Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

ALIMENTATION DES CENTRES ALGÉRIENS EN EAU POTABLE

PAR

CLAUDE CHABAL
Architecte D. P. L. G.
Urbaniste I. U. P.
Lauréat de l'Institut de Technique Sanitaire

ET

CHARLES ROLANDET
Ingénieur Chimiste E. C. I. L.

STAT

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

ALIMENTATION DES ALGÉRIENS EN EAU

LA RÉGION ORANAISE

PAR

CLAUDE CHABAL

Architecte D.P.L.G.
Urbaniste I.U.P.
Lauréat de l'Institut de Technique Sanitaire

ET

CHARLES ROLANDET

Ingénieur Chimiste E.C.I.L.

TRAITEMENT DES EAUX DE L'OUED TAFNA

Le présent article constitue la deuxième partie de l'étude parue dans le N° 11 de la revue « Terres et Eaux ».

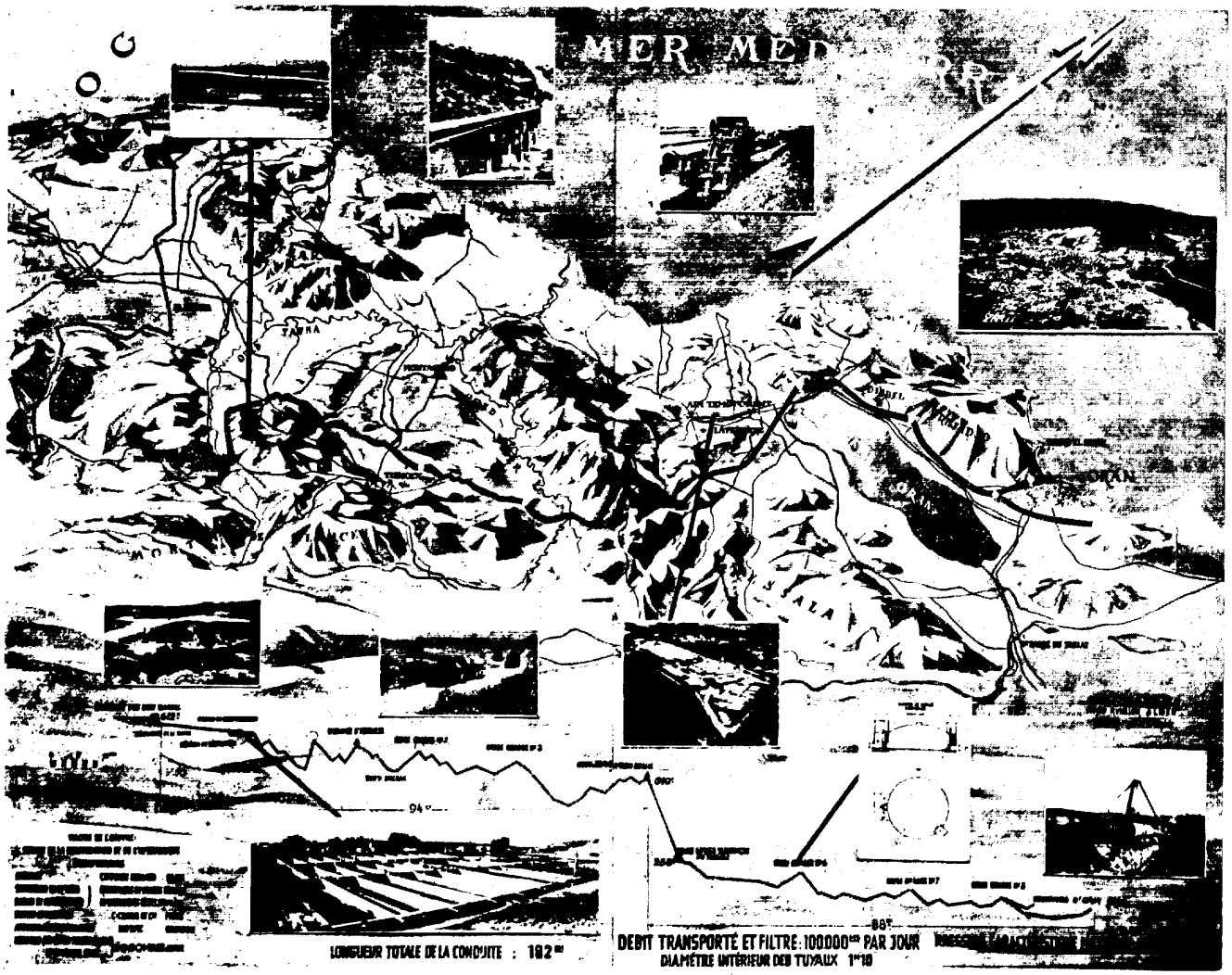
La première partie était consacrée à l'examen du bassin hydraulique de la Haute Tafna et aux caractéristiques physiques et chimiques des eaux captées.

Nous allons traiter maintenant le problème de l'épuration et décrire les installations en cours de réalisation.

Chapitre premier. — Généralités sur la filtration des eaux de surface, troubles (type Tafna).

Chapitre II. — Description des ouvrages de la Station de traitement des eaux du barrage des Béni-Bahdel.

La conduite d'Oran.



Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

CENTRES POTABLE

Au moment où cet article est mis sous presse, nous apprenons le décès subit de M. Charles ROLANDET.

Ancien Professeur de physique et chimie à l'Ecole Pratique de Mazamet, M. ROLANDET avait, depuis plus de 50 années, consacré ses efforts, son expérience et ses qualités remarquables au traitement des eaux. Depuis 1903, il dirigeait les études de chimie et de biologie de la Société Chabal.

Il avait assumé la direction d'importants travaux, notamment la construction des installations de Magdebourg, Suresnes, Cherbourg, Le Mans, Annonay, Valence, de la Compagnie du Canal de Suez, Tebourba, Prague, Gênes, etc...

M. ROLANDET a été le représentant de la technique française dans de nombreux pays étrangers : Angleterre, Allemagne, Italie, Espagne, Egypte, Tchécoslovaquie, Roumanie, Pologne, Liban.

Son travail fécond, sa vie toute droite uniquement consacrée à la recherche, son immense érudition et sa lumineuse intelligence, ont permis à la technique française des progrès permanents, et les jeunes ingénieurs qu'il a formés et tous ceux qu'il a enseignés, conservent de lui le souvenir d'un homme de grand caractère et d'un savant exceptionnel.

M. Charles ROLANDET

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS SUR LA FILTRATION DES EAUX DE SURFACE (TYPE TAFNA)

A. — DÉFINITION DE LA FILTRATION EN GÉNÉRAL

La filtration industrielle des eaux naturelles se définit comme une opération qui a pour but de séparer complètement les matières en suspension dans un système à phases solide, liquide, gazeuse, par le moyen d'une circulation à travers un matériel présentant des intervalles libres très resserrés, pores, passages ou voies ouvertes, de formes très contournées, dans lesquels sont retenues les matières véhiculées, en même temps que les autres phases se trouvent séparées.

Cette filtration est souvent précédée d'une opération de décantation naturelle ou chimiquement provoquée, qui a pour objet la séparation des particules en suspension, par le moyen d'une stagnation prolongée ou par simple circulation suffisamment lente.

Dans ce domaine technique s'imposent donc à la fois :

1° l'étude des propriétés des particules en suspension dans les eaux ;

2° celle de la circulation des fluides limpides ou des fluides troubles à travers des masses poreuses perméables.

B. — PROPRIÉTÉS DES MATIÈRES EN SUSPENSION VÉHICULÉES PAR LES EAUX

Particules en suspension, dimensions.

Au sujet de la filtration des eaux bicarbonatées calciques du barrage des Béni-Bahdel, il a été expliqué que les particules argilo-terreuses en suspension dans ces eaux, sont constituées par des argiles calciques et magnésiennes de dimensions diamétrales comprises entre 0,2 et 0,25 μ, c'est-à-dire d'ordre simplement microscopique et non ultramicroscopique, dont le tableau suivant fixe la place dans l'ordre des grandeurs.

Cette particularité s'explique par l'instabilité des eaux bicarbonatées sous les influences de l'agitation, des variations de pression atmosphérique et de température, qui produisent des précipitations calcaires sur les particules argileuses ultrafines en suspension. Il s'agit d'une véritable coagulation naturelle.

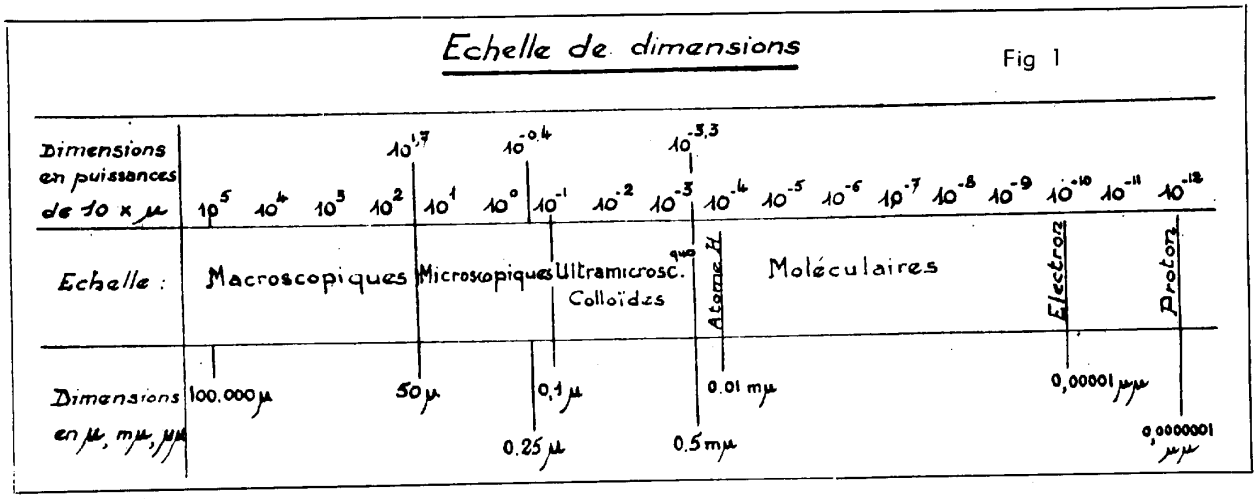
Pour une comparaison d'ordre microscopique, on peut se rapporter au classement suivant qui donne une idée des grandeurs de particules rencontrées dans les eaux superficielles.

Particules macroscopiques visibles à l'œil nu, 3.500 μ à 50 μ :

Gros sables	200 μ à 3.500 μ
Sables fins	50 μ à 200 μ

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2



Amibes protéus	100 μ à	150 μ
Œufs de bilharzia	150 μ	

Particules microscopiques, 0,2 μ à 50 μ :

Limon argilo-siliceux gros	10 μ à	50 μ
Limon argilo-siliceux fin	3 μ à	10 μ
Argile grosse	1,2 μ à	3 μ
Argile fine	1,25 μ à	1,2 μ
Navicula diatomée	15 μ à	30 μ
Colibacille corps	2 à 4 μ x larg. 0,6 μ	
Colibacille avec cils	4 μ à	8 μ

Particules ultramicroscopiques et colloïdales :

Ultrargile fine	0,1 μ	à 0,25 μ
Argile colloïdale	0,002 μ à	0,1 μ
Ovalbumine	0,002 μ à	0,0005 μ

Dimensions moléculaires :

Atomes hydrogène	0,01 m μ
Electron	0,00001 μ μ
Proton	0,0000001 μ μ

Ce graphique englobe une vaste étendue de dimensions et les particules qu'il présente, obéissent à des lois différentes, très complexes, concernant leur décantation.

Sur ces particules fines argilo-organiques mises en suspension homogène dans une eau limpide, on observe parfois un mouvement brownien d'agitation continue sous le microscope ; net pour 0,4 μ, vif au-dessous de 0,25 μ.

Particules en suspension, densités, textures des boues.

Les particules minérales considérées à l'état sec, cohérent, compact, telles que argiles silicoalumineuses, silice, quartz, laterites aluminoferrugineuses, feldspath aluminopotassique, etc., ont, en moyenne, une densité vraie allant de 2,5 à 2,65.

Leur poids spécifique apparent pour l'état divisé non cohérent ou spongieux se rapproche de celui de la terre ou des sables, soit 1.200 à 1.900 kgs par mètre cube, selon leur état d'humidité, de porosité, de tassement.

Les particules d'origine organique, compactes, sèches et inertes, véhiculées dans les eaux sont comptées pour une densité vraie de 1,2. Leurs poids spécifiques apparents à l'état non cohérent sont variables, selon leur nature plus ou moins spongieuse ; ils sont généralement un peu supérieurs à celui de l'eau, surtout quand elles sont accompagnées de matières minérales.

Dans tous les cas il faut ne pas confondre les densités des particules minérales et organiques à l'état compact et leurs poids spécifiques à l'état non cohérent ou spongieux.

Enfin, à côté des matières inertes, les eaux de surface véhiculent aussi des particules vivantes, microorganismes inférieurs, algues, bactéries, qui peuvent être ou non douées de mobilité propre.

Pour un classement immédiat des particules minérales correspondant aux limons gros et fins, argiles grosses et fines, on se base approximativement sur leur séparation par centrifugation pendant 2 à 3 minutes, sous un rayon de giration de 13 cm et 50 tours par seconde. D'autre part, les particules d'argiles colloïdales ne sont pas centrifugables avec une accélération atteignant 11.000 fois celle de la pesanteur.

Quant aux dépôts que l'on peut observer dans les eaux troubles, ils sont généralement constitués par un système de particules minérales et organiques avec eau interposée et gaz inclus, que l'on désigne sous le nom de boue. L'encombrement volumique de ces boues déposées diminue lentement sous l'action de la pesanteur et le liquide susjacent reste parfois indéfiniment louche.

La faculté d'écoulement de ces boues, c'est-à-dire leur fluidité, diminue progressivement sans atteindre à la compacité parfaite, à cause de leur texture granulée et des effets de tension interfaciale entre la surface totale enveloppante des grains et l'eau, d'une part ; ainsi que ceux de la tension superficielle entre les particules, l'eau et les gaz inclus, d'autre part.

Parmi les matières fines en suspension, qui nous occupent plus particulièrement, deux phases au moins sont en présence, la phase dispersée ou disséminée

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

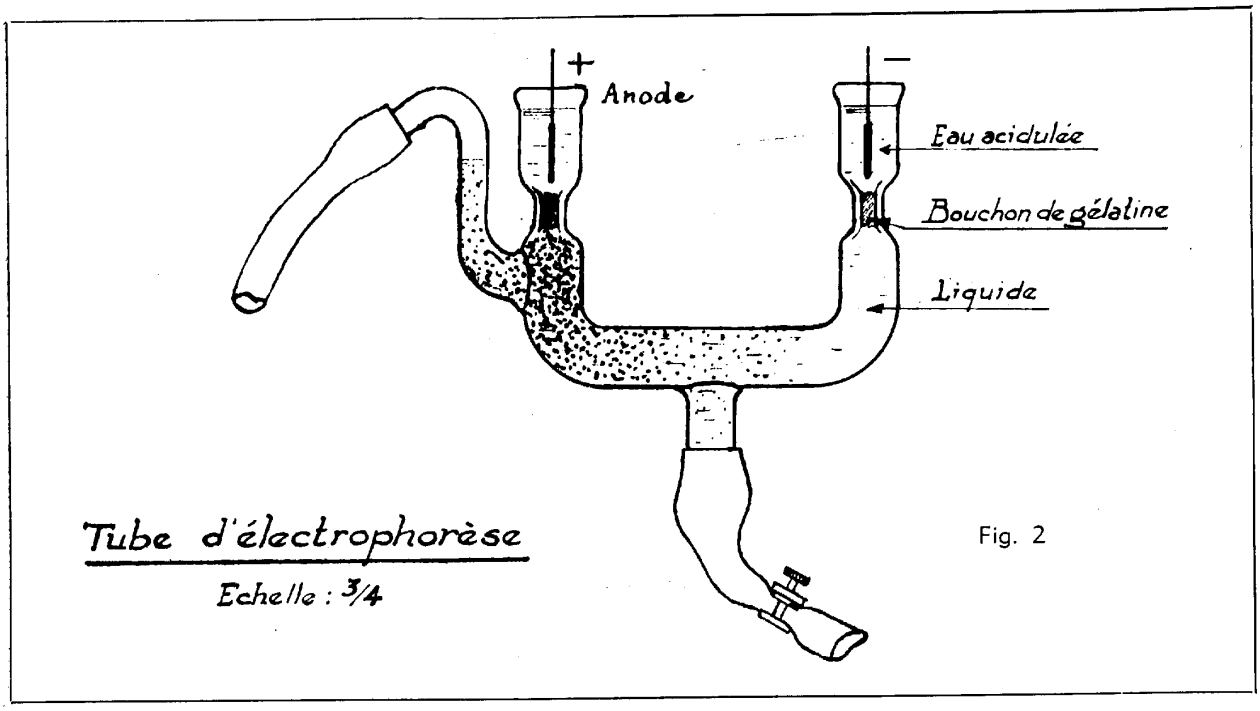


Fig. 2

(solide et gazeuse) et la phase continue de dissémination (liquide).

Celles qui se rapprochent des dimensions colloïdales, se caractérisent par une pseudo-solution, où la désintégration du corps mis en suspension ne va pas tout à fait jusqu'à la limite qui est la molécule.

Dans ces systèmes extrêmement dispersés, d'ultrargiles et colloïdargiles, on constate toujours une augmentation considérable de la surface enveloppante des fines particules, en raison de leur division extrême, et les lois normales d'action de la pesanteur ne s'exercent plus librement.

Ces systèmes colloïdaux peuvent être des systèmes binaires liquides-gazeux constituant des mousses, ou liquides-liquides formant des émulsions, soit encore liquides-solides dénommés « sols » ou suspensions colloïdales. On rencontre aussi des systèmes à trois phases ou ternaires, plus compliqués encore.

Dans le cas qui nous occupe, nous retrouvons dans les eaux de surface, la plupart des colloïdes des terres, susceptibles de prendre l'état dispersé, dans les conditions favorables. Ils forment un groupe minéral d'argile, silice, silicates, hydrate ferrique, alumine, et un second groupe organique représenté par l'humus.

Les particules argileuses provenant des terres et véhiculées par les cours d'eau sont normalement maintenues en état floculé, lorsque cet ensemble constitue un système argilo-humique-calcaire-carbonique (Eaux des calcaires).

Elles se trouvent au contraire partiellement peptisées et dispersées quand elles proviennent d'un milieu argilo-humique-alcalin, constituant des eaux naturelles peu minéralisées, peu conductrices, formant un système argilo-humique-alcalin (Eaux des roches fedspathiques à bases potassique ou sodique).

En raison de leurs provenances, certaines de ces particules peuvent arriver à se mélanger pour former des systèmes complexes mixtes.

Sens électrique des particules

Ces particules argileuses naturelles ultrafines ou colloïdales en suspension dans l'eau, possèdent en général des charges électriques négatives pouvant être mises en évidence dans un tube en U d'électro-

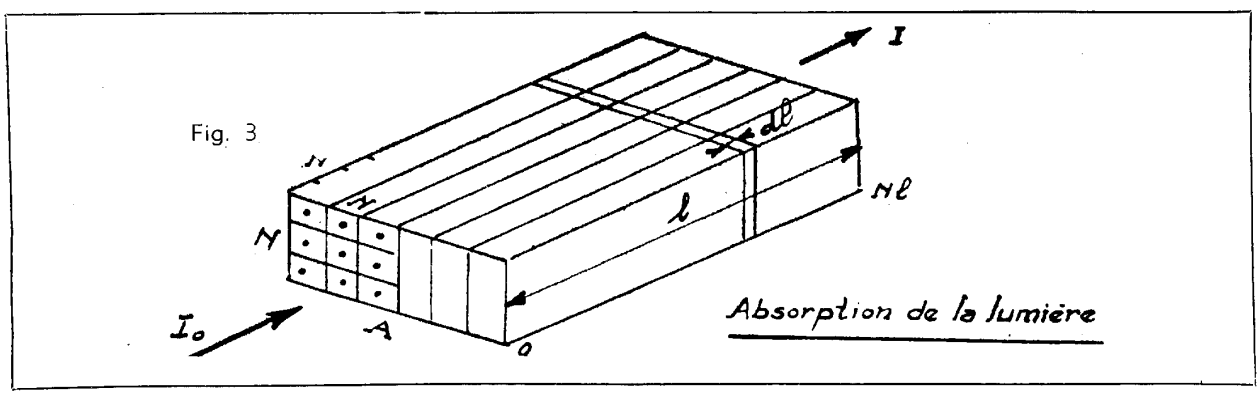


Fig. 3

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

phorèse, en maintenant entre les deux électrodes une différence de potentiel de cinq volts-cm. On voit les particules négatives migrer vers l'anode.

En général, les colloïdes humiques, le sol pseudo-bioxyde de manganèse, migrent à l'anode ; les sols d'alumine, d'hydrates ferreux et ferriques migrent à la cathode.

Les électrolytes lorsqu'ils sont présents peuvent jouer le rôle de floculants ; même à doses faibles ils coagulent les hydrosols de pseudo-bioxyde de manganèse. Quant aux matières organiques protéines ou hydrates de carbone, elles ont une action protectrice qui semble agir sur la grosseur des particules de l'hydrosol. Le colloïde protecteur forme autour des particules une couche agglutinante qui produit l'augmentation de volume des flocons après coagulation et dégagement des gaz inclus.

On rencontre aussi des particules colloïdales argileuses comportant à la fois des groupes basiques et acides. Elles possèdent des propriétés dites amphotériques, dans les deux sens, avec un point iso correspondant à un pH bas dans les terres humifères et pH haut dans les terrains riches en sesquioxydes.

Les particules argileuses absorbent et fixent, en général, les colorants basiques comme le bleu de méthylène (chlorhydrate de tétraméthylparamidobenzothiazine) et ne fixent pas les colorants acides comme l'erythrosine (tetraiodofluorescéine).

Les particules complexes constituées par des hydrates ferriques-siliciques sont électronégatives.

Cette question du sens électrique des particules en suspension reste très complexe.

Dispersion et réflexion de la lumière. Tyndallométrie.

En vue d'examiner et mesurer la limpidité des eaux claires, il est important d'étudier la dispersion et la réflexion de la lumière dans un milieu transparent renfermant des particules en suspension.

Dans ce but l'équation de Cheveneau et Audubert (1920), extension de la formule de Rayleigh et celle développée par Werner (1923) aboutissent à l'équation suivante dite de Beer-Lambert.

$S = \pi d^2/4$ surface circulaire d'une particule sphérique de diamètre d opposée devant le courant lumineux,

N^3 nombre de particules par cm^3 du milieu,

N^2 nombre de particules par cm^2 de surface opposée, face au courant lumineux,

$N\ell$ (cm^2) surface longitudinale d'une tranche à travers laquelle passe le courant lumineux,

A surface totale de l'aire illuminée, par le courant lumineux total en cm^2,

i_0 intensité (énergie) du courant lumineux incident,

i intensité de la lumière dispersée normalement à la ligne de vision de la particule,

i/i_0 rapport de l'intensité résiduelle à l'intensité initiale. Ce rapport diminue quand i et N augmentent.

Equation $di = i.\ (AN^2S).\ d\ell$

Intégrant de i_0 à i et ℓ de 0 à $N\ell$

$$\int_0^i \frac{di}{i} = (AN^2S).\int_0^{-N\ell} d\ell$$

$$\mathrm{Log}_e \frac{i}{i_0} = -AN^3 . S\ell$$

$$\text{et } i = i_0 . e^{(-AN^3.S\ell)}$$

En notant N_0 le nombre de particules par unité de volume et en admettant A = 1 il vient, formule de Beer-Lambert :

$$i = i_0 . e^{-(N_0 . \frac{\pi a^2}{4} . \ell)}$$

La **proportion** de lumière absorbée par les diverses tranches successives d'égale épaisseur, est toujours la même quelle que soit la quantité de lumière incidente. Il s'ensuit que chaque tranche transversale absorbe une même proportion de lumière et que le pinceau lumineux perd de son intensité à chaque tranche traversée.

De plus, sous une épaisseur déterminée fixe, la proportion de lumière absorbée dépendra du nombre des particules dans le milieu, c'est-à-dire de la concentration de ces substances.

Le terme exponentiel est le terme d'extinction.

On donne le nom de densité optique ou extinction E au logarithme décimal du rapport de l'intensité de lumière incidente i_0 à l'intensité de lumière émergente i

$$E = \log_{10} \frac{i_0}{i}$$

et l'indice d'extinction est la densité optique d'une épaisseur de 10 cm de suspension renfermant cent milligrammes de silice fine par litre, en suspension, obtenue au moyen de terre d'infusoires calcinée pulvérisée au mortier d'agate et lavée à l'acide chlorhydrique.

Les suspensions composées de particules ayant un diamètre supérieur à 1 μ transmettent toutes les longueurs d'ondes lumineuses visibles. Pour ces grosses particules, l'intensité de lumière réfléchie par un rayon incident est donnée par la formule de Tolman dans laquelle :

C concentration massique des particules par cm^3,

ρ densité des particules,

N nombre de particules par cm^3,

d diamètre des particules,

i_r intensité de lumière réfléchie,

K coefficient réunissant les constantes,

$c = \rho.N.d^3$ $\quad i_r = K.N.d^2$.

La lumière réfléchie est donc fonction de la surface des particules, constatation qui trouve parfois

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

une application pour la mesure de ces surfaces. Ces équations ne permettent pas toujours de spécifier l'absorption, différence entre la lumière transmise avec et sans particules, car leur couleur, opacité et autres caractéristiques contrarient les mesures.

Pour des mélanges de particules de différentes dimensions on applique la formule Cheneveau-Audubert.

$$i = i_1 \, e^{-a m^{\beta}}$$

m concentration-masse par cm³ de particules de densité d,

a et β constantes dépendant de la nature des particules et de la longueur d'onde de la lumière utilisée.

Pour un milieu donné la mesure de $\frac{i}{i_1}$ permet d'obtenir la masse totale des particules constituantes.

Il est seulement nécessaire de calculer les constantes a et b par deux déterminations de concentrations connues et d'établir une courbe des valeurs $\frac{i}{i_0}$ pour un milieu donné.

Cette formule permet de déterminer les constantes physiques d'une suspension par la méthode de Tyndall.

L'appareil Tyndall consiste en une cellule de cristal qui contient la suspension à mesurer. Celle-ci est illuminée par une lampe d'intensité standard de manière qu'un faisceau lumineux traverse la cellule. L'effet optique Tyndall ne s'observe pas dans une solution vraie, mais il s'observe toujours dans les pseudo-solutions vraies, par diffraction et diffusion de la lumière perpendiculairement à la direction du faisceau.

L'intensité du rayon Tyndall résultant peut se mesurer sur une cellule photoélectrique.

L'effet Tyndall trouve une application pratique remarquable dans la méthode de Dienert-Guillerd, utilisée par les laboratoires de la Ville de Paris pour déterminer l'importante mesure de la limpidité des eaux potables. Elle consiste essentiellement à amener une eau distillée optiquement vide, au même degré d'opalescence que l'eau à mesurer. Les deux liquides sont éclairés par une même source lumineuse formant deux faisceaux, la turbidité est obtenue par addition, dans l'échantillon clair, de gouttes de solution alcoolique de résine mastic en larmes du lentisque, à 1 p. 1.000, ajoutées au moyen d'un compte-gouttes normal. La mesure est exprimée par le nombre de gouttes introduites. L'eau claire optiquement vide s'obtient au mieux par chauffage et distillation entre deux électrodes de charbon plongeant dans l'eau.

Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France spécifie que les eaux de consommation ne doivent pas avoir une turbidité supérieure à quatre gouttes de solution de mastic dans 50 cm³ d'eau.

La Tyndallométrie a été suggérée comme un moyen pour déterminer la surface et la grosseur des particules, par le fait que la lumière incidant sur sur une particule petite comparée à la longueur d'onde, est dispersée dans toutes les directions, étant polarisée à un degré qui dépend de l'angle que la lumière dispersée fait avec le rayon incident.

Mais celle-ci étant complètement polarisée dans le plan 90° lorsque la grosseur des particules augmente, la polarisation diminue et finalement s'évanouit quand les particules sont grandes comparées à la longueur d'onde.

Les essais n'ont pas été un succès, mais cependant Sfund utilisant la dispersion dans le proche infrarouge 7900 A°, a pu différencier des échantillons qui paraissaient avoir la même dimension au microscope.

C. — FACTEURS DE LA SÉDIMENTATION STATIQUE ET DE LA DÉCANTATION

Dans les opérations de décantation, les particules plus ou moins denses, sont séparées à travers un courant d'eau horizontal ou ascendant qui tend à provoquer des turbulences. En cherchant à varier la vitesse du fluide on parvient cependant à séparer des particules différentes en poids et dimensions.

Dans les méthodes de sédimentation, la séparation des particules se fait proportionnellement à leur vitesse de dépôt en eau calme.

Les forces distribuées dans des masses liquides sont des forces de viscosité, de gravité, de capillarité, des forces électriques, qui affectent les opérations précédentes de différentes manières. Par exemple, si on désire déterminer la résistance R d'une particule en mouvement de chute dans un fluide, elle dépend de trois quantités indépendantes :

2 r diamètre de la particule,

v vitesse de chute,

et μ viscosité du milieu,

c'est la loi de Stokes relative à la chute ou au mouvement de petites particules sphériques dans un liquide au repos ou dans un courant laminaire constant. La constante $K = 3\pi$ pour le cas de particules sphériques et de l'eau au repos. La sphère est soumise d'abord aux forces accélératrices de la pesanteur et à des forces retardatrices de viscosité, lesquelles se manifestent très rapidement pendant le déplace-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

ment qui tend vers un mouvement uniforme atteint dans un temps très court. A ce moment la résistance visqueuse doit être égale au poids efficace de la sphère et la vitesse limite uniforme se déduira de l'équation :

$$\frac{4}{3} \pi r^3 (p' - p) g = 6 \pi r v \mu$$

d'où $v = \frac{2}{9} g \frac{r^2}{\mu} (p' - p)$ vitesse de chute, avec :

p' masse spécifique de la sphère en gr. masse,
p masse spécifique du fluide en gr. masse,
μ coefficient de viscosité absolue du fluide en dynes-cm²,
v vitesse de chute limite, en cm./sec.

Exemple : sphères en quartz dans l'eau, diamètre 0 cm 0800

r = 0,04 cm p' = 2,5 p = 1,00 μ = 0.011 à 15° C
v = 47 centimètres/seconde.

Exemple : sphères en quartz dans l'eau, diamètre 0 cm. 0100.

r = 0,005 cm p' = 2,5 p = 1,00 μ = 0.011 à 15° C
v = 0,75 centimètre/seconde.

Exemple : sphères de gomme organique dans l'eau, diamètre 0,72 μ.

r = 0,000036 cm p'=1,2 p = 1,00 μ = 0.011 à 15° C
v = 0,000005 centimètre/seconde, soit :
0,43 centimètre par 24 heures.

La formule de Stokes obéit aux conditions dimensionnelles d'homogénéité, $R = M L T^{-2}$, force en dynes.

On admet que la loi de Stokes s'applique normalement pour des sphères de faibles dimensions, à condition que la vitesse de chute soit faible ; que le milieu soit infiniment étendu pour éloigner l'effet de paroi ; que l'on soit bien en milieu visqueux déterminé et calme.

Pour un écoulement donné, ces vraisemblances paraissent aussi liées aux valeurs de la condition de Reynolds qui résulte des équations générales de la dynamique des fluides incompressibles doués de viscosité, d'où l'on tire :

Rapport $\frac{\text{forces d'inertie}}{\text{forces de viscosité}} = 2 r v \frac{p}{\mu}$ nombre sans dimensions.

Pour le cas d'une sphère tombant dans une nappe d'eau infinie, il se produit un courant de déplacement d'où résulte, grâce à la viscosité, une perte de charge qui dépend :

1° d'une dimension caractéristique, celle du diamètre 2 r de la sphère en cm,

2° de la masse spécifique de l'unité de volume du fluide (p = 1 pour l'eau à 4° C),

3° de la vitesse du liquide v, en admettant que la vitesse de chute de la sphère correspond à la vitesse moyenne du fluide déplacé, en cm/sec.,

4° du coefficient de viscosité absolue μ du fluide. en dynes-cm²,

pour l'eau on a :

μ = 0,015095 à 5° C	p = 0,999990
μ = 0,013025 à 10° C	p = 0,999747
μ = 0,011425 à 15° C	p = 0,998160
μ = 0,010050 à 20° C	p = 0,998259
μ = 0,007975 à 30° C	p = 0,995765

Les faibles valeurs du nombre de Reynolds correspondent aux phénomènes, pour lesquels prédominent les forces de viscosité sur les forces d'inertie en jeu dans l'écoulement, mais celui-ci peut être également affecté par les forces de gravité, lorsqu'il s'effectue à surface libre et par les forces de capillarité quand il concerne les minces couches de flot adhérentes.

Finalement la formule de Stokes repose uniquement sur le coefficient 6 π insuffisamment déterminé, en raison même de la difficulté des expé-

Chute des particules sphériques fines en mm. par sec., dans l'eau.

Diamètres en mm	Densités 2,65	Densités 1,2	Diamètres en μ	Densités 2,65	Densités 1,2	Diamètres en μ	Densités 2,65	Densités 1,2
1,000	100 mm	12 mm	90	5,6 mm	0,75 mm	8	0,044 mm	0,0054 mm
0,900	92	10,5	80	4,8	0,58	7	0,034	0,0041
0,800	83	9,5	70	3,7	0,45	6	0,025	0,003
0,700	72	8,4	60	2,5	0,35	5	0,017	0,0021
0,600	63	7,7	50	1,7	0,26	4	0,011	0,0013
0,500	53	6,2	40	1,1	0,15	3	0,0062	0,00075
0,400	42	4,9	30	0,62	0,08	2	0,0028	0,00035
0,300	32	3,8	20	0,28	0,035	1,5	0,00155	0,00020
0,200	21	2,2	15	0,155	0,020	1,0	0,00069	0,000084
0,150	15	1,5	10	0,069	0,0084	0,1	0,00007	85.10^{-5}
0,100	7,4	0,8	9	0,056	0,0068			

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

riences à cause des variations de la température et de la viscosité, de la petitesse des vitesses nécessaires à l'existence d'un régime visqueux, enfin de la limitation du vase et des mouvements de convection.

Lorsqu'il n'y a pas d'interférence autre que la viscosité, les granules sphériques tombent dans l'eau aux vitesses indiquées ci-dessous.

Les vitesses généralement admises de chute des particules entre 100 μ et 1.000 μ, sont déterminées empiriquement ; celles des particules plus petites sont exprimées selon la loi de Stokes.

Dans une chute de matières non homogènes en suspension, il y a une chute de gros grains séparés, puis séparation lentement dégressive des particules légères limoneuses, sous forme de nuages successifs. Dans un bassin de décantation recevant un apport continu d'eau trouble, la zone inférieure s'enrichit en matières d'origine argilo-minérale et d'origine argilo-organique de texture gommeuse, qui constitue la boue fluide séparée, dont la densité apparente et la viscosité augmentent sensiblement.

La séparation des particules argileuses de dimensions comprises entre 12 μ d'une part et le groupe des particules supérieures à 100 μ d'autre part, est facilement et pratiquement réalisable, par des moyens qui mettent en œuvre une séparation par simple densité.

De nombreux facteurs interviennent pour les conditions de chute dans l'eau des matériaux aussi différents que ceux que l'on y rencontre, ce sont principalement :

a) la dimension, la forme, la densité absolue et apparente des particules,
b) la forme, profondeur des espaces décanteurs, la nature de leurs parois, leur développement, leur rugosité,
c) la température, les mouvements de l'atmosphère et les agitations de convection qui en résultent,
d) le degré de concentration en particules solides et son influence sur la viscosité et la densité apparente du mélange,
e) les charges électriques des particules,
f) les substances dissoutes, minérales ou organiques,
g) l'alcalinité ou l'acidité de titrage du liquide et l'alcalinité ou acidité effective pH,
h) l'état de dispersion plus ou moins fine des particules organiques, argileuses ou organoargileuses,
i) les circonstances favorisant le dégagement des gaz dissous ou des gaz occlus dans les matières en suspension, tels que gaz carbonique et air dissous qui allègent considérablement ces matières.
j) la mobilité ou l'immobilité des êtres vivants véhiculés, par exemple certaines bactéries, algues, etc...
k) certains facteurs physico-chimiques qui interviennent quand les particules possèdent quelques fonctions chimiques qui établissent avec l'eau des liaisons capables de hâter ou retarder le dépôt. C'est le cas des formations de groupes de molécules constituant des masses gélatineuses au sein des eaux,
l) certains facteurs de technique pure, période de rétention dans les appareils, mode de circulation.

Interviennent aussi les effets de densité de courant causés par l'entrée du liquide primitif trouble déflecté de bas en haut dans le fond des bassins et engendrant dans la masse dense accumulée, des mouvements propres à y agglomérer les particules fines autour des plus grosses.

Quand on envisage la chute d'une grosse sphère lourde isolée, abandonnée en eau calme, elle commence normalement en mouvement uniformément accéléré, selon la loi de Newton, et atteint ensuite une vitesse limite uniforme sous l'influence de forces retardatrices qui s'exercent d'une manière constante, on peut alors écrire l'égalité, en C. G. S.

$$0{,}22\ \pi\ r^2\ v^2 = 4/3\ \pi\ r^3\ (P - 1)\ g$$

0,22 paramètre,
r rayon de la sphère en cm,
v vitesse en cm/sec.
P densité de la sphère dans l'air,
1 densité de l'eau,
g = 981,

d'où :

$$v = 77{,}14 \sqrt{r\ (P' - 1)} \text{ en cm/sec.}$$

on trouve en général une valeur beaucoup plus grande pour la résistance et le paramètre croît notablement quand croît le rayon. Mais les expérimentateurs n'ont pas souvent spécifié les conditions particulières de leurs expériences, immobilité, gaz dissous en faux équilibre, systèmes de départ et arrivée défectueux. La plupart des expériences concernent le cas d'une sphère unique et ne tiennent pas compte des actions réciproques qui interviennent avec plusieurs sphères tombant ensemble ; de plus, la chute des sphères n'a pas lieu selon la verticale, mais plutôt suivant une spirale.

L'étude la plus précise de la chute des corps dans l'eau a été poursuivie par Ghali (1935) sur une sphère d'acier pleine ou creuse, la détection des passages du mobile s'effectuant dans l'un des équipages de l'oscillographe Blondel, période propre 1/5.000e de sec. avec enregistrement sur un dérouleur. Une détermination indique :

Sphère acier : r = 0,75085 cm.
Densité : 7,741.
Bac de chute : 0,5 × 0,5 × 1,00.
Température : 24°2.
Densité eau : 0,99712.
μ = 0,00891 viscosité.
Parcours initial régime non établi : 24 cm.
Chute vitesse limite uniforme sur 17,42 cm.
Vitesse limite trouvée : v = 153,3 cm/sec.
Nombre de Reynolds :

$$\frac{1{,}5017 \times 0{,}99712 \times 153{,}3}{0{,}00891} = 25750.$$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Vitesse limite calculée :

$$v = 77{,}14 \sqrt{0{,}75085\ (7{,}741 - 0{,}99712)}$$
$$= 173 \text{ cm/sec.}$$

La divergence est déjà grande ; la même expérience dans un bac cylindrique de $d = 19{,}6$ cm, donne une vitesse limite trouvée de 128 cm/sec.

Quoi qu'il en soit, la loi de Stokes semble s'appliquer exactement, dans certaines circonstances choisies, pour la chute des fines particules légères descendant sous forme de nuages, c'est le cas des chutes de grains de mastic dans les expériences classiques de Jean Perrin.

D. — CIRCULATION DES EAUX DANS LES MASSES POREUSES. — LOI DE POISEUILLE. — ECOULEMENTS CAPILLAIRES

La circulation des eaux dans les masses poreuses se synthétise par l'étude de cette circulation à travers des tubes cylindriques ou entre plaques planes.

La circulation d'un liquide doué de viscosité, comme l'eau claire par exemple, dans un tube lisse de petit diamètre, obéit à la loi de Poiseuille qui fait intervenir la tension de cisaillement par frottement entre les couches liquides cylindriques très rapprochées constituant l'écoulement, la vitesse étant nulle à la paroi.

Cette tension de cisaillement a pour valeur théorique :

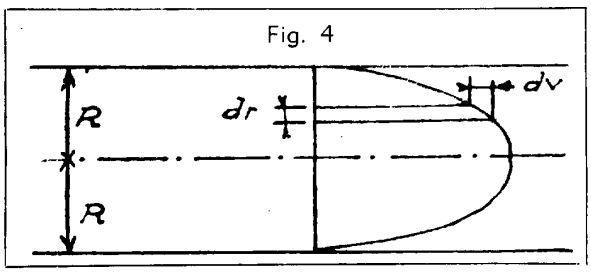
$$T = \mu \frac{dv}{dr}$$

μ = coefficient de viscosité,

et on peut écrire que la force motrice totale est égale à la force de cisaillement, soit :

$$\pi r^2 \gamma h g - 2 \pi r L \mu \left(-\frac{dv}{dr}\right) = 0$$

Fig. 4



d'où : $$dv = -\frac{\gamma i g}{2\mu} r\, dr$$

et par intégration : $$v = -\frac{\gamma i g}{4\mu} r^2 + C$$

soit par déduction, en adoptant la vitesse nulle à la paroi dans la couche limite :

$$v = \frac{\gamma i g}{4\mu} (R^2 - r^2)$$

Le flux dans toute la section du tube cylindrique sera :

$$Q = \int_0^R v.\ 2\pi r\, dr = \frac{\pi R^4 \gamma i g}{8\mu} \text{ par seconde}$$

et si on y introduit le rayon hydraulique

$$R_h = \frac{\pi R^2}{2\pi R} = \frac{R}{2}$$

il viendra pour ce flux :

$$Q = \frac{1}{2} \frac{\gamma i g}{\mu} S R_h^2 \text{ par seconde}$$

avec les expressions :

- γ densité de l'eau,
- R rayon du capillaire,
- L longueur du capillaire,
- h perte de charge entre les deux extrémités,
- $\frac{h}{L} = i$ pente ou gradient hydraulique,
- $g = 981$.

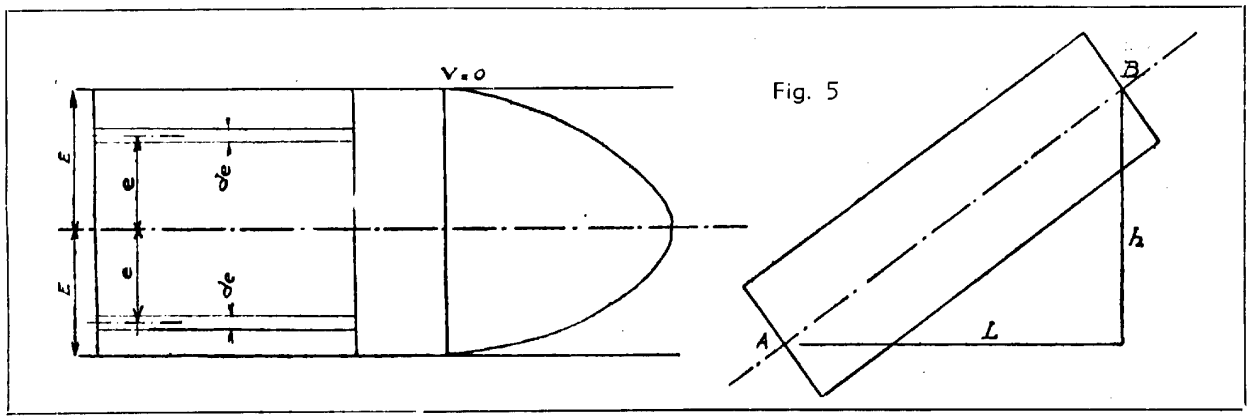


Fig. 5

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

En second lieu pour la circulation dans un milieu constitué par des plaques rapprochées et inclinées avec pente $i = \frac{h}{L}$, on obtiendra un frux plat caractérisé par une vitesse de :

$$v = \frac{\gamma i g}{2 \mu} (E^2 - e^2) \text{ par seconde}$$

et le flux dans la section rectangulaire entre plaques sera de :

$$Q = 2 \int_e^E v.\ell.\,de = \frac{\gamma i g \ell}{\mu} \left(E^3 - \frac{E^3}{3}\right) = 2/3 \frac{\gamma i g}{\mu} \ell E^3$$

avec un rayon hydraulique $R_h = \frac{2 E \ell}{2 \ell} = E$ pour un périmètre mouillé égal à 2ℓ et une surface $S = 2 E \ell$, il vient :

$$\text{flux } Q = \frac{1}{3} \cdot \frac{\gamma i g}{\mu} \cdot S R_h^2 \text{ par seconde.}$$

La circulation dans les espaces capillaires plats s'exprime donc par une expression de même forme que pour les tubes, mais avec un coefficient de 1/3 au lieu de 1/2.

Le rayon hydraulique R_h s'exprime des manières suivantes :

1° tuyau cylindrique circulaire :

$$R_h = \frac{\text{Surface section du tube}}{\text{périmètre mouillé}} = \frac{\pi R^2}{2 \pi R}$$

2° tuyau cylindrique de développement quelconque :

$$R_h = \frac{\text{Surface section} \times \text{longueur}}{\text{périmètre mouillé} \times \text{longueur}} = \frac{V}{S}$$

Dans la pratique courante, la loi de Poiseuille pour les tubes cylindriques lisses se représente par la formule :

$$Q, \text{ débit en cm}^3\text{/sec.} = \frac{\pi R^4 P}{8 \mu L}$$

avec $\pi = 3{,}1416$, R rayon du tube en cm, L longueur du tube en cm,

P différence de charge entre les deux extrémités du tube en cm $\times$ 981 = dynes cm^2,

μ coefficient de viscosité en poises ou dynes-cm^2-seconde,

c'est une pression dans l'unité de temps.

Le tableau ci-dessous rend compte de l'importance de la température sur le coefficient de viscosité de l'eau pure limpide.

Températures	Masses spécifiques en gr. cm^3	μ viscosités en dynes. c^2 sec.	Viscosités relatives
0° C.	0,999871	0,017900	100
5	0,999990	0,015100	84
10	0,999747	0,013050	73
15	0,999160	0,011400	63
20	0,998259	0,010050	56
25	0,997120	0,008900	50
30	0,995765	0,008000	45

Loi de Darcy.

Débits dans les masses de sable.

Dans une masse de sable entièrement traversée par un écoulement d'eau limpide, on a tenté de synthétiser celui-ci en admettant qu'il semble s'effectuer le long de tubes ou canaux intersticiels parallèles à une direction moyenne verticale, désignés par Boussinesq sous le nom de tubes de transpiration ou canalicules. Ces tubes traverseraient par intervalles des zones aqueuses tranquilles qui transmettraient les pressions aux tubes voisins.

En effet, dans une masse sableuse fonctionnant en écoulement vertical de filtration d'eau limpide, on constate facilement l'effet de freinage dû aux frottements intérieurs du liquide. Les forces retardatrices compensent très rapidement les forces accélératrices dues à la pesanteur, de telle sorte que le mouvement, d'uniformément accéléré au départ, devient uniforme.

C'est la loi de Darcy qui s'exprime par :

$$v = k \frac{h}{e}, \qquad \frac{h}{e} = \text{pente motrice}$$

e épaisseur de la couche de sable,
h charge d'eau dans le canalicule,
v vitesse uniforme à l'intérieur des canalicules.

Dans le cas d'un filtre à sable de percolation, sans surcharge d'eau au-dessus et au-dessous du sable, c'est-à-dire avec une pente motrice égale à l'unité, on a :

$h = e$ et $v = k =$ résistance du sable.

Et si μ est le temps nécessaire au parcours de l'unité de longueur du canalicule vertical, on aura :

$k = \frac{1}{\mu}$ qui représente la perméabilité des canalicules du sable dont il reste toutefois à connaître le nombre et les sections, pour une masse poreuse quelconque.

La loi de Darcy est en conformité avec la loi de Poiseuille étudiée et vérifiée pour la circulation d'eau claire dans des tubes capillaires en verre de diamètre 0,014 à 0,65 et 3,00 mm, débitant sous charge constante des liquides limpides, doués de viscosité intérieure, mais ne possédant pas de rigidité, c'est-à-dire ne réagissant pas contre un effort à l'état statique.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

E. — CONSTITUTION DES MASSES FILTRANTES

La filtration met en œuvre des matériaux poreux que l'on peut classer comme suit :

1° Les matériaux poreux, perméables, à pores libres comprenant des plaques, des toiles métalliques, des tissus souples maillés, présentant des orifices libres, entièrement dégagés de toute matière, capables de laisser passer en voie ouverte, l'eau et la lumière. Ce sont des cribles et grilles, des tissus, des membranes.

2° En grande pratique pour la filtration des eaux troubles naturelles, le matériel filtrant est constitué par une masse poreuse, perméable, épaisse, à peine cohérente, formée de grains solides, de formes variées quelconques, demeurés indépendants les uns des autres, mais conservant des points d'assises et de contacts entre eux. Entre ces grains les vides ou pores constituent les voies ouvertes au passage de l'eau et forment en tous sens une infinité de :

a) **Canalicules verticaux,** intergranulaires, sans forme géométrique définie, de dimensions variées allant des grandeurs macroscopiques, visibles à l'œil nu jusqu'aux grandeurs submicroscopiques et même jusqu'à l'infiniment petit physique aux approches des points de contact des grains.

b) **Interstices** qui sont des espaces interfaciaux horizontaux ou inclinés, resserrés entre surfaces planes ou courbes, parallèles ou croisées, présentant des distances d'écartement atteignant, aux approches des points d'assises, les dimensions de l'infiniment petit physique.

Les voies ouvertes au passage des liquides dans ces masses poreuses, capricieusement anastomosées de toutes façons imaginables, sont excessivement irrégulières de formes et dimensions.

On les rencontre dans les graviers, sables, anthracites durs en grains, utilisés dans la filtration industrielle des eaux en grand.

3° En petites applications on utilise aussi des masses poreuses épaisses cohérentes, fondues ou demi-fondues, dures ou rigides, garnies de pores anastomosés plus ou moins gros, ce sont les argiles cuites, les diatomites agglomérées, les grès sableux naturels, les bétons poreux, le verre en poudre fritté, le carborandum, etc...

4° Toujours en petites applications, on utilise des masses poreuses perméables, épaisses, élastiques, molles et souples, cohérentes après agglomération ; ce sont les éponges, tissus filtrants naturels ou artificiels, papiers filtrants, coton, laine, etc...

Graviers et sables de filtration

Les graviers et sables naturels employés pour la filtration des eaux en grand, sont des roches arénacées formées par l'accumulation non cohérente de grains rocheux durs, d'environ 0,4 à 3,5 mm. de diamètre, palpables, arrondis ou anguleux, provenant de la désagrégation par érosion naturelle de roches siliceuses.

On les trouve dans leur place géologique (sables détritiques) ou transportés par les eaux (sables des alluvions fluviatiles, sables des littoraux) ou bien transportés par les vents (sables des dunes). Ces sables naturels renferment les mêmes éléments que les roches d'origine : quartz, densité 2,65, dureté 7 ; feldspath, densité 2,5 à 3, dureté 6 ; micas, densité 2,8, dureté 2,5 ; calcaires, densité 2,6, dureté 3,00 ; gemmes, densité 4 à 5, dureté 8 à 9.

Pour toutes les catégories d'eau, les sables et graviers qui proviennent du concassage des roches dures siliceuses constituent aussi des matériaux de choix, mais avec plaquettes et aiguilles. Les calcaires durs concassés ne peuvent convenir que sous la condition du traitement d'eaux calcaires non agressives.

La forme des grains de sable dérive du cube, du parallélépidède, de l'octaèdre tronqué, qui sont d'équirépartition, pouvant par leur juxtaposition remplir tout l'espace, mais aussi du tétraèdre qui n'est pas d'équirépartition. On admet souvent par commodité de raisonnement que les grains de sable sont assimilables à de petites sphères qui ne sont pas solides d'équirépartition, mais qui n'ont que des points de contact, à l'exclusion de tous plans de contact et d'assises.

F. — NATURE PHYSIQUE DES EAUX A TRAITER. — DOUBLE FILTRATION GRADUÉE

Les eaux du barrage des Béni-Bahdel sont surtout chargées de fines particules assez denses, argilocalcaires, de 1 μ à 100 μ, au moment des crues.

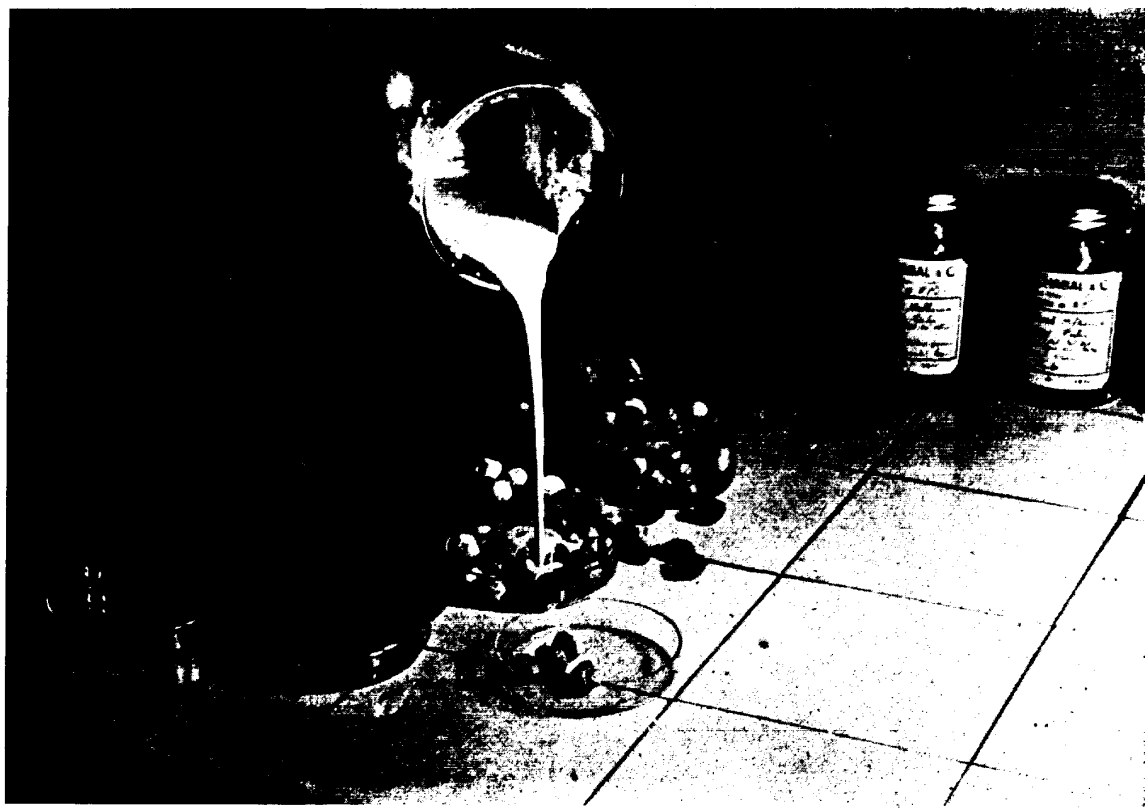
Elles véhiculent en tous temps, mais particulièrement en périodes de basses eaux, des particules très légères argiloorganiques, de 15 μ à 100 μ.

Ce sont donc des limons, argiles et ultrargiles qui dominent durant les périodes boueuses. Ils sont facilement entraînés dans la grande masse d'un courant d'eau, même de faible vitesse. A cause de cet entraînement, leur élimination dépend plutôt d'une filtration sur gros matériel que de la décantation pure et simple. Il s'agira d'une **préfiltration** qui sera suivie d'une seconde **filtration** sur grains fins pour arrêter les particules de la deuxième catégorie.

La préfiltration s'effectue par passage de l'eau trouble à travers une couche de gros sable calibré. Ces préfiltres jouent le rôle de décanteurs perfectionnés.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2



Préparation d'un bloc de graviers stabilisé (Méthode Chabal et Rolandet)

En effet, le pouvoir clarificateur d'un décanteur quelconque en eau calme dépend essentiellement de la densité apparente et de la finesse des particules en suspension ; il convient pour les sables, les particules limoneuses, les argiles grosses. Il n'en est pas de même pour les particules de nature organique ou minérale - organique légères, spongieuses, parfois transparentes et géliformes, toujours imprégnées de gaz inclus qui s'y trouvent constamment en phase d'évasion ou d'invasion avec l'atmosphère. Ces parti-

Présentation d'un bloc de graviers stabilisé avant sectionnement lamellaire.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

cules ont une densité apparente voisine de 1,00, elles ne tombent pas dans l'eau et sont entraînées aux moindres mouvement de convection dus aux vents, aux variations des températures, à la circulation.

SURFACES DE DÉPOT

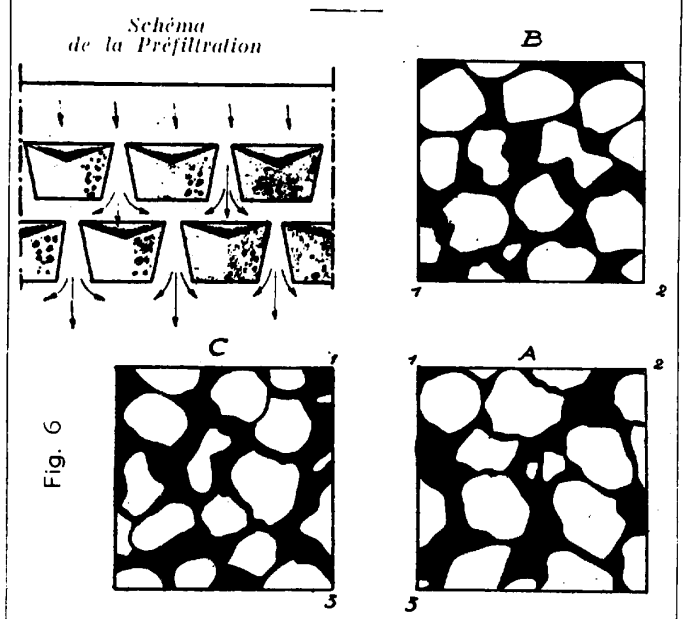


Fig. 6

A : Bloc de gravillons, surface horizontale de pénétration.
B : Coupe verticale du bloc selon l'arête 1-2.
C : Coupe verticale du bloc selon l'arête 1-3.

Dans un décanteur quelconque, le pouvoir clarificateur dépend du moment où les particules dans leur long mouvement de descente sur toute la hauteur du bassin pourront se fixer **par adhérence** sur l'unique surface de dépôt constituée par le fond horizontal dans la zone tranquille.

Dans un préfiltre à gros grains sableux, cette surface de dépôt est multipliée à l'infini par toutes celles qui sont constituées par les surfaces supérieures des strates superposées des grains sableux.

Il faut aussi considérer que dans la circulation d'une eau trouble, la viscosité de celle-ci est suffisamment élevée, et que les filets les plus lents se trouveront toujours au voisinage des obstacles. Le filet placé à son contact immédiat se collera même à la paroi, sa vitesse sera nulle et c'est là la meilleure condition de séparation des dépôts par gravité, indépendamment des autres causes de séparation déjà signalées.

Le préfiltre à gros sable diffère donc essentiellement d'un bassin de décantation ; il offre une disposition stratifiée de tables superposées, épaisses, horizontales, communiquant verticalement entre elles, par des orifices limités de surfaces curvilignes offrant des espaces très resserrés, constituant des surfaces d'assise et des points de contact, dont les dimensions atteignent l'infiniment petit physique et où peuvent s'arrêter et se fixer des particules très fines par un véritable effet de criblage.

Nota. — Une étude ultérieure présentera les résultats de la détermination et de la figuration exactes, concernant les surfaces spécifiques enveloppantes et les surfaces spécifiques utiles, mesurées directement, grâce à la méthode Chabal et Rolandet des « sectionnements lamellaires de volumes de graviers stabilisés ».

Ces tables stratifiées sont séparées par des espaces vides, d'épaisseur sensiblement égale à celle de la masse pleine, ce qui permet d'accumuler des matières solides même légères et fines, pendant un temps très long, avant d'arriver au blocage presque complet.

Dans ces masses de gros sable, s'accumule une grande quantité de matières inertes ou vivantes, grossières et fines, minérales ou organiques, denses ou légères. Elles constituent le meilleur moyen pour retenir et recueillir l'ensemble des organismes vivants, végétaux et animaux (algues, protozoaires) contenus dans les eaux de surface où ils forment le plancton qui est véhiculé en teneurs variables selon les saisons.

Dans toutes les installations ne comportant que les stades décantation-filtration, les variations de la teneur de l'eau en plancton vivant ou les résidus muqueux du plancton mort, occasionnent des blocages subits et beaucoup d'ennuis dans l'unique filtration finale.

Ces actions de rétention dans les gros sables des préfiltres font aussi intervenir des phénomènes biologiques de concurrence vitale entre bactéries non aquatiles véhiculées et microorganismes aquatiles d'ordre supérieur. Les dépôts détachés du sable ont en effet une texture à consistance vaseuse, mucilagineuse et cette masse, au moment des nettoyages, se brise en gros fragments agglomérés sous forme de flocons visibles à l'œil nu, qui ne s'observeraient pas dans l'eau brute traitée.

Cette sorte de floculation géliforme naturelle est constituée par des substances organiques résultant de leur réassociation biologique, en groupes de molécules possédant une grande affinité réciproque, mais nulle pour l'eau, dits groupes éleiques, capables de former des masses gommeuses n'ayant pas d'affinité pour des substances absorbantes comme les hydrates métalliques insolubles.

Dans ces couches de gros sables des préfiltres à larges espaces lacunaires, les matières inertes et vivantes, les grossières avec les fines qu'elles enveloppent, se déposent, se fixent et se bloquent sur toute la masse des gros sables filtrants.

En résumé, l'efficacité de la préfiltration sur graviers ou gros sables et sa supériorité sur la simple décantation pour la clarification des eaux troubles repose :

a) sur un effet de sédimentation multiplié ;

b) sur un effet de criblage ;

c) sur un effet complexe d'adhérence physique et biologique ;

d) sur ce que la grande dimension des espaces lacunaires de la masse filtrante permet d'accumuler les matières en suspension dans toute la masse filtrante, sans provoquer trop rapidement le colmatage des couches filtrantes.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

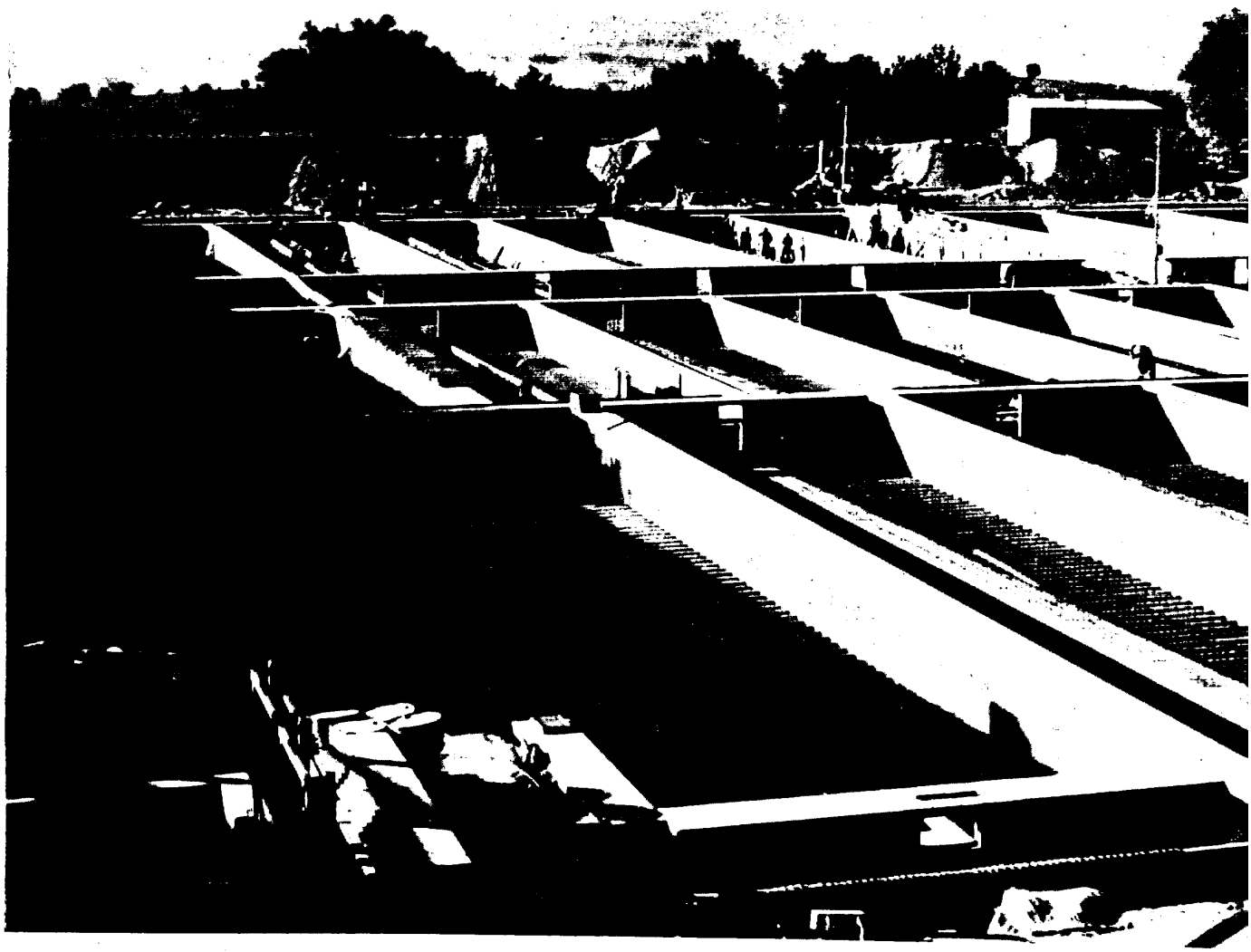
CHAPITRE II

DESCRIPTION DES OUVRAGES DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX DU BARRAGE DES BÉNI-BAHDEL

Nous avons étudié dans un précédent article le Bassin Hydraulique de la Haute Tafna et les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des eaux brutes qui seront utilisées pour l'alimentation de la Région Oranaise en eau potable.

Nous avons vu notamment que les caractéristiques chimiques de ces eaux permettaient d'obtenir leur clarification par filtration sur sable et qu'il était donc possible d'adopter un mode de traitement sans coagulation chimique préalable présentant, dans le cas con-

Vue partielle du chantier (Juin 1950).



Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

sidéré, l'avantage de rendre le fonctionnement de la station absolument autonome en cas de difficultés d'approvisionnement.

Nous allons maintenant rappeler les caractéristiques générales de la conduite d'Oran et décrire plus spécialement la station de traitement au point de vue de sa conception, de l'exécution des travaux et de son mode d'exploitation.

I. — LA CONDUITE D'ORAN

L'habitude a été prise de désigner sous ce titre tous les ouvrages faisant partie intégrante de la nouvelle adduction devant alimenter en eau potable la Région Oranaise, qui comprend : la ville d'Oran, la ville de Mers El Kebir, la base de la Marine Nationale, le port d'Arzew et quelques agglomérations moins importantes situées sur le parcours de la conduite.

La ville d'Oran ne dispose encore à l'heure actuelle, pour les besoins de ses 250.000 habitants, de son port et de ses industries, que de 30.000 mètres cubes par jour, dont 25.000 mètres cubes contiennent 3,5 g. de chlorure de sodium par litre et une salinité qui les classe dans la catégorie des eaux **non potables.**

Il était indispensable, pour permettre le développement économique de cette région, de trouver de nouvelles ressources en eau, susceptibles de satisfaire largement les besoins présents et futurs en quantité et en qualité.

Deux solutions étaient réalisables :

— Prélever l'eau brute, soit dans le barrage de Bou-Hanifia sur l'Oued El Hamman qui alimente le périmètre irrigable de Perrégaux,

— soit dans le barrage des Béni-Bahdel sur l'Oued Tafna prévu pour irriguer la région de Marnia.

Cette dernière solution fut choisie en tenant compte de diverses considérations avantageuses et notamment de la meilleure qualité, tant chimique que physique des eaux de l'Oued Tafna.

Le barrage des Béni-Bahdel fut donc surélevé de 7 mètres pour porter sa capacité à 63.000.000 de mètres cubes.

L'adduction des Béni-Bahdel comporte un ensemble d'ouvrages imposants qui la situe parmi les grandes réalisations d'adduction d'eau sur le plan mondial.

Elle comprend en effet :

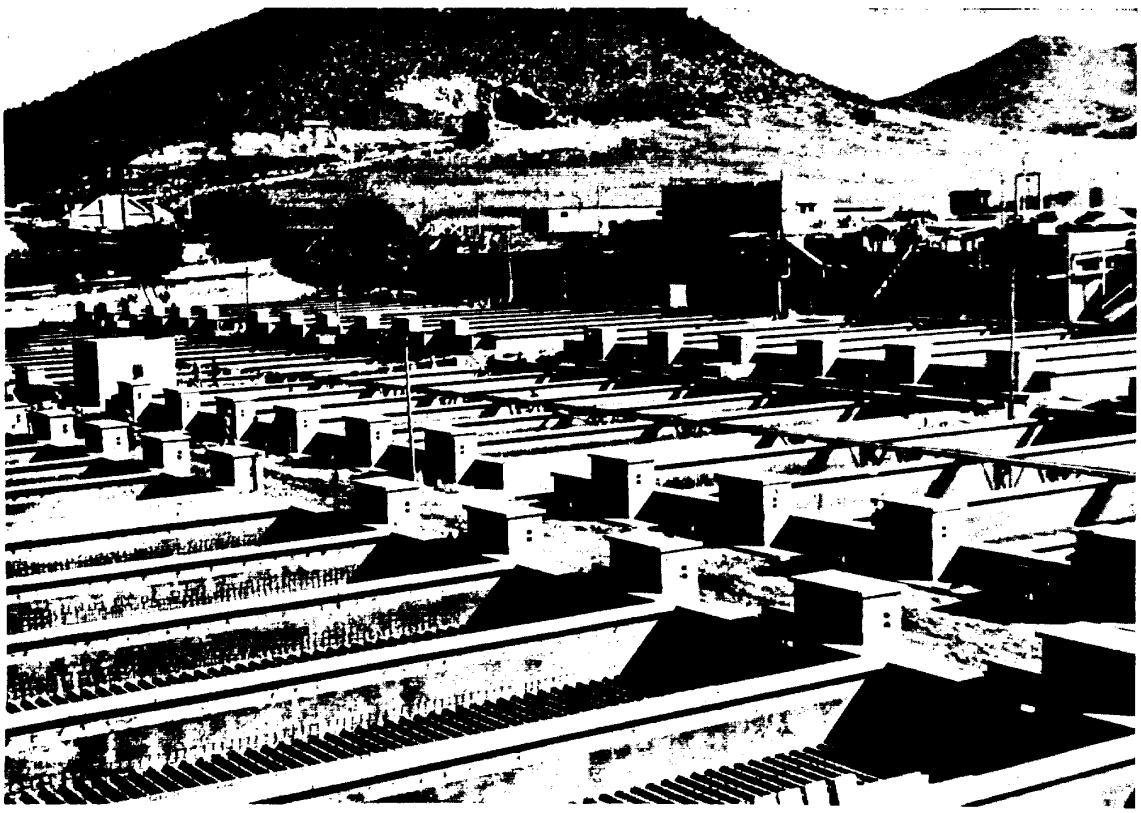
1° **Le barrage des Béni-Bahdel** (653,40), réalisé par l'Entreprise Campenon-Bernard ;

2° **L'usine hydro-électrique** de pied de barrage ;

3° **Le souterrain de la Tafna** de 11 kms 380, calculé pour un débit de 6 mètres cubes/seconde, construit par l'Entreprise E.G.T.H. ;

4° **Le bassin de compensation** de 80.000 mètres cubes de capacité (604) ;

5° **Un aqueduc** de liaison entre ce bassin et la station filtrante ;



Vue d'ensemble Septembre 1950 (A l'extrémité de chaque filtre, le bloc standard de sortie, de régulation et de mesure)

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Vue d'ensemble avec les ouvrages de sortie, laboratoire et station de carbonication.

6° **Une installation de filtration** située dans le vallon du Bou-Hallou, calculée pour traiter un débit maximum de 110.000 mètres cubes/jour, réalisée par la Société C. Chabal et Cie ;

7° **Une canalisation** en béton armé précontraint de 170 kilomètres de longueur et de 1 m. 10 de diamètre intérieur, construite et posée par la Société S.O.C.O.M.A.N. ;

8° **Un certain nombre d'ouvrages d'art** et 8 brise-charge intermédiaires,

9° **Une station de stérilisation** située au dernier brise-charge n° 8, près de la ville d'Oran.

L'exécution de cet ensemble de travaux s'est pratiquement échelonnée entre 1936 et 1952 et se trouve actuellement en voie d'achèvement.

II. — ORIGINALITÉ DES OUVRAGES RÉALISÉS

1° L'Administration avait demandé que tous les ouvrages d'adduction, qui fonctionneront par gravité, **soient asservis et commandés automatiquement et hydrauliquement par les besoins de la consommation.**

Les Etablissements Neyrpic de Grenoble en ce qui concerne la canalisation d'adduction et la Société C. Chabal et Cie pour la station filtrante, ont respectivement résolu ce problème dans leurs spécialités.

C'était la première fois au monde, à notre connaissance, qu'une problème de traitement et d'adduction d'eau était posé et résolu suivant cette formule technique parfaitement logique mais délicate à mettre en œuvre.

Une première application de cette solution devait être faite sous le contrôle des Ponts et Chaussées à titre d'essai par la Société C. Chabal et Cie sur l'adduction par gravité de la ville de Saint-Galmier (Loire), pour un débit de 600 mètres cubes par jour. Tous les appareils de commande hydraulique « par l'aval » fonctionnèrent parfaitement dès leur mise en service en novembre 1948 et permettent aujourd'hui, après plus de deux années de marche ininterrompue d'affirmer l'excellence de cette innovation technique.

2° D'autre part, la canalisation d'amenée devait être réalisée en appliquant la technique nouvelle de la « **précontrainte** » à la fabrication des tuyaux qui sont exécutés et mis en place par la Société S.O.C.O.M.A.N.

3° Enfin, la protection des 170 kilomètres de canalisation contre l'incrustation sera assurée par la « **carbonication** » des eaux filtrées, au départ de la station, suivant le procédés C. Chabal et Cie.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

III. — PRINCIPES GÉNÉRAUX DE TRAITEMENT DES EAUX DES BÉNI-BAHDEL

Généralités

Les caractères généraux de ces eaux ont été exposés dans une précédente documentation (« Terres et Eaux », n° 11). Ces eaux peuvent donc être définies très succinctement par les caractéristiques suivantes :

1° Ces eaux sont, en général, dures et possèdent une forte réserve basique alcalino-terreuse dissoute riche en magnésie, chlorures, et ne renfermant qu'une assez faible quantité d'acide carbonique libre en dissolution. Son alcalinité effective normale est pH = 7,8 ; elle renferme en suspension de fines particules argileuses calcaro-magnésiennes.

2° Cette eau est sursaturée en bicarbonate de chaux dissous (210 milligrammes par litre) dans sa position d'équilibre avec l'acide carbonique de l'atmosphère. Les eaux d'exhaure du souterrain, très chargées en bicarbonate de chaux, peuvent augmenter sensiblement cette teneur. L'analyse de certaines eaux a donné jusqu'à 272 milligrammes par litre.

3° Le bassin versant peu habité les met à l'abri des fortes contaminations microbiennes.

Ces eaux, d'après les études poursuivies par l'Institut Pasteur d'Alger peuvent atteindre un grand degré de pureté en dehors des fortes précipitations pluviales, car les phénomènes d'auto-épuration dans le barrage se poursuivent sous l'influence des rayons solaires et de la précipitation du carbonate de chaux équivalent à une véritable coagulation naturelle suivie de décantation au sein même de la retenue du barrage. En temps normal la filtration et la stérilisation de ces eaux seront facilitées par ces conditions favorables.

Par contre, aux périodes de crue et de forte pluviométrie, les eaux du barrage seront chargées de matières en suspension et pourront être très troubles. D'autre part, l'apport à ces périodes de déchets organiques nombreux provenant du délavage des rives submergées, pollue les eaux du barrage et nécessite un traitement beaucoup plus sévère. A titre indicatif, c'est pendant les deux trimestres de janvier, février, mars et octobre, novembre, décembre que ces crues interviennent.

4° L'équilibre calcaire des eaux des Béni-Bahdel du fait de la faible teneur en acide carbonique dissous est instable et ces eaux sont naturellement incrustantes. Un traitement permettant de préserver les conduites et les ouvrages annexes a donc été envisagé.

IV. — STATION FILTRANTE

A. — Choix de la solution

La Société C. Chabal et Cie avait présenté au concours, en 1941, deux solutions :

— la première basée sur une double filtration en série, à faible vitesse pour éviter un traitement chimique de coagulation ;

— la deuxième comprenant :

a) une coagulation préalable selon son procédé particulier au Ferromangan,

b) une décantation,

c) deux étages de filtres rapides en série.

Ces deux solutions étaient équipées d'appareils régulateurs assurant **hydrauliquement** la transmission de la demande aval au bassin de compensation.

Elles comprenaient également la protection de la conduite d'adduction par carbonication.

D'autres constructeurs avaient proposé des installations comprenant :

a) une coagulation au sulfate d'alumine ou à la chaux,

b) une décantation,

c) un étage unique de filtres rapides,

d) des dispositifs électriques transmettant la demande aval, à l'entrée de la station filtrante, qui devait fonctionner en commande par l'amont entre l'entrée et la sortie.

L'Administration a retenu la première solution, présentée par la Société Chabal, pour les raisons suivantes :

a) étant donné l'éloignement de la station des centres de ravitaillement (170 kms d'Oran), elle a jugé préférable d'avoir un système de clarification permettant **un fonctionnement autonome** n'exigeant pas de produits chimiques pour fournir les résultats exigés ;

b) les installations Chabal étaient les seules à être dotées d'appareils hydrauliques pour la transmission de la demande aval fonctionnant par gravité, par conséquent **d'un automatisme réel,** indépendant du secteur de distribution d'énergie électrique ;

c) la filtration à faible vitesse permettait d'obtenir une eau susceptible d'être distribuée **même sans stérilisation** supplémentaire au chlore, prévue cependant à l'arrivée à Oran, à titre de double sécurité ;

d) la Société C. Chabal et Cie acceptait, sur la demande de l'Administration, de **s'engager à exploiter pendant vingt ans** ses installations, sur la

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

base des prix d'exploitation qu'elle avait indiqués dans ses propositions de concours ;

e) enfin la comparaison financière établie, en tenant compte de l'amortissement des frais de premier établissement et des **frais d'exploitation** garantis, était en faveur de cette solution, malgré son coût de construction plus élevé.

B. — DESCRIPTION DE LA STATION FILTRANTE

Situation

La station filtrante est établie à l'altitude 600 m environ, entre les oueds Kseub et Bou-Hallou, dans un vallon verdoyant très pittoresque, orienté Est-Ouest

Coulée en coffrages métalliques (un bassin tous les trois jours).

Une route de 7 kilomètres de longueur a été réalisée pour la réunir à la petite ville de Turenne, située sur la grande voie de communication d'Oran au Maroc, cette localité se trouvant à mi-chemin entre Tlemcen et Marnia à la frontière marocaine.

Caractéristiques des ouvrages

La station comprend :

1° **Un ouvrage de prise d'eau brute** qui peut être alimenté, soit :

— par le bassin de compensation de 80.000 mètres cubes de capacité,

— soit directement de la sortie du tunnel par un by-pass.

Cet ouvrage comprend une chambre d'équilibre dont la sortie est actionnée par des vannes automatiques Neyrpic commandées par le niveau aval.

2° **Un canal d'alimentation** de la batterie de préfiltres.

3° **Un premier étage filtrant** comprenant **24 bassins préfiltres** fonctionnant en parallèle, à la vitesse maximum de 30 mètres par 24 heures.

4° **Quatre chambres de régulation automatique des débits** bloquant le niveau sur les filtres finisseurs et assurant hydrauliquement l'équirépartition de la demande entre les 24 préfiltres groupés en 4 batteries de 6 préfiltres.

5° **Un deuxième étage filtrant** comprenant **48 filtres** fonctionnant en parallèle à la vitesse maximum de 15 mètres, disposés en 8 batteries de 6 filtres situés symétriquement de part et d'autre d'un axe transversal perpendiculaire à l'axe général de la composition d'ensemble.

6° **Une chambre générale de collecte** des quatre collecteurs secondaires d'eau filtrée.

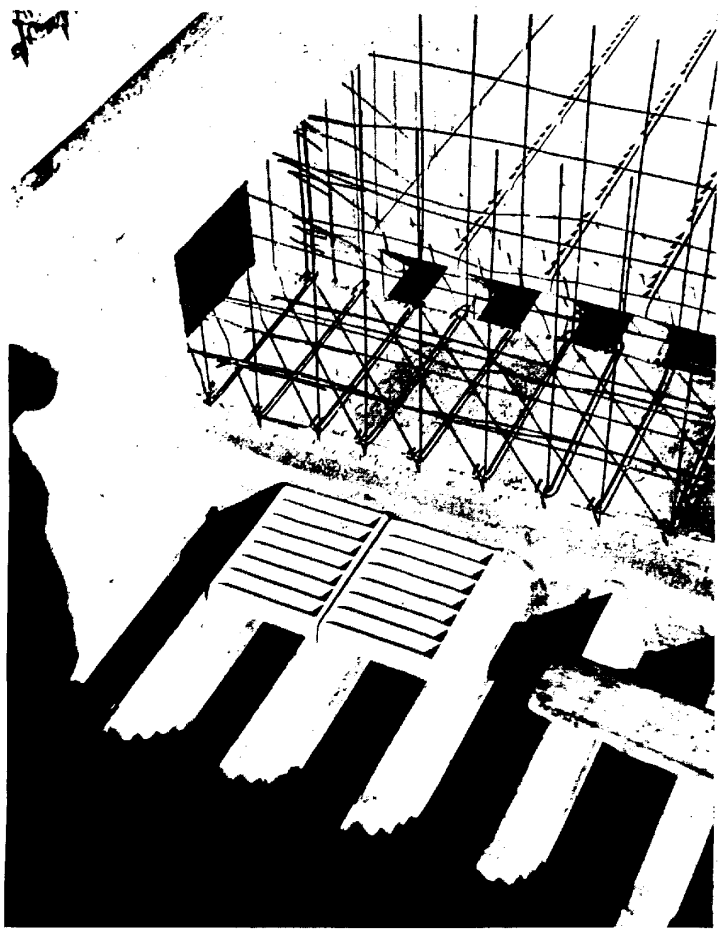
7° **Une salle pour le contrôle permanent de la clarification** où se fait également **la présentation de l'eau filtrée** au départ de la station.

8° **Un canal** de douze mètres de longueur **pour la mesure du débit** par la méthode du voile d'Andersen.

9° **Une chambre** pour la mesure permanente du débit par Venturi.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2



Caractéristiques des bassins filtrants

Tous les bassins préfiltres et filtres sont du type C. Chabal et Cie, breveté S.G.D.G., à commande hydraulique par l'aval.

Ils ont tous la même dimension :

Longueur	26 m 25
Largeur	6 m 65
Surface filtrante utile	153 m²

Leur équipement intérieur comprend des **supports filtrants** composés de bas en haut par :

— **des murettes transversales** en béton déterminant **des couloirs drainants** sous la couche filtrante,
— **des gaines perforées** en béton moulé par vibration, distribuant l'air sous la couche filtrante par 8.000 orifices calibrés par bassin,
— **des dalles supports** en béton moulé par vibration,
— **une double couche uniformément poreuse** sous toute la couche filtrante qui n'absorbe pratiquement aucune charge propre,
— **la couche filtrante** dont les caractéristiques sont les suivantes :

pour les préfiltres :

épaisseur	65 cm
granulométrie	1,8 à 3 mm
surface totale	3.672 m²

pour les filtres :

épaisseur	70 cm
granulométrie	0,4 à 1,8 mm
surface totale	7.345 m²

Dispositif de nettoyage des couches filtrantes

Les sables colmatés sont nettoyés par injection à contre-courant de bas en haut au moyen d'un mélange d'air et d'eau sous pression.

L'air est produit par deux groupes électro-surpresseurs Roots de 100 CV qui alimentent un réseau général en fibro-ciment de 500 m/m (dont un groupe de rechange).

Un réservoir d'eau filtrée de 500 mètres cubes alimenté par deux groupes électro-pompes de 22 CV (dont un groupe de rechange) met en charge un réseau général en fonte de 350 m/m.

Au droit de chaque bassin un clapet de soufflage permet d'injecter l'air dans la **nourrice** du bassin à nettoyer.

Cette nourrice est constituée par une conduite de section rectangulaire en béton armé située dans l'axe longitudinal du bassin au-dessus du drain général d'eau filtrée.

Cette nourrice alimente le réseau secondaire de répartition d'air constitué par des gaines perforées en béton vibré citées plus haut.

Au droit de chaque bassin un robinet-vanne permet d'alimenter deux nourrices d'eau situées au pied et tout le long des parois longitudinales du bassin.

Ces nourrices alimentent 300 orifices calibrés par bassin.

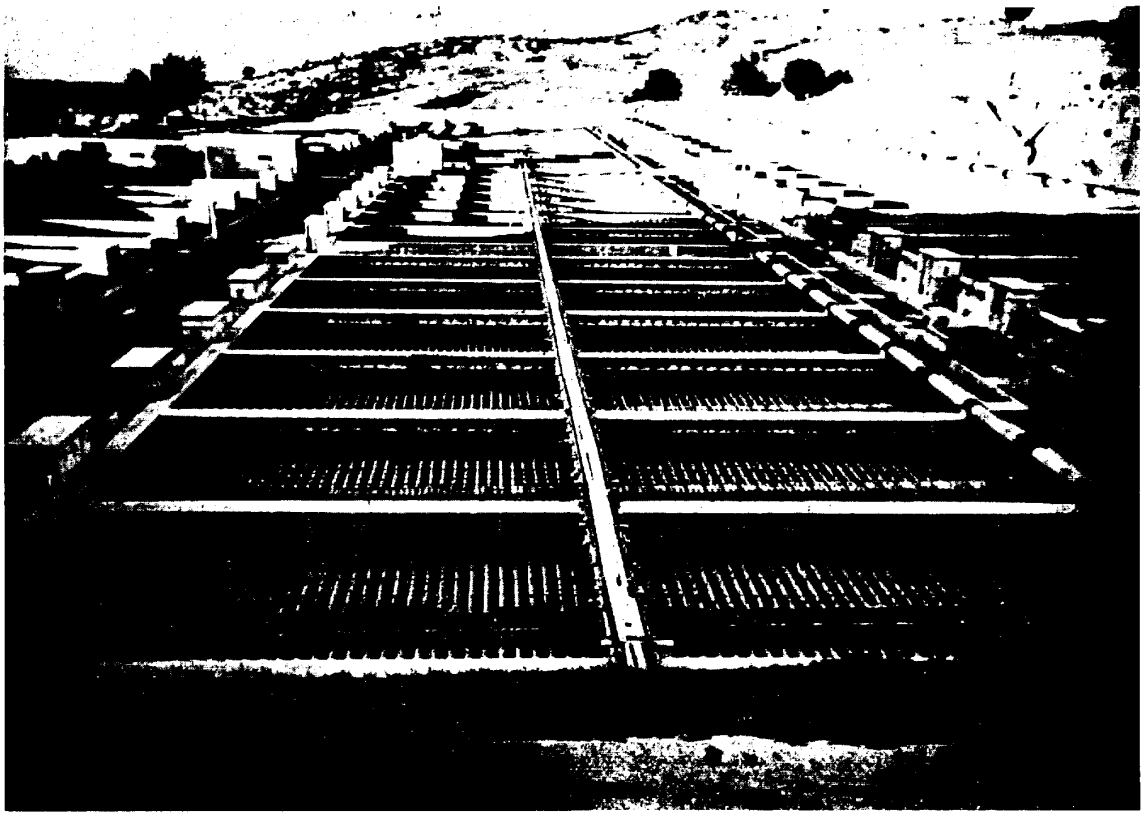
L'air et l'eau sont injectés en même temps sous

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Sur la page de gauche, en haut : coulée et réglage des supports des radiers poreux. En bas : montage du support des radiers poreux.

Ci contre : vue d'ensemble des montages de gaines d'air.



la couche filtrante pendant cinq minutes pour un simple décolmatage, et pendant vingt minutes pour une régénération.

Les boues et impuretés remises en suspension par le brassage occasionné par le courant ascensionnel d'air et d'eau, sont entraînées à la surface du bassin par le courant d'eau de lavage qui se déverse dans un canal superficiel situé dans l'axe longitudinal, au-dessus de la nourrice d'air axiale.

Elimination des eaux de lavage

Les eaux de lavage sont évacuées à l'égout au

Branchement des gaines de soufiage dans un bassin.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

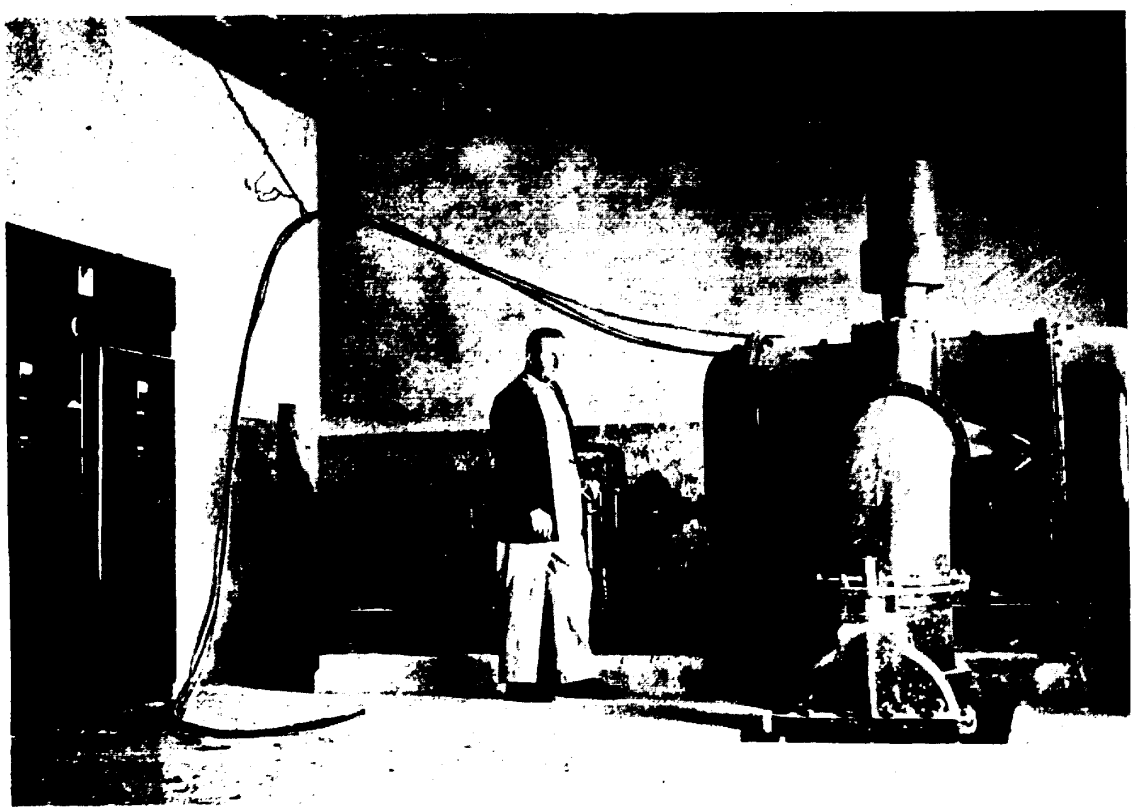
Détail d'un support de radier en cours de montage.

moyen d'un nouveau dispositif breveté **à double siphonage.**

A cet effet, les deux parois verticales du canal **sont constituées par des siphons longitudinaux.**

L'extrémité du canal communique avec l'égout par l'intermédiaire **d'un siphon général** pouvant fonctionner à deux débits différents, dit siphon à double chute.

Pendant le temps de soufflage l'eau de lavage se déverse dans le canal axial en passant par-dessus les



Groupe surpresseur de 100 CV. en cours de montage (Cie des Compteurs de Montrouge).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

siphons longitudinaux qui ne sont pas amorcés et le gros siphon d'extrémité fonctionnant à faible débit (160 litres/seconde).

Après l'arrêt de l'injection d'air et d'eau, la tranche d'eau trouble de 30 cm. de hauteur se trouvant au-dessus du sable est évacuée dans un temps extrêmement court (1 minute 30 secondes), par la simple manœuvre du robinet de partialisation du siphon général qui se met à débiter 600 litres/seconde et qui, en abaissant le plan d'eau dans le canal central, amorce les deux siphons longitudinaux.

L'eau trouble est ainsi éliminée avant que les particules en suspension n'aient eu le temps de se redéposer à la surface du sable qui reste propre, et le temps de mise hors service du bassin pour son nettoyage est ainsi raccourci d'une façon appréciable.

partie supérieure à l'extrémité d'un fléau, lequel est commandé par un détecteur de poussée directement influencé par les fluctuations amorties du niveau aval.

Lorsque celui-ci tend à baisser par suite de l'augmentation de la consommation, le détecteur s'enfonce et soulève la vanne, ce qui augmente la dimension de l'orifice de sortie du filtre, lequel débite davantage.

Au contraire, si la consommation diminue, le niveau tend à monter dans le canal de sortie et la vanne obture de la quantité nécessaire la sortie du filtre.

La chambre de sortie de chaque filtre communique avec le canal collecteur par l'intermédiaire d'un orifice calibré qui, fonctionnant sous une charge constante grâce à la fixité du niveau de sortie de l'eau, assure l'équirépartition des débits et par conséquent la même vitesse de filtration dans tous les bas-

Décoffrage des goulottes de vidange.

Régulation hydraulique automatique d'un bassin filtrant

Tous les bassins préfiltres ou filtres sont équipés **d'une vanne tubulaire Neyrpic** (exclusivité Chabal pour la filtration) qui applique le brevet Chabal de commande par l'aval des stations de filtration.

Ces vannes fonctionnent de la façon suivante :

Le fond de filtre est en communication avec la chambre de sortie par l'intermédiaire d'un orifice circulaire situé dans un plan horizontal. Cet orifice est susceptible d'être complètement obturé par une vanne cylindrique verticale lorsque celle-ci repose par son bord inférieur sur la base de sortie.

Cette vanne (équilibrée) est suspendue par sa

sins fonctionnant en parallèle, quels que soient leurs degrés de colmatage respectifs.

Ce système réalise également la compensation automatique du colmatage de la couche filtrante de chaque bassin par une augmentation correspondante de la section de l'orifice de sortie.

Ainsi les fluctuations du niveau dans la bâche générale de sortie d'eau filtrée de la station qui traduisent les variations des besoins de la consommation se répercutent avec une équirépartition rigoureuse entre les 48 filtres qui les transmettent, par leur plan d'eau supérieur commun, aux 24 préfiltres à leur tour qui appellent à l'amont le débit qui leur est demandé à l'aval, et ceci **automatiquement en utilisant des moyens exclusivement hydrauliques** fonctionnant par

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

gravité, sans aucune intervention du personnel d'exploitation.

Celui-ci ne doit assurer que la régénération des couches filtrantes colmatées.

Appareils de mesure

Pour la conduite d'une station filtrante, trois indications sont, en outre, utiles au personnel d'exploitation.

Il est intéressant de connaître à tous moments pour chaque bassin filtrant :

— le débit livré à l'instant considéré,
— le degré de colmatage,
— la perte de charge, qui est fonction des deux variables précédentes.

On peut en déduire le moment où il vaudra mieux procéder au nettoyage des couches filtrantes, compte tenu du débit général qu'il faudra assurer et des caractéristiques probables de l'eau brute à traiter à la période considérée.

A cet effet, tous les bassins filtrants de la station préfiltres ou filtres sont équipés du **nouvel indicateur optique à triple indication** C. Chabal et Cie, breveté S.G.D.G.

Blocs de sortie

Les vannes tubulaires, les appareils de mesure et de vidange sont groupés pour chaque bassin dans une chambre fermée en béton armé munie d'une porte métallique avec joint étanche en caoutchouc qui constitue un bloc aux dimensions standardisées.

La station comporte ainsi 72 blocs identiques.

Installations annexes

La station filtrante comprend les bâtiments et ouvrages annexes suivants :

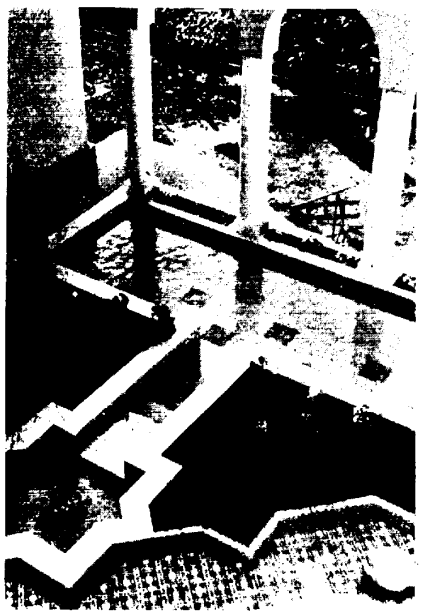
— **le logement du chef d'exploitation,**
— **deux logements de contremaîtres,**
— **le bâtiment des deux groupes électro-surpresseurs,** dont un de rechange, d'une puissance de 100 CV chacun,
— **le poste de pompage** d'eau filtrée assurant le remplissage du réservoir d'eau de lavage comprenant deux groupes électro-pompes à mise en marche et arrêt automatique, dont un de rechange, d'une puissance de 22 CV chacun,
— **le poste de transformation** d'énergie électrique qui comprend deux transformateurs de 65 KVA chacun, transformant le courant HT 22.000 v. en 380/220 v.,
— **les ateliers** d'entretien, garage, les locaux de repos pour le personnel,
— **le poste d'addition éventuelle de produits chimiques** pour éviter la prolifération des algues en période estivale, traitement permettant en périodes normales d'augmenter la durée de fonctionnement des bassins filtrants entre deux nettoyages consécutifs,
— **le pavillon du laboratoire de surveillance des eaux.**

Le laboratoire de surveillance des eaux permettra de faire sur place toutes les analyses de contrôle nécessaires. Son équipement comporte les appareillages pour les mesures de turbidité, pH, examens microbiologiques des eaux, analyses bactériologiques, mesures des températures, etc...

Il pourra être considéré comme un laboratoire pilote pour stations de distribution d'eau en Afrique du Nord, et complétera utilement l'ensemble des ouvrages de la conduite d'Oran,

— **le pavillon de la carbonication.**

En raison du caractère à tendance incrustante des eaux brutes, un dispositif permettant l'addition d'acide carbonique dans l'eau filtrée est prévu au



En haut, patio de l'habitation du chef de l'exploitation. En bas, à droite, Détail du patio.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

départ de la station filtrante pour la protection des 170 kilomètres de la conduite d'adduction.

Le gaz carbonique utilisé sera fabriqué par combustion de coke en phase oxydante et injecté dans l'eau après dépoussiérage et double lavage dans des scrubbers secs et humides.

L'addition sera intermittente. Elle sera mise en fonctionnement ou arrêtée sur le vu des détecteurs témoins d'incrustation, permettant de suivre l'apparition et la disparition des dépôts calcaires.

La carbonication Chabal a déjà trouvé une application pour la station filtrante de Carcassonne, traitant les eaux de l'Aude. Elle fournit une eau bicarbonatée calcique carbonique qui ne présente pas les inconvénients des eaux acides sulfatées séléniteuses, résultant du traitement par les sulfates à haute dose.

— **le pavillon de contrôle de la limpidité et de présentation de l'eau filtrée.**

Dans l'axe général de la composition architecturale se trouve la salle de présentation de l'eau filtrée, entièrement mosaïquée, d'où le visiteur apercevra le débit général s'écouler, éclairé directement par des projecteurs immergés.

Une sculpture de M. Bizette-Lindet, Premier Grand Prix de Rome, disposée au fond d'une niche au-dessus du courant d'eau, apporte une note artistique discrète à cette importante réalisation technique.

Dans cette salle, **un tube de huit mètres** de longueur, muni de hublots à ses extrémités, traversé par une partie dérivée de l'eau filtrée par la station, permettra de constater de visu, et à tout moment, la qualité de la filtration,

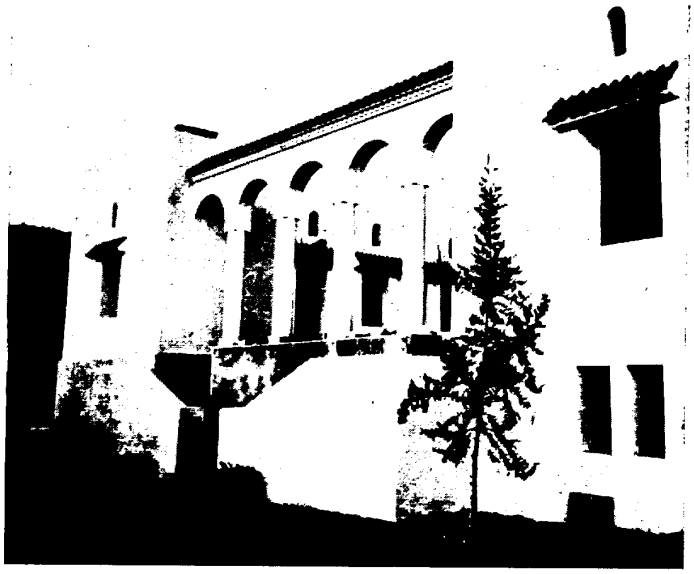
— **l'aménagement des abords.**

Le souci d'une présentation harmonieuse des installations a présidé à l'implantation des ouvrages dans le cadre d'un plan d'urbanisme établi à l'origine des travaux.

Les terrains entourant les bâtiments de la station et les bassins filtrants seront aménagés en vergers d'oliviers et d'arbres fruitiers adaptés à l'altitude de la station.

Des allées complantées de caroubiers, de cyprès et d'eucalyptus accentueront les lignes principales de la composition.

Un escalier d'eau alimenté par le jet d'eau du patio de la villa du chef d'exploitation soulignera l'axe général.



Façade de l'habitation du chef d'exploitation donnant sur la station de filtration.

Enfin, des parterres fleuris seront disposés autour des vastes miroirs d'eau des bassins filtrants qui évoqueront bientôt, dans cette usine moderne, les jardins féeriques qui sont depuis des siècles la prestigieuse parure du monde oriental.

CONCLUSION

Ainsi, grâce à l'effort soutenu depuis plus de dix ans par les ingénieurs et agents de l'Administration et le personnel des Entreprises, la ville d'Oran et la région oranaise verront bientôt leurs conditions de vie complètement transformées.

Rien ne devrait désormais freiner le magnifique développement économique auquel cette région est prédestinée par la richesse de son sol, la douceur de son climat et l'ardeur au travail de sa population.

La conduite d'Oran, par la largeur de vue qui l'a fait naître et l'ampleur des ouvrages réalisés comptera bientôt, dans ce domaine, parmi les plus belles réalisations de la technique française sur le plan mondial.

BIBLIOGRAPHIE

BUISSON. — Caractéristiques physiques et mécaniques des sols. Dunod, éditeur.

DEMOLON. — Dynamique des sols. Dunod, éditeur.

KOSENY. — Grundwasser bewegung. Wasser kraft und wasser wirtschaft, 1931.

DARCY. — Fontaines publiques de la ville de Dijon, 1856.

TERZAGHI. — Theoretical soil mechanics, 1943.

H. GESSNER. — Analyse des boues. Dunod, éditeur.

F. BURTON. — Colloïd chemistry. New-York, 1920.

M. LEPINGLE. — Dimensions des petites particules. Institut du Bâtiment et Travaux Publics, Paris, 1941.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

EXTRAIT DU
NUMÉRO 14
DE LA REVUE
**TERRES
ET EAUX**
OCTOBRE 1951

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2

ÉDITÉ PAR
LA
DIFFUSION
DU LIVRE
92, RUE MICHELET
ALGER - TÉL. 675-97

SUR LES PRESSES
DES IMPRIMERIES
"LA TYPO-LITHO"
ET JULES CARBONEL
RÉUNIES

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2013/07/16 : CIA-RDP83-00423R000300310002-2