

M. PICHOT

Débit solide de la Garonne Sédimentation des sables et des argiles

Annales de la faculté des sciences de Toulouse 4^e série, tome 6 (1942), p. 65-81

http://www.numdam.org/item?id=AFST_1942_4_6__65_0

© Université Paul Sabatier, 1942, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Annales de la faculté des sciences de Toulouse » (<http://picard.ups-tlse.fr/~annales/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

DÉBIT SOLIDE DE LA GARONNE

SÉDIMENTATION DES SABLES ET DES ARGILES

Par M. PICHOT

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Importance des débits solides de la Garonne.

Par débits solides nous entendons le transport de sables et d'argiles par les rivières. Les argiles sont des particules solides de dimensions inférieures à 5 μ (millièmes de millimètre).

Les mesures les plus remarquables du débit solide en sables et argiles de la Garonne remontent à un siècle environ. Elles ont été effectuées à Marmande par l'illustre ingénieur des Ponts et Chaussées Baumgarten, de 1839 à 1846¹. La moyenne annuelle de ces observations serait de six millions de tonnes, sans compter les cailloux trainés sur le fond (quelques centaines de millions de tonnes). Ces boues représentent une érosion annuelle de 100 tonnes environ par kilomètre carré du bassin, contre 300 à 400 pour le Rhône, moins de 1.000 pour l'Isère, plus de 1.000 pour la Durance, une cinquantaine au plus pour la Loire, une vingtaine pour la Seine.

MM. Muntz et Lamé ont effectué des mesures à Toulouse de 1911 à 1913; ils estiment à trois millions de tonnes ou 300 tonnes par kilomètre carré l'importance des débits solides passant annuellement sous les ponts de Toulouse.

Comme l'a montré Ed. Harlé², la Garonne actuelle ne dépose pour ainsi dire pas d'alluvions sur le fond de son lit sur la plus grande partie de son cours. Les dépôts, pendant la période des basses eaux, sont déplaçables, « chassés », au moment des crues, jusqu'au fond rocheux ou marneux.

Dans la section maritime, en aval de Langon, les alluvions ont une épaisseur notable sur le fond du lit. Les boues rencontrent en effet les électrolytes fournies par de l'eau de mer qui provoquent leur floculation; la sédimentation peut alors se produire lorsque le courant devient suffisamment lent.

La division des matières solides transportées par les rivières en cail-

1. M. BAUMGARTEN, Annales des Ponts et Chaussées, 1848, 2^e série, tome XVI, pp. 1-157.

2. E. HARLÉ, Société Histoire Naturelle, Toulouse, 1898-99, Tome 32, pp. 149-198.

loux, sables et argiles est, comme toute division, arbitraire, mais repose cependant sur des différences de transport ou de sédimentation.

Le charriage des cailloux, sur le fond même du lit, n'est possible que par les eaux violentes des torrents, ou par celles très agitées et animées d'une grande vitesse des rivières pendant une très forte crue.

La Garonne supérieure charrie facilement les sables, mais ceux-ci se déposent sur les bords dès que les eaux ne sont plus énergiquement brassées.

Les argiles peuvent être transportées jusqu'à la mer; elles y trouvent les électrolytes produisant leur floculation et les régions d'eaux mortes où la sédimentation n'est pas entravée.

Ce sont ces argiles sédimentées qui encombrement les estuaires des fleuves et comblent les chenaux si difficiles à maintenir libres pour la navigation.

Pendant l'année 1934, nous avons étudié les débits solides du Gers¹. Leur importance, leur nature, de la source à l'embouchure, sont étroitement liées à la variation de la constitution géologique du bassin. L'électrolyte calcaire est le stabilisateur de ces boues, tant que la teneur en CaO ne dépasse pas la limite de seuil. Quelques kilomètres avant l'embouchure du Gers dans la Garonne, l'électrolyte, jusqu'alors stabilisateur, provoque, la limite de seuil étant dépassée, la floculation et la sédimentation du débit solide; d'où, une diminution très nette de ce dernier dans la basse vallée de la rivière.

Choix des prélèvements dans la Garonne. — La constitution géologique du bassin du Gers est particulièrement simple. On y rencontre, bien répartis, les types des terrains de l'Armagnac; les *terres fortes* argilo-calcaires au sous-sol marneux imperméable, les *boulbènes* silicéo-argileuses au sous-sol marneux imperméable, les *peyrusquets* argilo-calcaires au sous-sol calcaire perméable. Les affluents du Gers sont nombreux mais relativement peu importants.

La constitution géologique du bassin de la Garonne de ses sources à Toulouse est infiniment complexe, et ses rapports avec la nature des débits solides du fleuve dépassent les limites de nos recherches.

Les rivières provenant des Petites-Pyrénées (massif calcaire), entre Valentine et Carbone, peuvent modifier assez brusquement la teneur du CaO en solution.

La Neste, le Salat, l'Arize, la Louge, l'Ariège, sont des affluents importants et leurs débits solides propres peuvent introduire des variations brusques dans la teneur et la nature des matériaux solides en suspension.

Nos prélèvements ont été choisis de manière à encadrer le confluent des principaux affluents et à mettre en évidence les apports par les rivières alimentées par les eaux des Petites-Pyrénées.

1. *Débit solide du Gers*. Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse, 1943, pp. 33-64.

Débits solides de la Garonne. — La Garonne ne ressemble en rien aux rivières de l'Armagnac, au cours lent, aux eaux presque mortes. Dans la haute vallée, c'est un torrent; de Valentine jusqu'à Toulouse, une rivière aux eaux rapides, au régime turbulent des hydrauliciens.

Le débit solide de la Garonne est très faible, sauf en période de crues où il prend, alors, une assez grande valeur. La couleur verdâtre des eaux

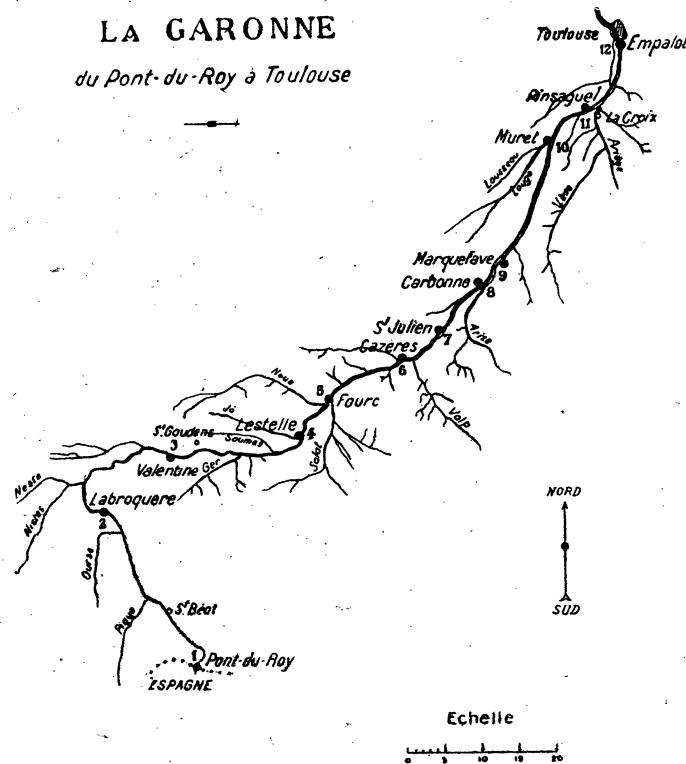


FIG. 1.

est due à des particules ultramicroscopiques d'argiles et de matières végétales; ces suspensions ne dépassent guère 5 milligrammes par litre.

C'est l'ordre de grandeur des matières solides en suspension dans les eaux « très pures » de la Montagne Noire, et qui alimentent les bassins de Saint-Féréol et du Lampy.

En période de crues, dues à la fonte des neiges dans les Pyrénées, ou à des pluies abondantes dans le bassin, les quantités d'argiles et de sables transportés par litre peuvent devenir importantes.

Crues dues à la fonte des neiges dans les Pyrénées. — Des dépôts abondants se forment dans le lit majeur des torrents pyrénéens à la suite

d'orages locaux. Lorsque les neiges fondent, les eaux sortent du lit d'étiage, envahissent le lit majeur et mettent en suspension sables et argiles.

Près des névés, comme nous avons pu le constater dans le haut Val d'Aran, près des sources de la Garonne, les eaux des torrents transportent quelques milligrammes, à peine, de sables et de débris organiques par litre.

Pendant presque tout le mois de juin 1935, la fonte des neiges des Pyrénées grossit la Garonne. Le débit solide, à Toulouse, s'éleva à 200 milligrammes par litre, et resta sensiblement constant pendant une vingtaine de jours.

En décembre 1935, la fonte prématurée des neiges dans la montagne amena une petite crue de la Garonne pendant quelques jours et un débit solide qui dépassa 300 milligrammes par litre.

En général, la fonte des neiges dans les Pyrénées ariégeoises ne coïncide pas avec celle des montagnes du Val d'Aran ou de la région de Luchon.

Crues de la Garonne dues aux pluies. — Des pluies abondantes et générales dans le bassin amènent la crue de la Garonne et de ses affluents. Les eaux, jaunâtres, transportent du sable et une forte proportion d'argiles plus ou moins calcaires.

Mais le débit solide, au lieu de rester sensiblement constant pendant des jours, est excessivement variable d'un jour à l'autre, voir d'une heure à l'autre. Les eaux se clarifient très rapidement dès que les pluies diminuent d'importance, par suite d'apport d'eaux claires provenant des hautes vallées.

L'Ariège est, de tous les affluents, celui qui apporte à la Garonne le plus d'eaux chargées de matières argileuses. La superficie des terres argilo-calcaires du bassin de l'Ariège est supérieure à celle des mêmes terres des autres parties du bassin de la Garonne.

Les variations du débit solide de la Garonne, à Toulouse, sont très rapides. Le débit aqueux varie beaucoup plus lentement.

Le tableau suivant fournit les débits solide et aqueux de la Garonne, à Toulouse, pendant une petite crue, en mai 1935.

1935	Débit solide en kilogrammes/seconde.	Débit aqueux en mètres cubes/seconde.
6 Mai 9 h.	7	278
6 — 16 h.	1,4	267
7 — 8 h.	14	260
7 — 16 h.	4	250
8 — 9 h.	0,5	264
.....		
27 Mai 16 h.	55	332
28 — 8 h.	11	362

Sur le graphique de la figure 2, nous avons représenté les variations de la turbidité, en milligrammes, par litre, de la Garonne à Pinsaguel, de

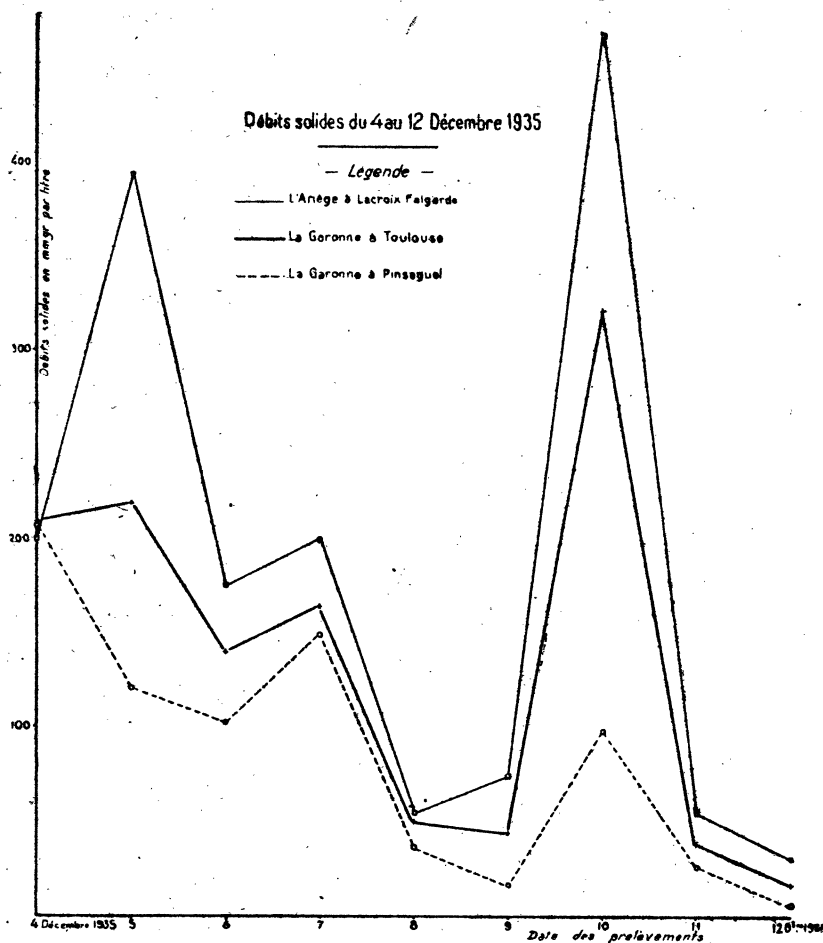


FIG. 2.

l'Ariège à la Croix-Falgarde et de la Garonne à Toulouse, du 4 au 12 décembre 1935.

Les variations de la turbidité sont extrêmement rapides.

Le débit moyen de la Garonne à Toulouse est de 100 mètres cubes par seconde. Il n'est que de 30 mètres cubes par seconde pendant les plus basses eaux. Dans la période du 4 au 12 décembre 1935, le débit de la Garonne a atteint 544 mètres cubes par seconde le 5 décembre. Rappelons que pendant la crue de 1875 il dépassa 9.000 mètres cubes par seconde.

Le tableau suivant permet de comparer les débits solide et aqueux de la Garonne et de l'Ariège avant leur confluent, pendant cette petite crue de décembre 1935.

1935	GARONNE A PINSAGUEL		ARIÈGE A LACROIX-FALGARDE	
	Débit solide en kilogr./seconde.	Débit aqueux en m ³ /seconde.	Débit solide en kilogr./seconde.	Débit aqueux en m ³ /seconde.
Décembre				
4.....	71	340	24	121
5.....	42	349	66	168
6.....	29	286	30	173
7.....	47	316	29	157
8.....	7	203	8	147
9.....	5	319	7	99
10.....	19	193	83	179
11.....	4	136	6	118
12.....	1	123	3	80

Pendant cette période, le débit solide de l'Ariège fut de beaucoup le plus important.

D'après Baumgarten¹, le débit solide moyen de la Garonne, à Marmande, de 1839 à 1846, aurait atteint 185 kilogrammes par seconde pour un débit aqueux moyen de 790 mètres cubes par seconde, soit 0,235 grammes par litre. Pendant la période du 4 au 12 décembre 1935, la turbidité atteignit 0,468 grammes par litre le 10 décembre, à 9 heures, pour les eaux de l'Ariège, au pont de la Croix-Falgarde.

Prélèvements opérés pendant l'année 1935.

Nous avons recueilli de l'eau du Pont-au-Roy à la Garonne aux stations marquées sur la carte (*fig. 1*), une fois par mois, pendant toute l'année 1935.

Nos voyages ont coïncidé avec des petites crues de la Garonne, et par conséquent avec un assez grand débit solide le 5 juin et le 29 décembre 1935. Ces crues étaient dues à la fonte des neiges dans les Pyrénées.

Les influences des affluents sont nettement visibles. La Neste augmente le débit solide le 5 juin et le 29 décembre.

Le Salat amène une diminution.

Après le confluent de l'Arize et surtout de la Louge, le débit augmente. L'Ariège l'abaisse.

Matières en solution. — Le graphique résumant nos mesures en CaO dissous montre des variations importantes.

LA GARONNE 5 Juin 1935.

(Fonte des neiges dans les Pyrénées)

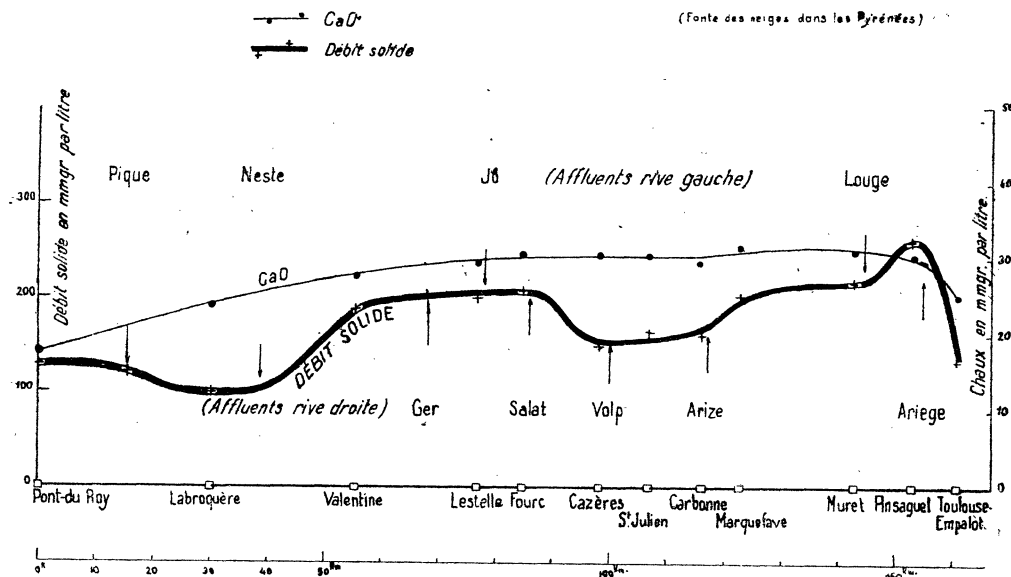


FIG. 3.

LA GARONNE 29 Décembre 1935

(Fonte des neiges dans les Pyrénées)

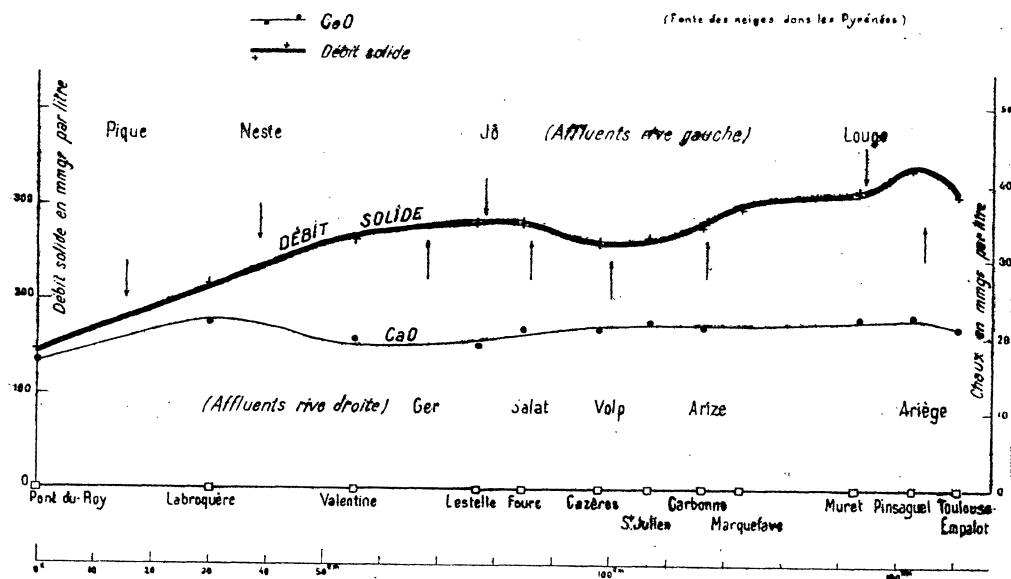


FIG. 4.

Pour ne pas surcharger le graphique, nous n'avons fait figurer que six stations seulement.

La diminution de la teneur en CaO est particulièrement importante fin

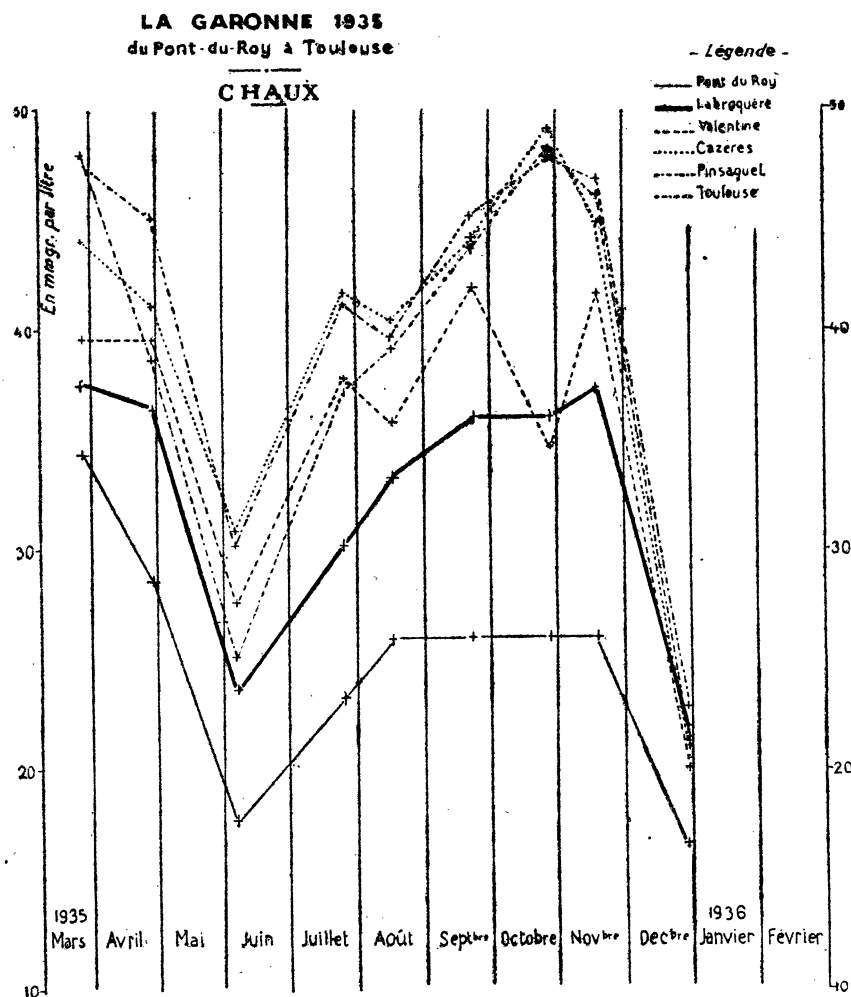


FIG. 5.

décembre. Nous trouvons également une diminution très importante en juin, pour la même raison : la fonte des neiges.

En dehors de ces minima, nous enregistrons des minima pendant les mois secs d'été, et des maxima pendant la période des pluies; résultats analogues à ceux trouvés pour le Gers.

Les éléments fins des troubles. — Les boues transportées jusqu'à la Garonne maritime au moment des crues sont composées de sables fins de

dimensions comprises entre 50 et 5 mm. et d'argiles de dimensions encore plus petites.

Leur sédimentation, même dans une eau calme, est très lente, surtout en présence d'un électrolyte stabilisateur.

Le poids de ces suspensions dans un litre est une opération statistique. Les possibilités de sédimentation sont liées à la dimension moyenne des particules.

L'étude théorique que nous allons maintenant développer nous permet d'espérer une méthode de comparaison des troubles. L'opacité spécifique, quotient de l'opacité par le poids de matières en suspension dans l'unité de volume du trouble, est, en effet, comme nous le démontrerons, inversement proportionnelle à la dimension moyenne des particules. L'état de division est ainsi défini par la mesure de l'opacité spécifique du trouble.

Coefficient d'absorption et coefficient d'extinction d'une substance homogène absorbante.

Nous supposons le milieu homogène et limité par deux plans parallèles. Un faisceau de lumière parallèle tombe normalement aux faces limites.

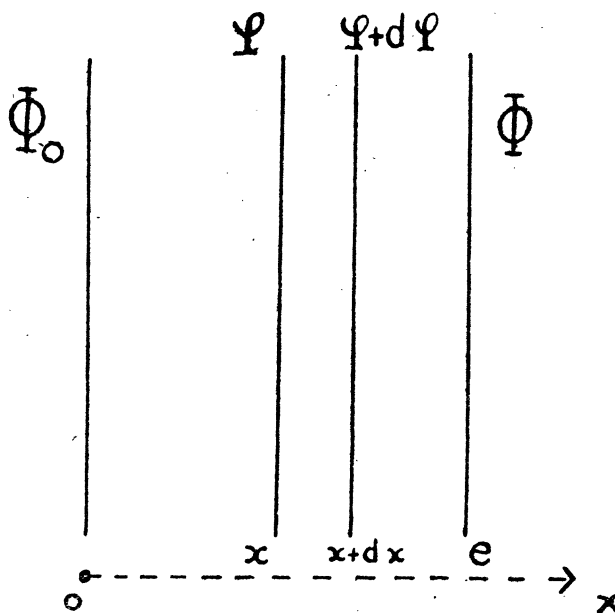


FIG. 6.

L'absorption consiste en une diminution progressive du flux dans la traversée de la substance. Aucune lumière n'est diffusée.

Soit Φ le flux à travers le plan d'abscisse x normal à la direction du

faisceau, $\Phi + d\Phi$ le flux à travers le flux d'abscisse $x + dx$. Nous admettrons que la diminution $d\Phi$ du flux est proportionnelle au flux incident et à l'épaisseur dx :

$$(1) \quad d\Phi = -m\Phi dx.$$

Le coefficient m , ainsi défini, est appelé le *coefficient d'absorption* de la substance.

En intégrant pour l'épaisseur l de la substance absorbante, il vient :

$$(2) \quad \Phi = \Phi_0 e^{-ml},$$

Φ_0 est le flux à travers la face d'entrée, Φ le flux à travers la face de sortie.

Il est plus commode, pour les calculs, de poser :

$$\Phi = \Phi_0 10^{-kl},$$

on a :

$$k = 0,434 m.$$

k est le *coefficient d'extinction*.

Cette quantité a les dimensions de l'inverse d'une longueur. Si on définit la *densité optique*, ou *pouvoir d'affaiblissement*, la quantité :

$$D = \log \frac{\Phi_0}{\Phi},$$

le coefficient d'extinction est la densité optique ou pouvoir d'affaiblissement de l'épaisseur l du milieu.

Pour un milieu très transparent, l'ordre de grandeur du coefficient d'extinction est $0,001 \text{ cm}^{-1}$.

Une très forte absorption correspond à

$$k = 100 \text{ cm}^{-1}.$$

Milieux troubles.

Les dimensions des particules, même les plus fines, en suspension dans l'eau, sont déjà grandes par rapport à la longueur d'onde de la lumière.

Dans un tel milieu, nous pouvons admettre, après une agitation suffisante, que la répartition moyenne des particules, par élément de volume, est constante. Un milieu trouble constitue un milieu homogène à l'échelle macroscopique, un milieu non homogène à l'échelle microscopique.

Si les particules se présentaient sous forme de prismes recevant la lu-

mière normalement à l'une des faces, nous pourrions déterminer, par la mesure du flux régulièrement transmis, le coefficient d'absorption ou d'extinction du milieu trouble.

La forme des particules est tout à fait quelconque. Elles constituent des sortes de lentilles, d'où des réfractions dans toutes les directions. Une très faible portion de la lumière tombant sur une particule dans la direction générale du faisceau incident, est régulièrement transmise. Enfin chaque élément de la surface diffuse la lumière dans toutes les directions.

En définitive, la diminution du *flux transmis dans la direction du faisceau incident*, pour un milieu trouble, est due, surtout, à de la lumière diffusée et réfractée dans toutes les directions.

Mais la répartition, en moyenne homogène, nous permet d'admettre, pour chaque élément de volume compris entre deux plans d'abscisses x et $x+dx$, un pouvoir d'affaiblissement moyennement constant.

Pour cet élément de volume, nous désignons par Φ le flux incident, par $d\Phi$ la variation du flux, nous pouvons écrire :

$$(3) \quad d\Phi = -M\Phi dx.$$

Le coefficient M n'est pas uniquement lié à l'absorption des particules mais mesure, surtout, la diffusion de la lumière par les particules.

En intégrant pour tout le trouble compris entre deux plans parallèles distants de l , nous avons, pour expression du flux transmis, en fonction du flux incident :

$$(4) \quad \Phi = \Phi_0 e^{-Ml} = \Phi_0 10^{-Kl}.$$

Le coefficient K est l'opacité du trouble.

Hypothèses supplémentaires.

Considérons à nouveau l'élément de volume d'épaisseur dx :

soit S la section du flux

soit p le poids des particules par cm^3 du trouble

u le volume spécifique des particules.

Le volume des particules dans l'élément de volume Sdx est :

$$(5) \quad dV = upSdx.$$

Soit σ la somme des aires des sections droites des cylindres, dont les génératrices parallèles au flux lumineux définissent le contour apparent des particules (somme des aires des maîtres-couples des particules).

Si, dans l'élément Sdx , chaque rayon lumineux ne rencontre au maxi-

mum qu'une particule, on peut définir une épaisseur moyenne e des particules dans le sens de la lumière régulièrement transmise, par la relation :

$$(6) \quad e\sigma = upSdx.$$

Nous poserons que la diminution relative du flux est proportionnelle à la valeur relative de la surface totale des maîtres-couples.

$$(7) \quad \frac{d\Phi}{\Phi} = -a \frac{\sigma}{S} = -a \frac{up}{e} dx.$$

Comparons 7 à 3

$$(8) \quad M = au \frac{p}{e},$$

d'où :

$$(9) \quad K = b \frac{p}{e}.$$

REMARQUE. — p est le poids de la matière en suspension dans un centimètre cube du trouble après dessiccation.

Mais les particules d'argile, de nature colloïdale, sont, dans le trouble, plus ou moins gonflées d'eau.

Dans ces conditions, le volume spécifique u ne représente pas le volume d'un gramme de matière sèche, mais le volume occupé, dans la suspension, par un gramme de matière sèche.

Opacité spécifique.

Appelons opacité spécifique le quotient

$$(10) \quad \frac{K}{p} = \frac{b}{e}.$$

L'opacité spécifique varie en raison inverse de la dimension moyenne des particules. La mesure de l'opacité spécifique nous permet de déterminer l'état de division moyen de la matière en suspension.

REMARQUE. — L'épaisseur moyenne des particules, définie par la relation (6), est mesurée par la relation (10), si l'on suppose les particules assez éloignées l'une de l'autre, c'est-à-dire le trouble suffisamment étendu. Pour des troubles à fortes concentrations, tout se passe, pour certaines particules, comme si leur dimension, suivant la direction du faisceau lumineux direct, était augmentée sans que le maître-couple soit changé.

Lorsqu'on passe d'un trouble à faible concentration à un trouble à très forte concentration, la dimension moyenne des particules suivant la direction de la lumière directe augmente, l'opacité spécifique diminue.

L'opacité spécifique, sensiblement constante pour des troubles étendus, tend à diminuer lorsque la concentration devient trop grande.

Cette remarque apparaîtra dans les exemples donnés par la suite. Elle conditionne la technique, la théorie précédente n'a de sens que pour les troubles d'assez faibles concentrations.

Expériences.

Mesure de l'opacité K.

Elle résulte, d'après la relation

$$\Phi = \Phi_0 10^{-Kl},$$

de la mesure du flux incident et du flux transmis après la traversée d'une épaisseur l du trouble.

Les flux sont mesurés à l'aide de piles thermoélectriques.

Le rapport $\Phi : \Phi_0$ est égal au rapport des f. e. m. correspondantes.

Dans la technique utilisée, l'absorption de la lumière par les parois de la cuve contenant le trouble, par l'eau de la suspension et les pertes de lumière par réflexion sur les faces de la cuve sont éliminées par différence.

Mesure du poids de la suspension.

Un volume connu de la suspension (1 litre ou 0 l. 500) est filtré sur un filtre en verre « fritté ». La totalité de la matière en suspension est recueillie. Après séchage à l'étuve, jusqu'à poids constant, la matière sèche est pesée.

Troubles d'argiles.

Les troubles des eaux des rivières sont constitués principalement par du sable fin et de l'argile plus ou moins calcaires. La séparation du sable fin de l'argile est une opération longue et difficile. Nous croyons pouvoir affirmer que la détermination de l'opacité spécifique permet de déterminer, d'une manière suffisamment approchée, la composition physique du trouble.

Dans cette série de recherches nous avons utilisé des terres recueillies en divers endroits du bassin de la Garonne. Nous avons effectué l'analyse physico-chimique de ces terres et, pour chacune, nous avons essayé d'obtenir des troubles d'argile et d'argile seulement, par une opération de lévigation.

Vingt grammes environ de la terre préalablement pilée sont placés au fond d'un récipient conique, pointe en bas. Un courant d'eau distillée, de vitesse très faible, arrive par le sommet du cône, circule à travers la terre et entraîne les particules les plus fines.

Pour assurer la décantation des sables fins entraînés, trois autres récipients coniques de volumes croissants sont placés à la suite, en série; la vitesse de l'eau dans le dernier récipient est de l'ordre du centimètre par heure.

On recueille finalement un trouble constitué par des particules très fines. On mesure l'opacité et le poids par litre de la matière en suspension après dessiccation à l'étuve.

Terre de Lannemezan. — Terre silicéo-argileuse.

Analyse physico-chimique.

Gros sable	{ Calcaire	0,007
	{ Siliceux	0,338
Sable fin	Siliceux	0,528
Débris organiques		0,009
Carbonate de calcium fixé à l'argile ou sous forme de sable fin		0,002
Argile		0,110
Humus		0,008

Opacité et Opacité spécifique de la terre de Lannemezan lévignée.

Poids de la matière sèche par litre de trouble.	Opacité.	Opacité spécifique.
19	0,034	1,83
48	0,088	1,83
64	0,122	1,90
78	0,142	1,82
120	0,214	1,78
275	0,757	1,37

Terre de Lavelanet (Haute-Garonne). — Terre silicéo-argileuse.

Analyse physico-chimique.

Gros sable	{ Calcaire	0,008
	{ Siliceux	0,569
Sable fin	Siliceux	0,353
Débris organiques		0,012
Carbonate de calcium fixé à l'argile ou sous forme de sable fin		0,001
Argile	{	0,057
Humus		

Opacité et Opacité spécifique de la terre de Lavelanet lévignée.

Poids de la suspension en mmgr. par litre.	Opacité.	Opacité spécifique.
22	0,040	1,82
35	0,110	1,72
68	0,244	1,80
250	0,329	1,35

Terre de Labarthe-Inard. — Terre silicéo-argileuse, boubène, languedocienne.*Analyse physico-chimique pour 1 gramme.*

Gros sable	{ Calcaire	0,002
	{ Siliceux	0,507
Sable fin	Siliceux	0,390
Débris organiques		0,014
Carbonate de calcium fixé à l'argile ou transformé en sable fin		0,002
Argile		0,079
Humus		0,006

Opacité et Opacité spécifique de la terre de Labarthe-Inard lévignée.

Poids de matière sèche par litre de trouble.	Opacité.	Opacité spécifique.
22	0,039	1,72
58	0,105	1,81
94	0,168	1,78
222	0,310	1,40

Terre de Marqufave. — Terre argilo-calcaire, terre-forte du Languedoc.*Analyse physico-chimique.*

Gros sable	{ Calcaire	0,100
	{ Siliceux	0,524
Sable fin	Siliceux	0,220
Débris organiques		0,028
Carbonate de calcium fixé à l'argile ou sous forme de sable fin		0,018
Argile		0,104
Humus		0,007

Opacité et Opacité spécifique de la terre de Marquefave lévignée.

Poids de la matière sèche en mmgr. par litre de trouble.	Opacité.	Opacité spécifique.
49	0,075	1,52
71	0,108	1,53
132	0,201	1,52
172	0,259	1,51
245	0,372	1,52
425	0,443	1,04

De ces différentes terres nous avons obtenu, par lévigation, des troubles dépourvus d'éléments siliceux.

Les résultats sont conformes aux prévisions théoriques; l'opacité spécifique est indépendante de la concentration pour des troubles contenant, pour fixer les idées, moins de 100 à 200 mmgr. de matière sèche par litre; l'opacité spécifique décroît ensuite lorsque la concentration augmente.

Pour les trois premiers troubles obtenus par lévigation de terres silico-argileuses, la valeur de l'opacité spécifique est sensiblement la même, soit 1,80 environ.

Le trouble, provenant d'une terre argilo-calcaire lévignée, possède une opacité spécifique plus faible, 1,50 environ.

La fixation du carbonate de calcium sur l'argile nous a semblé devoir être la cause de cette diminution. Aussi nous avons traité le résidu recueilli sur filtre par l'acide azotique dilué et dosé la chaux du filtrat.

Le trouble d'opacité 0,075 et contenant 49 mmgr. de matières en suspension par litre, renfermait 8,2 mmgr. de carbonate de calcium. Le poids d'argile en suspension se trouve réduit à 41 mmgr.

L'opacité spécifique correspondante prend la valeur 1,83 des troubles purement argileux.

La fixation du carbonate de calcium sur l'argile à l'état de complexe, d'opacité spécifique inférieure à celui de l'argile seul, nous a été confirmée par d'autres expériences.

Troubles des rivières.

Les troubles des rivières sont constitués principalement par des suspensions de sables siliceux ou calcaires, d'argiles plus ou moins imprégnées de carbonate de calcium. L'opacité spécifique des sables fins est de l'ordre de 0,4; des argiles non colorées de 1,80.

La diminution de l'opacité spécifique, lorsqu'on passe des argiles aux sables, est due à l'augmentation des dimensions moyennes des particules.

L'opacité spécifique d'un trouble de rivière est comprise entre celle des sables fins et celle des argiles non colorées.

Comme conséquence, plus l'opacité spécifique sera faible, plus la clarification par sédimentation sera facile.

Avant la mesure de l'opacité, une agitation énergique remet en suspension les matières qui ont pu sédimenter.

Troubles de la Garonne du Pont-du-Roy à Toulouse.

STATIONS	5 JUIN 1935		29 DÉCEMBRE 1935
	Opacité spécifique après agitation.	Opacité spécifique. Agitation et décantation après un repos de 5 minutes.	Opacité spécifique après agitation.
Pont-du-Roy	0,58	0,74	0,43
Labroquère	0,71	0,83	0,43
Valentine	0,63	0,83	0,43
Lestelle	0,70	0,85	0,44
Fouves	0,66	0,75	0,43
Cazères	0,67	0,75	0,41
Saint-Julien	0,70	0,75	0,47
Carbonne	0,57	0,72	0,54
Marquefave	0,59	0,70	0,59
Muret	0,58	0,71	0,52
Pinsaguel	0,56	0,70	0,50
Toulouse	0,58	0,60	0,46

Pour séparer les argiles du sable fin, nous avons ajouté aux prélèvements du 29 décembre 5 cm³ d'ammoniaque N/10 à un litre, agité pendant 15 minutes, puis décanté après 30 minutes de repos. Le trouble obtenu est beaucoup plus riche en argiles que le trouble primitif.

L'opacité spécifique pour les différentes stations prend, alors, des valeurs comprises entre 1,70 et 1,30. Pour des troubles ne renfermant que de l'argile, l'opacité spécifique atteint 1,80.