

avec Index

151848

navigat

DE

BORDEAUX A LA MER

ÉTUDE

PAR

M. HAUTREUX

Lieutenant de vaisseau.

BORDEAUX

FERET ET FILS, LIBRAIRES-ÉDITEURS

15, COURS DE L'INTENDANCE, 15

1886

DE

BORDEAUX A LA MER

ÉTUDE

DE

BORDEAUX A LA MER

ÉTUDE

M. H. L. L.

BORDEAUX A LA MER

ÉTUDE

BORDEAUX

LIBRAIRIE ÉDITEUR

13, RUE DE NANTES

Bordeaux. — Imp. G. Gounouilhou, rue Guirande, 44.

DE
BORDEAUX A LA MER

ÉTUDE

PAR

M. HAUTREUX

Lieutenant de vaisseau.

BORDEAUX
FERET ET FILS, LIBRAIRES-ÉDITEURS
15, COURS DE L'INTENDANCE, 15

1886

DE

BORDEAUX A LA MER

ÉTUDE

Le port de Bordeaux est relié à la mer par la Gironde; au moment où l'on cherche à faciliter l'accès du port aux navires de grande calaison, l'étude de l'état actuel du fleuve et de son régime peut avoir quelque intérêt. La comparaison avec les cartes anciennes, quelques recherches sur les densités de l'eau et les températures à l'embouchure, sur la nature des fonds des bancs et des passes, ainsi que les mémoires de M. Pairier, ingénieur des ponts et chaussées, et de M. Manen, ingénieur hydrographe de la marine, serviront pour ce travail ⁽¹⁾.

I

Le fleuve. Profondeurs, bancs et courants.

LE FLEUVE. — Bordeaux est à 120 kilomètres de la mer; la marée s'y fait sentir avec la même intensité qu'à l'embouchure,

(1) Les documents consultés sont :

1° *Examen critique des cartes de l'embouchure de la Gironde*, par A. Hautreux (compte-rendu du Congrès de géographie de Bordeaux, 1883, page 82), contenant l'analyse de 17 cartes de la Gironde.

2° Les cartes actuelles du fleuve (Dépôt des cartes de la marine).

3° *Température et densités de l'eau dans l'estuaire de la Gironde*, par A. Hautreux (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, tome V, 2^e série).

4° Sondage des pilotes et échantillons des fonds de la rivière, fournis par eux.

5° *Mémoires à l'appui de l'avant-projet pour l'amélioration des passes de la basse Garonne et de la partie supérieure de la Gironde*, par M. Pairier, ingénieur des ponts et chaussées (Bordeaux, 1851).

6° *Reconnaissance de l'embouchure de la Gironde en 1874*, par M. Manen, ingénieur hydrographe (Dépôt des cartes et plans de la marine, n° 598).

elle atteint la même hauteur à Bordeaux qu'à Cordouan : 3^m50 en marée de morte eau, 5^m30 en marée de vive eau. La marée moyenne atteint le même niveau à Bordeaux qu'à Cordouan, mais à des heures différentes. Le fleuve n'a donc aucune pente depuis le port jusqu'à la mer. L'estuaire est très large; c'est l'espace occupé par les bancs, entre la pointe de Grave, la pointe de la Coubre et la pointe de la Négade, qui offre un développement de 25 milles ou 46 kilomètres; l'embouchure proprement dite, de la pointe de Grave à la pointe de Suzac, a une largeur de 5,200 mètres; puis, en remontant, le fleuve s'élargit.

Vers Mortagne, ses rives sont éloignées de 11,000 mètres;

A La Maréchale, il a encore une largeur de 5,200 mètres;

A Pauillac, 4,600 mètres;

A Blaye, 3,000 mètres.

En remontant, on quitte le fleuve pour entrer dans les rivières Dordogne et Garonne qui le constituent et on trouve en Garonne :

A Macau, 1,000 mètres;

A Lagrange, 600 mètres;

A Bassens, 500 mètres;

A Lormont, 400 mètres;

A Bordeaux, en face des Quinconces, 375 mètres.

La rade de Bordeaux, en face de la Bourse, s'élargit un peu et, au pont de Bordeaux, qui est la limite de la navigation hauturière, les rives sont encore éloignées de 440 mètres.

Depuis Bordeaux jusqu'à la mer, la rive gauche du fleuve est plate et composée de terrains d'alluvions; sur la rive droite il existe quelques falaises rocheuses, de 60 à 70 mètres d'altitude en Garonne, vers Lormont; de 50 à 60 mètres de hauteur en Gironde vers La Roque et Blaye, et de 40 à 50 mètres seulement sur la rive de Saintonge, entre Talmont et Terre-Nègre.

Le cours du fleuve est parsemé d'îles et de bancs. Les îles forment un groupe allongé placé au confluent des deux rivières Dordogne et Garonne, depuis le Bec-d'Ambès jusqu'à Pauillac, sur une longueur de 20 kilomètres. Les bancs, dont une partie

seulement découvre à marée basse, sont tantôt attenant à l'une des rives, et tantôt au milieu du fleuve; à l'embouchure, ils occupent une surface de plusieurs kilomètres carrés et s'appuient, en partie, sur les rochers de la côte et sur ceux du massif de Cordouan.

RELATIONS AVEC LA MER. — Les relations du port de Bordeaux avec la mer s'établissant par la navigation, pour qu'elles soient fructueuses il faut que le navire puisse pénétrer le plus à l'intérieur qu'il sera possible, sans rompre charge; depuis bien des siècles les navires de 5 mètres de calaison ont pu se rendre jusqu'à Bordeaux et en repartir sans difficulté; c'est depuis une quarantaine d'années, depuis l'introduction de la machine à vapeur sur les bâtiments de commerce, que les difficultés d'accès ont préoccupé les esprits, parce que la tendance forcée des constructeurs a été d'augmenter la calaison et la longueur du bâtiment pour obtenir l'économie dans le transport. Le creusement des canaux de Suez et de Panama indique que les dimensions du vapeur de commerce ne doivent pas dépasser d'ici longtemps 125 mètres de longueur et 7^m50 de calaison. C'est sur ces données actuelles qu'il convient d'établir les moyens d'accès du port de Bordeaux.

PROFONDEUR DU FLEUVE. — Sur les 120 kilomètres qui séparent le port de la mer, il y en a 52 où les profondeurs et les largeurs du fleuve satisfont à tous les *desiderata*; c'est depuis l'embouchure jusqu'à la rade de Richard; on y rencontre partout au moins 8 mètres de fond. Mais à partir de la ligne qui joint By et Mortagne, les profondeurs ne sont plus suffisantes à toute heure de marée pour les navires de 7^m50 de calaison. C'est à partir de cette ligne que le chenal de grande navigation se maintient près de la rive du Médoc, et il y a jusqu'à Bordeaux 68 kilomètres où les difficultés vont en s'accumulant.

De Valeyrac à Mapon il y a 16 kilomètres où les navires de grande calaison ne peuvent mouiller, le fleuve n'offrant, en beaucoup de points, que des profondeurs de 4^m50.

De Mapon à Trompeloup les profondeurs augmentent, elles deviennent suffisantes et atteignent 10 et 11 mètres. A partir

de ce dernier point jusqu'à Bordeaux, il y a une distance de 50 kilomètres où l'on ne trouve plus qu'un seul mouillage pour grand navire; celui de l'île de Nord, en face de La Roque, près du confluent de la Dordogne et de la Garonne, à 30 kilomètres du port. Entre ces deux mouillages, on rencontre le haut fond de Beychevelle, où il n'y a que 3 mètres de profondeur.

A partir de l'île Verte jusqu'à Bordeaux, on entre en Garonne, le fleuve se rétrécit, les profondeurs diminuent, et l'on compte cinq passes où, à marée basse, il ne reste que 2 à 3 mètres d'eau, et entre lesquelles se trouvent des fosses profondes d'environ 5 à 6 mètres, à fonds de vases, il est vrai, mais où un navire de 125 mètres de long ne trouverait pas toujours l'espace nécessaire pour faire son évitage au changement de la marée.

Les navires ne peuvent franchir ces passes qu'avec l'aide de la marée : comme la marée de morte eau monte de 3^m50, sur les passes de 2 mètres, les navires de 5^m50 peuvent seuls passer à toute marée, et les navires plus grands doivent attendre les marées de vive eau, qui montent de 5 mètres et permettent, à la montée, le passage aux bâtiments de 7 mètres qui suivent l'onde de pleine mer ; mais, à la descente, ceux de 6 mètres seulement peuvent franchir ces passes, et encore faut-il prendre des mesures fort onéreuses pour assurer la manœuvre.

Il manque de 2 à 3 mètres de profondeur sur tous ces seuils pour permettre, à toute marée, le passage aux navires de la calaison adoptée pour les canaux de Suez et de Panama, et environ 1 mètre dans les mouillages pour que, dans les basses mers d'étiage, ces navires ne soient pas échoués d'une façon gênante.

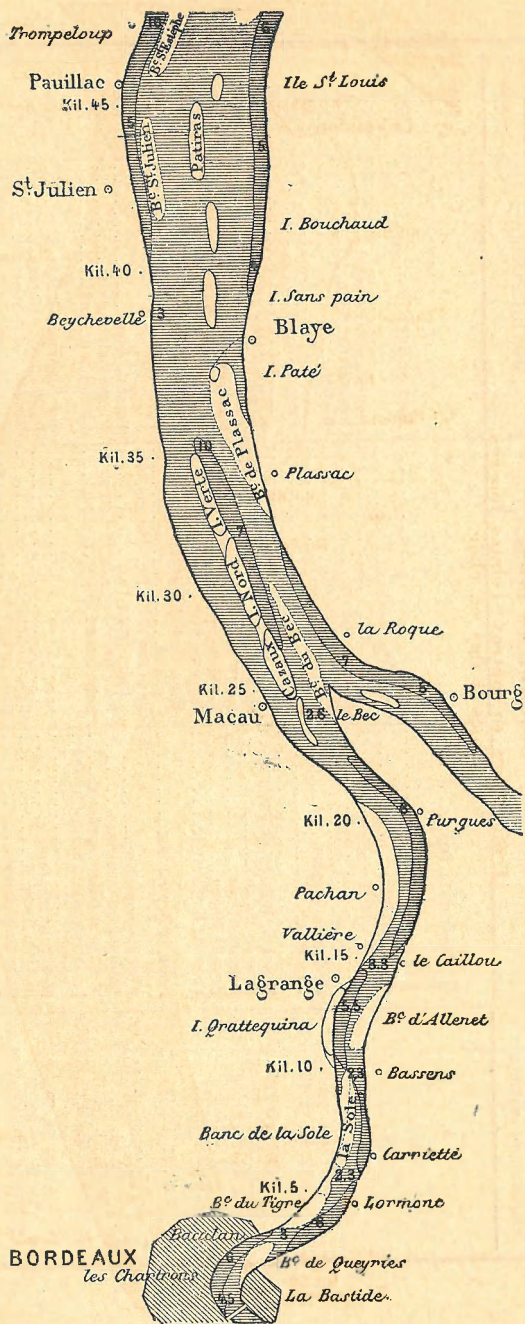
C'est donc dans cette partie qu'il est absolument indispensable de faire des travaux pour améliorer le fleuve et donner à l'accès du port de Bordeaux les mêmes facilités qu'avant l'application de la vapeur aux navires de commerce et l'augmentation de leurs dimensions.

BANCS ET PASSES. — Les bancs, dont le cours du fleuve est parsemé, ne sont pas immuables; sous l'influence de causes encore peu connues, ils s'élargissent, s'exhaussent, se dépla-

DISPOSITIONS DES BANCOS, PASSES ET MOUILLAGES

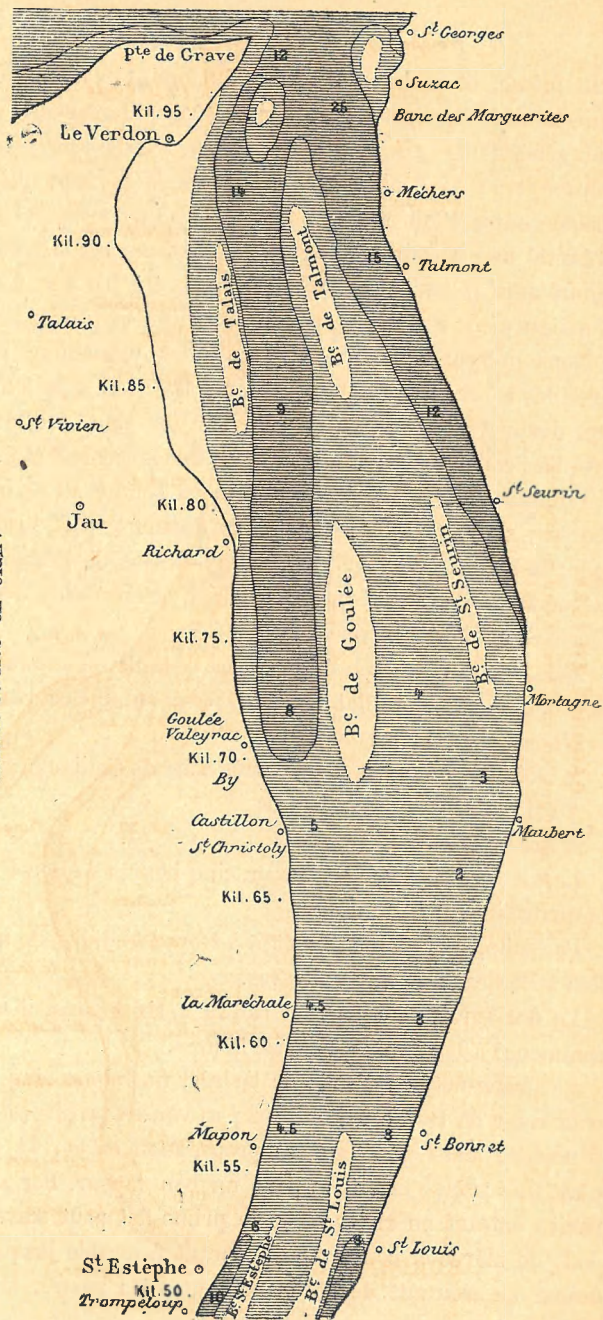
DISTANCES KILOMÉTRIQUES DU PONT DE BORDEAUX	RIVE GAUCHE	MILIEU DU FLEUVE	RIVE DROITE	PROFONDEURS en chenal.
1,	Rade de la Bourse			Mètres 4
2, 3,	— des Chartrons			6,5
4,	Banc du Tigre	Passé de Bacalan	Banc de Queyries	3
5,	Banc du Tigre	Banc de la Sole	Mouillage de Lormont	6
6,	Banc du Tigre	Banc de la Sole	Passé de Carriette	9,30
7, 8, 9,	Banc du Tigre	Passé de Bassens	Bassens	4
10,	Banc du Tigre	Passé de Bassens	Banc d'Allenet	2,30
11, 12, 13, 14, 15,	Banc du Tigre	Passé du Gaillou	Banc d'Allenet	3,30
16,	Banc du Tigre	Passé du Gaillou	Banc d'Allenet	3,30
17, 18, 19, 20, 21,	Banc du Tigre	Passé de Valière, de Pachan	Mouillage de Purgues	6
22, 23, 24, 25, 26, 27,	Banc du Tigre	Bras de Macau	Passé du Bec-d'Ambes	2,00
28, 29, 30, 31, 32,	Banc du Tigre	Bras de Macau	Passé du Bec, La Roque	7
33, 34, 35,	Banc du Tigre	Bras de Macau	Bancs de Plascac	10
36, 37, 38, 39,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Blaye	3 et 4
40, 41, 42, 43,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Passé de Blaye	3 et 4
44, 45, 46, 47, 48, 49,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Passé de Blaye	5,50
50, 51, 52,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Chenal Saint-Louis	10
53, 54, 55, 56, 57,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Chenal Saint-Louis	7
58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Saint-Bonnet à Maubert	4,50
67, 68, 69, 70,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Ras-fonds de Maubert	5
71, 72, 73, 74, 75,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Banc de Saint-Seurin	7
76, 77, 78, 79, 80, 81, 82,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Banc de Saint-Seurin, chenal de Saintonge	8
83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Chenal de Talmont	10
91, 92, 93, 94, 95, 96,	Banc du Tigre	Passé de Beychevelle	Banc de Saint-Georges	14
EMBOUCHURE				
	Platin de Grave			45
	Bochers de St-Nicolas-les-Olives	Passé du Sud		3,50
	Plateau de Cordouan	Passé du Matfelier		6
	Monrevel, la Quivre	Passé du Nord	La Barre à l'Anglais	10
	La Mauvaise, les Mattes		La Coubré	

GARONNE EN 1884.
 Profondeurs en mètres : teintes foncées
 Bancs et îles en clair.



GIRONDE EN 1884.

Profondeurs en mètres : teintes foncées,
Bancs et îles en clair.



cent même, et modifient le relief du fond. Ces modifications, qui gênent les navigateurs, n'arrivent pas à changer la disposition générale des passes et des mouillages, et l'on peut prendre comme type de l'état actuel du fleuve la période qui s'est écoulée entre 1880 et 1884, pendant laquelle les passes ont présenté une certaine fixité, et qui termine un intervalle de quinze années, pendant lesquelles il n'a été fait aucun travail d'endiguement qui ait pu altérer le régime naturel du fleuve.

Nous présentons ci-dessus, page 7, les dispositions respectives des bancs, passes et mouillages, avec leurs profondeurs, aux distances kilométriques, à partir du pont de Bordeaux jusqu'à l'embouchure. (Voir aussi les cartes pages 8 et 9.)

COURANTS DE MARÉE. — Le fleuve est soumis au régime des marées; sa pente est presque nulle depuis le port jusqu'à la mer; la hauteur de la pleine mer au-dessus de l'étiage y est la même à Bordeaux qu'à Cordouan, c'est-à-dire 3^m50 en morte eau et 5^m30 en vive eau.

Mais l'onde de marée éprouve des retards en remontant le fleuve, et la durée du flot devient de plus en plus courte.

L'heure de la pleine mer a lieu :

A La Maréchale, une heure après celle de Cordouan;	
Au Bec-d'Ambès, deux heures	<i>id.</i>
A Bordeaux, trois heures	<i>id.</i>

Le flot dure six heures à Royan, cinq heures au Bec-d'Ambès et quatre heures à Bordeaux.

Par suite, si la pleine mer était à Royan à midi, elle n'aurait lieu à Bordeaux qu'à trois heures.

Le flot aurait commencé à Royan à six heures, il n'aurait commencé à Bordeaux qu'à onze heures.

Le prime-flot, ou l'onde de marée, met donc cinq heures pour venir de Royan à Bordeaux; sa vitesse propre est de 2 à 3 nœuds; mais sa vitesse de propagation est de 11 nœuds. C'est une vitesse ordinaire pour un bon vapeur. Par suite, le navire entrant en rivière avec le prime-flot peut suivre cette onde de marée et conserver le courant favorable jusqu'à Bordeaux, en trouvant de l'eau sur toutes les passes. Cet état,

favorable à la montée, durerait trois heures, car à trois heures le courant de jusant se déclarerait à Bordeaux.

Pendant ces trois heures de flot à Bordeaux, l'onde de marée se transmet en vertu de la force vive de la première impulsion et non en vertu d'une différence de niveau.

Il n'en est pas de même avec le jusant; appliquons les données précédentes :

Le jusant commencerait à Royan à midi, il commencerait à Bordeaux à trois heures. A ce moment on est à Royan à mi-jusant; par suite, en marée de syzygie, hauteur de marée de 5^m20, le niveau de l'eau est inférieur à celui de Bordeaux : à Royan de 3 mètres; à La Maréchale, de 2 mètres; au Bec-d'Ambès, de 1 mètre.

Le jusant ayant commencé à Bordeaux à trois heures, dure jusqu'à onze heures. Comme le flot recommencera à Royan vers six heures, il s'ensuit que, depuis trois heures jusqu'à six heures, le jusant règnera dans toute l'étendue du fleuve et que, pendant ces trois heures, le fleuve s'écoule à la mer par dénivellation et suivant une pente de surface qui est de 0^m03 par kilomètre.

Le navire voulant à la descente franchir le Bec-d'Ambès au moment de la pleine mer est obligé de partir de Bordeaux une heure avant ce moment, et comme la pleine mer de Bordeaux a lieu une heure après celle du Bec-d'Ambès, il faudra partir de Bordeaux deux heures avant la pleine mer du port, c'est-à-dire à mi-marée de flot; par conséquent avec la moitié de la hauteur de marée sur la barre de Bacalan.

On voit de suite l'importance considérable qu'il y aurait à approfondir cette passe le plus possible.

On comprend aussi la différence d'action des deux courants de marée : le flot, n'agissant que par sa force vive, peut être annihilé par le moindre obstacle; le jusant, au contraire, agissant par dénivellation, acquiert une force accélératrice, dont les effets peuvent s'accumuler indéfiniment.

Les jours de pleine et de nouvelle lune, l'heure des pleines mers est :

A Royan, vers 3 h. 45;

A Bordeaux, 6 h. 40.

Les jours des quartiers de lune, ces heures sont :

A Royan, vers 9 heures;

A Bordeaux, vers midi.

Lors des inondations, le flot se fait sentir par le ralentissement du courant descendant et la surélévation du niveau de la pleine mer; ce niveau dépasse quelquefois celui des quais de quelques centimètres et les envahit.

Les limites d'ascension du flot sont ⁽¹⁾ :

En vive eau : Castets, à 143 kilomètres de Grave.

En morte eau : Langon, à 136 kilomètres de Grave.

VITESSE DES COURANTS. — Les observations de vitesse des courants qui ont été faites en Garonne par *M. Pairier*, ingénieur des ponts et chaussées, à l'embouchure par *M. Manen*, ingénieur hydrographe de la marine, montrent qu'en vive eau les courants de flot et de jusant ont à peu près la même vitesse qui est :

En Garonne, de 1 mètre à 1^m50 à la seconde, soit 2 à 3 nœuds;

A l'embouchure, de 1^m50 à 2 mètres à la seconde, soit 3 à 4 nœuds.

Ils vont donc en augmentant de vitesse en se rapprochant de la mer.

DÉBIT DU FLEUVE. — Les observations faites au-dessus de Langon, où le fleuve a environ 150 mètres de largeur sur une profondeur d'à peine 1 mètre, et où la marée ne se fait plus sentir en morte eau, montrent qu'à l'étiage, pendant l'été, la Garonne débite environ 115 mètres cubes à la seconde; et pendant l'hiver environ six fois plus, soit 700 mètres cubes. Lorsque les crues s'élèvent à 7 mètres au-dessus de l'étiage, le débit de la Garonne s'élève à 4,000 mètres cubes à la seconde.

A l'embouchure, entre la pointe de Grave et la pointe de

(1) *Mémoire à l'appui de l'avant-projet pour l'amélioration des passes de la basse Garonne et de la partie supérieure de la Gironde*, par *M. Pairier*, ingénieur des ponts et chaussées, pages 11, 26, 28.

Suzac, où la largeur du fleuve atteint 5,200 mètres, et sa profondeur moyenne 20 mètres, la surface de section est de 100,000 mètres carrés, ce qui donne, en jasant, avec des vitesses de 1^m50 à 2 mètres par seconde, un débit de 150,000 à 200,000 mètres cubes.

Le débit de la Garonne n'est donc par rapport au volume des eaux mis en mouvement par la marée, que $\frac{1}{1300}$ pendant l'été, à l'étiage;

De $\frac{1}{200}$ pendant l'hiver;

De $\frac{1}{40}$ dans les grandes crues à inondations.

Ces chiffres montrent bien clairement qu'il ne faut pas subordonner le régime de l'estuaire à celui du fleuve, et que tout doit tendre à faciliter l'accès de ces volumes considérables de la marée.

II

Vases et bancs de sable.

REVUE HISTORIQUE

VASES EN SUSPENSION. — La Gironde est très limoneuse, elle tient en suspension des vases en quantité considérable, et aussitôt que, dans un point de son cours, les circonstances favorisent les dépôts, le colmatage se fait très rapidement, au moins dans les cuvettes et sur les surfaces horizontales; de faibles inclinaisons du terrain suffisent souvent pour empêcher ces dépôts.

On estime que les deux rivières Garonne et Dordogne, qui forment la Gironde, apportent un débit moyen d'hiver et d'été de 500 mètres cubes à la seconde, et que la vase en suspension est de $\frac{16}{100,000}$ de ce volume (1). Cela donne au bout de l'année un chiffre considérable d'apport vaseux que l'on estime être de cinq millions de mètres cubes, et, devant ce chiffre énorme, on n'admet plus la possibilité de l'enlever économiquement.

(1) *Mémoire pour l'amélioration des passes de la basse Garonne et de la partie supérieure de la Gironde*, par M. Pairier, ingénieur des ponts et chaussées, p. 34.

1000 grammes par hectolitre

Mais le fleuve à son embouchure a un débit, au jasant, d'au moins 160,000 mètres cubes à la seconde; c'est 320 fois plus que le débit des deux rivières réunies; ces eaux sont troubles aussi, et la quantité de vase qu'elles contiennent est fort appréciable, car, recueillie dans un verre, elle dépose rapidement et l'on trouverait certainement plusieurs grammes par hectolitre.

Si le fleuve apporte d'en amont 16 grammes de vase par hectolitre, puisque le débit à l'embouchure est 320 fois plus considérable que celui des rivières, il suffit que l'eau qui est entraînée au large de la pointe de Grave soit chargée de $\frac{1}{20}$ de gramme par hectolitre pour que l'équilibre entre l'apport et la sortie existe. Mais tout ceci, quelque rationnel que ce soit, rentre dans le domaine des hypothèses et des moyennes qui ne sont pas toujours d'accord avec les faits.

Ainsi, le 23 février 1886, deux jours avant la quadrature, après la période d'inondation qui avait eu lieu dans la première quinzaine du mois et où le niveau du fleuve avait atteint 8^m50 au-dessus de l'étiage à La Réole, il a été recueilli de l'eau une heure avant la marée basse :

1° Entre les bancs, au milieu du fleuve, pendant le trajet de Castillon à Maubert;

2° Près de Mortagne dans le chenal de navigation de la côte de Saintonge.

Les résidus vaseux recueillis donnent une proportionnalité très différente dans les deux cas.

Vases en suspension dans la Gironde le 23 février 1886 :

Entre les bancs de Castillon à Maubert. . . par hectolitre. . .	5 grammes.
Chenal de Saintonge près Mortagne —	65 —
Moyenne du fleuve. par hectolitre.	35 grammes.

Ainsi entre les bancs l'eau contient 5 grammes de vase par hectolitre.

Dans la passe de navigation elle en contient 65 grammes, soit douze fois plus.

La moyenne de composition serait d'environ 35 grammes de

vase par hectolitre pour toute la masse du fleuve, au moment où il va sortir de l'embouchure et tomber dans l'estuaire marin proprement dit.

Nous avons vu que la Gironde reçoit de ses affluents en moyenne 500 mètres cubes à la seconde et que cette eau contient $\frac{16}{100,000}$ de vase, soit 8 grammes par hectolitre.

On voit que, le jour où les eaux de la Gironde ont été examinées, elles transportaient à la mer quatre fois plus de vase que le fleuve n'en charrie habituellement.

Au fond des choses réelles, on sait que, dans la Garonne, de Bordeaux au Bec-d'Ambès, depuis plus de cent cinquante ans, la rivière s'est maintenue dans les mêmes conditions de passes et de profondeur; que les modifications éprouvées par les rives ont été produites par les travaux artificiels qui y ont été exécutés; que, par conséquent, sauf les oscillations dans les passes qui se maintiennent dans des limites restreintes, les vases en suspension ne se déposent pas dans le chenal de navigation; elles y sont animées de mouvements alternatifs de montée et de descente.

Il y a longtemps que l'on a remarqué que les eaux de la Gironde sont d'autant plus troubles que les rivières sont plus près de l'étiage; ces eaux sont bien plus chargées, bien plus lourdes pendant l'été que pendant l'hiver; c'est alors cependant que les rivières sont claires au-dessus du point limite de la marée.

C'est donc pendant l'été que le fleuve entraîne à la mer la plus grande quantité de vase et que les rivières lui en apportent le moins. Cette seule considération montre combien il est nécessaire de faciliter la montée du flot et de n'apporter aucun obstacle à son introduction.

Le flot se développe au-dessus du niveau du fleuve à l'étiage, il entraîne avec lui toute la masse des eaux, il recouvre les bancs, il élargit ses rives; au jusant, au contraire, le lit du fleuve se rétrécit, la plupart des bancs se découvrent, les rives se rapprochent, les courbes du lit s'accroissent, le fleuve forme alors le véritable chenal de navigation.

SURFACE DES SECTIONS DU FLEUVE EN JUSANT, EN FLOT. —
 Les surfaces des sections du fleuve à la fin du jusant et à la
 fin du flot sont fort différentes. En voici le tableau :

SURFACE DES SECTIONS DU FLEUVE

à marée basse et à marée haute.

DISTANCES kilométriques de Bordeaux.		MARÉE BASSE	MARÉE HAUTE	RAPPORT
		Mètres carrés.	Mètres carrés.	
100	Pointe-de-Grave à Suzac	82,600	108,800	$\frac{1}{4.3}$
88	Saint-Vivien, Talmont	47,600	93,900	$\frac{1}{2}$
75	Goulée, Mortagne	35,300	88,000	$\frac{1}{2.5}$
63	Castillon, Grangeneuve	24,600	57,000	$\frac{1}{2.3}$
60	La Maréchale, Saint-Bonnet	22,000	47,000	$\frac{1}{2.1}$
50	Trompeloup, Saint-Louis	13,000	35,000	$\frac{1}{2.7}$
47	Pauillac, Patiras, Saint-Louis	13,600	32,300	$\frac{1}{2.5}$
42	Saint-Julien, Bouchaud	8,200	22,200	$\frac{1}{2.7}$
34	Ile Verte, Plassac	3,900	15,400	$\frac{1}{3.6}$
23	Cazaux, Barbe, Squire	1,500	4,600	$\frac{1}{3}$
19	Kil. 9, Le Marquis	2,200	6,700	$\frac{1}{3}$
16	Vallière, Le Caillou	1,900	5,700*	$\frac{1}{3}$
9	Graftequina, Bassens	1,250	4,450	$\frac{1}{3.5}$
7	Kil. 7, Bassens	1,400	4,300	$\frac{1}{3.2}$
5	Kil. 5, Lormont	1,350	4,000	$\frac{1}{3}$
3,5	Bacalan, Sursol	1,350	3,850	$\frac{1}{2.8}$
2	Kil. 2, Chartrons, magasins généraux	1,200	3,850	$\frac{1}{3.2}$

La proportionnalité entre les sections du fleuve à marée basse et celles de marée haute est intéressante à connaître; on voit que ce rapport diminue à mesure qu'on s'éloigne davan-

tage de la mer, c'est-à-dire que l'influence de la section de marée prend de plus en plus d'importance par rapport à celle de l'étiage.

On voit aussi que si la progression de ces rapports est altérée, comme par exemple à Castillon et à la Maréchale dans la Gironde, ou entre Saint-Julien et Pauillac, les profondeurs diminuent; qu'enfin, dans la Garonne, la section de marée haute étant le triple de celle de l'étiage, tout rétrécissement des rives du fleuve à marée haute se traduit nécessairement par un rétrécissement proportionnel de la section du fleuve à marée basse; et aux endroits des rives concaves où se trouvent des mouillages, par une diminution équivalente de la largeur de ce mouillage (1).

Cette considération seule devrait faire rejeter toute digue à construire par le travers d'un mouillage, lorsque s'appuyant à la rive elle tendrait à diminuer la largeur du fleuve à la pleine mer.

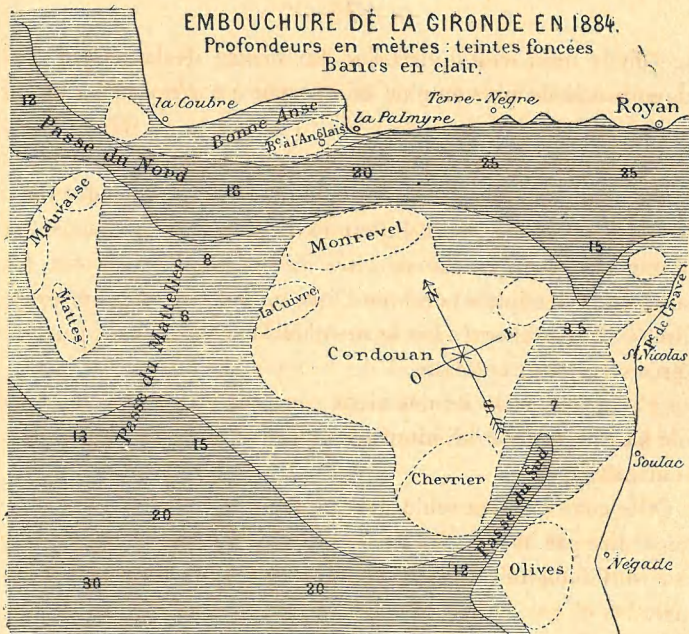
Ce tableau fait aussi ressortir la fonction que remplissent les bancs, et leur nécessité pour l'entretien et la conservation des profondeurs du chenal de navigation; les bancs, en effet, surtout ceux qui découvrent à marée basse et dépassent un peu le niveau d'étiage, forment de véritables rives secondaires pour le chenal de navigation, le rétrécissent à l'étiage, augmentent la vitesse des courants, et ne gênant pas l'expansion du flot amènent la section d'étiage au rapport nécessaire avec la section de pleine mer.

Pour mieux comprendre cette action si utile des bancs du fleuve, il est bon d'étudier les modifications qui se sont produites dans ces bancs, depuis les temps anciens, et dans les parties du fleuve où le travail de l'homme n'a pu troubler celui de la nature.

(1) C'est bien, en effet, le résultat qui s'est produit dans tous les mouillages de la Garonne maritime, depuis le port de Bordeaux jusqu'à la rade de Pauillac, comme conséquence des différents travaux d'endigements ou de rectification de rives qui ont été entrepris durant ces trente dernières années. La rade de Pauillac, le mouillage de Purgues, celui de Lagrange et de Lormont, la rade des Chartrons, ont perdu de leur largeur et malheureusement sans retour.

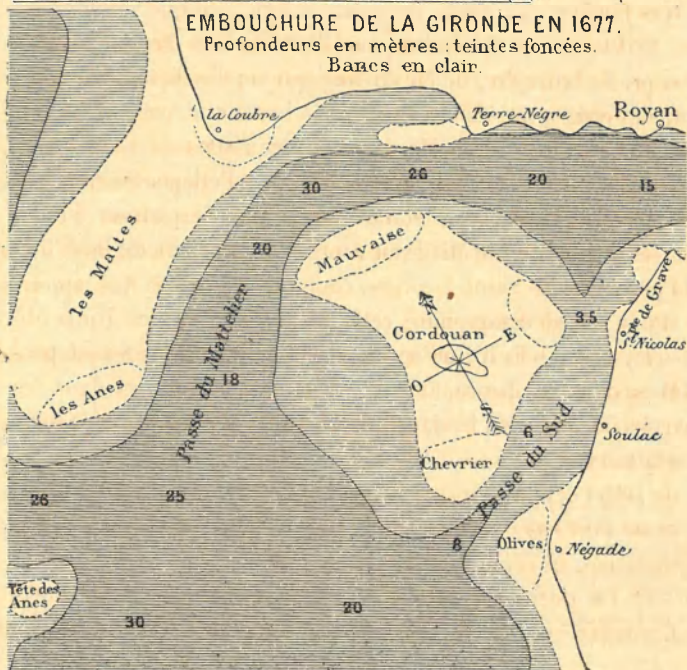
EMBOUCHURE DE LA GIRONDE EN 1884.

Profondeurs en mètres : teintes foncées
Bancs en clair.



EMBOUCHURE DE LA GIRONDE EN 1677.

Profondeurs en mètres : teintes foncées
Bancs en clair.



REVUE HISTORIQUE; BANCs DE SABLE; EMBOUCHURE. — L'embouchure apparente de la Gironde est déterminée par la ligne qui joint la pointe de Grave à la pointe de Suzac; mais l'embouchure effective s'étend bien plus loin, car au delà de cette ligne, les rives s'écartent continuellement l'une de l'autre et forment un angle obtus jusqu'à la pointe de la Coubre, et dans cet espace, ouvert au choc de l'Océan, se trouvent des rochers et des bancs nombreux, qui ne découvrent pas à marée basse et constituent une seconde embouchure, une première protection pour le fleuve.

Cet estuaire est actuellement constitué par quatre groupes de bas-fonds, dont les intervalles forment les trois passes de la navigation.

Ces quatre groupes de bancs sont :

1^o Côte du Médoc : les bancs de Saint-Nicolas et des Olives; ils sont composés de gros sables, appuyés sur la roche à Saint-Nicolas et aux Olives, sur des argiles attaquables par la mer vers Soulac;

2^o Plateau de Cordouan : les bancs du Gros-Terrier, de Chevrier, de la Cuivre, de Montrevel, qui sont composés de sables fins, appuyés sur des roches;

3^o Les bancs de la Mauvaise et les mattes du Grand-Banc, composés de sables fins, qui subissent des déplacements assez considérables et ne présentent pas de têtes de roches.

4^o Les mattes du nord-ouest et les bancs de la Coubre, de la Palmyre et de Saint-Georges, composés de sables fins, appuyés sur la côte de Saintonge.

PASSES. — Entre ces groupes de bancs existent les passes de la navigation, qui sont :

1^o *La passe du Sud*, entre les bancs du Médoc et ceux du plateau de Cordouan. Elle présente un minimum de profondeur de 3^m50 à marée basse; elle est assise sur des fonds de roches et ne s'est pas modifiée depuis plus de deux cents ans ni comme direction, ni comme profondeur générale;

2^o *La passe du Mattelier*, entre les bancs du plateau de Cordouan et ceux du massif de la Mauvaise. Cette passe était

jadis la principale, la plus utile pour la navigation ; elle présentait alors des profondeurs de 20 mètres, était orientée du sud-ouest au nord-est et était garantie de la mer du large par une suite de bancs, aujourd'hui détruits en partie ; ces bancs, qui existaient encore au siècle dernier, étaient connus sous le nom de bancs des Anes et présentaient une muraille de vingt kilomètres de longueur, partant de la pointe de la Coubre dans la direction du sud-sud-ouest ; la tête des Anes se trouvait sur le parallèle même de Cordouan : il n'y restait que 3 mètres d'eau ; aujourd'hui, en ce même point, on trouve 20 mètres de profondeur. Cette chaîne de bancs abritait, comme une immense digue, le plateau de Cordouan, qui lui-même garantissait davantage la côte du Médoc des érosions de la mer. (Voir les croquis.) (1)

Cette digue sablonneuse, qui ne reposait pas sur des roches, semble avoir été détruite il y a cent ans seulement ; elle est venue obstruer la passe du Mattelier, où l'on ne trouve plus que des profondeurs de 6 à 7 mètres ; on constatait en même temps qu'une partie des sables qui étaient au nord du plateau de Cordouan se déplaçait vers le nord-ouest, et on leur donnait le nom de la *Mauvaise* ; il semble que tous ces sables désorganisés formaient, à l'ouest de Cordouan, un vaste mouvement tourbillonnaire de dix kilomètres de diamètre, mouvement qui se continue encore de nos jours aux environs de la Mauvaise dans un espace moins étendu.

3° *La passe du Nord*, entre les bancs de la Mauvaise et les bancs de la Coubre. Elle présente des profondeurs d'environ 10 mètres, est orientée du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire à angle droit avec l'ancienne passe du Mattelier ; elle est de formation récente et date de l'époque où la passe du Mattelier a été obstruée. Les sables qui la forment ne présentent pas de fixité, et leur déplacement est assez rapide pour qu'une durée de dix années rende dangereux les alignements de phares et

(1) *Examen critique des cartes de l'embouchure de la Gironde*, par M. Hautreux. (Congrès national des Sociétés françaises de géographie, 5^e session. Bordeaux, septembre 1882, pages 82, 83 et suivantes.)

de bouées installés pour le service de la navigation ; ce déplacement est d'environ 60 mètres par an.

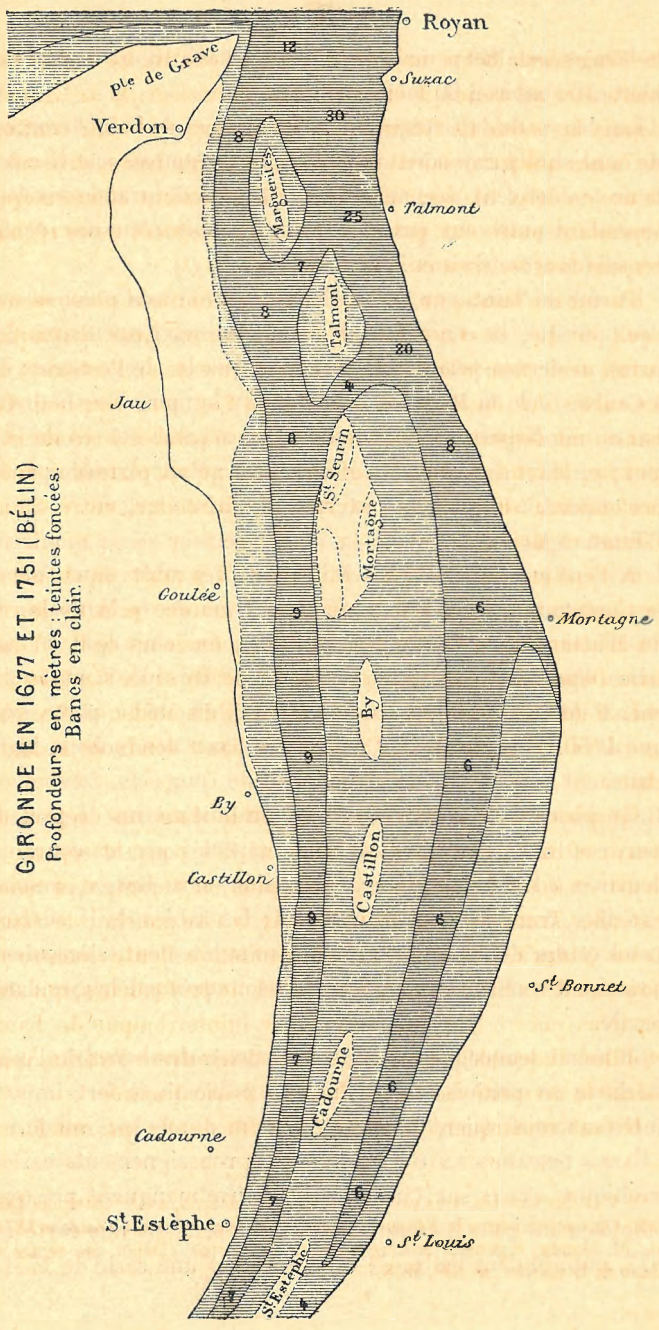
Les bancs de la Coubre, de la Palmyre et de Saint-Georges, qui sont sur la rive nord du chenal, sont appuyés sur la côte ; ils ne se déplacent pas, mais ils ont acquis de grands développements depuis cent ans et paraissent avoir reçu une partie des sables arrachés aux bancs des Anes.

La côte de Saintonge a reçu des apports de sables considérables, puisque la comparaison des cartes anciennes avec les cartes modernes permet de constater que le rivage ancien de la Coubre et de la Palmyre a gagné sur la mer, dans la direction du nord-ouest, une bande de 1,000 à 1,200 mètres de largeur ; pendant ce temps, la côte de Soulac était corrodée par la mer et perdait une bande de terrain de même largeur.

Tandis que les cartes de la fin du dernier siècle montrent clairement le mouvement tourbillonnaire des sables dans l'ouest de Cordouan par le déplacement du banc de la Mauvaise et l'obstruction de la passe du Mattelier, on n'aperçoit aucun indice d'un mouvement semblable au travers de la passe du Sud. Peut-être peut-on expliquer ce phénomène parce que les sables de Soulac ne sont pas appuyés sur des rochers, mais seulement recouvrent des bancs d'argile compacts, facilement attaquables par la mer. Jusqu'à six ou huit mètres de profondeur, ces bancs se délitent et sont emportés par les courants de marée à l'état de vase en suspension, sans laisser, comme les sables, trace de leur mouvement ; les sables de la surface du sol et des dunes manquant d'appui subitement, s'écroulent et viennent combler en partie les trous creusés par la mer dans l'argile.

En même temps que ces bouleversements des bancs de l'embouchure se produisaient, d'autres modifications fort importantes se manifestaient dans l'intérieur même de la Gironde.

BANCS DISPARUS EN GIRONDE. — Les renseignements cartographiques exacts sur l'intérieur du fleuve manquent presque complètement pour les temps anciens ; cependant une carte de 1677, publiée dans l'atlas de M. Manen, et une carte de 1751,



GIRONDE EN 1677 ET 1751 (BÉLIN)
 Profondeurs en mètres : teintes foncées.
 Bânes en clair.

de l'ingénieur Bélin, montrent, l'une et l'autre, qu'à cette dernière date au moins il existait dans l'intérieur de la Gironde, depuis la pointe de Grave jusqu'à Pauillac, une suite continue de bancs qui paraissaient découverts à marée basse, divisant le fleuve en deux lits bien distincts, qui pouvaient communiquer cependant entre eux par des intervalles espacés assez régulièrement tous les trois ou quatre kilomètres (1).

Parmi ces bancs, un certain nombre n'existent plus; ce sont ceux de By, de Castillon et de Cadourne. Leur disparition paraît avoir concordé avec les bouleversements de l'estuaire, car les cartes des époques suivantes n'en font plus mention. Ces bancs ont disparu et paraissent s'être répandus à droite et à gauche, le fond du fleuve n'offrant plus qu'un plateau à faible profondeur, surtout vers la rive de Saintonge, entre Saint-Bonnet et Mortagne.

A l'époque où ces bancs existaient, il y avait un chenal de navigation près de la rive de Saintonge comme près de la rive du Médoc; l'un et l'autre avaient des profondeurs de 6 à 7 mètres. Depuis la disparition des bancs de By et de Castillon, le chenal de Saintonge est comblé et celui du Médoc n'offre plus que 4^m50 de profondeur. Ce sont les hauts fonds de la Maréchale.

Ce plateau de la Maréchale est situé dans une région du fleuve où n'existent plus ni bancs ni îles pouvant séparer le fleuve en deux lits distincts; mais plus en amont, vers Saint-Estèphe, Trompeloup et Pauillac, sur la rive gauche; de Saint-Louis jusqu'à Blaye sur la rive droite, le fleuve montre de nouveau deux lits distincts, deux lignes de profondeurs, qui sont séparées encore par une succession ininterrompue de bancs et d'îles. Il semble donc que ces faits démontrent l'utilité, voire même la nécessité des bancs dans un fleuve à marée.

Il faut remarquer, en outre, que les dépôts qui ont formé

(1) Ces deux cartes, très précises dans leurs détails, sont contenues dans l'atlas qui accompagne la *Reconnaissance de l'embouchure de la Gironde en 1874*, par M. Manen, ingénieur hydrographe de la marine. (Dépôt des cartes et plans de la marine, n° 598, 1878.)

le plateau de la Maréchale se sont portés surtout vers la rive de Saintonge, y ont formé des atterrissements considérables vers Saint-Bonnet, et ont respecté la côte du Médoc, dont les rives sont restées les mêmes depuis Pauillac jusqu'à Richard.

En résumant ces premières données sur le fleuve on peut dire que :

Les profondeurs actuelles du fleuve ne sont pas suffisantes pour que les navires de 7^m50 de calaison puissent remonter jusqu'à Bordeaux par toute marée ; il est donc nécessaire d'approfondir le fleuve dans ses passes et dans ses mouillages en Garonne.

Le rapport qui existe entre les surfaces de section du fleuve à marée haute et à marée basse montre que tout rétrécissement des rives produit un rétrécissement proportionnel du chenal de navigation et des mouillages.

L'étude de la Gironde ancienne montre que les profondeurs du chenal de navigation sont liées à l'existence des bancs et îles, qui divisent le lit du fleuve en deux chenaux distincts, et qu'il faut faciliter l'accès de la marée par tous les moyens possibles.

L'influence de l'apport de marée est d'autant plus forte, qu'on s'éloigne davantage de la mer.

La plupart des bancs qui découvrent dépassent à peine le niveau du fleuve à l'étiage ; ils sont recouverts par le prime-flot ; ils forment des rives secondaires pour le fleuve à l'étiage et ne diminuent pas l'apport de la marée, qui s'étale d'un seul coup dans toute la largeur du fleuve.

Les travaux à entreprendre ne doivent donc pas diminuer la largeur des rives du fleuve.

III

Courants de marée, densités et température de l'eau.

DIVISION DES COURANTS PAR LES BANCs. — La fonction des bancs paraît être de diviser les courants de marée en deux

branches distinctes, l'une plus spécialement affectée au premier flot, l'autre au jusant (1).

Les observations de M. Manen montrent que les courants de marée éprouvent, dans tous les points de l'estuaire, des changements de direction qui s'effectuent toujours dans le même sens : celui du mouvement des aiguilles d'une montre. Le plein jusant étant dans le chenal dirigé vers le nord-ouest, le courant dévie par l'est, le sud-est, qui est le plein flot, et continue par l'ouest, le nord-ouest et le nord.

Mais dans le delta de l'estuaire, les bancs qui forment les passes du sud et du nord font dévier les courants de marée d'une manière spéciale : ainsi, lorsque le courant de prime-flot s'accuse dans la passe du sud, au lieu d'entrer en rivière par la pointe de Grave, il continue son mouvement en s'écoulant par la passe du nord, constituant ainsi dans cette dernière passe une dominante du courant vers le nord-ouest. Le prime-flot de la passe du sud se transforme donc en fin de jusant dans la passe du nord. La durée des courants de marée est, par suite, inégale dans l'une et l'autre passe, et l'on peut compter dans la passe du nord sept heures de courant portant au nord-ouest, tandis qu'il n'y en a que cinq et demi portant au sud-est dans le sens du flot.

Dans l'intérieur du fleuve, en dedans de la pointe de Grave jusqu'à Richard, des faits analogues se produisent ; les courants de flot et ceux de jusant ne règnent pas simultanément sur les deux rives ; le prime-flot frappe la côte de Saintonge et remonte vers Mortagne pendant que le jusant dure encore sur la côte du Médoc. Ainsi, dans la partie inférieure de la Gironde, la passe de Saintonge est surtout celle du flot, et la passe du Médoc plus spécialement celle du jusant.

ESPACES PARCOURUS PAR LA MARÉE. — Les espaces parcourus par la marée sont respectivement dans la Gironde, section du Verdon :

(1) *Reconnaissance de l'embouchure de la Gironde en 1874*, par M. Manen, ingénieur-hydrographe de la marine, atlas. (Pour les courants voir les tableaux nos 1 et 2.)

Passé de Saintonge :

	Flot.	Jusant.
Marée de vive eau	29 kil.	42 ^k 5
— de morte eau	22	26

Passé du Médoc :

	Flot.	Jusant.
Marée de vive eau	23 kil.	29 kil.
— de morte eau	14 ^k 5	22

Dans la Garonne, environs du Bec-d'Ambès :

	Flot.	Jusant.
Marée de vive eau	14 kil.	27 kil.
— de morte eau	11	22

Ces deux tableaux montrent que le jusant parcourt la même distance en Garonne que dans la passe du Médoc, de 22 à 28 kilomètres en une marée. Ce courant parcourt des trajets égaux dans toute la longueur de la passe de navigation, mais avec des vitesses qui vont en s'accélégrant depuis le port de Bordeaux jusqu'à l'embouchure, car si les parcours sont égaux, la durée de la marée de jusant n'est plus la même partout; les eaux descendent devant Bordeaux pendant huit heures, tandis qu'au Verdon elles ne descendent que pendant six heures. Les vitesses du jusant à Bordeaux et au Verdon doivent être dans le rapport inverse, soit $\frac{6}{4}$, c'est en effet ce que donne l'observation directe, car de vive eau les moyennes des vitesses du jusant sont :

A Bordeaux.....	1 mètre à la seconde.	
Au Verdon, passe du Médoc...	1 ^m 30	—

Quant au flot, son parcours dans la Garonne est de 11 à 14 kilomètres, moitié moindre que dans la Gironde inférieure, passe de Saintonge, où il est de 22 à 29 kilomètres; c'est un résultat qui n'est plus en concordance ni avec les vitesses ni avec les durées, puisque le flot dure quatre heures seulement à Bordeaux et six heures à la pointe de Grave, soit, dans le rapport de $\frac{4}{6}$ ou de 1 à 1.50, tandis que les parcours sont comme 1 à 2. Cette diminution du parcours en amont indique les obstacles que rencontre la propagation de l'onde de marée en remontant la rivière.

La comparaison des parcours dans la passe du Médoc donne des chiffres qui sont au contraire en concordance avec les durées.

Les parcours du flot étant :

De vive eau, passe du Médoc, 23 kil. et Garonne 14 kil.			
De morte eau	—	14	— 11

C'est à peu près le rapport des durées 6 à 4.

Comme la faculté de suspension des vases est en rapport direct avec la vitesse des courants, on voit que cette faculté va en augmentant pour le courant de jusant depuis Bordeaux jusqu'à la mer, puisque les vitesses du courant vont toujours en s'accélégrant, tandis que cette faculté va en diminuant pour le courant du flot, depuis l'embouchure jusqu'à Bordeaux, puisque la vitesse va sans cesse en décroissant. Par conséquent tout obstacle à la propagation du flot tendra à faire déposer les vases.

Une autre remarque est à faire sur ces parcours de marée près de l'embouchure : en vive eau le flot remonte dans la passe de Saintonge de 29 kilomètres, tandis que dans la passe du Médoc ce n'est que de 23 kilomètres, soit six kilomètres moins loin.

En morte eau la différence est encore plus grande. Le flot remonte en Saintonge de 22 kilomètres; en Médoc de 14 kilomètres, soit huit kilomètres moins loin.

Ainsi le flot est en Saintonge toujours en avance sur la passe du Médoc. La résistance au flot est donc plus considérable en Médoc qu'en Saintonge, et en morte eau qu'en vive eau.

D'un autre côté, en morte eau, dans la passe du Médoc, le parcours du jusant est de 22 kilomètres; celui du flot étant de 14^k5, la différence ou l'écoulement du fleuve est de 7^k5 par cette passe.

Tandis qu'en vive eau les parcours respectifs sont : en jusant, 29 kilomètres; en flot, 23 kilomètres; différence, 6 kilomètres.

Le fleuve s'écoule donc davantage à la mer pendant les marées de morte eau. C'est alors que les vases en suspension sont entraînées au large sans que le flot, dont l'action est à

peme sensible dans la passe du nord, puisse les ramener dans l'intérieur du fleuve.

D'autres observations sont venues confirmer ce fait.

DENSITÉS DE L'EAU. — On a pu recueillir chaque jour ⁽¹⁾, pendant plusieurs années consécutives, des observations, aux différentes heures de la marée, sur la densité et la salure des eaux du fleuve en trois points différents de l'estuaire :

1° Dans la baie de Bonne-Anse, près la pointe de la Coubre, à bord du brick *le Cerf*;

2° En rade de Royan, à bord du vapeur *Sonora*;

3° En rade du Verdon, sur le même navire.

A Bonne-Anse on a trouvé que, pendant l'hiver, la salure des eaux qui était de 25 grammes par litre en syzygie n'était plus que de 14 à 16 grammes en quadrature, et cela pendant 24 ou 36 heures, aussi bien en flot qu'en jusant. Le flot, du reste, qui se faisait parfaitement sentir en rivière, n'était plus sensible dans cette partie de l'estuaire, et le brick *le Cerf*, qui était mouillé sur ses ancrs dans la baie de Bonne-Anse, restait évité de jusant pendant ces 36 heures, accusant ainsi un courant descendant continu. Le vaste espace compris entre la pointe de Grave et la Coubre, entre les rochers de Cordouan et ceux de la Palmyre, se remplit complètement, dans cet intervalle, des eaux limoneuses de la rivière et décharge toutes ces vases à la mer.

Voici quelques chiffres d'observations prises au densimètre en avril 1878, à Bonne-Anse, en quadrature :

DATES	HEURES		
	8 HEURES DU MATIN	MIDI	4 HEURES DU SOIR.
24 Avril	20°	20°	20°
25 —	14°	14°	17°
26 —	18°	20°	22°

(1) Ces observations ont été faites chaque jour et trois fois par jour pendant les années 1878, 1879, 1880 et 1881 :

1° A bord du brick *le Cerf* qui était mouillé dans Bonne-Anse, entre les pointes de la Coubre et de la Palmyre ;

Or, le 25 avril la pleine mer avait lieu vers dix heures du matin, l'observation de huit heures, qui donnait 14° de salure, était faite en plein courant de flot, et celle de midi en commencement de jusant; l'observation de quatre heures du soir, où la salure commence à augmenter, a été faite à basse mer. Cette anomalie provient de ce qu'en fin de jusant, la passe du nord et Bonne-Anse par conséquent reçoivent des eaux de flot entrées par la passe du sud en prime-flot, et qui continuent leur mouvement en fin de jusant par le nord. Ces eaux relèvent la salure à Bonne-Anse.

En rade de Royan la salure de l'eau a été trouvée, pendant les saisons pluvieuses, de 21 grammes par litre aux syzygies, tandis qu'elle n'était plus que de 12 grammes en quadrature. Mais ici les faibles salures duraient plusieurs jours, cinq à six, pendant lesquelles le flot ne modifiait pas sensiblement la composition de l'eau.

Chiffres d'observations obtenus à Royan en mai 1881 :

HEURES	DATES										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8 h. du matin.	19°	18°	14°	14°	14°	14°	14°	14°	17°	20°	20°
4 h. du soir...	20°	13°	12°	13°	14°	14°	14°	16°	18°	18°	19°

Le 5 mai était le jour du quartier de la lune.

Les faibles salures ont duré six jours et pendant ce temps elles ont existé aussi bien en flot qu'en jusant.

En rade du Verdon on a trouvé en syzygie 19 à 20 grammes par litre et en quadrature 10 à 12, durant aussi plusieurs jours, mais avec des écarts plus considérables au moment du flot, indiquant des remous de courants produits par le voisinage de la passe du sud et de la jetée de la pointe de Grave.

2° A bord du vapeur *Sonora* qui était mouillé tantôt en rade de Royan, tantôt sur celle du Verdon.

Les résultats de ces observations ont été publiés dans les *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, t. V, 2^e série, 1882.

Les différences de salure observées entre Royan et le Verdon viennent confirmer l'existence de deux lits de courant, l'un plus salé, plus marin le long de la côte de Saintonge, l'autre moins salé, plus fluvial le long de la côte du Médoc. Il est évident que ces différences s'accroissent bien davantage pendant l'hiver que pendant l'été, pendant la saison des hautes eaux que pendant la saison d'étiage.

Dans une période de crue, en mai 1879, on a observé au Verdon, en quadrature, une salure de 5 grammes seulement, tandis qu'en syzygie elle avait été de 20 grammes. Cet état de faible salure a duré douze jours; les coquillages à l'embouchure, ainsi qu'à Arcachon, étaient dessalés et un grand nombre a péri, les mouvements de la marée ne parvenant pas à modifier cet état de choses; c'est un fait très important à constater, car il amène à conclure que ces mouvements de marée ne produisent guère que des oscillations dans les masses d'eau remuées et ces oscillations paraissent se cantonner dans les chenaux profonds du fleuve, en conservant une sorte d'indépendance vis-à-vis des eaux voisines qui séjournent sur les bancs et semblent y tourbillonner. C'est ce que démontrent les observations de température qui ont été faites aux mêmes lieux et en même temps que les observations de densité, quand on les compare avec celles qui ont été faites à Cordouan et en pleine mer par les paquebots des Messageries.

TEMPÉRATURES DE L'EAU. — C'est pendant l'hiver que les oscillations thermales sont le plus sensibles, car l'Océan, en dehors des bancs, a une température qui oscille entre 10 et 12° pendant les mois de janvier et février, tandis que le fleuve charrie quelquefois des glaçons jusqu'à Talais et que la température y est voisine de zéro. Le premier fait qui est ressorti de ces observations c'est que, même à Bordeaux, où les oscillations thermales sont les plus fortes, les courants de marée ne produisent pas de variations de température de plus d'un degré, même dans les périodes extrêmes de froid et de chaleur.

Les observations faites à Royan ont montré que les eaux qui passent en jusant dans cette rade et qui, dans leur marée, des-

centent de 25 à 40 kilomètres, c'est-à-dire au delà de la Coubre, en plein Océan, reviennent en flot à leur point de départ sans avoir changé de température de plus d'un degré, et cependant la différence thermique était quelquefois de 8 degrés entre les eaux de Royan et celles de l'Océan, près de la Coubre. Les températures de la mer prises à Cordouan au même moment donnaient un chiffre intermédiaire entre celui de Royan et celui de l'Océan, ce qui paraît naturel ; mais comment se fait-il que les eaux de jusant qui partaient de Royan et dépassaient Cordouan du double de sa distance par la passe du nord, revenaient sur Royan avec le flot et ne s'étaient pas mélangées, soit à l'aller, soit au retour, tant avec les eaux du plateau de Cordouan qu'avec celles venant par la passe du sud ? Il faut admettre, puisque le mélange n'a pas lieu, que les eaux de Royan sont cantonnées dans le chenal profond de la passe du nord qui longe la côte de Saintonge, suivent ce canal jusqu'aux bancs de la Mauvaise et, rentrant par le même chemin avec le flot, reviennent sur leurs pas sans sortir de ce chenal.

Voici les chiffres des températures observées pendant le mois de janvier 1880 :

A Bordeaux, époque où la rivière a charrié des glaçons jusqu'à Talais.....		— 1°
A Royan.....	+ 3 à +	4°
A Cordouan.....	+ 6 à +	7°
A la mer en dehors de la Coubre.....	+ 10 à +	11°

En janvier 1881 on a observé, après une série de froids intenses, les minima suivants qui donnent une idée de la durée de la transmission des effets thermiques dans le fleuve :

JANVIER 1881

Les 11, 12 à Bordeaux.....	— 1°
Les 16, 17 à Talais.....	+ 3°
Le 18 à Royan.....	+ 5°
Du 15 au 18 à La Coubre.....	+ 9°

Les variations de température mettent six jours pour que l'effet ressenti à Bordeaux soit transmis par la marée jusqu'à Royan.

Ainsi les observations des températures confirment les résultats donnés par les observations de salure et montrent que dans les courants de marée les eaux oscillent en se maintenant dans les chenaux qui ont le plus de profondeur et en ne se mélangeant que difficilement avec les eaux voisines qui séjournent sur les bancs.

Comme conséquence de ces observations il est permis d'admettre que, dans tout chenal creusé dans le sens des courants de marée, les eaux s'y concentreront et acquerront une vitesse plus considérable qu'ailleurs; elles auront, par suite, une plus grande faculté de suspension des vases.

FONCTION DES BANCs. — Si l'on se reporte au tableau présentant les dispositions des bancs et passes depuis Bordeaux jusqu'à l'embouchure, si l'on regarde attentivement une carte à grand point de la Gironde, on voit que partout où existent des profondeurs, existent aussi des bancs, et que partout où se trouvent des seuils moins profonds, la rivière présente une lacune dans la succession des bancs; partout où se trouvent des profondeurs, partout aussi sont indiqués deux chenaux distincts, l'un pour le courant du flot, l'autre pour le courant de jusant; ce fait, très marqué dans la Gironde, existe aussi dans la Garonne, notamment dans la région des îles du Bec-d'Ambès où existaient les trois îles : Verte, du Nord et de Cazaux, entre lesquelles se trouvaient des passages comme le *Garguil*, permettant la communication entre le chenal du Bec et celui de Macau; il en est de même des bancs par le travers de Bassens. Même dans le lit plus resserré où les bancs sont attenants à la rive, comme en face des mouillages de Lagrange, de Lormont et de Bordeaux, les bancs présentent le long de la rive une dépression, une sorte de coupure qui permet aux courants de prime-flot de s'y frayer un passage en avançant sur une rive davantage que sur l'autre et en ne heurtant pas de front le courant descendant.

Les seuils se trouvent au contraire dans les endroits où, comme à Bacalan, à Carriette, à Bassens, au Caillou, les bancs n'existent plus au milieu du fleuve, et où ceux qui existent sur

la rive ne présentent plus cette passe favorable à l'expansion des courants opposés. En sorte que l'on peut penser que les deux ordres de choses sont connexes, et que là où l'on désire des profondeurs il est nécessaire que des bancs existent qui divisent le lit du fleuve en deux chenaux distincts. Cette division du courant en deux lits distincts, l'adoption de la rive droite par le courant de flot, indiqués par les cartes et très facile à constater en Gironde où la largeur considérable du fleuve en permet le développement, existe dans la Garonne avec une moins grande intensité naturellement; cependant il n'est pas un Bordelais qui n'ait eu la curiosité de voir arriver le *mascaret*.

LE MASCARET. — Ce phénomène, très fréquent maintenant dans notre port, se produit lorsque le fleuve est près de l'étiage dans les mois de juillet, août et septembre, et que les bancs sont peu couverts à marée basse. Au moment du prime-flot, on voit une lame d'un mètre de hauteur, formant brisant, balayer toute la digue de Queyries, se jeter et s'étendre dans la rade de la Bourse. Les navires au mouillage reçoivent le choc par la hanche de bâbord derrière, courent sur leurs chaînes et souvent les cassent parce que cette lame agit à la façon d'un bélier hydraulique.

Pendant ce temps les navires mouillés en rade des Chartrons continuent à être évités de jusant et ne ressentent le changement du courant qu'un quart d'heure ou vingt minutes après que ceux de la rade de la Bourse sont déjà évités de flot. En sorte qu'au quai vertical le renversement de la marée est brusque, sans étale et dangereux, tandis qu'aux Chartrons il se fait sans secousse. La lame du mascaret ne pouvant plus s'étaler en Queyries, s'élève le long de la digue, suit sa direction et est projetée sur le quai vertical.

RÉUNION DES COURANTS DANS LE MÊME LIT. — Cependant, cédant à des considérations qui paraissent rationnelles, on a souvent émis l'idée que la réunion des deux courants dans le même lit pourrait produire de bons effets, augmenter la force creusante des courants, et que des efforts devaient être tentés dans ce but. Ce résultat est absolument impossible à atteindre.

Car un fleuve n'est pas une ligne sans largeur, c'est une surface qui se meut, et quelle que soit la courbure affectée par les limites de cette surface, par les rives du fleuve, les tangentes aux points d'inflexions des courbes riveraines ne pourront jamais coïncider, et comme l'action creusante des courants se produit suivant ces tangentes aux courbes concaves, il y aura toujours un effort de creusement fait par l'un des courants qui ne coïncidera pas avec l'effort fait par l'autre courant opposé.

IV

Tracé des rives et variations dans le débit du fleuve.

TRACÉ DES RIVES. — De Bordeaux à la mer, le fleuve offre quelques sinuosités, dont la plus importante et la mieux accusée est celle même du port de Bordeaux. — La rive gauche y forme une courbe concave dont le rayon de courbure est :

A Bordeaux, rive gauche.....	1,300 mètres.
A Lormont, rive droite.....	2,000 —
A Bassens, rive droite.....	6,000 —
A Grattequina-Lagrange, rive gauche.....	4,000 —
Au Marquis, rive droite.....	6,000 —
A la digue de Macau, rive gauche.....	4,000 —
A Pauillac, rive gauche.....	10,000 —
A Mortagne et Talmont.....	25,000 —

En général, le fond des concavités offre de plus grandes profondeurs. Cependant ce n'est pas une règle assez absolue dans la Gironde pour l'ériger en principe. En effet, si l'on examine la carte, on voit que, à Lormont, rive droite, les profondeurs du mouillage sont situées en face d'un saillant de la rive placé entre deux concavités.

A Grattequina, rive gauche, le fleuve y présentait jadis une concavité de 3,000 mètres de rayon de courbure; non seulement il n'y avait pas de profondeurs, mais le fleuve y déposait et avait formé l'île de Grattequina, qu'on a depuis reliée à la rive, et que l'on projette actuellement de supprimer pour y placer l'entrée du canal de Grattequina.

A Macau-Cazeaux, la digue et l'île forment une courbe con-

cave où non seulement le fleuve n'a pas creusé, comme on l'espérait, mais encore a apporté des dépôts considérables.

D'autre part, une ligne de grandes profondeurs existe sur la rive gauche, le long des îles du Nord et de l'île Verte et la direction du thalweg et des rives est absolument droite, sans courbure.

Les profondeurs de Trompeloup à Saint-Estèphe sont sur un saillant de la côte, et la rive gauche ainsi que le thalweg ont une courbure convexe. Les bas fonds de la rive droite entre Maubert et Mortagne sont sur une rive concave.

Les profondeurs de Richard, de Jau, sont en ligne droite et la rive gauche a la forme convexe à marée basse. Il n'y a donc pas certitude absolue qu'en modifiant la courbure des rives et créant des courbes concaves, on obtienne des profondeurs.

FORMATION DES DÉPÔTS. — De même les bancs, les dépôts vaseux se forment en général en aval des points saillants, des points où la rive est convexe; ils se forment aussi au milieu même du fleuve, on en trouve enfin dans quelques courbes concaves : à Grattequina, à Macau, à Maubert, au Verdon. Ils existent en aval des pointes ou des îles et alors ce sont des formations de jusant; tantôt en amont de ces points et ce sont des formations de flot.

De Bordeaux à la mer voici l'énumération de ces bancs, et leur mode de formation :

R. D. Banc de Queyries.....	Formation de	jusant.
R. G. Banc de Bacalan.....	—	jusant.
Milieu Banc de la Sole.....	—	jusant.
R. D. Banc d'Allenet ou de Lagrange.....	—	flot.
R. G. Banc de Vallier.....	—	jusant.
R. G. Banc de Pachan.....	—	flot.
R. G. Bancs de Macau.....	—	flot.
R. D. Bancs du Bec-d'Ambès.....	—	jusant.
Milieu Bancs de la Roque.....	—	
Milieu Bancs de Plassac.....	—	jusant.
Milieu Bancs de Pauillac.....	—	flot.
Milieu Bancs de Saint-Louis.....	—	jusant.
Milieu Bancs de Saint-Estèphe.....	—	jusant.
R. D. Banc de Saint-Seurin.....	—	jusant.
Milieu Goulée, Talmont.....	—	jusant.
R. G. Bancs de Richard, St-Vivien, Talais.	—	jusant.
R. D. Banc de Saint-Georges.....	—	jusant.
R. D. Barre à l'Anglais.....	—	jusant.
R. D. Bancs de la Coubre.....	—	jusant.

Lorsque ces bancs sont au milieu du fleuve, les deux courants contraires peuvent au moment des renverses adopter leur lit préféré sans se heurter de front : lorsque les bancs sont rattachés à l'une ou l'autre côte, ils présentent toujours, près de la rive, un sillon très marqué, qui est le véritable chenal adopté à la renverse de flot par le courant. Ce sillon est très indiqué sur les cartes pour les bancs de Queyries, du Tigre, d'Allenet, du Bec-d'Ambès, de Plassac, de Saint-Seurin, de Saint-Vivien et de Saint-Georges.

On peut donc affirmer que le régime naturel du fleuve exige deux chenaux, l'un pour le courant de flot et l'autre pour le courant de jusant ; et qu'il n'y a pas de règle absolue, ou du moins bien connue, qui préside à la formation des bancs et des souilles.

TRAVAUX D'ENDIGUEMENT. — Des travaux considérables d'endiguement ont été entrepris de 1857 à 1868, dans la Garonne maritime et dans la haute Gironde, en s'appuyant sur des théories qui ont différé entre elles ; tantôt il s'agissait de redresser le lit du fleuve et de diminuer ses sinuosités ; tantôt il s'est agi d'augmenter ces sinuosités en leur donnant des rayons de courbure progressifs. Tous ces travaux n'ont pas produit les résultats sur lesquels on croyait pouvoir compter. D'autres projets tendaient à détruire les travaux déjà exécutés. Il y a donc dans la théorie du régime du fleuve quelques points obscurs qui n'ont pas encore été suffisamment éclaircis et qui ne permettent pas d'avoir une foi complète dans la réussite des travaux d'endiguement ou de rectification de rives qui sont proposés pour l'amélioration de la rivière.

Les grands travaux qui furent commencés vers 1857 et qui ont duré dix ans, ont, pendant cette période, produit un grand ébranlement dans le régime du fleuve, et on se souvient encore des craintes éprouvées à Bordeaux en 1868, lorsqu'on apprit qu'au Bec-d'Ambès il ne restait plus que 0^m75 d'eau à marée basse. On craignit que la rivière ne fût plus navigable et Bordeaux ruiné du coup. Les travaux furent suspendus.

Mais le fleuve, qui doit toujours se rendre à la mer, abandonné à lui-même, rétablit peu à peu ses passes aux points où

elles étaient avant les travaux, et avec des profondeurs semblables. On s'aperçut seulement que, dans toute l'étendue où s'étaient faits des travaux, les rades de Bordeaux, de Lagrange, de Purgues et de Pauillac avaient diminué de largeur, ce qui devint un inconvénient sérieux au moment même où les navires venaient brusquement d'augmenter leur longueur.

VARIATIONS DU DÉBIT DU FLEUVE. — Il est difficile de comprendre du reste que des travaux, quels qu'ils soient, puissent assurer à tout jamais un état stable dans un fleuve dont le débit est aussi variable que celui de la Gironde, puisque les quantités d'eau que reçoit son bassin peuvent, d'une année à l'autre, varier du simple au double.

INFLUENCE SUR LES PASSES. — Il est intéressant de rechercher si ces variations dans le débit ont une influence marquée sur l'état des passes, si en un mot les passes se comblent ou si elles se creusent dans les années où il est tombé beaucoup d'eau. Examinons à ce point de vue la passe du Bec-d'Ambès la plus sensible et la plus mobile de toutes celles de la Garonne. Pour ne pas introduire des chiffres minima tout à fait extraordinaires dus à l'ébranlement produit par la construction de la digue de Vallière en 1867, 1868 et 1869, prenons les faits à partir de 1870.

Voici les quantités d'eau qui ont été recueillies dans l'année aux pluviomètres de Bordeaux et les profondeurs de la passe d'Ambès.

ANNÉES	PROFONDEURS à marée basse.		PLUVIOMÈTRE en millièmes.
	Mètres.		Millimètres.
1871	2,50		860
1872	2,30		1000
1873	1,80		712
1874	2,30		914
1875	2,50		887
1876	2,65		913
1877	W. 2,30	E. 2,80	858
1878	2,00	2,80	1187
1879	2,40	3,00	528
1880	1,50	2,60	886
1881	2,60	2,00	681
1882	2,80		1014
1883	3,40		743
1884	2,50		628

La moyenne de la pluie recueillie à Bordeaux pendant ces quatorze années est de 843 millimètres.

Les passes du Bec-d'Ambès ont durant cette période présenté trois minima qui sont vers 1873, 1880 et 1884.

Les années correspondantes ont été relativement sèches.

Dans ce même temps il y a eu deux maxima de profondeur vers 1879 et 1883. Cela correspond aux années pluvieuses 1878 et 1882.

La relation entre le débit du fleuve et la profondeur des passes du Bec-d'Ambès, quoique un peu confuse, paraît exister ; la passe s'approfondit lorsque le débit augmente, elle diminue de profondeur lorsque le débit devient plus faible.

LES DEUX PASSES D'AMBÈS. — Pendant cette période, il s'est produit un fait de divagation de la passe très anormal ; la passe a présenté deux chenaux praticables à la navigation : l'un, le plus profond, le long de l'épi du Bec et de la rive droite ; l'autre, plus variable, moins profond, dans le chenal habituel sur la rive gauche, le long de l'île Cazeaux.

Il se produisait en même temps des modifications fort importantes dans la position des bancs, depuis le Bec jusqu'à Blaye ; le banc de Plassac surtout oscillait, s'exhaussait sans que les causes en soient bien connues et le contre-coup de ces mouvements paraît s'être étendu aux bancs du Bec, lesquels se sont établis dans le prolongement des bancs de Plassac.

Le dédoublement de la passe d'Ambès a eu lieu vers 1877 ; et les années précédentes : 1874, 1875, 1876 et 1877, sont toutes voisines de la moyenne pluviale. On ne peut attribuer cette divagation de la passe à l'influence hygrométrique. La cause est obscure, mais elle montre que l'on peut toujours redouter quelque déplacement de banc. On peut toujours craindre qu'une inondation subite ne vienne pendant quelques jours porter le débit du fleuve à 10,000 mètres cubes à la seconde, et refoulant les eaux de marée par l'élévation subite du niveau, ne charrie des gros sables, ne déplace en aval quelque pointe de banc, que les courants ordinaires seront impuissants à enlever et qui modifiera pour un temps plus ou moins long

l'état des passes que l'on aura voulu régulariser par des travaux dispendieux.

NÉCESSITÉ DES DRAGAGES. — Pour y remédier, il faudra y mettre les dragues et ces faits montrent la nécessité d'avoir, toujours prêt à agir, un matériel de dragage assez puissant pour combattre, dans le temps le plus court, ces accidents impossibles à prévoir, impossibles à empêcher.

Ce matériel existe en partie, il n'y aurait qu'à en augmenter la puissance pour être maître de la situation, améliorer l'état du fleuve sans apporter aucun trouble aux mouvements de marée de l'estuaire, au régime général du fleuve.

Les dragages sont combattus par la raison qu'on les suppose, à *priori*, devoir être inefficaces en présence des quantités énormes de vases qui sont en suspension dans les eaux du fleuve et qui tendent à se déposer dans tous les trous, dans tous les points où un arrêt quelconque diminue la vitesse des courants. On met en avant le chiffre de cinq millions de mètres cubes de vases que l'on estime apportés chaque année dans le lit du fleuve, par les deux rivières qui forment la Gironde. Mais en regard de cet apport on ne met pas le volume des vases qui est entraîné annuellement hors de la Gironde et qui est aussi très considérable, mais sur lequel des expériences précises n'ont pas été faites.

SURFACE OCCUPÉE PAR LES BANCS ET ILES. — Dans le mémoire de M. Pairier on trouve que la surface des bancs et des îles qui existaient dans la Garonne et la Gironde était :

En 1825, de 1,816 hectares ;

En 1842, de 1,774 —

Ces deux chiffres n'indiquent pas que la rivière augmente ses dépôts, lorsqu'elle est laissée à elle-même. Nous avons déjà montré, d'ailleurs, que depuis plus de cent ans le fleuve s'est maintenu dans les mêmes conditions de passes et de profondeurs, et que sauf des oscillations dépendant des différences hygrométriques, les vases ne déposent pas dans le chenal de navigation.

Ainsi, dans l'atlas de M. Manen, on trouve, planches IV, V

et VI, les profondeurs suivantes pour les années 1825, 1853 et 1874 où des levés hydrographiques ont été faits avec tout le soin voulu.

	1825	1853	1874
Rade de Verdon, Talais.....	14 ^m	13 ^m	12 ^m
Rade de Jau.....	11	11	11
Rade de Richard.....	7	6	8
Rade de By.....	5,5	4,5	5,5
Rade de Saint-Estephe.....	4		7
Rade de Trompeloup.....	8		11
Rade de l'île Verte.....	12		12

On voit que dans une période de soixante ans il s'est produit bien peu de modifications dans les profondeurs du chenal du Médoc, en Gironde, et que non seulement le fleuve n'y a pas formé de dépôts, mais qu'il a plutôt creusé entre Trompeloup et Saint-Estephe.

Ainsi les observations sur les courants de marée, les densités et les températures, celles sur le tracé des rives du fleuve et sur les variations de son débit montrent que :

Les courants de flot et de jusant ont chacun leur lit spécial et que la fonction des bancs est justement de séparer les deux chenaux pour que les deux courants puissent se mouvoir librement sans se heurter de front.

Lorsque les deux courants se réunissent dans le même chenal, et qu'il n'y a plus de bancs pour les séparer, les profondeurs disparaissent.

Les formes données au lit du fleuve par la courbure des rives ne sont pas en relations absolues avec les profondeurs; s'il existe des profondeurs près des rives concaves, il en existe aussi dans les parties droites et même près de certains saillants de la rive; il existe aussi des courbes concaves qui n'ont pas empêché les atterrissements et les dépôts de se produire.

Les variations de débit du fleuve peuvent varier d'une année à l'autre du simple au double. Cette influence est peu sensible, cependant, en général, les passes tendent à s'approfondir dans les années humides.

C'est en été que le fleuve remue le plus profondément les

*Donnée au fleuve
à Marennes*

vases et les décharge à la mer. Les déplacements fortuits des bancs, les engorgements des passes obligeront toujours, quels que soient les travaux exécutés, à posséder un matériel de dragages assez puissant pour combattre et détruire ces obstructions.

V

Nature des fonds du fleuve. — Éléments stables.

Éléments mobiles.

Les courants de marée oscillent dans le chenal de navigation, lequel est limité par les bancs, les îles et les rives; il peut être intéressant d'examiner la nature des fonds, la composition des bancs, pour apprécier ce que ces courants peuvent déplacer et les éléments qu'ils se montrent impuissants à remuer.

NATURE DES FONDS DU FLEUVE. — Des échantillons du fond ont été pris sur la plupart des bancs et des passes depuis Bordeaux jusqu'à la mer; cet examen a montré que dans la Garonne tous les mouillages, toutes les rades, toutes les profondeurs avaient un fond uniforme de vase brune, ne contenant aucun gravier, aucun grain de sable ayant plus d'un demi-millimètre de diamètre, et seulement quelques parcelles de *mica*.

Les traverses du fleuve, qui dans la Garonne constituent les passes de Bacalan, de Carriette, de Bassens, du Caillou et du Bec-d'Ambès, sont constituées par cette même vase, sans graviers, sans gros sable.

Les bancs et platins ⁽¹⁾, qui constituent les hauts-fonds, sont au contraire presque tous formés de sables plus ou moins fins et plus ou moins mélangés de vases. L'apparence de ces échantillons est souvent tellement différente que l'esprit ne peut admettre que ces bancs puissent avoir des communications entre eux, car leur composition deviendrait uniforme.

L'analyse géologique de ces sables a été faite par M. Raulin

(1) En Gironde on appelle *platins* les bancs qui ne découvrent pas à marée basse, *bancs* ceux qui découvrent.

et par M. Périer dans leurs recherches sur les terrains et sur les fonds de la mer. On sait leur provenance ⁽¹⁾ : « Ce sont des » dépôts caillouteux provenant des Pyrénées et du plateau » central qui forment une nappe dont l'épaisseur va en » diminuant, ainsi que le volume des cailloux, à mesure qu'on » s'éloigne des montagnes.

» Les cailloux, de métriques qu'ils étaient à la sortie des » montagnes, n'atteignent plus qu'à peine la grosseur d'un » pois près des rochers de Cordouan.

» Les dépôts de la Garonne sont surtout caractérisés par » l'abondance des cailloux de quartzite qui descendent des » Pyrénées; ceux de la Dordogne par des cailloux de silice de » la craie et des basaltes de l'Auvergne.

» Tous ces dépôts contiennent des grains noirs de très petit » diamètre qui ont le caractère magnétique et sont attirés par » le barreau aimanté. Ce silicate ferreux se trouve aussi dans » les sables des Landes de Gascogne et dans ceux qui forment » les dunes du littoral. »

Ces bancs de sables sont tantôt composés de particules excessivement ténues, et tantôt de graviers plus ou moins gros. Pour caractériser chacun d'eux, nous les avons fait passer dans des cribles différents, le premier ayant des trous de deux millimètres de section et le second ayant des trous d'un demi-millimètre de section. On trouve dans cet examen des différences excessives entre des bancs très rapprochés. Ainsi, dans le criblage au demi-millimètre, le banc de Queyries laisse dans le crible 45 0/0 de son poids, tandis que le banc de Macau passe complètement au travers et le crible n'en retient aucune parcelle. Ces deux bancs sont éloignés seulement de quelques kilomètres, mais ils ont été formés à des dates bien différentes; tandis que le banc de Queyries a existé de tout temps et date certainement d'une époque géologique très ancienne, le banc

⁽¹⁾ *Aperçu de la Carte géologique du département de la Gironde*, par M. Raulin. — Bulletin n° 1 de la Société de géographie de Bordeaux (1874-1875).

Les Fonds de la mer. Étude internationale, par MM. de Folin et Périer, tome II, 1875.

de Macau est de formation toute récente, puisqu'il ne date que de l'époque de la construction de la digue de Macau, c'est-à-dire de 1862.

DIFFÉRENCES DE COMPOSITION DES BANCS DE SABLE. — Cette composition si différente entre un banc très ancien et un banc formé tout récemment mérite de fixer l'attention : elle permet d'apprécier la faculté entraînant du fleuve actuel, la dimension des matériaux qu'il soulève et déplace, ainsi que celle des corps plus lourds qu'il peut bien encore faire rouler, en suivant une pente et dans des circonstances extraordinaires, mais qu'il est incapable de déplacer dans les circonstances ordinaires de son débit.

Le tableau de ces criblages est donné page 44.

Dans ce tableau les colonnes de criblage indiquent :

La première que, dans le crible ayant des trous de deux millimètres de section, par exemple pour le banc de Queyries, le crible a retenu 37 grammes sur 100 grammes de sables et graviers ayant plus de deux millimètres de diamètre et qu'il a laissé passer 63 grammes de sables plus fins ;

La seconde indique que, dans le crible à un demi-millimètre de section, 45 grammes sur 100 n'ont pu passer dans le crible et que les 55 grammes restants étaient composés de sables fins n'ayant pas un demi-millimètre de diamètre.

De même aussi pour les bancs de Pachan et de Macau, sur une pesée de 100 grammes, le crible à un demi-millimètre a tout laissé passer. Les sables qui les composent sont donc excessivement fins et sans trace aucune de graviers.

BANCs DE SABLES DE LA GARONNE. — Le criblage permet de grouper les bancs qui sont de même nature et paraissent avoir la même origine.

Les bancs de Queyries, du Tigre, d'Allenet sont composés de gros graviers et de gros sables en forte proportion de 20 à 40 0/0.

Les bancs d'Ambès, de l'île Verte, de La Roque, de Pauillac, sont composés de petits graviers et de sables moyens dans la proportion de 5 à 8 0/0.

DISTANCES Kilomètres.	RIVES	NATURE DES FONDS		CRIBLAGE p. 0/0	
		Sables.	Vases.	a 2 millimètres.	au 1/2 millimètre
2	Rive Droite.	98 0/0	2 0/0	37,0	45,0
3	Traverses de Bacalan.	2 0/0	98 0/0	0,0	0,0
4	Banc du Tigre	98 0/0	2 0/0	16,7	30,0
6	Passes de Carriette et Bassons	2 0/0	98 0/0	0,0	0,0
9	Banc de la Sote.	96 0/0	4 0/0	0,5	4,5
13	Banc d'Allenet.	98 0/0	2 0/0	10,0	22,0
18	Banc de Pachan.	100 0/0	0	0,0	0,0
22	Banc de Macaur.	100 0/0	0	0,0	0,0
25	Passé du Bec-d'Ambès.	2 0/0	98 0/0	0,0	0,0
26	Banc du Bec-d'Ambès.	90 0/0	10 0/0	7,0	7,5
30	Banc de l'île Verte.	94 0/0	6 0/0	0,5	5,0
32	Banc de la Roque.	94 0/0	6 0/0	4,5	5,0
44	Banc de Saint-Julien.	96 0/0	4 0/0	0,5	1,5
45	Banc de Pauillac.	96 0/0	4 0/0	6,0	8,5
50	Banc du Lazarel.	96 0/0	4 0/0	0,2	1,5
54	Banc de Saint-Estèphe.	96 0/0	4 0/0	0,5	0,5
56	Banc de Saint-Louis.	98 0/0	2 0/0	0,2	0,2
75	Banc de Richard.	92 0/0	8 0/0	0,5	4,5
80	Banc de Saint-Seurin.	98 0/0	2 0/0	0,5	1,5
90	Banc du Verdun.	98 0/0	2 0/0	0,5	4,5
90	Banc de Saint-Falmon L.	92 0/0	8 0/0	0,2	1,0
95	Banc des Marguerites.	100 0/0	0	5,0	13,0
100	Banc de Saint-Georges.	100 0/0	0	0,0	0,2
142	Banc de Monrevel.	100 0/0	0	0,0	0,2
145	Banc de la Palmyre.	100 0/0	0	0,2	1,5
145	Banc de la Mauvaise (sud).	100 0/0	0	0,2	4,5
120	Banc de la Mauvaise (nord).	100 0/0	0	10,0	20,0
120	Banc de la Coubec.	100 0/0	0	15,0	20,0

Entre ces deux groupes se trouvent les bancs de la Sole, de Pachan, de Macau, composés de sables très fins, peu vaseux, sans graviers, avec une faible proportion de mica.

Puis les passes de Bacalan, de Carriette, de Bassens, du Caillou composées de vase brune, ne contenant que quelques traces de sables très fins et de mica.

Après avoir criblé les échantillons du fond pour déterminer la proportion d'éléments stables et d'éléments mobiles qu'ils contenaient, on les a lavés à plusieurs eaux et décantés pour les dégager des limons qu'ils contenaient et déterminer, en chaque point, la proportion existant entre les sables et les vases.

Ce tableau montre encore mieux que le criblage l'indépendance absolue qui existe en temps ordinaire entre les bancs et les passes.

Ainsi, en Garonne, les bancs sont composés pour 95 0/0 de sables et graviers et ne contiennent que bien peu de vase. La passe de navigation et les mouillages sont au contraire composés presque exclusivement de vases, 98 0/0, et ne contiennent que quelques traces de sables très fins.

Vers le Bec-d'Ambès, la mobilité des bancs est indiquée par la plus grande proportion de vases qu'ils contiennent et qui cependant n'atteint pas plus de 10 0/0 du volume des sables.

BANCS DE SABLES DE LA GIRONDE. — Dans la Gironde, depuis le Bec-d'Ambès jusqu'à la mer, le criblage nous montre de Pauillac au Verdon les bancs de sables presque uniformément composés des mêmes matériaux, tant sur la rive droite que sur la rive gauche et au milieu du fleuve; ce sont des sables gris, très peu vaseux, contenant beaucoup de mica et absolument semblables aux sables fins de la région d'Ambès et de la Garonne maritime. Ils n'ont plus de graviers.

On peut admettre qu'ils proviennent des dépôts apportés par les deux rivières Garonne et Dordogne dans les grandes crues. Mais à partir de Talmont jusqu'à la Coubre les sables changent de couleur, ils sont jaunes, contiennent des coquilles brisées, sans vase. Leur provenance marine est bien caractérisée.

Dans ce groupe il en est trois, les bancs des Marguerites, de

la Mauvaise nord et de la Coubre, qui contiennent de 15 à 20 0/0 de graviers.

Ces graviers et gros sables ne peuvent provenir des bancs du haut fleuve; ils doivent, ou bien être les résultats de formations anciennes, ou bien provenir de la destruction des roches de la côte voisine : de la pointe de Grave pour les Marguerites; de la côte d'Arvert et de l'île d'Oleron pour les bancs de la Coubre et de la Mauvaise du nord.

C'est encore une preuve de l'indépendance des bancs. Car s'il pouvait y avoir communication entre le banc des Marguerites et les bancs de la Coubre, on en apercevrait des traces de passage soit sur la rive gauche du chenal à Monrevel, soit sur la rive droite à la Palmyre, ce qui n'existe pas.

Nous avons vu que, sur le plateau de Cordouan, les sables ont un mouvement tourbillonnaire qui fait marcher les bancs de la Mauvaise vers le nord-ouest. Ces sables sont, comme ceux de Monrevel, de la Mauvaise sud et de la Palmyre, composés d'éléments identiques : sable jaune, sans vase, sans graviers, avec des coquilles brisées, et passant presque complètement au travers du crible à un demi-millimètre qui n'en retient que 1 0/0 du poids.

C'est une nouvelle preuve que, même dans l'estuaire, en contact avec une mer souvent très grosse, le fleuve ne déplace que des éléments très petits, car pour rencontrer les graviers et cailloux roulés, il faut aller jusqu'au point où peuvent se faire sentir les lames de fond, c'est à dire à la Coubre et à la barre extérieure.

Enfin, il est curieux de constater que dans cette rivière si limoneuse, les bancs bien fixés ne contiennent presque pas de vase, et sont tous constitués avec des sables plus ou moins fins, qui sont d'autant plus purs et lavés que les bancs sont plus anciens et moins mobiles.

C'est le lit du fleuve, c'est la passe de navigation dont le fond est constitué par de la vase presque pure, excessivement meuble; cette vase est entraînée avec la plus grande facilité par les courants ordinaires et se dépose de même aussitôt que la

vitesses diminue. On peut remarquer cependant que les dépôts ne se forment que sur des terrains presque horizontaux, au fond des cuvettes par conséquent, et qu'une faible inclinaison du sol suffit pour empêcher les dépôts de se former; c'est ce qu'on voit aux cales inclinées du port de Bordeaux, où la vase ne dépose pas, quoique les conditions d'amortissement des courants y soient aussi complètes que possible.

En Gironde, depuis le Bec jusqu'à la pointe de Castillon, les bancs sont de sables fins pour 96 0/0 et ne contiennent que 4 0/0 de vases; la passe de navigation est aussi à fond de vases.

Mais à partir de Richard jusqu'au Verdon, le fond de la passe du Médoc se modifie, il est composé de sables et vases mélangés, les bancs eux-mêmes contiennent une plus forte proportion de vases : 8 0/0 dans la passe du Médoc.

Dans la passe de Saintonge, les bancs n'en contiennent que 2 0/0; c'est encore une preuve nouvelle que les mouvements des eaux ne suivent pas les mêmes lois dans l'un et l'autre chenal.

Enfin, en dehors de la pointe de Grave, tous les bancs et toutes les passes de navigation sont constitués par des sables purs sans aucune vase. Un seul point de l'estuaire contient de la vase, c'est Bonne-Anse où nous avons vu par les densités qu'au moment des quadratures cette baie était remplie pendant 36 heures par les eaux du fleuve.

La nature des eaux du fleuve elle-même est différente suivant qu'on en recueille dans la région des bancs ou dans les passes de navigation.

Il faut enfin remarquer que les vases tiennent sur le fond des passes de navigation dans la partie du fleuve où les eaux sont toujours douces; qu'il n'y en a plus trace dans la partie où les eaux sont salées et que, dans la partie de la Gironde où les eaux sont saumâtres, le fond des passes est mélangé sable et vase.

L'apport quatre fois plus considérable des vases sur la côte du Médoc démontré par les lavages, comparativement à ce qui se passe sur la rive de Saintonge, dans la Gironde inférieure, est un nouveau témoignage de l'affectation spéciale de chacune

des deux passes : l'une au régime fluvial et l'autre au régime marin.

DISPOSITION DES BANCS ET PASSES. — Depuis Bordeaux jusqu'au Bec-d'Ambès le lit de marée basse change plusieurs fois de rive :

A Bordeaux il est sur la rive gauche.		
Lormont	—	droite.
Lagrange	—	gauche.
Le Marquis	—	droite.
Cazeaux	—	gauche.

De même les bancs de Queyries et d'Allenet sont sur la rive droite, ceux du Tigre, de Pachan, de Macau, sont sur la rive gauche, et celui de la Sole est au milieu du fleuve. Le courant du fleuve coupe donc plusieurs fois les espaces occupés par les bancs. Les gros sables et graviers de Queyries ne peuvent rejoindre ceux du banc du Tigre sans passer sur la traverse de Bacalan, où leur présence devrait se déceler au milieu des vases. Or il n'en existe pas trace.

Ces mêmes graviers et gros sables ne peuvent rejoindre ceux d'Allenet, qui sont sur la même rive, sans passer par le mouillage de Lormont, les passes de Carriette et Bassens, et accuser leur passage parmi les vases de ces diverses passes. Il n'en existe pas trace.

Entre le banc d'Allenet et les bancs du Bec, situés sur la même rive et distants de 12 kilomètres, existent, sur la rive gauche, les bancs de Pachan et de Macau, qui ne sont composés que de sables très fins et n'ont pas trace de graviers.

Sur la rive droite existent les mouillages de Purgues et de la Menaude à fond de vase, sans sables ni graviers.

INDÉPENDANCE DES BANCS. — On voit donc que les bancs de gros sables et de graviers ne communiquent pas entre eux, et que les courants du fleuve sont impuissants à les déplacer en temps ordinaire.

ÉLÉMENTS STABLES DU FOND. — Cette observation, si importante pour le régime du fleuve, indique que les dépôts de graviers et de gros sables sont d'antique formation, et que si

pour une cause quelconque il se produit un déplacement dans ces bancs, il ne faut pas compter sur les courants ordinaires du fleuve pour reconstituer le chenal.

NÉCESSITÉ DES DRAGAGES. — Les dragues seules pourront enlever ces obstructions, et ce fait indique en même temps la nécessité de posséder, toujours prêt à agir, un fort matériel de dragage.

Les bancs du groupe d'Ambès à Pauillac donnent lieu à d'autres observations.

ÉLÉMENTS MOBILES. — Le criblage montre qu'au Bec-d'Ambès et à Pauillac il existe des gros sables et graviers dans la proportion de 6 0/0, tandis que les bancs de l'île Verte, de La Roque, de Saint-Julien ne comportent que des sables fins ou de la vase.

Les premiers, ceux d'Ambès et Pauillac, ont toujours existé aux mêmes points; les seconds, au contraire, se sont souvent déplacés pour des causes diverses.

Le fleuve a donc une action marquée sur les seconds, et une action limitée sur les premiers; il déplace les sables d'un demi-millimètre de diamètre et ne remue guère les sables de deux millimètres et au-dessus.

Cette notion est très importante, puisque le criblage peut indiquer si un banc de sable est mobile ou s'il est fixe; il mesure la puissance d'érosion du fleuve.

Parmi les bancs de sables de la Garonne maritime, il en est un, celui de Macau, qui est de formation toute récente, puisqu'il s'est appuyé sur la digue construite en 1862. Or, ce banc est composé de sables très fins, qui passent complètement au crible d'un demi-millimètre de section.

De ces faits on peut conclure que les courants ordinaires du fleuve ne remuent que les vases et les sables très fins, et que les bancs de sables, malgré leur ressemblance générale, se distinguent les uns des autres par des caractères particuliers qui ne pourraient persister si les courants portaient de l'un sur l'autre les matériaux qui les constituent.

Tous les bancs d'ancienne formation et qui sont appuyés à la

rive, tels que les bancs de Queyries, du Tigre, d'Allenet, du Bec-d'Ambès, contiennent des graviers et des gros sables.

Les autres, qui sont de formation récente, ou qui sont placés au milieu du fleuve et qui sont mobiles, tels que les bancs de la Sole, Pachan, Macau, La Roque, île Verte, ne contiennent pas de graviers, sont peu vaseux et passent complètement au travers d'un crible à deux millimètres et, pour plusieurs, au travers d'un crible à un demi-millimètre de section.

Enfin, les fonds des traverses du fleuve et des mouillages, Bordeaux, Bacalan, Lormont, Carriette, Bassens, Lagrange, Purgues, ne contiennent que de la vase, presque sans sables, avec des parcelles de mica.

On peut affirmer que les dépôts de graviers et gros sables ne quittent pas leur place; ils peuvent s'étendre, se rétrécir par roulement des graviers sur eux-mêmes, mais ils ne passent pas d'une rive sur l'autre et ne peuvent traverser les passes et mouillages.

Les sables fins fixés à des rives artificielles ou placés au milieu du fleuve peuvent se déplacer facilement, soit longitudinalement, soit plutôt latéralement à la direction du fleuve, mais leur composition différente des bancs voisins montre qu'ils se déplacent dans d'étroites limites, et ne sont pas solidaires les uns des autres. Ainsi, le banc de la Sole ne pourrait rejoindre le banc d'Allenet, sans modifier sa couleur et sa composition et sans traverser la passe de Bassens, où les sables décèleraient son passage; il ne peut rejoindre le banc de Pachan et de Macau, sans tomber dans le mouillage de Lagrange où l'on ne trouve pas de sables.

Les bancs sont donc, en temps ordinaire, indépendants les uns des autres, et l'on ne peut admettre comme chose prouvée qu'en agissant sur un banc ou sur une passe au moyen des dragages, le travail effectué serait détruit par les apports des bancs voisins.

L'amélioration de la rivière par les dragages n'a à se préoccuper que de la tendance qu'auront les bancs de sable fin vasard à rouler latéralement dans les rigoles qui auront été

creusées par les dragues, mais ces mêmes sables auront aussi une tendance à rester en place près de la rive, où les courants seront moins vifs. Il est certain que partout où la passe de navigation sera creusée, les courants y acquerront une vitesse supérieure qui facilitera l'entretien de la passe en empêchant les vases d'y déposer.

PENTE DU TERRAIN SUR LES BANCs. — Les bancs de sables fins, mobiles, ont sur leurs bords une inclinaison de berge d'équilibre, que le fleuve indique lui-même; elle est de 1 mètre pour 60 mètres ou 0,016 par mètre. Si dans les dragages on conserve cette pente, on peut raisonnablement compter que les sables du banc ne glisseront pas dans la rigole.

En suivant cette règle, quelle profondeur peut-on espérer maintenir sur les passes? Prenons par exemple la passe de Carriette au kilomètre 7. Le banc de la Sole a sa ligne de faite à environ 200 mètres de la rive gauche et à 325 mètres de la digue de Bassens. Avec une pente de 1 mètre pour 60 mètres on pourrait approfondir à 5 mètres une rigole d'au moins 50 mètres de plafond près de la digue et compter que les sables n'y rouleraient pas.

Cet examen de la nature des fonds du fleuve montre :

1° Qu'il est des bancs d'ancienne formation que le fleuve est impuissant à déplacer actuellement; ils contiennent une notable proportion de graviers;

2° Qu'il en est d'autres, plus mobiles, composés de sables fins que le fleuve peut déplacer latéralement et dans le sens longitudinal, qui ne contiennent plus de graviers, et ne communiquent entre eux que dans des circonstances rares;

3° Que les passes et mouillages sont constitués par un fond de vase molle, très meuble, qui ne contient pas de sables et est facilement tenue en suspension dans les eaux du fleuve;

4° Que le fleuve, dans l'état ordinaire, avec ses courants de marée, n'entraîne pas les sables qui ne peuvent passer dans un crible d'un demi-millimètre de section, et que le régime du fleuve permet à ces sables fins de rester stables avec une pente de 0,016 par mètre;

*avait avec des enlèvementes
du tra certain du résultat*

5° Que les apports des rivières qui constituent la Gironde, en arrivant dans l'estuaire marin, trouvent des vitesses de courant qui vont toujours en augmentant jusqu'à l'embouchure et augmentent la facilité de suspension des vases dans les eaux du fleuve;

6° Que dans les périodes où le fleuve est resté abandonné à lui-même, la surface totale des bancs et des îles n'ayant pas augmenté, montre que le fleuve entraîne à la mer la presque totalité des vases apportées par les rivières.

RÉSUMÉ

Les conclusions à tirer de ce travail paraissent être les suivantes :

L'étude du fleuve par les cartes, les courants et la nature des fonds montre que le régime du fleuve est constitué par la marée dont il faut faciliter l'accès.

Les courants de flot et de jusant ont chacun leur lit spécial.

Les profondeurs existent dans les parties du fleuve où les chenaux sont distincts; tandis que, lorsque les deux courants tendent à suivre le même lit, les profondeurs disparaissent.

Les chenaux sont constitués par une succession d'îles ou de bancs, laissant entre eux des intervalles qui permettent la communication d'un chenal à l'autre.

Le rapport qui existe entre les sections du fleuve à la pleine mer et à l'étiage va en augmentant progressivement depuis l'embouchure jusqu'à Bordeaux.

L'influence de l'apport de marée sur la profondeur est d'autant plus forte qu'on s'éloigne davantage de la mer.

Le rétrécissement des rives du fleuve produit fatalement la diminution proportionnelle de la section d'étiage et de la largeur des mouillages.

Les endiguements produisent, dans les passes, des ébranlements qui durent plusieurs années.

L'influence des saisons et de l'état hygrométrique du bassin du fleuve paraît être la suivante :

C'est en été que le fleuve remue le plus profondément les vases et les décharge à la mer.

C'est dans les années humides que les passes tendent à se dégager.

Les formes données au lit du fleuve par la courbure des rives ne sont pas en relation absolue avec les profondeurs. Il existe des profondeurs près des rives concaves, il en existe aussi dans des parties droites et même près de certains saillants de la rive. Il existe des courbes concaves qui n'ont pas empêché les atterrissements et les dépôts de se produire.

Les bancs de sables sont nécessaires pour maintenir le rapport voulu entre les sections de pleine mer et d'étiage, ils n'ont pas tous la même origine et ne communiquent que difficilement et rarement entre eux.

Les passes ne sont pas nécessairement solidaires les unes des autres, elles éprouvent des modifications qui ne se transmettent pas aux voisines.

Il faudra toujours craindre une invasion du chenal de navigation par des apports sablonneux que le fleuve sera incapable d'entraîner à la mer, et p r suite il est nécessaire de posséder un matériel puissant de dragues pour enlever immédiatement ces obstructions.

La canalisation du fleuve par endiguement ne peut assurer que ces obstructions ne se produiront pas, elle est insuffisante pour les détruire; en rétrécissant le lit du fleuve de marée haute, elle rétrécit, dans un rapport déterminé, le lit de marée basse qui forme le chenal de navigation et les mouillages; elle peut être dangereuse, car elle amène des colmatages et, en cas d'erreur, des perturbations qui peuvent être désastreuses.

Si donc des digues étaient reconnues nécessaires pour maintenir la séparation des deux lits de courants, ces digues ne devraient servir qu'à maintenir les bancs nécessaires, ne jamais être enrochées à la rive où elles produisent le colmatage et le rétrécissement des rives; et imitant le relief des bancs dépasser à peine le niveau du fleuve à l'étiage.

Enfin le matériel de dragues devant toujours exister, la

canalisation par creusement de la passe de navigation devrait être tentée. Cette expérience n'offre aucun danger, elle ne change rien aux rives du fleuve et au volume d'apport de marée, elle ne peut que faciliter la fixation des bancs hors du chenal, aviver les courants dans la passe de navigation, et aider au maintien des profondeurs acquises par les dragages. Un écartement des rives de 500 mètres permet d'obtenir une profondeur de 7 à 8 mètres dans le canal de navigation.

CONCLUSIONS

Cette étude doit aboutir à des conclusions sur les moyens d'améliorer les accès du port de Bordeaux.

Les difficultés les plus considérables se rencontrent entre le Bec-d'Ambès et Bordeaux. La Garonne maritime nous montre que, dans son lit d'étiage, à marée basse, lorsque les bancs sont découverts, elle peut entretenir un chenal de navigation profond de 5^m50 à 6 mètres, et d'une largeur de 120 à 150 mètres; c'est ce qui existe par le travers des bancs de Queyries, du Tigre, d'Allenet et de Macau; on peut croire qu'elle entretiendrait de même le chenal de navigation qui serait creusé dans son lit, avec la même largeur et la même profondeur, pour rejoindre entre elles les fosses de Bordeaux, Lormont, Lagrange, Purgues et de l'île du Nord. La rivière donne encore une autre indication : le long de la digue de Bassens, par le travers du banc de la Sole, qui, étant au milieu du fleuve et par la nature des éléments qui le constituent, est plus mobile que les autres, le fleuve entretient encore des profondeurs de 4^m50 environ. On pourrait, sans aucun risque d'erreur, se baser sur ce chiffre d'approfondissement de tous les seuils; les abaisser tous à 4^m50 au-dessous du niveau d'étiage, en enlevant, sur une largeur de 150 mètres, une tranche vaseuse de 1^m50 en moyenne d'épaisseur, sur les longueurs suivantes :

Bacalan, entre Bordeaux et Lormont.	1,400 mètres.
Bassens, entre Lormont et Lagrange.	2,000 —
Le Caillou, entre Lagrange et Purgues.	400 —
Le Bec-d'Ambès, entre Purgues et Cazeau.	2,000 —
TOTAL.	<hr/> 5,800 mètres.

ce qui donnerait comme cube des déblais :

$$5,800 \times 150 \times 1,50 = 1,255,000 \text{ mètres cubes,}$$

et comme dépense moins de un million et demi. Or, les seuils abaissés à 4^m50, c'est la possibilité au navire de 6^m50 de partir à toute marée de Bordeaux même, de ne plus être obligé de descendre à Pauillac plusieurs jours avant le départ, et d'y compléter son chargement à grands frais de gabares. Les paquebots du Brésil y embarquent ainsi à chaque voyage plus de cent tonnes à 3 francs chacune, qui sont naturellement à défalquer du fret déjà si faible.

Ce premier avantage obtenu à bien peu de frais, on pourrait essayer d'approfondir jusqu'à la cote de 5^m50 ou 6 mètres, pour obtenir l'accès du port en toute marée pour les navires de 7^m50 de calaison. Mais alors il faudrait, dans toute la longueur de la Garonne maritime, fixer les bancs qui n'atteignent pas le niveau de l'étiage, leur faire atteindre ce niveau par des enrochements qui exhausseraient leur ligne de faite jusqu'à marée basse, de façon à constituer la seconde rive d'étiage nécessaire pour conserver le rapport voulu des sections du fleuve à marée basse et à marée haute. Ces enrochements, qui ne gêneraient pas le libre jeu des courants et ne pourraient causer de colmatage, pourraient être placés :

Vis-à-vis la Sole, entre les kilomètres 7,5 et 9,5, longueur.	2,000 mètres.
Au Bec-d'Ambès, entre les kilomètres 24 et 26, longueur.	2,000 —
Entre le fort du Médoc et Beychevelle, en face du kilomètre 37 jusqu'au kilomètre 40.	3,000 —
TOTAL.	7,000 mètres.

à revoir

La dépense ne dépasserait certainement pas 100 francs le mètre courant. Par suite, ces endiguements pourraient revenir à moins d'un million. — Une troisième série de travaux pourrait alors être entreprise, celle de l'approfondissement par dragage des seuils, déjà dérasés à 4^m50, jusqu'à la cote de 5^m50 et celui des passes de Bassens le long de la digue actuelle, d'une longueur de 2,000 mètres. La surface totale à approfondir atteindrait environ 1,500,000 mètres carrés pour une profon-

deur d'un mètre, ce serait un million et demi de mètres cubes.

L'ensemble des dépenses d'exécution, en dehors du matériel que nous avons démontré être indispensable en tous cas, monterait donc :

Première canalisation à 4 ^m 50.	1,500,000 francs.
Série d'endigements.	1,000,000 —
Deuxième canalisation à 5 ^m 50.	1,500,000 —
TOTAL.	<u>4,000,000 francs.</u>

Quatre millions de francs pour la Garonne maritime jusqu'au mouillage de l'île du Nord.

Au delà, et jusqu'au mouillage de Trompeloup, on rencontre le haut fond de Beychevelle, sur lequel n'existent que 3 mètres à 3^m50 d'eau; les dragues y travaillent actuellement, et il est très probable que si l'on fixait et exhausait le banc de Saint-Julien, les profondeurs s'obtiendraient plus facilement et se maintiendraient.

Avec ces faibles dépenses la montée des navires de 7^m50 serait assurée jusqu'à Bordeaux.

Mais non leur mouillage, car à marée basse les grands navires échoueraient; sur fond de vase, il est vrai, sans danger, mais encore c'est toujours une mauvaise condition pour un navire de porter sur ses flancs lorsqu'il est chargé.

Avec le développement espéré pour Bordeaux, on prévoit dans l'avenir l'insuffisance des quais, et l'on cherche à créer un avant-port où pourraient arriver les navires de la plus grande calaison, sans rompre charge, et en repartir de même en pleine charge.

Cette question est fort délicate, et a été fort controversée à Bordeaux. Notre avis ne sera motivé que par des considérations purement nautiques :

Ce que l'on paraît vouloir, c'est une darse étendue avec un grand développement de quais ou de wharfs en relation avec les voies ferrées, de plus la possibilité d'établir des magasins, des clôtures, des entrepôts de transit, et tous les moyens de

chargement et de déchargement possibles ; il faut que le navire puisse y entrer, en sortir sans difficulté et sans danger, et que la navigation hauturière puisse commencer immédiatement.

Pour que le navire de 7^m50 puisse se présenter à toute heure de marée, il faut que l'entrée de cette darse présente un mouillage certain d'au moins 7 mètres avec évitage. — Ces conditions n'existent dans aucun point de la Garonne maritime en amont du Bec-d'Ambès. Le point le plus éloigné de l'embouchure, le plus intérieur où elles existent, c'est le mouillage de l'île du Nord et de l'île Verte. — C'est donc là seulement qu'il faut songer à mettre l'entrée de l'avant-port de Bordeaux, car c'est là seulement que le fleuve a de tout temps présenté les profondeurs qu'il faut être sûr de trouver avant de se lancer dans des dépenses formidables.

Or ces mouillages de l'île du Nord et de l'île Verte, où l'on trouve de 7 à 10 mètres de profondeur, commandent l'entrée de la plus belle darse que l'on puisse imaginer ; d'une étendue de 350 hectares mouillés, avec des largeurs de 200 à 400 mètres sur une longueur de 11 à 12 kilomètres, c'est le bras de Macau, dont la rive est à un kilomètre du chemin de fer. Ce vaste espace peut être laissé en communication avec le fleuve, les courants s'y développent comme dans la rivière, en suivant les mêmes lois, le colmatage n'y est pas plus à craindre, car il ne s'est pas produit malgré les digues transversales et longitudinales qu'on a élevées en face de Macau. Un canal de navigation, partant de l'île Verte jusqu'à Macau, ne coûterait que le prix d'extraction des vases, puisqu'il n'y aurait aucun achat de terrain à faire. La moyenne des profondeurs y est d'environ 2^m50, il y aurait 5 mètres à creuser pour avoir la calaison de 7^m50 ; à mer basse de syzygie sur une largeur de 100 mètres et une longueur de 12,000 mètres ; le cube des déblais serait :

$$12,000 \times 100 \times 5 = 6,000,000 \text{ de mètres cubes.}$$

Le prix d'extraction est connu, 1 franc le mètre : c'est une dépense de six millions, et les plus grands navires seraient à 16 kilomètres de Bordeaux, à 16 minutes en train direct ; en

relations par gabares en une seule marée, pour Bordeaux, pour le Médoc et pour les Charentes par Blaye, pouvant arriver, pouvant partir de nuit comme de jour avec des feux de direction que les grandes lignes droites du parcours permettraient d'installer, économisant enfin et le temps et le gabarage.

Telle est la solution d'avant-port qui paraît la seule pratique, la seule dont tous les éléments peuvent être calculés exactement à l'avance et qui ne puisse donner aucun mécompte.

En résumé, amélioration progressive de la Garonne maritime par les dragages et l'exhaussement des bancs jusqu'à hauteur d'étiage. Puis, appropriation du bras de Macau aux besoins de la grande navigation et son raccordement au chemin de fer.

(Extrait du *Bulletin de la Société de géographie commerciale de Bordeaux*.)

Index

	pages
Le fleuve	3.
Profondeur du fleuve	5.
Banes et passes. - carte	7 & 9
Courants de mer et de l'écluse	10
Débit du fleuve	12.
Valeurs en suspension	13.
Surface des sections du fleuve	16
Revue historique, embouchure, carte.	18, 19.
Le Gironde en 1677 carte.	22.
Courants de mer, espaces parcourus	25.
Densités - Salure de l'eau	28
Température de l'eau	30
Fonction des banes	32.
Grâce des rives.	34
Variations du débit du fleuve, leur influence	37
Fonds du fleuve	41.
Banes de sable - différences.	43.
Indépendance des banes	48.
Éléments mobiles	49.
Résumé	52.
Conclusions - calcul des débits.	

