Nouvelles dispositions de dessableurs

New desilting device designs

PAR PAUL GARIEL

INGÉNIEUR AUX ÉTABLISSEMENTS NEYRPIG

English synopsis, p. 578.

INTRODUCTION

L'exploitation d'un certain nombre de centrales situées en haute montagne fait apparaître la nécessité d'opérer un dessablage poussé de l'eau pour réduire l'usure des appareils hydrauliques. Celle-ci est d'autant plus à craindre que le bassin versant équipé contient davantage de roches cristallines telles que granits, quartzites, schistes cristallins et même trachytes dont la décomposition alimente les eaux de ruissellement en une foule de cristaux particulièrement durs parmi lesquels prédomine en général la silice sous forme de grains de quartz.

En raison des dimensions relativement importantes des dessableurs du type classique, on est parfois enclin à les construire de plus petites dimensions qu'il ne serait nécessaire afin de réduire les frais de premier établissement et même les frais d'exploitation. Il en résulte une capacité de dessablage insuffisante d'où une usure des turbines provoquant une diminution assez importante de la productivité de la centrale par perte de rendement, sans compter la gêne des arrêts fréquents pour permettre le remplacement des pièces usées.

Nous allons examiner très rapidement les conditions de fonctionnement des dessableurs de type habituel.

Cet examen fera apparaître les raisons qui font que le dessablage est une opération si difficile ou relativement coûteuse.

La considération d'une expérience cruciale, malgré sa simplicité, nous mettra sur la voie d'une technique qui nous a paru nouvelle, dans ce domaine d'utilisation, quoique ancienne par

certaines côtés, et susceptible de donner d'excellents résultats.

Nous nous étendrons alors sur les trois principaux types de dessableurs que nous avons imaginés et préciserons, par un calcul très élémentaire, les caractéristiques de dessablage que l'on peut en attendre.

I

Deux obstacles s'opposant à un bon dessablage dans les ouvrages du type classique : hauteur de chute des particules et turbulence

La conception de tous les dessableurs est commandée par la nécessité d'assumer correctement deux fonctions essentielles : séparation des sables en suspension d'abord ; leur expulsion hors de l'appareil ensuite.

Une séparation efficace exige un grand volume pour que la vitesse et la turbulence qui en résulte soient assez faibles pour s'opposer le moins possible à la sédimentation des grains. En outre, celle-ci est d'autant plus rapide que la profondeur est plus faible. C'est la technique habituelle des bassins de décantation.

Malheureusement, ceci conduit à des ouvrages dont la surface est d'autant plus grande que la profondeur est plus faible et il est difficile d'en expulser le sable déposé d'une façon économique. Leur nettoyage ne peut qu'être périodique et consister en des chasses vigoureuses avec une faible couche d'eau permettant la remise en sus-

pension des dépôts. Les inconvénients sont nombreux : très grandes dimensions des bassins; fonctionnement discontinu, pertes d'eau importantes, chasses très fréquentes si l'eau est fortement chargée en sable.

Dans d'autres ouvrages, le rôle décanteur et le rôle extracteur sont mieux conjugués pour obtenir ces deux effets dans un fonctionnement continu.

Ils sont généralement constitués par un canal plus ou moins long, de section rectangulaire à fond plat ou en forme de trémie avec, à la base, un certain nombre d'orifices d'évacuation d'eau. Leur forme ramassée permet de concentrer le sable dans un espace assez restreint d'où son entraînement par un courant d'eau est relativement facile. Ces ouvrages sont susceptibles d'opérer un dessablage déjà important, voire impressionnant si l'on considère le tonnage de sable expulsé en périodes d'eaux chargées, mais à notre sens, il n'est pas encore suffisant et en outre l'expulsion du sable nécessite environ dix pour cent du débit disponible à la sortie de l'appareil ce qui, en certaines circonstances, peut constituer un manque à gagner appréciable pour la production de la centrale.

Pour un débit de $5 \text{ m}^3/\text{s}$ environ, avec une vitesse de $0,50 \text{ m/s}$, il faut une section de 10 m^2 . Avec une largeur de 5 m et une profondeur de 2 m , il faudrait une longueur de 50 m pour assurer la décantation des grains de silice de $2/10 \text{ mm}$ qui tombent à 20 mm/s . Comme l'écoulement est turbulent, cette longueur doit être portée à 70 ou 80 m au moins.

Avec un dessableur de ce type, il faut donc 140 à 160 m^3 d'ouvrage pour décanter les grains de $2/10$ de mm dans $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ce volume spécifique n'est sans doute pas suffisant car l'expérience montre que des eaux qui sont relativement bien purifiées des grains de $2/10$ de mm , mais qui contiennent une proportion notable des grains de $1/10$ de mm et au-dessous produisent des corrosions extrêmement marquées pour des chutes de l'ordre de 350 m , à fortiori pour des chutes plus élevées et très certainement pour des chutes même nettement plus faibles. Ceci est prouvé par l'exploitation de plusieurs centrales installées en Italie, au Chili et, plus près de nous en France, dans les Alpes. Les deux photographies ci-contre constituent une preuve convaincante. La première (fig. 1) représente un auget de turbine Pelton d'une roue alimentée par deux jets, après 7.000 heures de marche environ. La baisse de rendement est de l'ordre de 5% . La seconde (fig. 2) représente la buse et l'aiguille d'un injecteur de Pelton après seulement 1.700 heures de marche. Il arrive facilement que la chute de rendement atteigne 10% .

Fig. 1. — Aspect d'un auget usé, après 7.000 heures de marche.

Si l'on veut alors enlever les grains de $1/10$ de mm qui tombent à peu près à 7 mm/s seulement, il faut multiplier par $2,85$ les chiffres ci-dessus, toutes choses égales d'ailleurs. Il faudrait donc 285 à 400 m^3 de volume utile par m^3/s d'eau traitée.

On a généralement la notion que, quand les grains de $5/10$ de mm ne pénètrent pas dans les galeries, on a fait tout son devoir. Il apparaît

Fig. 2. — Buse et aiguille d'injecteur, en acier traité, après 1.700 heures de marche.

comme quasi impossible, ou tout au moins très onéreux, d'aller jusqu'à 3 ou 2/10 de mm, alors qu'il semble, à la lumière des faits, hautement souhaitable d'opérer un dessablage encore beaucoup plus poussé, sans pour autant augmenter outre mesure le prix des ouvrages.

Or, il apparaît comme certain que l'on peut y arriver sans augmenter le volume des ouvrages et même en le diminuant considérablement en agissant sur deux facteurs primordiaux : la hauteur de chute des grains et la structure même de la turbulence.

II

Amélioration radicale des conditions de dessablage par le cloisonnement de l'espace

Une expérience très simple permet de se rendre compte de l'influence extrêmement favorable du cloisonnement de l'espace.

Considérons un tube cylindrique en verre (fig. 3) de 1 à 2 m de longueur et de diamètre D

FIG. 3.

FIG. 4.

de 2 à 3 cm, fermé aux deux extrémités, contenant de l'eau et du sable fin, siliceux par exemple, et de l'ordre de 1/10 de mm. Par rotation rapide autour de son grand axe, mettons en suspension le sable qui se trouve à la base du tube, et renversons ce dernier rapidement. On constate que, dans l'ensemble, le sable se met à tomber dans l'eau pure, mais si l'on observe le détail de l'écoulement, il apparaît que le mouvement des grains est extrêmement désordonné. Il s'opère

en effet des groupements de grains formant des bouffées descendantes, mais qui se désagrègent aussitôt sous l'effet de masses d'eau un peu moins chargées en sable, circulant en sens inverse en direction du haut.

Il en résulte un désordre considérable qui est un effet du pseudo hasard, conséquence des frottements fluides et de la symétrie du système.

Recommençons la même expérience maintenant, mais peu après que l'écoulement en tube vertical a commencé, inclinons à 45° environ. Le phénomène est très profondément modifié : il apparaît au voisinage de la génératrice inférieure du tube (fig. 4) un dépôt de sable qui coule rapidement vers le bas et à la génératrice supérieure, un autre courant coulant vers le haut mais qui, lui, est un courant d'eau propre. La séparation s'effectue beaucoup plus rapidement que dans le cas précédent. Le temps de décantation totale est volontiers divisé par 10 ou 20.

Ce qui est fondamentalement différent du premier cas est que, d'une part, les grains n'ont plus à tomber en chute libre que de la hauteur $\frac{D}{\cos i}$ au lieu de la hauteur totale du tube.

D'autre part, ils peuvent se grouper en un courant glissant sur la paroi sans se détruire, à une vitesse bien plus grande que ne le ferait un grain isolé.

L'action de pseudo-hasard se produit donc sur un espace beaucoup plus court que dans le cas du tube vertical.

Enfin, alors que dans ce cas les grains étaient soumis à un frottement fluide pendant tout leur parcours, dans le tube incliné il y a surtout frottement solide contre la paroi et au sein du courant de sable déposé.

Bien entendu, l'angle de 45° que nous avons choisi ci-dessus n'a rien d'absolu et le temps minimum de décantation est en fait obtenu par une manœuvre où l'inclinaison varie du commencement à la fin de la sédimentation.

Si les grains sont extrêmement fins, comme dans une argile par exemple, le phénomène reste sensiblement le même avec toutefois cette différence que le courant descendant qui prend naissance dans la partie inférieure du tube n'est pas immédiatement formé de grains au contact les uns des autres et provoquant des frottements solides, mais par une mixture de concentration plus élevée qui forme un véritable courant de densité à frottement fluide dans la majeure partie de sa masse et plastique à la paroi. Ceci est visible à l'œil mais est aussi vérifié par le fait que le tube peut avoir une pente nettement inférieure à celle qui correspond à l'angle de frottement : quelques degrés suffisent à assurer l'écoulement. Ces courants de densité sont tout à fait analogues à ceux que nous avons étudiés dans

le détail au cours des essais que nous avons faits il y a plusieurs années pour la prise d'eau froide de la Centrale d'Énergie thermique des Mers d'Abidjan au sujet desquels nous avons fait une communication à la S.H.F. en 1946 (1).

Il est important que la pente du tube ne soit pas excessive. Si elle est exagérée, le sable descendant trop rapidement est violemment remis en suspension, par suite de l'écrêtement par le courant montant de dunes mobiles, si bien que le temps total de décantation en est augmenté.

Tels sont, dans leur ensemble, les phénomènes que l'on peut aisément observer dans un tube de verre fermé aux deux bouts.

III

Trois formes nouvelles de dessableurs à espace cloisonné : avantages et inconvénients de ces dispositions

La considération de l'expérience précédente nous a amenés à imaginer plusieurs dispositions de dessableurs à espace cloisonné qui ont donné lieu au dépôt de plusieurs brevets. On peut les classer en trois types principaux.

FIG. 5.

FIG. 6.

FIG. 7. — Appareil séparateur à faisceau de tubes.

PREMIER TYPE : Dessableurs à tubes cylindriques inclinés.

Les figures 5, 6 et 7 représentent des séparateurs à un ou plusieurs tubes. Ils sont caractérisés par le fait que l'eau chargée de sable circule de bas en haut. Elle arrive chargée à la base et ressort purifiée à la partie supérieure.

Le sable qui se sépare forme un dépôt au voisinage de la génératrice inférieure de chaque tube; il glisse vers le bas si la pente est suffisante et rencontre un orifice ou un ajutage par lequel il tombe, soit dans un manchon étanche entourant le ou les tubes, soit dans un ajutage qui le conduit dans un récipient à surface libre.

Grâce à ces dispositions, on recueille le sable sans perdre d'eau, sinon l'eau interstitielle. Des tubes de 10 à 2 cm de diamètre avec des longueurs de 5 à 2 m permettent d'obtenir de très bons dessablages même pour des grains de 2/10

(1) La Houille Blanche, N° 1, janvier-février 1949.

de mm de diamètre pour des vitesses moyennes inférieures à 50 cm/s.

Si de tels dispositifs peuvent rendre des services dans certaines industries, ils sont, en pratique, dénués d'intérêt comme dessableurs à l'usage des centrales hydro-électriques, car leur construction serait quasi impossible à réaliser à bas prix pour des débits importants.

DEUXIÈME TYPE : Dessableurs à tubes inclinés formés par des plaques.

Il est certainement beaucoup plus économique de réaliser des tubes inclinés au moyen de plaques planes ou même ondulées placées les unes au-dessus des autres, convenablement espacées. On a ainsi un appareil tel que celui représenté sur la figure.

FIG. 8. — Dessableur à écoulement montant.

La circulation a lieu dans un sens montant ou descendant de la même manière que dans un tube unique, mais on voit immédiatement la grave difficulté que l'on rencontre pour assurer l'évacuation des courants de sable qui glissent sur les plaques. Il est bien évident, en effet, que l'on ne saurait laisser tomber en chute libre le sable qui redescend sur les plaques supérieures car il se remettrait immédiatement en suspension dans sa chute et enrichirait la mixture entrant dans les tubes situés plus bas. L'effica-

cité de l'appareil serait grandement compromise et c'est certainement là le point crucial des appareils de ce genre.

Aucune fente pratiquée dans les parois ne permet d'assurer cette évacuation.

Cette difficulté peut heureusement être vaincue en façonnant les plaques de manière à orienter les courants de sable vers des zones convenables où sont placés des conduits de recueil.

La figure 8 montre une de ces dispositions : les tôles, formant un dièdre dont l'arête est inclinée, délimitent des tubes à l'intérieur desquels se fait la décantation.

Les courants solides glissent vers les parties latérales et descendent vers la face d'entrée où ils trouvent des cheminées qui les conduisent vers le bas. Celles-ci doivent être assez largement dimensionnées pour laisser passer tout le débit de courant solide recueilli sur toute la hauteur de l'appareil par un groupe de plaques, mais leurs dimensions doivent en même temps être aussi réduites que possible et leur profil bien étudié pour que leur sillage ne remette pas en suspension les courants de particules qui glissent vers elles.

Une autre disposition plus simple est représentée par la figure 9. Les plaques dans leur ensemble sont planes et comportent simplement, chacune, au voisinage de la face d'entrée de l'appareil, une série de renflements qui orientent les courants solides vers les cheminées précédentes, tout en permettant à la mixture de pénétrer avec le minimum de perturbation.

Un dessableur constitué suivant cette dernière méthode a dans son ensemble les formes représentées sur ces figures. La partie active de l'appareil est placée à 45° environ dans un bassin allongé dont elle occupe toute la longueur. L'alimentation a lieu par un canal déversoir où la vitesse est suffisante pour que le sable ne s'y dépose pas.

L'eau clarifiée sort à la partie supérieure d'où elle s'en va par un canal. Les cheminées conduisent le sable à la partie la plus basse du bassin le long de la face d'entrée. Grâce à cela, tout le sable séparé se trouve concentré dans une zone très étroite où il est possible de le reprendre par un moyen mécanique ou hydraulique. On donnera, généralement, la préférence à l'évacuation hydraulique sur laquelle nous ne nous étendrons pas ici. Bornons-nous à dire qu'elle ne présente pas de graves difficultés, sauf dans les cas où l'on ne consent qu'une perte d'eau extrêmement faible ou celui où l'on ne dispose que de peu de charge, ce qui n'est pas le cas des prises d'eau de montagne.

On peut voir malgré tout un inconvénient à ces appareils : c'est leur encombrement notablement plus important que celui de la seule partie active et la profondeur des fouilles néces-

Fig. 9 a. — Dessableur à écoulement montant.

saires qui croît rapidement avec la longueur de cette dernière.

Cette considération nous a amenés à imaginer un troisième type de dessableur.

TROISIÈME TYPE : Dessableur à tubes horizontaux formés par des plaques inclinées.

Considérons un canal horizontal de section trapézoïdale avec parements latéraux inclinés à 45° environ. On peut y disposer des plaques parallèles aux parements aussi rapprochées qu'on le désire. L'écoulement général de l'eau est horizontal et pendant la traversée des plaques le sable se dépose sur elles. Il glisse alors à peu près suivant les lignes de plus grande pente et vient se rassembler au bas de chaque cloison alors que l'eau purifiée sort à l'extrémité aval.

Bien que ces deux écoulements se produisent dans des directions très différentes, les courants de sable gardent leur individualité dès lors qu'ils ont été formés et cela d'autant mieux que leur importance relative croît au fur et à mesure de leur progression vers le bas.

L'enlèvement du sable déposé est plus difficile dans ce cas que dans celui des appareils inclinés car il se trouve dispersé sur tout le fond du canal alors que, dans le cas précédent, il était totalement concentré au pied de la face d'entrée de l'appareil.

Fig. 9 b. — Détail de l'organe de recueil.

Les formes de détail des appareils de ce type sont donc conditionnées par la nécessité d'obtenir à la fois une bonne précipitation et un transport économique du sable.

On est alors amené à diviser l'espace en cellules élémentaires comme celles représentées par la figure 10 comportant chacune un dispositif d'évacuation par transport hydraulique dans un élément de conduite. Tous ces éléments sont reliés à un collecteur commun. L'espace est cloisonné aussi finement que cela est nécessaire pour que l'on ait une bonne séparation et pour qu'en même temps le volume total de chaque cellule soit maximum. Avec ce type de cloisonnement, les courants solides ont à effectuer de petits parcours en chute libre, mais qui ne causent pas de remise en suspension excessive car les grains sont groupés; grâce à cela, ils ne sont pas entraînés outre mesure par le courant général d'eau.

En plus du dispositif normal d'évacuation, cha-

Fig. 10. — Dessableur à écoulement horizontal.

que cellule peut être munie d'un dispositif de chasse plus violente employé en cas d'engorgement du bas de la cellule. Son usage peut être nécessaire quand l'eau qui entre est chargée au-delà de ce que peut évacuer le dispositif normal qui est calculé pour transporter, avec la plus faible dépense d'eau possible, le volume moyen habituel de sable.

La figure 11 représente un autre type de cellule dont la forme générale résulte du souci de rassembler, dans un espace aussi réduit que possible, le sable extrait d'un volume maximum d'ouvrage. On a représenté un dispositif d'enlèvement par tapis roulant qui peut d'ailleurs être remplacé par un système purement hydraulique.

A titre d'ordre de grandeur, si la cellule a 4 m de haut, 2 m de large et 5 m de long, le débit est de 800 l/s à 10 cm/s de vitesse. Si on enlève 10 g de sable par litre, ce qui peut se produire, il arrive au bas de l'appareil 8 kg de sable à la seconde, soit 1,6 kg/s par mètre courant. Si ce poids de sable est associé à trois fois son poids d'eau, on perdrait 3 % du débit pour assurer le transport du sable séparé, ce qui est peu en comparaison de ce que perdent les dessableurs de type courant.

En fait, on sera généralement conduit à consacrer un débit un peu plus important au transport du sable pour parer aux inconvénients présentés par les brusques augmentations de concentration en sable. De toute façon, ce débit est faible et il n'y a pas de difficulté majeure à effectuer un second dessablage sur la mixture évacuée.

Nous avons prévu et essayé un certain nombre d'autres formes d'appareils à écoulement horizontal. Les plaques assurant la décantation sont combinées avec des dispositifs de recueil qui conduisent les sables décantés vers les organes d'évacuation, ce qui permet d'obtenir dans l'ensemble une excellente efficacité.

IV

Calcul élémentaire des caractéristiques principales d'un dessableur à espace cloisonné

Il est évidemment indispensable d'effectuer un calcul aussi exact que possible de la décantation dans les dessableurs à espace cloisonné afin

Fig. 11. — Cellule de dessableur à écoulement horizontal.

de pouvoir définir leurs caractéristiques de construction et leur efficacité de dessablage.

Le calcul complet est délicat. Nous nous bornerons ici au calcul le plus élémentaire qui soit, comme d'ailleurs nous l'avons fait quelques pages plus haut pour les dessableurs de type classique. Pour nous placer dans un cas concret, nous allons chercher quel est, pour un débit de $1 \text{ m}^3/\text{s}$, le volume de la partie active de l'appareil qui est nécessaire pour séparer toutes les

Fig. 12

particules tombant à une vitesse donnée. Nous verrons ensuite quelle est la surface de cloisons qui est nécessaire et le poids de matière que cela représente si les cloisons sont prévues par exemple en tôle d'acier de 1 mm d'épaisseur.

Faisons ce calcul pour un écoulement horizontal (fig. 12) compris entre des parois inclinées d'un angle i sur l'horizontale. Supposons que toutes les particules tombent à la même vitesse sans se gêner mutuellement.

Si E est l'écartement des plaques, la hauteur de chute verticale H d'une particule sera au maximum :

$$H = \frac{E}{\cos i}$$

en supposant que les particules restent dans leur plan vertical d'origine. Si v est la vitesse de chute de la particule, il lui faudra un temps t pour tomber de la hauteur H :

$$t = \frac{H}{v}$$

Si on suppose, pour simplifier, que dans toute la section la vitesse de l'eau est égale à la vitesse moyenne V pendant le temps t , la particule franchira une longueur horizontale L :

$$L = Vt$$

d'où l'on déduit la longueur L minimum nécessaire pour que toutes les particules décantent :

$$L = \frac{V}{v} \frac{E}{\cos i}$$

Il se trouve que le résultat de ce calcul approché coïncide avec celui du calcul exact dans le cas où l'écoulement est laminaire entre plaques parallèles infinies. Dans ce cas, on a une répartition parabolique des vitesses. On suppose que les particules sont assez fines pour tomber suivant la loi de STOKES et admet qu'en tout point elles ont une vitesse d'entraînement égale à celle du liquide en ce point, ce qui est effectivement réalisé avec une très bonne approximation.

Si l'écoulement est plus ou moins turbulent, cette longueur minimum de décantation L est évidemment à majorer dans des proportions qui peuvent varier considérablement suivant le degré de turbulence.

La section d'entrée de l'appareil sera :

$$S = \frac{Q}{V}$$

et le volume actif U_a , c'est-à-dire celui compris entre toutes les plaques, sera :

$$U_a = \frac{Q}{v} \frac{E}{\cos i} \quad (2)$$

Si nous reprenons l'exemple précédent des particules de 2/10 de mm, qui tombent à 20 mm par seconde et si nous admettons un angle de 45° et un espacement de plaques de 7 cm, le volume nécessaire à leur complète décantation sera, pour 1 m³/s, de 4,95 m³.

En majorant ce volume à cause de la turbulence dans les mêmes proportions que dans le cas du dessableur du type ordinaire, il faudrait 6,95 à 7,95 m³, soit seulement 5 % du volume spécifique nécessaire dans ce dernier cas. On voit donc le gain énorme réalisé sur le volume du dessableur, par l'emploi du cloisonnement.

On remarque sur la formule (2) que le volume actif du dessableur ainsi constitué est indépendant de la vitesse moyenne de l'eau qui le traverse, mais simplement fonction de l'écartement des cloisons, de leur angle et de la vitesse de chute des grains que l'on désire séparer. La vitesse pourra donc être quelconque à condition

bien entendu que l'écoulement qui en résulte ne s'éloigne pas trop de celui supposé initialement qui doit être aussi peu turbulent que possible. Il faut donc avoir une grande section d'entrée et une faible longueur de circulation entre plaques plutôt que l'inverse, à égalité de volume traversé.

La surface S_a des plaques, associée au volume U_a précédemment défini, est indépendante de l'écartement des plaques et a pour expression :

$$S_a = \frac{Q}{v} \frac{1}{\cos i} \quad (3)$$

Si cette surface est réalisée en tôle galvanisée de 1 mm d'épaisseur, le poids P en tonnes de tôles nécessaires pour purifier 1 m³/s est :

$$P_c = \frac{8}{1.000} \frac{1}{v \cos i}$$

avec v en mètres/seconde.

Le tableau ci-après donne le poids de tôles nécessaire à la purification de 1 m³/s en fonction du diamètre des grains de silice en écoulement laminaire.

Diamètre du grain..... (mm)	3/10	2/10	1/10	9/100	8/100	7/100	6/100	5/100	3/100	2/100
Vitesse de chute..... (v. mm/s)	38	20	6,8	5,7	4,5	3,5	2,6	1,8	0,62	0,28
Poids d'acier..... (tonnes)	0,298	0,565	1,66	1,98	2,51	3,23	4,35	6,28	18,2	40,3

On voit, d'après ce tableau, qu'il suffit d'un poids d'acier vraiment très faible pour épurer 1 m³/s des grains compris entre 3/10 et 1/10 de mm. Pour enlever les grains de 5/100, il faut déjà environ quatre fois plus d'acier que pour les grains de 1/10, mais dans de nombreux cas, l'opération est encore rentable.

En fait, les chiffres ci-dessus résultent d'un calcul très simplifié et il ne faut les considérer que comme donnant des ordres de grandeur. Ils sont toutefois assez exacts quand l'écoulement est proche du laminaire. Il faut les majorer s'il est turbulent.

Dans l'évaluation du coût d'un dessableur, il y a lieu d'ajouter au poids des plaques celui des supports et organes de recueil nécessaires; leur

importance relative varie suivant les types de construction.

CONCLUSION

La technique actuelle des dessableurs ne permet généralement pas de réaliser dans des conditions suffisamment économiques l'enlèvement des grains de sable plus petits que 3 ou 2/10 de mm de diamètre. Ceci est dû, en grande partie, à la profondeur d'eau qui est souvent grande et à la turbulence.

Nous avons mis au point un certain nombre de formes d'appareils dans lesquels l'espace est

finement cloisonné au moyen de parois inclinées. Grâce à cet agencement, avec des volumes d'ouvrages beaucoup plus faibles que dans ceux de types classiques, l'efficacité de décantation est supérieure et la quantité d'eau perdue pour emporter le sable est plus faible.

DISCUSSION

M. GRIDEL signale deux points qu'il lui paraît intéressant d'ajouter à la communication de M. Paul GABRIEL.

1° Un industriel de la région parisienne qui fabrique un produit floculant provoquant la concentration des grains en suspension dans un écoulement a réalisé, dès 1941, un appareil destiné à favoriser mécaniquement cette concentration : une trémie prismatique à section verticale triangulaire, en forme de toit renversé, est

chargée à sa partie supérieure du liquide en suspension ; un cloisonnement parallèle à une des faces du prisme divise la hauteur totale en plusieurs dénivellations légères qui favorisent la concentration du produit en suspension tombant le long de la paroi ; une chasse permet ensuite d'éliminer facilement le dépôt. L'expérience du tube incliné, rappelée par M. GABRIEL, servait à la démonstration de l'efficacité du fonctionnement des hauteurs de chute.

2° Le Laboratoire National d'Hydraulique a expérimenté récemment, pour le compte de l'équipement E.D.F., un dessableur analogue à celui présenté par M. GABRIEL et constitué par des plaques disposées dans un canal vitré, parallèlement à son grand axe, et inclinées de 35 à 55° : ce dispositif permet de doubler la quantité de matériau déposée à la minute, pour une certaine vitesse d'écoulement, en conservant, le cas échéant, le rapport d'hétérogénéité du matériau.

M. Paul GABRIEL avait bien exposé que le principe de la décantation par écoulement entre plaques inclinées est connu depuis fort longtemps et utilisé notamment dans les écrémeuses ; mais ce qui semble n'avoir jamais été vu, ce sont les dispositifs de recueil qui sont nécessaires lorsqu'on coule à des vitesses relativement importantes par rapport à celle des particules à décanter.

M. MONTAGNÉ signale qu'il est arrivé, avec une vitesse

de 1,50 m par seconde, à précipiter dans les couches du fond, où ils sont faciles à purger, les grains au moins égaux à 0,3 mm : la précipitation s'est faite sur le parcours que M. GABRIEL a précisé. Pour les grains fins, la longueur de la résultante de la vitesse de chute en eau calme et de la vitesse horizontale se trouve doublée alors que pour les grains de 1 mm, elle n'est pas modifiée. Il s'agit donc d'une vitesse très supérieure à celle dont M. GABRIEL a parlé, soit 0,50 m/s. Si l'on tient compte qu'il faut toujours un canal pour conduire l'eau, on divise ainsi par 3 les volumes dont il a été question.

Quant à la purge des grains précipités dans le fond, M. MONTAGNÉ rappelle qu'il a montré qu'avec un écran horizontal et des trémies, le résultat est certain.

M. MONTAGNÉ observe en second lieu que, dans des essais faits au Laboratoire de Banlève, à Toulouse, on est arrivé, dans un canal spécialement aménagé, à faire tomber dans le fond des grains de l'ordre de 0,1 mm. Avec une vitesse de 1,20 m par seconde il ne restait pas de sable dans les couches du haut.

La préoccupation de purger le sable concentré sous un dessableur où la charge est de 15 ou 20 mètres, a conduit M. MONTAGNÉ à chercher l'angle le plus favorable pour purge remontante, au cours d'essais à faible vitesse dans des tubes de verre inclinés où des grains passés à la maille 0,5 mm coulaient sur la génératrice inférieure des tubes. Seulement, à la vitesse de 0,50 m/s environ, le sable en suspension ne se dépose plus.

M. MONTAGNÉ dit qu'on arrive à ne traiter dans les dispositifs que l'E.D.F. a construit que le 1/5 environ du volume ; il suffit d'une longueur déterminée par les considérations de tout à l'heure.

Il convient de revenir aux essais dans des tubes de verre : les grains se déposent sur la génératrice inférieure puis coulent vers le bas. Sur la verticale, chaque grain est soumis à la résistance de l'eau et à l'effet du sillage. Sur la paroi de verre, il est protégé de ces actions par les grains qui le précèdent et qui le suivent.

M. le Président M. GABRIEL souligne l'intérêt de l'augmentation de vitesse jusqu'à 1,50 m par seconde qui, combinée avec une diminution de la profondeur, permettrait une réduction importante du volume du dessableur.

M. Paul GABRIEL remarque toutefois que le cloisonnement de l'espace réduit encore notablement ce volume.

M. le Président remercie M. GABRIEL. Il souligne l'intérêt de sa communication, confirmée par l'importance des interventions successives et fait ressortir la clarté de l'exposé et la simplicité du principe de décantation rapide qui en fait l'objet. Ses conclusions et applications pratiques présentent un intérêt industriel certain.