

L'usure des turbines hydrauliques, ses conséquences et les moyen d'y parer

Autor(en): **Dufour, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **48 (1922)**

Heft 3

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-37388>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

le mur est indéformable puisque rigidement encastré dans le roc des fondations. Les arcs eux-mêmes sont également indéformables à leurs naissances, tandis que les sommets peuvent se déplacer plus ou moins facilement. Considérons maintenant la série des arcs superposés : les arcs supérieurs, minces et de grande portée sont plus déformables que les arcs inférieurs, courts et plus épais. Ici de nouveau la résistance aux déformations diminue avec la profondeur, mais dans une mesure beaucoup plus faible que ce n'est le cas pour les murs. Il en résulte donc que dans les régions inférieures du barrage, l'action des « murs » est prépondérante. Elle diminue dès que l'on s'élève et dans les régions supérieures les arcs deviennent les éléments essentiels. La région centrale des arcs supérieurs du barrage devra être aussi faible que possible pour donner à l'ensemble de l'ouvrage une grande élasticité tandis que le pied du barrage et les naissances des arcs seront renforcés afin d'obtenir un bon encastrement.

Il ne faudra naturellement pas perdre de vue la forme du mur qui n'ose pas présenter de changements trop brusques. La forme convenable du barrage résultera de la conciliation de ces deux exigences.

Les observations qui précèdent permettent maintenant de dessiner la forme fondamentale du barrage, celle qui servira de base au calcul statique. On pourra par exemple dessiner sur un plan avec courbes de niveau une série d'arcs superposés à un écartement convenable dont l'épaisseur est déterminée d'après la formule grossière citée plus haut. Une fois la forme fondamentale du barrage fixée, on peut passer au calcul statique qui permettra de déterminer les corrections qu'il y aura lieu d'apporter à la forme fondamentale. Cette question fait l'objet du chapitre suivant. (A suivre.)

L'usure des turbines hydrauliques, ses conséquences et les moyens d'y parer.

par H. DUFOUR, ingénieur, à Bâle.

(Suite et fin.)¹

Dans les usines à très grands débits et basses chutes, l'élimination des graviers et des sables, parfois si désirable comme dans le cas des usines *A* et *B*, ne peut même plus avoir lieu au moyen de dispositifs semblables à celui représenté par la fig. 38.

Ces usines sont généralement situées à l'extrémité d'un canal, ou font partie d'un barrage provoquant un long remous de la rivière et les alluvions dangereuses pour les turbines, leur parviennent concentrées et roulées sur le fond du bief d'amont. Cette particularité, constatée par des sondages, a été confirmée indirectement par l'observation que, seules les pièces inférieures des turbines se trouvant sur le passage des veines d'alluvions, souffrent de l'usure.

¹ Voir *Bulletin technique* du 21 janvier 1922, page 16.

Si le passage de l'eau, du bief d'amont dans les chambres de turbines, a lieu sans changements de vitesse et de direction capables de provoquer des tourbillons importants dans les couches inférieures, le problème de l'élimination des alluvions dangereuses pour les turbines, semble pouvoir se limiter à l'évacuation des matériaux roulés sur le fond à l'entrée des chambres.

Le type de turbine préféré aujourd'hui pour ces usines à très grands débits, semble être celui à une roue, à axe vertical et chambre en forme de spirale.

La fig. 39 représente une turbine de ce genre dont la chambre est munie de deux vannes d'entrée V_1 et V_2 , de deux grilles G_1 et G_2 , des canaux C_1 et C_2 , des vannes E_1 et E_2 , pour le nettoyage de la grille par retour du courant et d'un dessableur avec purge automatique pour les alluvions.

En passant, nous dirons que le nettoyage de la grille par retour du courant a été appliqué avec succès par la S. A. Buss de Bâle, à la grande usine hydro-électrique de cette ville, à Augst sur le Rhin.

Le dessableur à purge automatique placé derrière les grilles se compose de quatre canaux c_1-c_4 munis chacun d'un récepteur avec trois orifices de passage u_1-u_3 . Les canaux c_1 et c_2 se réunissent devant la vanne de fermeture v_1 , c_3 et c_4 devant v_2 pour ne former que deux canaux débouchant tangentiellement dans la partie inférieure du coude d'aspiration. Les nervures N_1 et N_2 maintiennent la direction rectiligne des couches inférieures de l'eau et permettent aux alluvions de pénétrer dans les récepteurs et les canaux c_1-c_4 , en glissant sur les parties inclinées du fond.

En variant l'ouverture des vannes v_1 et v_2 on règle le débit de la purge ainsi que la vitesse de l'eau dans les canaux c_1-c_4 et les orifices de passage u_1-u_3 . Cette vitesse doit être d'autant plus grande que la teneur en alluvions de l'eau et les dimensions de celles-ci sont plus fortes.

Lorsque l'eau charrie, le débit de la rivière est supérieur à celui de l'usine, les vannes v_1 et v_2 sont ouvertes et les alluvions roulées sur le fond ou à faible hauteur évacuées automatiquement. Lorsque le débit de la rivière descend au-dessous de celui de l'usine, le charriage d'alluvions cesse, les vannes v_1 et v_2 sont fermées et toute l'eau disponible passe par la turbine. Pendant les périodes intermédiaires où le charriage et la surabondance d'eau sont faibles, il conviendra de réduire l'ouverture de v_1 et v_2 ou même de suspendre la purge automatique des chambres ou seulement des canaux ne recevant pas d'alluvions.

On remarquera que ce dessableur ne modifie en rien la disposition générale de la chambre de turbine et que, quelle que soit son efficacité il ne pourrait être préjudiciable au bon fonctionnement de l'usine.

Si lors de la construction, l'opportunité du dessableur n'était pas encore suffisamment démontrée, et que, par économie, on veuille en remettre l'exécution définitive

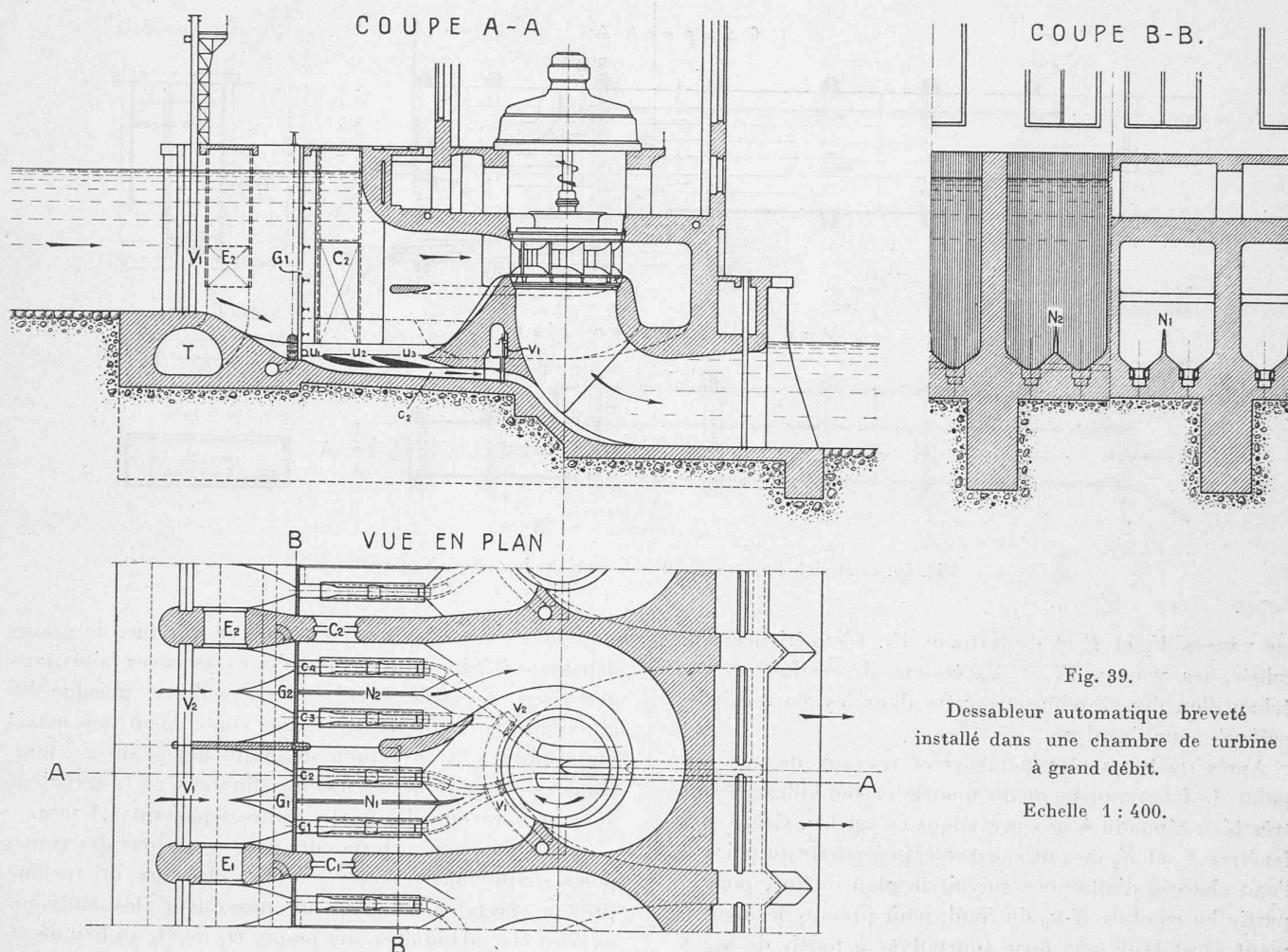


Fig. 39.

Dessableur automatique breveté
installé dans une chambre de turbine
à grand débit.

Echelle 1 : 400.

à plus tard, il suffirait de laisser les excavations nécessaires dans le sol de la chambre et les fondations de la turbine.

On doit se demander quelle sera l'efficacité du dessableur installé dans ces véritables conditions de fortune et notamment, quelles seront les dimensions des alluvions qui parviendront à la turbine. Un second point sera de savoir si la purge automatique est à même d'évacuer toutes les alluvions charriées par l'eau d'une rivière en temps de crue, en tenant compte que le charriage a lieu, non régulièrement, mais sous forme de vagues et que les alluvions de ces vagues peuvent être concentrées sur une partie seulement des turbines ou même sur un côté de leurs chambres.

Ces questions ont été étudiées récemment au moyen d'un dessableur-modèle représenté par la fig. 40, comme nous l'avons fait autrefois pour les dessableurs de Florida-Alta¹ et de l'Ackersand. Ce dessableur-modèle installé à Neuwelt près de Bâle, est une réduction au septième de la tranche verticale de la chambre de turbine représentée par la coupe A-A de la fig. 39. Il se compose d'un canal principal C_1 , représentant la dite

tranche avec celle du bief d'amont qui l'alimente, et d'un canal C_2 pour alimenter la tranche A-A pendant le nettoyage de la grille G par retour du courant. On reconnaît sur la fig. 40 les vannes d'entrées V_1 et V_2 des deux canaux, l'ouverture de communication C , la vanne d'échappement E , le dispositif de purge à trois orifices de passage u_1-u_3 , l'ouverture réglable T remplaçant la turbine et donnant passage à l'eau dessablée. Le tuyau t_1 conduit une partie de cette eau dans la caisse où ses alluvions se déposent, le tuyau t_2 remplit la même fonction pour la totalité de l'eau de purge. F_1 , F_2 et F_3 sont des fenêtres pour observer les mouvements de l'eau et des alluvions.

La hauteur h_0 , relevée pendant les expériences, servait à calculer les débits : Q de l'eau dessablée, q de l'eau de purge et Q_a , de l'eau arrivant au modèle, au moyen des formules de la fig. 40.

Les expériences destinées à étudier le fonctionnement de ce dessableur-modèle eurent lieu de la manière suivante : Après avoir ouvert la vanne V_1 et obtenu un état d'écoulement constant, on introduisait au point O régulièrement et en un temps donné, une quantité d'alluvions déterminée, composée de gravier et de sable mélangés. Le nettoyage de la grille par retour du courant qui durait de 2 à 4 minutes était obtenu en ouvrant

¹ Bulletin technique du 7 février 1920.

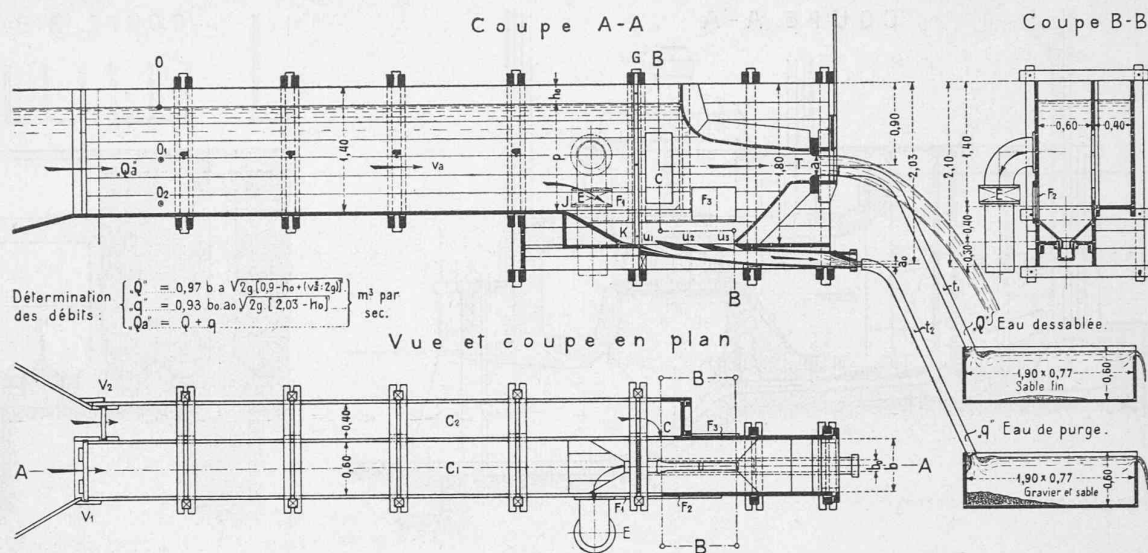


Fig. 40. — Modèle de dessableur automatique installé à Neuwelt.

les vannes V_2 et E et en fermant V_1 . L'expérience terminée, les vannes V_1 et V_2 étaient descendues et un échantillon des alluvions trouvées dans les deux caisses prélevé pour l'analyse.

Après quelques tâtonnements et travaux de mise au point, le fonctionnement du modèle et son efficacité ont très bien répondu à nos prévisions et calculs. Grâce aux fenêtres F_1 et F_2 on put constater qu'à partir du point J l'eau chargée d'alluvions suivait le plan incliné, puis la partie horizontale $K-u_3$ du fond, pour prendre le mouvement ascendant sans forts tourbillons à partir de u_3 . A l'exception de quelques dépôts se formant et se stabilisant dans les angles morts, toutes les alluvions éliminées furent évacuées automatiquement par l'eau de purge. Lorsque l'eau charriait des débris ou que le diamètre des alluvions introduites se rapprochait de l'écartement de la grille, il se formait au point K un dépôt qui disparaissait complètement lors du nettoyage de la grille par retour du courant. Les débris légers, soulevés par les tourbillons de l'eau, s'échappaient par le tuyau de la vanne E et les alluvions dégagées trouvaient le chemin de l'orifice u_1 .

Pendant les expériences, le débit de l'eau dessablée Q fut en moyenne d'environ 600 lit./sec., celui de l'eau de purge q de 26 lit./sec. et la vitesse de l'eau dans le canal C_1 de un m/sec. La quantité d'alluvions introduites à chaque expérience a varié entre 13 et 182 litres.

Les dimensions des alluvions éliminées par la purge variaient avec celles des alluvions introduites, mais celles des alluvions restant dans l'eau dessablée étaient très uniformes. L'analyse par tamisage de huit échantillons a donné les résultats extrêmes notés dans la table ci-contre.

Mieux que les chiffres, les fig. 41 et 42 permettront au lecteur de se faire une idée sur l'efficacité du dessableur-modèle.

Il a été introduit des alluvions dont le diamètre des grains variait entre 40 mm. et 0 et l'eau dessablée ne

contenait au maximum que 0,6 % en volume, de grains dépassant 2,2 mm. Le résultat des expériences faites sans nettoyage de grille a été encore meilleur, puisque les alluvions de l'eau dessablée ne contenaient au maximum que 0,4 % en volume de grains dépassant 2,2 mm. Dans ces conditions les mêmes alluvions ne contenaient au maximum que 1,3 % de grains dépassant 1,1 mm.

Si, pour mieux correspondre aux conditions des transports d'alluvions à l'entrée d'une chambre de turbine prévue spécialement pour un dessableur, les alluvions avaient été introduites aux points O_1 ou O_2 au lieu de O , fig. 40, l'efficacité du modèle eût été encore meilleure.

Ces excellents résultats obtenus par une série de quinze expériences contradictoires concordent parfaitement avec les résultats de nos calculs préliminaires. Ils montrent une fois de plus tout le parti que l'on peut tirer du dispositif de purge automatique et continue pour le dessablage de l'eau dans les conditions d'emplacement et de débits les plus variées, et spécialement, dans une chambre de turbine comme celle représentée sur la fig. 39. Nous nous permettrons d'insister sur ce point, car sans purge continue tous les espaces, forcément limités, destinés à recevoir les alluvions sont, en temps de crues, rapidement comblés par les dépôts et le dessablage devient nul au moment où il serait le plus nécessaire.

Diamètre des grains en mm.	Volumes partiels en % du volume total.			
	Expériences exécutées :			
	sans nettoyage de la grille.		avec nettoyage de la grille.	
< 0,5	85,8 %	90,5 %	72,3 %	78,0 %
0,5 ÷ 1,1	12,9 %	8,6 %	25,1 %	20,5 %
1,1 ÷ 2,2	0,9 %	0,7 %	2,0 %	1,3 %
> 2,2	0,4 %	0,2 %	0,6 %	0,2 %
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Dessableur-modèle de Neuwelt: Composition des alluvions restant dans l'eau dessablée au point de vue des dimensions de leurs grains.

Il reste maintenant à examiner si le dessableur de la fig. 39 serait capable d'évacuer toutes les alluvions qui parviendraient sur ses récepteurs.

Pour cela nous supposons que, comme celles prévues dans la *Schweizerische Bauzeitung* pour les usines du Rhin, la turbine de la fig. 39 consomme à pleine charge 80 à 100 m³/sec. et que le débit de la purge automatique est le 5 % du débit de la turbine. Cette proportion qui n'est pas une règle, permet de donner aux orifices des récepteurs ainsi qu'à la vitesse de l'eau dans ces orifices et les canaux de purge, des dimensions suffisantes pour assurer l'écoulement des matériaux susceptibles de traverser la grille. Comme il est dit plus haut, les dessableurs ne fonctionnent que pendant la période des transports d'alluvions où il y a surabondance d'eau, la puissance de l'usine n'est donc pas influencée par le débit plus ou moins grand de la purge.

Comme nous ne connaissons pas le charriage, du reste peu important, des alluvions dans le Rhin, nous supposons que la turbine de la fig. 39 est alimentée par le Rhône, seul de nos grands cours d'eau dont, à notre connaissance, le débit et le charriage aient été étudiés simultanément en temps de crue¹.

A la Souste, Valais, les 6 et 7 août 1913, pendant dix-huit heures consécutives, le Rhône, dont le débit moyen était de 186 m³/sec., a déposé dans le remous créé par le barrage de l'usine de Chippis 2686 m³ de matériaux. Les dessableurs de deux turbines installées à la place du barrage et consommant chacune 93 m³/sec. pourraient donc recevoir lorsque l'état d'équilibre du lit du Rhône se serait établi, une quantité d'alluvions égale ou inférieure à ce chiffre. La teneur en alluvions de l'eau de purge des dessableurs serait donc au maximum de :

$$\frac{2686 \cdot 1000 \cdot 1000}{186 \cdot 0,05 \cdot 1000 \cdot 18 \cdot 3600} = 4,45 \text{ cm}^3 \text{ par lit.}$$

Ce chiffre est de beaucoup inférieur à ceux obtenus aussi bien avec les dessableurs modèles essayés à Brigue et à Neuwelt, qu'avec les dessableurs des usines de l'Ackersand et de Monthey décrits précédemment.

Tel qu'il est prévu le dessableur de la fig. 39 pourra donc évacuer des quantités d'alluvions beaucoup plus grandes que celle constatée en un point d'un cours d'eau réputé pour son fort charriage.

Ce haut degré de sécurité, facile à obtenir, est nécessaire pour éviter toute perturbation dans le fonctionnement d'un dessableur en temps de crue.

Le dessableur de la fig. 39 pourrait aussi être installé au fond d'un canal et servir au dessablage efficace de l'eau destinée, non seulement à une usine hydro-électrique, mais aussi à l'alimentation de réservoirs de tous genres ou de canaux d'irrigation.

¹ *Annales suisses d'hydrographie*, vol. II, pages 159 à 164.

Vu la grande diversité des conditions d'établissement des usines hydro-électriques, dont les plus heureuses utilisent des eaux toujours claires et inoffensives, même sous les plus hautes chutes, il ne saurait être question de conclure en généralisant les phénomènes d'usure et les moyens d'y remédier que nous avons caractérisés par quelques exemples ; mais nous dirons que *partout où il y a usure il y a aussi perte*, c'est-à-dire : perturbations dans le service, frais de remplacement et diminution de l'énergie disponible.

Pour toutes les usines qui visent à une utilisation économique et maximum de la force hydraulique qui leur

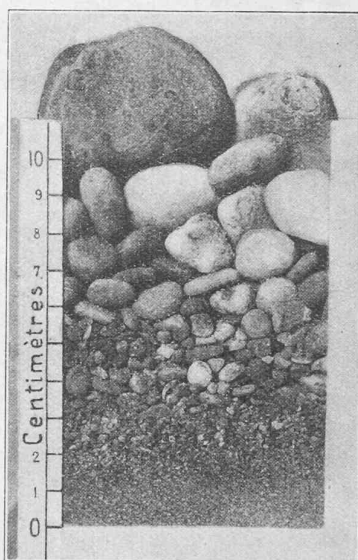


Fig. 41. — Alluvions prélevées dans l'eau de purge.

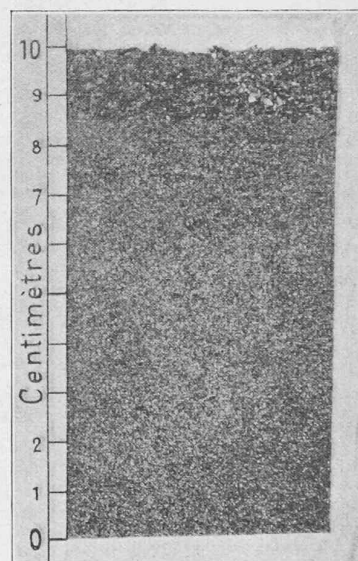


Fig. 42. — Alluvions prélevées dans l'eau dessablée.

est concédée, il y a là un élément digne de leur attention et pour beaucoup, nous le croyons, un sérieux progrès à réaliser.

A toutes les administrations et à tous ceux qui, par leurs bons renseignements et leurs obligeantes autorisations, ont bien voulu nous faciliter la tâche que nous nous étions donnée, nous tenons à réitérer ici nos sincères remerciements.

Concours d'idées pour l'établissement d'un plan d'avenir de la Commune de Monthey.

Rapport du Jury.

(Suite)¹

Radial. — Ce projet a retenu l'attention du jury par la clarté du parti adopté. L'auteur accuse franchement deux artères principales ; l'une existante : l'avenue de la gare, mais aménagée de façon à lui donner une importance spéciale ; l'autre en arc de cercle reliant la route de Saint-Maurice à celle de Collombey en passant devant la gare. Le tracé très clair de

¹ Voir *Bulletin technique* du 7 janvier 1922, page 6.