

Record Number: 380
Author, Monographic: Langham, E. J.//Sochanska, W.
Author Role:
Title, Monographic: Étude sur la fonte et la congélation diurne de neige dans le manteau nival
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1974
Original Publication Date:
Volume Identification:
Extent of Work: 31
Packaging Method: pages, 1 annexe
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche
Series Volume ID: 38
Location/URL:
ISBN: 2-89146-018-9
Notes: Rapport annuel 1973-1974
Abstract: 10.00\$
Call Number: R000038
Keywords: rapport/ ok/ dl/ DVD2

Etude sur la fonte et la congélation
diurne de neige dans le manteau nival

INRS-Eau
UNIVERSITE DU QUEBEC
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 38
1974

Rapport rédigé pour
INRS-Eau

par
E.J. Langham, W. Sochanska

ISBN 2-89146-018-9

DEPOT LEGAL 1974

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1974 - Institut national de la recherche scientifique

RESUME

Nous avons observé le transfert de l'eau de fonte dans les manteaux nivaux contenant des couches de glace, en utilisant les cristaux de glace colorés. Les expériences ont été faites sur des manteaux nivaux possédant des pentes différentes. En même temps nous avons mesuré le contenu d'eau.

Les couches de glace horizontales ou concaves peuvent amasser l'eau de fonte en augmentant de cette façon la capacité de la neige à emmagasiner l'eau. Les couches de glace horizontales ainsi que les couches inclinées détournent le flux d'eau de fonte en augmentant considérablement le temps de passage de l'eau à travers la glace.

Langham, E.J. et Sochanska, W. (1974). Etude sur la fonte et la congélation diurne de neige dans le manteau nival. Québec, INRS-Eau, Rapport technique no 38, 31 p., 1 annexe.

ABSTRACT

The flow of melt-water in snowpacks containing ice layers has been observed using coloured ice crystals. Experiments were conducted on snowpacks of various slopes and water content measurements were made.

Horizontal or concave ice layers can impound melt-water thus increasing the capacity of the snow to store water. Both horizontal and sloping ice layers divert the flow of melt-water and thus considerably increase the time of passage of the water through the snow.

Langham, E.J. et Sochanska, W. (1974). Etude sur la fonte et la congélation diurne de neige dans le manteau nival. Québec, INRS-Eau, Rapport Technique no 38, 31 p., 1 annexe.

CONTENU

| | |
|--|----|
| Résumé | ii |
| 1. Introduction | 1 |
| 2. Région étudiée | 2 |
| 3. Technique expérimentale | 2 |
| a) Préparation des carottes de cristaux colorés de la glace | 4 |
| b) Préparation du terrain pour les expériences | 5 |
| c) Coupage de la neige en sections verticales | 5 |
| d) Centrifugation | 5 |
| 4. Observation de l'eau fondue sur la surface de la neige | 12 |
| 5. Les sites des expériences | 12 |
| 5.a Calendrier des expériences et résultats | 13 |
| 5.b Observations | 14 |
| 6. Méthode mesure du taux de l'eau de fonte avec un pluviographe | 21 |
| 6.a Description des expériences | 21 |
| 6.b Résultats et interprétation | 26 |
| 7. Conclusion | 29 |
| Bibliographie | 31 |
| Annexe | A1 |

1. INTRODUCTION

Le présent rapport décrit les observations de l'eau libre dans la neige qui ont été faites entre le 9 et le 29 mars 1973 sur le terrain du Complexe Scientifique à Québec. La variation diurne du contenu de l'eau libre a été mesurée dans quelques couches de neige pendant la période de fonte.

La fonte du manteau nival peut être considérée comme la libération de l'eau emmagasinée, où le taux de libération est incontrôlé ainsi qu'incertain. Dans le but de réduire cette incertitude, les modèles hydrologiques, utilisés pour calculer les écoulements des rivières, incluent l'eau provenant de la fonte de neige. De tels modèles comportent quand même des difficultés en ce qui concerne une bonne estimation du taux d'écoulement.

Le taux avec lequel l'eau de fonte apparaît dans les rivières, est déterminé non seulement par le taux de fonte, mais aussi par le temps nécessaire pour les atteindre. La simulation de ce processus est en général semblable à celle de la pluie tombant sur la terre; c'est-à-dire, on ne tient pas compte du tout, ou presque, du rôle joué par le stock de neige lui-même. En réalité, les retards dans le transfert d'eau de fonte à travers la neige ont des effets importants sur la dépendance entre la fonte de neige et l'écoulement.

L'écoulement de l'eau de fonte à travers la neige dépend de la mésostructure ainsi que de la microstructure du stock de neige. Chacun de ces facteurs est très variable et il est certain que la part de difficulté dans l'utilisation du modèle hydrologique doit être attribuée à la variabilité conséquence de cet effet "retardant".

L'importance relative de cette caractéristique structurale dépend beaucoup de la structure du stock de neige. Un stock de neige profond, montagneux ou sub-artique peut être relativement homogène dans sa

mésosstructure de sorte qu'un modèle du médium poreux tel que décrit par Colbeck (1971) peut être approprié.

D'autre part, dans la région où la température en hiver, monte assez fréquemment aux environs de 0°C , la pluie verglassante, la fonte et le regel diurne et d'autres raisons peuvent produire un stock de neige de plusieurs couches qui, dépendant de leurs propriétés, peuvent être plus importantes que la microstructure dans le contrôle de l'écoulement de l'eau de fonte. Ceci est particulièrement important dans des stocks de neige peu profonds où le retard dû à l'écoulement capillaire à travers la neige poreuse est moins important.

Le but du travail décrit ci-dessus consiste à étudier l'effet de la structure stratifiée sur la distribution et l'écoulement de l'eau dans le stock de neige.

2. REGION ETUDIEE

La région où nous avons fait les expériences est montrée sur la Figure 1. Les sites dans lesquels nous avons installé nos appareils de mesure se trouvent dans le terrain boisé. En automne 1972, il nous a fallu choisir les endroits pour les prochaines expériences en hiver. Nous avons choisi six sites, où nous avons ramassé les branches cassées et nous avons fait des marques rouges sur les arbres dans le voisinage de ces sites. Ensuite, nous avons pris des photos de tous ces terrains.

3. TECHNIQUE EXPERIMENTALE

Les résultats ont été obtenus par trois méthodes expérimentales développées précédemment pour ce genre d'étude. Une première technique est celle du colorant pour tracer les écoulements dans la neige. Durant la période de fonte de la neige, nous introduisons de façon continu, le colorant sous forme de cristaux de glace colorés. Ces cristaux sont placés dans le stock de neige à une profondeur où les effets

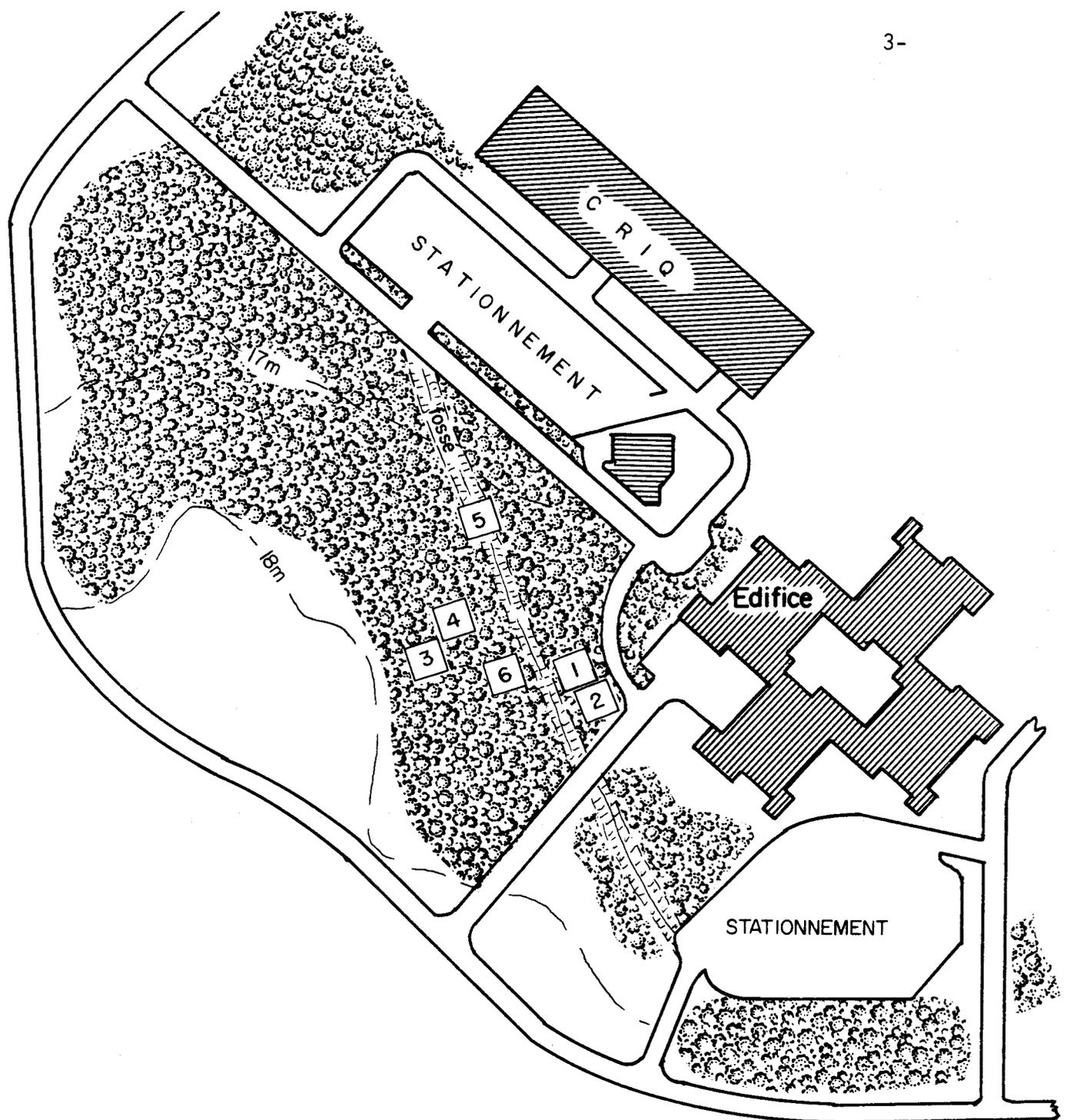


FIGURE 1 . Placement des sites expérimentaux sur le terrain du Complexe Scientifique .

de rayonnement sont assez faibles: soit quelques pouces en-dessus de la surface. Le colorant que nous utilisons s'appelle "Basic Fuschin". Le contenu molaire de l'eau de fonte colorée à une valeur entre 10^{-3} et 10^{-5} de sorte que son effet sur la température d'équilibre glace/eau est inférieure à 0.001°C . La fonte supplémentaire produite par sa présence ne dépasse pas 6×10^{-6} par une unité de masse de glace, ce qui représente une contribution négligeable à la masse totale de l'eau dans le stock de neige.

La deuxième technique expérimentale permet de mesurer le contenu d'eau dans la neige. Si la température de l'air est au-dessus du point de congélation, la neige fond au cours de la centrifugation, et les résultats expérimentaux représentent le vrai contenu d'eau. On peut, quand même, tenir compte de cet effet en faisant une série de centrifugations consécutives et en traçant un graphique de mesures consécutives de l'eau extraite. Le graphique résultant est linéaire et il peut être extrapolé en arrière au moment précédent la centrifugation.

La troisième méthode utilise un grand entonnoir qui est placé dans le stock de neige. L'eau libre ramassée par l'entonnoir est enregistrée par un pluviographe.

3.a Préparation des carottes de cristaux colorés de la glace

Dans ce but, il a fallu préparer une solution de Fuschin Basic égale à 0.1% du poids de l'eau déminéralisée. On l'a fait congeler très rapidement à l'aide de la glace sèche (CO_2). La vitesse de congélation est très importante afin de produire la glace colorée de façon uniforme. La glace colorée a été ensuite brisée en de petits morceaux, de grandeur comparable à celle des granules de neige. Les cristaux ainsi préparés ont été placés à l'intérieur des tuyaux en plastique, de diamètre de 2 cm et long de 1.25 m. Ces tuyaux ont été gardés dans le congélateur jusqu'à ce qu'on souhaite les installer dans le stock de neige.

3.b Préparation du terrain pour les expériences

A la place choisie pour l'étude, on a creusé un trou dans la neige. La paroi de ce trou a été percée horizontalement avec un long tuyau vide semblable à ceux qui contenaient les cristaux colorés. A l'intérieur de l'orifice ainsi créé, nous avons inséré une carotte contenant des cristaux colorés de glace. A l'aide d'une tige en bois placée à l'intérieur de la carotte, on a soutenu ensuite les cristaux colorés, en tirant en même temps le tuyau extérieur de la carotte. De cette façon, on a laissé les cristaux colorés de la glace à l'intérieur de l'orifice en contact direct avec la neige. La figure 2 montre la situation après que les tiges de cristaux de glace colorés ont été placés.

3.c Coupage de la neige en sections verticales

Après quelques jours au cours desquels il y avait eu écoulement d'eau de fonte, nous sommes revenus au même endroit où les carottes avaient été insérées pour faire les expériences (Figure 3). Pour obtenir le plus grand nombre possible de détails sans déformer les images d'écoulements, il est nécessaire de faire le coupage vertical le plus soigneusement possible. Dans ce but, nous avons utilisé une scie à chaîne avec une lame de 16" de longueur. Cette technique est très bonne, surtout quand il y a plusieurs couches de glace à couper, ou quand les couches de glace sont épaisses.

Dans l'alternative où nous voulions observer des granules de neige ou des granules de glace, il nous a fallu couper certaines sections avec une plus grande précision. Pour ce faire, nous avons utilisé un fil en métal chauffé par le courant électrique (Figure 4).

3.d Centrifugation

Pour séparer l'eau de la neige, nous avons utilisé une simple centrifugeuse manuelle (Figure 5). Les échantillons de la neige ont été





FIGURE 2. Le Site No. 5 après placement des tiges avec cristaux colorés.



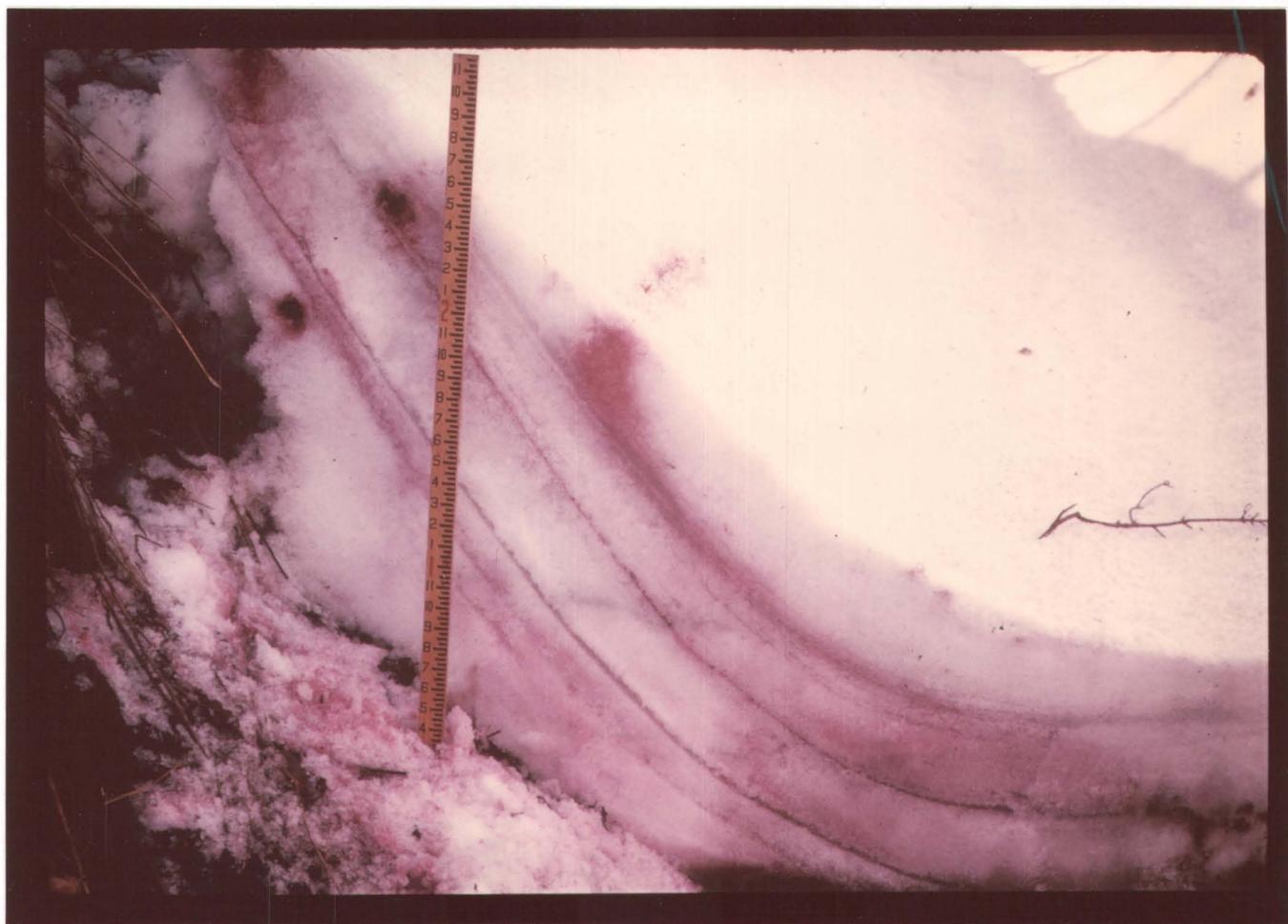


FIGURE 3. Le site No. 5 quelques jours plus tard.

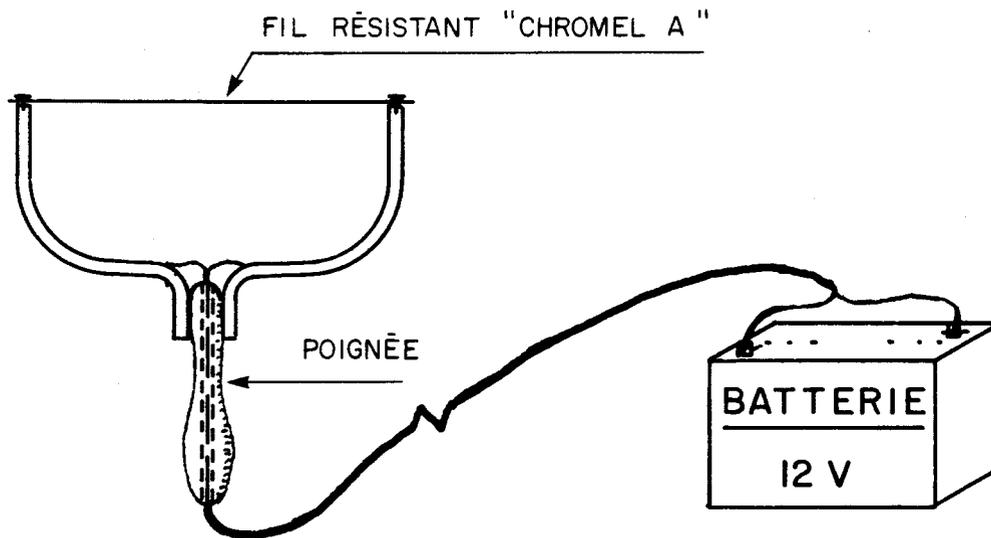


FIGURE 4 . L'appareil au métal chauffé par le courant électrique pour couper la neige .



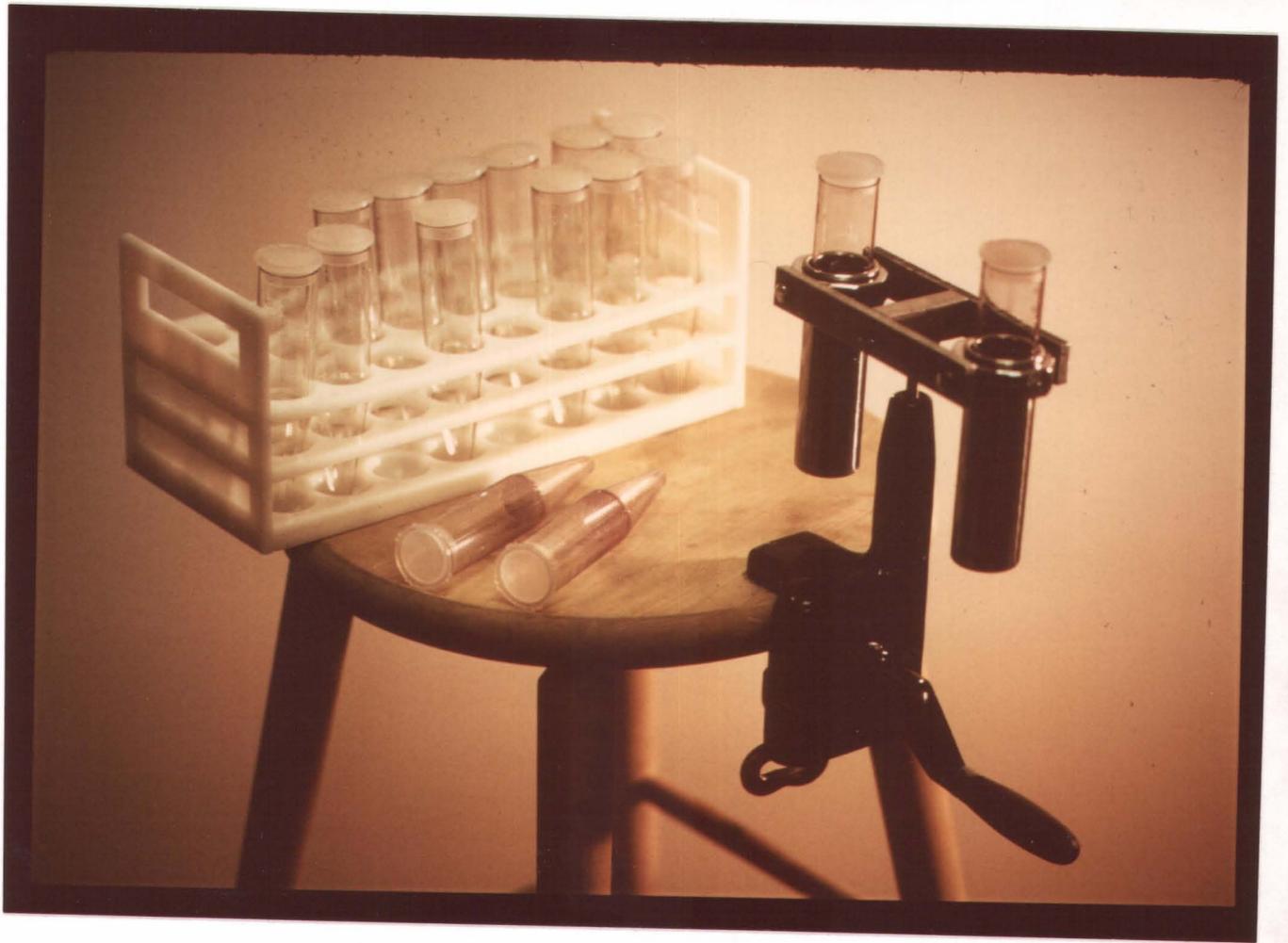


FIGURE 5. Centrifugeuse manuelle.

pris à l'aide d'une éprouvette; on a placé un filet en métal pour créer un espace libre permettant de recevoir l'eau séparée par centrifugation. L'éprouvette contenant la neige dans la partie supérieure a été placée dans le tuyau de la centrifugeuse. Après trente tours, on a mesuré le volume d'eau amassé dans l'éprouvette. Plusieurs détails concernant cette méthode ont été décrits par E.J. Langham (5).

La mesure du contenu de l'eau libre dans la neige avec la centrifuge comporte deux sortes principales d'erreurs; la première étant l'augmentation du contenu de l'eau libre dans un échantillon due à la fonte de neige pendant la centrifugation, la deuxième étant liée à la rétention de l'eau par des particules de neige due à la tension superficielle. La première source d'erreur est partiellement liée au transfert de chaleur par des éprouvettes en métal dans des circonstances où la température d'air est au-dessus de 0°C. Cet effet peut être diminué par refroidissement de l'éprouvette avant l'usage.

On génère une accélération moyenne d'environ 100g dans l'échantillon et sous ces conditions nous avons trouvé que l'eau liquide sort de l'échantillon à 95% dans le premier tour et, pour tout but pratique elle est extraite au complet avant la fin du dernier tour. Nous avons poursuivi la centrifugation au moins trois fois (trois tours) pour le même échantillon ce qui assure donc que l'eau qui continue de s'écouler n'est que l'eau fondue dans le centrifuge. Le contenu d'eau a été déterminé en faisant une extrapolation linéaire du graphique obtenue à partir de telles mesures. La Figure 6 montre cette façon d'interprétation des données.

Nous avons classifié les résultats de centrifugation en trois catégories dépendamment de la précision de mesures. La catégorie "A" comprend des mesures dont le graphique semblable à celui dans la Figure 6 montre une linéarité presque idéale (la pente relative déterminée avec la précision approx. 5%). La catégorie "B" correspond à la précision d'environ 15% dans la détermination à la pente, tandis que

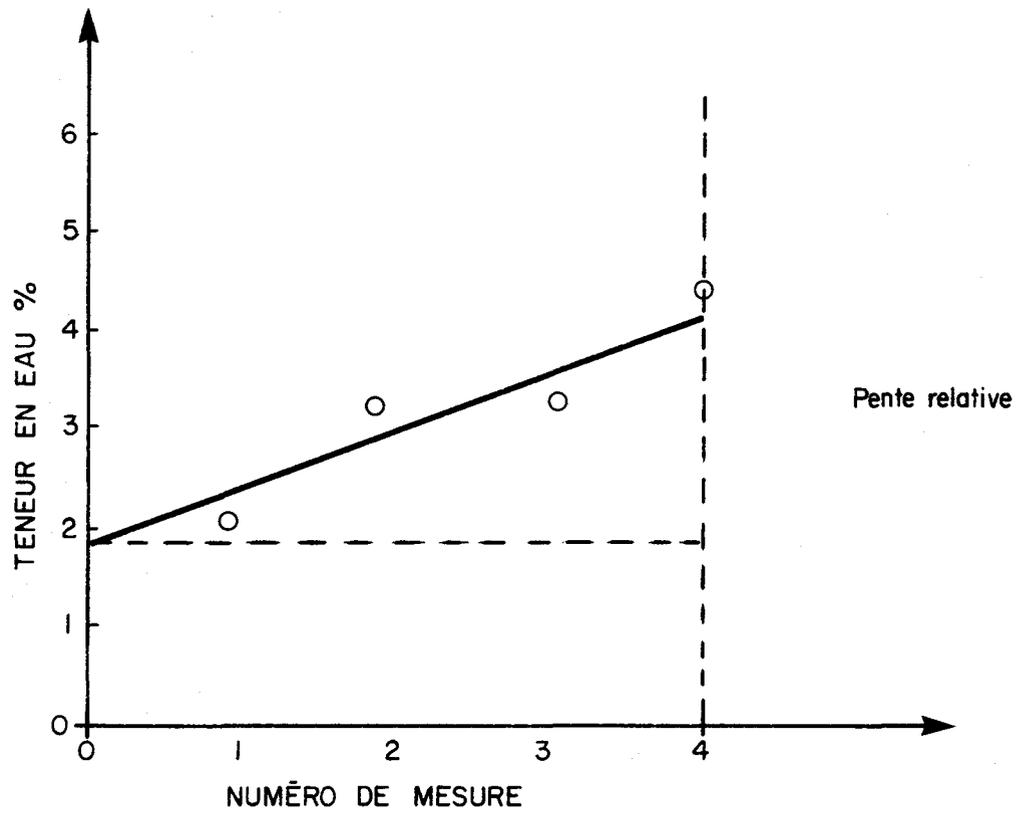


FIG 6 . Détermination graphique de teneur en eau

la catégorie "C" a été assignée aux résultats avec une dispersion considérable de mesures, où la précision dans la détermination de pente dépassait 30% ou plus.

4. OBSERVATION DE L'EAU FONDUE SUR LA SURFACE DE LA NEIGE

Pour étudier l'écoulement de l'eau dans le stock de neige en utilisant ces sources de colorant, on coupe des tranches verticales dans la neige et ensuite prises un séquence des photos de surface observé. Dans les conditions de non-saturation, ces surfaces libres verticales n'ont aucun effet sur le régime d'écoulement. Parfois il y a les zones de saturation dans la neige, surtout quand il y a les couches de glace qui empêchent la descente des eaux de fonte. Dans ce cas, il y a un gaspillage de l'eau de fonte sur la surface verticale car les eaux ne sont plus tenues dans la matrice poreuse par les forces capillaires. Dans ce cas, il faut que les photos soient prises aussitôt que possible après la coupe verticale, autrement les traces de colorant sont plutôt représentatives de l'écoulement sur la surface que de l'écoulement à l'intérieur du stock de neige.

5. LES SITES DES EXPERIENCES

On a utilisé six sites pour ces expériences. Ils ont été choisis de la façon à obtenir toute une variété de conditions d'écoulement. La neige avait une complexe structure stratifiée sur chacun de ces sites. On pouvait distinguer des couches ayant les caractéristiques suivantes:

- 1) La neige poreuse plus ou moins cohérente dépendamment de la température et de l'humidité.
- 2) Des couches imperméables de la glace dues à la pluie verglaçante. Occasionnellement, quand une partie de la pluie a décollé en-dessus de la surface imperméable, des lentilles en glace se sont formées jusqu'à un pouce ou plus d'épaisseur.

- 3) Des couches minces de la glace situées généralement très près l'une en-dessus de l'autre formant des bandes (en couches multiples) d'un pouce ou plus d'épaisseur.

Les sites ont été choisis de telle façon pour que ces couches soient horizontales, ayant de petites pentes ou des pentes considérables. Environ trente tiges de cristaux colorés ont été placés sur ces sites et on a pris quelques centaines d'échantillons pour centrifugation.

Afin de prendre des échantillons, on a fait des coupures verticales perpendiculairement aux sources linéaires de l'eau de fonte colorée.

Si la température de l'ambiance est différente de 0°C, on observe une fonte ou une congélation sur les surfaces verticales exposées. Pour éviter des mesures errantes dues à cet effet, on a été obligé de couper à la distance d'environ de six pouces de la vieille surface avant de prendre des échantillons.

5.a Calendrier des expériences et résultats

Dans le Tableau 1 nous avons ramassé les dates de toutes les expériences de chaque site, les dates d'installation de tiges avec cristaux colorés, le nombre de tranches consécutives, le nombre de tranches faites à chaque jour et les numéros des échantillons. Nous avons mis dans les Tableaux 2 à 11 les résultats de chaque jour, et leur détermination selon la Figure 6.

Nous avons montré dans une forme graphique de la Figure 7 à la Figure 10 et de la Figure 15 à la Figure 21, les mêmes résultats où nous faisons des comparaisons entre la teneur en eau versus la longueur du site et versus l'épaisseur de stock de neige. Nous avons placé en annexe les Tableaux comme les Figures 15 à 21.

Nous avons fait des expériences dans les sites où les couches de

galce ont différentes pentes. Dans les sites 1, 2, 4 et 6, les couches de glace ont été presque horizontales (Figures 7, 8, 15, 18, 19, 21); dans le site 3 (Figures 16, 17) les couches de glace ont de petites pentes, tandis que dans le site 5 (Figures 2, 3, 9, 10) la pente est assez grande.

5.b Observations

L'eau de fonte passe à travers la neige poreuse en ne subissant qu'une dispersion hydrodynamique à l'échelle des cristaux et ne faisant que des petits méandres de quelques centimètres. En arrivant sur une couche imperméable de glace, l'eau s'accumule en saturant la neige qui se trouve directement au-dessus de cette couche. Quand on fait une coupe à travers le stock de neige, l'eau n'est pas retenue par la succion capillaire et pendant quelques minutes elle s'écoule le long de la surface verticale exposée.

La bande de couches de glace paraît avoir une perméabilité variable et l'eau de fonte, en les passant, utilise plusieurs escaliers latéraux.

Sous des conditions statiques, le contenu d'eau dans le stock de neige homogène dépend de la hauteur de celui-ci au-dessus de la neige saturée et des propriétés granuleuses de la neige. Au cours de la fonte continue, l'écoulement de l'eau de fonte a une distribution verticale différente, car le taux d'écoulement est fonction du contenu d'eau.

Sous des conditions printannières, la fonte est souvent intermittente, ce qui produit des conditions de fonte compliquées et non-équilibrées à l'intérieur du stock de neige.

Etant attendu que la distribution d'eau est liée à la structure de la neige, les mesures de la teneur en eau ont été faites dans le but de déterminer une telle relation. En général, les échantillons ont été pris

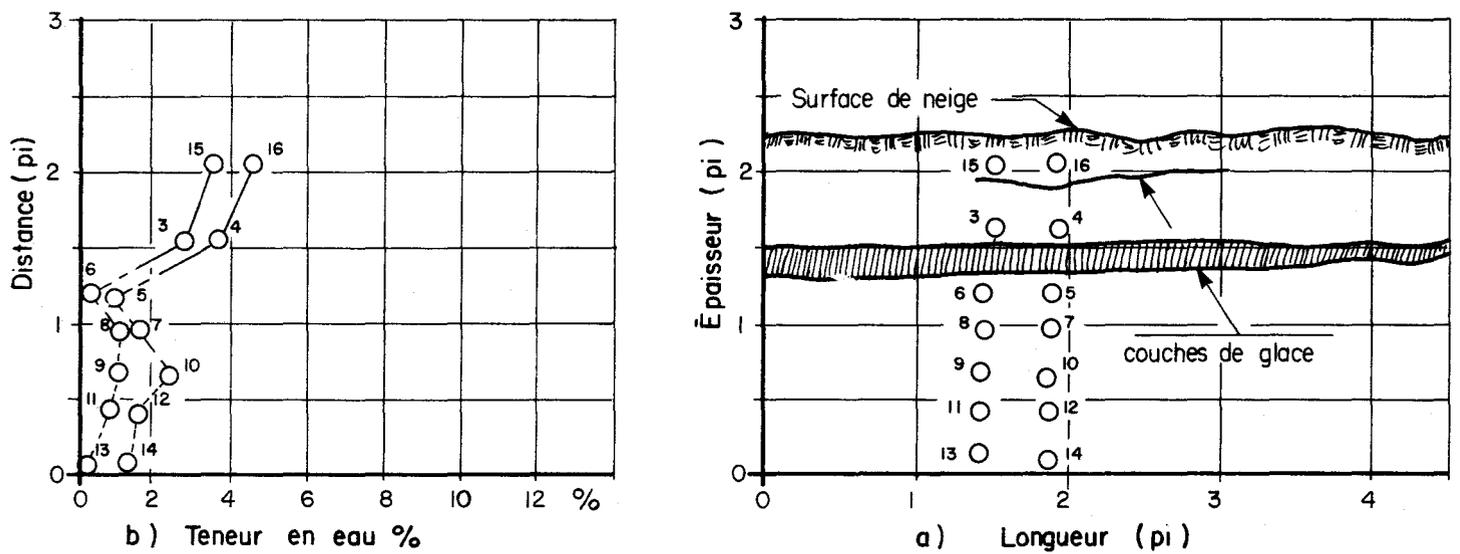


FIGURE 7 . Site No 2 le 25/03/73. Les échantillons No. 57 à 63.

Comparaison de teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b).

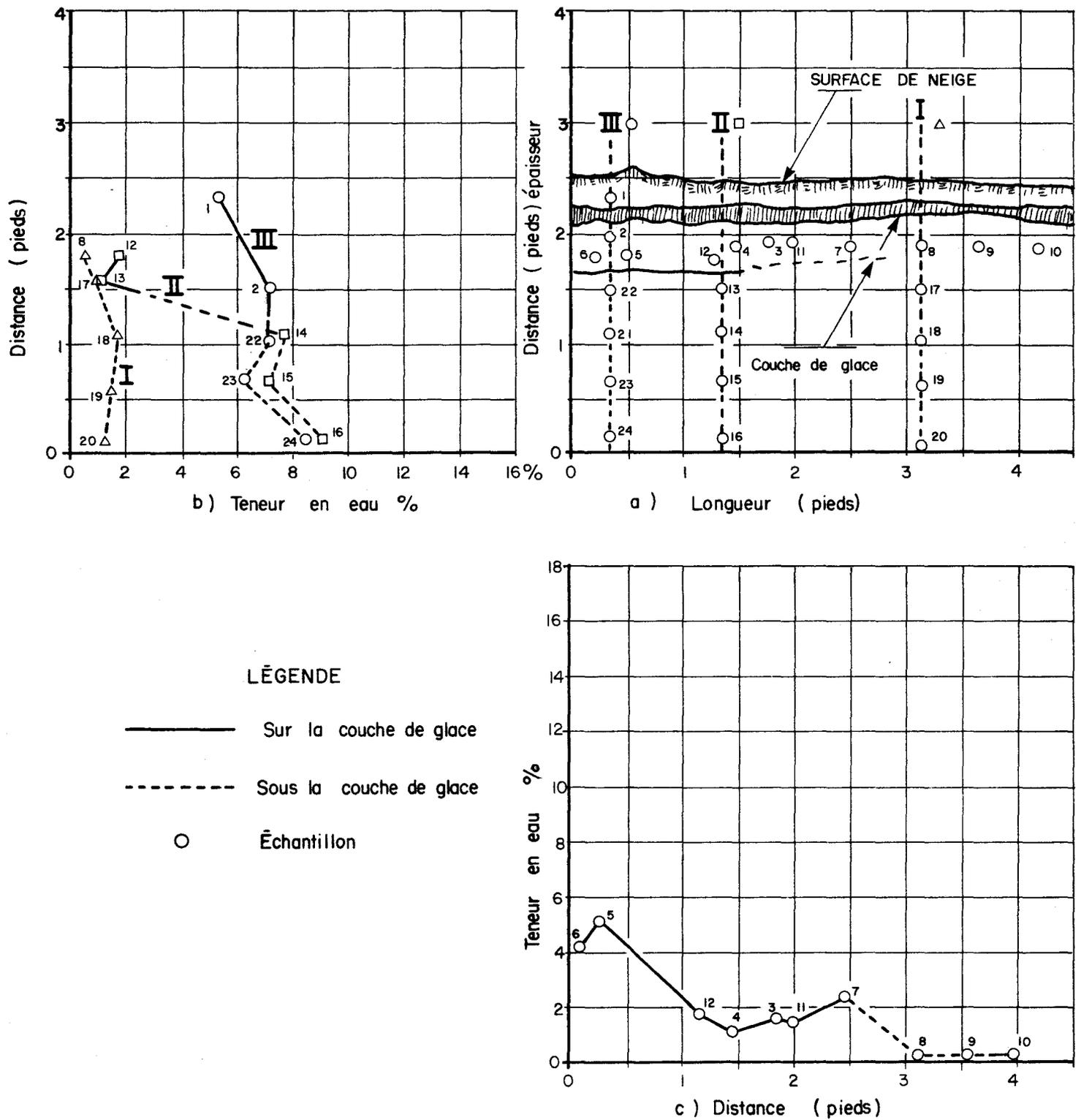


FIGURE 8 . Site No. 6, le 28/03/73. Les échantillons No. 76 à 87.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

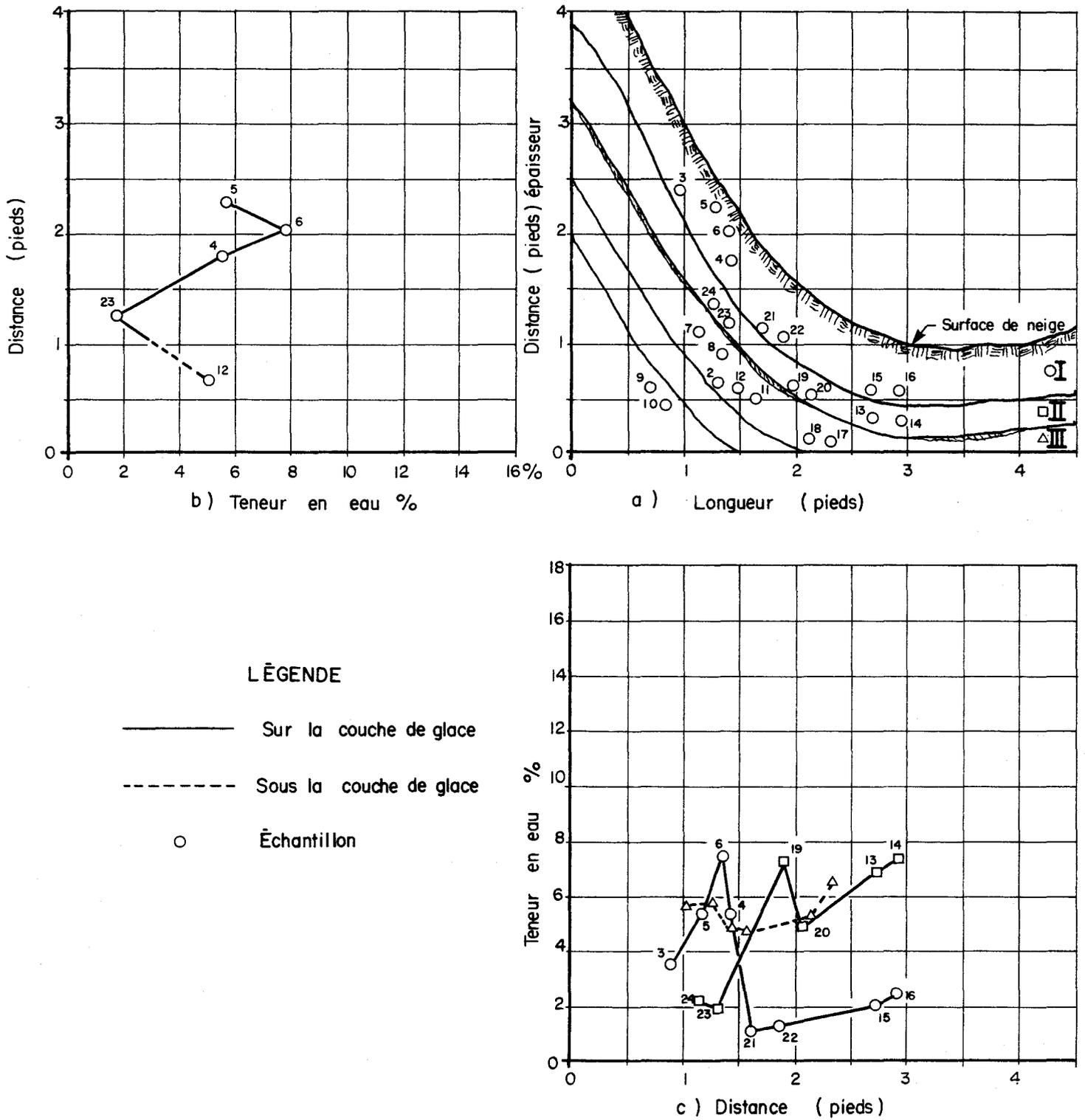


FIGURE 9 . Site No. 5, le 26/03/73. Les échantillons No. 64 à 75.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

le long de profils verticaux et le long de couches de glace. Comme exemple, la Figure 7 montre un profil vertical coupant deux couches de glace à la proximité de la surface. Les échantillons pris deux à deux donnent des résultats presque identiques. Tous les deux montrent un profil dans lequel la teneur en eau au-dessus de chacune des couches de glace est beaucoup plus élevée que la teneur en eau au-dessous de chacune des couches de glace.

A première vue, il est plutôt surprenant qu'il y ait tant d'eau entre deux couches de glace. Or, la neige dans cette région ne se trouve qu'à quelques pouces au-dessous de la surface où l'absorption de radiation est importante.

La Figure 8 montre aussi une section horizontale entre deux couches de glace, mais dans ce cas particulier, la couche inférieure disparaît du côté droit. Dans la région où la couche inférieure est absente, la teneur en eau est très peu élevée car l'eau a pu s'écouler vers le bas.

La teneur en eau augmente le long de la couche de glace vers la gauche. Les fluctuations locales superposées sont dues, d'une part, aux effets de la pénétration de la radiation et, d'autre part, aux fluctuations minuscules dans le niveau de la couche inférieure de la glace qui produit un drainage.

L'augmentation générale de la teneur en eau le long de la couche de glace est due à la rétention dynamique de l'eau de fonte (Langham (4)).

La Figure 9 montre l'effet de couches de glace ayant une grande pente. La Figure 10 montre le même site, mais 3 jours plus tard. Pour discuter des résultats, prenons la Figure 10. L'écoulement dans la couche de neige A se fait le long de la couche de glace III. L'écoulement suit cette couche sur une courte distance avant de trouver un passage

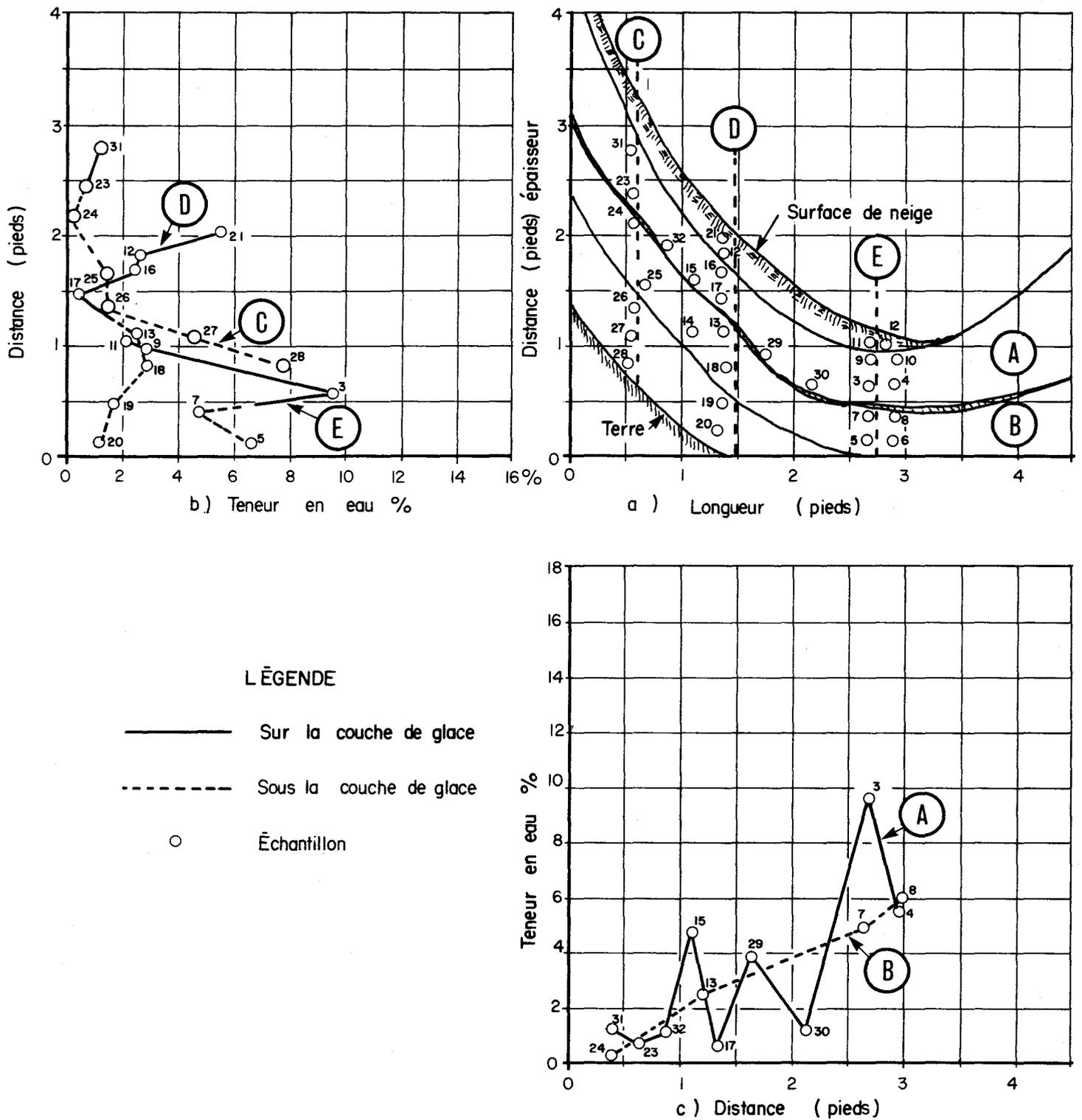


FIGURE 10. Site No. 5 le 29/03/73. Les échantillons No 28 à 102.
 Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

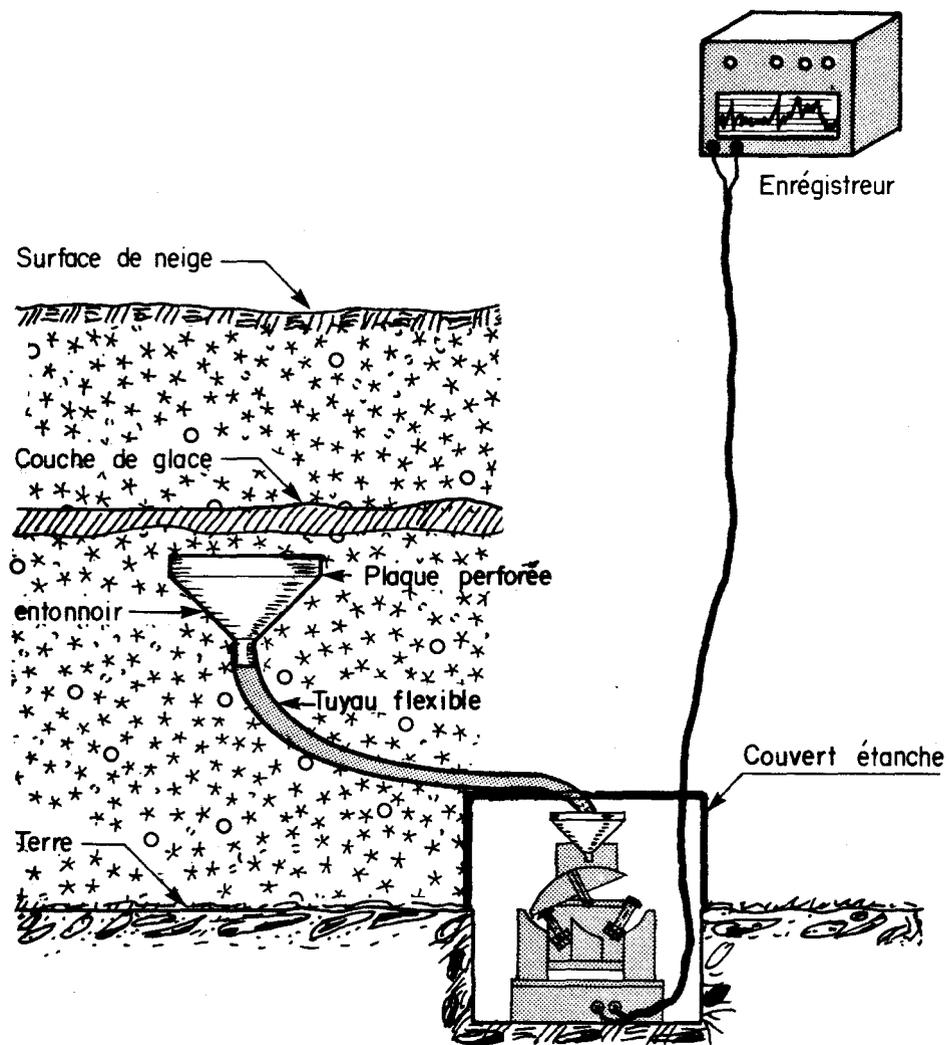


FIGURE II. Entonnoir pour ramasser de l'eau libre qui descend verticalement.

à travers au point 23. L'écoulement se fait ensuite au-dessus d'une bande de couches minces de glace (III) à travers une couche de neige (B). La couche de glace III paraît être relativement imperméable parce que la teneur en eau au-dessus de cette couche augmente constamment, tandis qu'au-dessous (courbe A) la teneur en eau est assez variable. Il semble, qu'il y ait aussi apport d'eau supplémentaire venant de la bande des couches de glace I, ce qui a pour effet de faire varier la teneur en eau dans la couche de neige A, telle qu'indiquée par les pointes 15, 29 et 3.

6. METHODE MESURE DU TAUX DE L'EAU DE FONTE AVEC UN PLUVIOGRAPHE

Après les expériences avec l'eau colorée et avec la centrifugation nous pouvons commencer au deuxième site, à faire des essais selon une troisième méthode. Cette méthode utilise un entonnoir avec un tamis. A la sortie de l'entonnoir, nous avons attaché un tuyau en tygon dont la deuxième extrémité était jointe au pluviographe. La Figure 11 montre la disposition de l'entonnoir et du pluviographe.

Cette méthode a été conçue pour ramasser l'eau libre dans la percolation verticale et ainsi permettre de prendre les mesures de quantité de l'eau en fonction du temps. En même temps, on enregistre la température comme il est montré sur la Figure 12. L'eau de fonte descend dans le stock de neige et les couches de glace forment des ondes diurnales dont les caractéristiques dépendent de la température de l'air.

La circulation de l'eau de fonte dépend des variations de température, de la densité du stock de neige, de la grosseur des cristaux et de la quantité et de l'épaisseur des couches de glace.

6.a Description des expériences

Nous avons utilisé au cours de notre expérience, un entonnoir en porcelaine de 20 cm de diamètre et 7 cm de hauteur (Figure 11). A

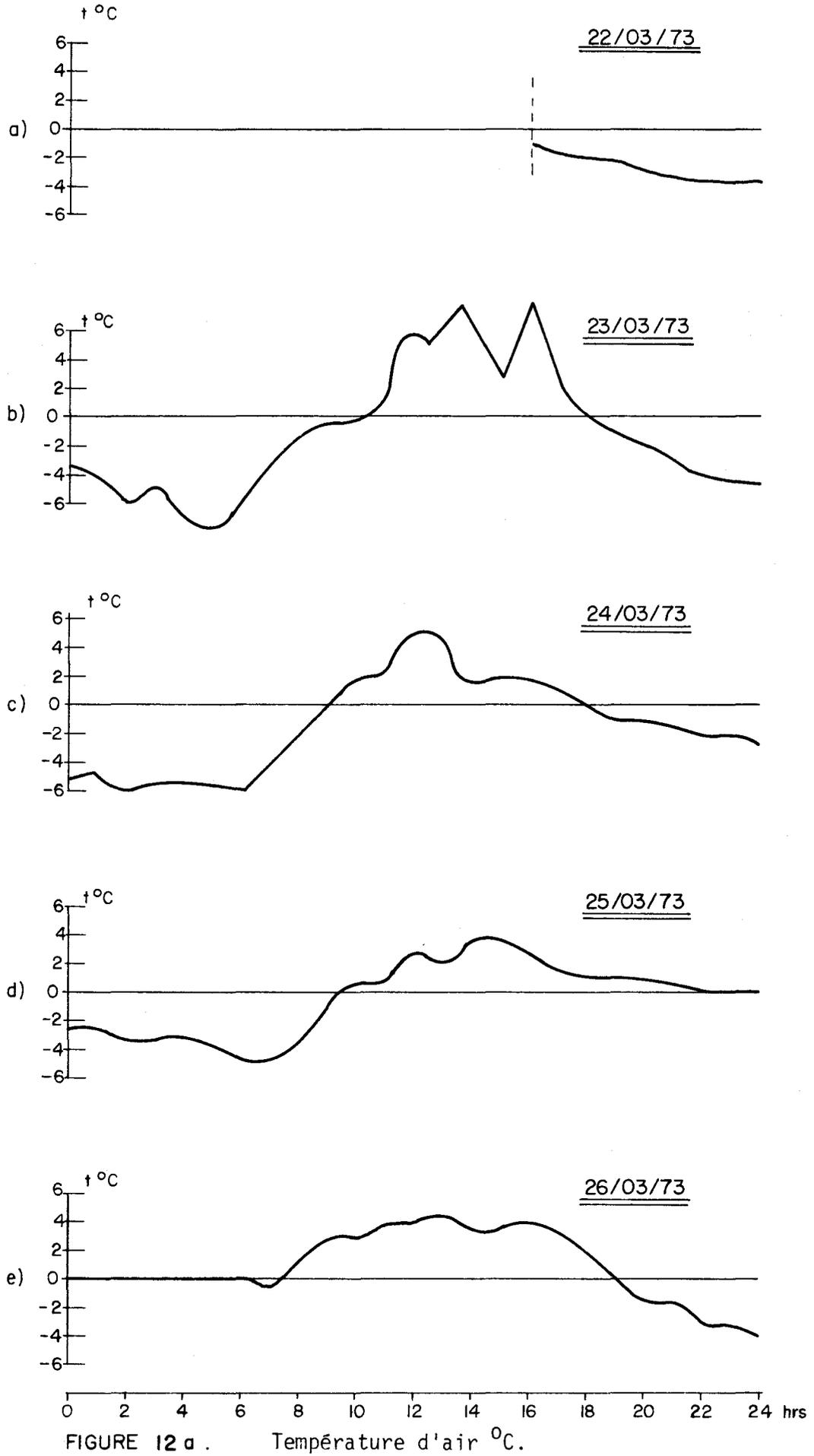


FIGURE 12 a . Température d'air °C.

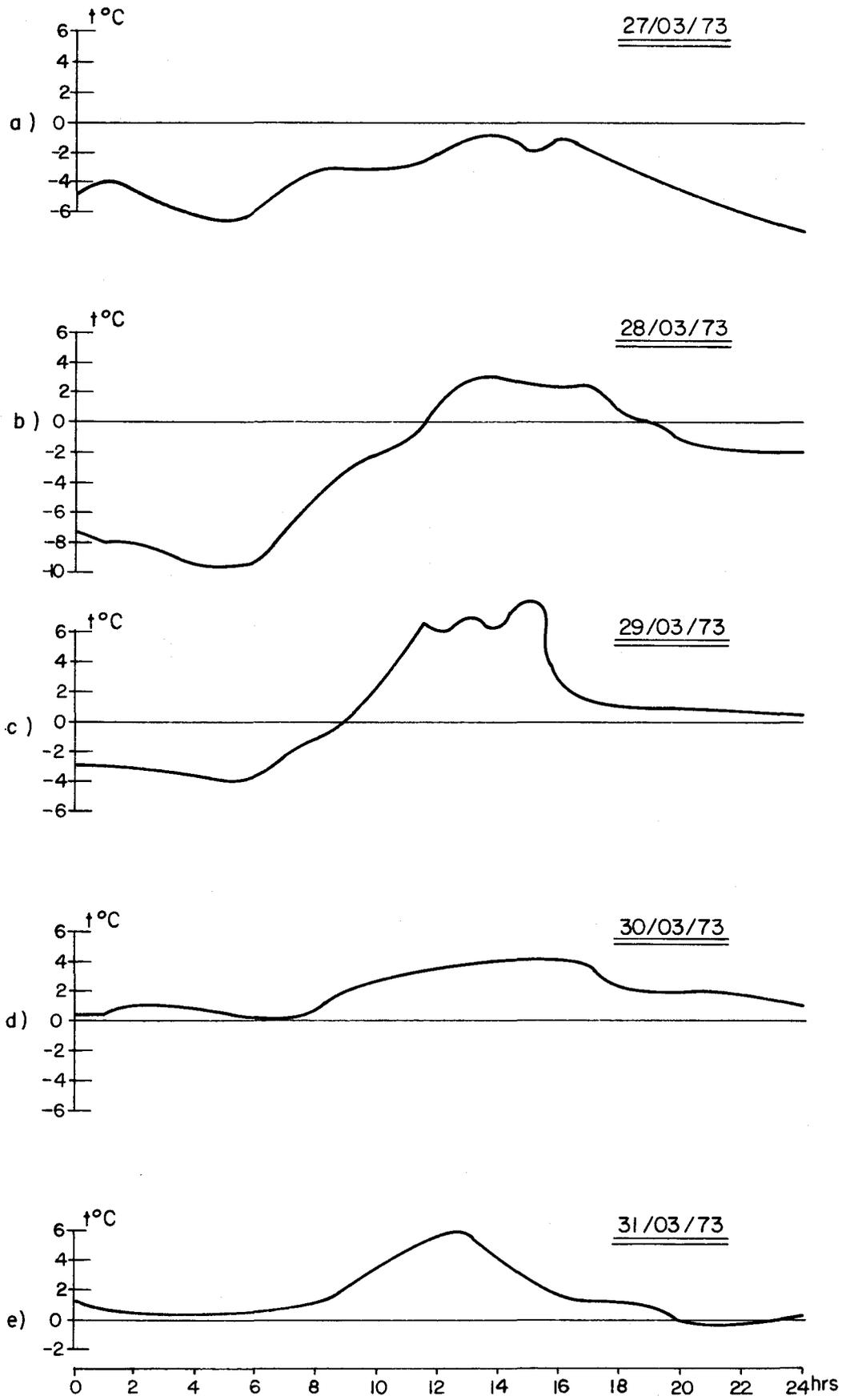


FIGURE 12 b Température d'air °C.

la hauteur du goulot d'étranglement se trouve une plaque perforée attachée de façon permanente. A la sortie de l'entonnoir, on a attaché un tuyau en tygon de 15 mm. de diamètre et 70 cm de longueur. Le tuyau a été placé horizontalement dans le manteau nival de neige. La sortie du tuyau a été jointe directement au pluviographe. L'entonnoir a été placé du côté sud du site 2 dans une profondeur de 20 cm. en-dessous d'une couche de glace d'environ 5 mm. d'épaisseur. On a fait une niche horizontale dans la paroi de neige de 60 cm. de profondeur. On a poussé l'entonnoir dans la direction horizontale jusqu'au bout de la niche et ensuite un peu verticalement vers le haut afin de laisser entrer la neige à l'intérieur de l'entonnoir. L'espace libre en-dessous de l'entonnoir ainsi que la niche ont ensuite été remplis par la neige pour éliminer les influences extérieures qui pourraient provoquer une fonte locale de neige. L'eau de fonte, descendait par un tuyau en plastique vers l'intérieur du pluviographe. Ce dernier a été couvert avec un sac de plastique qui l'a protégé contre les précipitations atmosphériques.

La façon d'installer l'entonnoir telle que décrite ci-dessus fait introduire le minimum possible de perturbation de la neige dans laquelle on étudie l'écoulement d'eau. L'utilisation de la paroi ombragée du côté sud a réduit le nombre de complications possibles reliées à la radiation solaire.

L'observation de l'épaisseur de la couche de glace qui s'est formée sous l'effet de la variation diurnale de la température a démontré que la radiation solaire directe n'a pu pénétrer assez profondément pour affecter la neige autour de l'entonnoir. L'entonnoir a été installé le 17 mars alors que le thermographe n'a été mis en marche que le 22 mars. La Figure 12 montre l'enregistrement de la température pour la période du 22 au 31 mars. En conséquence, il nous manque des mesures de température pour la période du 17 au 22 mars. On a poursuivi les expériences jusqu'au 31 mars, date à laquelle l'épaisseur du stock de neige était insuffisante pour continuer ce genre de mesures.

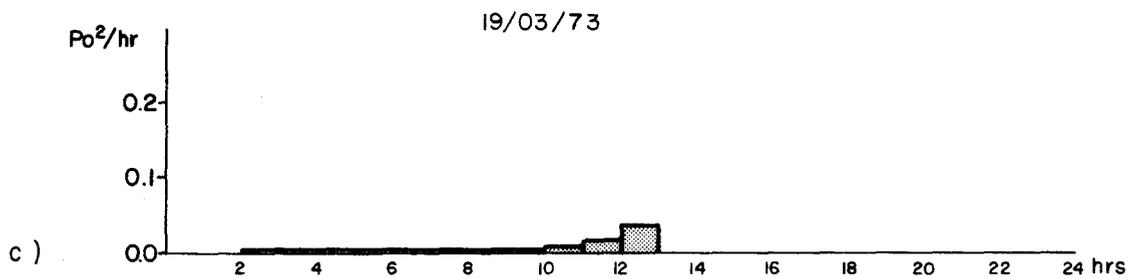
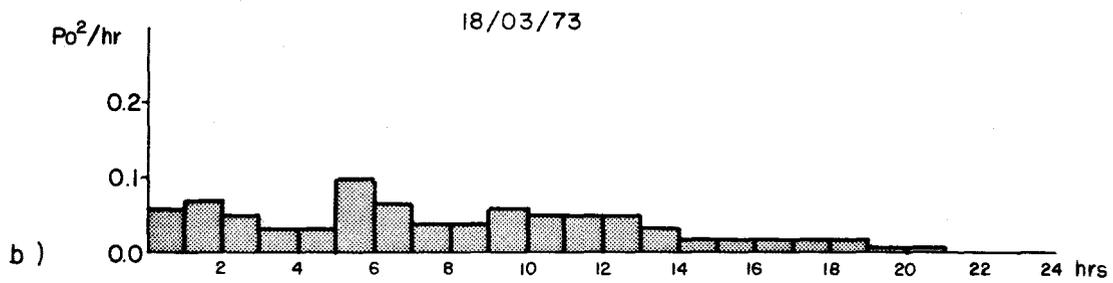
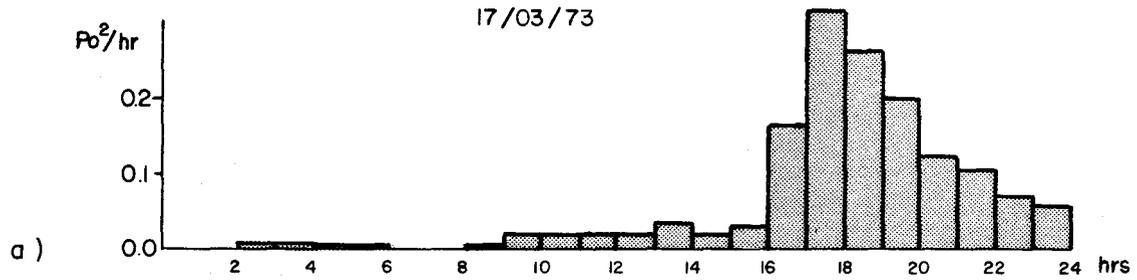


FIGURE 13 . Enregistrement des mesures de la teneur en eau des écoulements.

Le 17 mars 1973, dans l'après-midi, il a commencé à pleuvoir. La pluie est tombée toute la journée le 18 mars et une partie du 19. Le 19 mars après-midi, suite à l'écoulement intense de l'eau, (Figures 13 montre les résultats de cette journée) et du vent, le régisseur du pluviomètre s'est renversé et il a cessé de fonctionner temporairement. A cause de cet incident, il nous manque des résultats jusqu'à midi le 20 mars.

Le 27 mars, on a constaté que le tuyau de l'entonnoir était plié et bouché par l'eau gelée. Cet incident a été provoqué par le fait qu'au cours des nuits des 22, 23 et 24 mars, la température est tombée à environ -5°C tandis que pendant le jour, elle était assez élevée (-7°C). Dans ces conditions, la fonte de neige était très intense et la neige elle-même est devenue tellement souple que l'entonnoir s'est déplacé vers le bas.

Le 25 mars nous avons ré-installé l'entonnoir dans le même site, à environ 50 cm. de l'ancienne position. Cette fois, pour empêcher le tuyau de plier, on a inséré dans son intérieur, un câble élastique de 8 mm. de diamètre. Le 25 mars, on a remarqué que le tuyau a été de nouveau bouché par l'eau gelée qui s'est amassée à sa sortie.

Le 30 mars, nous avons terminé définitivement les expériences sur la fonte de neige.

6.b Résultats et interprétations

Pour poursuivre la discussion, nous disposons des résultats de trois jours au cours desquels nous avons enregistré la température et obtenu une claire indication de pluviographe.

Les Figures 14a, (a,b) et 14b, (a,b) montrent les résultats de ces jours. Sur la Figure 14a (a) et 14b (a,b) on peut voir que l'écoulement a commencé

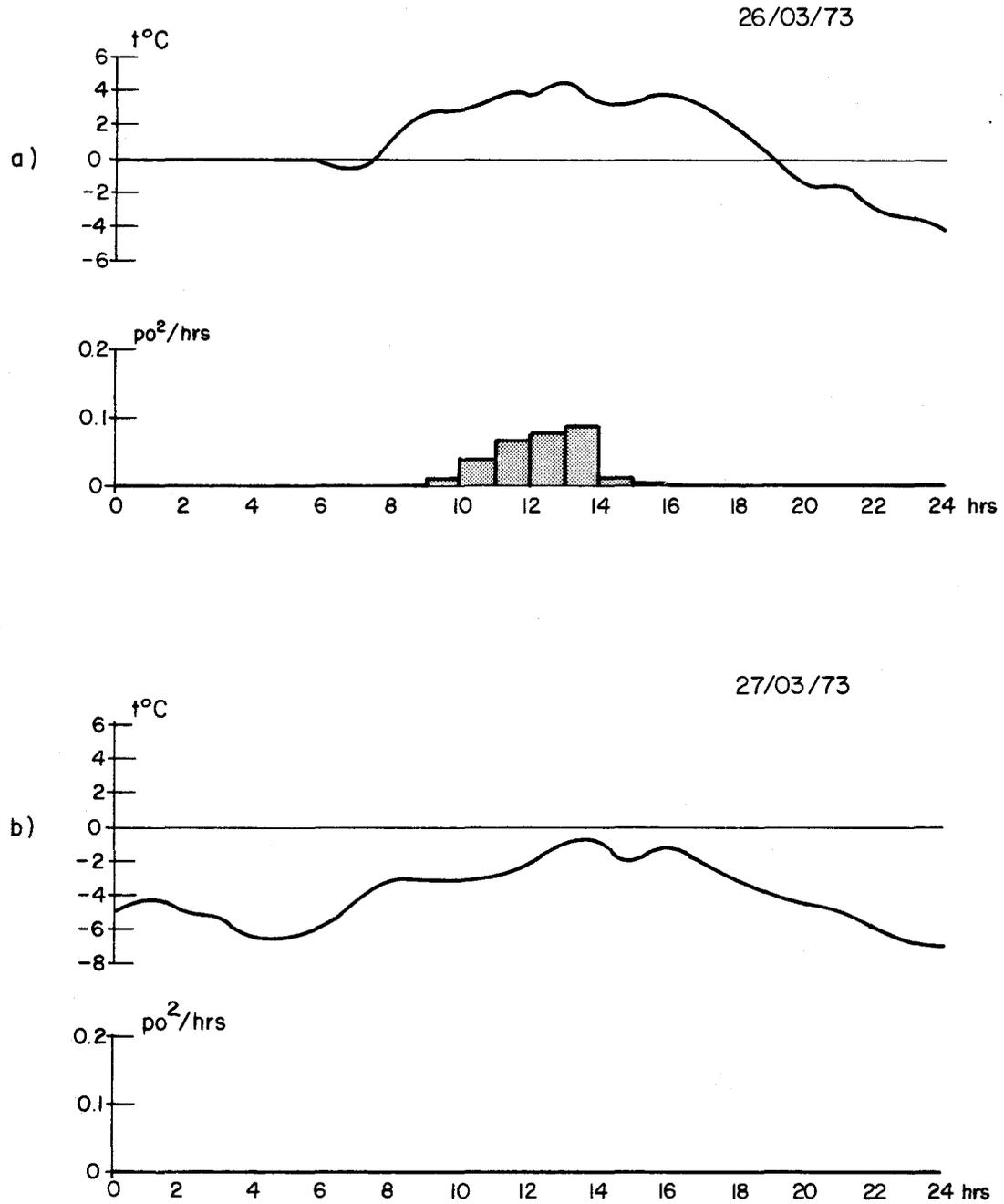


FIGURE 14a. Comparaison entre l'écoulement de l'eau libre et des températures d'air.

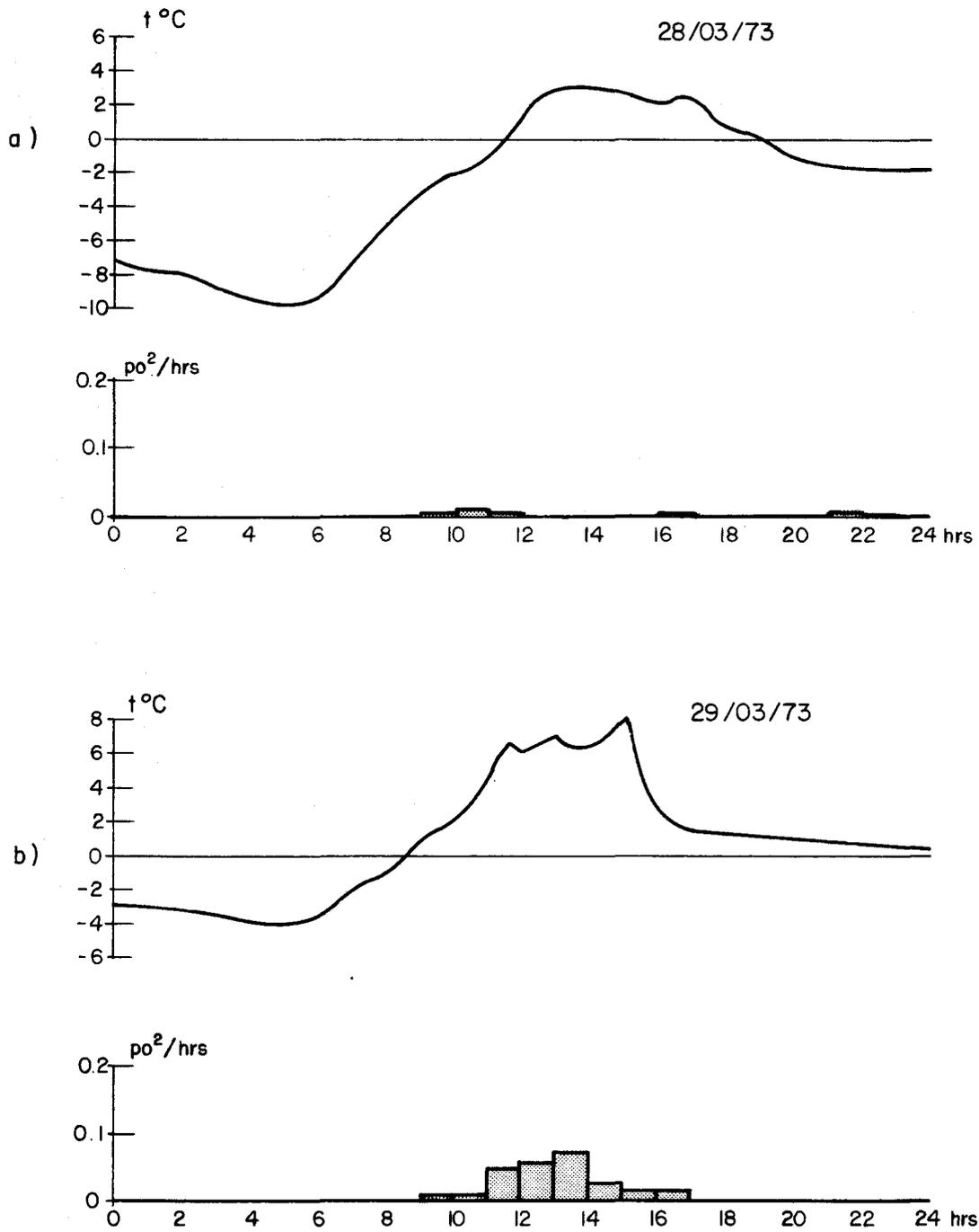


FIGURE 14 b. Comparaison entre l'écoulement de l'eau libre et des températures d'air.

quand la température de l'aire dépasse 0°C . La Figure 14a (b), montre un jour, quand la température intérieure est au-dessus 0°C et ce jour là, la pluviographe n'a pas enregistré de présence dans l'eau de fonte.

7. CONCLUSION

Les observations décrites ci-dessus sont semblables aux plusieurs autres obtenues au cours de la même période. Les résultats de ces expériences peuvent être résumés comme suit:

- 1/ Il existe une tendance d'emmagasiner l'eau de fonte au-dessus des couches de glace horizontales ou concaves. Directement au-dessus d'une telle couche, la neige peut même devenir saturée. De telle façon qu'on peut emmagasiner plus d'eau que dans la neige homogène et le passage entravé de l'eau de fonte augmente le temps de réponse du stock de neige.
- 2/ Dans les endroits où les couches de glace ont une grande pente, l'eau de fonte peut descendre sur leur surface. Cela allonge les voies d'écoulement et ralentit les vitesses; c'est deux facteurs conduisent à l'augmentation du temps de réponse par rapport à celui de la neige homogène.
- 3/ Les bandes composées de plusieurs couches minces de glace semblent se comporter comme une couche ayant la perméabilité réduite qui, néanmoins, permet la pénétration d'eau. Si de telles couches sont inclinées, elles donnent naissance à un écoulement ayant une forte composante dans leur direction. Leur influence sur le temps de réponse du stock de neige est alors semblable à celle des couches imperméables de glace, bien qu'elle est moins nette.

Dans un stock de neige particulier, la densité de végétation et la topographie de transfert modifient aussi le comportement du draina-

ge. En bref, plusieurs paramètres influencent l'écoulement de l'eau de fonte à travers de la neige stratifiée. Les conditions météorologiques en paraissent appartenir aux plus importantes alors qu'elles modifient constamment la structure de la neige elle-même.

Or, il est évident que la présence de couches de glace contrôlent efficacement l'écoulement, ce qui se manifeste dans la rétention de l'eau de fonte et dans l'augmentation de temps de réponse.

Il semble être alors nécessaire de prendre cet effet en considération si l'on veut modeler l'écoulement de l'eau de fonte dans ce genre de stock de neige.

BIBLIOGRAPHIE

1. COLBECK, S.C., 1971. One-dimensional water flow through snow. Research Report No. 296. Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire.
2. LA CHAPELLE, E.R., 1956. The Centrifugal Separation of free water from melting snow. Journal of Glaciology, II, p. 769-771.
3. LANGHAM, E.J., 1971. A new method of using dye to study melt-water movement within a snowpack. Proceedings volume 2, Symposium No. 8, National Research Council Subcommittee on Hydrology, Ottawa.
4. LANGHAM, E.J., 1973. The occurrence and movement of liquid water in the snowpack. Symposium on Advanced Techniques and Concepts in Snow and Ice Hydrology, Monterey, U.S.A.
5. LANGHAM, E.J., 1973. Quelques techniques développées pour l'étude de l'écoulement de l'eau dans la neige. INRS-Eau, Rapport technique, No 24, 15 p.
6. SHARP, L.P., 1951. Meltwater Behavior in Firn on Upper Seward Glacier. - St. Elias Mountains, Canada. Ass. Int. d'Hydro1. Sci. V 32, p. 246-253.

ANNEXE

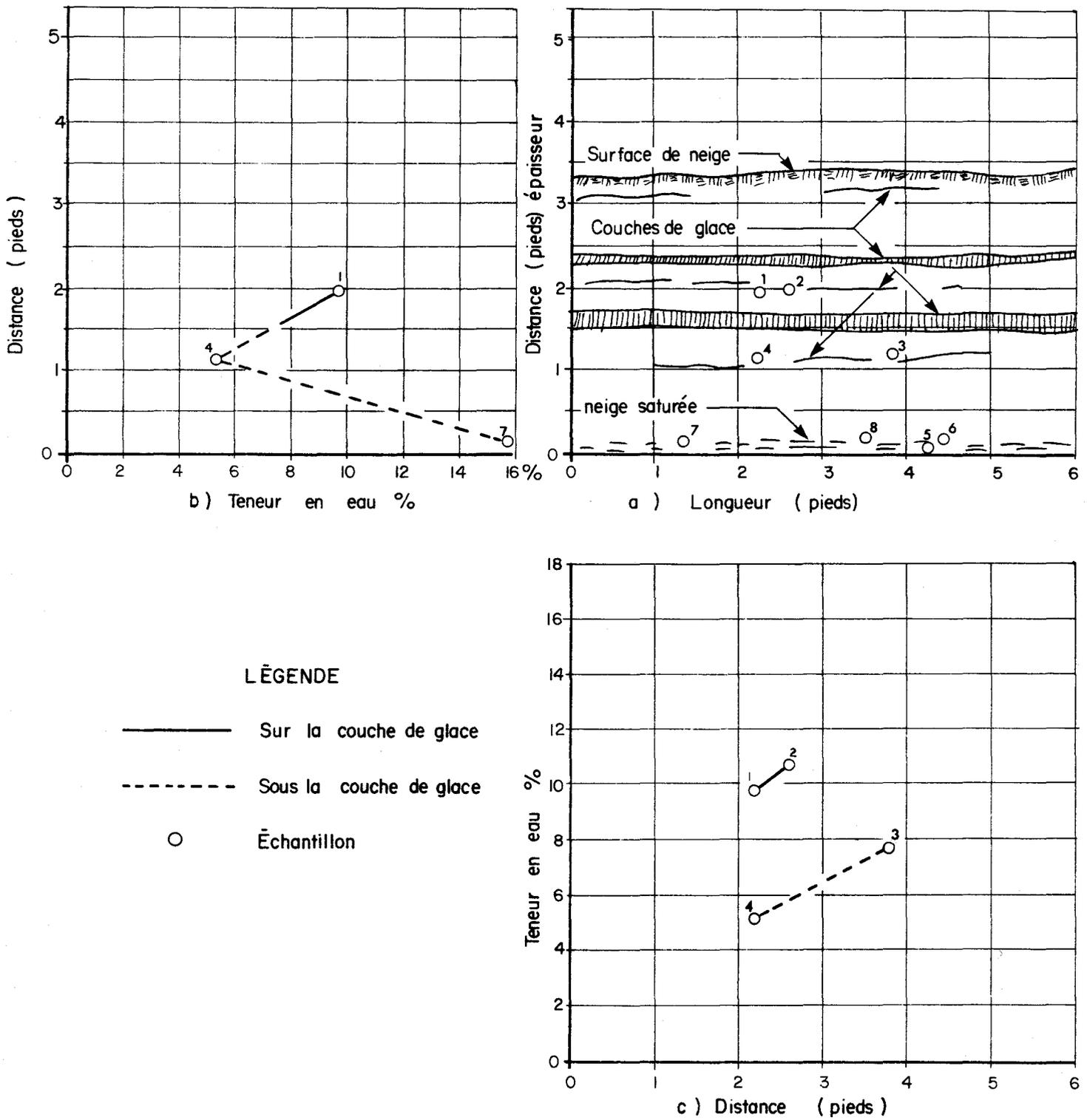


FIGURE 15 . Site 2, le 13/03/73. Les échantillons no. 1 à 4 ont été pris dans différentes tranches.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

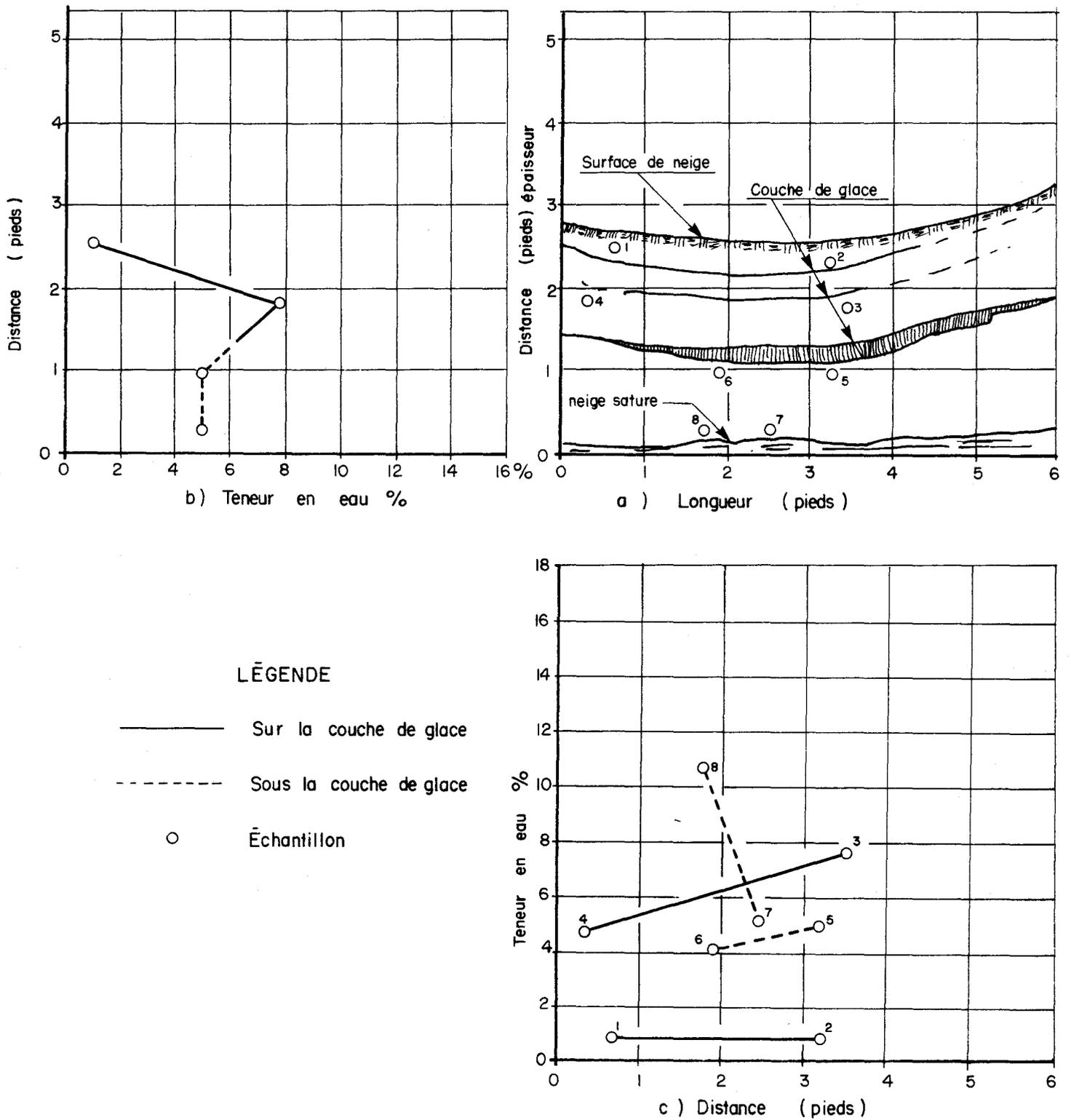


FIGURE 16 . Site No 3, le 15/03/73. Les échantillons no 9 à 12. Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

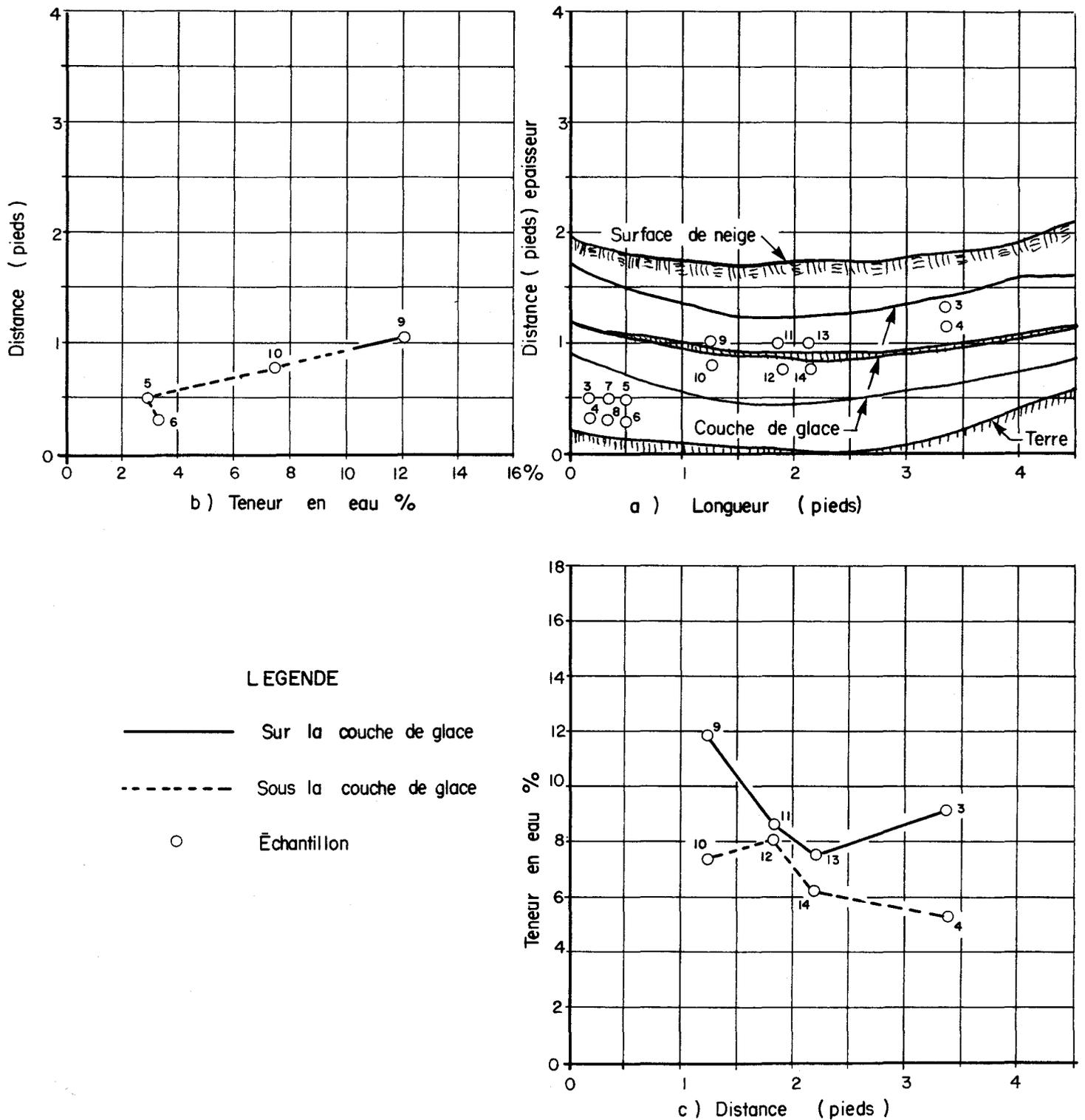


FIGURE 17 . Site No. 3, le 16/03/73. Les échantillons No. 13 à 18 ont été pris dans différentes tranches.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

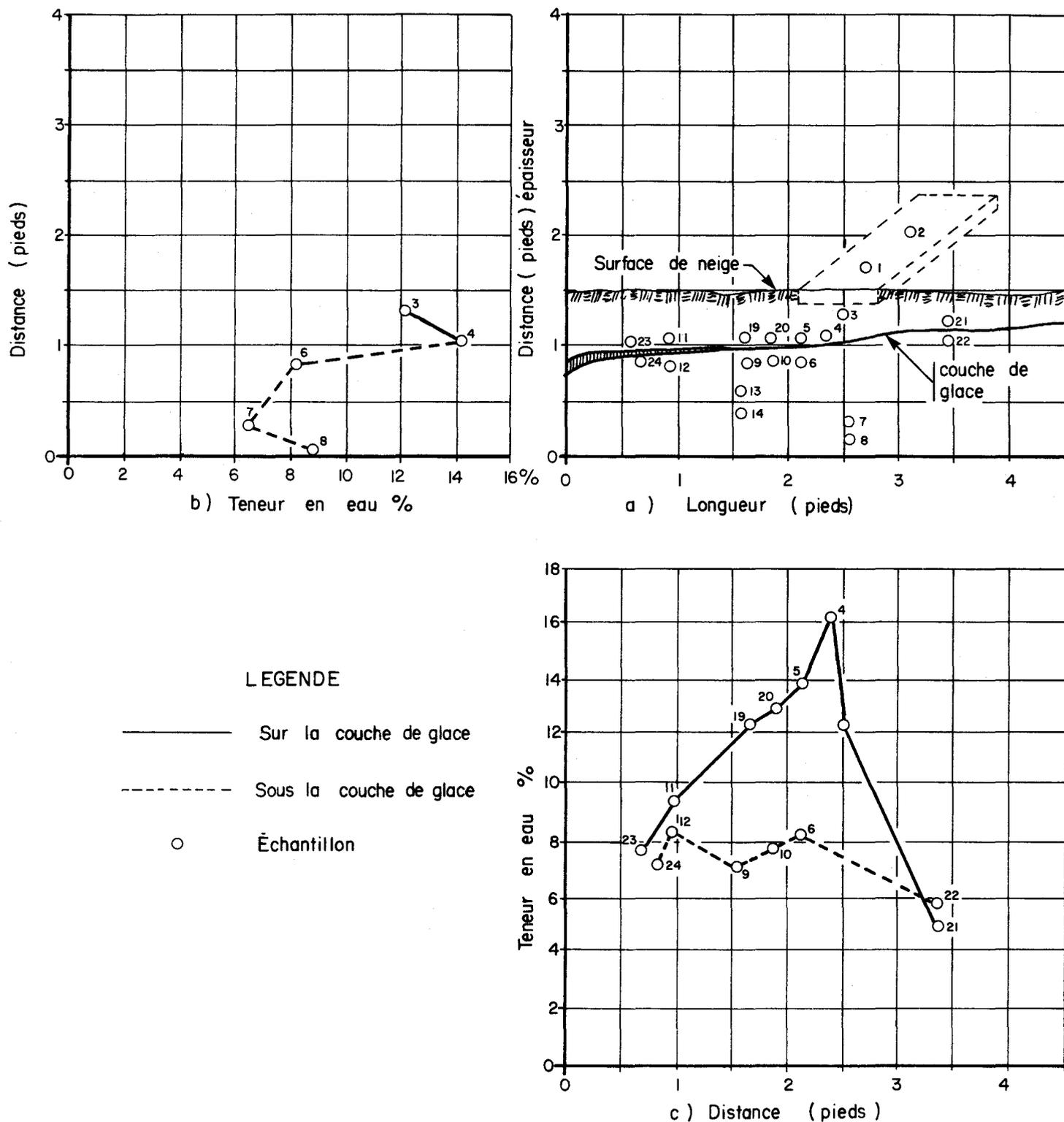
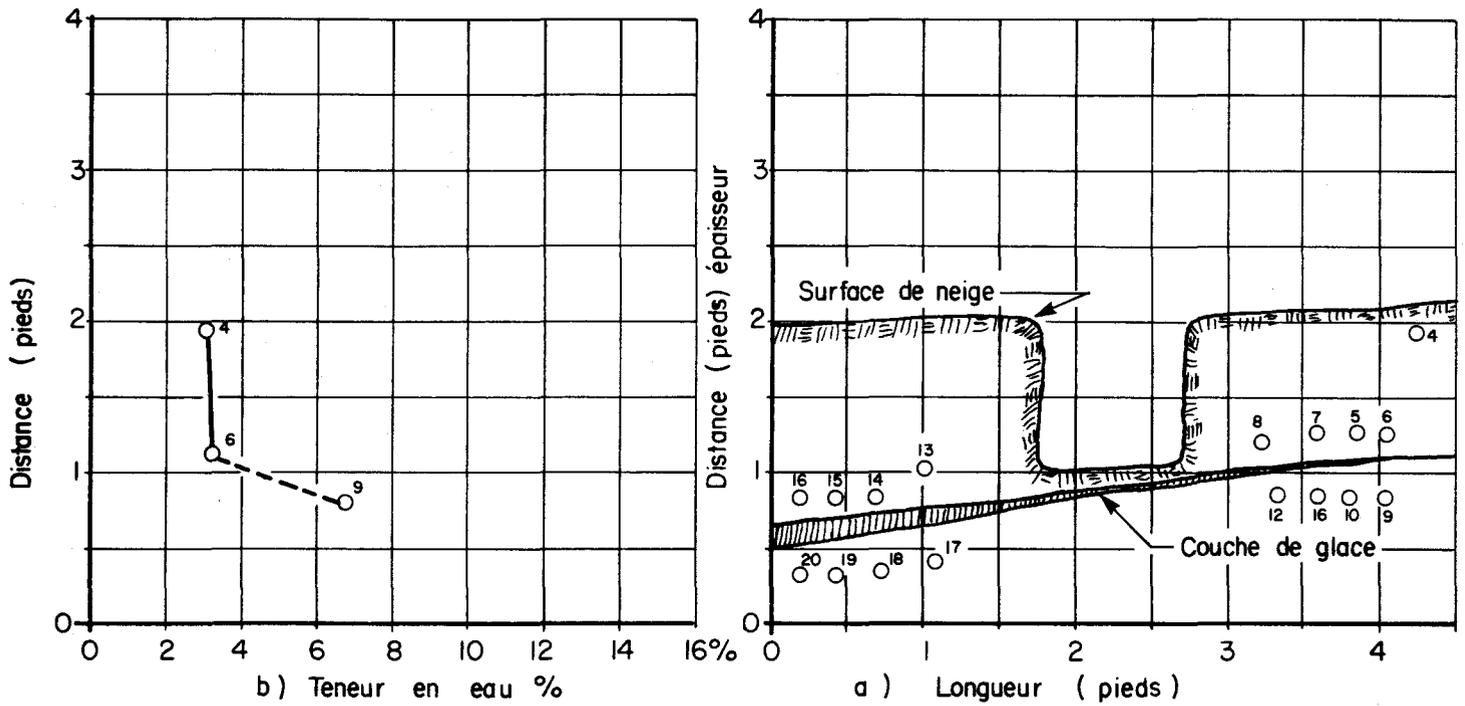


FIGURE 18. Site No. 4, le 20/03/73. Les échantillons No 19 à 30 ont été pris dans différentes tranches. L'échantillon No. 30 a été pris dans une coupe horizontale.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).



LEGENDE

— Sur la couche de glace

- - - Sous la couche de glace

○ Échantillon

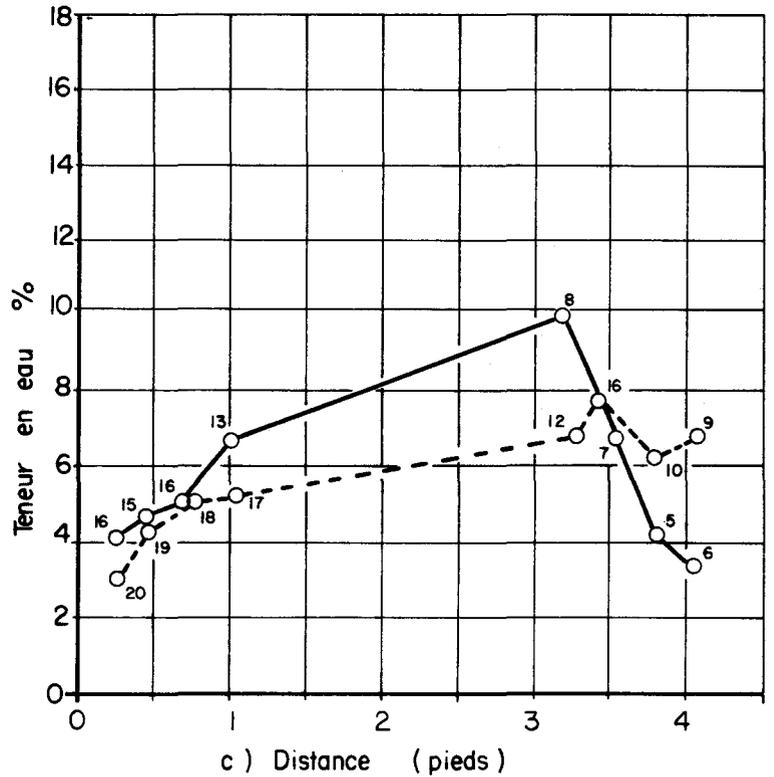
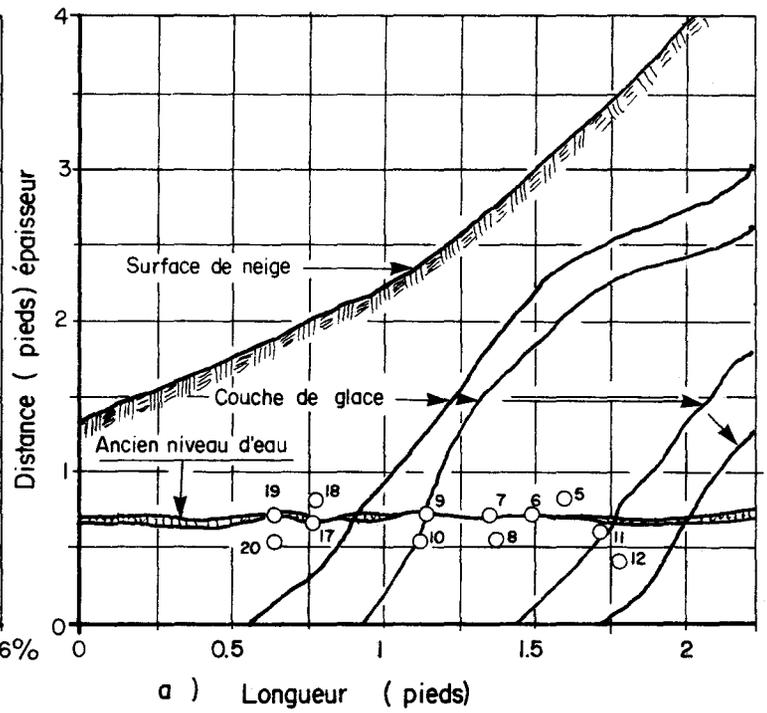
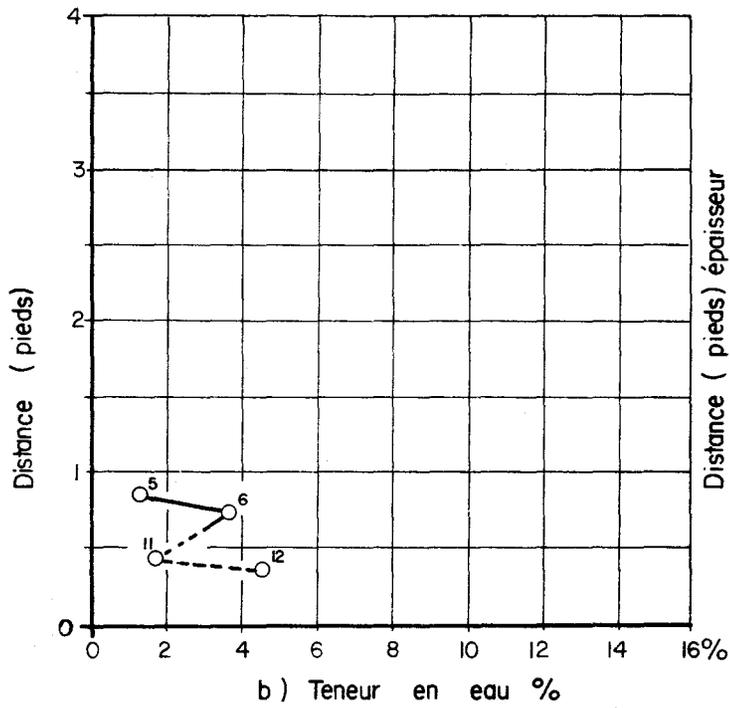


FIGURE 19. Site No 4, le 21/02/73. Les échantillons No 34 à 42. Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).



LEGENDE

- Sur l'ancien niveau de l'eau
- - - Sous l'ancien niveau de l'eau
- Échantillon

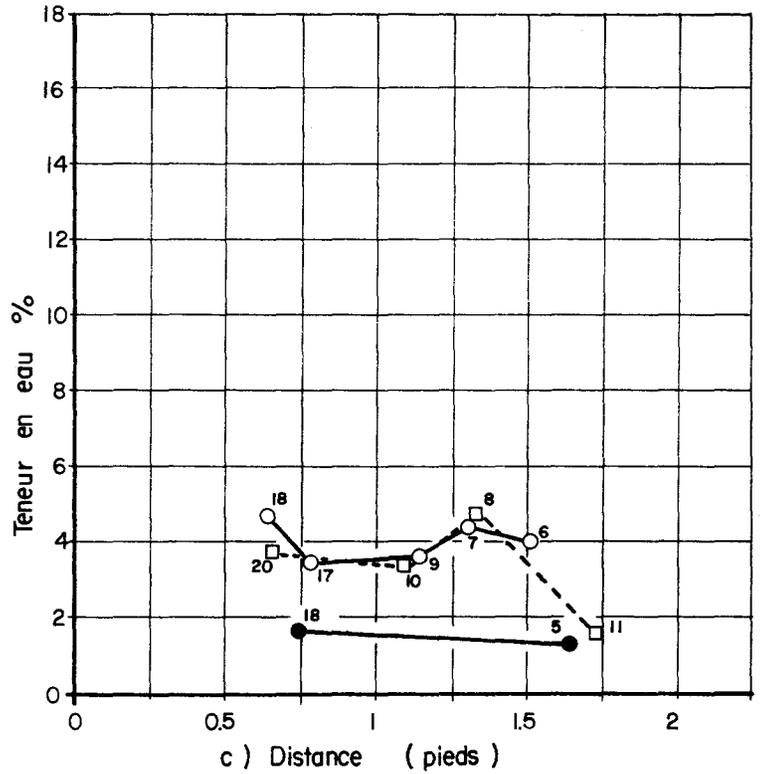


FIGURE 20. Petit site à côté des sites No. 5. Dans ce site nous avons pris les échantillons autour de la ligne qui ressemble à l'ancien niveau d'eau dans la neige. Les échantillons No 43 à 56.

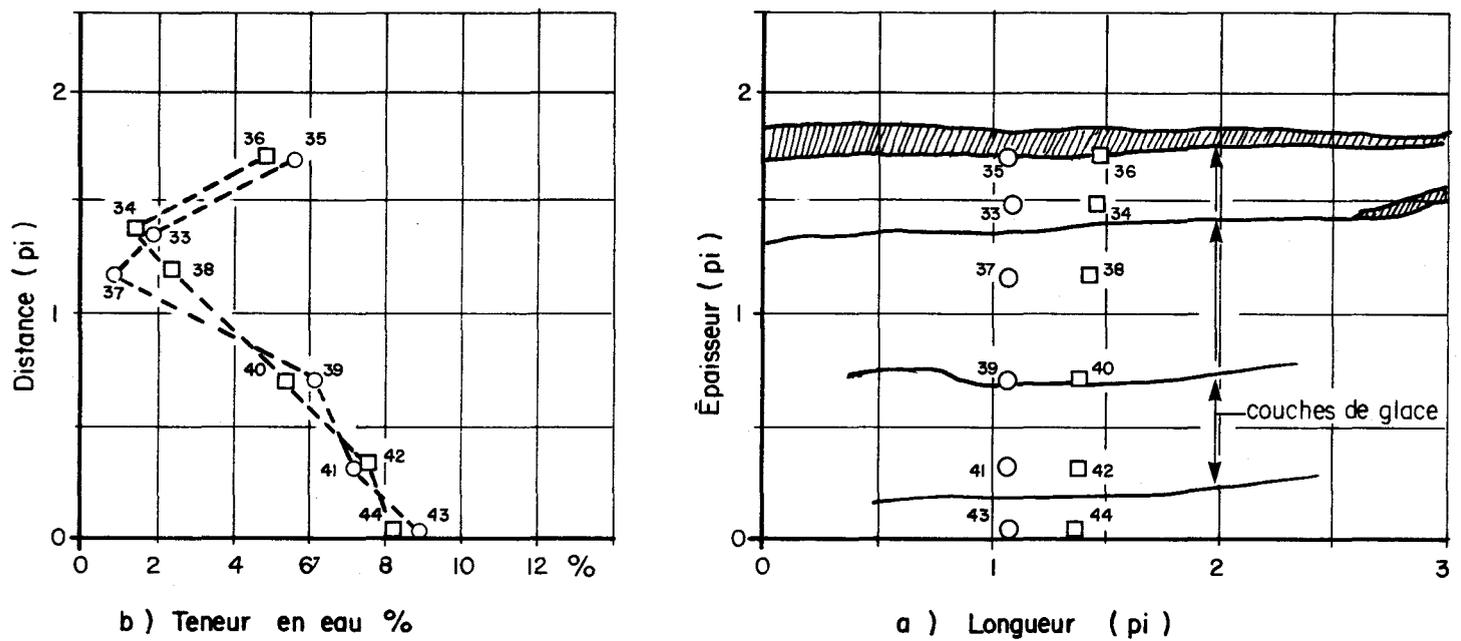


FIGURE 21 . Site No. 6, le 29/03/73. Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b). Les échantillons No. 103 à 108.

16-03-73 - vendredi

TABLEAU 5

SITE: 3

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|-----|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 13 | 3 | 1.3 | 1.7 | 1.9 | 1.9 | 16.8 | 7.74 | 10.11 | 11.30 | 11.30 | 5.10 | 7.05 | 1.95 | + 4 | 558 | B | |
| | 4 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 21.3 | 3.76 | 5.63 | 6.57 | 7.05 | 9.2 | 11.65 | 2.45 | + 4 | | | |
| 14 | 5 | 0.75 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 16.0 | 4.68 | 5.0 | 6.25 | 7.5 | 3.35 | 7.20 | 3.85 | + 4 | 559 | A | |
| | 6 | 0.6 | 0.75 | 0.85 | 1.0 | 13.8 | 4.34 | 5.43 | 6.16 | 7.25 | 3.05 | 7.50 | 4.45 | + 4 | | | |
| 15 | 7 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.5 | 14.9 | 6.7 | 8.72 | 10.06 | 10.06 | 6.00 | 9.90 | 3.90 | + 4 | | B | |
| | 8 | 1.1 | 1.35 | 1.5 | 1.5 | 16.8 | 6.55 | 8.04 | 8.93 | 8.93 | 7.00 | 10.40 | 3.40 | + 4 | | | |
| 16 | 9 | 3.2 | 3.5 | 3.55 | 3.8 | 24.8 | 12.9 | 14.1 | 14.3 | 15.31 | 7.45 | 11.35 | 3.95 | + 4 | | A | |
| | 10 | 1.5 | 1.75 | 1.85 | 2.0 | 18.0 | 8.32 | 9.72 | 10.28 | 11.1 | 12.25 | 15.30 | 3.05 | + 4 | | | |
| 17 | 11 | 1.9 | 2.1 | 2.2 | 2.4 | 20.0 | 9.5 | 10.5 | 11.0 | 12.0 | 8.25 | 10.15 | 1.90 | + 4 | | A | |
| | 12 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 19.8 | 8.08 | 9.1 | 9.6 | 10.1 | 8.80 | 11.90 | 3.10 | + 4 | | | |
| 18 | 13 | 1.6 | 1.8 | 1.8 | 2.0 | 18.0 | 8.9 | 10.0 | 10.0 | 11.1 | 6.10 | 9.10 | 3.00 | + 4 | | A | |
| | 14 | 1.35 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 19.1 | 7.08 | 7.86 | 7.86 | 8.9 | 7.90 | 11.35 | 2.45 | + 4 | | | |

20-03-73 - mardi

TABLEAU 6

SITE: 4

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Évaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 19 | 3 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 14.0 | 11.4 | 12.15 | 12.15 | 12.15 | 16.2 | 16.2 | 0.0 | 0 | | A | |
| | 4 | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 14.8 | 15.5 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 12.15 | 12.15 | 0.0 | 0 | | A | Colorée |
| 20 | 5 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 18.0 | 12.8 | 13.3 | 13.9 | 13.9 | 13.85 | 13.85 | 0.0 | 0 | | B | Colorée |
| | 6 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 18.0 | 6.68 | 7.22 | 7.78 | 8.35 | 8.3 | 8.30 | 0.0 | 0 | | C | |
| 21 | 7 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.25 | 18.0 | 6.12 | 6.68 | 6.68 | 6.95 | 8.9 | 8.90 | 0.0 | 0 | | A | |
| | 8 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 16.8 | 8.35 | 8.92 | 8.92 | 8.92 | 6.5 | 6.85 | 0.35 | 0 | | A | Colorée |
| 22 | 9 | 1.15 | 1.2 | 1.25 | 1.25 | 17.8 | 6.45 | 6.75 | 7.02 | 7.02 | 7.75 | 8.15 | 0.40 | 0 | | A | |
| | 10 | 1.4 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 18.0 | 7.78 | 8.05 | 8.05 | 8.05 | 7.00 | 7.00 | 0.0 | 0 | | A | Colorée |
| 23 | 11 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 16.0 | 9.4 | 10.0 | 10.0 | 10.6 | 8.25 | 9.05 | 0.8 | 0 | | A | |
| | 12 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 17.8 | 8.43 | 8.43 | 8.98 | 8.98 | 9.6 | 10.60 | 1.0 | 0 | | A | |
| 24 | 13 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 17.5 | 7.43 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.7 | 8.70 | 0.0 | 0 | | A | |
| | 14 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 17.5 | 8.68 | 8.68 | 8.68 | 8.68 | 8.0 | 8.00 | 0.0 | 0 | | A | |
| 25 | 15 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 13.5 | 8.88 | 8.88 | 9.64 | 9.64 | 9.65 | 9.65 | 0.0 | 0 | 562 | B | Colorée |
| | 16 | 1.3 | 1.35 | 1.4 | 1.4 | 12.5 | 10.4 | 10.8 | 11.2 | 11.2 | 11.20 | 11.20 | 0.0 | 0 | | B | |
| 26 | 17 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 11.3 | 7.07 | 7.96 | 7.96 | 8.83 | 8.8 | 8.80 | 0.0 | 0 | | C | Colorée |
| | 18 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 11.0 | 6.36 | 7.26 | 7.26 | 7.26 | 7.2 | 7.20 | 0.0 | 0 | | C | |
| 27 | 19 | 1.6 | 1.75 | 1.8 | 1.8 | 14.5 | 11.0 | 12.06 | 12.4 | 12.4 | 12.80 | 12.80 | 0.0 | 0 | 563 | A | |
| | 20 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 13.3 | 12.0 | 12.78 | 12.78 | 12.78 | 12.35 | 12.35 | 0.0 | 0 | | A | |
| 28 | 21 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 14.2 | 4.22 | 4.92 | 4.92 | 4.92 | 4.90 | 4.90 | 0.0 | - 1 | 565 | A | Colorée |
| | 22 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 17.0 | 5.3 | 5.88 | 5.88 | 5.88 | 5.90 | 5.90 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 29 | 23 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.55 | 20.4 | 7.36 | 7.36 | 7.36 | 7.60 | 7.50 | 7.50 | 0.0 | - 1 | 566.7 | A | |
| | 24 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.45 | 18.5 | 7.56 | 7.56 | 7.56 | 7.84 | 7.35 | 7.35 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 30 | 1 | 0.6 | 0.65 | 0.65 | 0.7 | 16.2 | 3.7 | 4.0 | 4.0 | 4.32 | 11.10 | 11.10 | 0.0 | - 1 | 568.9 | A | |
| | 2 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 18.0 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 4.30 | 4.30 | 0.0 | | | A | Colorée |

21-03-73 - mercredi

TABLEAU 7

SITE: 4

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 31 | 3 | 0.5 | 0.55 | 0.6 | 0.6 | 15.2 | 3.3 | 3.62 | 3.98 | 3.98 | 4.0 | 4.0 | 0.0 | - 1 | | B | Colorée |
| | 4 | 0.3 | 0.35 | 0.4 | 0.4 | 13.1 | 2.28 | 2.67 | 3.05 | 3.05 | 3.0 | 3.0 | 0.0 | - 1 | | B | |
| 32 | 5 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | | 20.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | | 4.0 | 4.0 | 0.0 | - 1 | | A | |
| | 6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | | 22.0 | 2.73 | 2.73 | 2.73 | | 2.75 | 2.75 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 33 | 7 | 1.15 | 1.2 | 1.25 | 1.25 | 18.8 | 6.1 | 6.4 | 6.65 | 6.65 | 6.6 | 6.60 | 0.0 | - 1 | 572 | B | Colorée |
| | 8 | 1.20 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 13.0 | 9.23 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 34 | 9 | 0.9 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 14.1 | 6.38 | 6.72 | 6.72 | 6.72 | 6.10 | 6.10 | 0.0 | - 1 | 572 | A | Colorée |
| | 10 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 16.4 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.75 | 6.75 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 35 | 11 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | | 15.5 | 7.75 | 7.75 | 7.75 | | 7.75 | 7.75 | 0.0 | - 1 | 573 | A | Colorée |
| | 12 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | | 17.0 | 5.87 | 5.87 | 5.87 | | 5.85 | 5.85 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 36 | 13 | 0.9 | 0.95 | 1.0 | | 15.0 | 6.0 | 6.32 | 6.67 | | 6.65 | 6.65 | 0.0 | - 1 | 574 | B | |
| | 14 | 0.9 | 0.95 | 0.95 | | 19.0 | 4.73 | 5.0 | 5.0 | | 5.00 | 5.00 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 37 | 15 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | | 19.2 | 4.68 | 4.68 | 4.68 | | 4.00 | 4.00 | 0.0 | - 1 | 574 | A | |
| | 16 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | | 20.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | | 4.65 | 4.65 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 38 | 17 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 17.0 | 4.7 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.10 | 5.10 | 0.0 | - 1 | 575 | A | |
| | 18 | 0.75 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 15.6 | 4.8 | 5.15 | 5.15 | 5.15 | 5.25 | 5.25 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 39 | 19 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 14.0 | 3.56 | 4.27 | 4.27 | 4.27 | 3.0 | 3.00 | 0.0 | - 1 | 575 | B | |
| | 20 | 0.35 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 15.0 | 2.33 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 4.25 | 4.25 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 40 | 21 | 1.4 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 15.1 | 9.26 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 7.35 | 7.35 | 0.0 | - 1 | 576 | A | |
| | 22 | 1.1 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 15.6 | 7.05 | 7.36 | 7.36 | 7.36 | 9.6 | 9.6 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 41 | 23 | 1.4 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 19.1 | 7.32 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.65 | 7.65 | 0.0 | - 1 | 577 | A | |
| | 24 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 15.0 | 5.34 | 5.34 | 5.34 | 5.34 | 5.35 | 5.35 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 42 | 1 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | | 18.0 | 5.0 | 5.0 | 5.56 | | 3.50 | 3.50 | 0.0 | - 1 | 578 | B | |
| | 2 | 0.65 | 0.7 | 0.7 | | 20.0 | 3.25 | 3.5 | 3.5 | | 5.60 | 5.60 | 0.0 | - 1 | | A | |

23-03-73 - vendredi

TABLEAU 8

SITE: 5

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 43 | 3 | 0.80 | 0.90 | 1.0 | 1.16 | 12.20 | 6.56 | 7.37 | 8.20 | 9.0 | 4.9 | 7.3 | 2.4 | - 1 | 592 | A | |
| | 4 | 0.60 | 0.85 | 0.90 | 1.00 | 13.60 | 6.25 | 6.60 | 7.35 | 8.0 | 5.5 | 9.25 | 3.75 | - 1 | | A | |
| 44 | 5 | 1.30 | 1.50 | 1.65 | 1.80 | 19.00 | 6.84 | 7.89 | 8.67 | 9.5 | 3.75 | 7.2 | 3.45 | - 1 | | A | Couche |
| | 6 | 0.65 | 0.85 | 0.95 | 1.10 | 15.10 | 4.30 | 5.63 | 6.30 | 7.3 | 6.0 | 9.0 | 3.00 | - 1 | | A | |
| 45 | 7 | 0.55 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 15.00 | 3.66 | 5.00 | 5.30 | 5.6 | 5.6 | 8.6 | 3.00 | - 1 | | A | Couche |
| | 8 | 0.95 | 1.05 | 1.15 | 1.25 | 14.80 | 6.40 | 7.10 | 7.80 | 8.4 | 3.95 | 5.85 | 1.9 | - 1 | | A | |
| 46 | 9 | 1.00 | 1.25 | 1.45 | 1.50 | 16.10 | 6.20 | 7.70 | 9.00 | 9.3 | 1.35 | 3.25 | 1.9 | - 1 | | A | Couche |
| | 10 | 0.30 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 21.60 | 1.38 | 2.31 | 2.77 | 3.24 | 6.2 | 9.45 | 3.25 | - 1 | | A | |
| 47 | 11 | 0.10 | 0.20 | 0.25 | 0.35 | 14.00 | 0.70 | 1.43 | 1.78 | 2.5 | 0.4 | 3.2 | 2.80 | - 1 | | B | |
| | 12 | 0.20 | 0.30 | 0.35 | 0.5 | 15.00 | 1.33 | 2.00 | 2.33 | 3.33 | 0.05 | 2.5 | 2.45 | - 1 | | A | |
| 48 | 3 | 0.50 | 0.70 | 0.90 | | 20.80 | 2.40 | 3.36 | 4.32 | | 1.9 | 4.65 | 2.85 | - 1 | | A | Couche |
| | 4 | 0.55 | 0.65 | 0.85 | | 21.00 | 2.62 | 3.10 | 4.05 | | 1.4 | 5.25 | 3.85 | - 1 | | A | |
| 49 | 5 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.4 | 14.20 | 1.40 | 2.10 | 2.80 | 2.8 | 3.85 | 5.50 | 1.75 | - 1 | | B | Couche |
| | 6 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.85 | 15.3 | 4.2 | 4.6 | 4.9 | 5.5 | 1.5 | 2.95 | 1.45 | - 1 | | B | |
| 50 | 7 | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 19.0 | 3.7 | 5.2 | 6.3 | 6.8 | 4.8 | 7.25 | 2.45 | - 1 | A | Couche | |
| | 8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 16.6 | 5.4 | 6.0 | 6.6 | 7.2 | 4.55 | 6.75 | 2.20 | - 1 | B | | |
| 51 | 9 | 0.8 | 0.85 | 0.9 | 0.95 | 21.2 | 3.77 | 4.0 | 4.25 | 4.5 | 3.65 | 4.2 | 0.85 | - 1 | A | Couche | |
| | 10 | 0.7 | 0.75 | 0.75 | 0.8 | 18.7 | 3.7 | 4.0 | 4.0 | 4.3 | 3.50 | 4.45 | 0.95 | - 1 | A | | |
| 52 | 11 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.35 | 13.8 | 1.81 | 2.2 | 2.5 | 2.5 | 4.60 | 6.3 | 1.70 | - 1 | B | | |
| | 12 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.05 | 16.9 | 4.73 | 5.32 | 5.9 | 6.2 | 1.80 | 2.7 | 0.90 | - 1 | B | | |
| 53 | 13 | 0.1 | 0.2 | 0.25 | | 17.6 | 0.57 | 1.13 | 1.42 | | 0.05 | 1.95 | 1.90 | - 1 | A | | |
| | 14 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | | 20.6 | 0.48 | 1.45 | 1.45 | | 0.1 | 2.35 | 2.25 | - 1 | B | .../ | |

23-03-73 - vendredi

TABLEAU 8 (suite)

SITE: 5 (suite)

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|-----|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 54 | 15 | 0.1 | 0.15 | 0.2 | | 18.8 | 0.53 | 0.8 | 1.06 | | 0.25 | 1.70 | 1.45 | - 1 | | A | Couche |
| | 16 | 0.1 | 0.15 | 0.2 | | 14.4 | 0.7 | 1.04 | 1.4 | | 0.25 | 1.25 | 1.00 | - 1 | | A | |
| 55 | 17 | 0.65 | 0.85 | 0.90 | 1.0 | 19.0 | 3.42 | 4.47 | 4.7 | 5.2 | 1.85 | 2.45 | 0.60 | - 1 | | B | |
| | 18 | 0.25 | 0.3 | 0.35 | 0.35 | 14.9 | 1.7 | 3.0 | 2.3 | 2.3 | 3.6 | 5.20 | 1.60 | - 1 | | B | |
| 56 | 19 | 0.85 | 0.95 | 1.0 | 1.0 | 18.05 | 4.7 | 5.3 | 5.5 | 5.5 | 3.8 | 4.9 | 1.10 | - 1 | | A | |
| | 20 | 0.85 | 0.90 | 0.90 | 1.0 | 20.4 | 4.15 | 4.4 | 4.6 | 4.9 | 4.7 | 5.7 | 1.00 | - 1 | | B | |

25-03-73 - dimanche

TABLEAU 9

SITE: 2

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 57 | 3 | 0.75 | 0.9 | 1.15 | 1.35 | 18.9 | 3.96 | 4.67 | 6.1 | 7.15 | 3.55 | 7.45 | 3.90 | + 3.7 | 539 | B | |
| | 4 | 1.0 | 1.2 | 1.35 | 1.6 | 21.3 | 4.7 | 5.63 | 6.35 | 7.51 | 2.75 | 6.85 | 4.10 | + 3.7 | | | |
| 58 | 5 | 0.25 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 17.0 | 1.47 | 3.53 | 4.7 | 5.87 | 0.35 | 5.25 | 4.90 | + 3.7 | A | | |
| | 6 | 0.25 | 0.45 | 0.65 | 0.85 | 16.0 | 1.56 | 2.8 | 4.05 | 5.3 | 1.0 | 5.95 | 4.95 | + 3.6 | | | |
| 59 | 7 | 0.35 | 0.5 | 0.75 | 0.9 | 18.0 | 1.95 | 2.8 | 4.1 | 5.0 | 1.2 | 4.75 | 3.55 | + 3.6 | A | | |
| | 8 | 0.45 | 0.55 | 0.8 | 1.0 | 20.0 | 2.25 | 2.75 | 4.0 | 5.0 | 1.0 | 4.75 | 3.75 | + 3.6 | | | |
| 60 | 9 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 16.8 | 2.38 | 2.97 | 4.16 | 5.35 | 2.5 | 7.10 | 4.60 | + 3.5 | A | | |
| | 10 | 0.65 | 0.8 | 1.0 | 1.25 | 17.0 | 3.82 | 4.7 | 5.9 | 7.3 | 1.05 | 5.45 | 4.40 | + 3.5 | | | |
| 61 | 11 | 0.35 | 0.45 | 0.75 | 0.90 | 15.3 | 2.3 | 2.94 | 4.9 | 5.9 | 0.9 | 5.85 | 4.95 | + 3.4 | A | | |
| | 12 | 0.45 | 0.55 | 0.75 | 0.95 | 15.0 | 3.0 | 3.68 | 5.0 | 6.33 | 1.65 | 6.10 | 4.45 | + 3.4 | | | |
| 62 | 13 | 0.20 | 0.4 | 0.5 | 0.75 | 17.8 | 1.12 | 2.25 | 2.8 | 4.2 | 1.3 | 5.70 | 4.40 | + 3.4 | A | | |
| | 14 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 17.1 | 2.34 | 3.5 | 4.68 | 5.8 | 0.0 | 4.30 | 4.30 | + 3.3 | | | |
| 63 | 15 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.65 | 18.2 | 5.5 | 6.9 | 8.2 | 9.1 | 3.85 | 9.00 | 5.15 | + 3.3 | A | | |
| | 16 | 1.0 | 1.20 | 1.5 | 1.7 | 18.8 | 5.3 | 6.4 | 8.0 | 9.0 | 4.65 | 9.00 | 4.35 | + 3.2 | | | |

26-03-73 - lundi

TABLEAU 10

SITE: 5

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Évaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 64 | 3 | 0.8 | 0.95 | 1.1 | 1.25 | 18.8 | 4.25 | 5.05 | 5.85 | 6.6 | 5.35 | 8.45 | 3.10 | + 4.3 | 594 | A | |
| | 4 | 1.0 | 1.15 | 1.25 | 1.40 | 16.4 | 6.1 | 7.0 | 7.6 | 8.53 | 3.40 | 6.65 | 2.25 | | | | |
| 65 | 5 | 1.1 | 1.25 | 1.35 | 1.75 | 16.9 | 6.5 | 7.4 | 7.97 | 10.35 | 7.6 | 10.35 | 2.75 | | | A | |
| | 6 | 1.6 | 1.75 | 1.8 | 2.15 | 19.2 | 8.34 | 9.11 | 9.36 | 11.2 | 5.4 | 9.25 | 3.85 | | | | |
| 66 | 7 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 14.2 | 6.25 | 7.05 | 7.74 | 8.45 | 5.6 | 8.40 | 2.80 | | | A | |
| | 8 | 1.0 | 1.2 | 1.35 | 1.5 | 16.2 | 6.17 | 7.4 | 8.3 | 9.2 | 5.75 | 9.25 | 3.50 | | | | |
| 67 | 9 | 1.05 | 1.3 | 1.5 | 1.65 | 17.2 | 6.1 | 7.56 | 8.73 | 9.58 | 5.35 | 8.95 | 3.60 | | | A | |
| | 10 | 0.9 | 1.0 | 1.15 | 1.25 | 14.1 | 6.38 | 7.1 | 8.15 | 8.86 | 6.55 | 9.45 | 2.90 | | | | |
| 68 | 11 | 0.95 | 1.1 | 1.25 | 1.45 | 17.0 | 5.6 | 6.5 | 7.35 | 8.54 | 4.9 | 7.85 | 2.95 | | 595 | B | |
| | 12 | 0.9 | 1.0 | 1.15 | 1.25 | 15.9 | 5.65 | 6.3 | 7.24 | 7.86 | 4.6 | 8.40 | 3.80 | | | | |
| 69 | 13 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.65 | 19.8 | 7.07 | 7.58 | 8.08 | 8.34 | 6.7 | 8.45 | 1.75 | | | A | |
| | 14 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.75 | 18.0 | 7.78 | 8.34 | 8.88 | 9.72 | 7.05 | 9.70 | 2.65 | | | | |
| 70 | 15 | 0.45 | 0.75 | 0.85 | 1.0 | 23.0 | 1.95 | 3.26 | 3.69 | 4.34 | 2.45 | 4.75 | 2.30 | | | A | |
| | 16 | 0.5 | 0.65 | 0.75 | 0.85 | 18.0 | 2.77 | 3.6 | 4.16 | 4.72 | 2.05 | 4.30 | 2.25 | | | | |
| 71 | 17 | 1.15 | 1.35 | 1.50 | 1.50 | 16.1 | 7.15 | 8.39 | 9.31 | 9.31 | 5.25 | 8.40 | 3.15 | | | A | |
| | 18 | 1.25 | 1.45 | 1.55 | 1.80 | 20.7 | 6.03 | 7.0 | 7.48 | 8.68 | 6.50 | 9.70 | 3.20 | | | | |
| 72 | 19 | 1.50 | 1.6 | 1.85 | 1.95 | 21.0 | 7.15 | 7.62 | 8.8 | 9.27 | 4.90 | 6.75 | 1.85 | + 2.0 | 596 | A | |
| | 20 | 1.05 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 23.8 | 4.4 | 5.46 | 6.3 | 6.72 | 7.20 | 9.25 | 2.05 | | | | |
| 73 | 21 | 0.45 | 0.5 | 0.7 | 0.85 | 25.0 | 1.8 | 2.0 | 2.8 | 3.4 | 1.25 | 4.05 | 2.80 | | | B | |
| | 22 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 20.2 | 1.98 | 2.47 | 3.46 | 4.45 | 1.00 | 3.40 | 2.40 | | | | |
| 74 | 23 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 16.8 | 2.38 | 2.97 | 3.57 | 4.16 | 2.00 | 4.45 | 2.45 | | | A | |
| | 24 | 0.5 | 0.55 | 0.75 | 0.85 | 19.0 | 2.63 | 2.89 | 3.95 | 4.46 | 1.75 | 4.15 | 2.40 | | | | |

.../

26-03-73 - lundi

TABLEAU 10 (suite)

SITE: 5 (suite)

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|-----|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 75 | 1 | 1.0 | 1.05 | 1.2 | 1.25 | 19.8 | 5.05 | 5.3 | 6.05 | 6.31 | 4.20 | 6.30 | 2.10 | + 2.0 | | A | |
| | 2 | 0.85 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 19.0 | 4.46 | 5.26 | 5.8 | 6.32 | 4.40 | 6.50 | 2.10 | | | | |

28-03-73 - mercredi

TABLEAU 11

SITE: 6

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 76 | 3 | 0.75 | 1.05 | 1.4 | 1.8 | 20.0 | 3.75 | 5.25 | 7.0 | 9.0 | 1.2 | 8.2 | 7.0 | + 3 | 610 | A | Colorée |
| | 4 | 0.6 | 1.0 | 1.35 | 1.7 | 20.8 | 2.88 | 4.8 | 6.5 | 8.2 | 1.9 | 8.5 | | | | | |
| 77 | 5 | 1.4 | 1.55 | 1.85 | 2.0 | 22.0 | 6.36 | 7.05 | 8.4 | 9.09 | 4.2 | 8.35 | 4.15 | | | A | Colorée |
| | 6 | 1.1 | 1.35 | 1.5 | 1.7 | 21.0 | 5.23 | 6.42 | 7.1 | 8.1 | 5.2 | 9.25 | | | | | |
| 78 | 7 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.15 | 18.2 | 2.2 | 4.4 | 5.5 | 6.3 | 0.35 | 5.05 | 4.70 | 611 | A | A | Colorée |
| | 8 | 0.25 | 0.4 | 0.65 | 0.8 | 16.1 | 1.55 | 2.5 | 4.0 | 4.97 | 2.5 | 6.25 | | | | | |
| 79 | 9 | 0.35 | 0.65 | 1.0 | 1.3 | 18.6 | 1.88 | 3.5 | 5.4 | 6.98 | 0.45 | 6.35 | 5.90 | | | A | |
| | 10 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 18.3 | 2.18 | 3.28 | 4.92 | 6.56 | 0.45 | 6.75 | | | | | |
| 80 | 11 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 22.0 | 2.72 | 3.63 | 5.0 | 5.9 | 1.75 | 6.55 | 4.80 | | | A | |
| | 12 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 19.3 | 3.1 | 4.1 | 5.2 | 6.7 | 1.75 | 5.86 | | | | | |
| 81 | 13 | 0.5 | 0.65 | 0.9 | 1.2 | 20.6 | 2.43 | 3.15 | 4.37 | 5.8 | 7.85 | 12.00 | 4.15 | | | A | Colorée |
| | 14 | 1.8 | 1.9 | 2.2 | 2.4 | 19.6 | 9.18 | 9.69 | 11.22 | 12.24 | 1.10 | 5.65 | | | | | |
| 82 | 15 | 1.5 | 1.75 | 2.0 | 2.2 | 18.5 | 8.1 | 9.45 | 10.8 | 11.89 | 9.05 | 12.20 | 3.15 | 612 | B | A | |
| | 16 | 2.2 | 2.5 | 2.65 | 2.9 | 21.5 | 10.09 | 11.46 | 12.15 | 13.02 | 7.20 | 11.70 | | | | | |
| 83 | 17 | 0.35 | 0.45 | 0.6 | 0.8 | 15.3 | 2.28 | 2.95 | 2.92 | 5.23 | 1.75 | 6.20 | 4.45 | 613 | A | A | |
| | 18 | 0.55 | 0.75 | 1.0 | 1.2 | 19.0 | 2.89 | 3.95 | 5.26 | 6.3 | 1.15 | 5.10 | | | | | |
| 84 | 19 | 0.5 | 0.7 | 0.95 | 1.0 | 20.0 | 2.5 | 3.5 | 4.75 | 5.0 | 1.65 | 6.15 | 4.50 | | | A | |
| | 20 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 17.7 | 2.82 | 3.95 | 5.08 | 6.2 | 1.55 | 5.35 | | | | | |
| 85 | 21 | 1.6 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 21.9 | 7.30 | 8.67 | 9.13 | 9.59 | 7.30 | 10.10 | 2.80 | 614 | A | A | |
| | 22 | 1.4 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 20.2 | 6.93 | 8.41 | 9.40 | 9.9 | 7.25 | 9.75 | | | | | |
| 86 | 23 | 1.45 | 1.65 | 1.9 | 2.0 | 19.3 | 7.51 | 8.55 | 9.84 | 10.36 | 8.80 | 13.50 | 4.70 | | | B | |
| | 24 | 1.70 | 1.90 | 2.1 | 2.3 | 17.0 | 10.0 | 11.17 | 12.35 | 13.52 | 6.55 | 10.60 | | | | | |

28-03-73 - mercredi

TABLEAU 11 (suite)

SITE: 6 (suite)

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|-----|------|-----|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 87 | 1 | 0.7 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 23.0 | 3.04 | 6.52 | 7.39 | 8.26 | 1.70 | 3.75 | 2.05 | | 616 | A | |
| | 2 | 0.3 | 0.4 | 0.65 | 0.8 | 22.0 | 1.36 | 2.27 | 2.95 | 3.6 | 5.15 | 8.15 | 3.05 | | 617 | A | |

29-03-73 - jeudi

TABLEAU 12

SITE: 5 et 6

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 88 | 3 | 2.0 | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 19.5 | 10.25 | 11.79 | 13.33 | 14.35 | 5.5 | 11.40 | 5.90 | | 599 | A | |
| | 4 | 1.5 | 1.75 | 2.05 | 2.3 | 21.0 | 7.14 | 8.33 | 9.76 | 10.95 | 9.5 | 11.35 | 4.85 | | | | |
| 89 | 5 | 1.1 | 1.4 | 1.5 | 1.75 | 15.3 | 7.18 | 9.15 | 9.8 | 11.4 | 6.4 | 11.75 | 5.35 | | | A | |
| | 6 | 1.3 | 1.6 | 1.7 | 1.85 | 16.5 | 7.88 | 9.7 | 10.3 | 11.2 | 6.15 | 11.45 | 5.30 | | | | |
| 90 | 7 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 18.0 | 5.0 | 6.11 | 6.66 | 7.22 | 5.7 | 10.50 | 4.80 | | 600 | A | |
| | 8 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 13.6 | 6.62 | 8.08 | 9.55 | 10.29 | 4.85 | 7.20 | 2.35 | | | | |
| 91 | 9 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.8 | 23.5 | 4.25 | 5.32 | 6.38 | 7.65 | 2.7 | 6.80 | 4.10 | | | A | |
| | 10 | 0.95 | 1.25 | 1.5 | 1.8 | 26.0 | 3.65 | 4.8 | 5.76 | 6.9 | 2.95 | 7.50 | 4.55 | | | | |
| 92 | 11 | 0.5 | 0.85 | 1.15 | 1.3 | 21.0 | 2.38 | 4.04 | 5.47 | 6.19 | 2.10 | 6.40 | 4.30 | | 601 | B | |
| | 12 | 0.65 | 1.0 | 1.35 | 1.5 | 22.0 | 2.85 | 4.38 | 5.92 | 6.57 | 2.55 | 6.75 | 4.20 | | | | |
| 93 | 13 | 0.75 | 0.95 | 1.2 | 1.45 | 20.5 | 3.65 | 4.63 | 5.85 | 7.07 | 0.0 | 8.95 | 8.95 | + 6.0 | 602 | C | |
| | 14 | 0.4 | 0.65 | 0.9 | 1.55 | 16.0 | 2.5 | 4.06 | 5.62 | 9.68 | 2.45 | 6.90 | 4.45 | | | | |
| 94 | 15 | 1.1 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 20.0 | 5.5 | 7.0 | 7.5 | 8.5 | 2.50 | 6.90 | 4.40 | | 603 | B | |
| | 16 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 18.0 | 3.89 | 4.44 | 5.55 | 7.22 | 4.75 | 8.75 | 4.0 | | | | |
| 95 | 17 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 18.1 | 4.41 | 5.52 | 7.18 | 8.28 | 0.35 | 5.15 | 5.20 | | 604 | A | |
| | 18 | 0.35 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 19.0 | 1.84 | 2.62 | 3.94 | 5.26 | 2.75 | 8.45 | 5.70 | | | | |
| 96 | 19 | 0.65 | 0.85 | 1.0 | 1.2 | 23.6 | 2.75 | 3.6 | 4.23 | 5.08 | 11.10 | 13.30 | 2.20 | | 605 | C | |
| | 20 | 2.4 | 2.5 | 2.9 | 3.0 | 22.6 | 10.6 | 11.06 | 12.83 | 13.27 | 1.85 | 5.30 | 3.45 | | | | |
| 97 | 21 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.65 | 19.9 | 5.02 | 6.28 | 7.54 | 8.29 | 2.60 | 4.25 | 2.15 | | 606 | C | |
| | 22 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.25 | 26.0 | 2.69 | 3.07 | 4.23 | 4.8 | 5.75 | 8.30 | 2.55 | | | | |
| 98 | 23 | 0.35 | 0.45 | 0.65 | 0.85 | 18.1 | 1.93 | 2.48 | 3.59 | 4.69 | 0.0 | 5.20 | 5.20 | | | C | |
| | 24 | 0.35 | 0.4 | 0.5 | 0.65 | 12.8 | 2.73 | 3.12 | 3.9 | 5.07 | 0.50 | 4.6 | 4.10 | | | | |

29-03-73 - jeudi

TABLEAU 12 (suite)

SITE: 5 et 6 (suite)

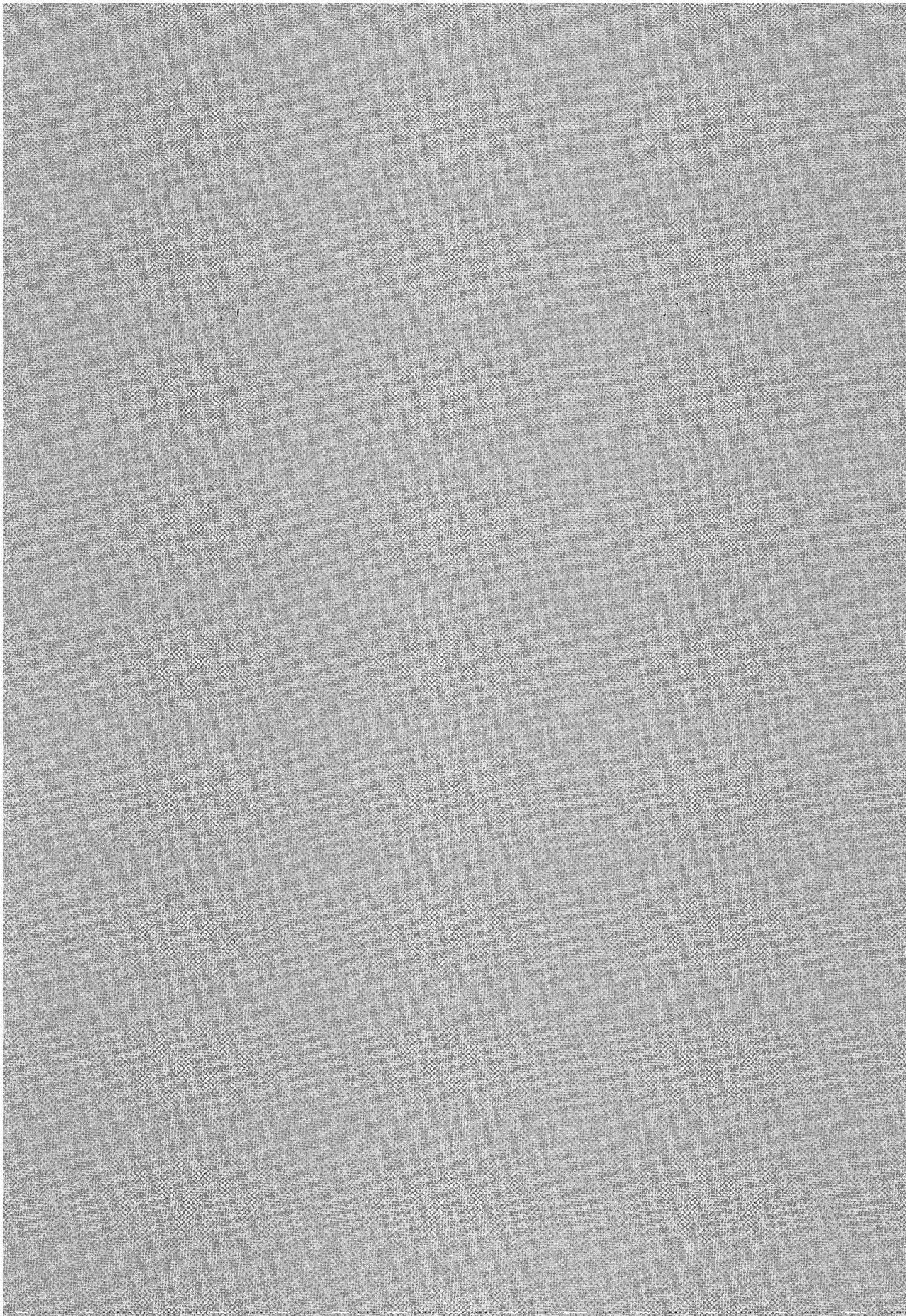
| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 99 | 25 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 18.0 | 2.77 | 3.33 | 4.44 | 5.0 | 1.30 | 4.65 | 3.35 | | | A | |
| | 26 | 0.4 | 0.5 | 0.75 | 0.8 | 18.0 | 2.22 | 2.77 | 4.16 | 4.47 | 1.70 | 5.40 | 3.70 | | | | |
| 100 | 27 | 1.0 | 1.4 | 1.5 | 1.8 | 20.4 | 4.87 | 6.83 | 7.31 | 8.78 | 7.35 | 10.60 | 3.25 | 607 | | B | |
| | 28 | 1.4 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 19.2 | 7.3 | 8.8 | 9.9 | 10.4 | 4.65 | 8.70 | 4.05 | | | | |
| 101 | 29 | 0.8 | 1.1 | 1.25 | 1.5 | 18.8 | 4.25 | 5.8 | 6.65 | 7.97 | 4.60 | 8.45 | 3.75 | 608 | | A | |
| | 30 | 0.95 | 1.2 | 1.3 | 1.55 | 18.0 | 5.27 | 6.66 | 7.22 | 8.61 | 3.85 | 7.80 | 3.95 | | | | |
| 102 | 31 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 18.1 | 2.21 | 3.31 | 4.42 | 5.52 | 1.00 | 4.55 | 2.45 | | | A | |
| | 32 | 0.4 | 0.55 | 0.75 | 0.9 | 20.0 | 2.0 | 2.75 | 3.75 | 4.5 | 1.05 | 5.55 | 4.50 | | | | |
| 103 | 33 | 0.5 | 0.8 | 1.05 | 1.3 | 19.8 | 2.52 | 4.04 | 5.3 | 6.56 | 1.95 | 7.00 | 5.05 | + 6.7 | 619 | A | Site 6 |
| | 34 | 0.6 | 0.85 | 1.1 | 1.4 | 19.2 | 3.12 | 4.43 | 4.73 | 7.29 | 1.50 | 6.55 | 5.05 | | | | |
| 104 | 35 | 0.9 | 1.2 | 1.45 | 1.55 | 17.5 | 5.14 | 6.86 | 8.28 | 8.86 | 5.50 | 9.25 | 3.25 | | | B | |
| | 36 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.6 | 17.6 | 5.68 | 7.10 | 8.52 | 9.09 | 5.00 | 8.95 | 3.95 | | | | |
| 105 | 37 | 0.65 | 0.85 | 1.1 | 1.3 | 18.0 | 3.61 | 4.72 | 6.11 | 7.22 | 0.75 | 6.00 | 5.25 | | | A | |
| | 38 | 0.35 | 0.55 | 0.75 | 1.0 | 16.3 | 2.15 | 3.37 | 4.6 | 6.13 | 2.35 | 7.20 | 4.85 | | | | |
| 106 | 39 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.05 | 18.9 | 6.88 | 7.93 | 9.52 | 10.85 | 6.20 | 10.40 | 4.20 | + 6 | | A | |
| | 40 | 1.15 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 18.1 | 6.35 | 8.28 | 9.39 | 10.49 | 5.50 | 10.75 | 5.25 | | | | |
| 107 | 41 | 1.55 | 1.8 | 2.0 | 2.15 | 18.1 | 8.56 | 9.94 | 11.05 | 11.88 | 7.45 | 11.85 | 3.40 | | | A | |
| | 42 | 1.6 | 1.85 | 2.1 | 2.25 | 19.2 | 8.33 | 9.63 | 10.94 | 11.72 | 7.65 | 12.10 | 4.45 | | | | |
| 108 | 43 | 1.55 | 1.75 | 2.0 | 2.1 | 16.0 | 9.68 | 10.94 | 12.5 | 13.12 | 8.25 | 12.10 | 3.85 | | | A | |
| | 44 | 1.6 | 1.75 | 1.95 | 2.05 | 17.2 | 9.3 | 10.0 | 11.33 | 11.92 | 9.00 | 13.10 | 4.20 | | | | |
| 109 | 45 | 1.05 | 1.35 | 1.5 | 1.7 | 18.1 | 5.8 | 7.46 | 8.28 | 9.39 | 4.65 | 8.60 | 3.95 | 626 | | A | avec aérosol |
| | 46 | 1.05 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 21.0 | 5.0 | 6.66 | 7.62 | 8.57 | 5.50 | 9.30 | 3.80 | | | | |

29-03-73 - jeudi

TABLEAU 12 (suite)

SITE: 5 et 6

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 110 | 47 | 2.05 | 2.35 | 2.5 | 2.75 | 20.2 | 10.15 | 11.63 | 12.38 | 13.6 | 5.25 | 8.85 | 3.60 | + 4.6 | 627 | A | |
| | 48 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.65 | 18.6 | 5.38 | 6.99 | 8.06 | 8.87 | 10.10 | 13.10 | 3.00 | | | A | |
| 111 | 1 | 1.25 | 1.45 | 1.6 | 1.85 | 19.6 | 6.37 | 7.39 | 8.16 | 9.43 | 7.40 | 11.55 | 4.15 | | | A | |
| | 2 | 1.9 | 2.05 | 2.25 | 2.5 | 21.6 | 8.8 | 9.5 | 10.4 | 11.57 | 5.25 | 9.35 | 4.10 | | | A | |



Etude sur la fonte et la congélation
diurne de neige dans le manteau nival

INRS-Eau
UNIVERSITE DU QUEBEC
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 38
1974

Rapport rédigé pour
INRS-Eau

par
E.J. Langham, W. Sochanska

ISBN 2-89146-018-9

DEPOT LEGAL 1974

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1974 - Institut national de la recherche scientifique

RESUME

Nous avons observé le transfert de l'eau de fonte dans les manteaux nivaux contenant des couches de glace, en utilisant les cristaux de glace colorés. Les expériences ont été faites sur des manteaux nivaux possédant des pentes différentes. En même temps nous avons mesuré le contenu d'eau.

Les couches de glace horizontales ou concaves peuvent amasser l'eau de fonte en augmentant de cette façon la capacité de la neige à emmagasiner l'eau. Les couches de glace horizontales ainsi que les couches inclinées détournent le flux d'eau de fonte en augmentant considérablement le temps de passage de l'eau à travers la glace.

Langham, E.J. et Sochanska, W. (1974). Etude sur la fonte et la congélation diurne de neige dans le manteau nival. Québec, INRS-Eau, Rapport technique no 38, 31 p., 1 annexe.

ABSTRACT

The flow of melt-water in snowpacks containing ice layers has been observed using coloured ice crystals. Experiments were conducted on snowpacks of various slopes and water content measurements were made.

Horizontal or concave ice layers can impound melt-water thus increasing the capacity of the snow to store water. Both horizontal and sloping ice layers divert the flow of melt-water and thus considerably increase the time of passage of the water through the snow.

Langham, E.J. et Sochanska, W. (1974). Etude sur la fonte et la congélation diurne de neige dans le manteau nival. Québec, INRS-Eau, Rapport Technique no 38, 31 p., 1 annexe.

CONTENU

| | |
|--|----|
| Résumé | ii |
| 1. Introduction | 1 |
| 2. Région étudiée | 2 |
| 3. Technique expérimentale | 2 |
| a) Préparation des carottes de cristaux colorés de la glace | 4 |
| b) Préparation du terrain pour les expériences | 5 |
| c) Coupage de la neige en sections verticales | 5 |
| d) Centrifugation | 5 |
| 4. Observation de l'eau fondue sur la surface de la neige | 12 |
| 5. Les sites des expériences | 12 |
| 5.a Calendrier des expériences et résultats | 13 |
| 5.b Observations | 14 |
| 6. Méthode mesure du taux de l'eau de fonte avec un pluviographe | 21 |
| 6.a Description des expériences | 21 |
| 6.b Résultats et interprétation | 26 |
| 7. Conclusion | 29 |
| Bibliographie | 31 |
| Annexe | A1 |

1. INTRODUCTION

Le présent rapport décrit les observations de l'eau libre dans la neige qui ont été faites entre le 9 et le 29 mars 1973 sur le terrain du Complexe Scientifique à Québec. La variation diurne du contenu de l'eau libre a été mesurée dans quelques couches de neige pendant la période de fonte.

La fonte du manteau nival peut être considérée comme la libération de l'eau emmagasinée, où le taux de libération est incontrôlé ainsi qu'incertain. Dans le but de réduire cette incertitude, les modèles hydrologiques, utilisés pour calculer les écoulements des rivières, incluent l'eau provenant de la fonte de neige. De tels modèles comportent quand même des difficultés en ce qui concerne une bonne estimation du taux d'écoulement.

Le taux avec lequel l'eau de fonte apparaît dans les rivières, est déterminé non seulement par le taux de fonte, mais aussi par le temps nécessaire pour les atteindre. La simulation de ce processus est en général semblable à celle de la pluie tombant sur la terre; c'est-à-dire, on ne tient pas compte du tout, ou presque, du rôle joué par le stock de neige lui-même. En réalité, les retards dans le transfert d'eau de fonte à travers la neige ont des effets importants sur la dépendance entre la fonte de neige et l'écoulement.

L'écoulement de l'eau de fonte à travers la neige dépend de la mésostructure ainsi que de la microstructure du stock de neige. Chacun de ces facteurs est très variable et il est certain que la part de difficulté dans l'utilisation du modèle hydrologique doit être attribuée à la variabilité conséquence de cet effet "retardant".

L'importance relative de cette caractéristique structurale dépend beaucoup de la structure du stock de neige. Un stock de neige profond, montagneux ou sub-artique peut être relativement homogène dans sa

mésosstructure de sorte qu'un modèle du médium poreux tel que décrit par Colbeck (1971) peut être approprié.

D'autre part, dans la région où la température en hiver, monte assez fréquemment aux environs de 0°C , la pluie verglassante, la fonte et le regel diurne et d'autres raisons peuvent produire un stock de neige de plusieurs couches qui, dépendant de leurs propriétés, peuvent être plus importantes que la microstructure dans le contrôle de l'écoulement de l'eau de fonte. Ceci est particulièrement important dans des stocks de neige peu profonds où le retard dû à l'écoulement capillaire à travers la neige poreuse est moins important.

Le but du travail décrit ci-dessus consiste à étudier l'effet de la structure stratifiée sur la distribution et l'écoulement de l'eau dans le stock de neige.

2. REGION ETUDIEE

La région où nous avons fait les expériences est montrée sur la Figure 1. Les sites dans lesquels nous avons installé nos appareils de mesure se trouvent dans le terrain boisé. En automne 1972, il nous a fallu choisir les endroits pour les prochaines expériences en hiver. Nous avons choisi six sites, où nous avons ramassé les branches cassées et nous avons fait des marques rouges sur les arbres dans le voisinage de ces sites. Ensuite, nous avons pris des photos de tous ces terrains.

3. TECHNIQUE EXPERIMENTALE

Les résultats ont été obtenus par trois méthodes expérimentales développées précédemment pour ce genre d'étude. Une première technique est celle du colorant pour tracer les écoulements dans la neige. Durant la période de fonte de la neige, nous introduisons de façon continu, le colorant sous forme de cristaux de glace colorés. Ces cristaux sont placés dans le stock de neige à une profondeur où les effets

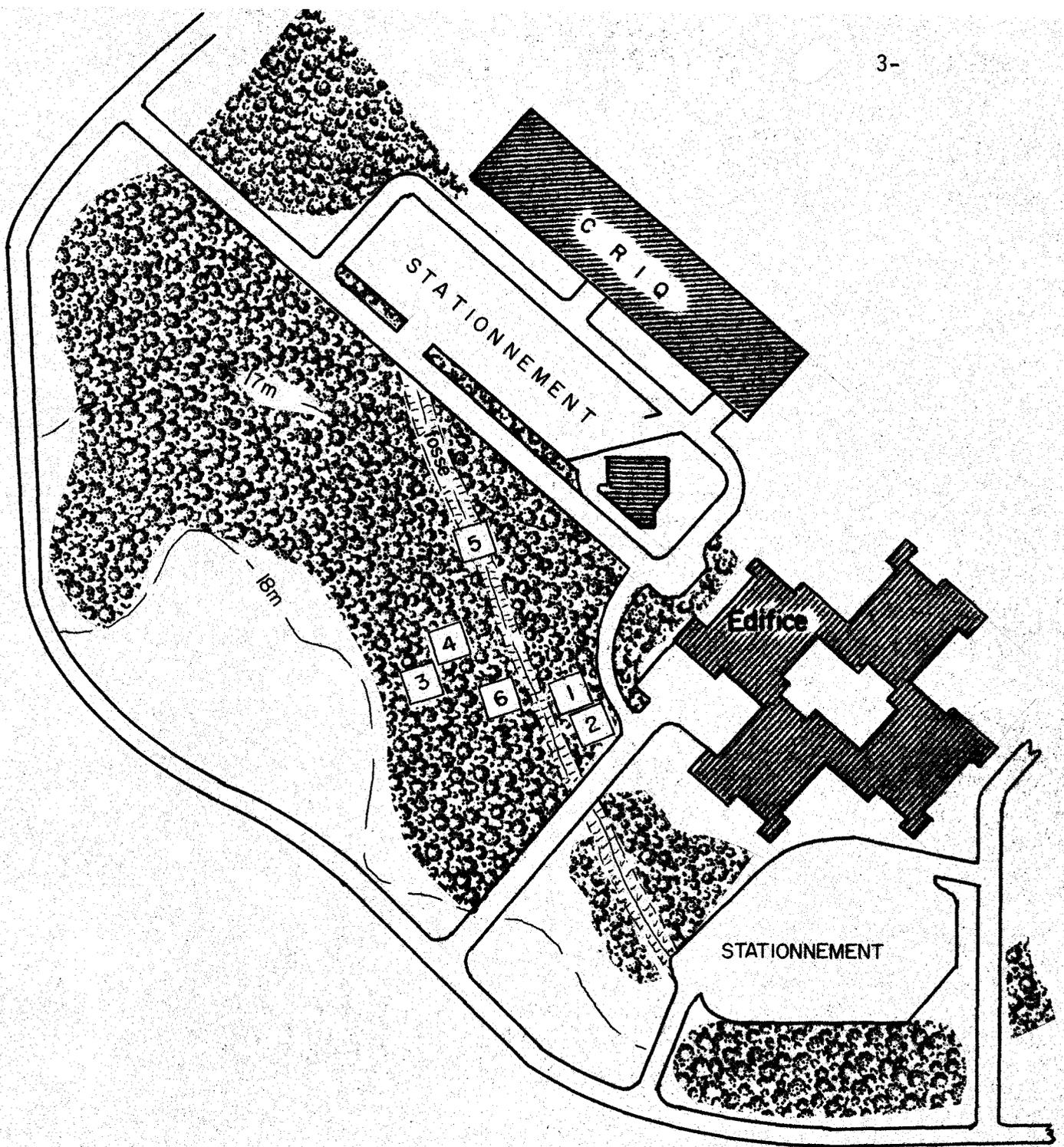


FIGURE 1 . Placement des sites expérimentaux sur le terrain du Complexe Scientifique .

de rayonnement sont assez faibles: soit quelques pouces en-dessus de la surface. Le colorant que nous utilisons s'appelle "Basic Fuschin". Le contenu molaire de l'eau de fonte colorée à une valeur entre 10^{-3} et 10^{-5} de sorte que son effet sur la température d'équilibre glace/eau est inférieure à 0.001°C . La fonte supplémentaire produite par sa présence ne dépasse pas 6×10^{-6} par une unité de masse de glace, ce qui représente une contribution négligeable à la masse totale de l'eau dans le stock de neige.

La deuxième technique expérimentale permet de mesurer le contenu d'eau dans la neige. Si la température de l'air est au-dessus du point de congélation, la neige fond au cours de la centrifugation, et les résultats expérimentaux représentent le vrai contenu d'eau. On peut, quand même, tenir compte de cet effet en faisant une série de centrifugations consécutives et en traçant un graphique de mesures consécutives de l'eau extraite. Le graphique résultant est linéaire et il peut être extrapolé en arrière au moment précédent la centrifugation.

La troisième méthode utilise un grand entonnoir qui est placé dans le stock de neige. L'eau libre ramassée par l'entonnoir est enregistrée par un pluviographe.

3.a Préparation des carottes de cristaux colorés de la glace

Dans ce but, il a fallu préparer une solution de Fuschin Basic égale à 0.1% du poids de l'eau déminéralisée. On l'a fait congeler très rapidement à l'aide de la glace sèche (CO_2). La vitesse de congélation est très importante afin de produire la glace colorée de façon uniforme. La glace colorée a été ensuite brisée en de petits morceaux, de grandeur comparable à celle des granules de neige. Les cristaux ainsi préparés ont été placés à l'intérieur des tuyaux en plastique, de diamètre de 2 cm et long de 1.25 m. Ces tuyaux ont été gardés dans le congélateur jusqu'à ce qu'on souhaite les installer dans le stock de neige.

3.b Préparation du terrain pour les expériences

A la place choisie pour l'étude, on a creusé un trou dans la neige. La paroi de ce trou a été percée horizontalement avec un long tuyau vide semblable à ceux qui contenaient les cristaux colorés. A l'intérieur de l'orifice ainsi créé, nous avons inséré une carotte contenant des cristaux colorés de glace. A l'aide d'une tige en bois placée à l'intérieur de la carotte, on a soutenu ensuite les cristaux colorés, en tirant en même temps le tuyau extérieur de la carotte. De cette façon, on a laissé les cristaux colorés de la glace à l'intérieur de l'orifice en contact direct avec la neige. La figure 2 montre la situation après que les tiges de cristaux de glace colorés ont été placés.

3.c Coupage de la neige en sections verticales

Après quelques jours au cours desquels il y avait eu écoulement d'eau de fonte, nous sommes revenus au même endroit où les carottes avaient été insérées pour faire les expériences (Figure 3). Pour obtenir le plus grand nombre possible de détails sans déformer les images d'écoulements, il est nécessaire de faire le coupage vertical le plus soigneusement possible. Dans ce but, nous avons utilisé une scie à chaîne avec une lame de 16" de longueur. Cette technique est très bonne, surtout quand il y a plusieurs couches de glace à couper, ou quand les couches de glace sont épaisses.

Dans l'alternative où nous voulions observer des granules de neige ou des granules de glace, il nous a fallu couper certaines sections avec une plus grande précision. Pour ce faire, nous avons utilisé un fil en métal chauffé par le courant électrique (Figure 4).

3.d Centrifugation

Pour séparer l'eau de la neige, nous avons utilisé une simple centrifugeuse manuelle (Figure 5). Les échantillons de la neige ont été

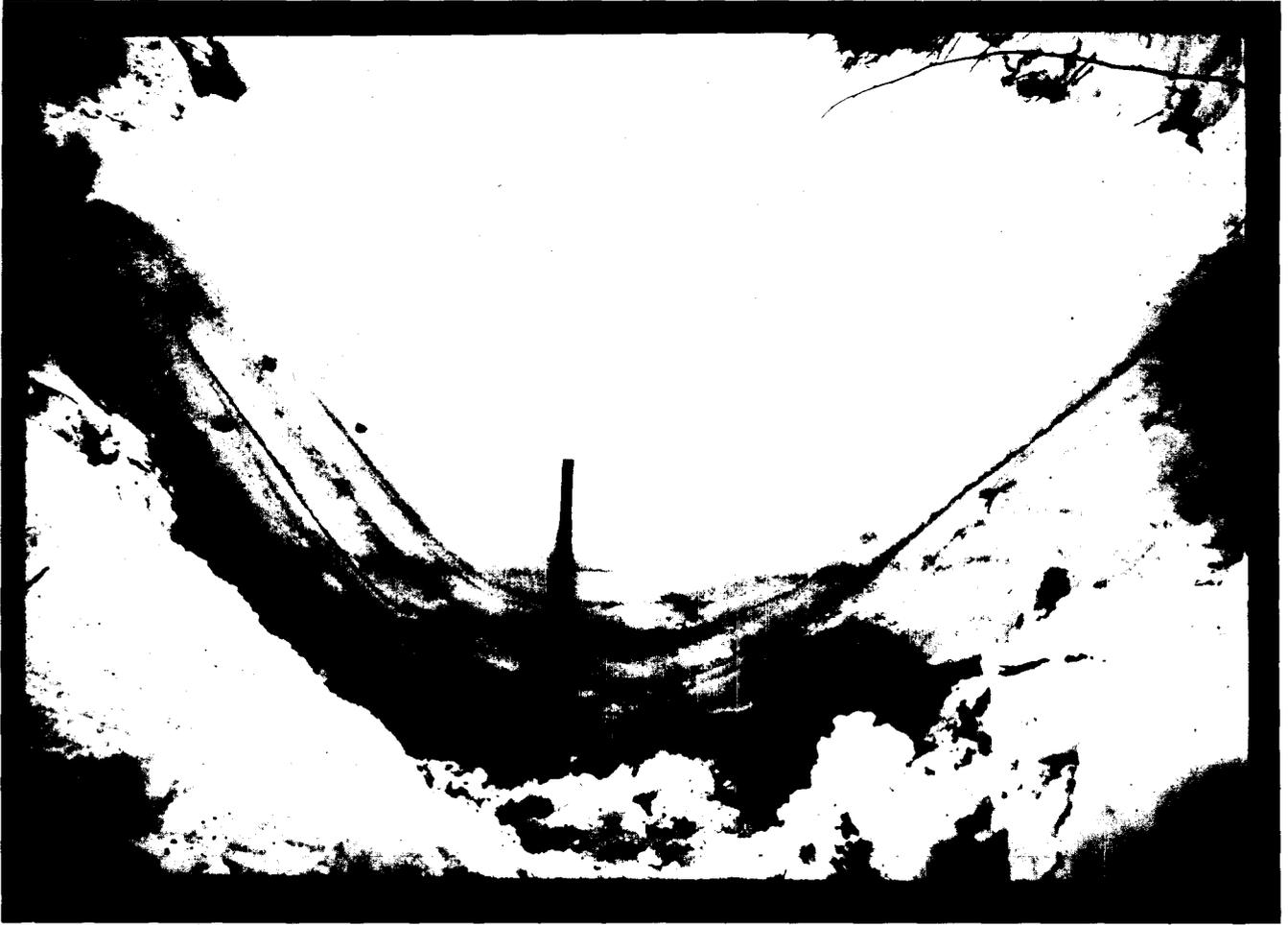


FIGURE 2. Le Site No. 5 après placement des tiges avec cristaux colorés.



FIGURE 3. Le site No. 5 quelques jours plus tard.

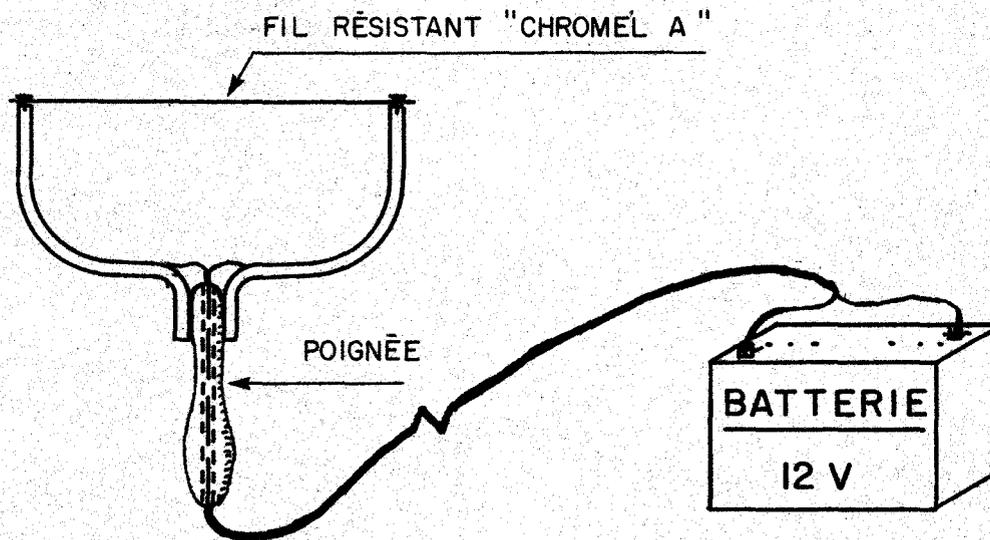


FIGURE 4 . L'appareil au métal chauffé par le courant électrique pour couper la neige .

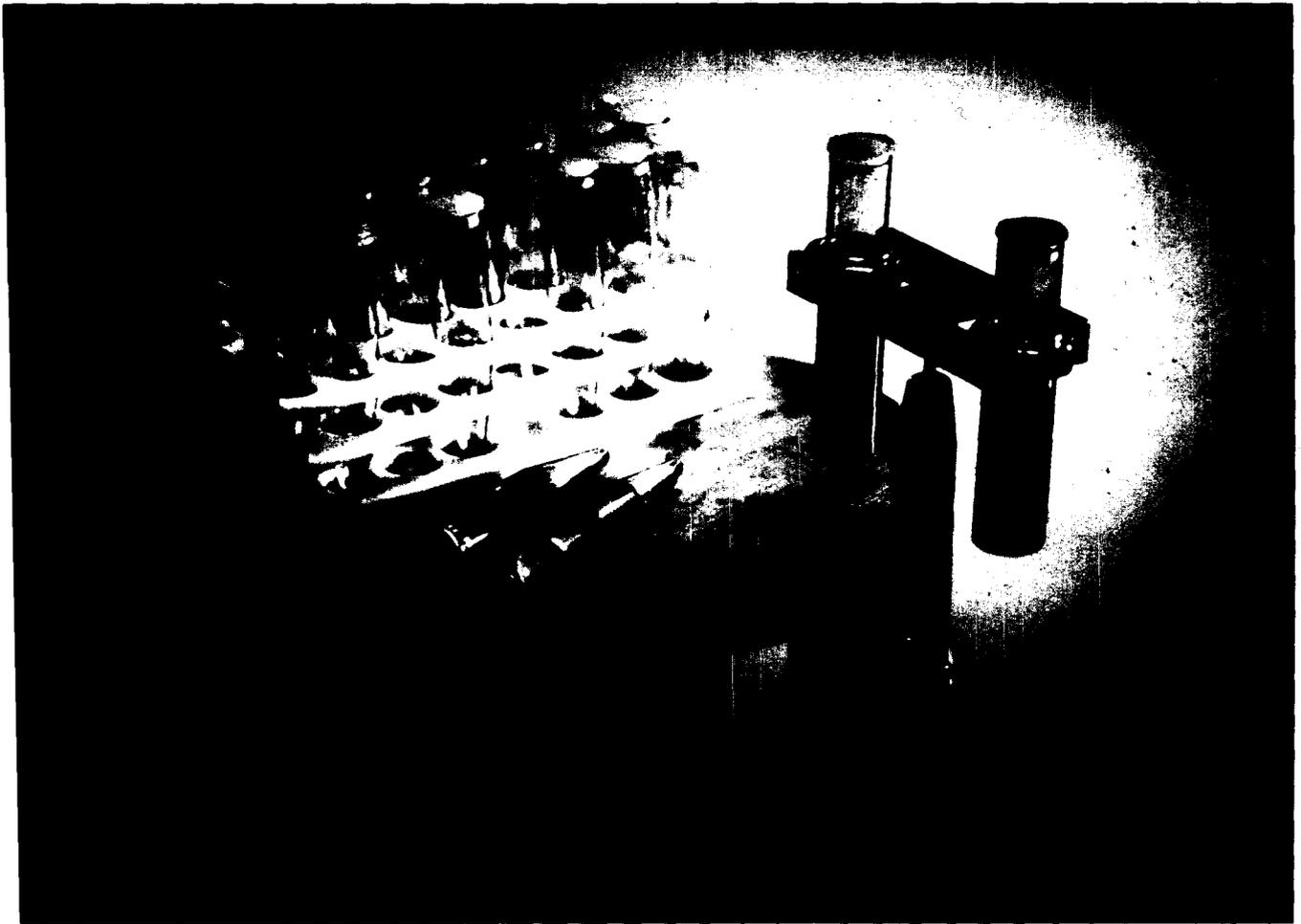


FIGURE 5. Centrifugeuse manuelle.

pris à l'aide d'une éprouvette; on a placé un filet en métal pour créer un espace libre permettant de recevoir l'eau séparée par centrifugation. L'éprouvette contenant la neige dans la partie supérieure a été placée dans le tuyau de la centrifugeuse. Après trente tours, on a mesuré le volume d'eau amassé dans l'éprouvette. Plusieurs détails concernant cette méthode ont été décrits par E.J. Langham (5).

La mesure du contenu de l'eau libre dans la neige avec la centrifuge comporte deux sortes principales d'erreurs; la première étant l'augmentation du contenu de l'eau libre dans un échantillon due à la fonte de neige pendant la centrifugation, la deuxième étant liée à la rétention de l'eau par des particules de neige due à la tension superficielle. La première source d'erreur est partiellement liée au transfert de chaleur par des éprouvettes en métal dans des circonstances où la température d'air est au-dessus de 0°C. Cet effet peut être diminué par refroidissement de l'éprouvette avant l'usage.

On génère une accélération moyenne d'environ 100g dans l'échantillon et sous ces conditions nous avons trouvé que l'eau liquide sort de l'échantillon à 95% dans le premier tour et, pour tout but pratique elle est extraite au complet avant la fin du dernier tour. Nous avons poursuivi la centrifugation au moins trois fois (trois tours) pour le même échantillon ce qui assure donc que l'eau qui continue de s'écouler n'est que l'eau fondue dans le centrifuge. Le contenu d'eau a été déterminé en faisant une extrapolation linéaire du graphique obtenue à partir de telles mesures. La Figure 6 montre cette façon d'interprétation des données.

Nous avons classifié les résultats de centrifugation en trois catégories dépendamment de la précision de mesures. La catégorie "A" comprend des mesures dont le graphique semblable à celui dans la Figure 6 montre une linéarité presque idéale (la pente relative déterminée avec la précision approx. 5%). La catégorie "B" correspond à la précision d'environ 15% dans la détermination à la pente, tandis que

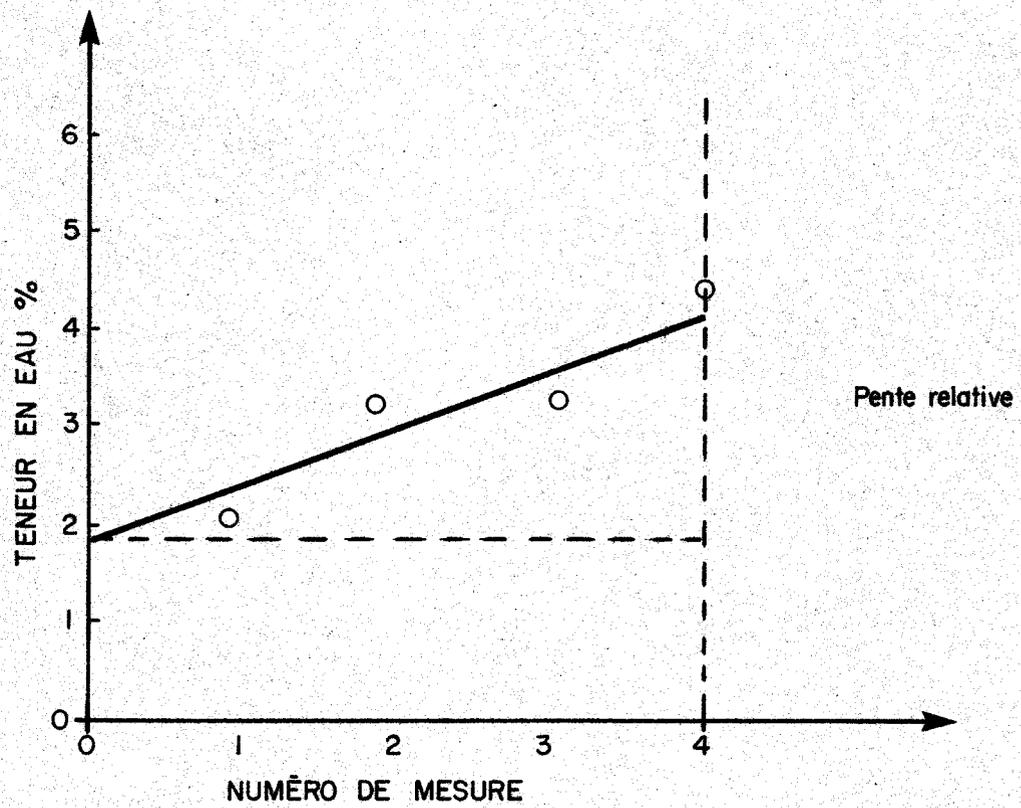


FIG 6 . Détermination graphique de teneur en eau

la catégorie "C" a été assignée aux résultats avec une dispersion considérable de mesures, où la précision dans la détermination de pente dépassait 30% ou plus.

4. OBSERVATION DE L'EAU FONDUE SUR LA SURFACE DE LA NEIGE

Pour étudier l'écoulement de l'eau dans le stock de neige en utilisant ces sources de colorant, on coupe des tranches verticales dans la neige et ensuite prises un séquence des photos de surface observé. Dans les conditions de non-saturation, ces surfaces libres verticales n'ont aucun effet sur le régime d'écoulement. Parfois il y a les zones de saturation dans la neige, surtout quand il y a les couches de glace qui empêchent la descente des eaux de fonte. Dans ce cas, il y a un gaspillage de l'eau de fonte sur la surface verticale car les eaux ne sont plus tenues dans la matrice poreuse par les forces capillaires. Dans ce cas, il faut que les photos soient prises aussitôt que possible après la coupe verticale, autrement les traces de colorant sont plutôt représentatives de l'écoulement sur la surface que de l'écoulement à l'intérieur du stock de neige.

5. LES SITES DES EXPERIENCES

On a utilisé six sites pour ces expériences. Ils ont été choisis de la façon à obtenir toute une variété de conditions d'écoulement. La neige avait une complexe structure stratifiée sur chacun de ces sites. On pouvait distinguer des couches ayant les caractéristiques suivantes:

- 1) La neige poreuse plus ou moins cohérente dépendamment de la température et de l'humidité.
- 2) Des couches imperméables de la glace dues à la pluie verglaçante. Occasionnellement, quand une partie de la pluie a décollé en-dessus de la surface imperméable, des lentilles en glace se sont formées jusqu'à un pouce ou plus d'épaisseur.

- 3) Des couches minces de la glace situées généralement très près l'une en-dessus de l'autre formant des bandes (en couches multiples) d'un pouce ou plus d'épaisseur.

Les sites ont été choisis de telle façon pour que ces couches soient horizontales, ayant de petites pentes ou des pentes considérables. Environ trente tiges de cristaux colorés ont été placés sur ces sites et on a pris quelques centaines d'échantillons pour centrifugation.

Afin de prendre des échantillons, on a fait des coupures verticales perpendiculairement aux sources linéaires de l'eau de fonte colorée.

Si la température de l'ambiance est différente de 0°C , on observe une fonte ou une congélation sur les surfaces verticales exposées. Pour éviter des mesures errantes dues à cet effet, on a été obligé de couper à la distance d'environ de six pouces de la vieille surface avant de prendre des échantillons.

5.a Calendrier des expériences et résultats

Dans le Tableau 1 nous avons ramassé les dates de toutes les expériences de chaque site, les dates d'installation de tiges avec cristaux colorés, le nombre de tranches consécutives, le nombre de tranches faites à chaque jour et les numéros des échantillons. Nous avons mis dans les Tableaux 2 à 11 les résultats de chaque jour, et leur détermination selon la Figure 6.

Nous avons montré dans une forme graphique de la Figure 7 à la Figure 10 et de la Figure 15 à la Figure 21, les mêmes résultats où nous faisons des comparaisons entre la teneur en eau versus la longueur du site et versus l'épaisseur de stock de neige. Nous avons placé en annexe les Tableaux comme les Figures 15 à 21.

Nous avons fait des expériences dans les sites où les couches de

galce ont différentes pentes. Dans les sites 1, 2, 4 et 6, les couches de glace ont été presque horizontales (Figures 7, 8, 15, 18, 19, 21); dans le site 3 (Figures 16, 17) les couches de glace ont de petites pentes, tandis que dans le site 5 (Figures 2, 3, 9, 10) la pente est assez grande.

5.b Observations

L'eau de fonte passe à travers la neige poreuse en ne subissant qu'une dispersion hydrodynamique à l'échelle des cristaux et ne faisant que des petits méandres de quelques centimètres. En arrivant sur une couche imperméable de glace, l'eau s'accumule en saturant la neige qui se trouve directement au-dessus de cette couche. Quand on fait une coupe à travers le stock de neige, l'eau n'est pas retenue par la suction capillaire et pendant quelques minutes elle s'écoule le long de la surface verticale exposée.

La bande de couches de glace paraît avoir une perméabilité variable et l'eau de fonte, en les passant, utilise plusieurs escaliers latéraux.

Sous des conditions statiques, le contenu d'eau dans le stock de neige homogène dépend de la hauteur de celui-ci au-dessus de la neige saturée et des propriétés granuleuses de la neige. Au cours de la fonte continue, l'écoulement de l'eau de fonte a une distribution verticale différente, car le taux d'écoulement est fonction du contenu d'eau.

Sous des conditions printannières, la fonte est souvent intermittente, ce qui produit des conditions de fonte compliquées et non-équilibrées à l'intérieur du stock de neige.

Etant attendu que la distribution d'eau est liée à la structure de la neige, les mesures de la teneur en eau ont été faites dans le but de déterminer une telle relation. En général, les échantillons ont été pris

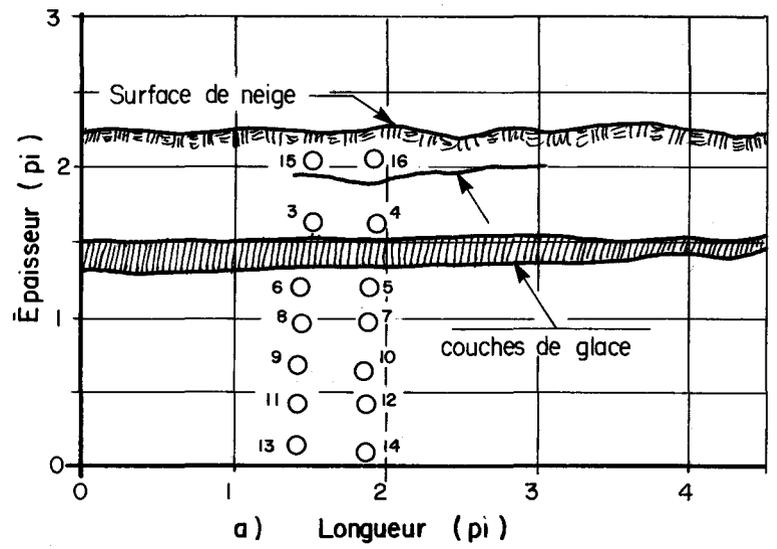
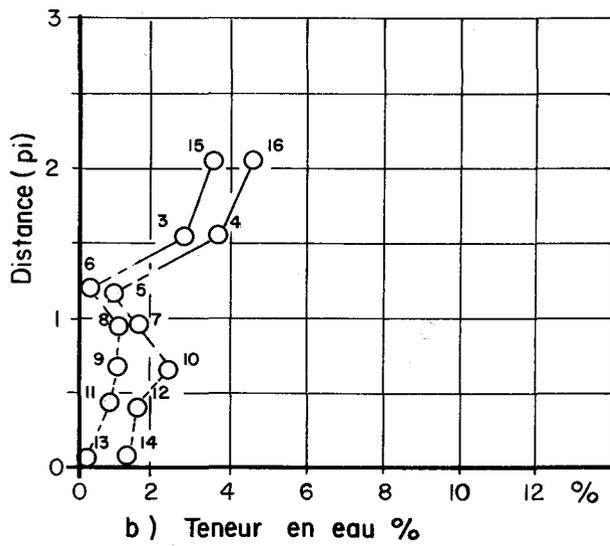


FIGURE 7. Site No 2 le 25/03/73. Les échantillons No. 57 à 63.

Comparaison de teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b).

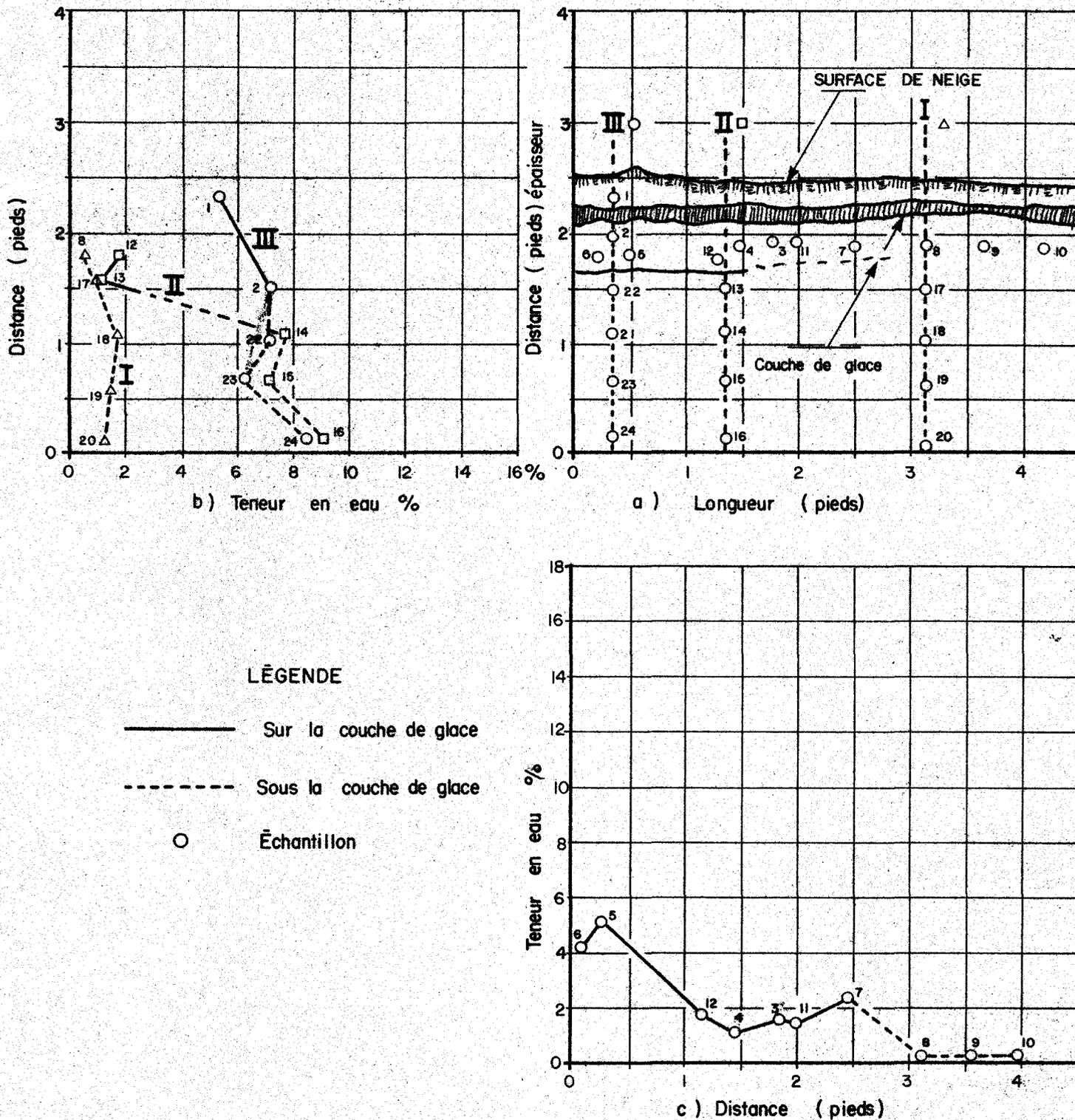


FIGURE 8. Site No. 6, le 28/03/73. Les échantillons No. 76 à 87.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

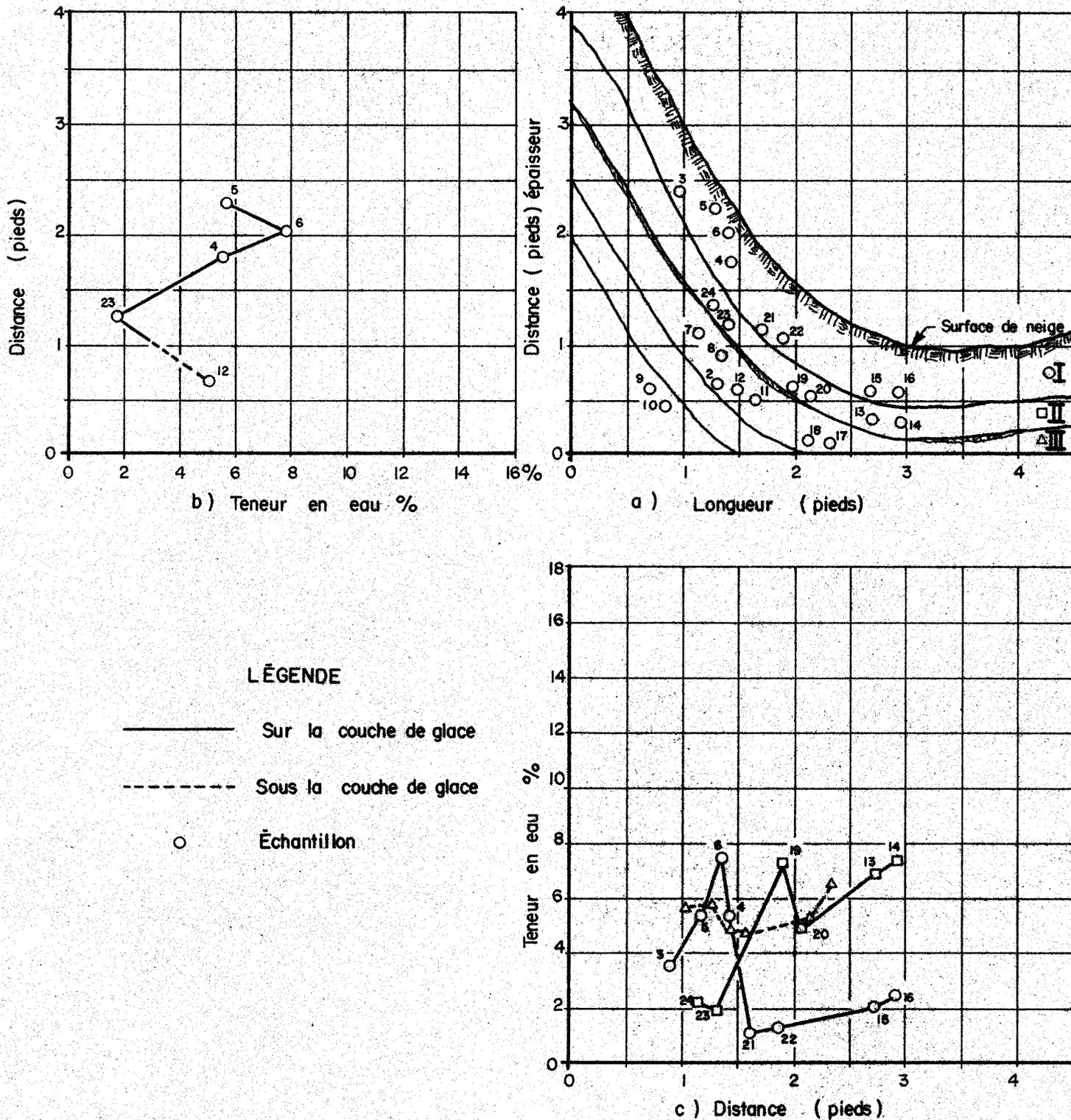


FIGURE 9. Site No. 5, le 26/03/73. Les échantillons No. 64 à 75.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

le long de profils verticaux et le long de couches de glace. Comme exemple, la Figure 7 montre un profil vertical coupant deux couches de glace à la proximité de la surface. Les échantillons pris deux à deux donnent des résultats presque identiques. Tous les deux montrent un profil dans lequel la teneur en eau au-dessus de chacune des couches de glace est beaucoup plus élevée que la teneur en eau au-dessous de chacune des couches de glace.

A première vue, il est plutôt surprenant qu'il y ait tant d'eau entre deux couches de glace. Or, la neige dans cette région ne se trouve qu'à quelques pouces au-dessous de la surface où l'absorption de radiation est importante.

La Figure 8 montre aussi une section horizontale entre deux couches de glace, mais dans ce cas particulier, la couche inférieure disparaît du côté droit. Dans la région où la couche inférieure est absente, la teneur en eau est très peu élevée car l'eau a pu s'écouler vers le bas.

La teneur en eau augmente le long de la couche de glace vers la gauche. Les fluctuations locales superposées sont dues, d'une part, aux effets de la pénétration de la radiation et, d'autre part, aux fluctuations minuscules dans le niveau de la couche inférieure de la glace qui produit un drainage.

L'augmentation générale de la teneur en eau le long de la couche de glace est due à la rétention dynamique de l'eau de fonte (Langham (4)).

La Figure 9 montre l'effet de couches de glace ayant une grande pente. La Figure 10 montre le même site, mais 3 jours plus tard. Pour discuter des résultats, prenons la Figure 10. L'écoulement dans la couche de neige A se fait le long de la couche de glace III. L'écoulement suit cette couche sur une courte distance avant de trouver un passage

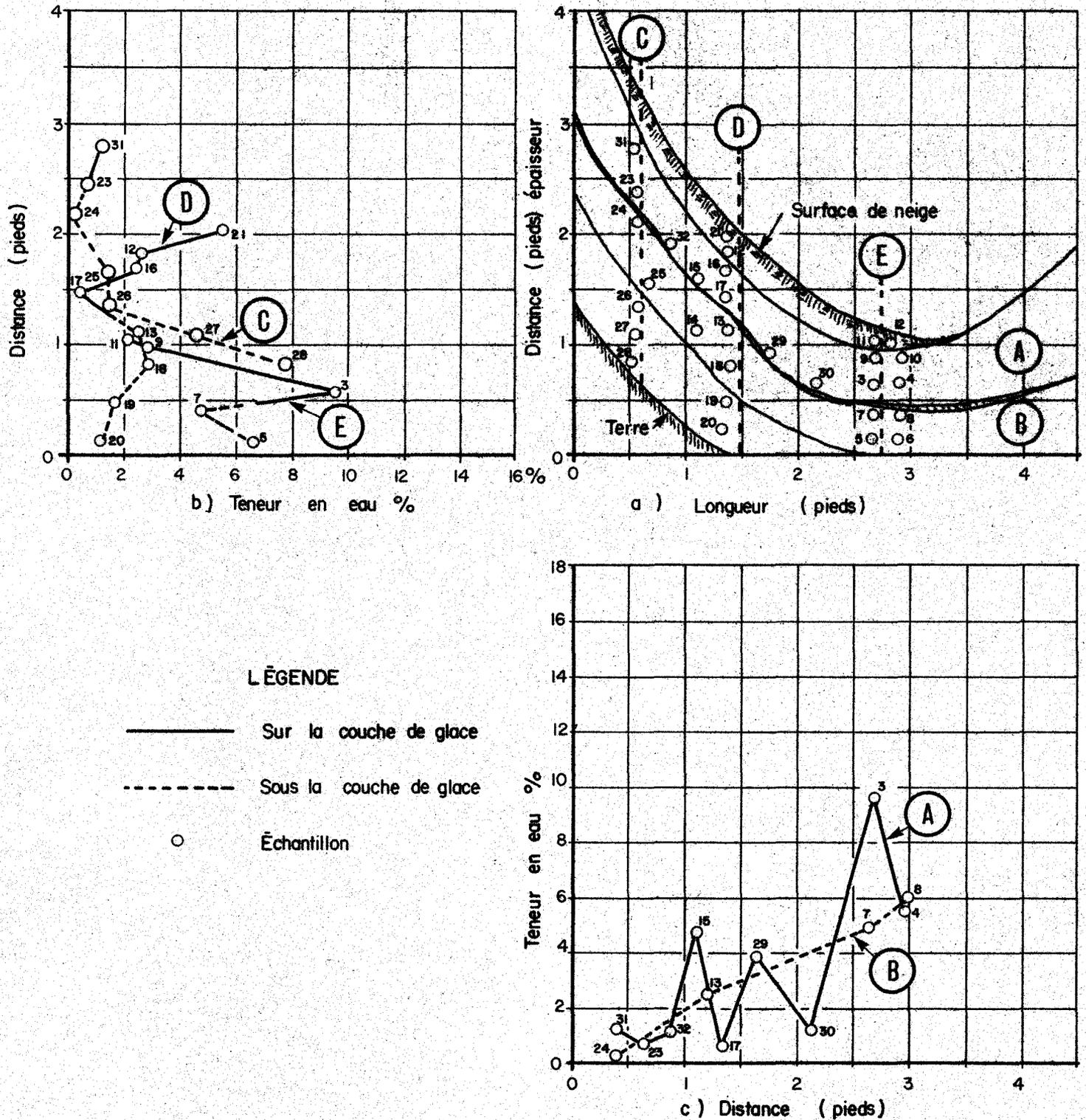


FIGURE 10. Site No. 5 le 29/03/73. Les échantillons No 28 à 102.
 Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

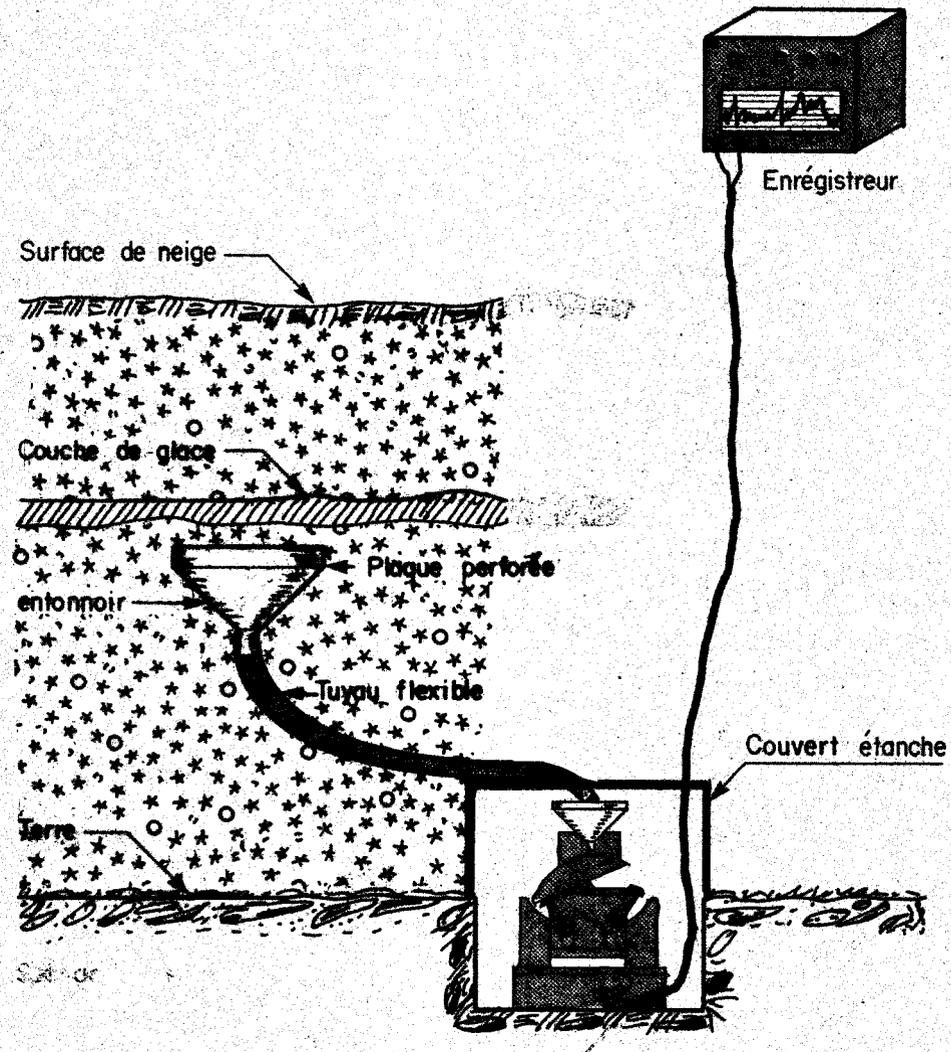


FIGURE 11. Entonnoir pour ramasser de l'eau libre qui descend verticalement.

à travers au point 23. L'écoulement se fait ensuite au-dessus d'une bande de couches minces de glace (III) à travers une couche de neige (B). La couche de glace III paraît être relativement imperméable parce que la teneur en eau au-dessus de cette couche augmente constamment, tandis qu'au-dessous (courbe A) la teneur en eau est assez variable. Il semble, qu'il y ait aussi apport d'eau supplémentaire venant de la bande des couches de glace I, ce qui a pour effet de faire varier la teneur en eau dans la couche de neige A, telle qu'indiquée par les pointes 15, 29 et 3.

6. METHODE MESURE DU TAUX DE L'EAU DE FONTE AVEC UN PLUVIOGRAPHE

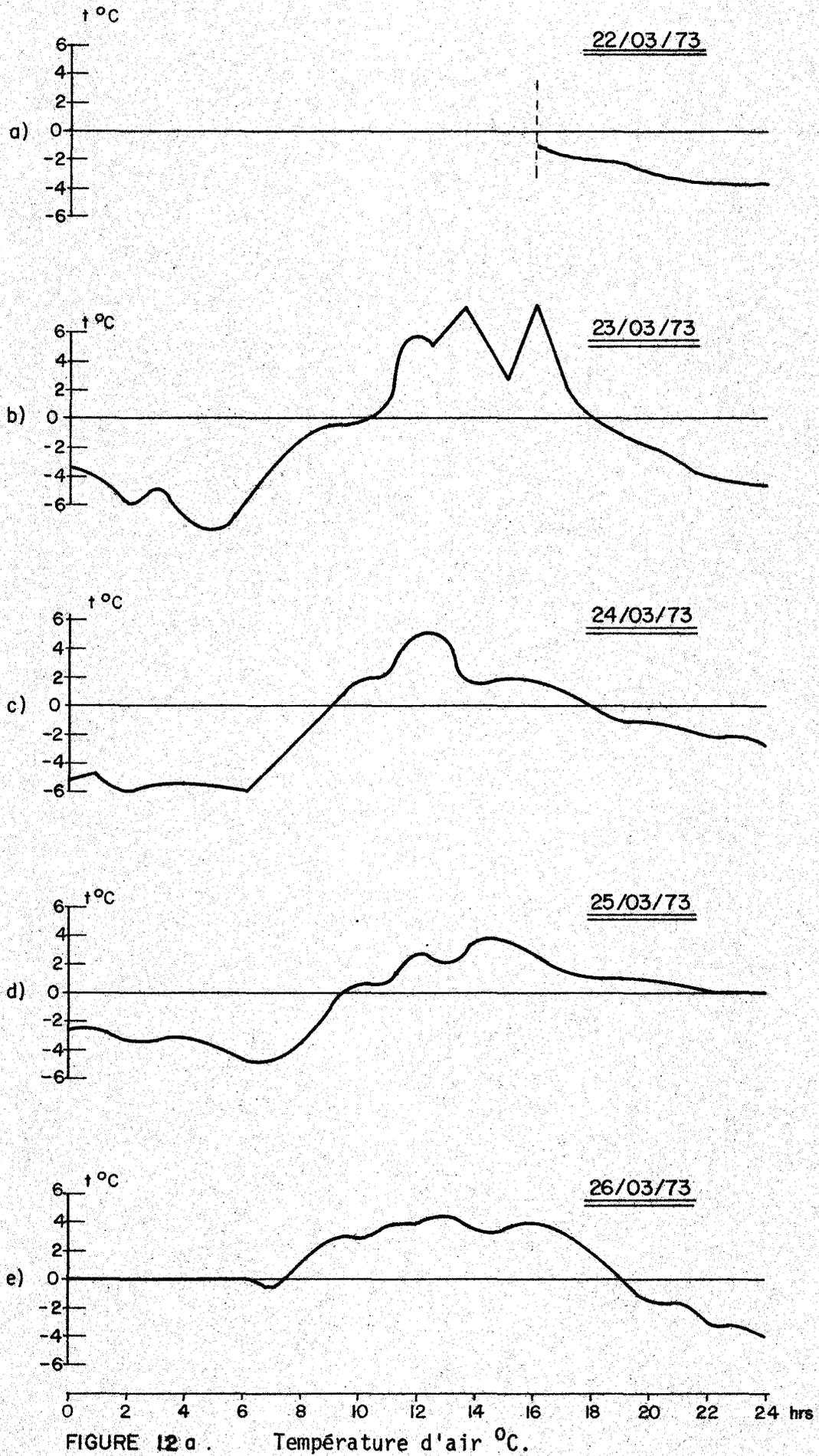
Après les expériences avec l'eau colorée et avec la centrifugation nous pouvons commencer au deuxième site, à faire des essais selon une troisième méthode. Cette méthode utilise un entonnoir avec un tamis. A la sortie de l'entonnoir, nous avons attaché un tuyau en tygon dont la deuxième extrémité était jointe au pluviographe. La Figure 11 montre la disposition de l'entonnoir et du pluviographe.

Cette méthode a été conçue pour ramasser l'eau libre dans la percolation verticale et ainsi permettre de prendre les mesures de quantité de l'eau en fonction du temps. En même temps, on enregistre la température comme il est montré sur la Figure 12. L'eau de fonte descend dans le stock de neige et les couches de glace forment des ondes diurnales dont les caractéristiques dépendent de la température de l'air.

La circulation de l'eau de fonte dépend des variations de température, de la densité du stock de neige, de la grosseur des cristaux et de la quantité et de l'épaisseur des couches de glace.

6.a Description des expériences

Nous avons utilisé au cours de notre expérience, un entonnoir en porcelaine de 20 cm de diamètre et 7 cm de hauteur (Figure 11). A



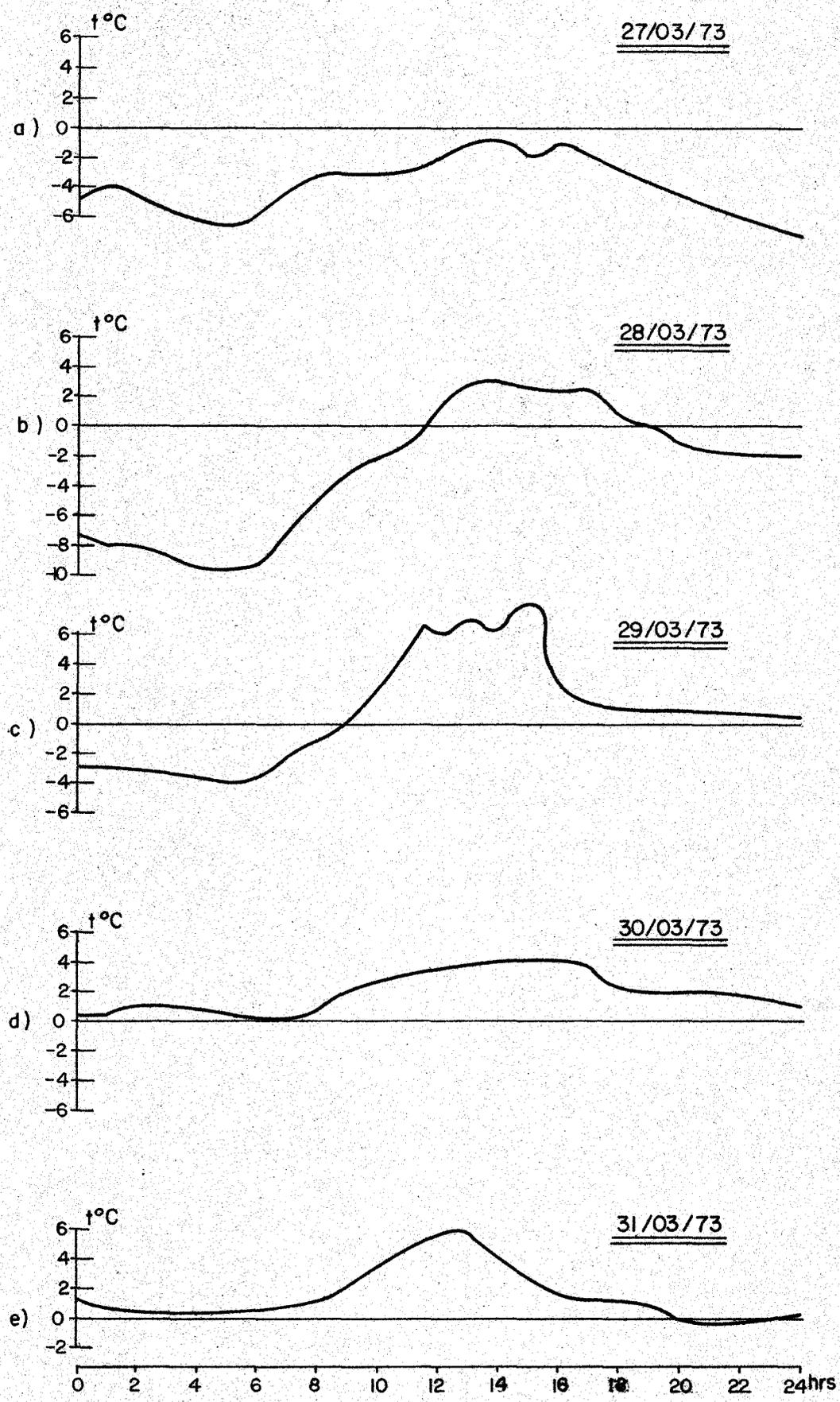


FIGURE 12 b Température d'air °C.

La hauteur du goulot d'étranglement se trouve une plaque perforée attachée de façon permanente. A la sortie de l'entonnoir, on a attaché un tuyau en tygon de 15 mm. de diamètre et 70 cm de longueur. Le tuyau a été placé horizontalement dans le manteau nival de neige. La sortie du tuyau a été jointe directement au pluviographe. L'entonnoir a été placé du côté sud du site 2 dans une profondeur de 20 cm. en-dessous d'une couche de glace d'environ 5 mm. d'épaisseur. On a fait une niche horizontale dans la paroi de neige de 60 cm. de profondeur. On a poussé l'entonnoir dans la direction horizontale jusqu'au bout de la niche et ensuite un peu verticalement vers le haut afin de laisser entrer la neige à l'intérieur de l'entonnoir. L'espace libre en-dessous de l'entonnoir ainsi que la niche ont ensuite été remplis par la neige pour éliminer les influences extérieures qui pourraient provoquer une fonte locale de neige. L'eau de fonte, descendait par un tuyau en plastique vers l'intérieur du pluviographe. Ce dernier a été couvert avec un sac de plastique qui l'a protégé contre les précipitations atmosphériques.

La façon d'installer l'entonnoir telle que décrite ci-dessus fait introduire le minimum possible de perturbation de la neige dans laquelle on étudie l'écoulement d'eau. L'utilisation de la paroi ombragée du côté sud a réduit le nombre de complications possibles reliées à la radiation solaire.

L'observation de l'épaisseur de la couche de glace qui s'est formée sous l'effet de la variation diurnale de la température a démontré que la radiation solaire directe n'a pu pénétrer assez profondément pour affecter la neige autour de l'entonnoir. L'entonnoir a été installé le 17 mars alors que le thermographe n'a été mis en marche que le 22 mars. La Figure 12 montre l'enregistrement de la température pour la période du 22 au 31 mars. En conséquence, il nous manque des mesures de température pour la période du 17 au 22 mars. On a poursuivi les expériences jusqu'au 31 mars, date à laquelle l'épaisseur du stock de neige était insuffisante pour continuer ce genre de mesures.

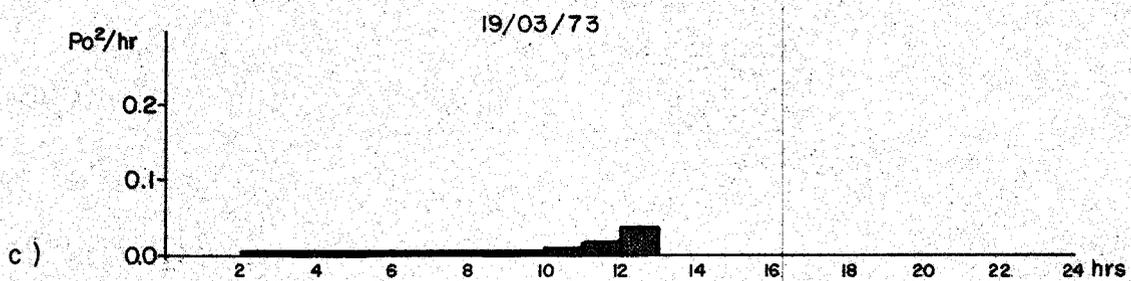
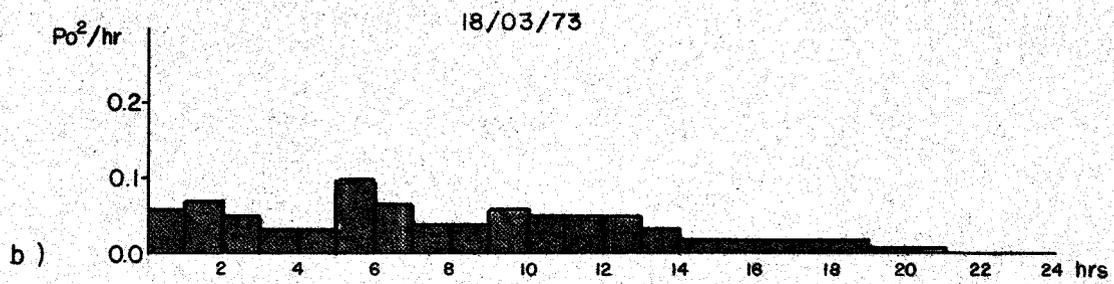
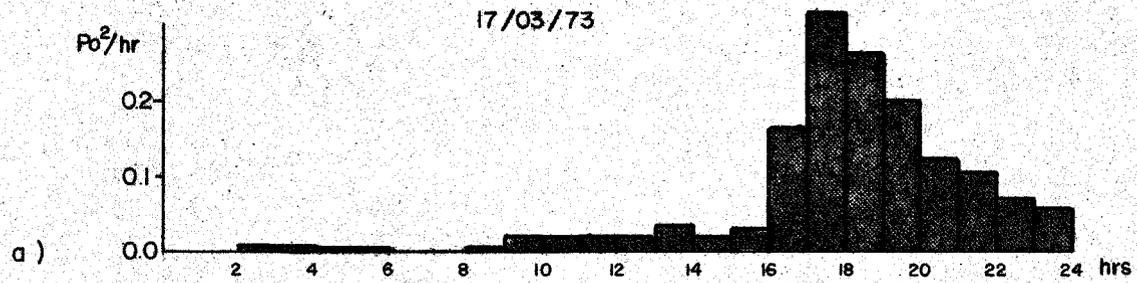


FIGURE 13 . Enregistrement des mesures de la teneur en eau des écoulements.

Le 17 mars 1973, dans l'après-midi, il a commencé à pleuvoir. La pluie est tombée toute la journée le 18 mars et une partie du 19. Le 19 mars après-midi, suite à l'écoulement intense de l'eau, (Figures 13 montre les résultats de cette journée) et du vent, le régisseur du pluviomètre s'est renversé et il a cessé de fonctionner temporairement. A cause de cet incident, il nous manque des résultats jusqu'à midi le 20 mars.

Le 27 mars, on a constaté que le tuyau de l'entonnoir était plié et bouché par l'eau gelée. Cet incident a été provoqué par le fait qu'au cours des nuits des 22, 23 et 24 mars, la température est tombée à environ -5°C tandis que pendant le jour, elle était assez élevée (-7°C). Dans ces conditions, la fonte de neige était très intense et la neige elle-même est devenue tellement souple que l'entonnoir s'est déplacé vers le bas.

Le 25 mars nous avons ré-installé l'entonnoir dans le même site, à environ 50 cm. de l'ancienne position. Cette fois, pour empêcher le tuyau de plier, on a inséré dans son intérieur, un câble élastique de 8 mm. de diamètre. Le 25 mars, on a remarqué que le tuyau a été de nouveau bouché par l'eau gelée qui s'est amassée à sa sortie.

Le 30 mars, nous avons terminé définitivement les expériences sur la fonte de neige.

6.b Résultats et interprétations

Pour poursuivre la discussion, nous disposons des résultats de trois jours au cours desquels nous avons enregistré la température et obtenu une claire indication de pluviographe.

Les Figures 14a, (a,b) et 14b, (a,b) montrent les résultats de ces jours. Sur la Figure 14a (a) et 14b (a,b) on peut voir que l'écoulement a commencé

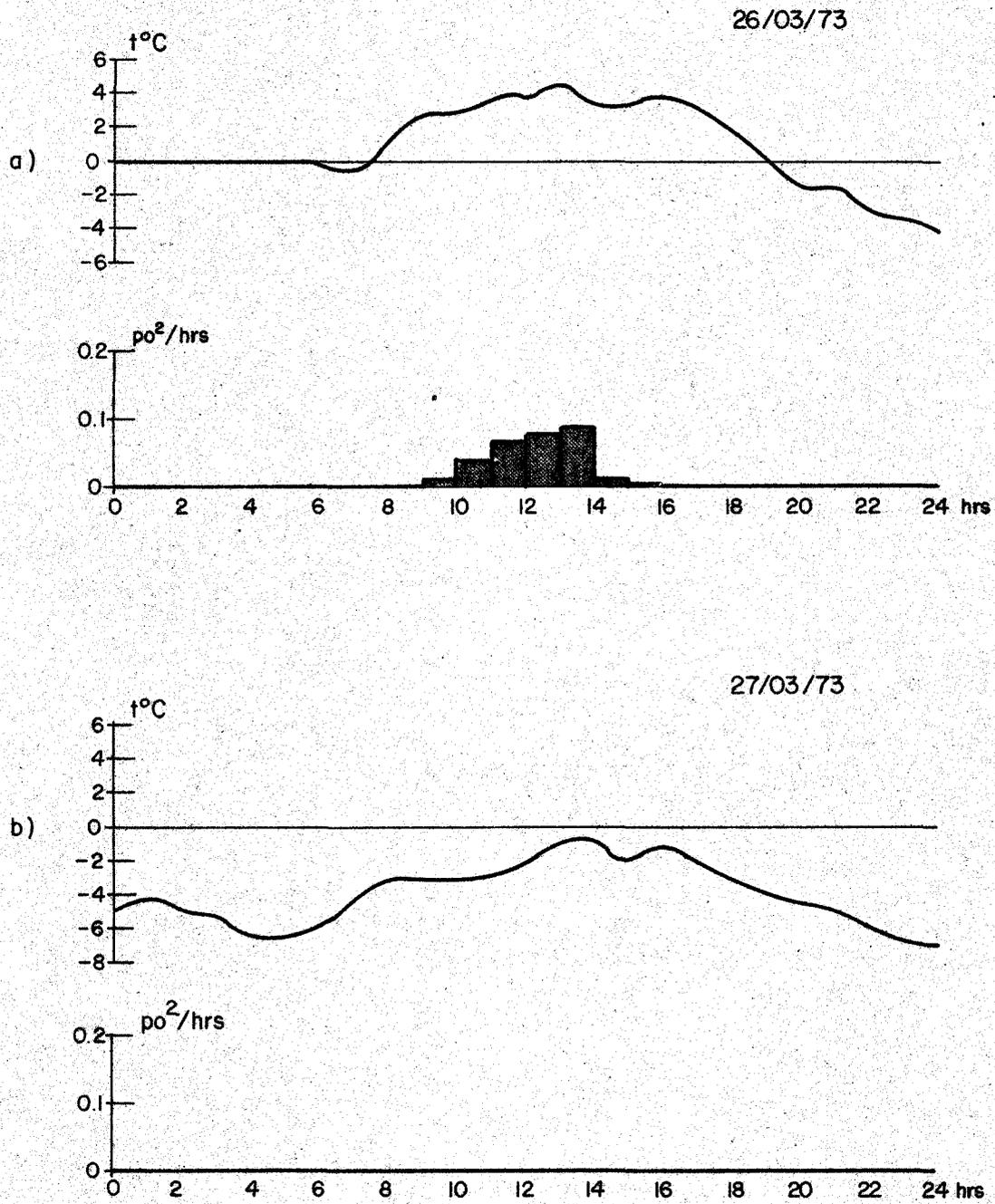


FIGURE 14a. Comparaison entre l'écoulement de l'eau libre et des températures d'air.

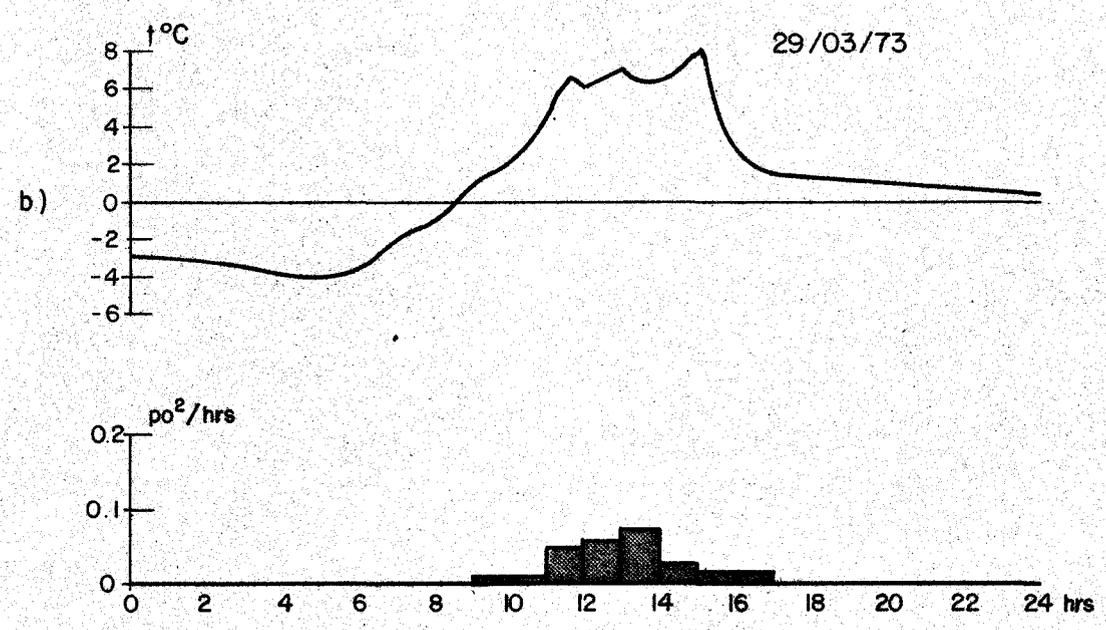
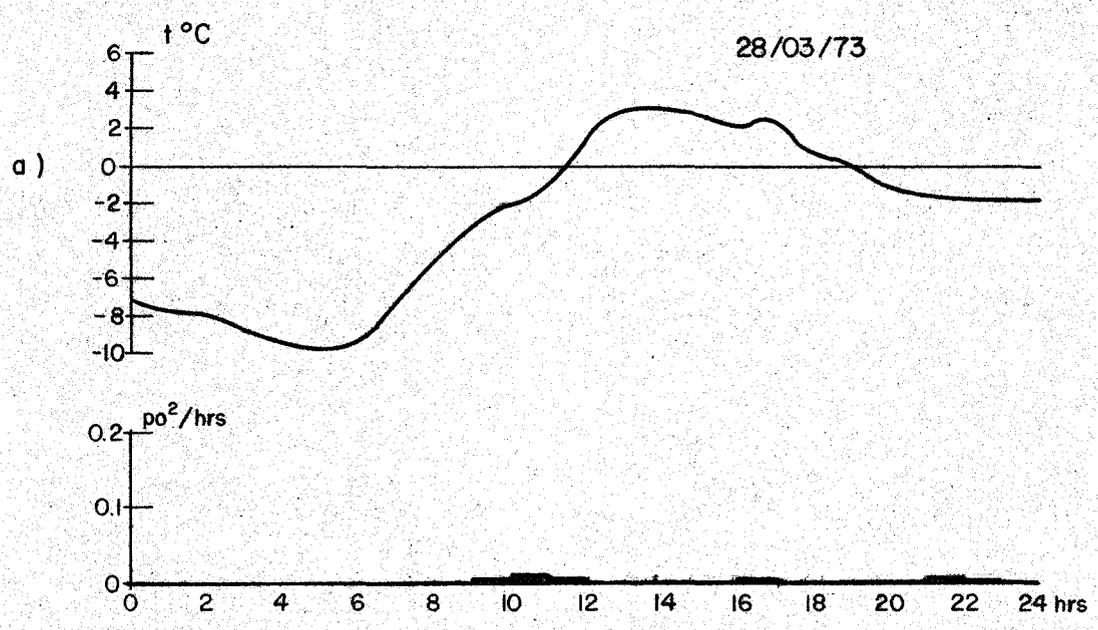


FIGURE 14 b. Comparaison entre l'écoulement de l'eau libre et des températures d'air.

quand la température de l'aire dépasse 0°C . La Figure 14a (b), montre un jour, quand la température intérieure est au-dessus 0°C et ce jour là, la pluviographe n'a pas enregistré de présence dans l'eau de fonte.

7. CONCLUSION

Les observations décrites ci-dessus sont semblables aux plusieurs autres obtenues au cours de la même période. Les résultats de ces expériences peuvent être résumés comme suit:

- 1/ Il existe une tendance d'emmagasiner l'eau de fonte au-dessus des couches de glace horizontales ou concaves. Directement au-dessus d'une telle couche, la neige peut même devenir saturée. De telle façon qu'on peut emmagasiner plus d'eau que dans la neige homogène et le passage entravé de l'eau de fonte augmente le temps de réponse du stock de neige.
- 2/ Dans les endroits où les couches de glace ont une grande pente, l'eau de fonte peut descendre sur leur surface. Cela allonge les voies d'écoulement et ralentit les vitesses; c'est deux facteurs conduisent à l'augmentation du temps de réponse par rapport à celui de la neige homogène.
- 3/ Les bandes composées de plusieurs couches minces de glace semblent se comporter comme une couche ayant la perméabilité réduite qui, néanmoins, permet la pénétration d'eau. Si de telles couches sont inclinées, elles donnent naissance à un écoulement ayant une forte composante dans leur direction. Leur influence sur le temps de réponse du stock de neige est alors semblable à celle des couches imperméables de glace, bien qu'elle est moins nette.

Dans un stock de neige particulier, la densité de végétation et la topographie de transfert modifient aussi le comportement du draina-

ge. En bref, plusieurs paramètres influencent l'écoulement de l'eau de fonte à travers de la neige stratifiée. Les conditions météorologiques en paraissent appartenir aux plus importantes alors qu'elles modifient constamment la structure de la neige elle-même.

Or, il est évident que la présence de couches de glace contrôlent efficacement l'écoulement, ce qui se manifeste dans la rétention de l'eau de fonte et dans l'augmentation de temps de réponse.

Il semble être alors nécessaire de prendre cet effet en considération si l'on veut modeler l'écoulement de l'eau de fonte dans ce genre de stock de neige.

BIBLIOGRAPHIE

1. COLBECK, S.C., 1971. One-dimensional water flow through snow. Research Report No. 296. Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire.
2. LA CHAPELLE, E.R., 1956. The Centrifugal Separation of free water from melting snow. Journal of Glaciology, II, p. 769-771.
3. LANGHAM, E.J., 1971. A new method of using dye to study melt-water movement within a snowpack. Proceedings volume 2, Symposium No. 8, National Research Council Subcommittee on Hydrology, Ottawa.
4. LANGHAM, E.J., 1973. The occurrence and movement of liquid water in the snowpack. Symposium on Advanced Techniques and Concepts in Snow and Ice Hydrology, Monterey, U.S.A.
5. LANGHAM, E.J., 1973. Quelques techniques développées pour l'étude de l'écoulement de l'eau dans la neige. INRS-Eau, Rapport technique, No 24, 15 p.
6. SHARP, L.P., 1951. Meltwater Behavior in Firn on Upper Seward Glacier. - St. Elias Mountains, Canada. Ass. Int. d'Hydrolog. Sci. V 32, p. 246-253.

ANNEXE

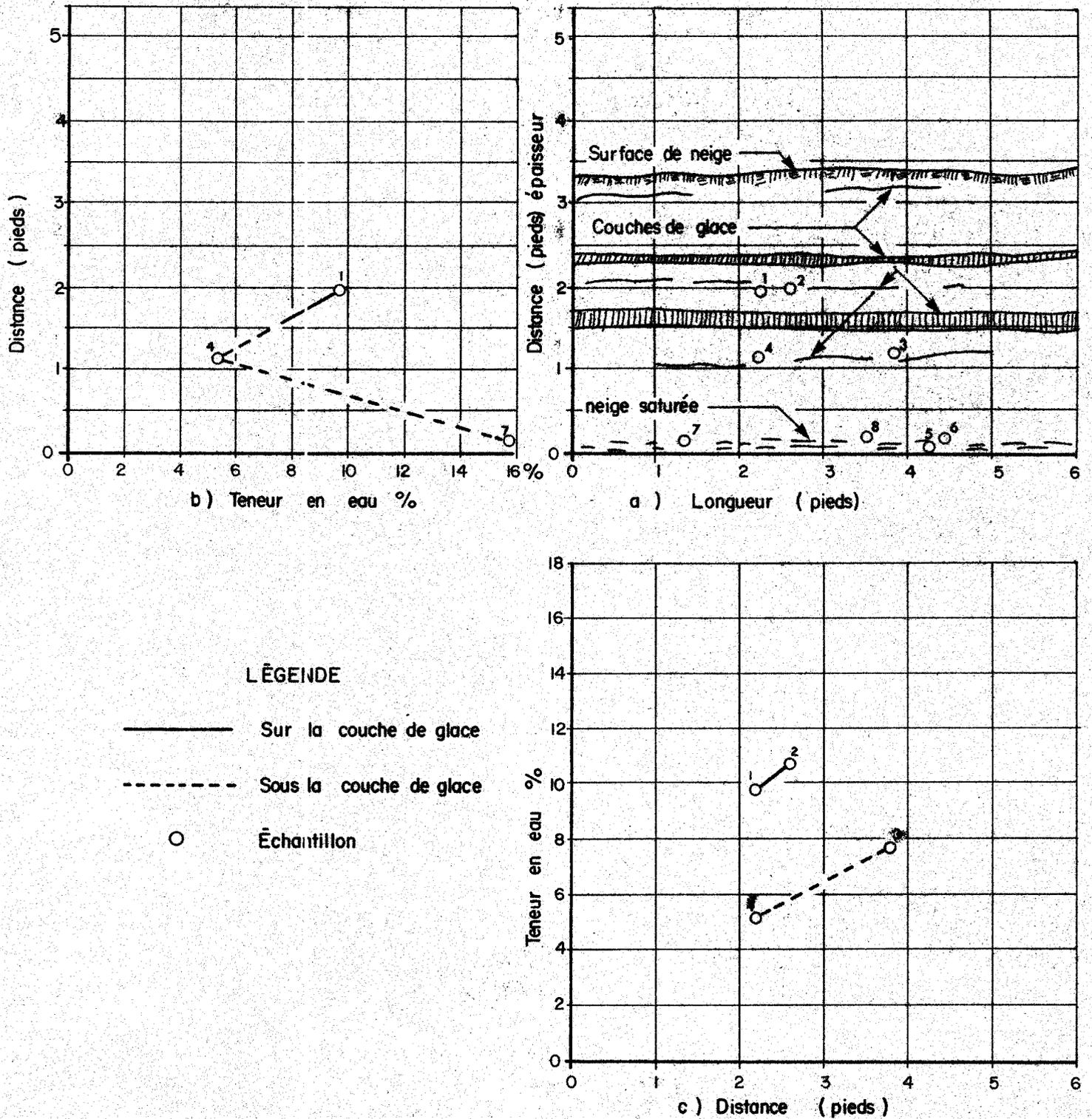


FIGURE 15. Site 2, le 13/03/73. Les échantillons no. 1 à 4 ont été pris dans différentes tranches.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

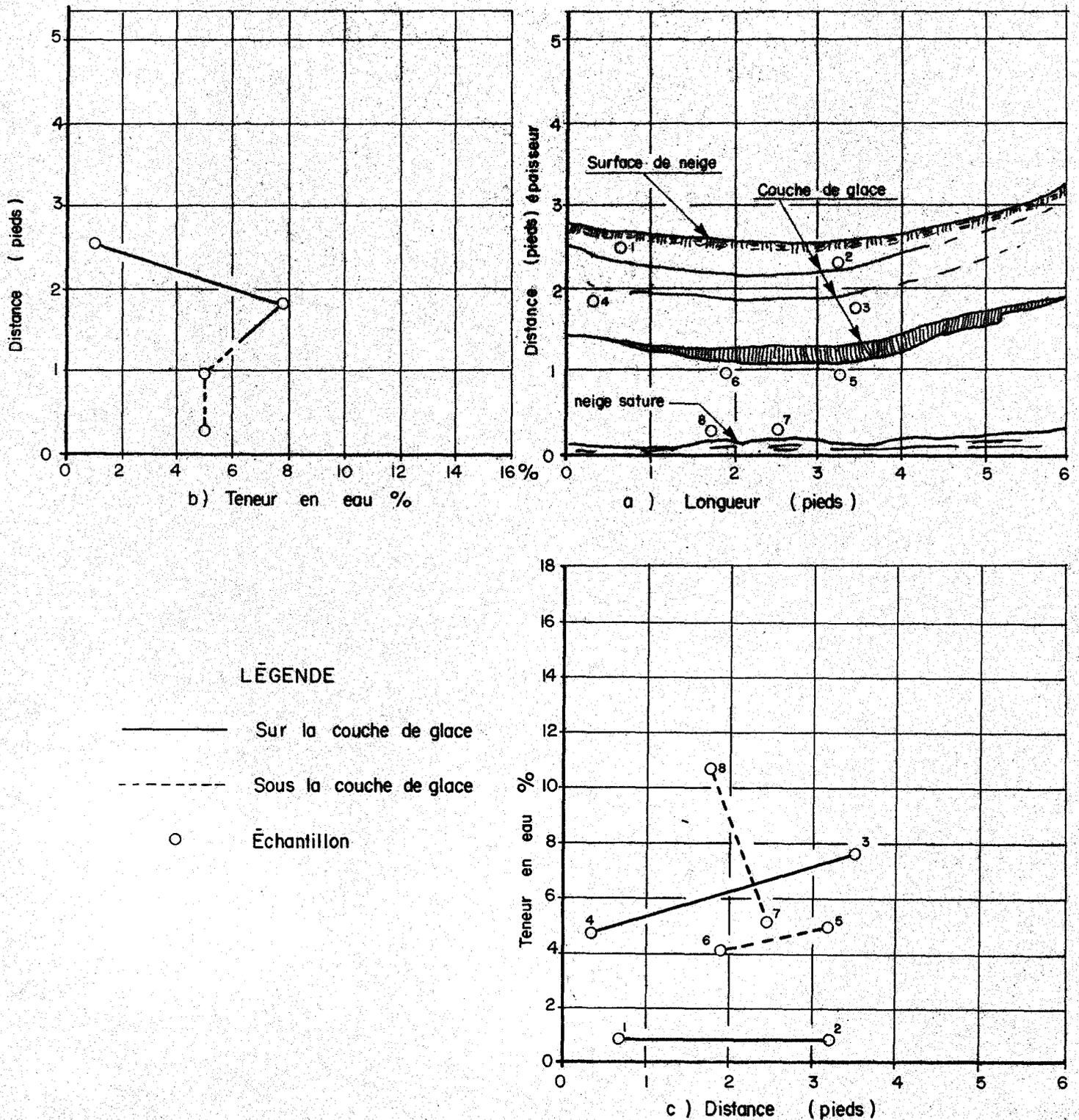


FIGURE 16. Site No 3, le 15/03/73. Les échantillons no 9 à 12. Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

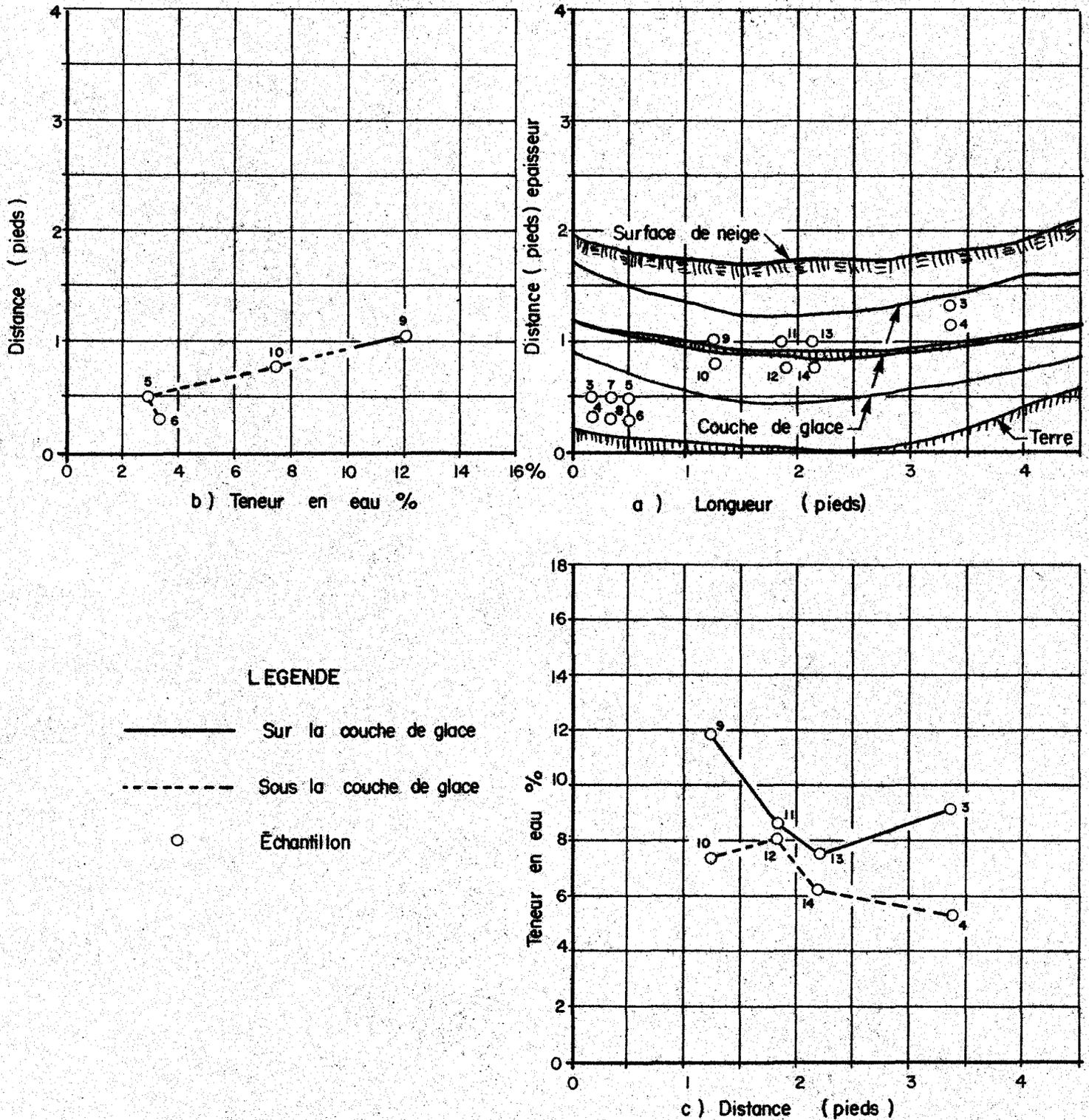


FIGURE 17. Site No. 3, le 16/03/73. Les échantillons No. 13 à 18 ont été pris dans différentes tranches.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

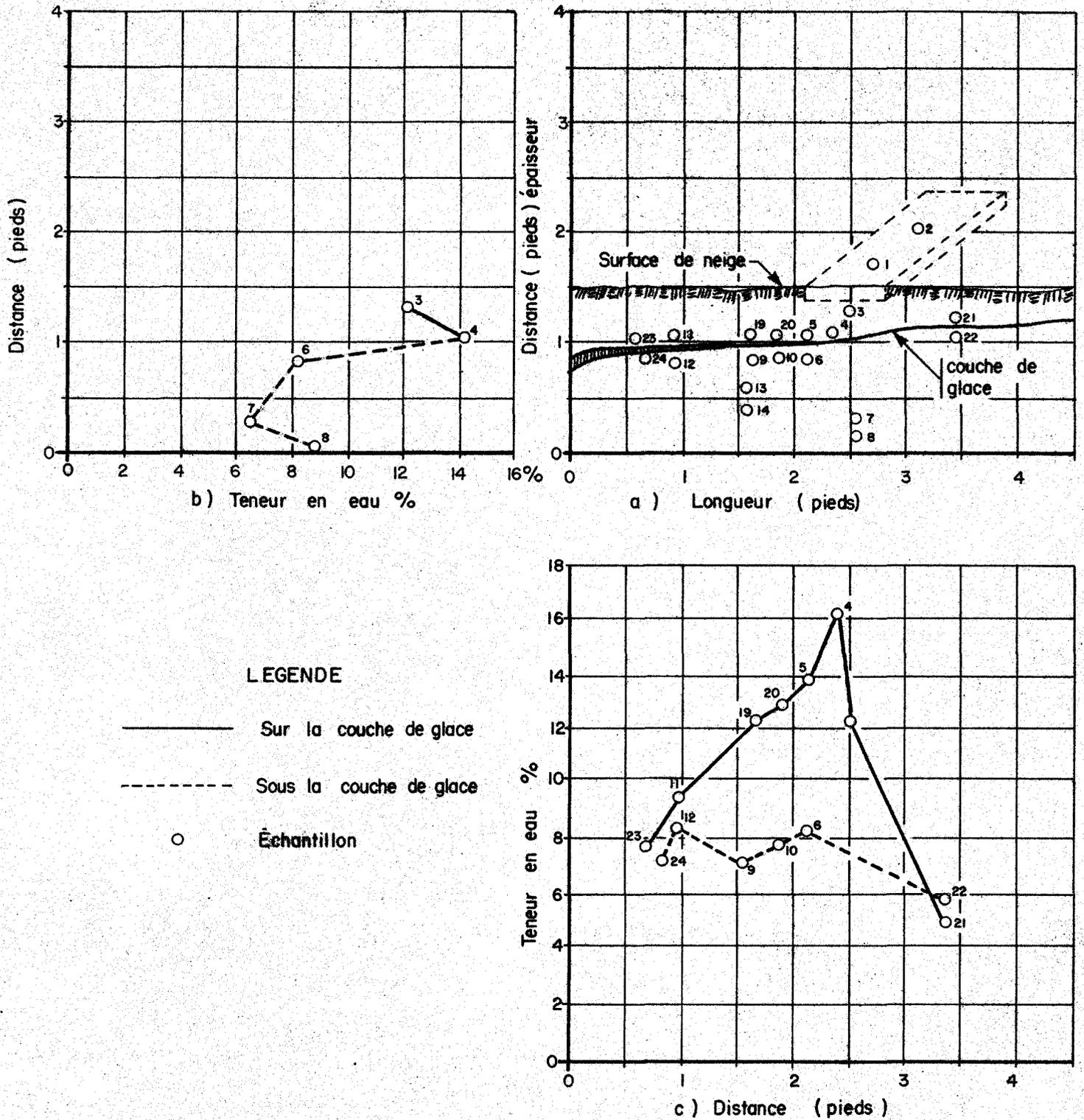


FIGURE 18. Site No. 4, le 20/03/73. Les échantillons No 19 à 30 ont été pris dans différentes tranches. L'échantillon No. 30 a été pris dans une coupe horizontale.

Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

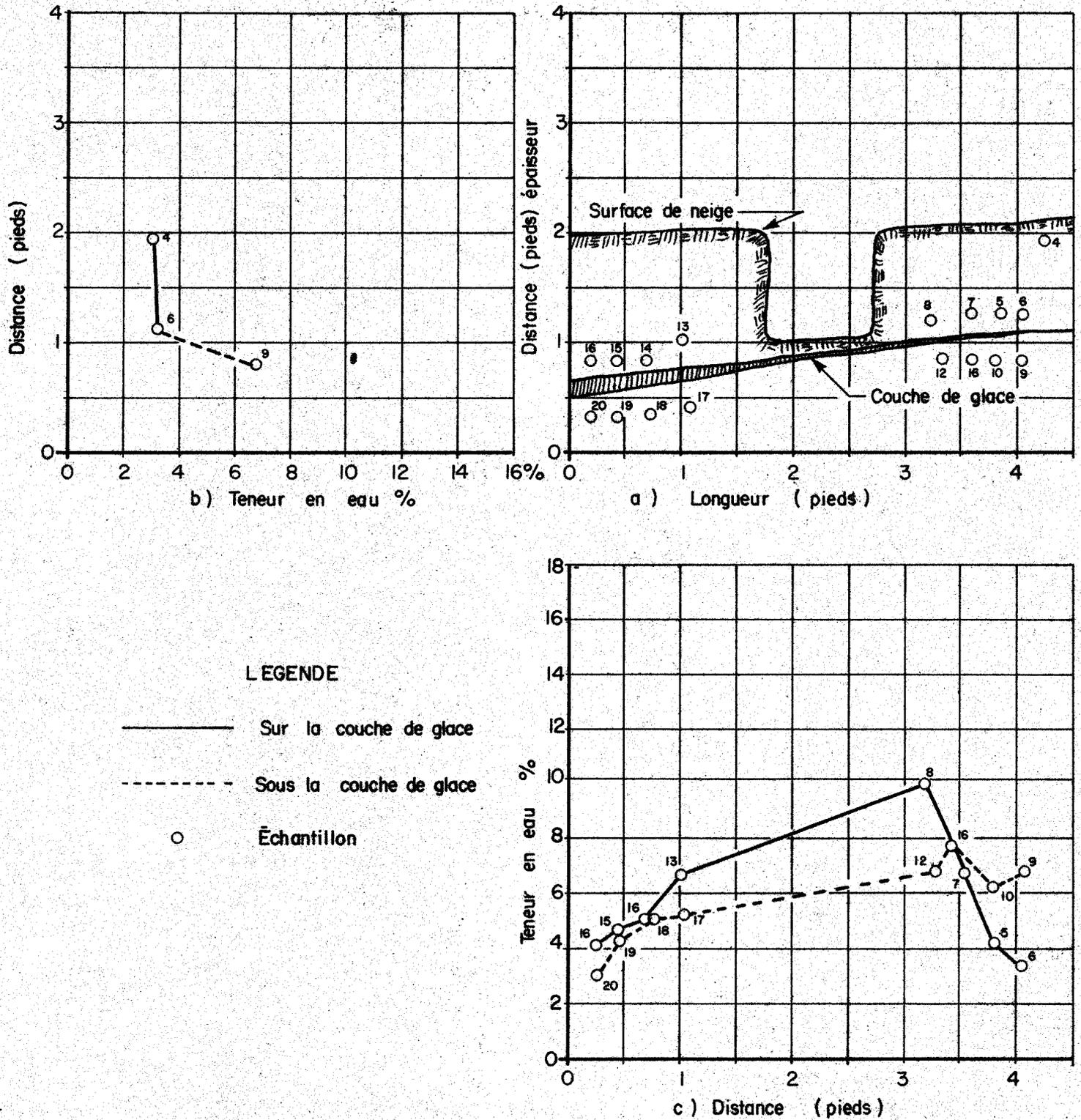


FIGURE 19. Site No 4, le 21/02/73. Les échantillons No 34 à 42. Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b) et versus la longueur de la couche de glace (c).

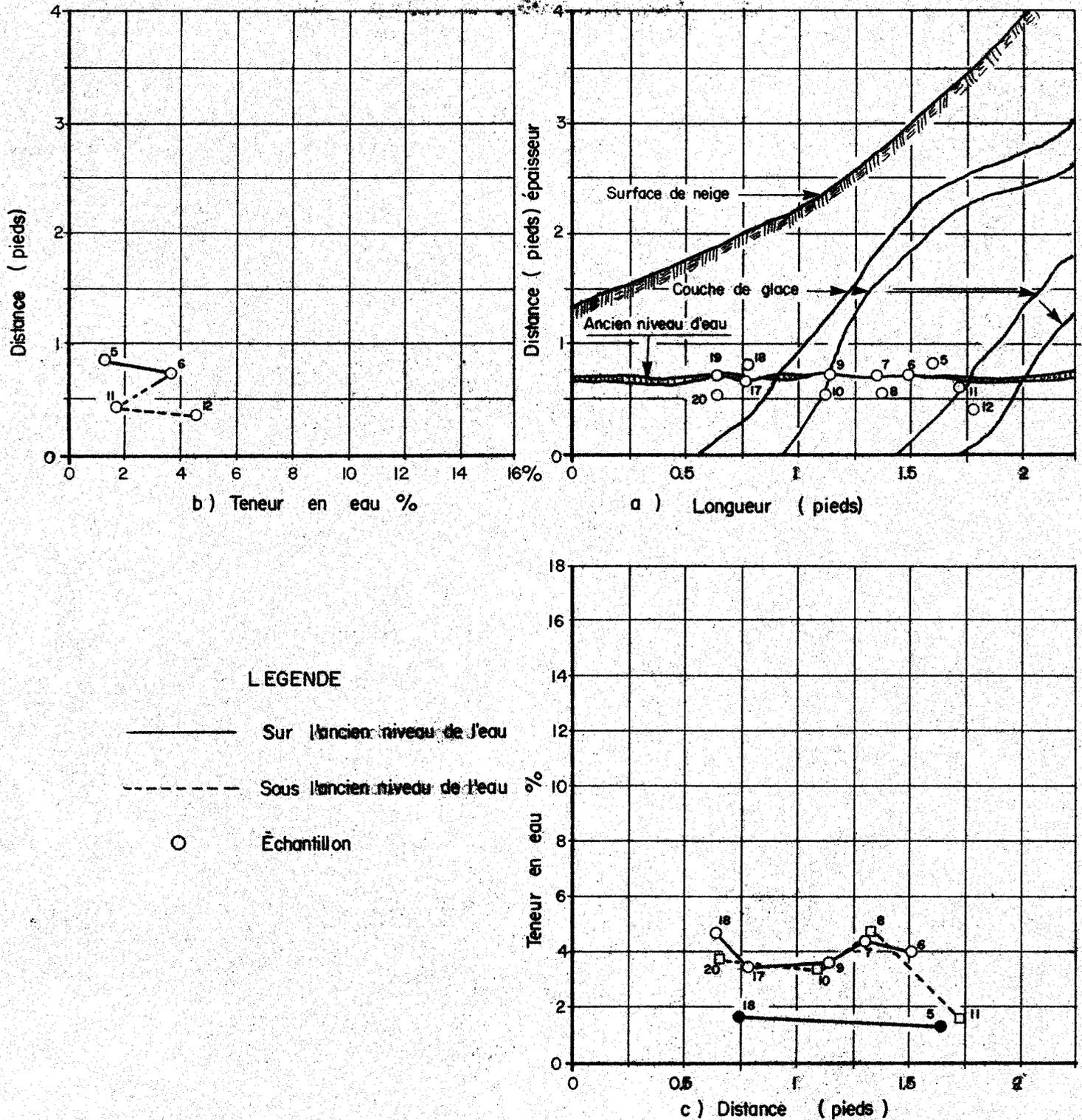


FIGURE 20. Petit site à côté des sites No. 5. Dans ce site nous avons pris les échantillons autour de la ligne qui ressemble à l'ancien niveau d'eau dans la neige. Les échantillons No 43 à 56.

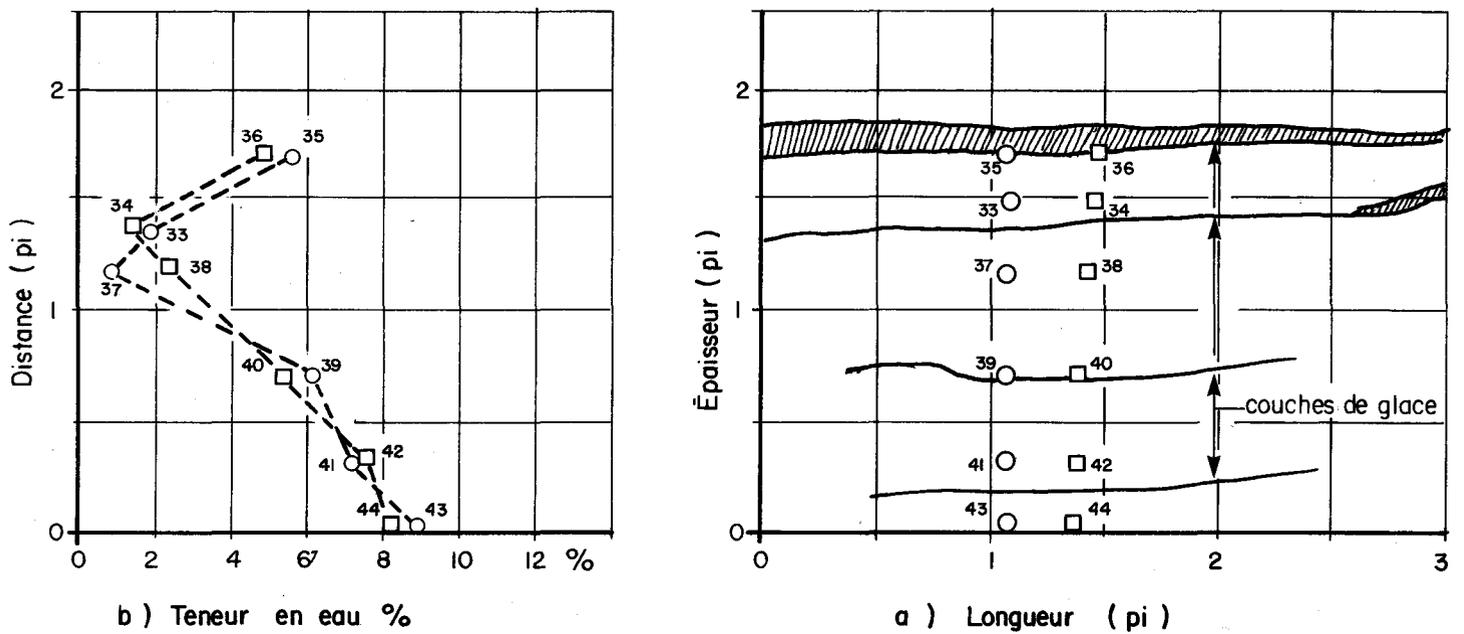


FIGURE 21. Site No. 6, le 29/03/73. Comparaison de la teneur en eau dans une coupe verticale d'un stock de neige (a), versus l'épaisseur du stock de neige (b). Les échantillons No. 103 à 108.

16-03-73 - vendredi

TABLEAU 5

SITE: 3

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|-----|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 13 | 3 | 1.3 | 1.7 | 1.9 | 1.9 | 16.8 | 7.74 | 10.11 | 11.30 | 11.30 | 5.10 | 7.05 | 1.95 | + 4 | 558 | B | |
| | 4 | 0.8 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 21.3 | 3.76 | 5.63 | 6.57 | 7.05 | 9.2 | 11.65 | 2.45 | + 4 | | B | |
| 14 | 5 | 0.75 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 16.0 | 4.68 | 5.0 | 6.25 | 7.5 | 3.35 | 7.20 | 3.85 | + 4 | 559 | A | |
| | 6 | 0.6 | 0.75 | 0.85 | 1.0 | 13.8 | 4.34 | 5.43 | 6.16 | 7.25 | 3.05 | 7.50 | 4.45 | + 4 | | A | |
| 15 | 7 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.5 | 14.9 | 6.7 | 8.72 | 10.06 | 10.06 | 6.00 | 9.90 | 3.90 | + 4 | | B | |
| | 8 | 1.1 | 1.35 | 1.5 | 1.5 | 16.8 | 6.55 | 8.04 | 8.93 | 8.93 | 7.00 | 10.40 | 3.40 | + 4 | | B | |
| 16 | 9 | 3.2 | 3.5 | 3.55 | 3.8 | 24.8 | 12.9 | 14.1 | 14.3 | 15.31 | 7.45 | 11.35 | 3.95 | + 4 | | A | |
| | 10 | 1.5 | 1.75 | 1.85 | 2.0 | 18.0 | 8.32 | 9.72 | 10.28 | 11.1 | 12.25 | 15.30 | 3.05 | + 4 | | A | |
| 17 | 11 | 1.9 | 2.1 | 2.2 | 2.4 | 20.0 | 9.5 | 10.5 | 11.0 | 12.0 | 8.25 | 10.15 | 1.90 | + 4 | | A | |
| | 12 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 19.8 | 8.08 | 9.1 | 9.6 | 10.1 | 8.80 | 11.90 | 3.10 | + 4 | | A | |
| 18 | 13 | 1.6 | 1.8 | 1.8 | 2.0 | 18.0 | 8.9 | 10.0 | 10.0 | 11.1 | 6.10 | 9.10 | 3.00 | + 4 | | A | |
| | 14 | 1.35 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 19.1 | 7.08 | 7.86 | 7.86 | 8.9 | 7.90 | 11.35 | 2.45 | + 4 | | A | |

20-03-73 - mardi

TABLEAU 6

SITE: 4

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Évaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 19 | 3 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 14.0 | 11.4 | 12.15 | 12.15 | 12.15 | 16.2 | 16.2 | 0.0 | 0 | | A | |
| | 4 | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 14.8 | 15.5 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 12.15 | 12.15 | 0.0 | 0 | | A | Colorée |
| 20 | 5 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 18.0 | 12.8 | 13.3 | 13.9 | 13.9 | 13.85 | 13.85 | 0.0 | 0 | | B | Colorée |
| | 6 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 18.0 | 6.68 | 7.22 | 7.78 | 8.35 | 8.3 | 8.30 | 0.0 | 0 | | C | |
| 21 | 7 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.25 | 18.0 | 6.12 | 6.68 | 6.68 | 6.95 | 8.9 | 8.90 | 0.0 | 0 | | A | |
| | 8 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 16.8 | 8.35 | 8.92 | 8.92 | 8.92 | 6.5 | 6.85 | 0.35 | 0 | | A | Colorée |
| 22 | 9 | 1.15 | 1.2 | 1.25 | 1.25 | 17.8 | 6.45 | 6.75 | 7.02 | 7.02 | 7.75 | 8.15 | 0.40 | 0 | | A | |
| | 10 | 1.4 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 18.0 | 7.78 | 8.05 | 8.05 | 8.05 | 7.00 | 7.00 | 0.0 | 0 | | A | Colorée |
| 23 | 11 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 16.0 | 9.4 | 10.0 | 10.0 | 10.6 | 8.25 | 9.05 | 0.8 | 0 | | A | |
| | 12 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 17.8 | 8.43 | 8.43 | 8.98 | 8.98 | 9.6 | 10.60 | 1.0 | 0 | | A | |
| 24 | 13 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 17.5 | 7.43 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.7 | 8.70 | 0.0 | 0 | | A | |
| | 14 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 17.5 | 8.68 | 8.68 | 8.68 | 8.68 | 8.0 | 8.00 | 0.0 | 0 | | A | |
| 25 | 15 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 13.5 | 8.88 | 8.88 | 9.64 | 9.64 | 9.65 | 9.65 | 0.0 | 0 | 562 | B | Colorée |
| | 16 | 1.3 | 1.35 | 1.4 | 1.4 | 12.5 | 10.4 | 10.8 | 11.2 | 11.2 | 11.20 | 11.20 | 0.0 | 0 | | B | |
| 26 | 17 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 11.3 | 7.07 | 7.96 | 7.96 | 8.83 | 8.8 | 8.80 | 0.0 | 0 | | C | Colorée |
| | 18 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 11.0 | 6.36 | 7.26 | 7.26 | 7.26 | 7.2 | 7.20 | 0.0 | 0 | | C | |
| 27 | 19 | 1.6 | 1.75 | 1.8 | 1.8 | 14.5 | 11.0 | 12.06 | 12.4 | 12.4 | 12.80 | 12.80 | 0.0 | 0 | 563 | A | |
| | 20 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 13.3 | 12.0 | 12.78 | 12.78 | 12.78 | 12.35 | 12.35 | 0.0 | 0 | | A | |
| 28 | 21 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 14.2 | 4.22 | 4.92 | 4.92 | 4.92 | 4.90 | 4.90 | 0.0 | - 1 | 565 | A | Colorée |
| | 22 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 17.0 | 5.3 | 5.88 | 5.88 | 5.88 | 5.90 | 5.90 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 29 | 23 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.55 | 20.4 | 7.36 | 7.36 | 7.36 | 7.60 | 7.50 | 7.50 | 0.0 | - 1 | 566.7 | A | |
| | 24 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.45 | 18.5 | 7.56 | 7.56 | 7.56 | 7.84 | 7.35 | 7.35 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 30 | 1 | 0.6 | 0.65 | 0.65 | 0.7 | 16.2 | 3.7 | 4.0 | 4.0 | 4.32 | 11.10 | 11.10 | 0.0 | - 1 | 568.9 | A | |
| | 2 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 18.0 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 4.30 | 4.30 | 0.0 | 0 | | A | Colorée |

21-03-73 - mercredi

TABLEAU 7

SITE: 4

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 31 | 3 | 0.5 | 0.55 | 0.6 | 0.6 | 15.2 | 3.3 | 3.62 | 3.98 | 3.98 | 4.0 | 4.0 | 0.0 | - 1 | | B | Colorée |
| | 4 | 0.3 | 0.35 | 0.4 | 0.4 | 13.1 | 2.28 | 2.67 | 3.05 | 3.05 | 3.0 | 3.0 | 0.0 | - 1 | | B | |
| 32 | 5 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | | 20.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | | 4.0 | 4.0 | 0.0 | - 1 | | A | |
| | 6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | | 22.0 | 2.73 | 2.73 | 2.73 | | 2.75 | 2.75 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 33 | 7 | 1.15 | 1.2 | 1.25 | 1.25 | 18.8 | 6.1 | 6.4 | 6.65 | 6.65 | 6.6 | 6.60 | 0.0 | - 1 | 572 | B | Colorée |
| | 8 | 1.20 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 13.0 | 9.23 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 34 | 9 | 0.9 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 14.1 | 6.38 | 6.72 | 6.72 | 6.72 | 6.10 | 6.10 | 0.0 | - 1 | 572 | A | Colorée |
| | 10 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 16.4 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.75 | 6.75 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 35 | 11 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | | 15.5 | 7.75 | 7.75 | 7.75 | | 7.75 | 7.75 | 0.0 | - 1 | 573 | A | Colorée |
| | 12 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | | 17.0 | 5.87 | 5.87 | 5.87 | | 5.85 | 5.85 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 36 | 13 | 0.9 | 0.95 | 1.0 | | 15.0 | 6.0 | 6.32 | 6.67 | | 6.65 | 6.65 | 0.0 | - 1 | 574 | B | |
| | 14 | 0.9 | 0.95 | 0.95 | | 19.0 | 4.73 | 5.0 | 5.0 | | 5.00 | 5.00 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 37 | 15 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | | 19.2 | 4.68 | 4.68 | 4.68 | | 4.00 | 4.00 | 0.0 | - 1 | 574 | A | |
| | 16 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | | 20.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | | 4.65 | 4.65 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 38 | 17 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 17.0 | 4.7 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.10 | 5.10 | 0.0 | - 1 | 575 | A | |
| | 18 | 0.75 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 15.6 | 4.8 | 5.15 | 5.15 | 5.15 | 5.25 | 5.25 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 39 | 19 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 14.0 | 3.56 | 4.27 | 4.27 | 4.27 | 3.0 | 3.00 | 0.0 | - 1 | 575 | B | |
| | 20 | 0.35 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 15.0 | 2.33 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 4.25 | 4.25 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 40 | 21 | 1.4 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 15.1 | 9.26 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 7.35 | 7.35 | 0.0 | - 1 | 576 | A | |
| | 22 | 1.1 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 15.6 | 7.05 | 7.36 | 7.36 | 7.36 | 9.6 | 9.6 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 41 | 23 | 1.4 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 19.1 | 7.32 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.65 | 7.65 | 0.0 | - 1 | 577 | A | |
| | 24 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 15.0 | 5.34 | 5.34 | 5.34 | 5.34 | 5.35 | 5.35 | 0.0 | - 1 | | A | |
| 42 | 1 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | | 18.0 | 5.0 | 5.0 | 5.56 | | 3.50 | 3.50 | 0.0 | - 1 | 578 | B | |
| | 2 | 0.65 | 0.7 | 0.7 | | 20.0 | 3.25 | 3.5 | 3.5 | | 5.60 | 5.60 | 0.0 | - 1 | | A | |

23-03-73 - vendredi

TABLEAU 8

SITE: 5

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 43 | 3 | 0.80 | 0.90 | 1.0 | 1.16 | 12.20 | 6.56 | 7.37 | 8.20 | 9.0 | 4.9 | 7.3 | 2.4 | - 1 | | A | |
| | 4 | 0.60 | 0.85 | 0.90 | 1.00 | 13.60 | 6.25 | 6.60 | 7.35 | 8.0 | 5.5 | 9.25 | 3.75 | - 1 | | A | |
| 44 | 5 | 1.30 | 1.50 | 1.65 | 1.80 | 19.00 | 6.84 | 7.89 | 8.67 | 9.5 | 3.75 | 7.2 | 3.45 | - 1 | | A | Couche |
| | 6 | 0.65 | 0.85 | 0.95 | 1.10 | 15.10 | 4.30 | 5.63 | 6.30 | 7.3 | 6.0 | 9.0 | 3.00 | - 1 | | A | |
| 45 | 7 | 0.55 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 15.00 | 3.66 | 5.00 | 5.30 | 5.6 | 5.6 | 8.6 | 3.00 | - 1 | | A | |
| | 8 | 0.95 | 1.05 | 1.15 | 1.25 | 14.80 | 6.40 | 7.10 | 7.80 | 8.4 | 3.95 | 5.85 | 1.9 | - 1 | | A | Couche |
| 46 | 9 | 1.00 | 1.25 | 1.45 | 1.50 | 16.10 | 6.20 | 7.70 | 9.00 | 9.3 | 1.35 | 3.25 | 1.9 | - 1 | | A | Couche |
| | 10 | 0.30 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 21.60 | 1.38 | 2.31 | 2.77 | 3.24 | 6.2 | 9.45 | 3.25 | - 1 | | A | |
| 47 | 11 | 0.10 | 0.20 | 0.25 | 0.35 | 14.00 | 0.70 | 1.43 | 1.78 | 2.5 | 0.4 | 3.2 | 2.80 | - 1 | | B | |
| | 12 | 0.20 | 0.30 | 0.35 | 0.5 | 15.00 | 1.33 | 2.00 | 2.33 | 3.33 | 0.05 | 2.5 | 2.45 | - 1 | | A | |
| 48 | 3 | 0.50 | 0.70 | 0.90 | | 20.80 | 2.40 | 3.36 | 4.32 | | 1.9 | 4.65 | 2.85 | - 1 | 592 | A | Couche |
| | 4 | 0.55 | 0.65 | 0.85 | | 21.00 | 2.62 | 3.10 | 4.05 | | 1.4 | 5.25 | 3.85 | - 1 | | A | |
| 49 | 5 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.4 | 14.20 | 1.40 | 2.10 | 2.80 | 2.8 | 3.85 | 5.50 | 1.75 | - 1 | | B | |
| | 6 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.85 | 15.3 | 4.2 | 4.6 | 4.9 | 5.5 | 1.5 | 2.95 | 1.45 | - 1 | | B | Couche |
| 50 | 7 | 0.7 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 19.0 | 3.7 | 5.2 | 6.3 | 6.8 | 4.8 | 7.25 | 2.45 | - 1 | | A | |
| | 8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 16.6 | 5.4 | 6.0 | 6.6 | 7.2 | 4.55 | 6.75 | 2.20 | - 1 | | B | Couche |
| 51 | 9 | 0.8 | 0.85 | 0.9 | 0.95 | 21.2 | 3.77 | 4.0 | 4.25 | 4.5 | 3.65 | 4.2 | 0.85 | - 1 | | A | Couche |
| | 10 | 0.7 | 0.75 | 0.75 | 0.8 | 18.7 | 3.7 | 4.0 | 4.0 | 4.3 | 3.50 | 4.45 | 0.95 | - 1 | | A | |
| 52 | 11 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.35 | 13.8 | 1.81 | 2.2 | 2.5 | 2.5 | 4.60 | 6.3 | 1.70 | - 1 | | B | |
| | 12 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.05 | 16.9 | 4.73 | 5.32 | 5.9 | 6.2 | 1.80 | 2.7 | 0.90 | - 1 | | B | |
| 53 | 13 | 0.1 | 0.2 | 0.25 | | 17.6 | 0.57 | 1.13 | 1.42 | | 0.05 | 1.95 | 1.90 | - 1 | | A | |
| | 14 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | | 20.6 | 0.48 | 1.45 | 1.45 | | 0.1 | 2.35 | 2.25 | - 1 | | B | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | .../ |

23-03-73 - vendredi

TABLEAU 8 (suite)

SITE: 5 (suite)

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|-----|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 54 | 15 | 0.1 | 0.15 | 0.2 | | 18.8 | 0.53 | 0.8 | 1.06 | | 0.25 | 1.70 | 1.45 | - 1 | | A | |
| | 16 | 0.1 | 0.15 | 0.2 | | 14.4 | 0.7 | 1.04 | 1.4 | | 0.25 | 1.25 | 1.00 | - 1 | | A | |
| 55 | 17 | 0.65 | 0.85 | 0.90 | 1.0 | 19.0 | 3.42 | 4.47 | 4.7 | 5.2 | 1.85 | 2.45 | 0.60 | - 1 | | B | Couche |
| | 18 | 0.25 | 0.3 | 0.35 | 0.35 | 14.9 | 1.7 | 3.0 | 2.3 | 2.3 | 3.6 | 5.20 | 1.60 | - 1 | | B | |
| 56 | 19 | 0.85 | 0.95 | 1.0 | 1.0 | 18.05 | 4.7 | 5.3 | 5.5 | 5.5 | 3.8 | 4.9 | 1.10 | - 1 | | A | |
| | 20 | 0.85 | 0.90 | 0.90 | 1.0 | 20.4 | 4.15 | 4.4 | 4.6 | 4.9 | 4.7 | 5.7 | 1.00 | - 1 | | B | |

25-03-73 - dimanche

TABLEAU 9

SITE: 2

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 57 | 3 | 0.75 | 0.9 | 1.15 | 1.35 | 18.9 | 3.96 | 4.67 | 6.1 | 7.15 | 3.55 | 7.45 | 3.90 | + 3.7 | 539 | B | |
| | 4 | 1.0 | 1.2 | 1.35 | 1.6 | 21.3 | 4.7 | 5.63 | 6.35 | 7.51 | 2.75 | 6.85 | 4.10 | + 3.7 | | | |
| 58 | 5 | 0.25 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 17.0 | 1.47 | 3.53 | 4.7 | 5.87 | 0.35 | 5.25 | 4.90 | + 3.7 | A | | |
| | 6 | 0.25 | 0.45 | 0.65 | 0.85 | 16.0 | 1.56 | 2.8 | 4.05 | 5.3 | 1.0 | 5.95 | 4.95 | + 3.6 | | | A |
| 59 | 7 | 0.35 | 0.5 | 0.75 | 0.9 | 18.0 | 1.95 | 2.8 | 4.1 | 5.0 | 1.2 | 4.75 | 3.55 | + 3.6 | A | | |
| | 8 | 0.45 | 0.55 | 0.8 | 1.0 | 20.0 | 2.25 | 2.75 | 4.0 | 5.0 | 1.0 | 4.75 | 3.75 | + 3.6 | | | A |
| 60 | 9 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 16.8 | 2.38 | 2.97 | 4.16 | 5.35 | 2.5 | 7.10 | 4.60 | + 3.5 | A | | |
| | 10 | 0.65 | 0.8 | 1.0 | 1.25 | 17.0 | 3.82 | 4.7 | 5.9 | 7.3 | 1.05 | 5.45 | 4.40 | + 3.5 | | | A |
| 61 | 11 | 0.35 | 0.45 | 0.75 | 0.90 | 15.3 | 2.3 | 2.94 | 4.9 | 5.9 | 0.9 | 5.85 | 4.95 | + 3.4 | A | | |
| | 12 | 0.45 | 0.55 | 0.75 | 0.95 | 15.0 | 3.0 | 3.68 | 5.0 | 6.33 | 1.65 | 6.10 | 4.45 | + 3.4 | | | A |
| 62 | 13 | 0.20 | 0.4 | 0.5 | 0.75 | 17.8 | 1.12 | 2.25 | 2.8 | 4.2 | 1.3 | 5.70 | 4.40 | + 3.4 | A | | |
| | 14 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 17.1 | 2.34 | 3.5 | 4.68 | 5.8 | 0.0 | 4.30 | 4.30 | + 3.3 | | | A |
| 63 | 15 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.65 | 18.2 | 5.5 | 6.9 | 8.2 | 9.1 | 3.85 | 9.00 | 5.15 | + 3.3 | A | | |
| | 16 | 1.0 | 1.20 | 1.5 | 1.7 | 18.8 | 5.3 | 6.4 | 8.0 | 9.0 | 4.65 | 9.00 | 4.35 | + 3.2 | | | A |

26-03-73 - lundi

TABLEAU 10

SITE: 5

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Évaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 64 | 3 | 0.8 | 0.95 | 1.1 | 1.25 | 18.8 | 4.25 | 5.05 | 5.85 | 6.6 | 5.35 | 8.45 | 3.10 | + 4.3 | 594 | A | |
| | 4 | 1.0 | 1.15 | 1.25 | 1.40 | 16.4 | 6.1 | 7.0 | 7.6 | 8.53 | 3.40 | 6.65 | 2.25 | | | | |
| 65 | 5 | 1.1 | 1.25 | 1.35 | 1.75 | 16.9 | 6.5 | 7.4 | 7.97 | 10.35 | 7.6 | 10.35 | 2.75 | | | A | |
| | 6 | 1.6 | 1.75 | 1.8 | 2.15 | 19.2 | 8.34 | 9.11 | 9.36 | 11.2 | 5.4 | 9.25 | 3.85 | | | | |
| 66 | 7 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 14.2 | 6.25 | 7.05 | 7.74 | 8.45 | 5.6 | 8.40 | 2.80 | | | A | |
| | 8 | 1.0 | 1.2 | 1.35 | 1.5 | 16.2 | 6.17 | 7.4 | 8.3 | 9.2 | 5.75 | 9.25 | 3.50 | | | | |
| 67 | 9 | 1.05 | 1.3 | 1.5 | 1.65 | 17.2 | 6.1 | 7.56 | 8.73 | 9.58 | 5.35 | 8.95 | 3.60 | | | A | |
| | 10 | 0.9 | 1.0 | 1.15 | 1.25 | 14.1 | 6.38 | 7.1 | 8.15 | 8.86 | 6.55 | 9.45 | 2.90 | | | | |
| 68 | 11 | 0.95 | 1.1 | 1.25 | 1.45 | 17.0 | 5.6 | 6.5 | 7.35 | 8.54 | 4.9 | 7.85 | 2.95 | | 595 | B | |
| | 12 | 0.9 | 1.0 | 1.15 | 1.25 | 15.9 | 5.65 | 6.3 | 7.24 | 7.86 | 4.6 | 8.40 | 3.80 | | | | |
| 69 | 13 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.65 | 19.8 | 7.07 | 7.58 | 8.08 | 8.34 | 6.7 | 8.45 | 1.75 | | | A | |
| | 14 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.75 | 18.0 | 7.78 | 8.34 | 8.88 | 9.72 | 7.05 | 9.70 | 2.65 | | | | |
| 70 | 15 | 0.45 | 0.75 | 0.85 | 1.0 | 23.0 | 1.95 | 3.26 | 3.69 | 4.34 | 2.45 | 4.75 | 2.30 | | | A | |
| | 16 | 0.5 | 0.65 | 0.75 | 0.85 | 18.0 | 2.77 | 3.6 | 4.16 | 4.72 | 2.05 | 4.30 | 2.25 | | | | |
| 71 | 17 | 1.15 | 1.35 | 1.50 | 1.50 | 16.1 | 7.15 | 8.39 | 9.31 | 9.31 | 5.25 | 8.40 | 3.15 | | | A | |
| | 18 | 1.25 | 1.45 | 1.55 | 1.80 | 20.7 | 6.03 | 7.0 | 7.48 | 8.68 | 6.50 | 9.70 | 3.20 | | | | |
| 72 | 19 | 1.50 | 1.6 | 1.85 | 1.95 | 21.0 | 7.15 | 7.62 | 8.8 | 9.27 | 4.90 | 6.75 | 1.85 | + 2.0 | 596 | A | |
| | 20 | 1.05 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 23.8 | 4.4 | 5.46 | 6.3 | 6.72 | 7.20 | 9.25 | 2.05 | | | | |
| 73 | 21 | 0.45 | 0.5 | 0.7 | 0.85 | 25.0 | 1.8 | 2.0 | 2.8 | 3.4 | 1.25 | 4.05 | 2.80 | | | B | |
| | 22 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 20.2 | 1.98 | 2.47 | 3.46 | 4.45 | 1.00 | 3.40 | 2.40 | | | | |
| 74 | 23 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 16.8 | 2.38 | 2.97 | 3.57 | 4.16 | 2.00 | 4.45 | 2.45 | | | A | |
| | 24 | 0.5 | 0.55 | 0.75 | 0.85 | 19.0 | 2.63 | 2.89 | 3.95 | 4.46 | 1.75 | 4.15 | 2.40 | | | | |

26-03-73 - lundi

TABLEAU 10 (suite)

SITE: 5 (suite)

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|-----|------|----------------------|---------------------------------------|------|------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 75 | 1 | 1.0 | 1.05 | 1.2 | 1.25 | 19.8 | 5.05 | 5.3 | 6.05 | 6.31 | 4.20 | 6.30 | 2.10 | + 2.0 | | A | |
| | 2 | 0.85 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 19.0 | 4.46 | 5.26 | 5.8 | 6.32 | 4.40 | 6.50 | 2.10 | | | | A |

28-03-73 - mercredi

TABLEAU 11

SITE: 6

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 76 | 3 | 0.75 | 1.05 | 1.4 | 1.8 | 20.0 | 3.75 | 5.25 | 7.0 | 9.0 | 1.2 | 8.2 | 7.0 | + 3 | 610 | A | |
| | 4 | 0.6 | 1.0 | 1.35 | 1.7 | 20.8 | 2.88 | 4.8 | 6.5 | 8.2 | 1.9 | 8.5 | | | | | |
| 77 | 5 | 1.4 | 1.55 | 1.85 | 2.0 | 22.0 | 6.36 | 7.05 | 8.4 | 9.09 | 4.2 | 8.35 | 4.15 | | | A | Colorée |
| | 6 | 1.1 | 1.35 | 1.5 | 1.7 | 21.0 | 5.23 | 6.42 | 7.1 | 8.1 | 5.2 | 9.25 | | | | | |
| 78 | 7 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.15 | 18.2 | 2.2 | 4.4 | 5.5 | 6.3 | 0.35 | 5.05 | 4.70 | 611 | | A | Colorée |
| | 8 | 0.25 | 0.4 | 0.65 | 0.8 | 16.1 | 1.55 | 2.5 | 4.0 | 4.97 | 2.5 | 6.25 | | | | | |
| 79 | 9 | 0.35 | 0.65 | 1.0 | 1.3 | 18.6 | 1.88 | 3.5 | 5.4 | 6.98 | 0.45 | 6.35 | 5.90 | | | A | |
| | 10 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 18.3 | 2.18 | 3.28 | 4.92 | 6.56 | 0.45 | 6.75 | | | | | |
| 80 | 11 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 22.0 | 2.72 | 3.63 | 5.0 | 5.9 | 1.75 | 6.55 | 4.80 | | | A | |
| | 12 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 19.3 | 3.1 | 4.1 | 5.2 | 6.7 | 1.75 | 5.86 | | | | | |
| 81 | 13 | 0.5 | 0.65 | 0.9 | 1.2 | 20.6 | 2.43 | 3.15 | 4.37 | 5.8 | 7.85 | 12.00 | 4.15 | | | A | |
| | 14 | 1.8 | 1.9 | 2.2 | 2.4 | 19.6 | 9.18 | 9.69 | 11.22 | 12.24 | 1.10 | 5.65 | | | | | |
| 82 | 15 | 1.5 | 1.75 | 2.0 | 2.2 | 18.5 | 8.1 | 9.45 | 10.8 | 11.89 | 9.05 | 12.20 | 3.15 | 612 | | A | |
| | 16 | 2.2 | 2.5 | 2.65 | 2.9 | 21.5 | 10.09 | 11.46 | 12.15 | 13.02 | 7.20 | 11.70 | | | | | |
| 83 | 17 | 0.35 | 0.45 | 0.6 | 0.8 | 15.3 | 2.28 | 2.95 | 2.92 | 5.23 | 1.75 | 6.20 | 4.45 | 613 | | A | |
| | 18 | 0.55 | 0.75 | 1.0 | 1.2 | 19.0 | 2.89 | 3.95 | 5.26 | 6.3 | 1.15 | 5.10 | | | | | |
| 84 | 19 | 0.5 | 0.7 | 0.95 | 1.0 | 20.0 | 2.5 | 3.5 | 4.75 | 5.0 | 1.65 | 6.15 | 4.50 | | | A | |
| | 20 | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 17.7 | 2.82 | 3.95 | 5.08 | 6.2 | 1.55 | 5.35 | | | | | |
| 85 | 21 | 1.6 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 21.9 | 7.30 | 8.67 | 9.13 | 9.59 | 7.30 | 10.10 | 2.80 | 614 | | A | |
| | 22 | 1.4 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 20.2 | 6.93 | 8.41 | 9.40 | 9.9 | 7.25 | 9.75 | | | | | |
| 86 | 23 | 1.45 | 1.65 | 1.9 | 2.0 | 19.3 | 7.51 | 8.55 | 9.84 | 10.36 | 8.80 | 13.50 | 4.70 | | | B | |
| | 24 | 1.70 | 1.90 | 2.1 | 2.3 | 17.0 | 10.0 | 11.17 | 12.35 | 13.52 | 6.55 | 10.60 | | | | | |

29-03-73 - jeudi

TABLEAU 12

SITE: 5 et 6

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 88 | 3 | 2.0 | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 19.5 | 10.25 | 11.79 | 13.33 | 14.35 | 5.5 | 11.40 | 5.90 | | 599 | A | |
| | 4 | 1.5 | 1.75 | 2.05 | 2.3 | 21.0 | 7.14 | 8.33 | 9.76 | 10.95 | 9.5 | 11.35 | 4.85 | | B | | |
| 89 | 5 | 1.1 | 1.4 | 1.5 | 1.75 | 15.3 | 7.18 | 9.15 | 9.8 | 11.4 | 6.4 | 11.75 | 5.35 | | | A | |
| | 6 | 1.3 | 1.6 | 1.7 | 1.85 | 16.5 | 7.88 | 9.7 | 10.3 | 11.2 | 6.15 | 11.45 | 5.30 | | | A | |
| 90 | 7 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 18.0 | 5.0 | 6.11 | 6.66 | 7.22 | 5.7 | 10.50 | 4.80 | | 600 | A | |
| | 8 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 13.6 | 6.62 | 8.08 | 9.55 | 10.29 | 4.85 | 7.20 | 2.35 | | A | | |
| 91 | 9 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.8 | 23.5 | 4.25 | 5.32 | 6.38 | 7.65 | 2.7 | 6.80 | 4.10 | | | A | |
| | 10 | 0.95 | 1.25 | 1.5 | 1.8 | 26.0 | 3.65 | 4.8 | 5.76 | 6.9 | 2.95 | 7.50 | 4.55 | | | A | |
| 92 | 11 | 0.5 | 0.85 | 1.15 | 1.3 | 21.0 | 2.38 | 4.04 | 5.47 | 6.19 | 2.10 | 6.40 | 4.30 | | 601 | B | |
| | 12 | 0.65 | 1.0 | 1.35 | 1.5 | 22.0 | 2.85 | 4.38 | 5.92 | 6.57 | 2.55 | 6.75 | 4.20 | | B | | |
| 93 | 13 | 0.75 | 0.95 | 1.2 | 1.45 | 20.5 | 3.65 | 4.63 | 5.85 | 7.07 | 0.0 | 8.95 | 8.95 | + 6.0 | 602 | C | |
| | 14 | 0.4 | 0.65 | 0.9 | 1.55 | 16.0 | 2.5 | 4.06 | 5.62 | 9.68 | 2.45 | 6.90 | 4.45 | | A | | |
| 94 | 15 | 1.1 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 20.0 | 5.5 | 7.0 | 7.5 | 8.5 | 2.50 | 6.90 | 4.40 | | 603 | B | |
| | 16 | 0.7 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 18.0 | 3.89 | 4.44 | 5.55 | 7.22 | 4.75 | 8.75 | 4.0 | | B | | |
| 95 | 17 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 18.1 | 4.41 | 5.52 | 7.18 | 8.28 | 0.35 | 5.15 | 5.20 | | 604 | A | |
| | 18 | 0.35 | 0.5 | 0.75 | 1.0 | 19.0 | 1.84 | 2.62 | 3.94 | 5.26 | 2.75 | 8.45 | 5.70 | | A | | |
| 96 | 19 | 0.65 | 0.85 | 1.0 | 1.2 | 23.6 | 2.75 | 3.6 | 4.23 | 5.08 | 11.10 | 13.30 | 2.20 | | 605 | C | |
| | 20 | 2.4 | 2.5 | 2.9 | 3.0 | 22.6 | 10.6 | 11.06 | 12.83 | 13.27 | 1.85 | 5.30 | 3.45 | | A | | |
| 97 | 21 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.65 | 19.9 | 5.02 | 6.28 | 7.54 | 8.29 | 2.60 | 4.25 | 2.15 | | 606 | C | |
| | 22 | 0.7 | 0.8 | 1.1 | 1.25 | 26.0 | 2.69 | 3.07 | 4.23 | 4.8 | 5.75 | 8.30 | 2.55 | | | C | |
| 98 | 23 | 0.35 | 0.45 | 0.65 | 0.85 | 18.1 | 1.93 | 2.48 | 3.59 | 4.69 | 0.0 | 5.20 | 5.20 | | | C | |
| | 24 | 0.35 | 0.4 | 0.5 | 0.65 | 12.8 | 2.73 | 3.12 | 3.9 | 5.07 | 0.50 | 4.6 | 4.10 | | | C | |

29-03-73 - jeudi

TABLEAU 12 (suite)

SITE: 5 et 6 (suite)

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 99 | 25 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 18.0 | 2.77 | 3.33 | 4.44 | 5.0 | 1.30 | 4.65 | 3.35 | | | A | |
| | 26 | 0.4 | 0.5 | 0.75 | 0.8 | 18.0 | 2.22 | 2.77 | 4.16 | 4.47 | 1.70 | 5.40 | 3.70 | | | A | |
| 100 | 27 | 1.0 | 1.4 | 1.5 | 1.8 | 20.4 | 4.87 | 6.83 | 7.31 | 8.78 | 7.35 | 10.60 | 3.25 | 607 | | B | |
| | 28 | 1.4 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 19.2 | 7.3 | 8.8 | 9.9 | 10.4 | 4.65 | 8.70 | 4.05 | | | B | |
| 101 | 29 | 0.8 | 1.1 | 1.25 | 1.5 | 18.8 | 4.25 | 5.8 | 6.65 | 7.97 | 4.60 | 8.45 | 3.75 | 608 | | A | |
| | 30 | 0.95 | 1.2 | 1.3 | 1.55 | 18.0 | 5.27 | 6.66 | 7.22 | 8.61 | 3.85 | 7.80 | 3.95 | | | A | |
| 102 | 31 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 18.1 | 2.21 | 3.31 | 4.42 | 5.52 | 1.00 | 4.55 | 2.45 | | | A | |
| | 32 | 0.4 | 0.55 | 0.75 | 0.9 | 20.0 | 2.0 | 2.75 | 3.75 | 4.5 | 1.05 | 5.55 | 4.50 | | | A | |
| 103 | 33 | 0.5 | 0.8 | 1.05 | 1.3 | 19.8 | 2.52 | 4.04 | 5.3 | 6.56 | 1.95 | 7.00 | 5.05 | + 6.7 | 619 | A | Site 6 |
| | 34 | 0.6 | 0.85 | 1.1 | 1.4 | 19.2 | 3.12 | 4.43 | 4.73 | 7.29 | 1.50 | 6.55 | 5.05 | | | A | |
| 104 | 35 | 0.9 | 1.2 | 1.45 | 1.55 | 17.5 | 5.14 | 6.86 | 8.28 | 8.86 | 5.50 | 9.25 | 3.25 | | | B | |
| | 36 | 1.0 | 1.25 | 1.5 | 1.6 | 17.6 | 5.68 | 7.10 | 8.52 | 9.09 | 5.00 | 8.95 | 3.95 | | | B | |
| 105 | 37 | 0.65 | 0.85 | 1.1 | 1.3 | 18.0 | 3.61 | 4.72 | 6.11 | 7.22 | 0.75 | 6.00 | 5.25 | | | A | |
| | 38 | 0.35 | 0.55 | 0.75 | 1.0 | 16.3 | 2.15 | 3.37 | 4.6 | 6.13 | 2.35 | 7.20 | 4.85 | | | A | |
| 106 | 39 | 1.3 | 1.5 | 1.8 | 2.05 | 18.9 | 6.88 | 7.93 | 9.52 | 10.85 | 6.20 | 10.40 | 4.20 | + 6 | | A | |
| | 40 | 1.15 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 18.1 | 6.35 | 8.28 | 9.39 | 10.49 | 5.50 | 10.75 | 5.25 | | | A | |
| 107 | 41 | 1.55 | 1.8 | 2.0 | 2.15 | 18.1 | 8.56 | 9.94 | 11.05 | 11.88 | 7.45 | 11.85 | 3.40 | | | A | |
| | 42 | 1.6 | 1.85 | 2.1 | 2.25 | 19.2 | 8.33 | 9.63 | 10.94 | 11.72 | 7.65 | 12.10 | 4.45 | | | A | |
| 108 | 43 | 1.55 | 1.75 | 2.0 | 2.1 | 16.0 | 9.68 | 10.94 | 12.5 | 13.12 | 8.25 | 12.10 | 3.85 | | | A | |
| | 44 | 1.6 | 1.75 | 1.95 | 2.05 | 17.2 | 9.3 | 10.0 | 11.33 | 11.92 | 9.00 | 13.10 | 4.20 | | | A | |
| 109 | 45 | 1.05 | 1.35 | 1.5 | 1.7 | 18.1 | 5.8 | 7.46 | 8.28 | 9.39 | 4.65 | 8.60 | 3.95 | 626 | | A | avec |
| | 46 | 1.05 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 21.0 | 5.0 | 6.66 | 7.62 | 8.57 | 5.50 | 9.30 | 3.80 | | | A | aérosol |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | .../ |

29-03-73 - jeudi

TABLEAU 12 (suite)

SITE: 5 et 6

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|------|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 110 | 47 | 2.05 | 2.35 | 2.5 | 2.75 | 20.2 | 10.15 | 11.63 | 12.38 | 13.6 | 5.25 | 8.85 | 3.60 | + 4.6 | 627 | A | |
| | 48 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.65 | 18.6 | 5.38 | 6.99 | 8.06 | 8.87 | 10.10 | 13.10 | 3.00 | | | | |
| 111 | 1 | 1.25 | 1.45 | 1.6 | 1.85 | 19.6 | 6.37 | 7.39 | 8.16 | 9.43 | 7.40 | 11.55 | 4.15 | | | | |
| | 2 | 1.9 | 2.05 | 2.25 | 2.5 | 21.6 | 8.8 | 9.5 | 10.4 | 11.57 | 5.25 | 9.35 | 4.10 | | | | |

CALENDRIER DES EXPERIENCES

TABLEAU 1

| Date des expériences | Site | Date d'installation de tiges avec glace colorée | Tranche consécutive dans le site | Numéro de tranche fait dans un jour | Numéro de l'échantillon | Résultats | | Remarques |
|----------------------|------|---|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------|--------|---|
| | | | | | | Tableau | Figure | |
| 12/03/73 | 1 | 09/03/73 | | | | | | |
| 13/03/73 | 2 | 12/03/73 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | | | 2 | 2 | 2 | | | |
| | | | 3 | 3 | 3, 4 | 2 | 15 | |
| 14/03/73 | 2 | 12/03/73 | 4 | 1 | 5, 6 | | | |
| | 3 | 13/03/73 | 1 | 1 | 7 | | | |
| | | | 2 | 2 | 8 | 3 | | |
| 15/03/73 | 3 | 13/03/73 | 3 | 1 | 9 | | | |
| | | | 4 | 2 | 10 | | | |
| | | | 5 | 3 | 11 | | | |
| | | | 6 | 4 | 12 | 4 | 16 | |
| 16/03/73 | 3 | 13/03/73 | 7 | 1 | 13 | | | |
| | | | 8 | 2 | 14, 15 | | | |
| | | | 9 | 3 | 16 | | | |
| | | | 10 | 4 | 17, 18 | 5 | 17 | |
| 20/03/73 | 4 | 14/03/73 | 1 | 1 | 19, 20, 21 | | | |
| | | | 2 | 2 | 22 | | | |
| | | | 3 | 3 | 23 | | | |
| | | | 4 | 4 | 24 | | | |
| | | | 5 | 5 | 25, 26 | | | |
| | | | | | 27, 28, 29 | 6 | 18 | expérience avec aérosol |
| | | | | | 30 | 6 | 18 | coupe horizontale |
| 21/03/73 | 4 | 14/03/73 | 6 | 1 | 31 ÷ 42 | 7 | 19 | |
| 23/03/73 | 5 | sans tige avec glace colorée | 5 | 5 | 43 ÷ 56 | 8 | 20 | expériences pour observer l'ancien niveau d'eau dans la neige |
| 25/03/73 | 2 | 12/03/73 | 5 | 1 | 57 ÷ 63 | 9 | 7 | |
| 26/03/73 | 5 | 21/03/73 | 1 | 1 | 64 ÷ 75 | 10 | 9 | |
| 28/03/73 | 6 | 15/03/73 | 1 | 1 | 76 ÷ 84 | | | |
| | | | 2 | 2 | 85 ÷ 87 | 11 | 8 | |
| 29/03/73 | 5 | 21/03/73 | 2 | 1 | 88 ÷ 102 | 12 | 10 | |
| | 6 | 15/03/73 | 3 | 1 | 103 ÷ 108 | 12 | 21 | |
| | | | 4 | 2 | 108 ÷ 111 | 12 | | expériences avec aérosol |

13-03-73 - mardi

TABLEAU 2

SITE: 2

RESUME DES DONNEES DE TENEUR EN EAU

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|-------|-------|-------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 1 | 1 | 1.75 | 2.30 | 2.40 | 2.60 | 18.2 | 9.6 | 12.6 | 13.20 | 14.3 | 9.90 | 14.40 | 4.50 | 528 | B | | |
| | 2 | 2.10 | 2.50 | 2.70 | 3.00 | 20.5 | 10.25 | 12.2 | 13.15 | 14.6 | 10.75 | 14.20 | 3.45 | | A | | Colorée |
| 2 | 3 | 0.80 | 1.40 | 1.65 | 1.80 | 20.0 | 4.0 | 7.0 | 8.25 | 9.0 | 7.80 | 13.00 | 5.20 | 529 | A | | |
| | 4 | 1.80 | 2.50 | 2.70 | 3.10 | 23.5 | 7.65 | 10.65 | 11.50 | 13.2 | 5.10 | 9.45 | 4.05 | | A | | Colorée |
| 3 | 5 | 8.60 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 27.0 | 31.7 | 37.0 | 37.00 | 37.0 | 19.10 | 31.20 | 12.10 | 530 | A | | |
| | 6 | 6.40 | 7.00 | 7.00 | 8.00 | 26.8 | 23.9 | 26.1 | 26.1 | 32.0 | 29.00 | 39.5 | 10.50 | | A | | Colorée |
| 4 | 7 | 13.00 | 13.00 | 15.70 | | 31.6 | 41.0 | 41.0 | 47.0 | | 29.70 | 34.0 | 4.30 | | A | | |
| | 8 | 10.30 | 11.00 | 11.00 | | 34.0 | 30.3 | 32.4 | 32.4 | | 35.60 | 43.0 | 8.00 | | A | | Colorée |

14-03-73 - mercredi

TABLEAU 3

SITE: 2 et 3

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|-----|------|------|----------------------|---------------------------------------|------|-------|------|--------------|------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 5 | 1 | 0.7 | 1.4 | 1.95 | 2.2 | 14.2 | 4.92 | 9.85 | 13.7 | 15.6 | 9.9 | 13.3 | 3.4 | | 536 | C | |
| | 2 | 1.0 | 1.6 | 2.1 | 2.3 | 17.0 | 6.0 | 9.4 | 12.3 | 13.5 | 9.95 | 15.4 | 5.45 | | 536 | C | |
| 6 | 3 | 0.8 | 1.5 | 1.8 | 1.8 | 16.0 | 5.0 | 9.38 | 11.3 | 11.3 | 10.0 | 13.7 | 3.7 | | 536 | B | |
| | 4 | 1.3 | 2.0 | 2.3 | 2.5 | 18.0 | 7.23 | 11.1 | 12.75 | 13.9 | 6.9 | 12.7 | 5.8 | | 536 | B | |
| SITE 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1 | 1.5 | 2.0 | 2.2 | 2.3 | 16.8 | 8.95 | 11.9 | 13.1 | 13.7 | 11.1 | 13.6 | 2.5 | | 544 | C | |
| | 2 | 1.5 | 2.0 | 2.4 | 2.5 | 18.0 | 8.35 | 11.1 | 13.25 | 13.9 | 11.3 | 13.8 | 2.5 | | | C | |
| 8 | 3 | 0.75 | 1.0 | 1.15 | 1.25 | 19.3 | 3.88 | 5.18 | 5.95 | 6.47 | 3.95 | 6.5 | 2.55 | | 549 | B | |
| | 4 | 0.45 | 0.6 | 0.65 | 0.7 | 12.2 | 3.68 | 4.92 | 5.33 | 6.15 | 3.5 | 6.8 | 2.65 | | 550 | B | |

15-03-73 - jeudi

TABLEAU 4

SITE: 3

| No. échantillon | No. éprouvette | Eau extraite pendant centrifugation (ml) | | | | Volume de l'eau (ml) | Eau extraite pendant centrifugation % | | | | Interception | | Pente relative | Température °C | Photo No. | Evaluation des résultats | Remarques |
|-----------------|----------------|--|-----|------|------|----------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|----------------|----------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | a | b | | | | | |
| 9 | 1 | 0.35 | 0.5 | 0.65 | 0.75 | 15.2 | 2.32 | 3.28 | 4.28 | 4.93 | 1.05 | 5.6 | 4.55 | - 1 | 552 | A | Colorée |
| | 2 | 0.35 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 16.5 | 2.15 | 3.03 | 4.25 | 6.05 | 1.05 | 5.2 | 4.15 | - 1 | | | |
| 10 | 3 | 1.5 | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 17.0 | 8.8 | 10.0 | 10.55 | 11.75 | 7.8 | 11.75 | 3.95 | - 1 | 553 | A | Colorée |
| | 4 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.8 | 20.8 | 5.76 | 6.74 | 7.2 | 8.65 | 4.75 | 8.6 | 3.85 | - 1 | | | |
| 11 | 5 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 13.8 | 5.8 | 6.5 | 7.25 | 7.25 | 5.0 | 7.95 | 2.95 | - 1 | 554 | A | Colorée |
| | 6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 15.3 | 4.56 | 5.21 | 5.21 | 5.21 | 4.05 | 6.05 | 2.0 | - 1 | | | |
| 12 | 7 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 20.0 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 5.25 | 7.75 | 2.50 | - 1 | 555 | A | Colorée |
| | 8 | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 20.6 | 11.0 | 12.12 | 13.1 | 13.6 | 10.70 | 13.60 | 2.90 | - 1 | | | |

**SELECTED WATER
RESOURCES ABSTRACTS**

INPUT TRANSACTION FORM

1. Report No. 2.

3. Accession No.

W

4. Title A STUDY OF SMELTING AND DIURNAL FREEZING IN THE SNOWPACK (Etude sur la fonte et la congélation diurne de neige dans le manteau nival),

5. Report Date

6.

8. Performing Organization Report No.

7. Author(s)

Langham, E.J., and Sochanska, W.

10. Project No.

9. Organization

Québec Université. Institut National de la Recherche Scientifique-Eau.

11. Contract/Grant No.

13. Type of Report and Period Covered

12. Sponsoring Organization

15. Supplementary Notes

INRS-Eau, Technical Report No 38, 1974, 31 p., 1 app.

16. Abstract

The flow of melt-water in snowpacks containing ice layers has been observed using coloured ice crystals. Experiments were conducted on snowpacks of various slopes and water content measurements were made.

Horizontal or concave ice layers can impound meltwater thus increasing the capacity of the snow to store water. Both horizontal and sloping ice layers divert the flow of meltwater and thus considerably increase the time of passage of the water through the snow.

17a. Descriptors

*Snowmelt, *Snowpacks, *Melt water, Snow cover, Melting, Snow.

17b. Identifiers

*Melting snow, *Ice crystals, Ice layers, Water content, Coloured Ice.

17c. COWRR Field & Group

18. Availability

19. Security Class. (Report)

21. No. of Pages

Send To:

20. Security Class. (Page)

22. Price

WATER RESOURCES SCIENTIFIC INFORMATION CENTER
U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR
WASHINGTON, D. C. 20240

Abstractor M. Cantin

Institution INRS-Eau