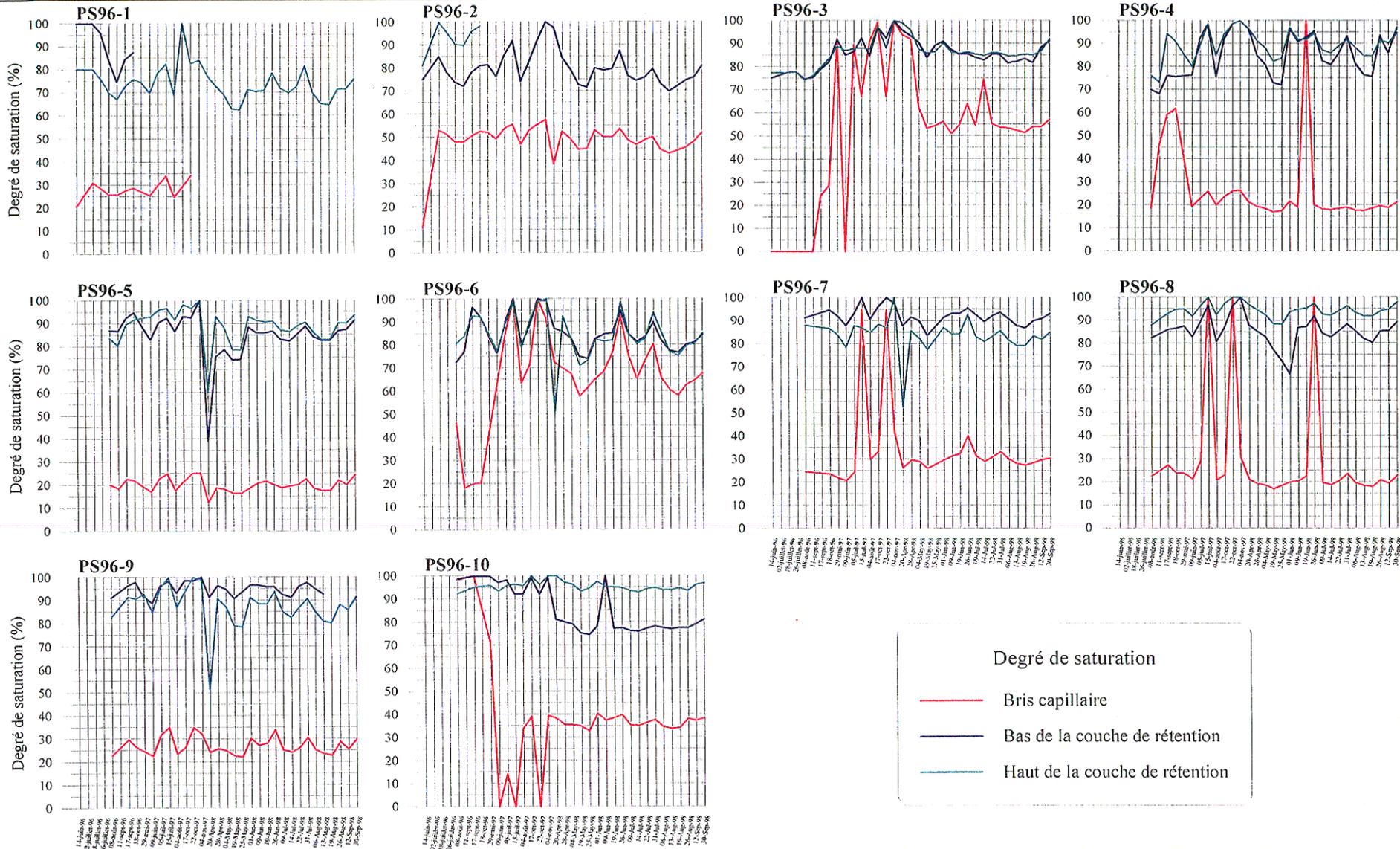


Figure 12: Résultats des essais de mesures de consommation d'oxygène





Degré de saturation

- Bris capillaire
- Bas de la couche de rétention
- Haut de la couche de rétention

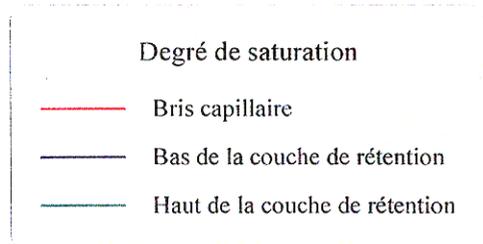
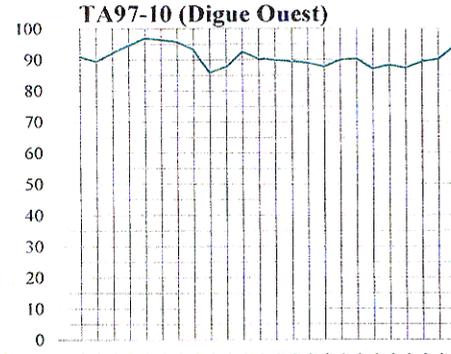
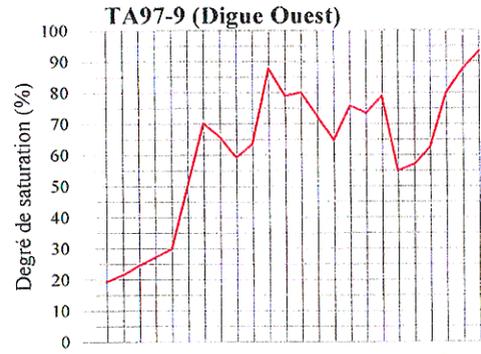
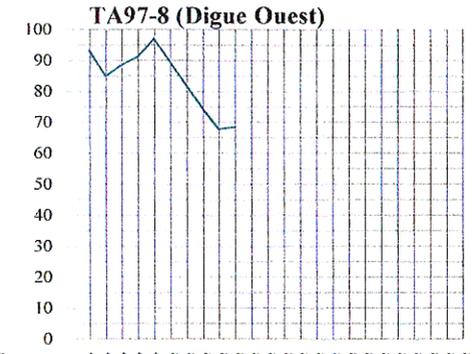
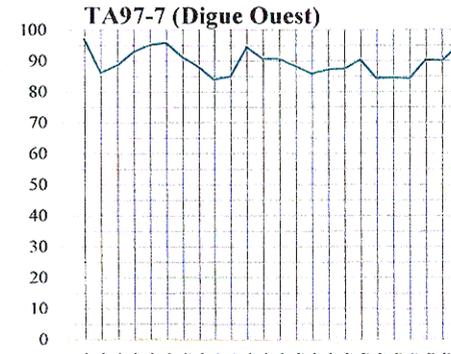
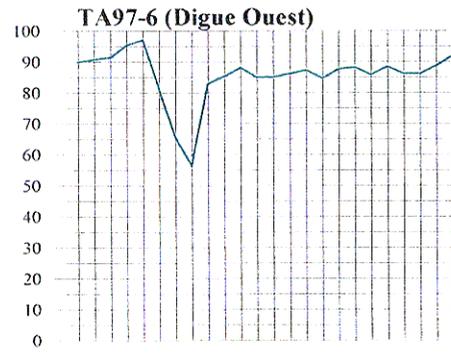
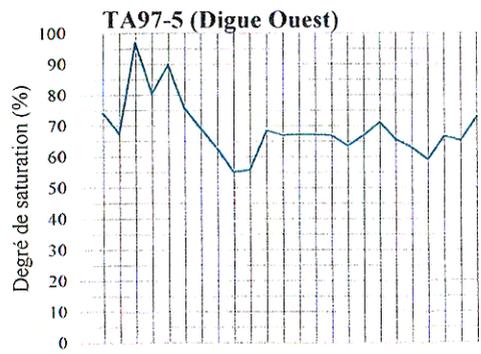
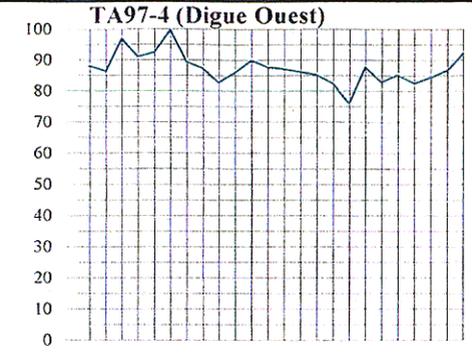
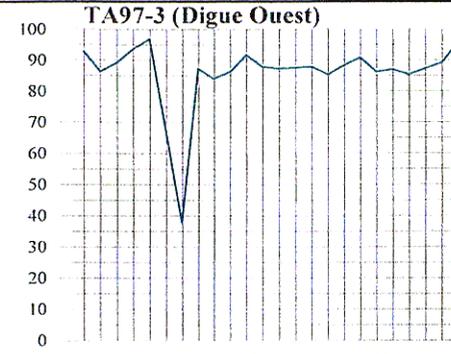
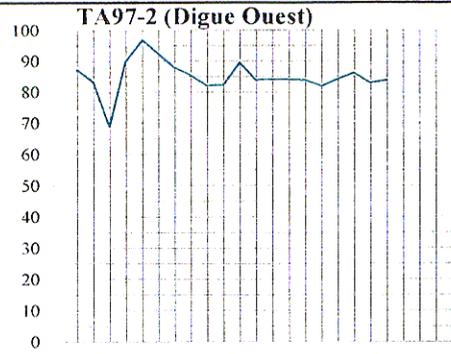
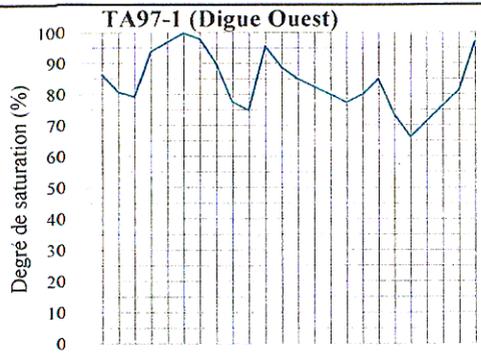
**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Échelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301



Degré de saturation estimé des stations de la série PS96 (Pentes des digues Nord et Sud-Est) FIGURE 14

Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA



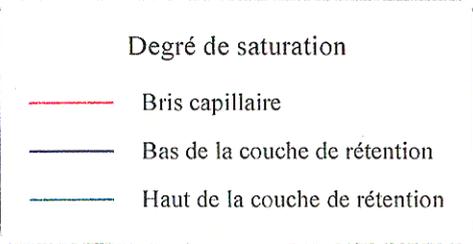
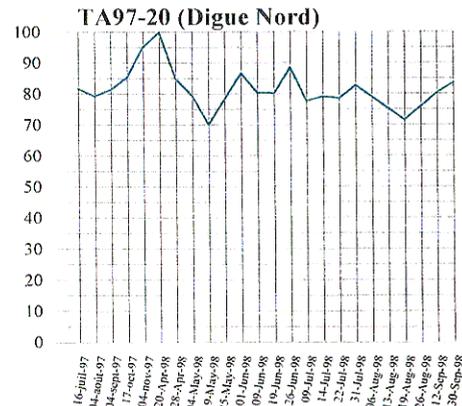
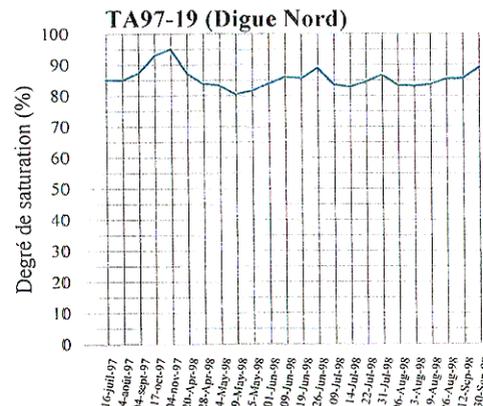
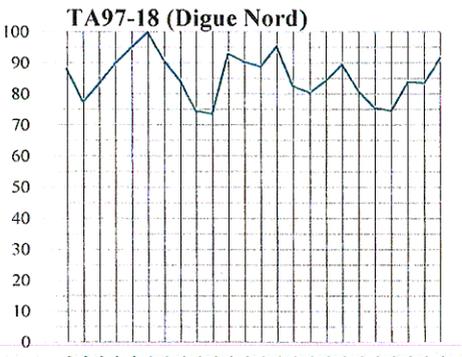
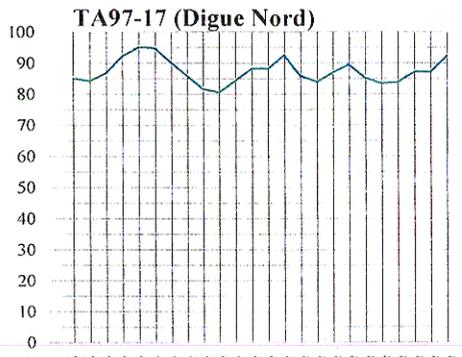
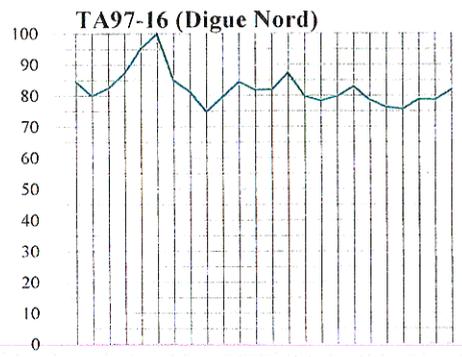
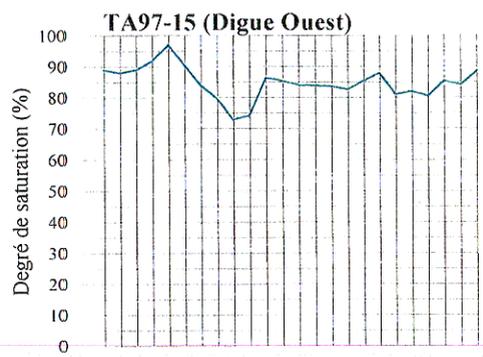
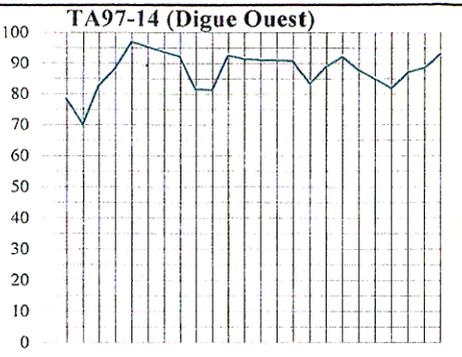
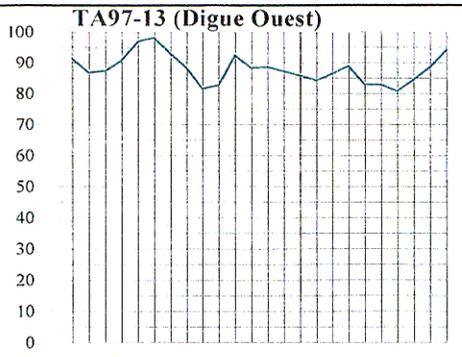
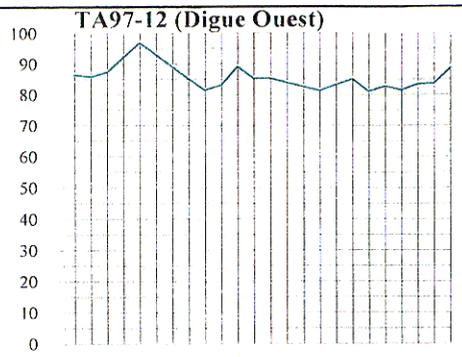
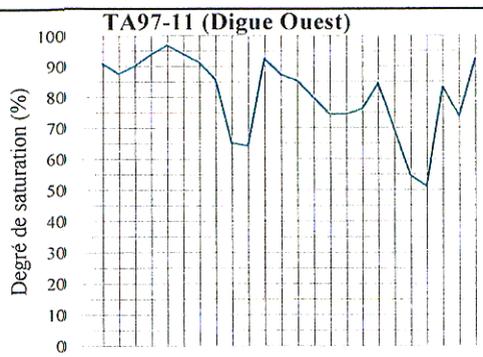
**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Echelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301



Degré de saturation estimé des stations de la série TA97-1 à TA97-10 (digue Ouest) FIGURE 15

Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA

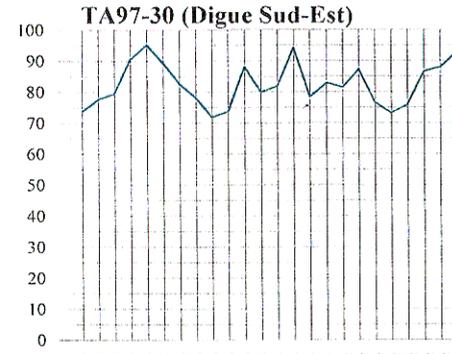
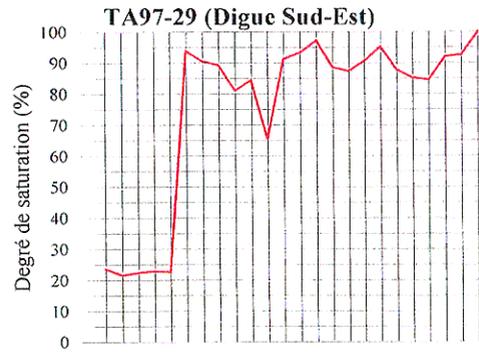
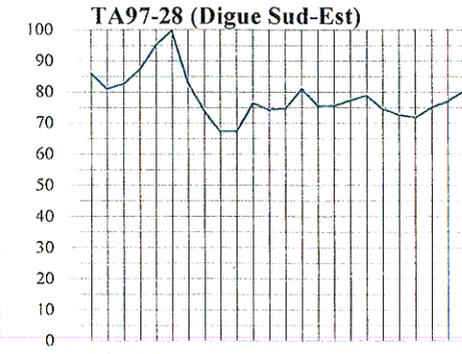
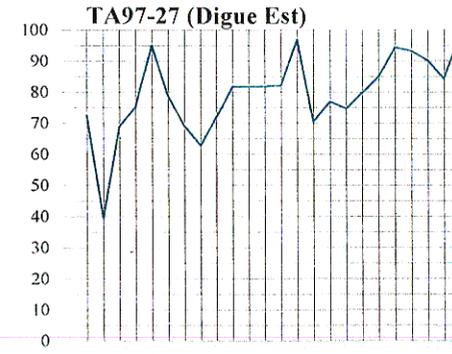
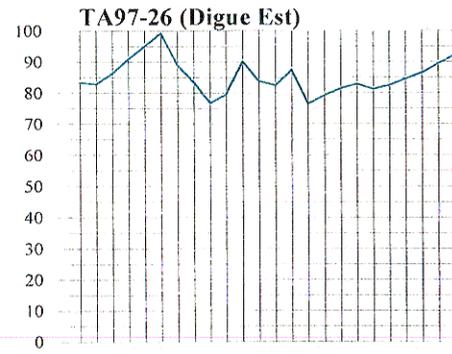
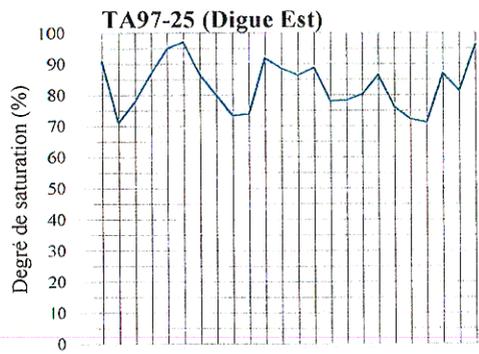
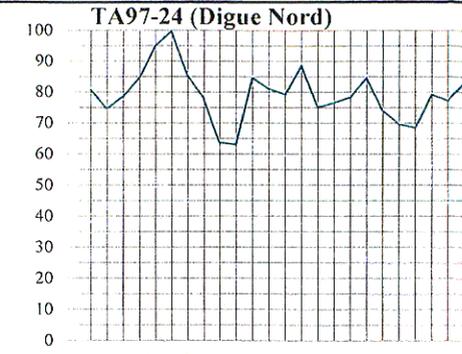
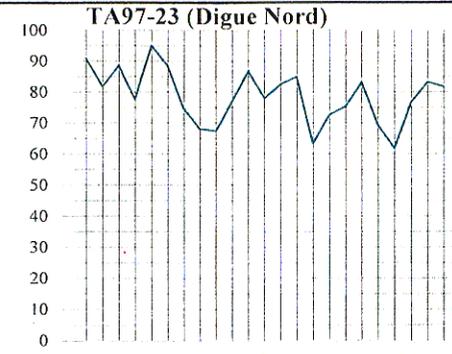
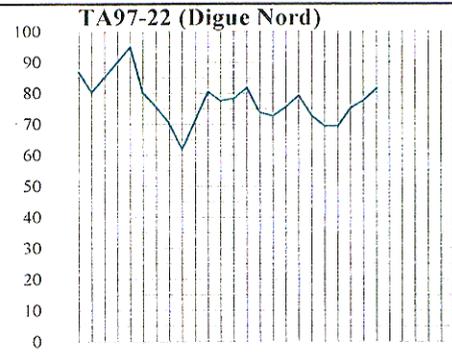
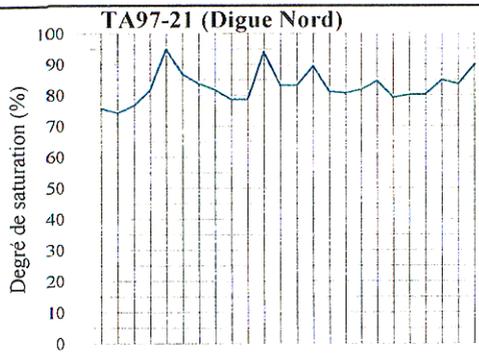


**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Echelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301



Degré de saturation estimé des stations TA97-11 à TA97-20 (digues Ouest et Nord)	FIGURE 16
Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA	



16-Jul-97 04-Août-97 04-Sept-97 17-Oct-97 04-Nov-97 20-Avr-98 28-Avr-98 04-Mai-98 19-Mai-98 25-Mai-98 01-Juin-98 09-Juin-98 19-Juin-98 26-Juin-98 09-Jul-98 14-Jul-98 22-Jul-98 31-Jul-98 06-Aug-98 13-Aug-98 19-Aug-98 26-Aug-98 12-Sept-98 30-Sept-98

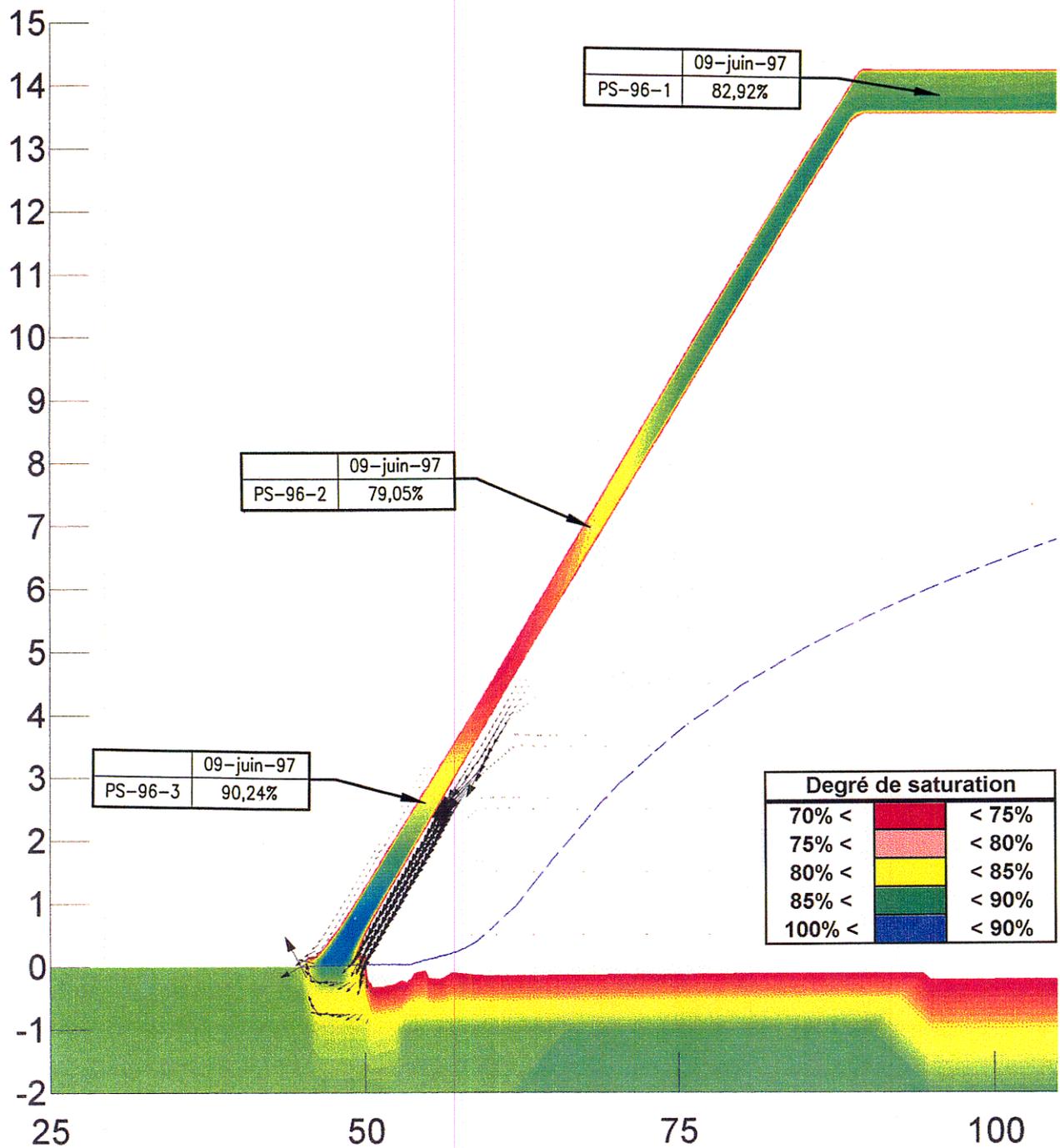
Degré de saturation

- Bris capillaire
- Bas de la couche de rétention
- Haut de la couche de rétention

**Golder Associés**  
 83, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	99-01-07	Echelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Véifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301





Date:	98-03-12	Échelle:	H: 1:500, V: 1:100
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730118B	No. de projet:	971-7301

# CANMET

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



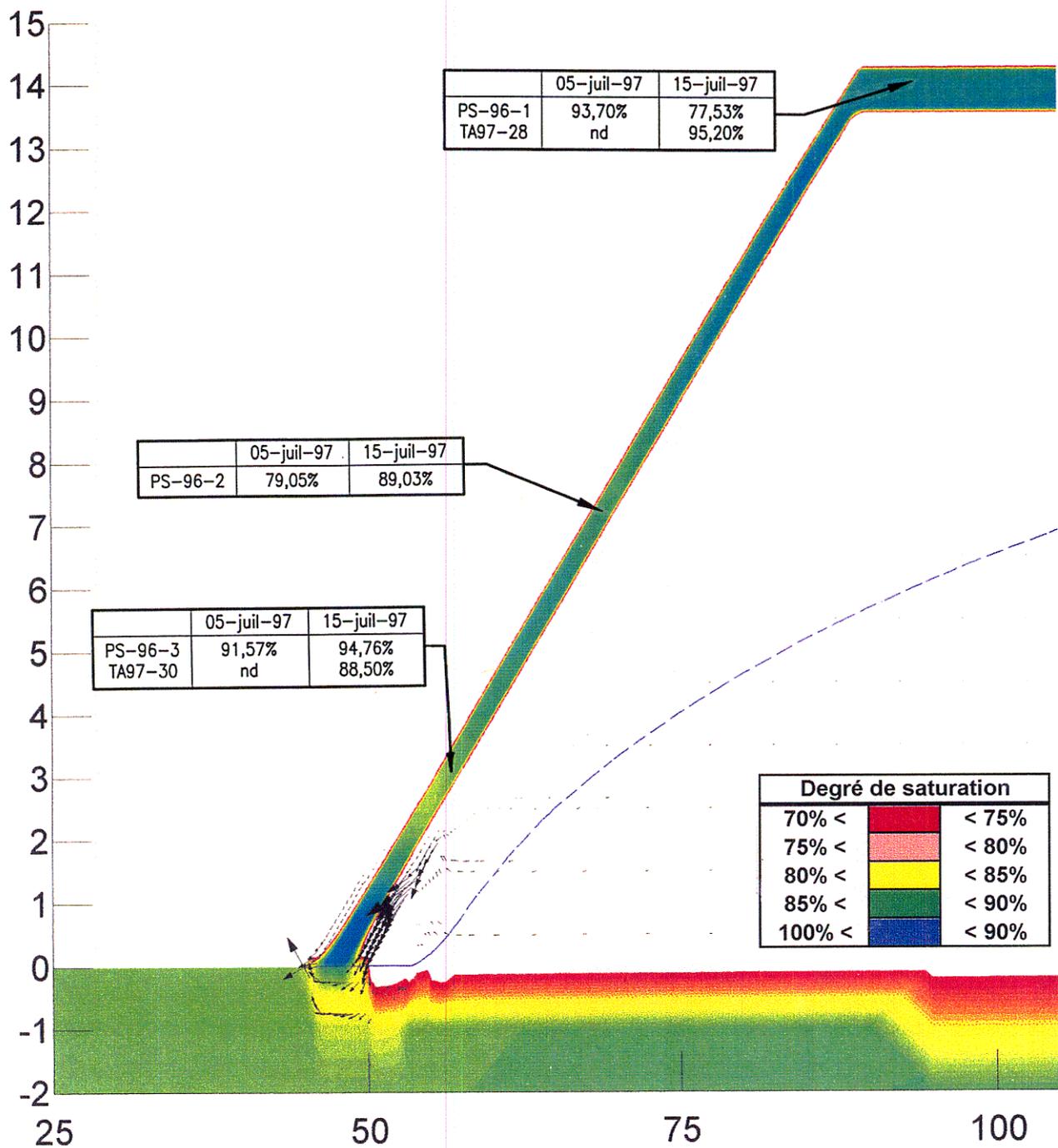
**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

CALAGE DU MODÈLE POUR LA DIGUE SUD  
(JUIN 1997)

FIGURE

18



Date:	98-03-12	Échelle:	H: 1:500, V: 1:100
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730119B	No. de projet:	971-7301

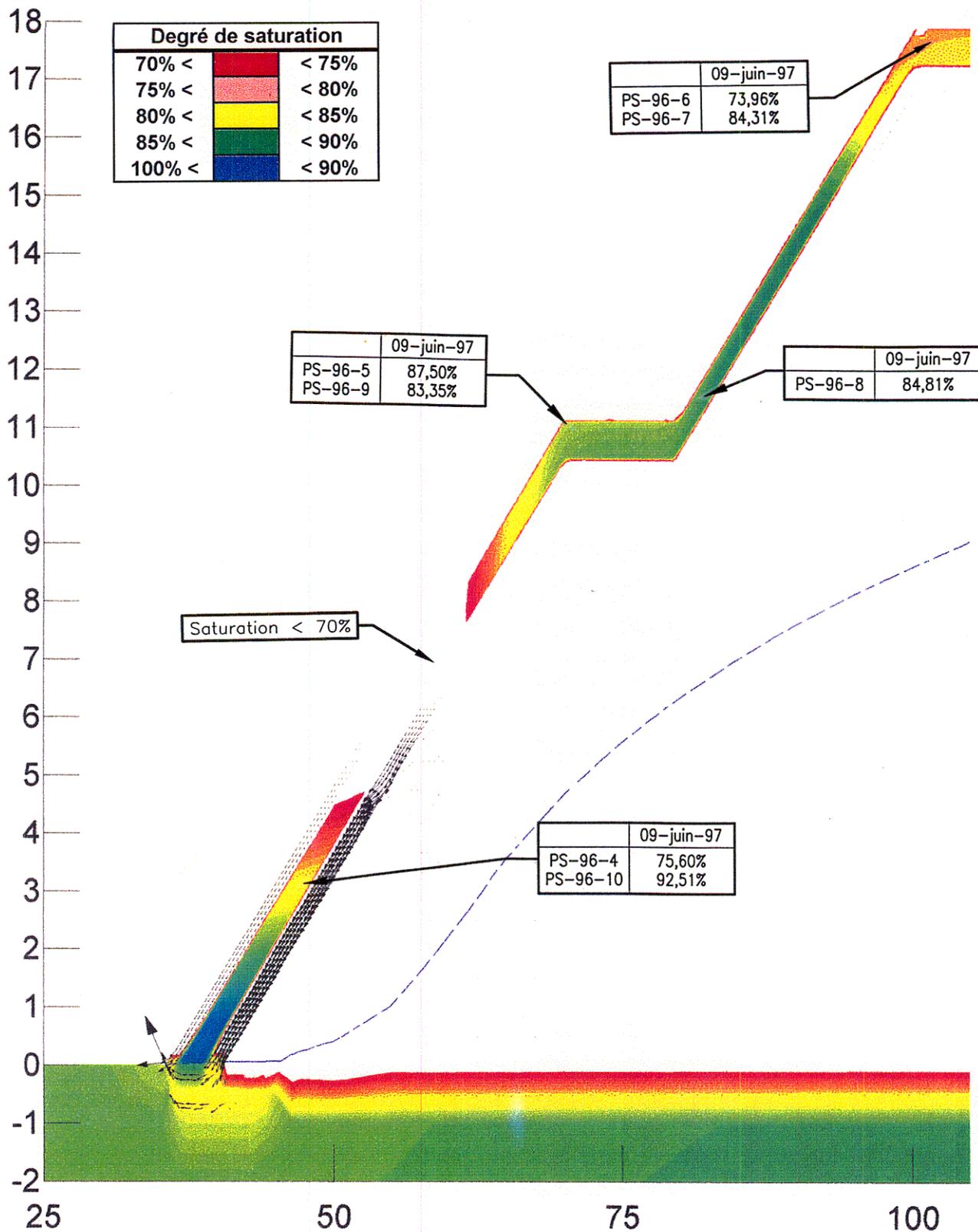
**CANMET** 

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA

 **Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

CALAGE DU MODÈLE POUR LA DIGUE SUD  
(JUILLET 1997)

FIGURE  
19



Date: 98-03-12	Échelle: H: 1:500, V: 1:100
Dessiné par: M.T.	Projeté par: J.-F.R.
Vérifié par: J.-F.R.	Approuvé par: P.G.
No. de dessin: 9730120B	No. de projet: 971-7301

**CANMET** 

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



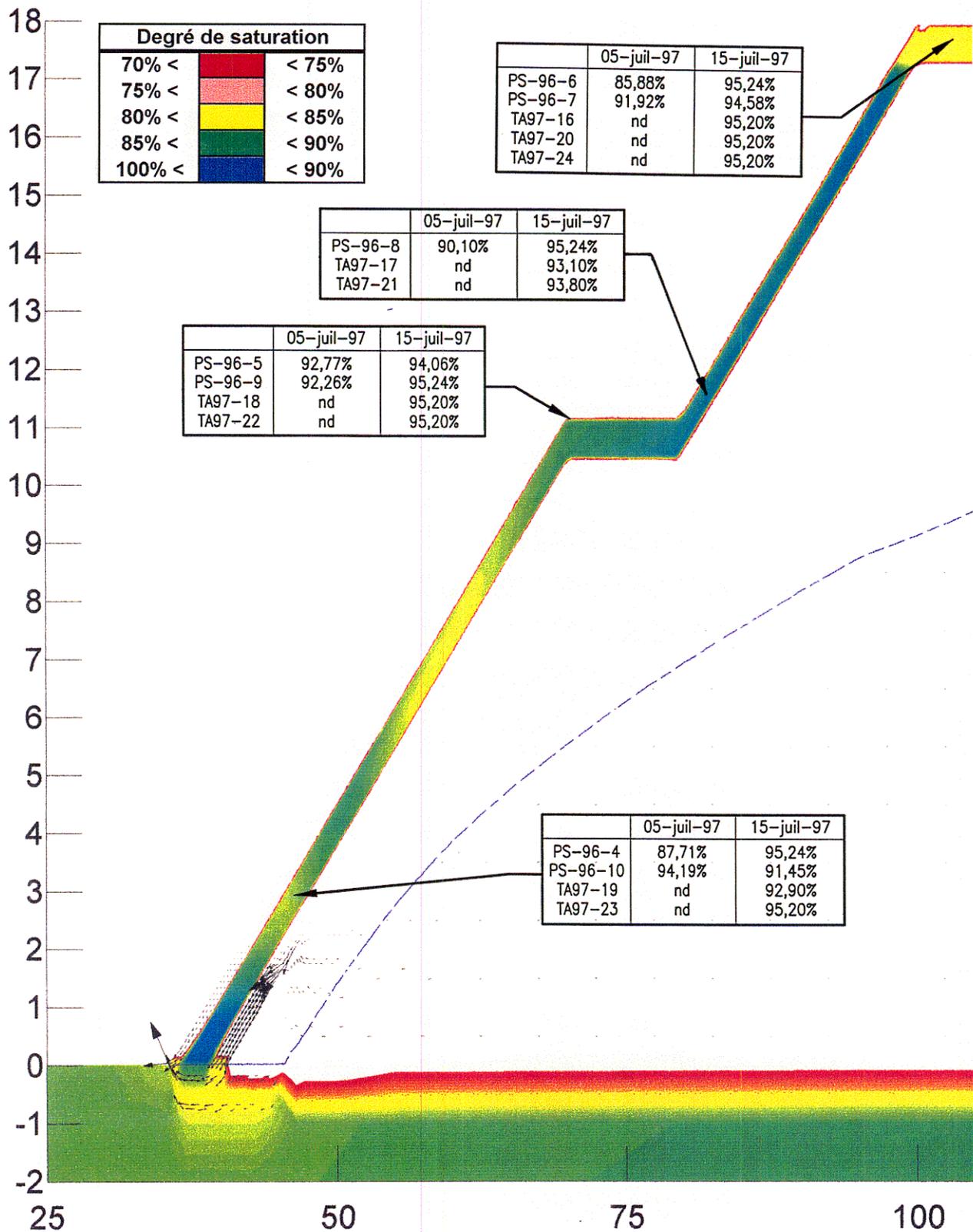
**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

CALAGE DU MODÈLE POUR LA DIGUE NORD  
(JUN 1997)

FIGURE

20



Date:	98-03-12	Échelle:	H: 1:500, V: 1:100
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730121B	No. de projet:	971-7301

**CANMET**

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



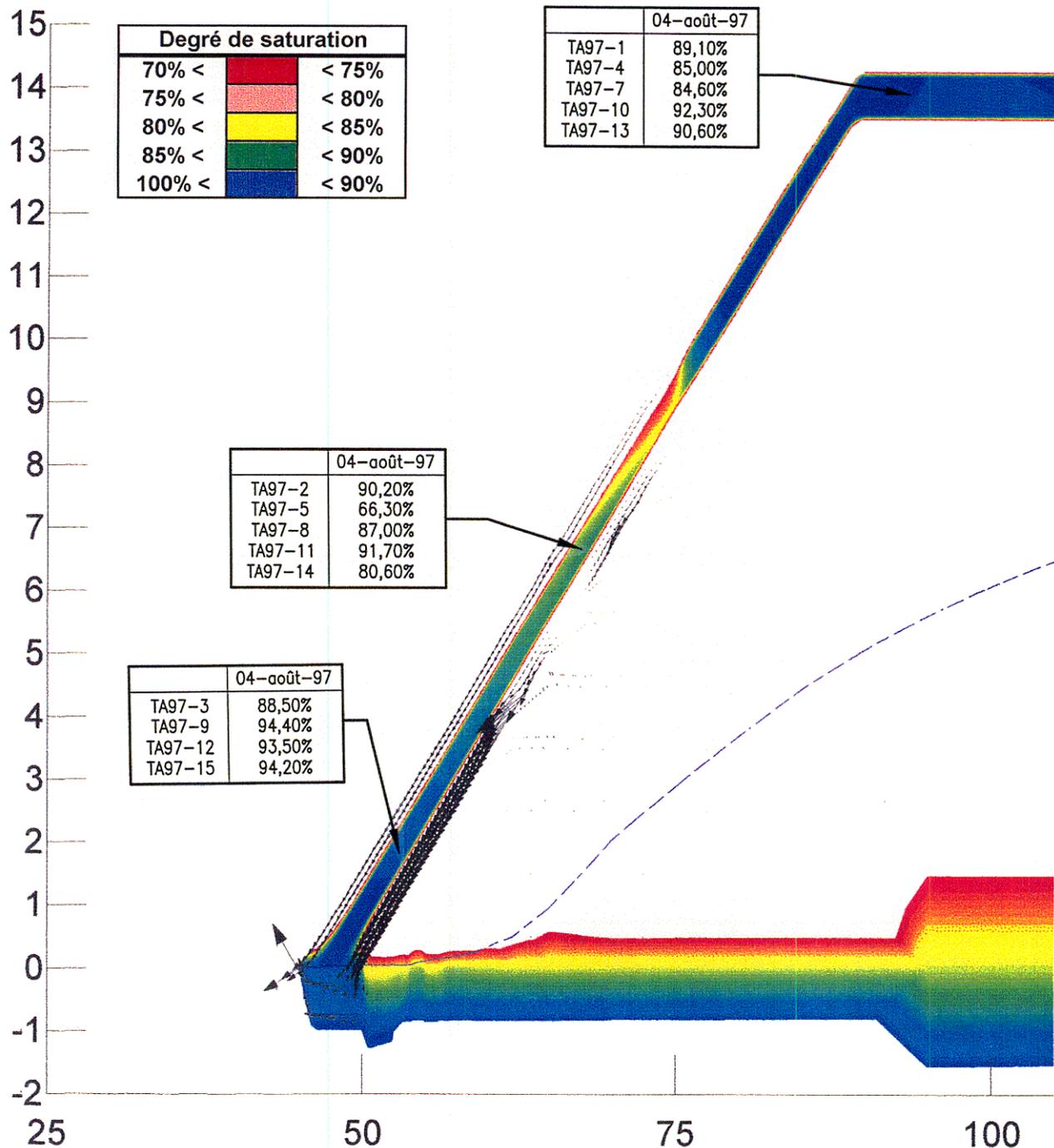
**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

CALAGE DU MODÈLE POUR LA DIGUE NORD  
(JUILLET 1997)

FIGURE

21



Date:	98-03-12	Échelle:	H: 1:500, V: 1:100
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730122B	No. de projet:	971-7301

**CANMET**

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



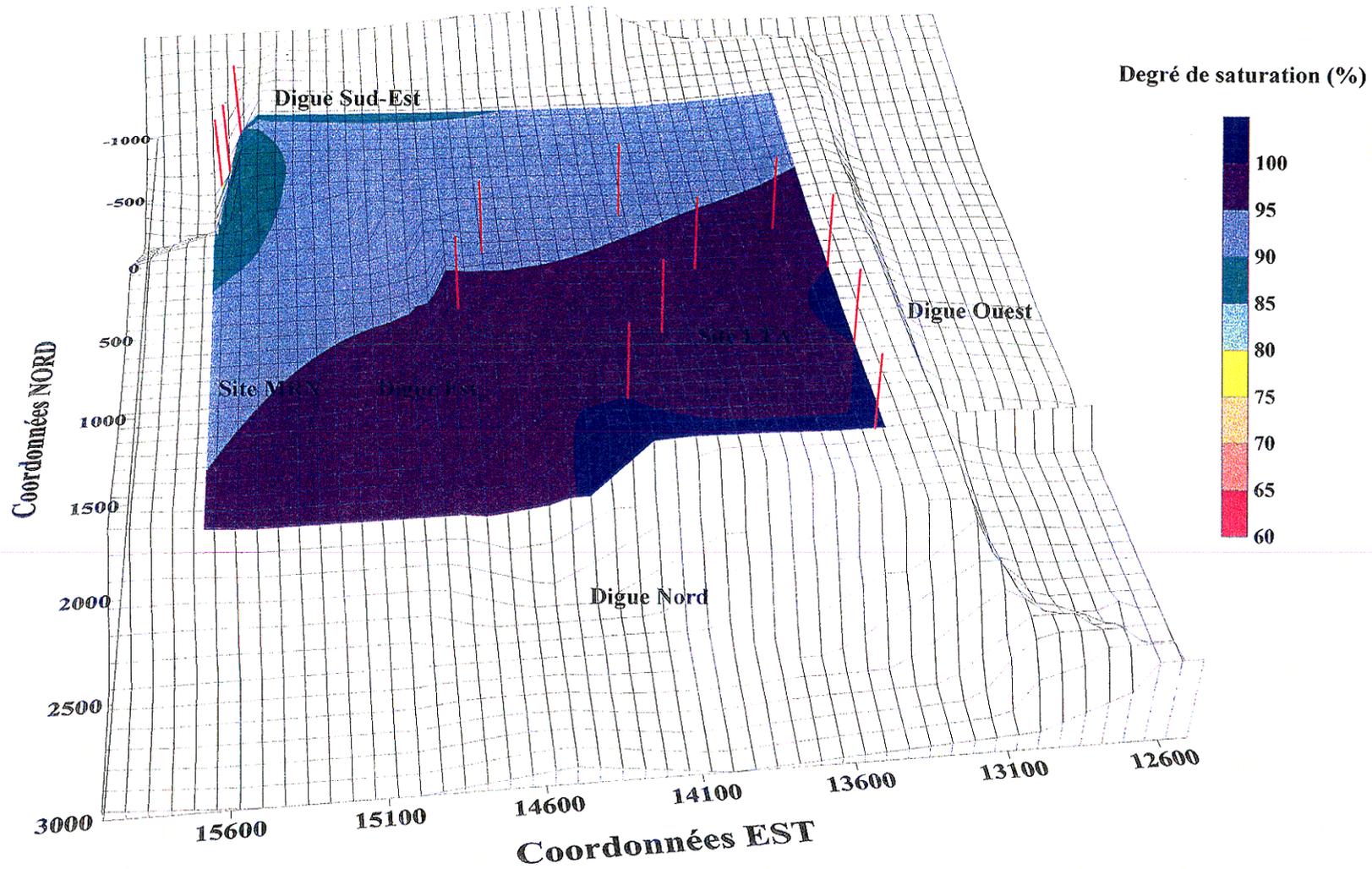
**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

CALAGE DU MODÈLE POUR LA DIGUE OUEST  
(AOÛT 1997)

FIGURE

22



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

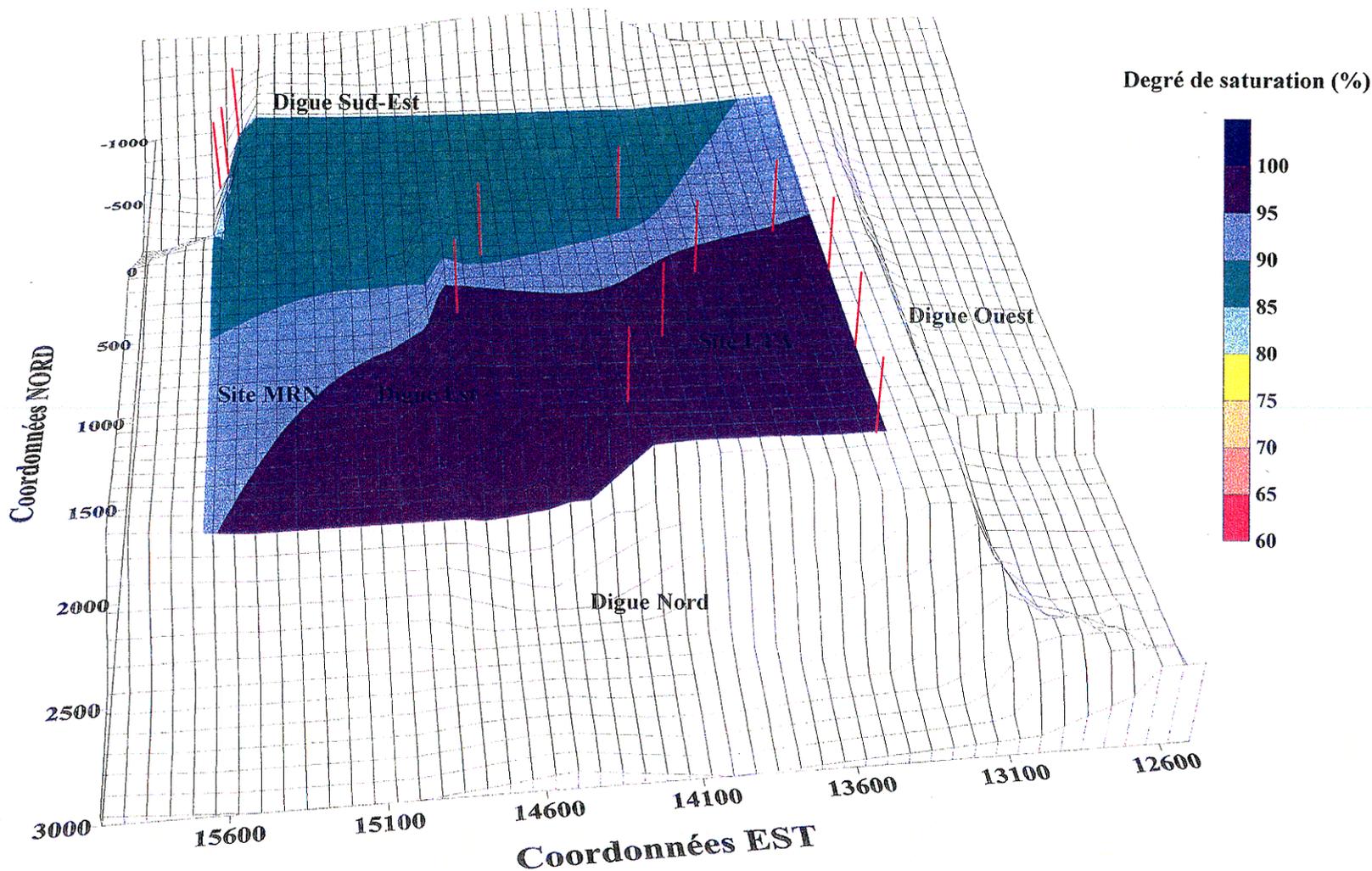
Date:	98-03-12	Échelle:	AUCUNE
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Véifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.C.
No. de dessin:	9730123B	No. de projet:	971-7301

**CANMET**

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR JUIN 1996

FIGURE 23

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

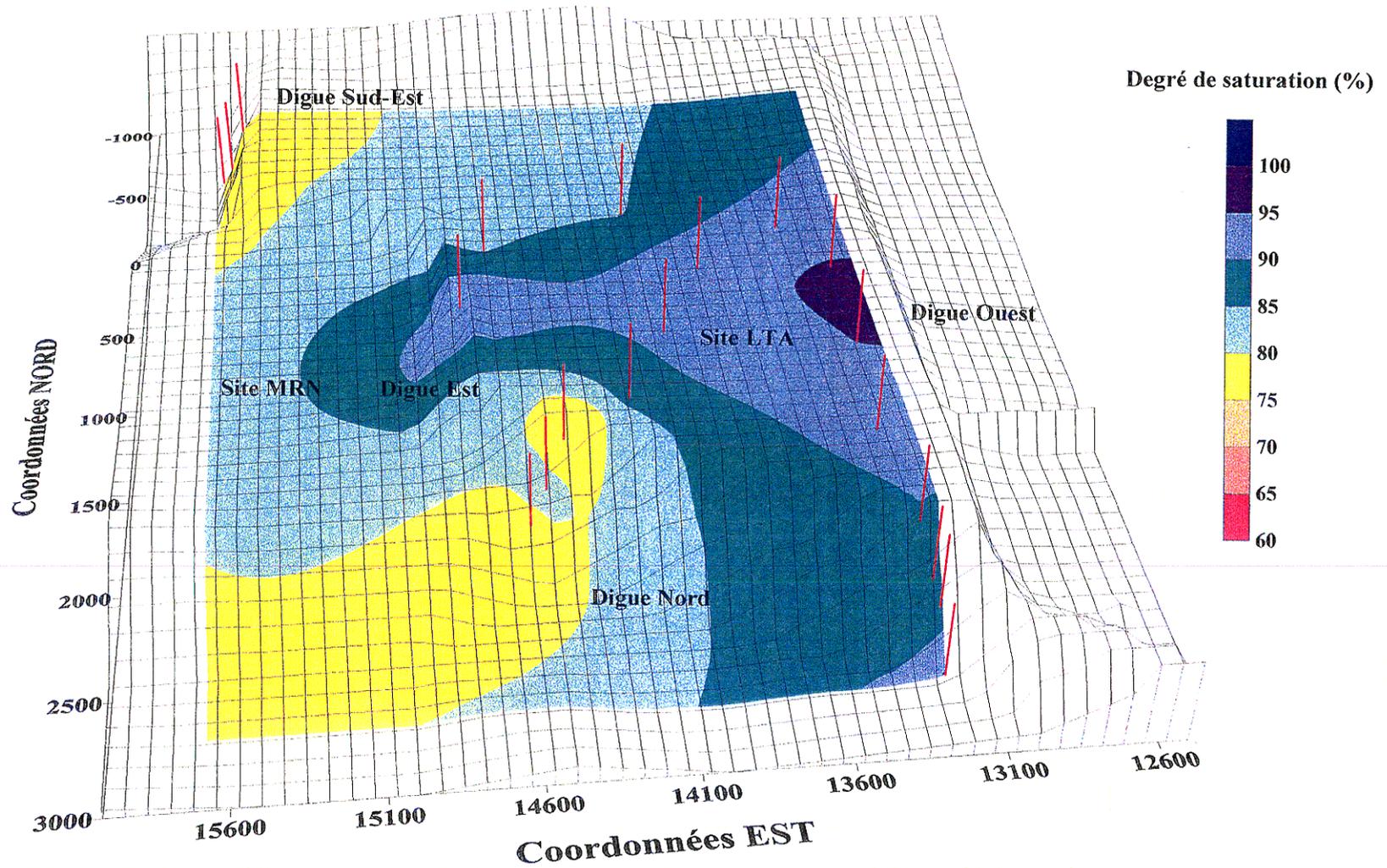
Date: 98-03-12	Échelle: AUCUNE
Dessiné par: M.T.	Projeté par: J.-F.R.
Vérifié par: J.-F.R.	Approuvé par: P.C.
No. de dessin: 9730124B	No. de projet: 971-7301

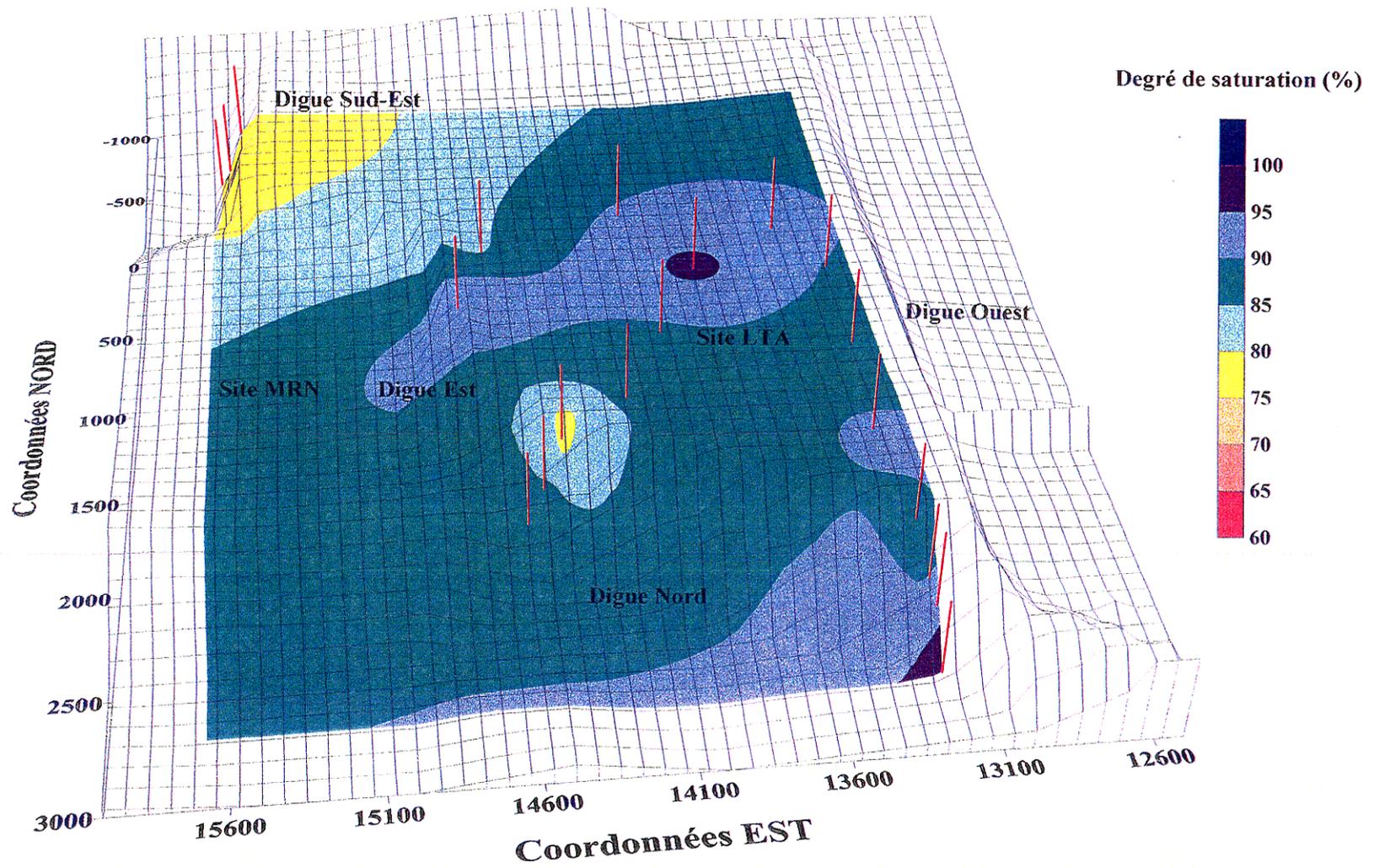
**CANMET**

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR JUILLET 1996

FIGURE 24

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA





**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

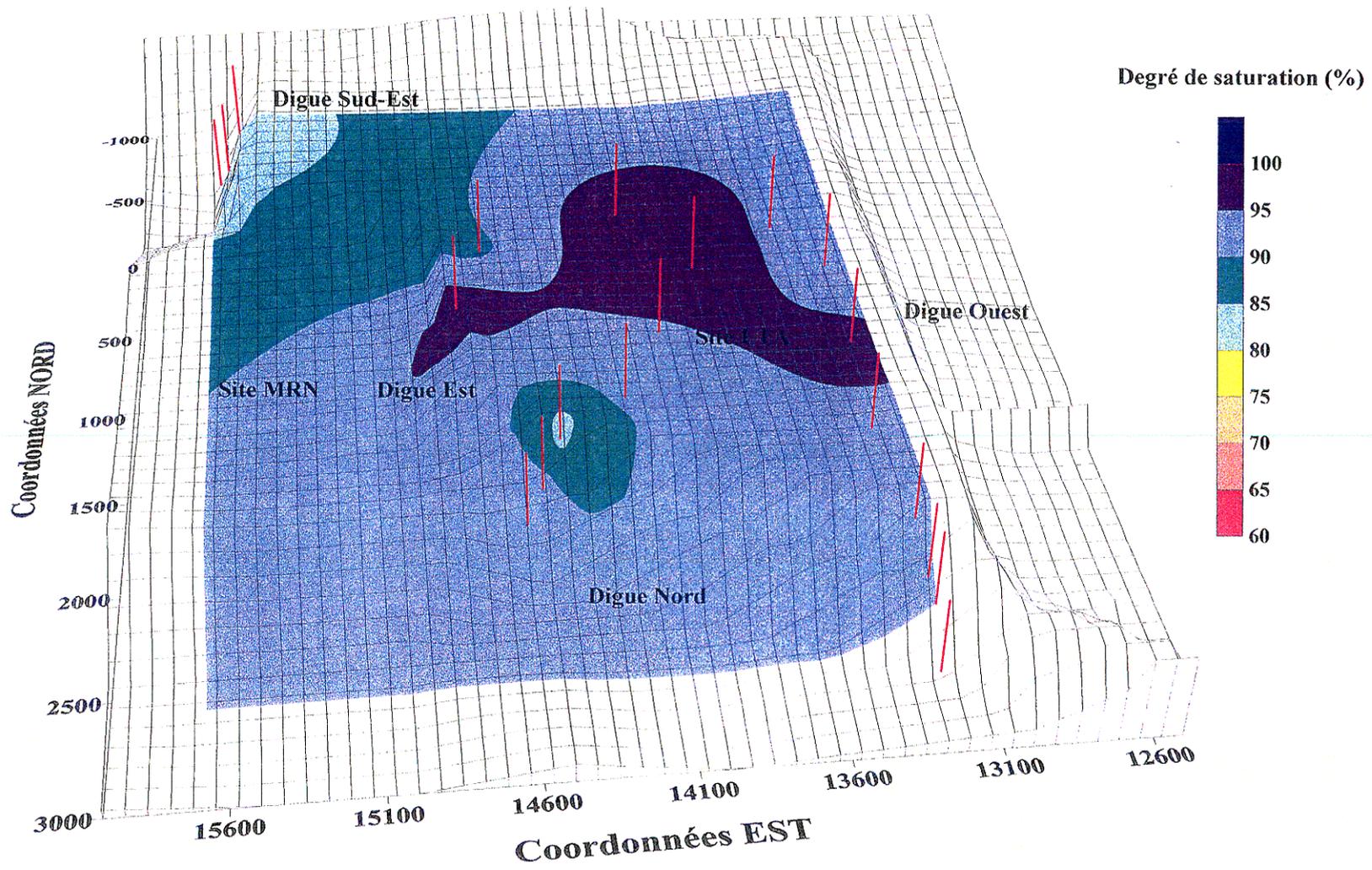
Date: 98-03-12	Echelle: AUCUNE
Dessiné par: M.T.	Projeté par: J.-F.R.
Vérifié par: J.-F.R.	Approuvé par: P.C.
No. de dessin: 9730126B	No. de projet: 971-7301

**CANMET**

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR SEPT. 1996

FIGURE  
 26

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

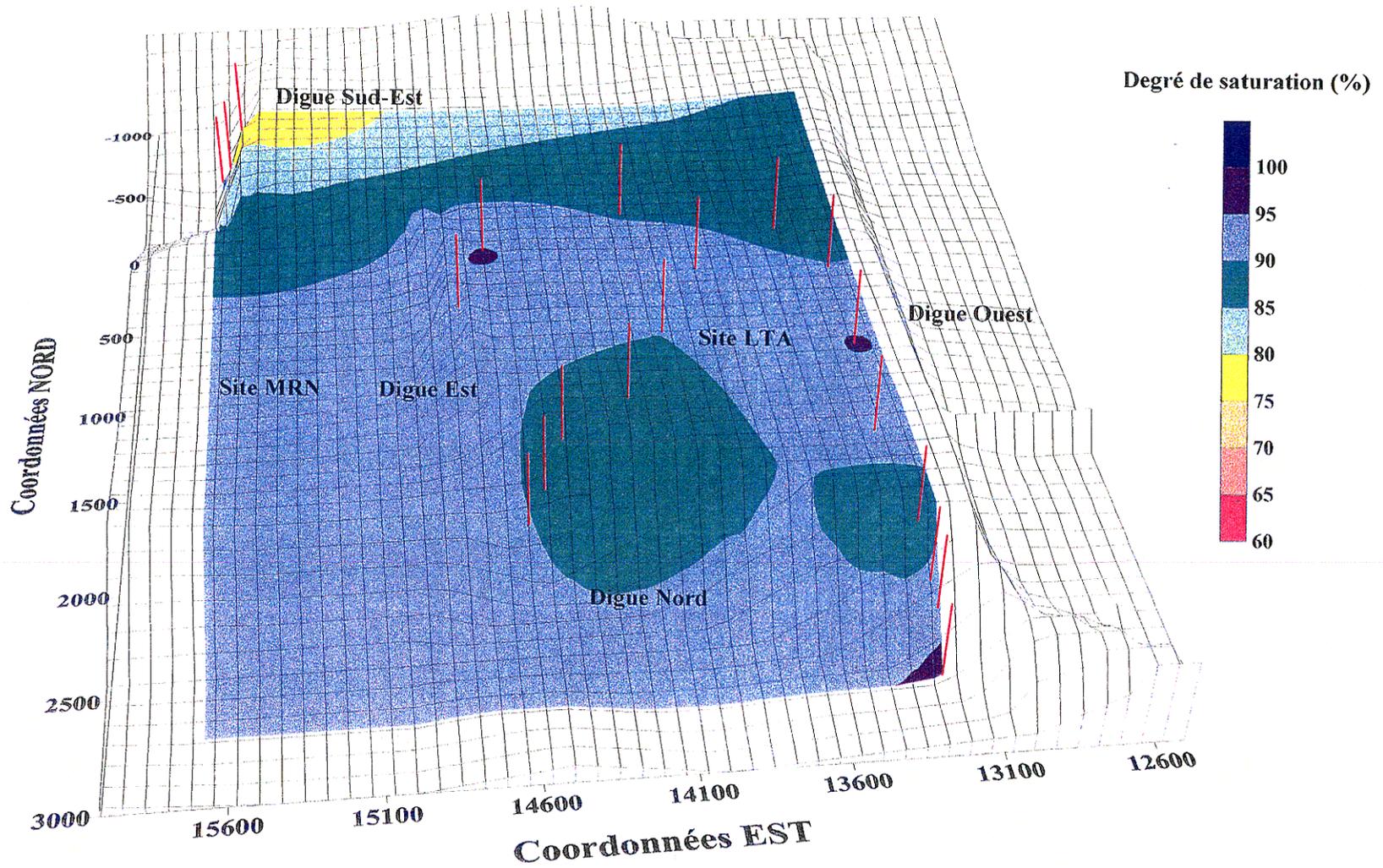
Date:	98-03-12	Echelle:	AUCUNE
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730127B	No. de projet:	971-7301

**CANMET** 

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR OCT. 1996

FIGURE 27

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

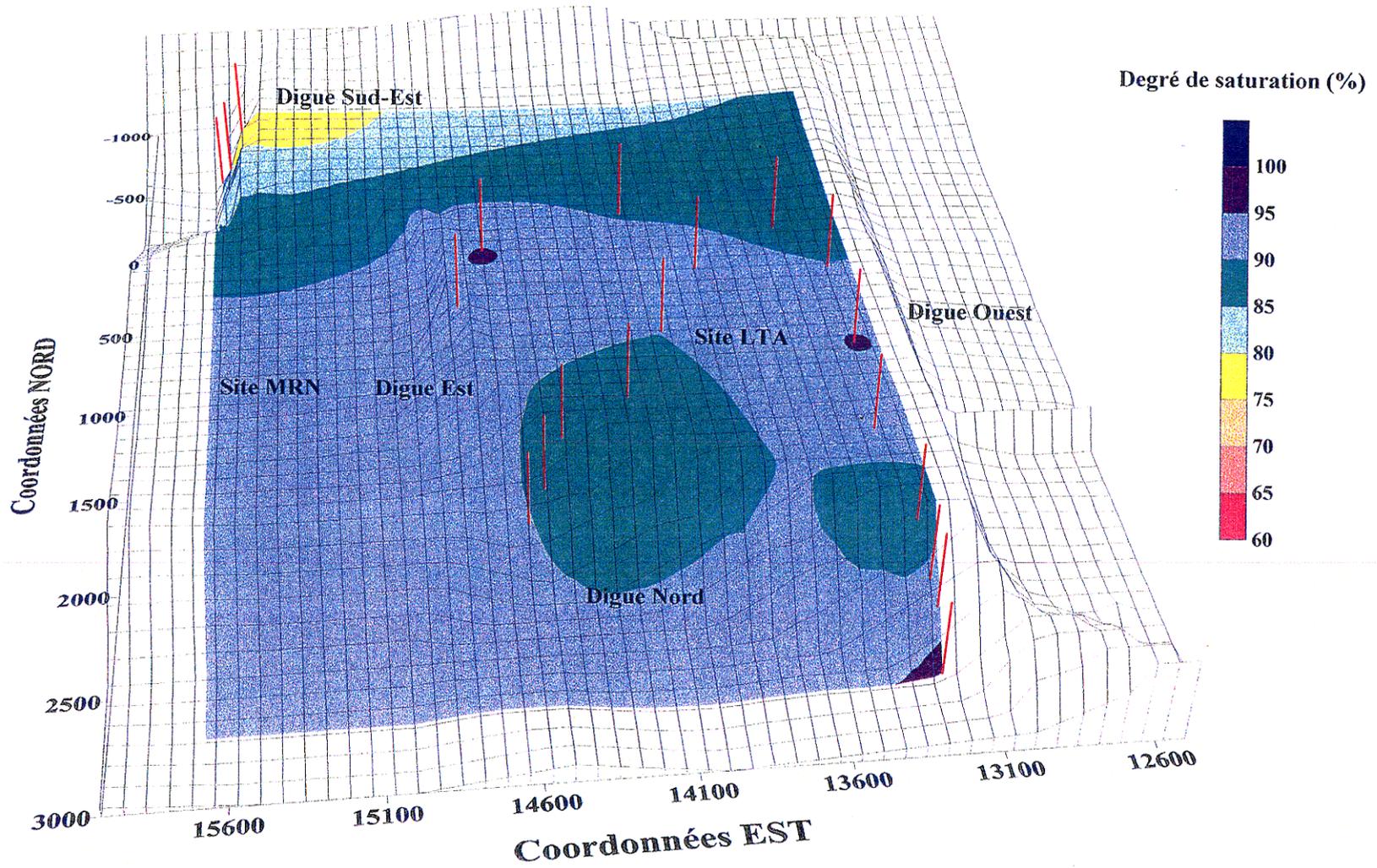
Date:	98-03-12	Echelle:	AUCUNE
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.C.
No. de dessin:	9730128B	No. de projet:	971-7301

**CANMET**

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR NOV. 1996

FIGURE 28

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
H9R 4Z7  
Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	98-03-12	Echelle:	AUCUNE
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730129B	No. de projet:	971-7301

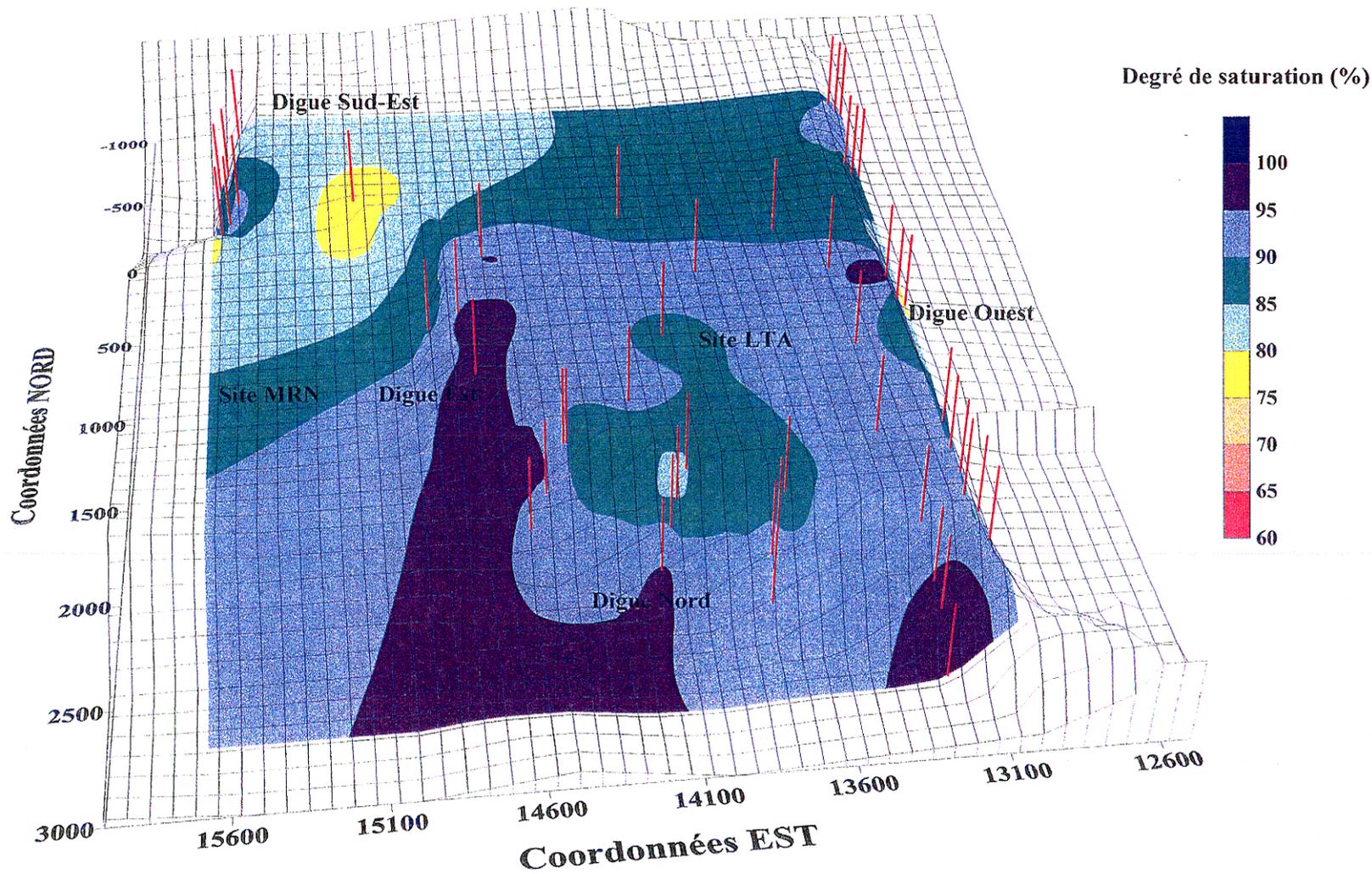
**CANMET**

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
DU RECOUVREMENT POUR JUIN 1997

FIGURE

29

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



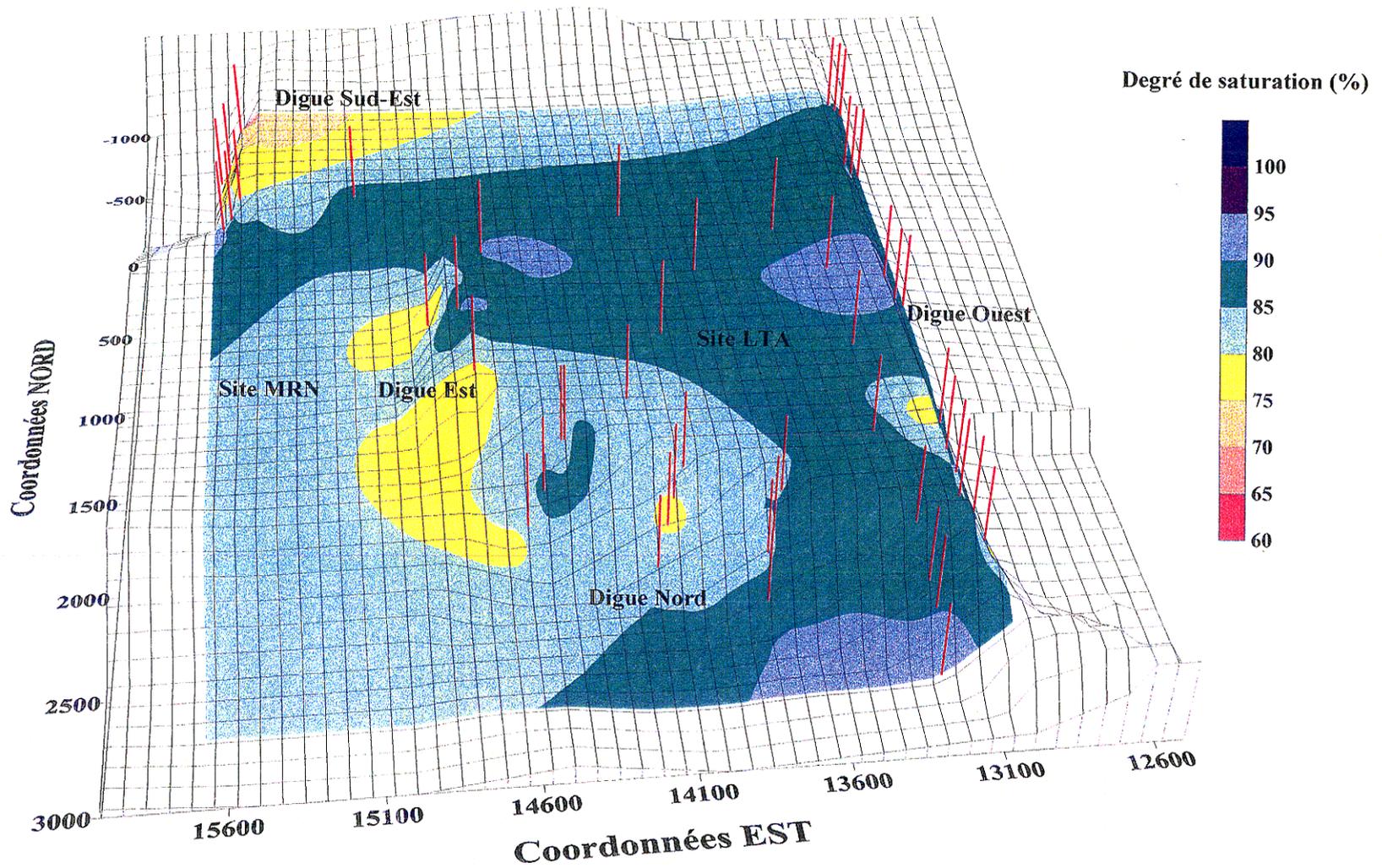
**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	98-03-12	Echelle:	AUCUNE
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.C.
No. de dessin:	9730130B	No. de projet:	971-7301

**CANMET** 

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR JUILLET 1997 FIGURE 30

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

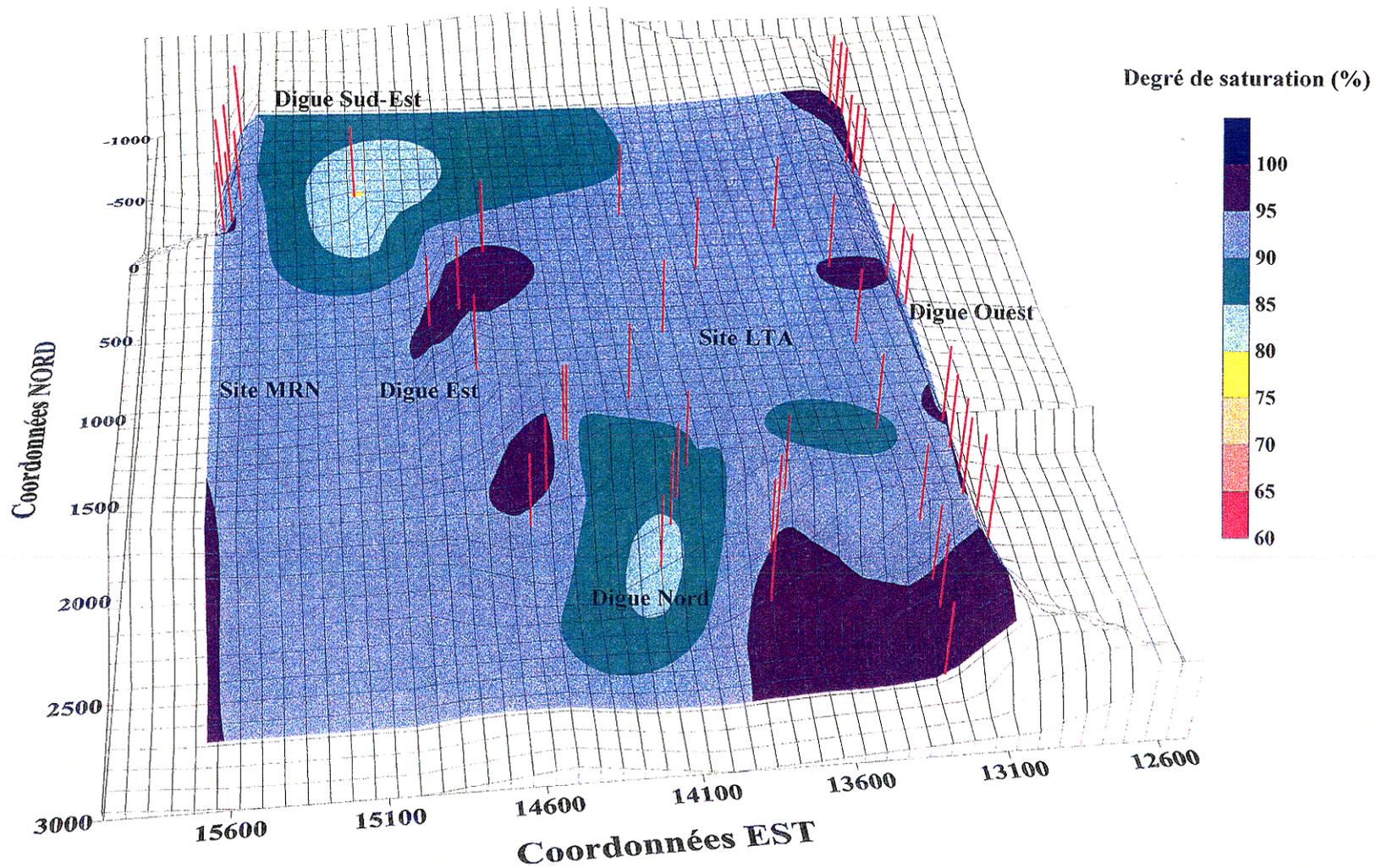
Date:	98-03-12	Échelle:	AUCUNE
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.C.
No. de dessin:	9730131B	No. de projet:	971-7301

**CANMET**

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR AOÛT 1997

FIGURE 31

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA

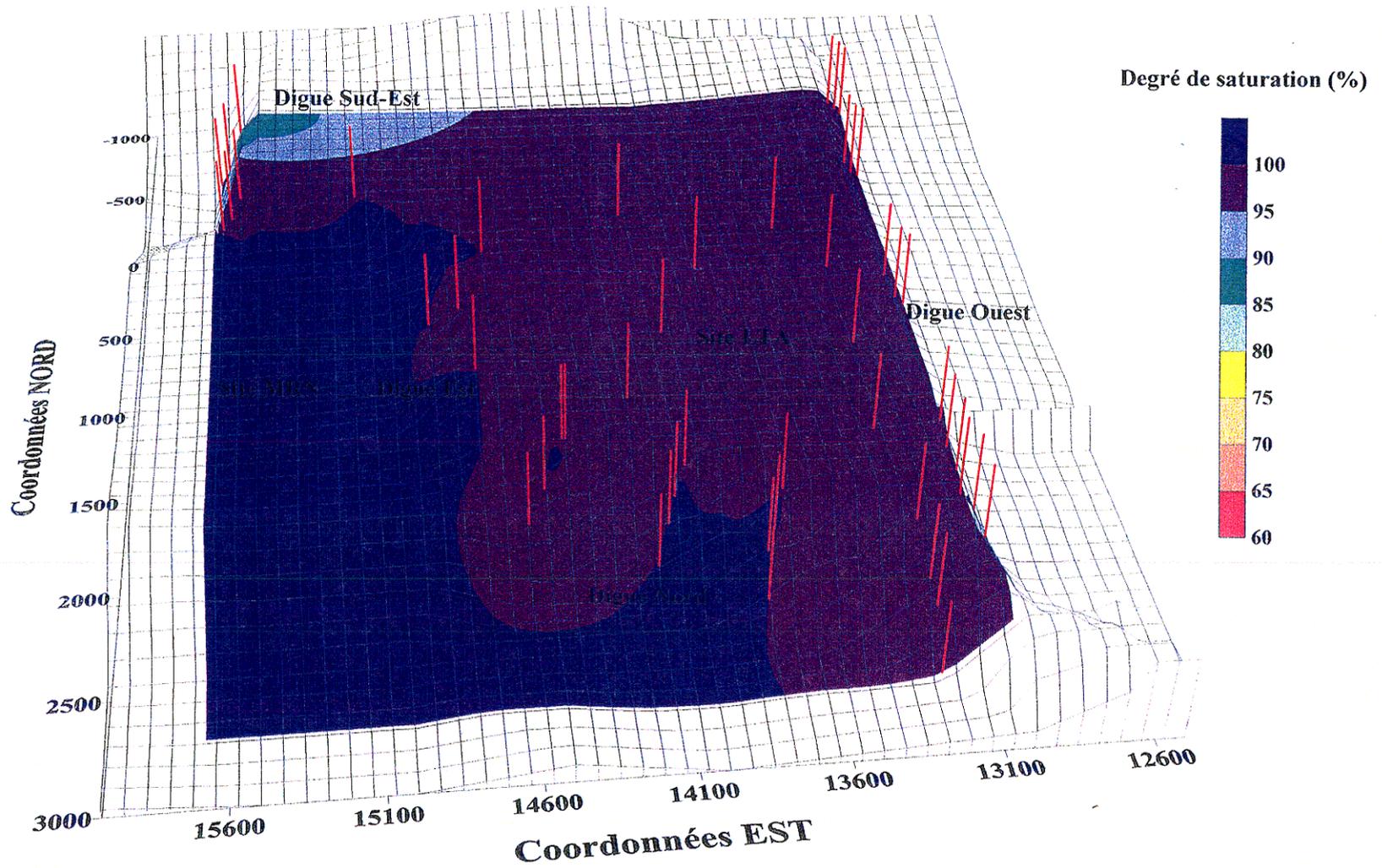



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date:	98-03-12	Echelle:	AUCUNE
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.C.
No. de dessin:	9730132B	No. de projet:	971-7301

**CANMET** 

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR OCT. 1997 FIGURE 32  
 SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.,  
 H9R 4Z7  
 Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

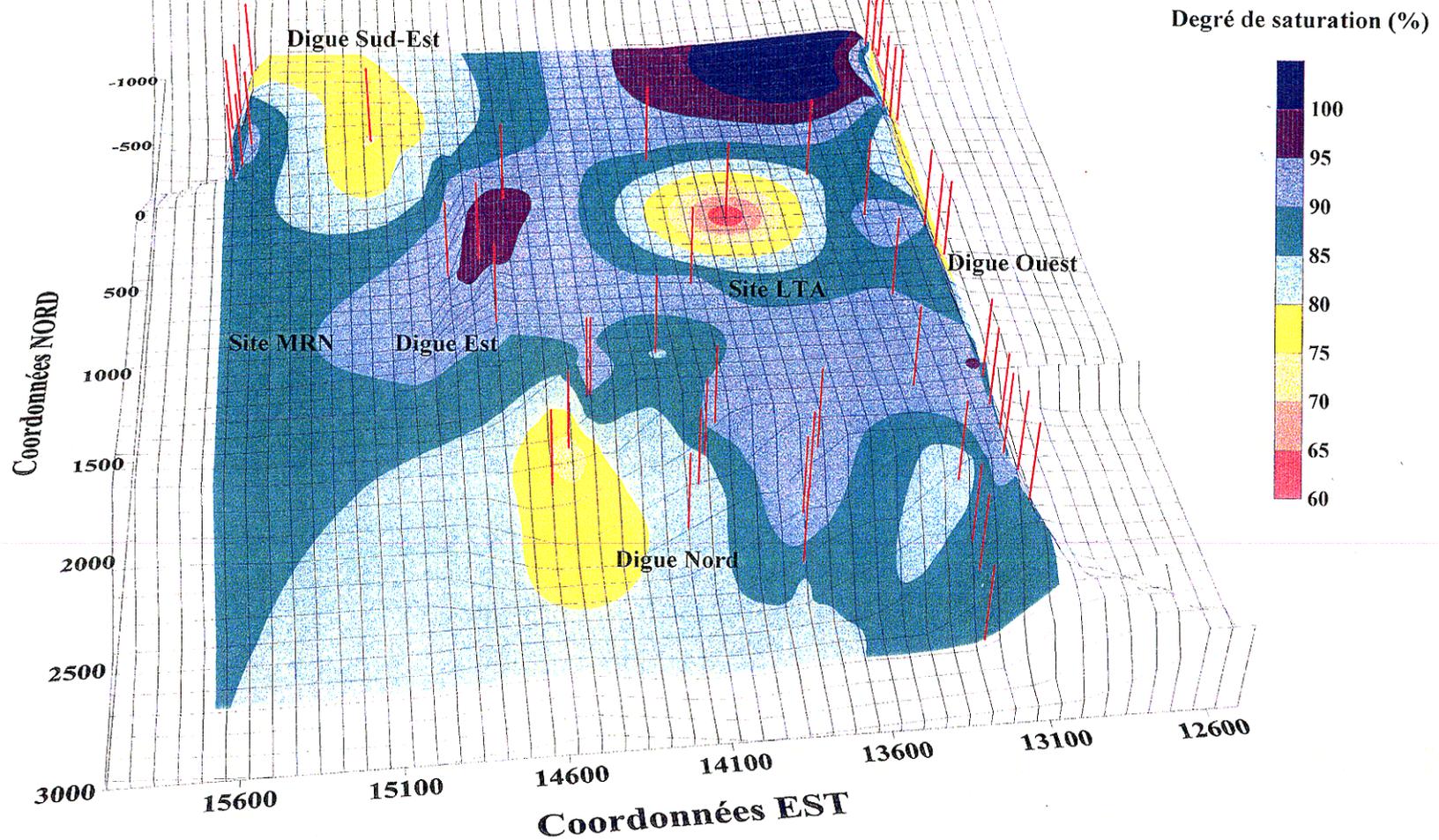
Date:	98-03-12	Échelle:	AUCUNE
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.C.
No. de dessin:	9730133B	No. de projet:	971-7301

**CANMET**

DISTRIBUTION DU DEGRÉ DE SATURATION  
 DU RECOUVREMENT POUR NOV. 1997

FIGURE  
 33

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date: 99-01-07  
 Dessiné par: S.R./J.-F.R.  
 Vérifié par: J.F.R.  
 No. de dessin:

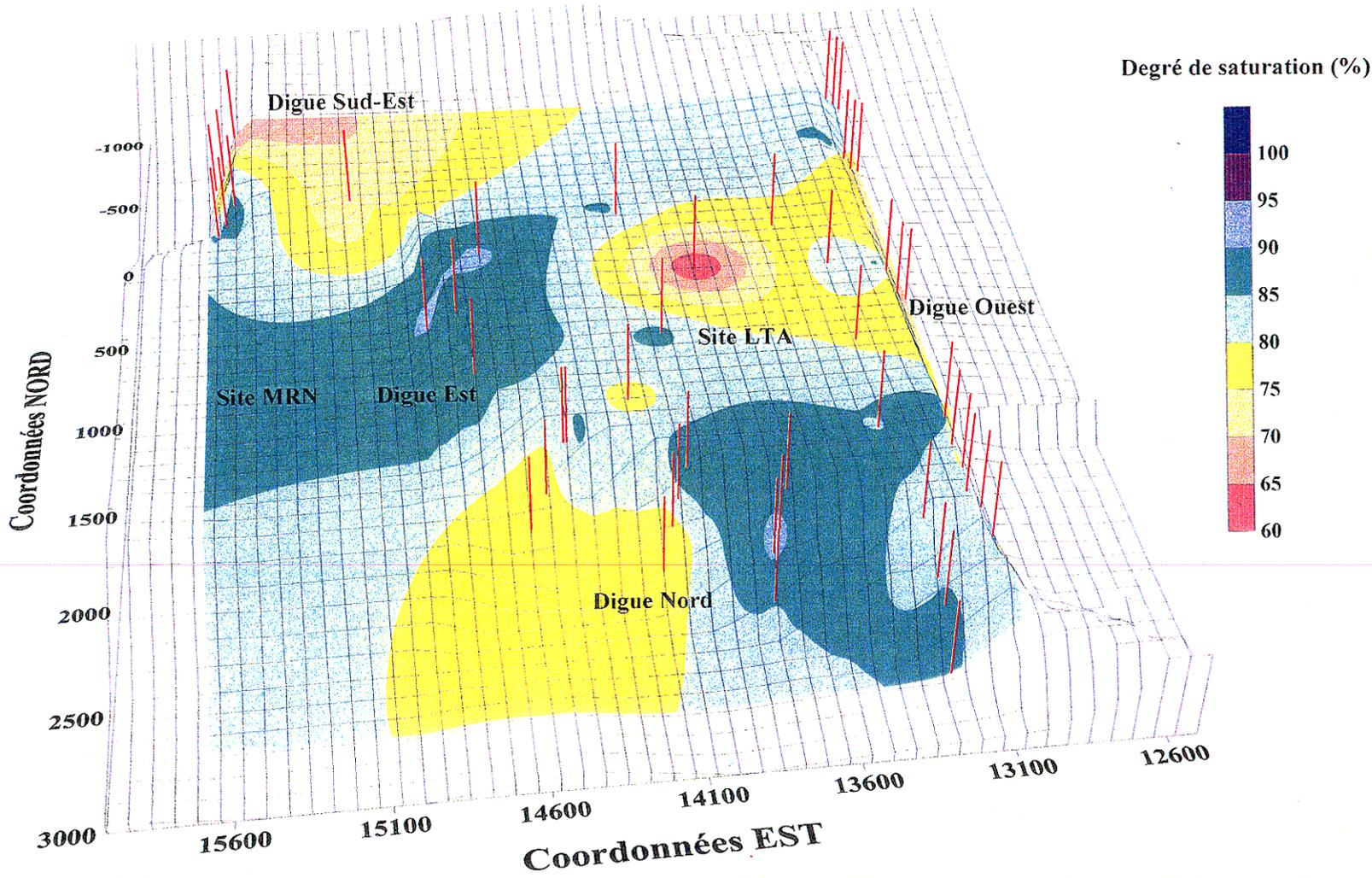
Échelle: -  
 Projeté par: J.F.R.  
 Approuvé par: P.G.  
 No. de projet: 971-7301

**CANMET**

Distribution du degré de saturation du  
 recouvrement pour Avril 1998

FIGURE 34

Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

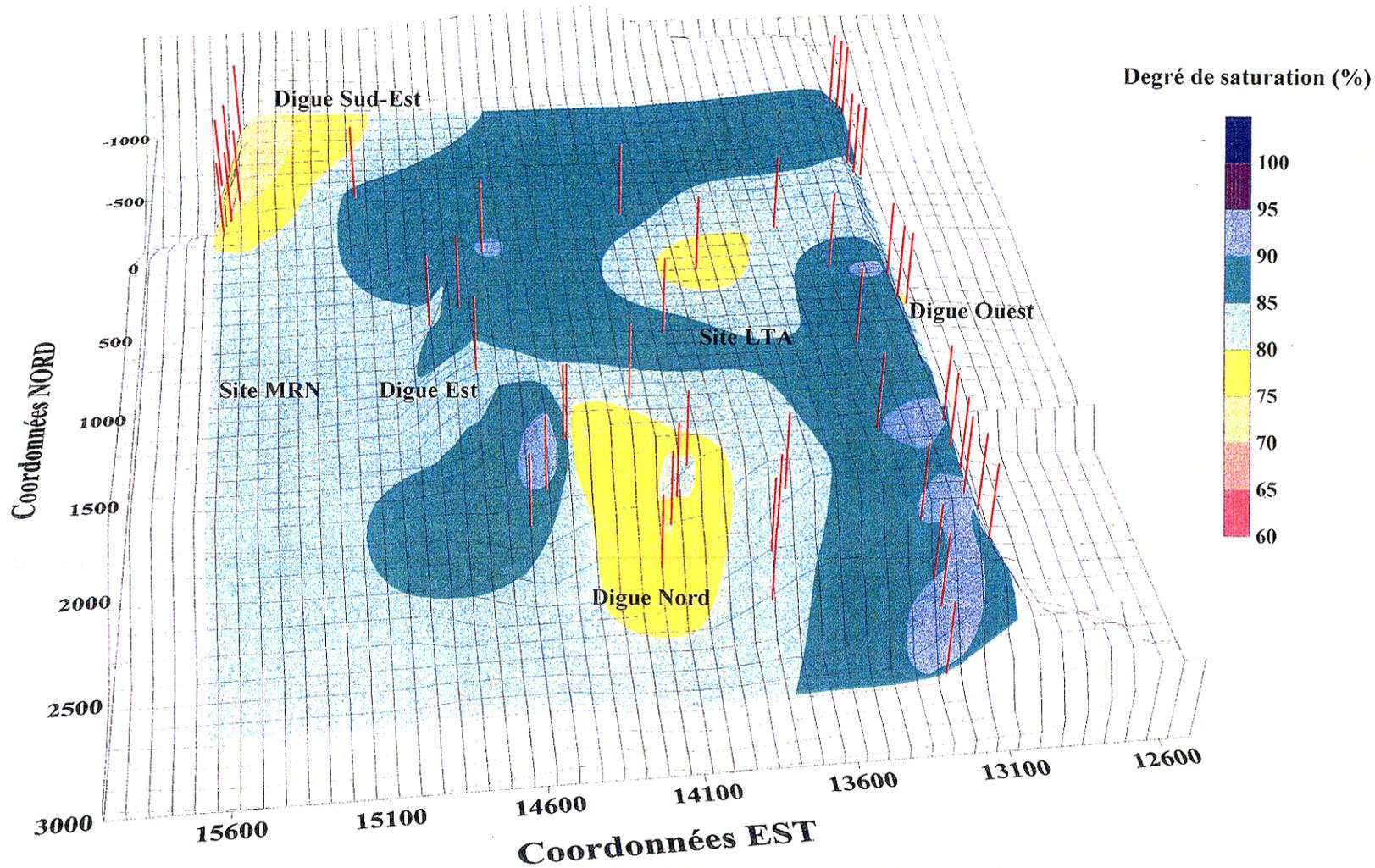
Date:	99-01-07	Échelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301

**CANMET**

Distribution du degré de saturation du recouvrement pour Mai 1998

FIGURE 35

Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

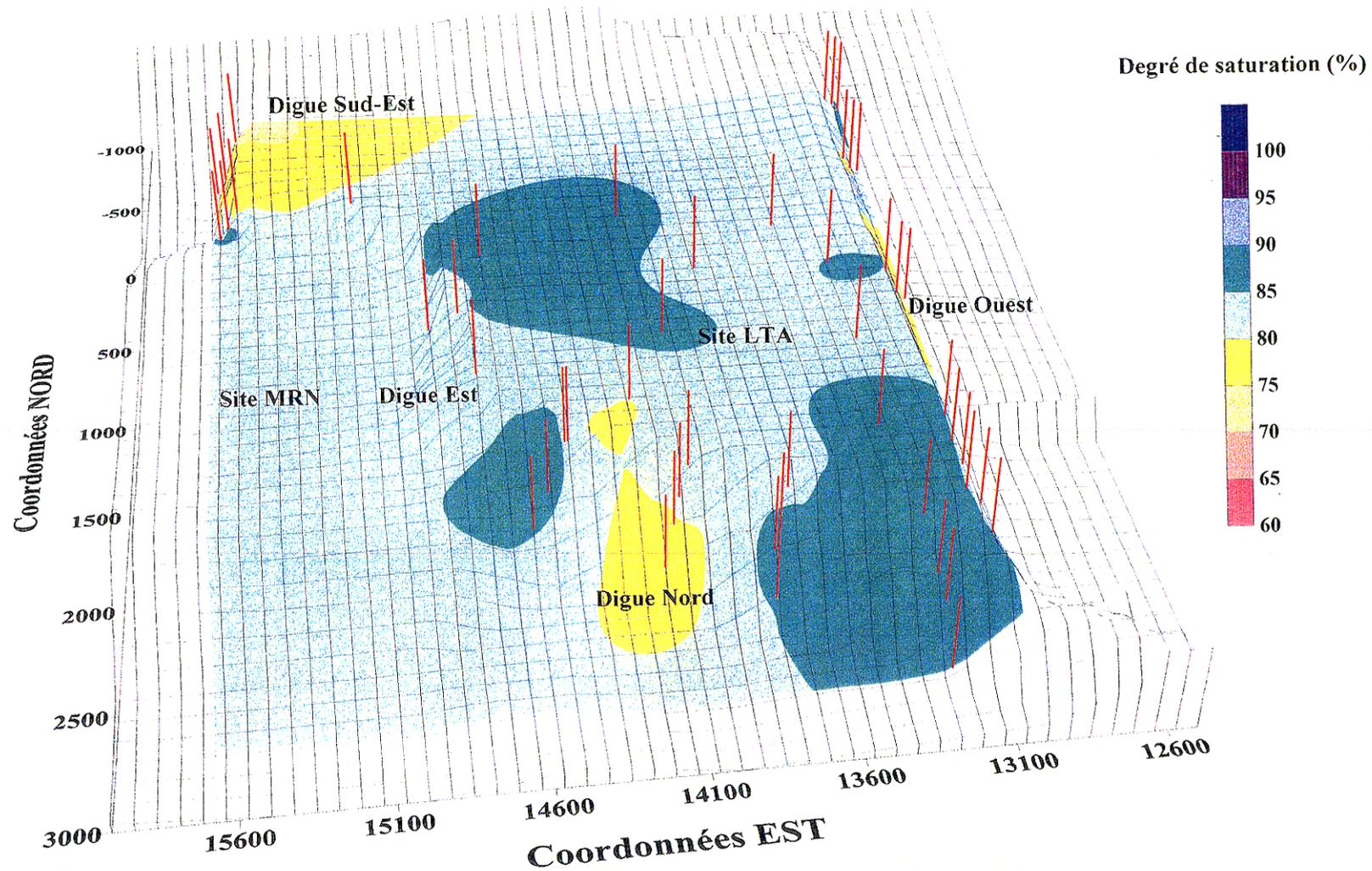
Date:	99-01-07	Echelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301

**CANMET**

Distribution du degré de saturation du  
 recouvrement pour Juin 1998

FIGURE 36

*Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA*



**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

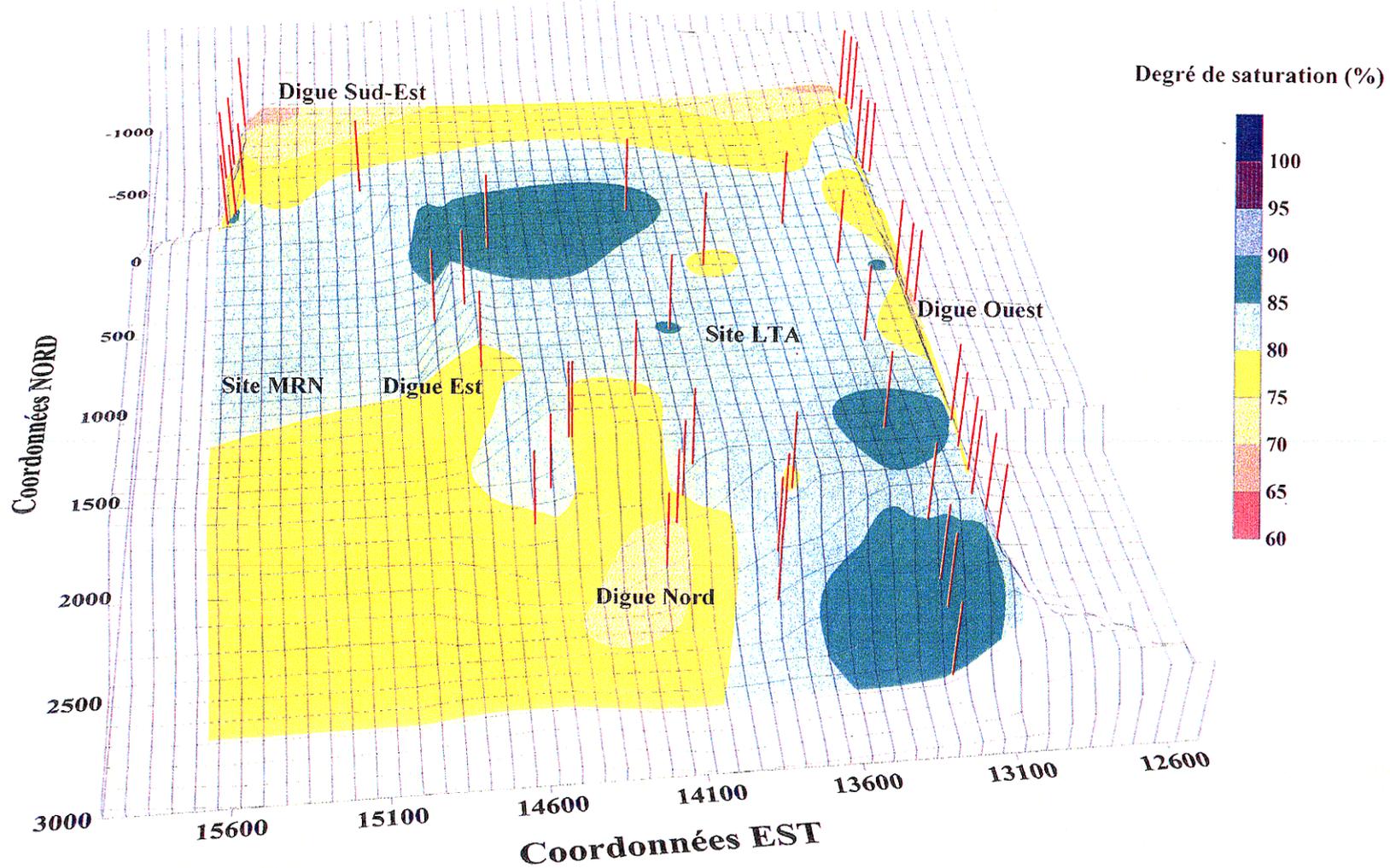
Date:	99-01-07	Echelle:	-
Dessiné par:	S.R./J.-F.R.	Projeté par:	J.F.R.
Vérifié par:	J.F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:		No. de projet:	971-7301

**CANMET**

Distribution du degré de saturation du  
recouvrement pour Juillet 1998

FIGURE  
37

Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA



**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date: 99-01-07

Dessiné par: S.R./J.-F.R.

Vérifié par: J.F.R.

No. de dessin:

Echelle: -

Projeté par: J.F.R.

Approuvé par: P.G.

No. de projet: 971-7301

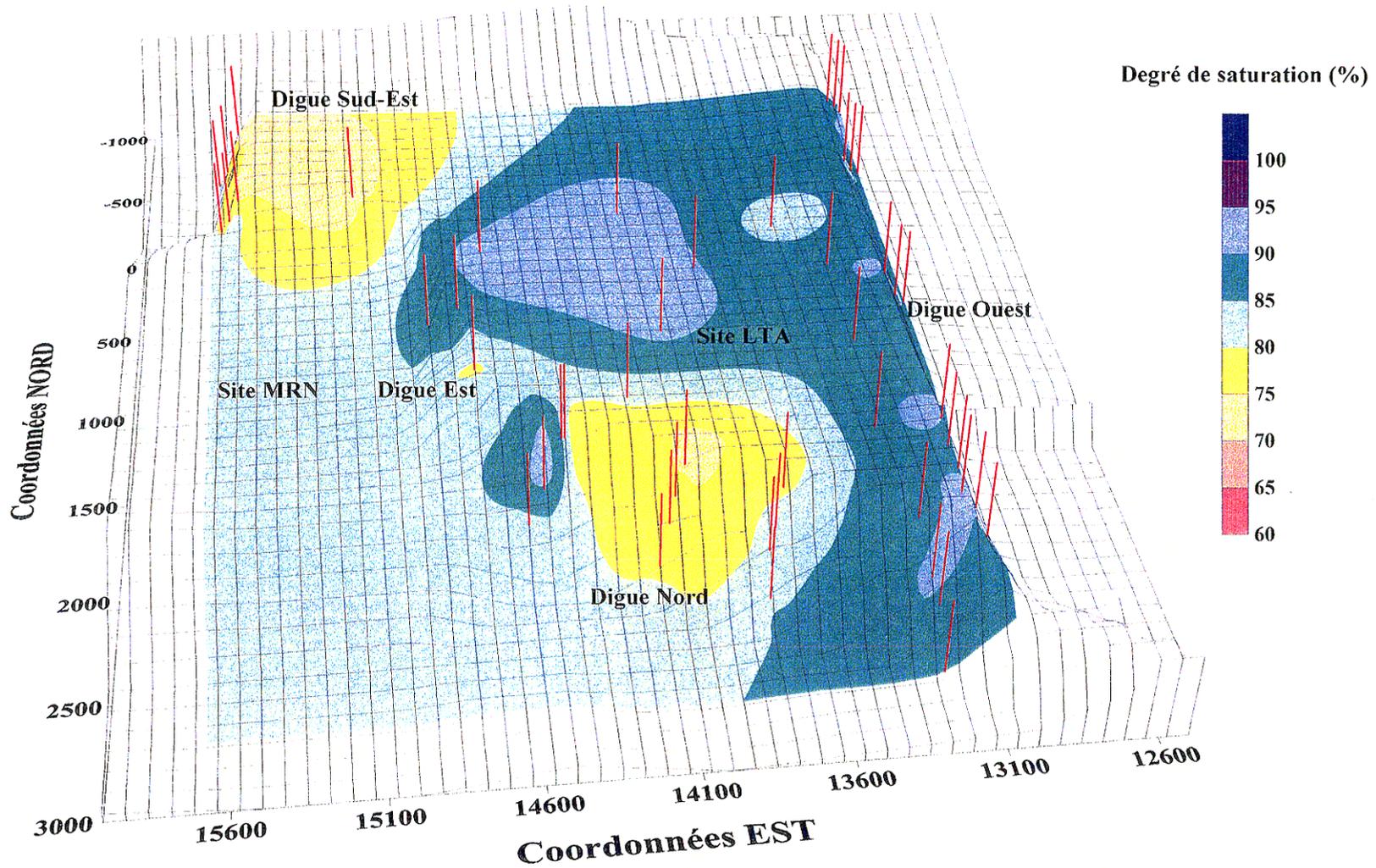
**CANMET**

Distribution du degré de saturation du  
recouvrement pour Août 1998

FIGURE

38

Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA



**Golder Associés**  
 63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
 H9R 4Z7  
 Tél.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

Date: 99-01-07  
 Dessiné par: S.R./J.-F.R.  
 Vérifié par: J.F.R.  
 No. de dessin:

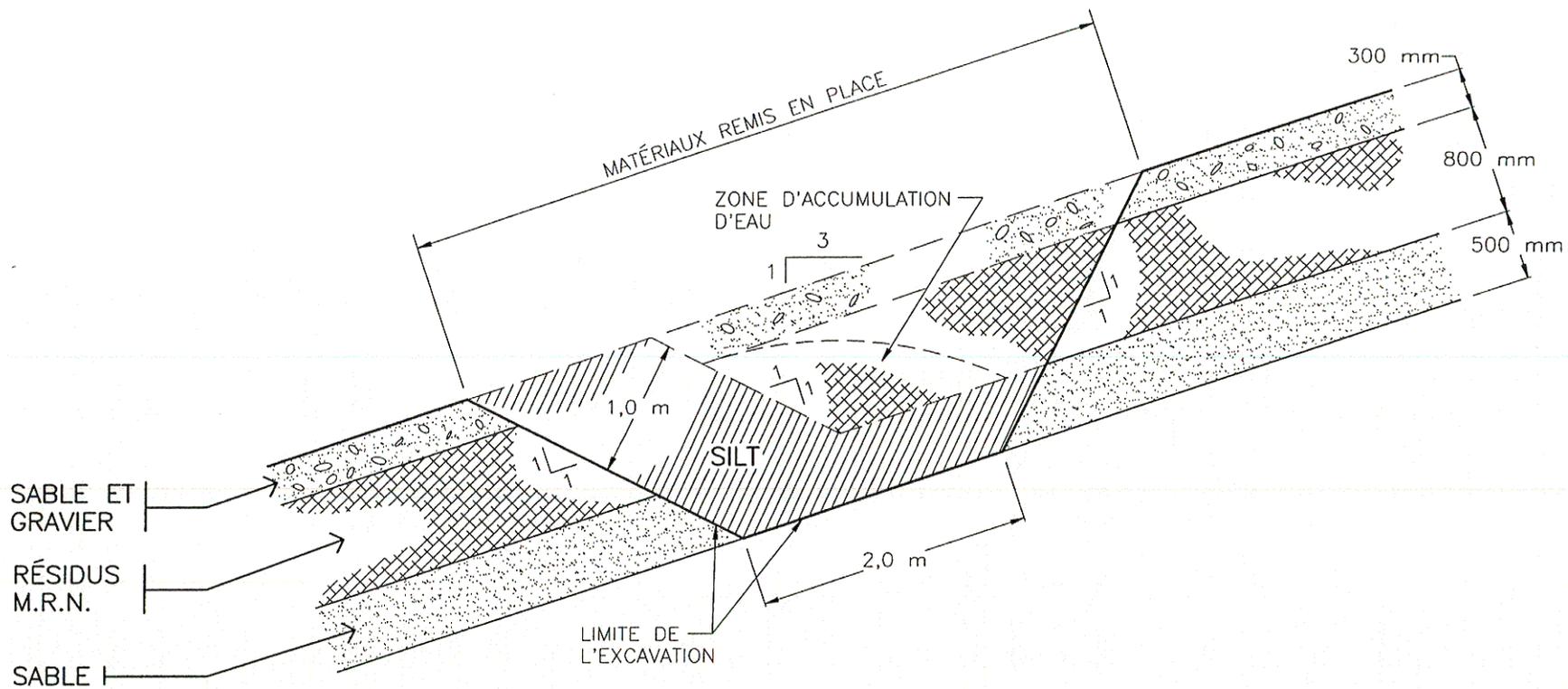
Echelle: -  
 Projeté par: J.F.R.  
 Approuvé par: P.G.  
 No. de projet: 971-7301

**CANMET**

Distribution du degré de saturation du  
 recouvrement pour Septembre 1998

FIGURE 39

Suivi de la performance de la couverture sèche à LTA



Date:	99-01-04	Échelle:	1:50
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérfié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730140D	No. de projet:	971-7301

**CANMET** 

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

CONSTRUCTION D'UN BRIS HYDRAULIQUE

FIGURE

40

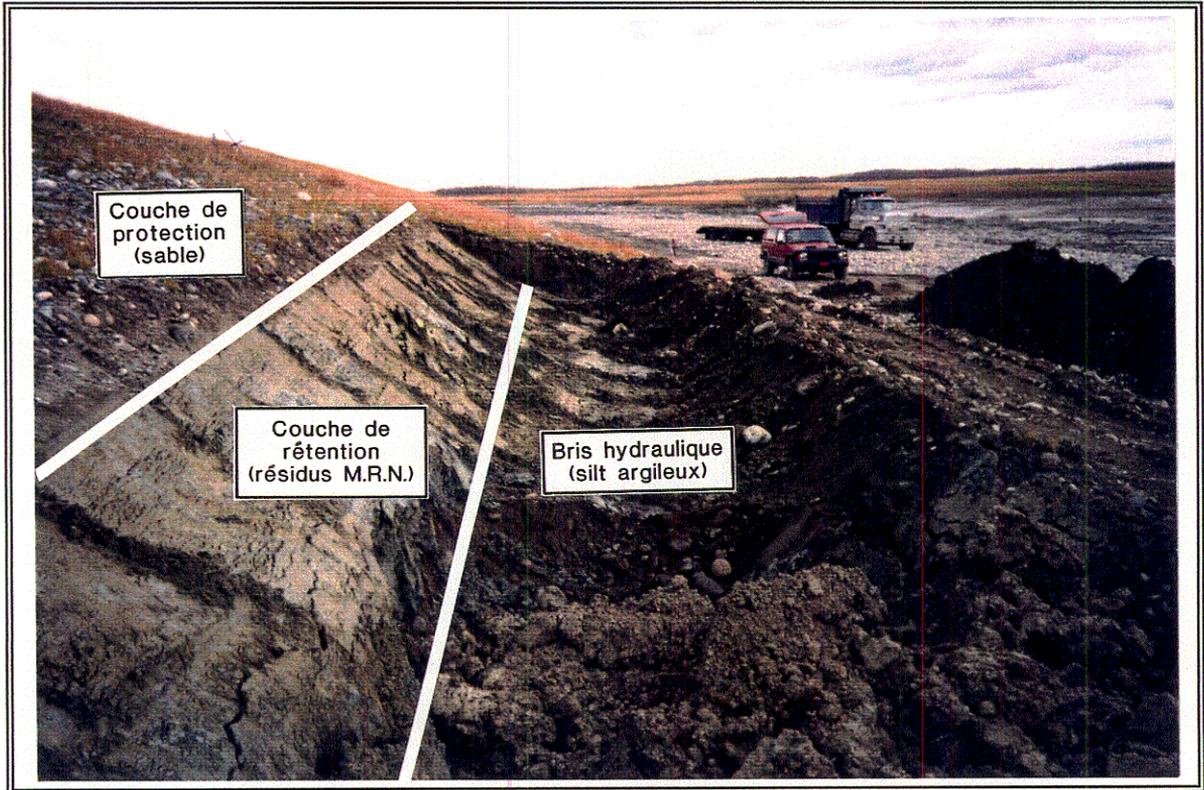


Figure 41: Excavation de la cellule d'essai



Figure 42: Mise en place du bris hydraulique (silt argileux)

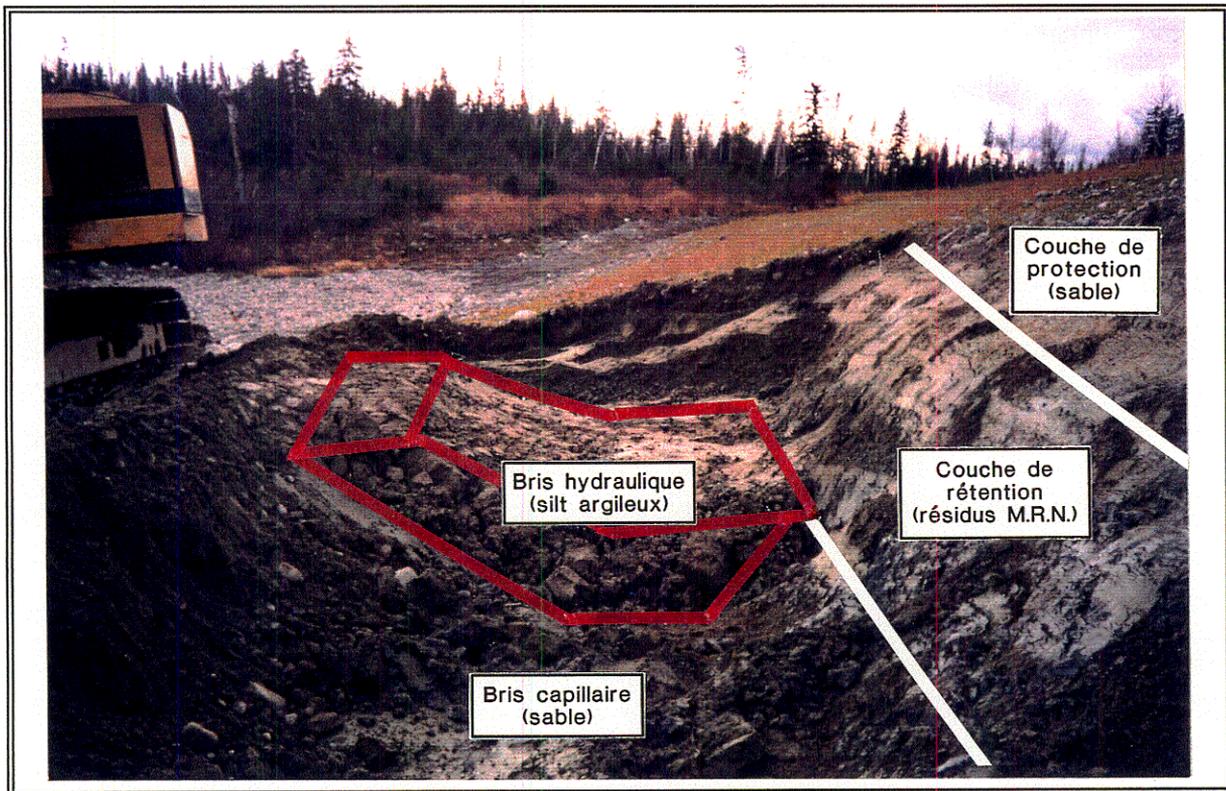


Figure 43: Vue du bris hydraulique

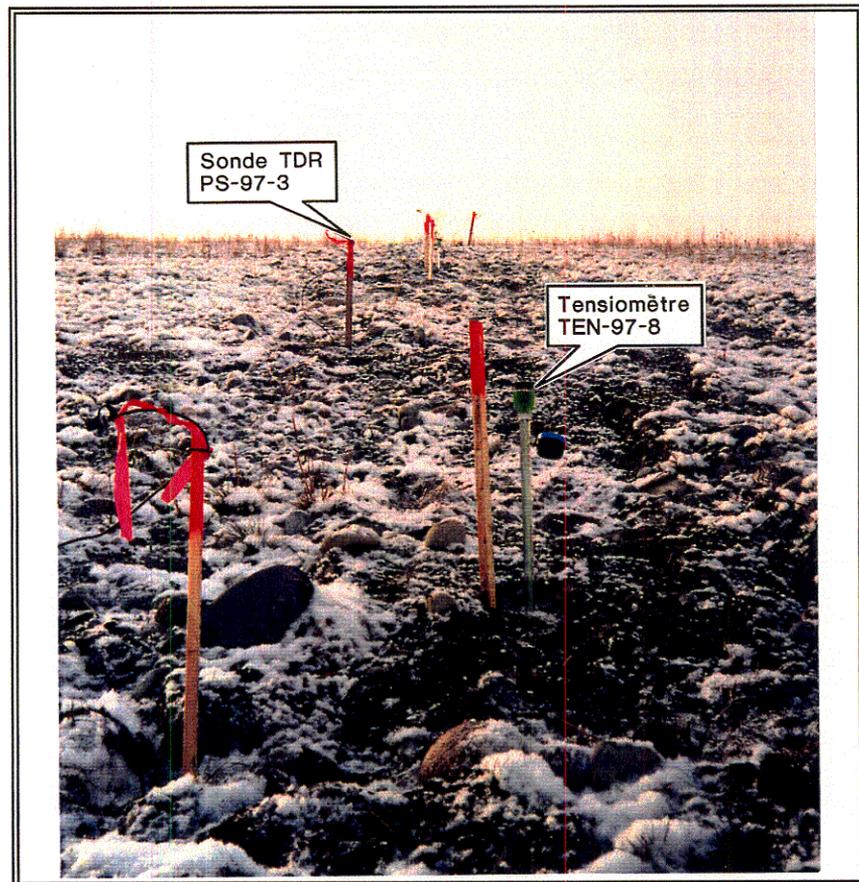
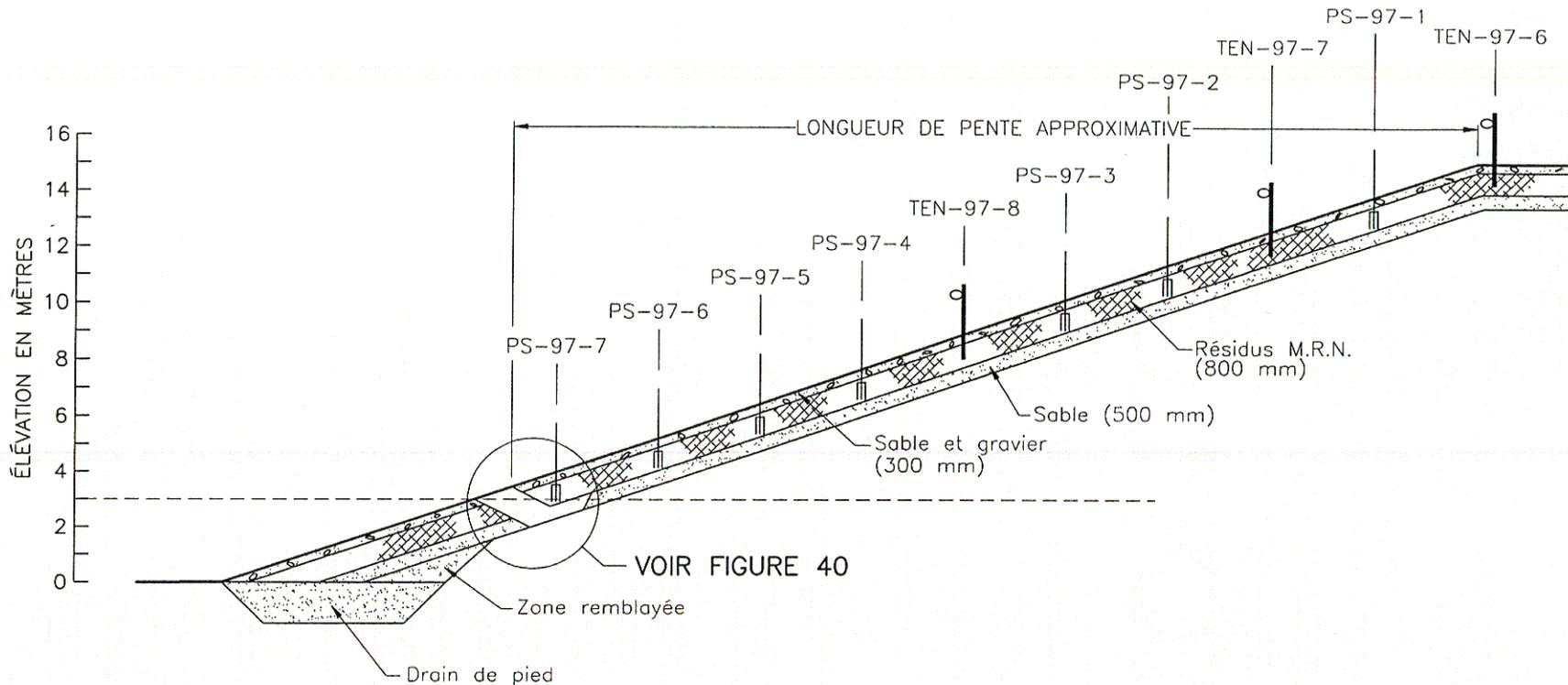


Figure 44:  
Instrumentation  
de la cellule d'essai



L É G E N D E :



Date:	99-01-04	Échelle:	1:250
Dessiné par:	M.T.	Projeté par:	J.-F.R.
Vérifié par:	J.-F.R.	Approuvé par:	P.G.
No. de dessin:	9730145D	No. de projet:	971-7301

**CANMET**

SUIVI DE LA PERFORMANCE DE LA COUVERTURE SÈCHE À LTA



**Golder Associés**

63, Place Frontenac, Pointe-Claire, Qué.  
H9R 4Z7  
Tel.: (514) 630-0990 Fax: (514) 630-1178

INSTRUMENTATION DE LA PARCELLE  
D'ESSAI DE BRIS HYDRAULIQUE  
PROPOSÉE

FIGURE

45

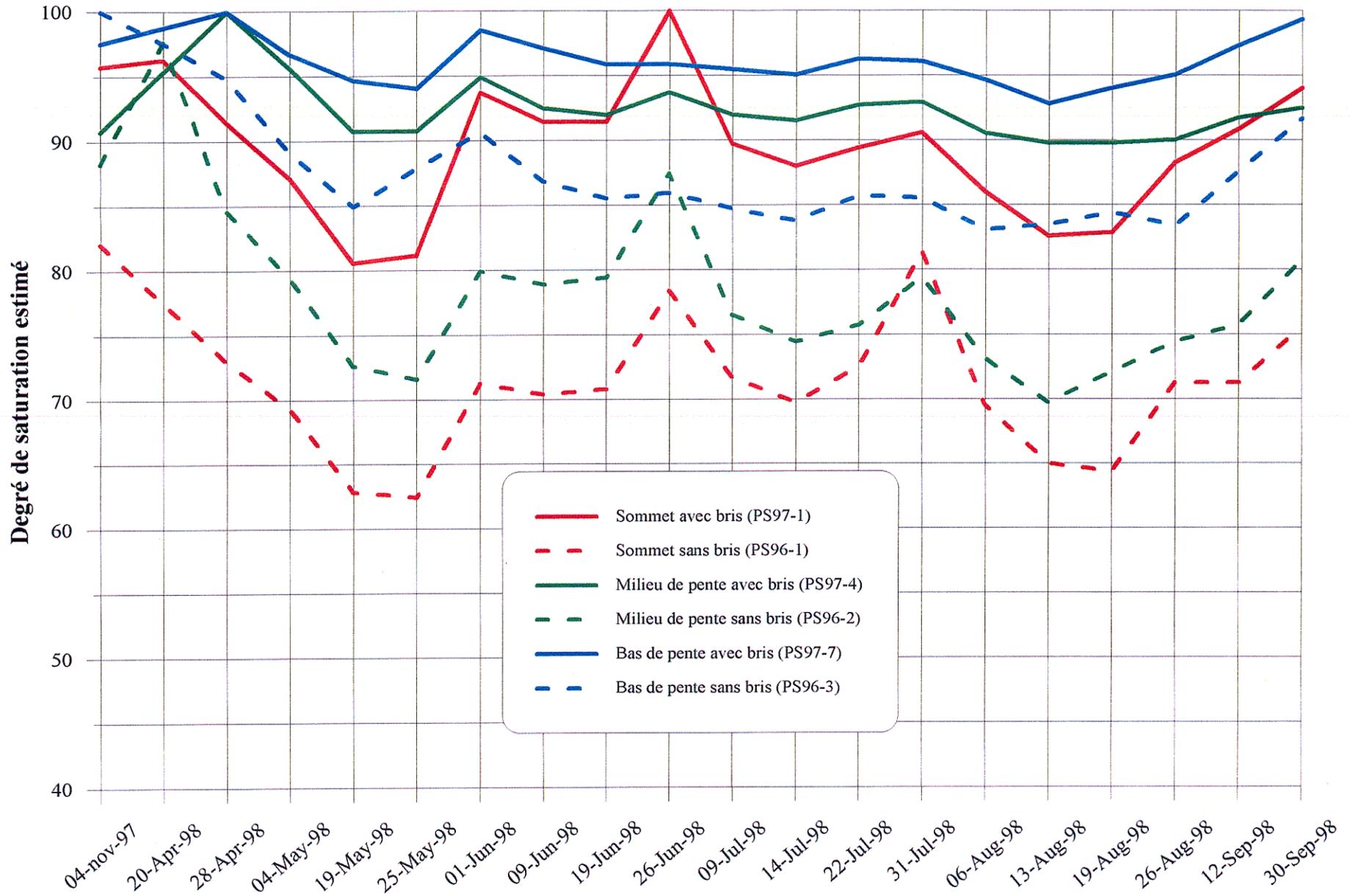


Figure 46: Degrés de saturation estimés au bris hydraulique

March 1999



Photograph 1: South-East dyke before construction (fall 1995)



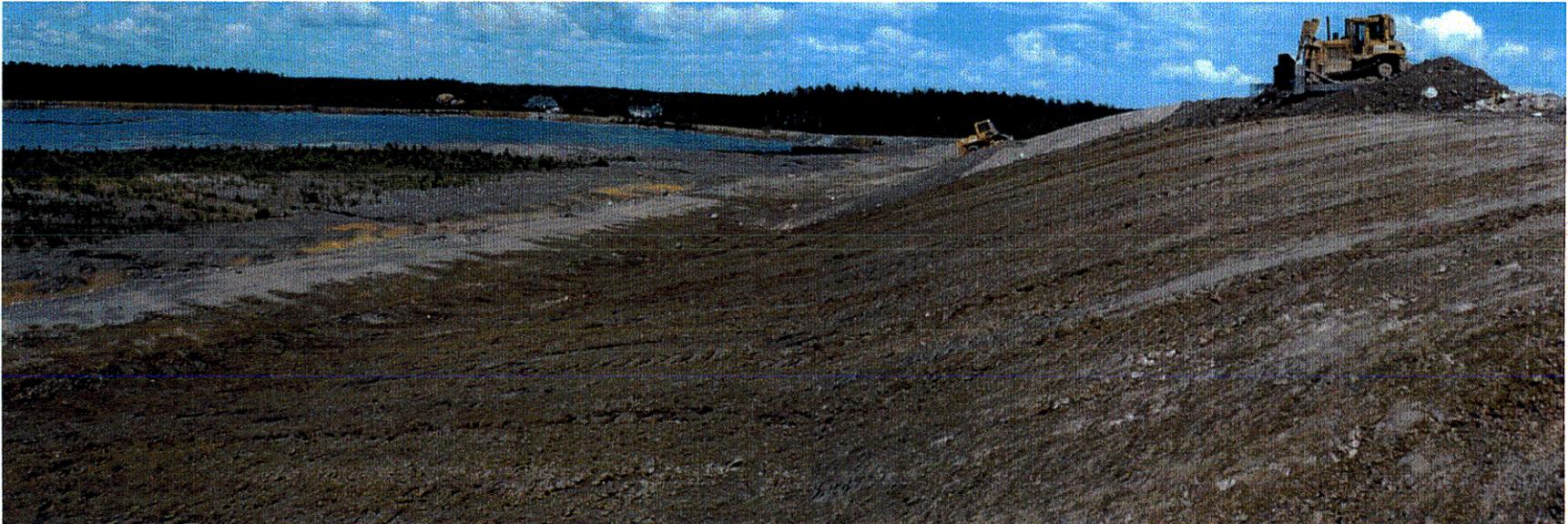
Photograph 2: South-East dyke after construction (fall 1998)

March 1999

Photograph 3: West dyke before construction (fall 1995)



Photograph 4: West dyke after construction (summer 1996)



March 1999



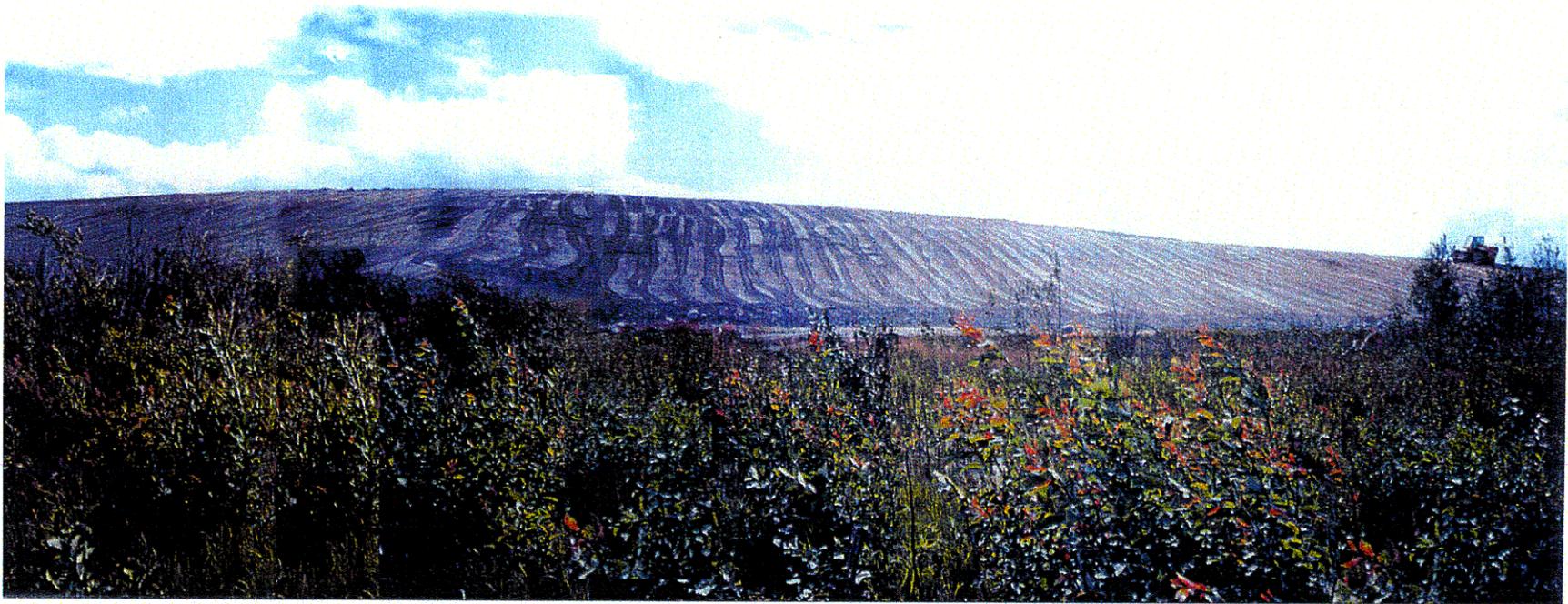
Photograph 5: Stack surface before construction (fall 1995)



Photograph 6: Stack surface after construction (fall 1996)

**Golder Associés**

March 1999



Photograph 7: North dyke after construction (fall 1996)