

# **LA LAGUNE DE MOULAY-BOU-SELHAM**

## **ETUDE HYDROLOGIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE \***

**Pierre-Christian BEAUBRUN \*\***

\* Ce travail a été réalisé dans le cadre de nos recherches à la Section des Ressources lagunaires et d'Aquaculture de l'Institut des Pêches maritimes du Maroc.

\*\* Laboratoire de Zoologie, Institut Scientifique, Rabat.

## RESUME

La lagune de Moulay-Bou-Selham, ou Merja-Zerga, est située sur la côte nord atlantique marocaine. Elle a pour particularité de communiquer de façon permanente avec l'océan depuis 1950 ; l'oued Drader et le canal du Nador l'alimentent en eau douce.

Les paramètres suivants sont étudiés : granulométrie et calcimétrie des sédiments, profondeurs, force des courants, interpénétration des eaux marines et des eaux douces ainsi que leur répartition dans le temps et dans l'espace.

La Merja-Zerga, ou lagune de Moulay-Bou-Selham, est le milieu lagunaire le plus septentrional de la côte atlantique marocaine (figure 1). Son unique passe la faisant communiquer avec l'océan a pour coordonnées :

06°18'10" de longitude Ouest  
et 34°52'30" de latitude Nord.

## 1. FORMATION DE LA MERJA

La Merja-Zerga occupe une cuvette tectonique inscrite dans un triangle. Ceinturée au SE par les collines de Lalla Zohra (100 m), au NE par les collines d'El Ferjane (197 m) et Lalla Rhano (158 m), elle est bordée à l'W par une côte rectiligne orientée NNE-SSW. La frange littorale (Sahel) est constituée d'une plage sableuse dominée par une falaise gréseuse résultant de l'érosion d'un cordon dunaire littoral consolidé. Ce cordon dunaire, interrompu au niveau du goulet de la merja, isole, entre l'océan et la plaine sableuse Villafranchienne située dans l'arrière-pays, une succession de merjas côtières dont la lagune de Moulay-Bou-Selham est l'un des éléments. A l'heure actuelle, et compte tenu des travaux d'assainissement et d'irrigation effectués dans la plaine du Gharb, la Merja-Zerga reste la seule, entre Larache et Kénitra, qui communique de façon permanente avec l'océan Atlantique. Cette communication est entretenue par l'important débit des arrivées d'eau douce dans la lagune, ce qui permet à la cuvette dépressionnaire de se remplir et de se vider à chaque alternance de marée.

## SUMMARY

The Moulay-Bou-Selham lagoon, also called Merja-Zerga, is situated on the north atlantic coast of Morocco. Since 1950, it has had a permanent outlet to the ocean. The Drader river and the Nador canal supplies it with fresh water.

The following parameters are studied : granulometry and calcimetry of the sediments, depth, strength of the streams, interpenetration of sea and fresh waters as well as their repartition over time and space.

La coupe naturelle créée par l'érosion sur la partie N du goulet de Moulay-Bou-Selham, à travers le cordon dunaire, montre une assise de grès Soltanien recouverte d'une formation de sable gris (Rharbien ancien) et surmontée d'un manteau épais de sable blanc (Rharbien récent). Ces trois formations dunaires récentes se retrouvent, plus au S vers Kénitra, où elles sont juxtaposées.

## 2. CLIMATOLOGIE

Aucune station météorologique ne fonctionne dans les environs immédiats de la merja. Toutefois, dans une étude approfondie du Gharb (LE COZ, 1964), nous trouvons quelques indications générales sur les conditions climatiques de cette région.

La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 700 et 750 millimètres. La température moyenne annuelle est de 18° C, oscillant de 4° à 6° C de température moyenne en janvier, à 30-32° C de température moyenne en juillet.

Nous sommes donc en présence d'un climat de type méditerranéen soumis aux influences océaniques, avec un maximum pluviométrique en saison froide et plus particulièrement en automne, et un minimum en saison chaude tendant à une sécheresse presque absolue en été. Le caractère océanique de ce climat est également mis en évidence par des vents de composante W et principalement SW.

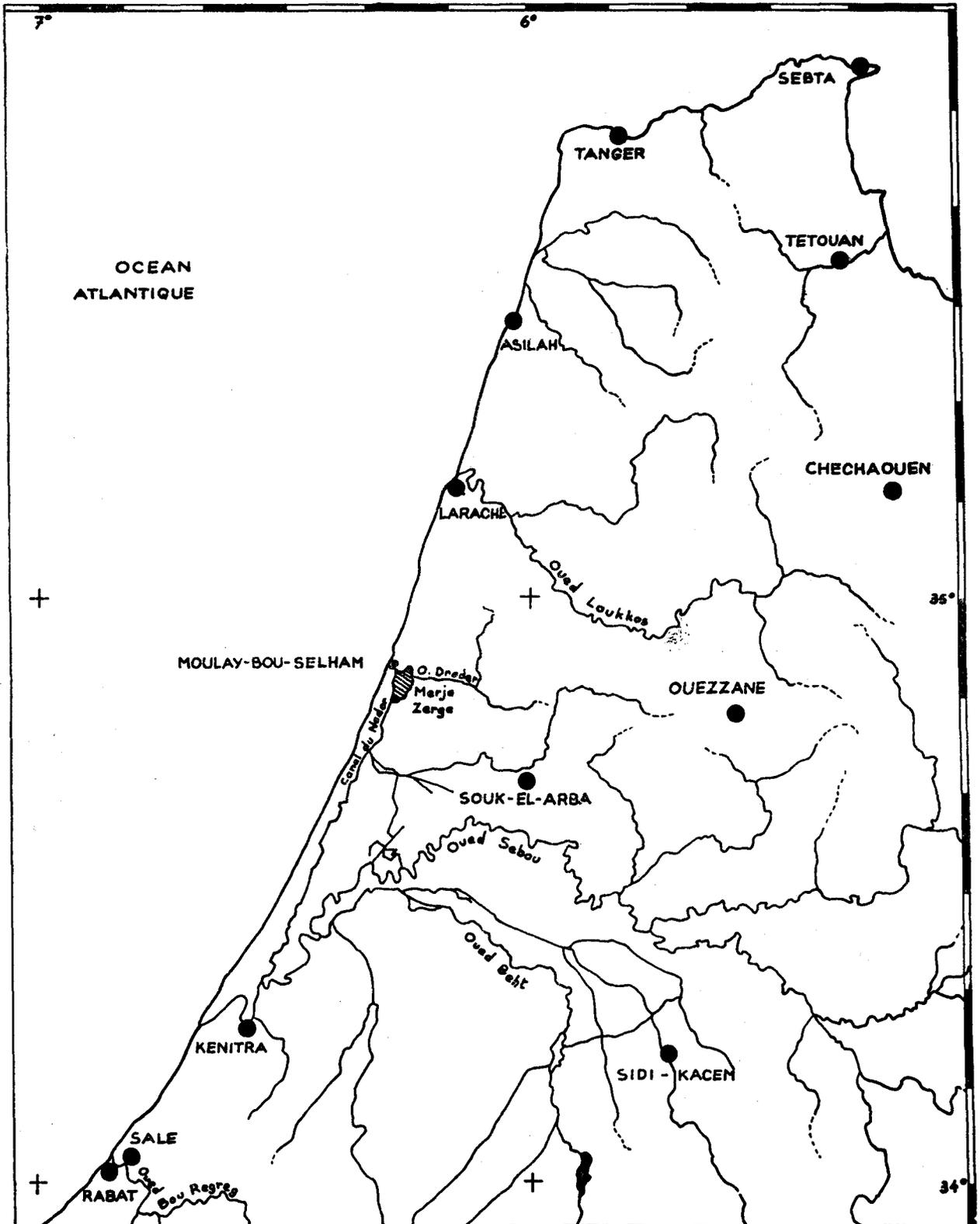


Figure 1. — Situation de la lagune de Moulay-Bou-Selham sur la côte atlantique marocaine.

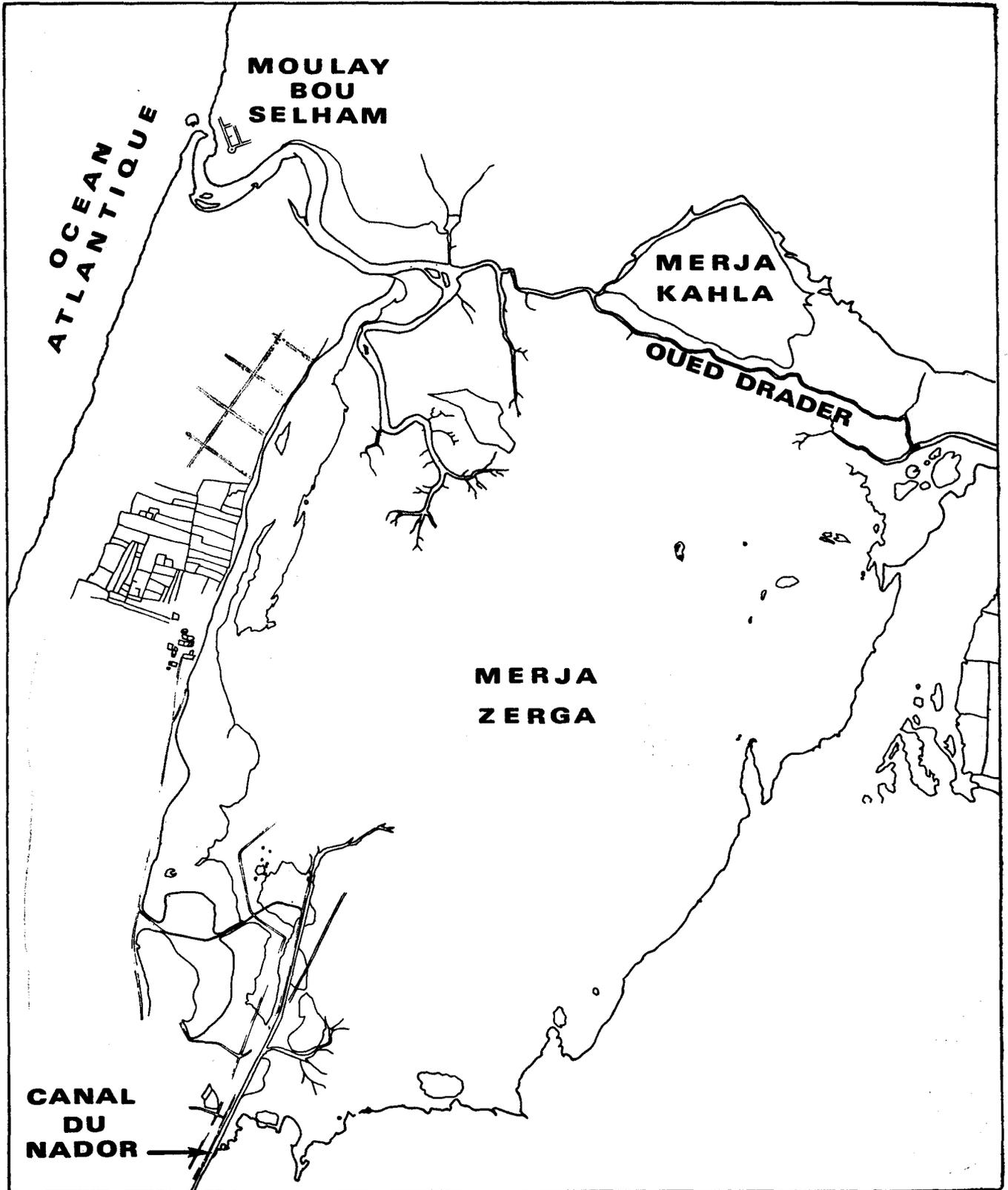
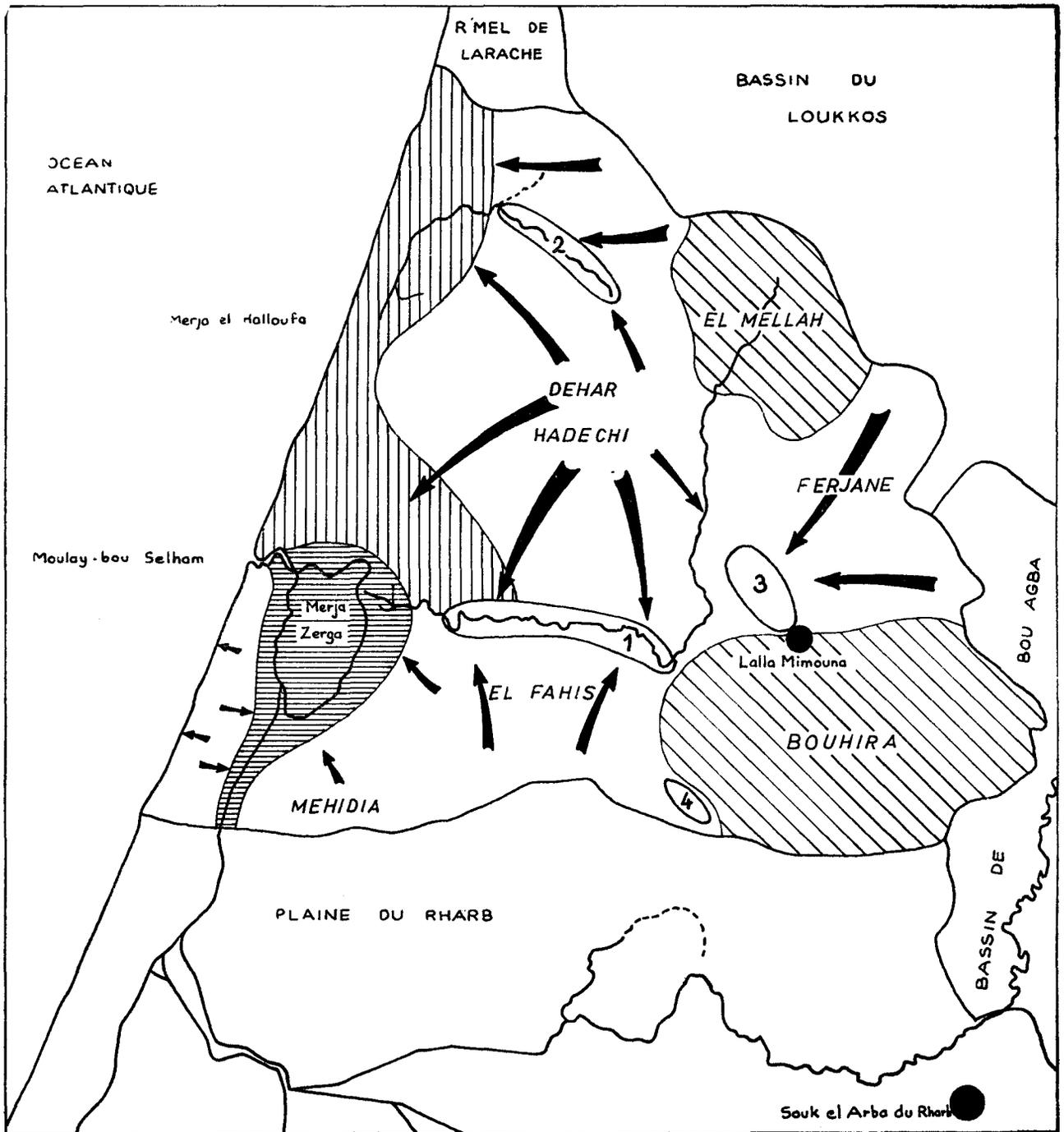


Figure 2. — La lagune de Moulay-Bou-Selham, présentation générale.



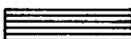
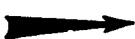
- |  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|                                | Secteur sans nappe aquifère                           | 1 | Zone des sources du Drader                  |
|                                | Secteur à nappe d'eau saumâtre                        | 2 | Zone des sources du Soueïr                  |
|                                | Secteur avec nappe difficile à exploiter par pompages | 3 | Zone des sources El Ferjane - Lalla mimouno |
|                                | Secteur avec nappe facile à exploiter par pompages    | 4 | Zone des sources Tihili - Skhoum            |
|  Sens d'écoulement des nappes |   |   |   |

Figure 3. — Ecoulement des nappes phréatiques du Bassin du Drader-Souei (d'après COMBE, 1968).

### 3. ASPECT GENERAL DE LA MERJA-ZERGA

La lagune de Moulay-Bou-Selham, de forme générale elliptique, longue de 9 kilomètres et large de 5 kilomètres, occupe une cuvette de 35 km<sup>2</sup> à l'intérieur de laquelle le niveau de l'eau est variable suivant les marées et les saisons (figure 2). C'est une merja typique à Hadras et Saregs, c'est-à-dire dont le profil du fond est formé de cuvettes peu profondes (Hadras) et de chenaux d'écoulement (Saregs). Ce type de merja résulte du mode de formation et des conditions hydrologiques qui lui sont associées, et les profondeurs varient donc de quelques décimètres à plusieurs mètres selon les endroits.

Deux arrivées d'eau douce, permanentes, se jettent dans la lagune : l'oued Drader au NE et le canal du Nador au S dont les débits cumulés permettent le maintien constant d'une communication avec l'océan. La lagune est traversée, dans sa partie N, par l'oued Drader qui y creuse un chenal pour atteindre la mer, et dont les berges sont délimitées par deux petites levées. Cette disposition divise donc la cuvette générale en deux merjas d'importances inégales : la Merja-Kahla au N, et la Merja-Zerga au S.

La Merja-Kahla, d'une superficie de 3 km<sup>2</sup>, est très faiblement profonde. Inondée à marée haute et entièrement vide d'eau à marée basse, elle communique directement avec l'oued Drader avant que ce dernier ne se jette dans la merja principale. Son sol, constitué d'une vase très sombre, lui a valu le qualificatif de Kahla, signifiant Noire, puisque la mince pellicule d'eau (quelques décimètres) l'envahissant à marée haute ne parvient pas à masquer la couleur du sédiment.

La Merja-Zerga, d'une superficie de 27 km<sup>2</sup>, est toujours envahie par le flot à marée montante. Elle paraît alors plus bleue que la Merja-Kahla (Zerga = Bleue), sa profondeur étant plus importante. A marée basse, la Merja-Zerga est une vaste étendue de vase thixotropique dans laquelle ne subsistent que deux chenaux de vidange très courts se jetant dans le chenal de l'oued Drader. La dépression elliptique générale de la lagune de Moulay-Bou-Selham est une Slikke importante couronnée d'un Schorre classique.

### 4. ALIMENTATION DE LA LAGUNE EN EAU DOUCE

Le régime hydrologique de la lagune de Moulay-Bou-Selham, tributaire de l'influence des marées, est rendu complexe par les apports d'eau douce, de trois types, aboutissant dans la merja.

L'oued Drader se jette dans la région NE de la lagune. Ses cours supérieur et moyen suivent une direction N-S et sont intermittents. L'oued ne devient pérenne qu'après avoir pris une direction E-W, alors qu'il bénéficie du déversement des sources qui alimentent son cours inférieur. En débouchant dans la Merja-Zerga, il s'est creusé un chenal qui lui permet d'atteindre la mer par le goulet de la lagune. Cet oued fait l'objet de jaugeages sporadiques en étiage, au pont de la route de Souk-el-Arba à Moulay-Bou-Selham. Son débit moyen annuel calculé se situe autour de 1 m<sup>3</sup>/s à l'embouchure ; le débit minimum d'étiage est de 300 l/s (août 1967, année très sèche) mais avoisine 500 l/s en année moyenne.

Le canal du Nador se déverse dans la partie S de la Merja-Zerga, et ses eaux se dispersent dans la dépression envahie par la marée. Mis en service en 1953, il draine les merjas côtières, situées au S de Moulay-Bou-Selham et qui, en périodes de précipitations importantes, pouvaient aggraver le mécanisme des inondations dans les régions littorales du Gharb, sur la rive droite du Sebou. De très faible débit en période sèche, ses apports sont par contre importants en période de pluies, quoique n'ayant pas fait l'objet de relevés précis.

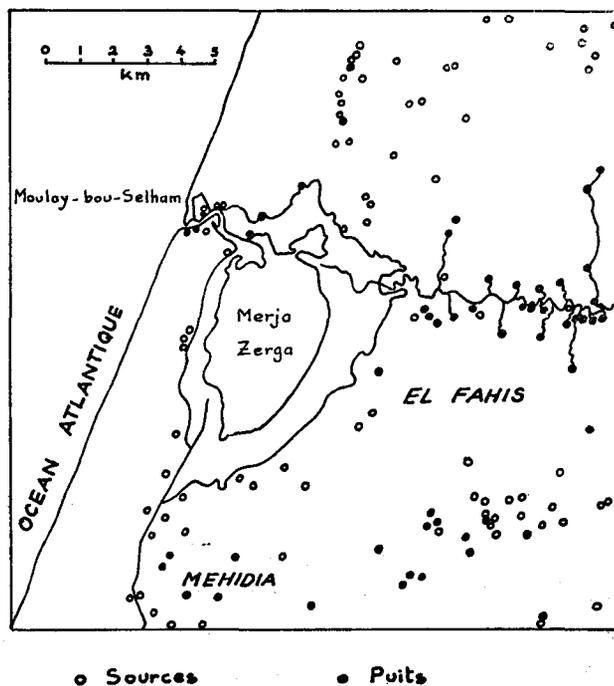


Figure 4. — Emplacement des sources et des puits autour de la Merja-Zerga (d'après COMBE, 1968).

Si l'oued Drader et le canal du Nador sont les deux arrivées d'eau douce permanentes et nettement visibles dans la merja, une étude du Ministère des Travaux Publics et des Communications (COMBE, 1968) a mis en évidence l'existence d'une nappe phréatique alimentée par infiltration des eaux de pluie et dont les apports ne sont pas négligeables. L'écoulement souterrain de cette nappe dans la région de la Merja-Zerga est schématisé sur la figure 3, et sa faible profondeur est prouvée par le grand nombre de puits et de sources situés tout autour de la lagune (figure 4).

## 5. LE GOULET ET LA PASSE

Le goulet, conduisant à la passe qui fait communiquer la merja et l'océan, se forme dès que le chenal de l'oued Drader s'est adjoint les deux chenaux d'écoulement creusés dans la Merja-Zerga. Long de 2,8 kilomètres, large de 0,15 kilomètre, il se heurte à la dune littorale consolidée qu'il perce en décrivant un S axé NW-SE. Sa rive droite, rocheuse, est à pic, profonde de 8 à 10 mètres, alors que la rive gauche a un profil en plage peu incliné. La passe elle-même, permanente et large d'une centaine de mètres, est soumise à un perpétuel remaniement en raison de la forte accumulation de sable dunaire à son niveau.

## 6. EVOLUTION DE LA TOPOGRAPHIE ET MODIFICATIONS DE LA MERJA

Nous allons retracer ici les modifications topographiques ayant eu lieu dans la Merja-Zerga au cours des dernières années, et les évolutions du goulet que l'on doit attendre dans toute lagune située en terrain sableux et soumise aux actions dynamiques conjuguées de l'océan et des vents.

### 6.1. La lagune en 1931

Dans une étude sur les lagunes de la côte occidentale du Maroc (GRUVEL, 1931), on peut relever la description suivante de la Merja-Zerga : « Elle est formée de deux parties : l'une de beaucoup la plus vaste, relativement plate, c'est la « Merja » ou partie marécageuse, et l'autre située au Nord-Est de la première, beaucoup plus réduite et plus profonde également, c'est la « Zerga » ou « Lac Bleu ». D'où le nom de « Merja ez Zerga » que l'on donne normale-

ment à cette formation »... « Cette énorme lagune ne communique pas d'une façon permanente avec la mer, mais seulement d'une façon intermittente ». Le premier point remarquable à noter est que les profondeurs des deux merjas se sont inversées depuis 1931, ce qui a entraîné un transfert de l'adjectif Zerga (Bleue) de la petite à la grande merja. Le second point, le plus important, est l'intermittence des communications, à cette époque, entre la lagune et la mer. Il nous a donc paru intéressant d'essayer de retracer l'évolution du goulet de Moulay-Bou-Selham.

### 6.2. L'évolution du goulet

Depuis 1928, le goulet par lequel s'effectuaient les échanges d'eaux entre la lagune et l'océan s'est obstrué trois fois. Chaque fois, il demeurait ouvert 2 ans et fermé 4 à 5 ans.

Lorsqu'il était fermé, il y avait une plage de sable, large de 500 mètres approximativement, entre la mer et les eaux de la merja. Les riverains pouvaient alors passer à pied ou à bourricot pour se rendre au souk voisin, au lieu de contourner la lagune comme ils le font à l'heure actuelle. Parfois, en période de très forte mer, les plus grosses vagues parvenaient à franchir la plage de sable et le poisson profitait de ces quelques centimètres d'eau pour transiter dans les deux sens. Pendant les périodes où la merja était isolée de l'océan, les arrivées d'eau douce du Drader associées au ruissellement des pluies convergeant vers la dépression naturelle élevaient progressivement le niveau général de la lagune. Les habitants des douars voisins, voyant les pâturages et les champs de joncs submergés, se réunissaient alors pour creuser la langue de sable qui empêchait l'évacuation des eaux. Ils aménageaient ainsi un petit goulet qui s'élargissait de lui-même par simple vidange des eaux accumulées. Lorsqu'il s'ouvrait, le goulet était toujours situé au S, en bordure des dunes de sable, et non contre la falaise N.

Le chenal parvenait à se maintenir ouvert pendant deux ans, rarement trois. Puis, le courant s'affaiblissant dans le goulet, il suffisait d'une grosse mer pour qu'un dépôt de sable se forme et obstrue à nouveau la passe. Le cycle recommençait alors.

Nous résumerons ici un rapport de l'Office National d'Irrigation (communication de COMBE) qui retrace l'évolution des modifications artificielles de la passe :

1950 : Ouverture d'un nouveau canal dans le goulet, au Nord de l'emplacement naturel, pour assurer un exutoire aux eaux de drainage du réseau rive droite du Sebou en cours de construction.

Janvier 1951 : Le mur de soutènement du marabout de Moulay-Bou-Selham est entamé et l'édifice est menacé. Reconstitution du mur de protection assurée par les Travaux Publics.

Mai à septembre 1951 : Dégradation du restaurant « La Potinière » (installé sur la plage), de l'escalier de descente du rond-point à la plage, et d'une partie du mur d'enceinte du rond-point. Le goulet fonctionne bien, mais a modifié son tracé par une incurvation vers le Sud.

Août 1952 : Le rond-point a disparu, la brèche du mur d'enceinte s'est aggravée, la plage est dégarinée de sable. Le goulet est en deux branches : l'une au Nord a ravagé la plage mais est en cours de comblement, l'autre au Sud existe normalement.

Janvier 1953 : Les dégradations se poursuivent. Le canal du Nador vient d'être mis en service.

Février 1953 : Le centre d'estivage doit être déplacé, le boulevard du front de mer est en cours de destruction.

Juillet 1953 : Le contrôleur de Souk-el-Arba, auquel les usagers de la lagune fournissent bénévolement 150 à 200 ouvriers agricoles, entreprend le

perçement d'un nouveau chenal à quelques 300 mètres au Sud de l'actuel, en un endroit où la lagune de sable s'est rétrécie à 80 mètres. Ouverture le 1<sup>er</sup> août 1953.

Septembre 1953 : La situation est satisfaisante et les effondrements des berges ont cessé à la station.

Avril 1954 : Le nouveau goulet n'a apporté aucune solution durable, et les divagations ont repris vers le Nord dès les premières pluies.

Janvier 1955 : Un nouveau goulet s'est créé, se déplaçant vers Moulay-Bou-Selham, devant l'arrivée des crues de réseau d'assainissement et la montée de la Zerga.

Depuis, le goulet a poursuivi son évolution jusqu'à rencontrer un obstacle plus résistant au sein de la masse sableuse sans cohésion qu'il érodait jusque là. Cette tendance n'a fait que se poursuivre jusqu'à aujourd'hui, avec de temps en temps de fugitifs retours en arrière. Ainsi, en janvier 1971, le cordon de sable a failli être sectionné à sa racine. Les vagues, aux fortes marées, passaient directement dans la région S du goulet. Nous avons pu réunir une série de photographies aériennes retraçant l'évolution naturelle ou artificielle du goulet. Ces prises de vues (photos 1, 2 et 3) illustrent les phénomènes que nous venons d'étudier.

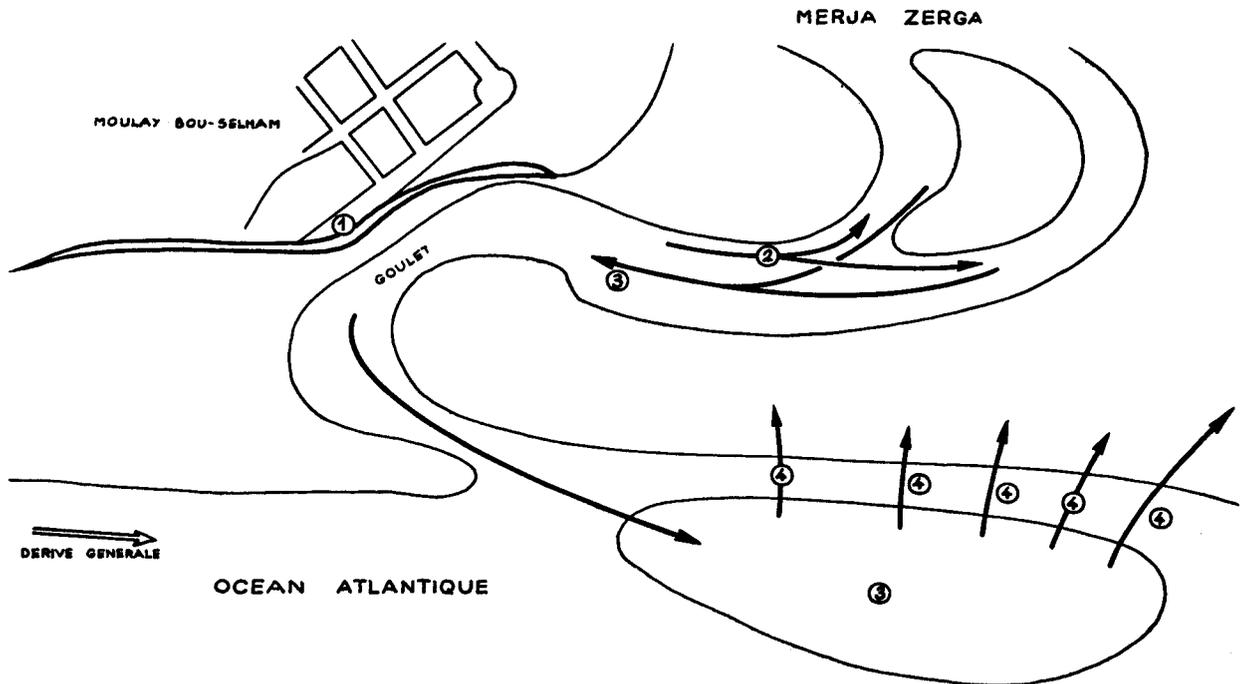


Figure 5. — Erosion et transport de sédiment dans le goulet de la Merja-Zerga.  
1. : zone d'érosion à marée haute ; 2 : transport des sédiments pendant le flot ;  
3 : transport des sédiments pendant le jusant ; 4 : transport vers les dunes vives.

Photographie 1.

Vue aérienne du goulet et de la passe de la Merja Zerga. (Cliché I.G.N. pris le 28-11-1950 à 600 m d'altitude.)



Photographie 2.

Vue aérienne du goulet et de la passe de la Merja Zerga. (Cliché I.G.N. pris le 21-5-1954 à 300 m d'altitude.)



Photographie 3.

Vue aérienne du goulet et de la passe de la Merja Zerga. (Cliché P.C. Beau-brun pris le 15-6-1972 à 500 m d'altitude.)





### 6.3. Erosion et transport de sédiment dans le goulet

L'orientation du littoral fait que la région de Moulay-Bou-Selham s'offre de plein fouet à l'action de la houle et des vents dominants.

A marée montante (figure 5), l'érosion est particulièrement importante sur les dunes de sable et la plage situées au pied du village. Le courant de flot entraîne alors de grosses quantités de sable en suspension qui se déposent en amont dans le goulet.

Pendant le jusant, ces dépôts de sable sont repris par les courants et entraînés hors de la lagune où ils constituent un banc en s'étalant au S de la passe sous l'influence de la dérive générale des eaux atlantiques.

Les éléments de ce banc sont repris à nouveau, par les vents et la houle pendant le flot, pour aller engraisser les dunes vives au S du goulet. Les processus d'érosion sont particulièrement intenses en hiver, et la quantité de sédiment remaniée est accrue par les apports continentaux de l'oued Drader. Les directions du vent et de la houle à cette saison interdisent le transport des sédiments sur de longues distances, entraînant une reprise sur place pour engraisser le littoral.

### 7. PROFONDEURS DE LA MERJA

Les sondages ont été réalisés le 31 juillet 1971, en période de morte-eau, à marée basse (coefficient 1,7). Tous les relevés ont été effectués dans la partie la plus profonde des chenaux accessibles à ce moment, et les valeurs trouvées, portées sur la figure 6, sont précises à 0,1 mètre près.

A marée basse, toute la merja est à sec, seuls les chenaux d'écoulement II et III ainsi que la partie aval du Drader sont en eau. La partie amont de l'oued Drader, en raison du débit peu important de l'oued à cette saison, accuse une profondeur trop faible pour y accéder en bateau.

A marée haute, la Slikke de la merja est envahie par le flot et recouverte d'une nappe de 40 à 60 centimètres de profondeur, inaccessible elle aussi par bateau.

Les fonds sont maximum au pied de la falaise de Moulay-Bou-Selham, et diminuent de façon homogène jusqu'aux parties distales des différents chenaux.

Profondeur moyenne de la partie aval du chenal I : 3,5 mètres.

Profondeur moyenne du chenal II : 2,7 mètres.

Profondeur moyenne du chenal III : 1,5 mètre.

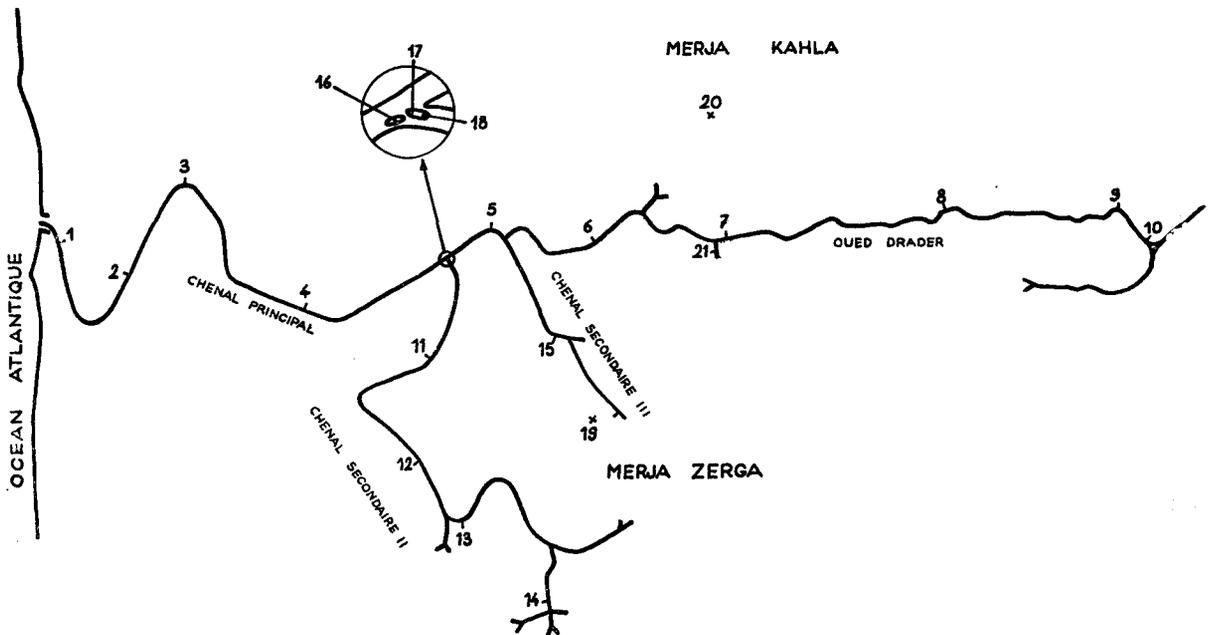


Figure 7. — Prélèvements de sédiments effectués dans la Merja-Zerga.

## 8. GRANULOMETRIE ET CALCIMETRIE DES SEDIMENTS

21 prélèvements de sédiments, effectués principalement dans la partie la plus profonde des chenaux majeurs de la lagune (I : passe, goulet et cours de l'oued Drader ; II et III : chenaux d'écoulement des eaux de la Merja-Zerga) ont donné les résultats de granulométrie et de calcimétrie \* indiqués sur le tableau 1.

Pour chaque station, la ligne supérieure mentionnée sur le tableau est celle des analyses de granulométrie (exprimée en pour-cent pour l'ensemble du prélèvement) et la ligne inférieure précise les résultats des analyses de calcimétrie (exprimée en pourcentage de calcaire pour chacune des fractions les plus significatives de l'échantillon).

Les stations de prélèvement sont portées sur la figure 7, et la représentation graphique des résultats obtenus fait l'objet de la figure 8.

### 8.1. Granulométrie

Pour éviter une discussion fastidieuse, station par station, nous avons groupé les prélèvements en entités que nous allons étudier dans leur ensemble.

*Le chenal principal I* correspond au cours inférieur de l'oued Drader et à son prolongement dans la merja jusqu'à son débouché à la côte. Dix prélèvements (stations 1 à 10) ont été effectués dans ce chenal. A chacune de ces stations nous constatons une nette prédominance de la fraction Sables fins, comprise entre 0,5 et 0,2 mm. Toutefois, une observation plus minutieuse permet de mettre en évidence une variation entre les portions aval et amont de ce chenal.

La partie aval s'étend de la passe de la lagune jusqu'au point où l'oued Drader se jette dans la merja. Cette portion est caractérisée par des sédiments dans lesquels les fractions Sablons et Lutites sont négligeables, alors que Rudites, Sables grossiers et Sables moyens voient leur pourcentage global régrosser en remontant le cours du chenal. Seul le prélève-

ment 2 semble faire exception : la composition granulométrique de cette station, presque uniquement constituée de Sables fins (87,3 %), prouve bien ce que nous avons déjà vu plus haut, à savoir le dépôt des sables bien calibrés arrachés au littoral par la houle et transportés pendant le flot. Le sédiment de cette station doit révéler une composition granulométrique extrêmement variable selon les marées et les saisons.

La partie amont correspond au cours de l'oued Drader proprement dit. Ici, les fractions supérieures à 0,5 mm sont quantitativement négligeables. Les Sables fins (0,5 à 0,2 mm) diminuent progressivement pour être remplacés par des fractions plus fines telles que Sablons grossiers et Sablons fins.

*Le chenal d'écoulement II* est le plus long chenal parcourant la merja à marée basse, avant de déboucher dans le chenal principal I. Quatre prélèvements (11, 12, 13 et 14) y ont été réalisés. Dans ces sédiments, la fraction de Sables fins est proportionnellement très importante. Associée vers l'aval à des éléments plus gros résultant du transport des coquilles de Mollusques accumulées en amont, la granulométrie générale de ce chenal évolue vers des constituants beaucoup plus fins (Lutites) lorsque l'on se rapproche de la partie distale située à l'intérieur de la Slikke. A la station 14, c'est-à-dire à l'extrémité amont du chenal, nous voyons réapparaître une quantité notable d'éléments grossiers : à cet endroit, le chenal se creuse dans les bancs de Mollusques, morts à l'heure actuelle, qui vivaient dans la merja et qui ont été recouverts de vase très fine.

*Le chenal d'écoulement III* n'a fait l'objet que d'un seul prélèvement de sédiment à la station 15. La granulométrie de cet échantillon s'explique par des mécanismes identiques à ceux observés dans le chenal d'écoulement II, la station 15 pouvant être considérée comme étant une station intermédiaire entre les stations 13 et 14 puisqu'elle est située à mi-longueur du chenal III.

*La Merja-Kahla et la Merja-Zerga* : l'analyse granulométrique du prélèvement 20 (Merja-Kahla) montre bien que cette merja est en voie de comblement quand on la compare au prélèvement 19 (Merja-Zerga) beaucoup plus évolué et constitué uniquement de Sablons fins et de vases.

*Les prélèvements 16, 17 et 18*, effectués sur un banc de sable situé à la confluence des chenaux I et II, mettent clairement en évidence le mode de dépôt des coquilles et des sables transportés par les courants de vidange de la lagune.

\* Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à M. MATHIEU, du Laboratoire de Micropaléontologie de la Faculté des Sciences de Paris, qui a bien voulu se charger de l'analyse des sédiments récoltés.

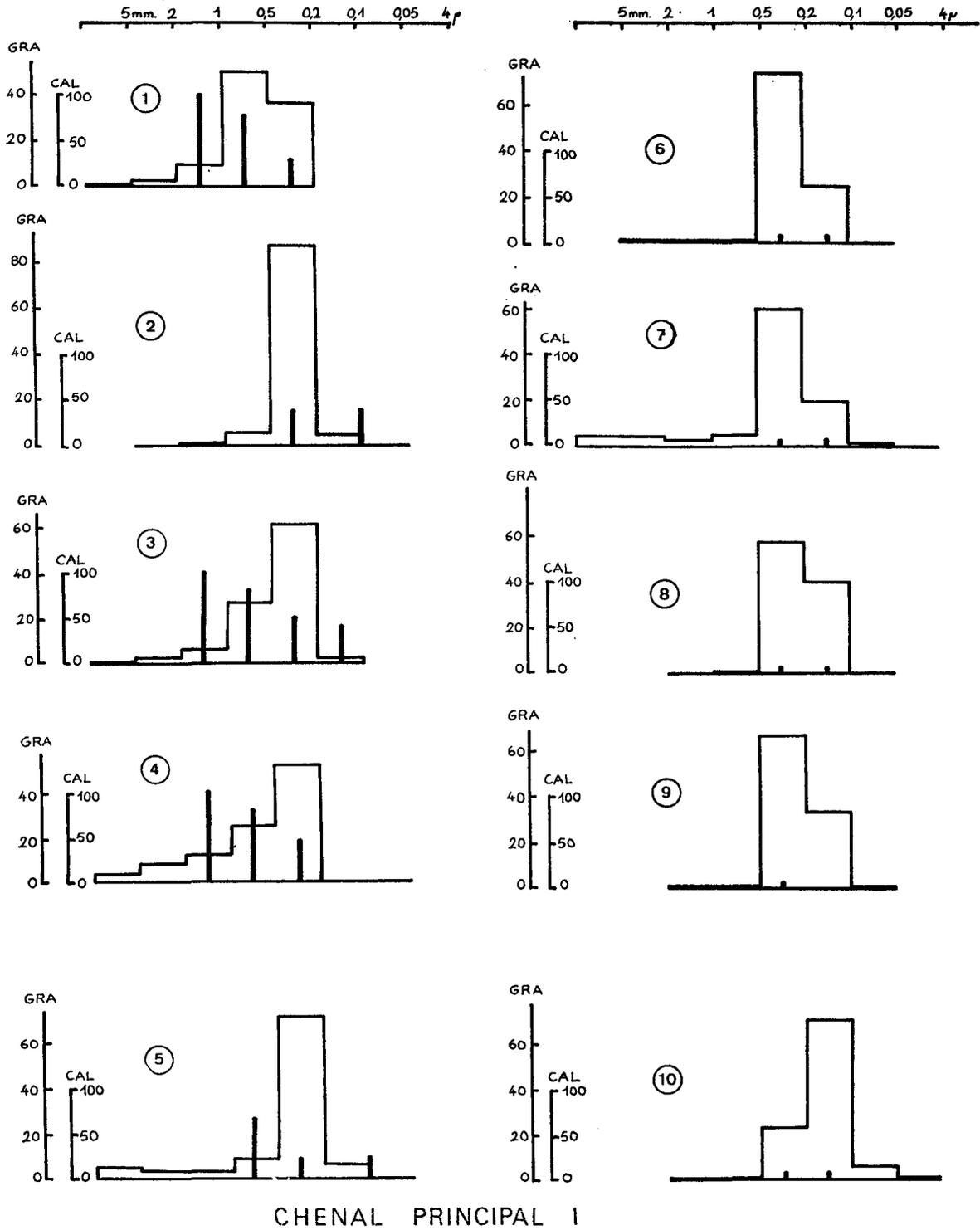
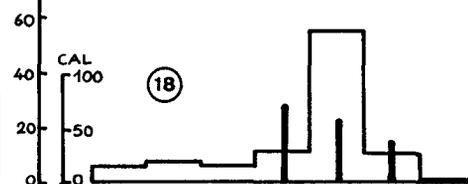
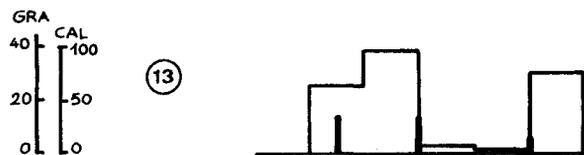
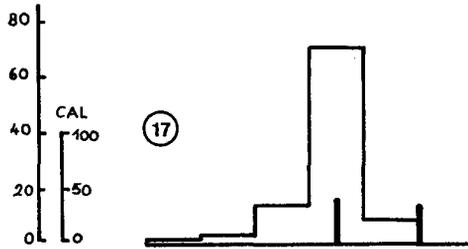
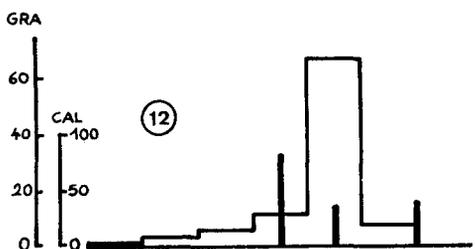
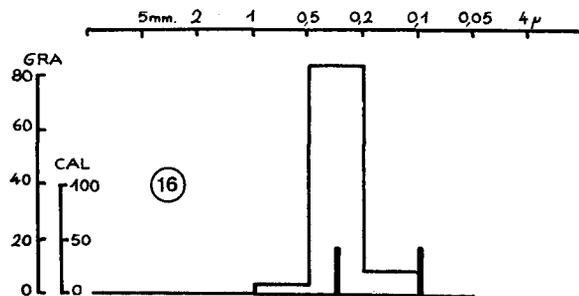
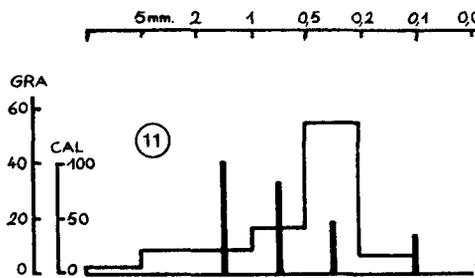


Figure 8. — Résultats des granulométries et des calcimétries réalisées sur les échantillons de sédiments prélevés dans la Merja-Zerga.

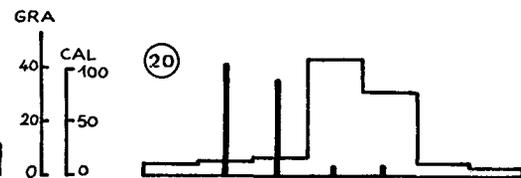


BANC DE SABLE



MERJA ZERGA

CHENAL SECONDAIRE II



MERJA KAHLA

CHENAL SECONDAIRE III

DIVERTICULE →

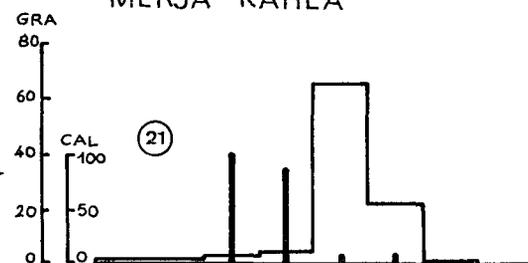


Tableau 1. — Résultats des analyses granulométriques (ligne supérieure) et calcimétriques (ligne inférieure) effectuées sur les 21 échantillons de sédiments prélevés dans la lagune de Moulay-Bou-Selham

STATIONS	R U D I T E S		A R E N I T E S					L U T I T E S	
	5 mm	2	S a b l e s			S a b l o n s		S i l t	4 $\mu$
			1	0,5	0,2	0,1	0,05	4 $\mu$	
									grossier
1	1,1	2,8	10,0 100	50,0 80	36,1 30				
2		0,7	1,0	6,0	87,3 40	4,8 40	0,2		
3	0,3	2,7	6,2 100	26,8 80	61,1 50	2,9 40			
4	3,9	8,4	11,9 100	24,2 80	50,7 45	0,6	0,3		
5	4,8	4,4	3,8	9,1 70	71,4 25	6,3	0,2 25		
6		0,2	0,2	0,5	74,2 2	24,6 2	0,3		
7	5,0	4,7	4,2	5,0	59,3 3	19,5 4	1,5	0,8	
8			0,3	0,7	57,4 1	40,9 1	0,7		
9			0,3	0,2	65,6 1	33,0 0	0,9		
10			1,1	0,5	23,2 3	69,1 2	5,9	0,2	
11	3,0	8,8	8,8 100	17,3 80	54,9 45	6,9	0,3 35		
12	0,9	4,2	6,3	11,8 80	68,2 35	8,3 40	0,6		
13				0,9	25,1 35	38,2 35	3,4	2,4 10	3,0
14	13,2	10,5	6,6 100	10,5 90	52,0 45	6,6 50	0,6		
15	15,4	7,8	4,4	6,1 90	40,5 30	10,0 35	1,4	2,0 15	12,0
16	0,5	1,0	1,0	4,0	84,5 45	8,8 45	0,2		
17		1,7	3,2	13,8	72,5 40	8,6 35	0,2		
18	6,3	8,0	6,7	12,6 70	55,4 55	10,7 35	0,6		
19				0,4	0,8	1,4 25	14,0	15,4 15	68,0
20		5,1	6,1 100	6,5 90	43,3 6	31,6 6	4,6	2,8	
21	2,4	2,4	3,1 100	3,9 85	64,9 5	22,0 3	0,8	0,5	

Enfin, la station 21 correspond à un minuscule chenal d'écoulement des eaux de l'oued Drader dans la Merja-Zerga. La granulométrie de ce sédiment est en tous points identique à celle du prélèvement 7. Ces deux stations, très proches l'une de l'autre bien que situées dans des chenaux différents, ont des sédiments de granulométrie semblable en raison de la faible profondeur d'eau générale à cet endroit, ce qui entraîne un brassage des constituants sous l'action du courant du Drader et des vents dominants SW.

## 8.2. Calcimétrie

Si l'on examine les sédiments de la lagune de Moulay-Bou-Selham dans leur ensemble, les analyses de calcimétrie peuvent se résumer de la façon suivante :

Les fractions supérieures à 0,5 mm (Sables moyens, Sables grossiers et Rudites) ont des pourcentages de calcaire très importants allant de 70 à 100 %. Ce calcaire est d'origine biologique, les fractions étant constituées de coquilles de Mollusques plus ou moins brisées.

La fraction Sables fins, commune à tous les prélèvements, contient des pourcentages de calcaire très variables selon la portion de la lagune où a été fait le prélèvement : de 1 à 50 %.

Les Sablons révèlent eux aussi des taux de calcaire très dissemblables selon les secteurs de la lagune : de 0 à 40 %.

Enfin les Lutites (inférieures à 0,05 mm) sont toutes très pauvres en calcaire : de 0 à 15 %.

## 8.3. Conclusions

A la lumière des analyses de détail que nous venons d'étudier, trois traits généraux ressortent de la composition granulométrique et calcimétrique des sédiments de la lagune.

L'ensemble de la merja de Moulay-Bou-Selham forme une Slikke typique de vase thixotropique très fine et pauvre en calcaire.

Cette Slikke est entaillée par des chenaux d'écoulement (II, III et portion aval de I), où se déposent des sables fins d'origine biologique et dans lesquels on trouve des coquilles de Mollusques plus ou moins brisées au cours de leur transport par des courants d'origines diverses.

La partie amont du cours de l'oued Drader, aux sédiments d'origine terrigène très fins, est extrêmement pauvre en calcaire (de 0 à 4 %).

## 9. REGIME HYDROLOGIQUE

Le régime hydrologique de la lagune de Moulay-Bou-Selham est, nous l'avons vu, conditionné par trois phénomènes principaux : d'une part les arrivées d'eau douce permanentes que représentent l'oued Drader et le canal du Nador ; l'influence, d'autre part, du flot et du jusant des marées atlantiques qui envahissent la cuvette de la merja ; enfin, la présence d'une nappe phréatique ayant cependant un impact moindre par rapport aux deux premières causes citées. Il est donc évident que ce régime hydrologique sera marqué par de grandes fluctuations de salinités et de températures dues aux variations des débits d'eau douce en fonction des saisons, et à l'amplitude des marées le long de la côte atlantique.

Pour faire apparaître toutes les composantes de ce régime hydrologique, nous avons procédé à une étude suivie de la lagune, du 12 juillet 1970 au 6 août 1971. Tous les deux mois, une mission d'une dizaine de jours nous a permis de relever les paramètres caractéristiques de chaque marée. Pour cela, à chaque mission, deux étapes de recherche ont été réalisées : en premier lieu, des coupes hydrologiques de la lagune effectuées en morte-eau comme en vive-eau, à marée basse et à marée haute, pour permettre de suivre les variations de l'extension des différentes masses d'eau, en surface et sur le fond, dans toutes les portions accessibles. En second lieu, deux stations précises ont été retenues pour y établir des points fixes permettant d'analyser la force des courants, les retards de marées et l'amplitude de ces dernières.

Nous étudierons successivement dans notre travail les résultats fournis par ces deux séries d'opérations.

### 9.1. Coupes hydrologiques dans la lagune

Les coupes hydrologiques n'ont pu être faites que dans les portions de la lagune susceptibles d'être atteintes en bateau pneumatique à faible tirant d'eau, quelle que soit l'importance de la marée. Seuls le chenal de l'oued Drader (I), les deux chenaux d'écoulement (II et III), ainsi que l'entrée de la Merja-Kahla (IV) ont pu être étudiés. Le restant de la lagune, bien que très vaste en superficie, n'a fait l'objet

d'aucune mesure ; à marée haute la couche d'eau qui la recouvre est trop peu épaisse, et bien souvent trop chargée en matières en suspension pour que l'on puisse s'y repérer ; à marée basse, toute cette étendue est à sec.

Nous avons sélectionné 30 stations hydrologiques le long des axes des chenaux principaux de la merja (I, II, III et IV) pour analyser l'évolution de la salinité des eaux dans la lagune. Ces stations sont indiquées

sur la figure 9 selon le tracé réel des chenaux, accompagné de la représentation schématique que nous avons utilisée pour donner graphiquement (figures 10 à 21) les résultats obtenus à chaque marée. Chacune des figures 10 à 21 comprend deux parties : en haut sont portées, en deux tracés parallèles, les salinités de surface à marée basse et à marée haute ; en bas sont portées, de la même façon, les salinités rencontrées sur le fond.

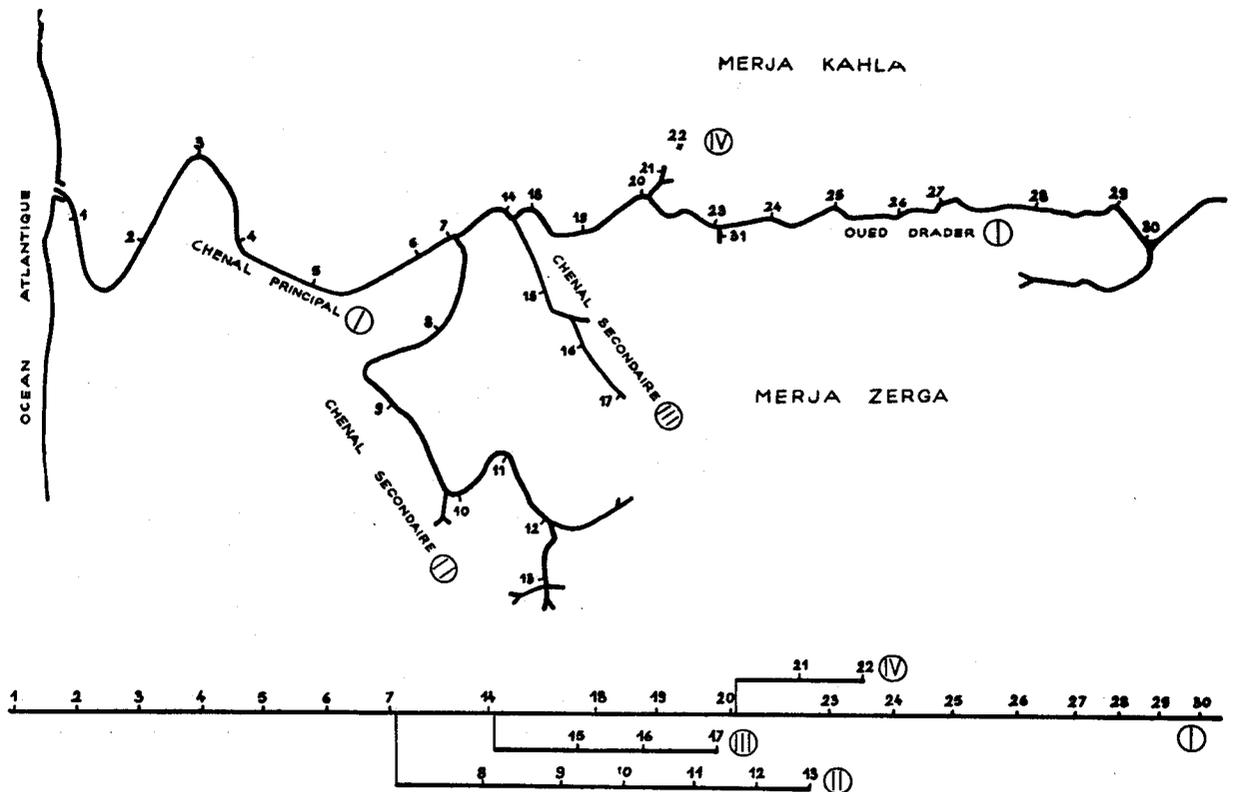


Figure 9. — Stations hydrologiques dans la Merja-Zerga. En haut : tracé réel des chenaux ; en bas : configuration schématique adoptée pour la représentation des coupes hydrologiques.

Pour plus de clarté, les salinités ont été représentées sur les différents axes suivant les classes définies en 1958 au Symposium de Venise :

30 à 40 ‰ : eaux euhalines	} eaux mixo-halines
18 à 30 ‰ : eaux mixo-polyhalines	
5 à 18 ‰ : eaux mixo-mésohalines	
0,5 à 5 ‰ : eaux mixo-oligohalines	

Signalons encore que les traits très fins des graphiques (exceptés ceux qui raccordent le chenal principal aux chenaux secondaires) représentent les stations où les mesures n'ont pu être faites, faute de profondeur suffisante.

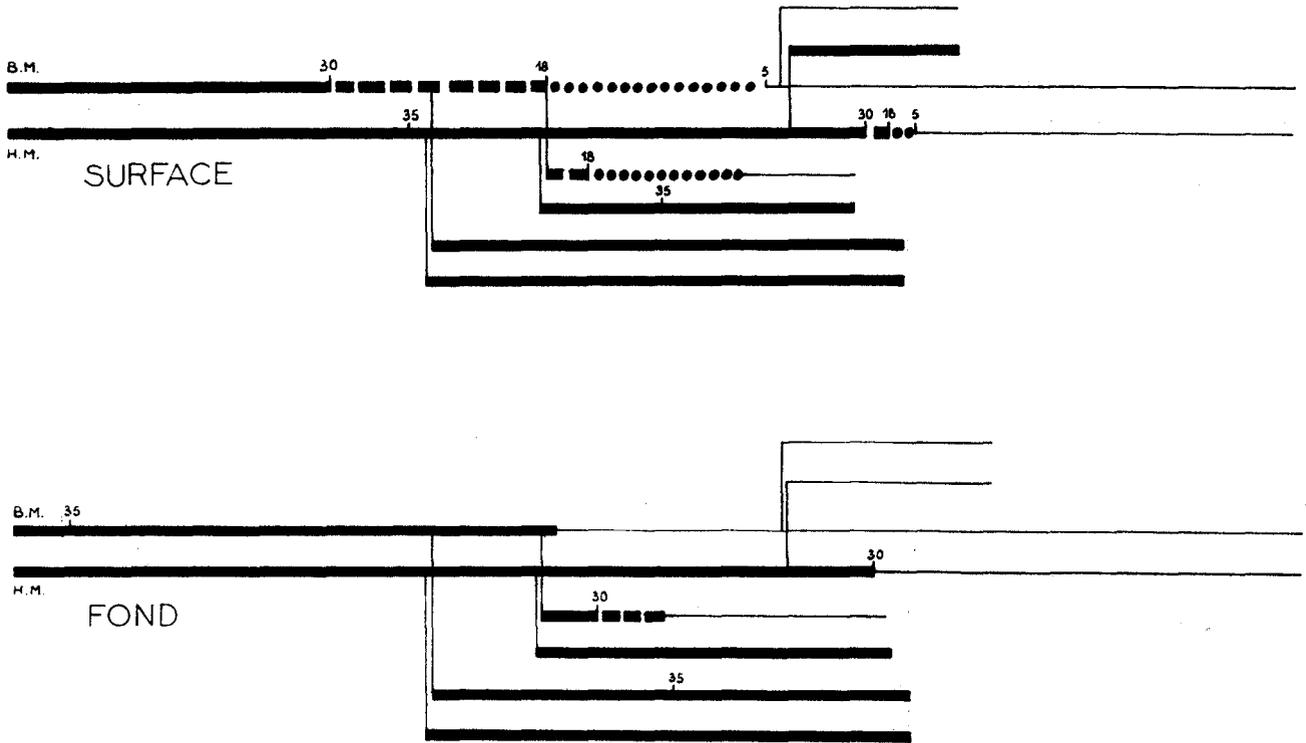


Figure 10. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en morte-eau.  
 Basse mer (B.M.) le 12-7-1970, haute mer (H.M.) le 14-7-1970.

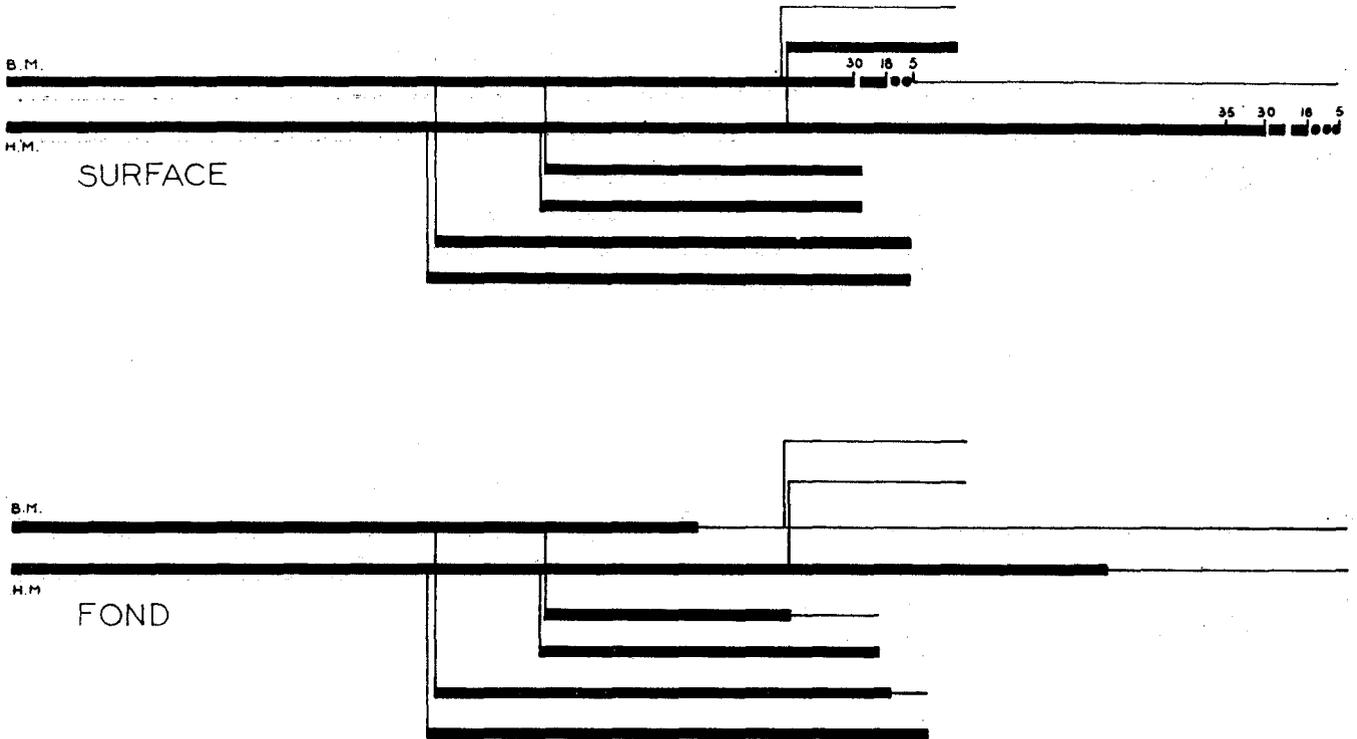


Figure 11. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en vive-eau.  
 Basse mer (B.M.) le 20-7-1970, haute mer (H.M.) le 19-7-1970.

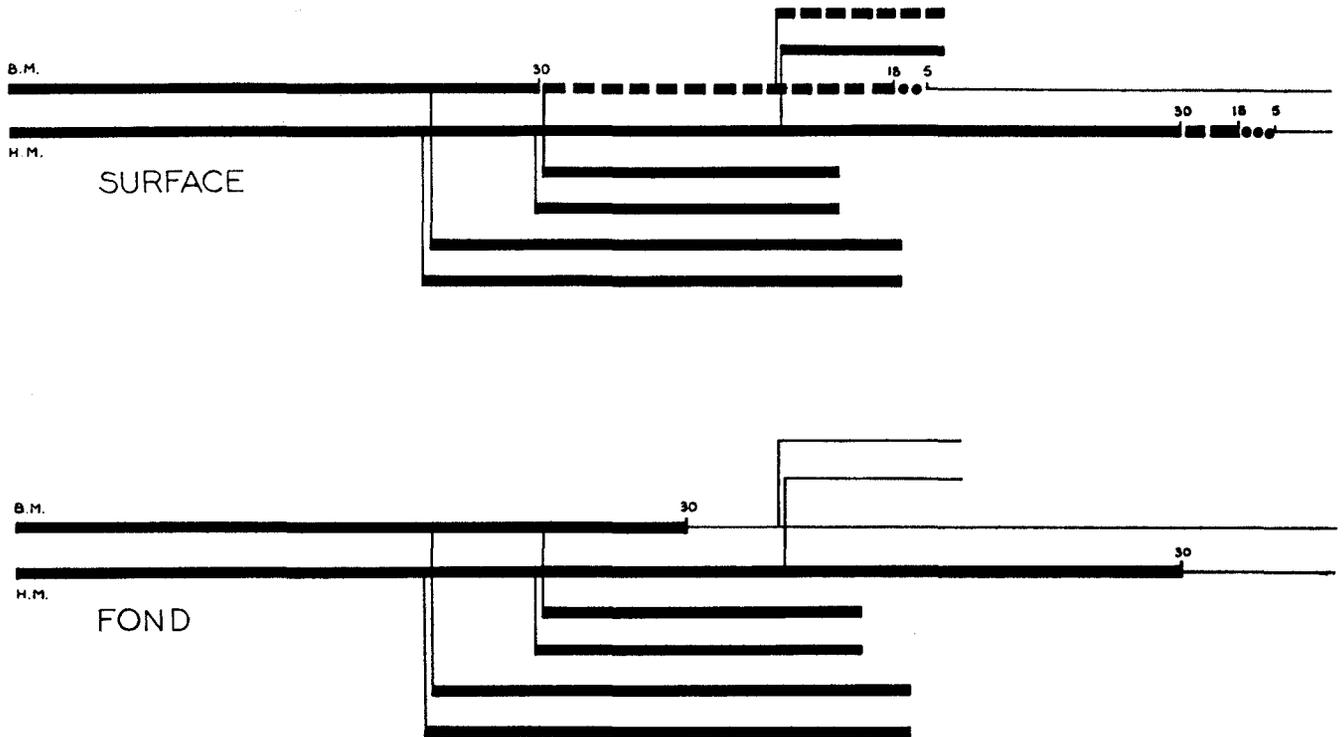


Figure 12. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en vive-eau.  
Basse mer (B.M.) le 15-9-1970, haute mer (H.M.) le 15-9-1970.

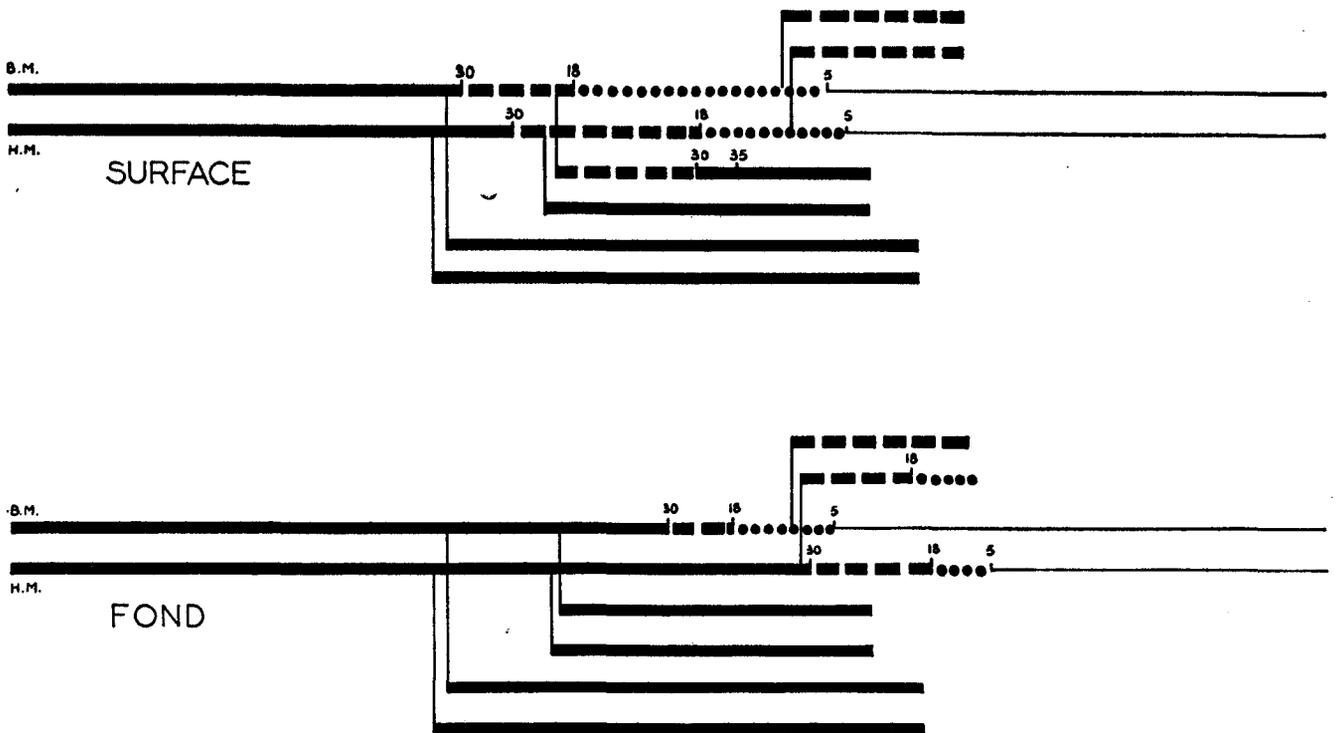


Figure 13. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en morte-eau.  
Basse mer (B.M.) le 22-9-1970, haute mer (H.M.) le 23-9-1970.

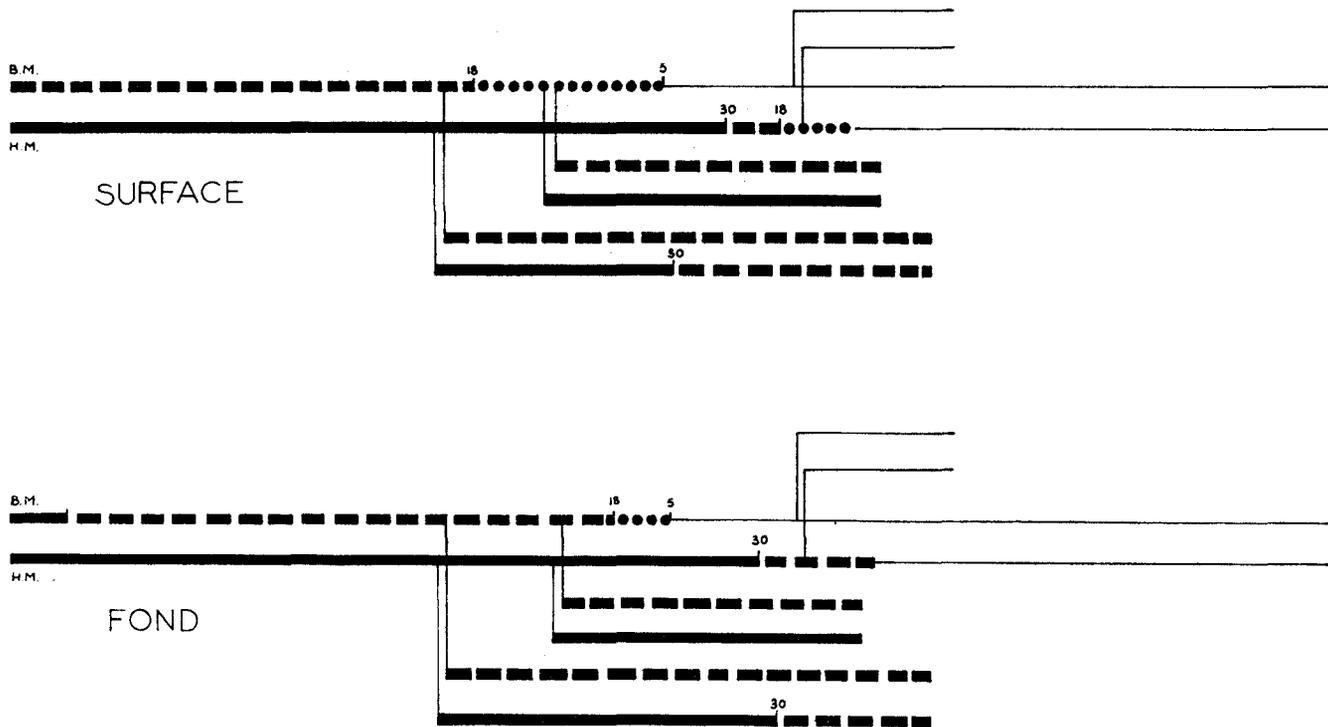


Figure 14. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en morte-eau.  
 Basse mer (B.M.) le 21-11-1970, haute mer (H.M.) le 21-11-1970.



Figure 15. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en vive-eau.  
 Basse mer (B.M.) le 15-11-1970, haute mer (H.M.) le 13-11-1970.

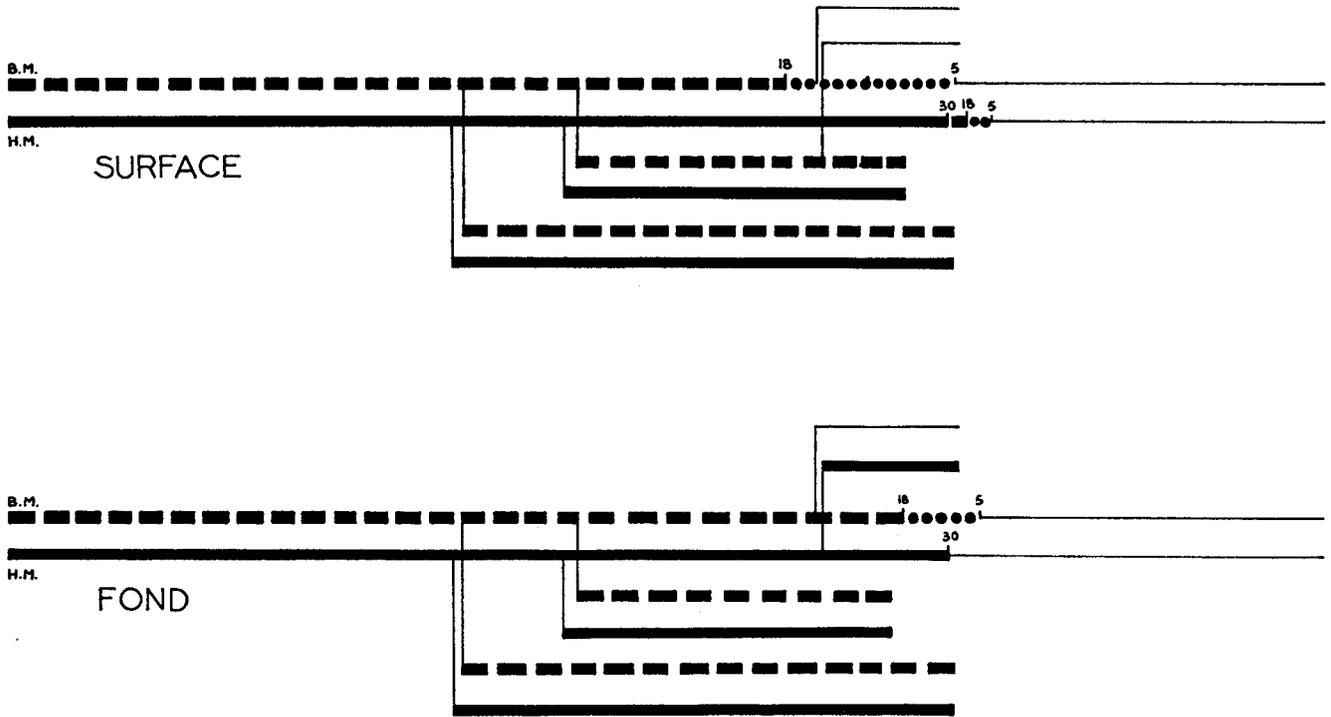


Figure 16. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en vive-eau.  
Basse mer (B.M.) le 14-1-1971, haute mer (H.M.) le 12-1-1971.

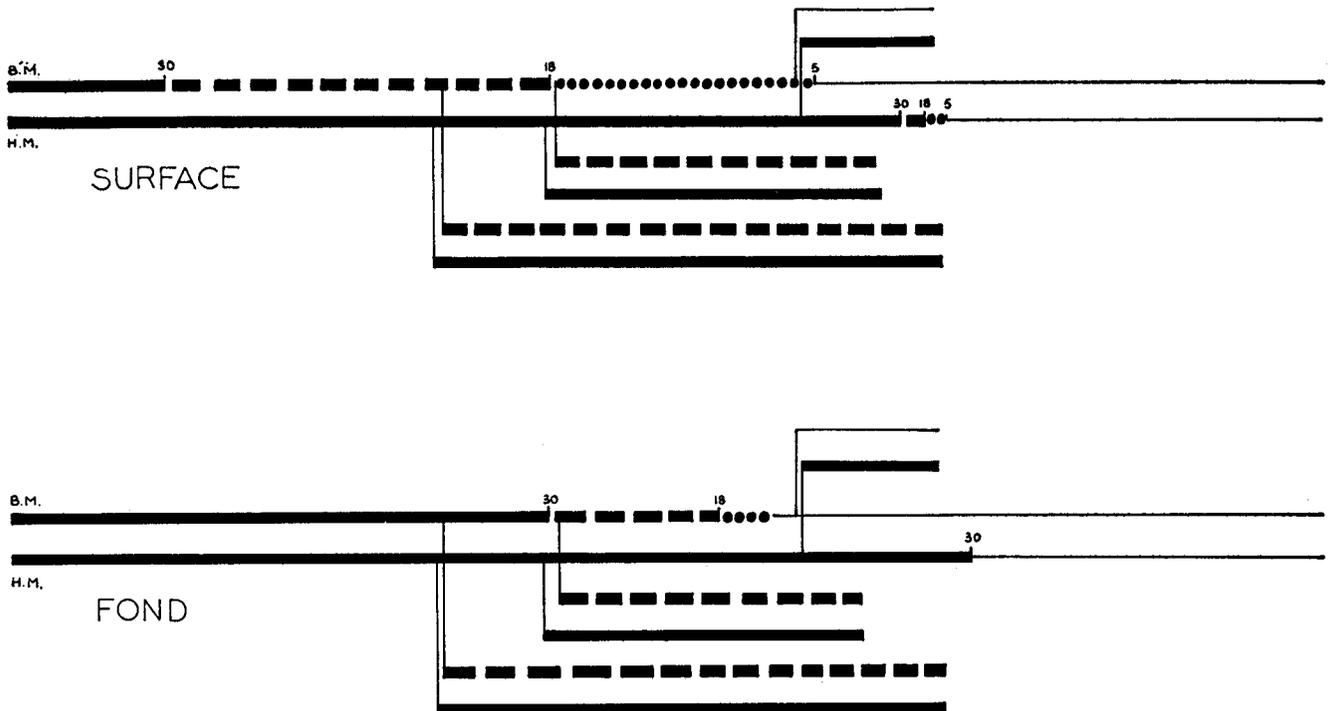


Figure 17. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en morte-eau.  
Basse mer (B.M.) le 21-1-1971, haute mer (H.M.) le 21-1-1971.



Figure 18. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en morte-eau.  
 Basse mer (B.M.) le 19-3-1971, haute mer (H.M.) le 19-3-1971.

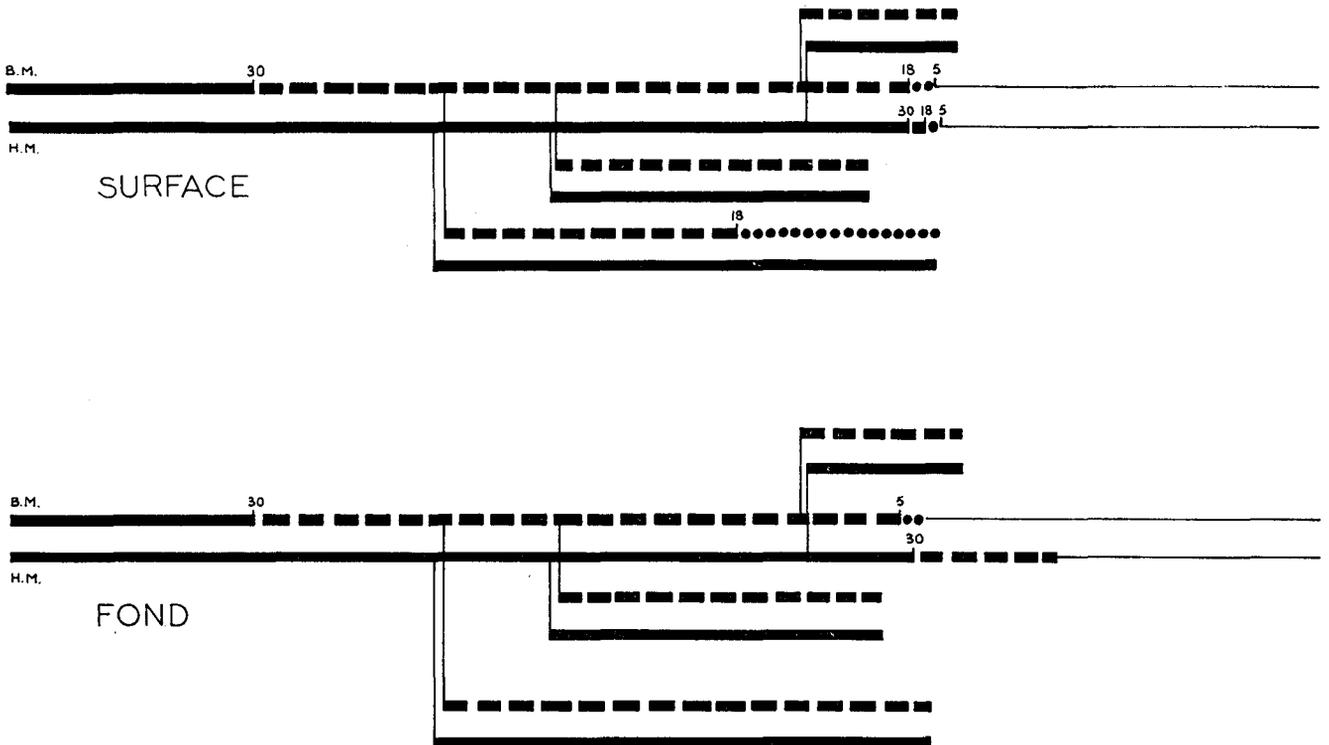


Figure 19. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en vive-eau.  
 Basse mer (B.M.) le 26-3-1971, haute mer (H.M.) le 26-3-1971.

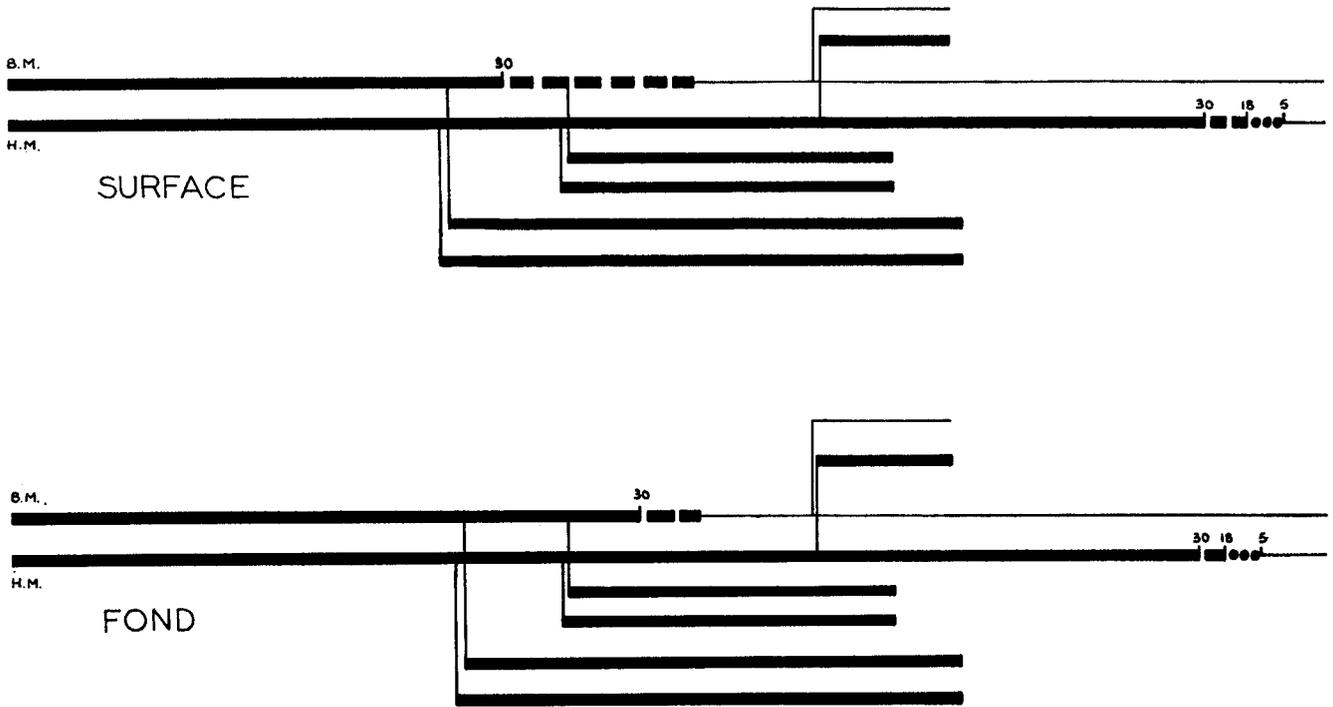


Figure 20. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en vive-eau.  
 Basse mer (B.M.) le 6-8-1971, haute mer (H.M.) le 6-8-1971.



Figure 21. — Coupes hydrologiques effectuées dans la Merja-Zerga en morte-eau.  
 Basse mer (B.M.) le 30-7-1971, haute mer (H.M.) le 30-7-1971.

Tableau 2. — Répartition des différentes masses d'eau, au cours d'une année, dans les 4 chenaux principaux de la lagune de Moulay-Bou-Selham.

	Chenal I	Chenal II	Chenal III	Chenal IV
<b>Vive eau</b>				
Haute mer				
— Surface .....	Euhalin toute l'année. Hiver : st. 1 à 23. Été : st. 1 à 30.	Euhalin toute l'année.	Euhalin toute l'année.	Euhalin toute l'année. (Presque toujours accessible.)
— Fond .....	Euhalin toute l'année en aval de la st. 23.	Euhalin toute l'année.	Euhalin toute l'année.	Euhalin toute l'année. (Presque toujours accessible.)
Basse mer				
— Surface .....	Euhalin de juin à décembre. Mixo-polyhalin de janvier à mai.	Euhalin de juillet à octobre. Mixo-polyhalin de novembre à mai. Amont mixo-mésohalin en mars.	Euhalin de juin à décembre. Mixo-polyhalin de janvier à mai.	Toujours à sec.
— Fond .....	Euhalin, mars : st. 1 à 4; juillet : st. 1 à 23; novembre : st. 1 à 14. Mixo-polyhalin, janvier : st. 1 à 23.	Euhalin de juin à octobre. Mixo-polyhalin de novembre à mai.	Euhalin de juin à décembre. Mixo-polyhalin de janvier à mai.	Toujours à sec.
<b>Morte eau</b>				
Haute mer				
— Surface .....	Euhalin toute l'année de st. 1 à 14.	Euhalin toute l'année. Amont mixo-polyhalin de novembre à décembre.	Euhalin toute l'année.	Euhalin de juin à octobre. Inaccessible de novembre à mai.
— Fond .....	Euhalin toute l'année de st. 1 à 19.	Euhalin toute l'année. Amont mixo-polyhalin de novembre à décembre.	Euhalin toute l'année.	Euhalin ou mixo-polyhalin, mais rarement accessible.
Basse mer				
— Surface .....	Euhalin de juillet à octobre de st. 1 à 5. Mixo-polyhalin de novembre à mai.	Euhalin de juin à octobre. Mixo-polyhalin de novembre à mai. Amont mixo-polyhalin en mars.	Mixo-polyhalin toute l'année.	Toujours à sec.
— Fond .....	Euhalin de juillet à octobre de st. 1 à 14. Mixo-polyhalin de novembre à mai de st. 1 à 14.	Euhalin de juin à octobre. Mixo-polyhalin de novembre à mai. Amont mixo-mésohalin en mars.	Euhalin en septembre. Mixo-polyhalin de novembre à juillet.	Toujours à sec.

## INTERPRÉTATION ET CONCLUSIONS

Nous avons résumé, dans le tableau 2, la répartition des diverses masses d'eau dans les différentes parties de la merja en fonction de l'importance des marées. De la lecture de ce tableau, il ressort que les variations du régime hydrologique sont conditionnées par l'importance des apports d'eau douce permanents qui luttent contre l'invasion de la merja par les eaux euhalines du flot. A marée montante, l'eau de mer tend à pénétrer dans toute la lagune. Le coefficient de la marée, donc son amplitude, et par là le volume d'eaux euhalines venant de l'océan, doit contrecarrer les effets opposés des arrivées d'eau douce permanentes. Ce flot d'eau de mer refoulera vers l'intérieur de la dépression les masses d'eau n'ayant pu s'écouler hors de la merja pendant le jusant. En été, où le débit des arrivées d'eau douce est faible, ces eaux de mer pourront envahir toute la lagune et remonter très haut le cours du Drader lui-même jusqu'à 3,5 kilomètres de son débouché dans la Merja-Zerga.

En vive-eau, les limites entre les eaux euhalines et les eaux mixo-oligo-halines sont très réduites, le passage des unes aux autres se faisant en quelques mètres. Par contre, pendant les mortes-eaux, la puissance de la marée étant plus faible, les eaux euhalines remontent moins loin vers l'amont de la merja, et on trouvera une zone de transition (eaux mixo-polyhalines et mixo-mésahalines) beaucoup plus étendue.

En période de fortes pluies, l'oued Drader atteint un débit maximum auquel s'adjoignent les déversements du canal du Nador. Les apports d'eau douce du Drader ne se dispersent pas beaucoup dans la merja : le débit de cet oued est canalisé dans le cours du chenal principal I, pour atteindre directement la mer après avoir dessalé les eaux de vidange de la merja qu'il recueille à marée descendante. Les eaux du Nador, elles, ont une influence nettement plus marquée sur les variations de la salinité des eaux de la lagune. A leur débouché dans la Merja-Zerga, ces eaux se dispersent sur toute la superficie de la merja, et le brassage dû aux marées assure la dessalure des eaux euhalines du flot. En hiver, le volume d'eau douce débité par ce canal est tel qu'il peut envahir toute la merja, interdisant au flot d'eaux euhalines de remonter bien loin : à marée basse, nous retrouvons ces eaux parfaitement douces dans le chenal II.

Mais le fait le plus remarquable à noter est que, si en été toute la superficie de la lagune est envahie par les eaux euhalines (en morte-eau et en vive-eau,

à marée basse comme à marée haute), en hiver les apports conjugués du Drader et du Nador font que toute la merja est dessalée (eaux mixo-halines). Le volume d'eau de mer entrant dans la lagune pendant le flot, faible à cette période de l'année, est très vite chassé au jusant par les eaux dessalées. Ce phénomène aura une influence primordiale sur les fluctuations des peuplements animaux et végétaux de la merja.

Étudions donc maintenant le détail de ces variations hydrologiques.

### 9.2. Points fixes dans la lagune

Cette étude de la Merja-Zerga ayant été motivée par un projet d'aquaculture dans la lagune, les deux stations retenues pour effectuer les points fixes ont été choisies en fonction des possibilités d'aménagements qu'elles offraient. Ces deux stations, étudiées simultanément pour chaque marée, sont situées, l'une près de l'embouchure de la lagune (station 5 des stations hydrologiques générales) dans laquelle avait été repéré un gisement naturel d'huîtres de faible importance (BEAUBRUN, 1976), l'autre dans l'oued Drader (station 20) au niveau de son confluent avec la Merja-Kahla, cette dernière étant susceptible d'être aisément aménagée.

Un piquet de bois a été fixé à la station 5 pour servir de repère arbitraire, non raccordé au nivellement général de la côte, et permettre ainsi de suivre les variations du niveau des basses mers au cours de l'étude.

#### 9.2.1. Variations du niveau de l'eau

##### *Station 5*

En vive-eau, on constate que la courbe de montée du niveau de l'eau a un aspect particulier, toujours le même quelle que soit la saison : une étale de basse mer assez brève, puis une courte période de remontée rapide du niveau, suivie d'une remontée plus lente et régulière, terminée enfin par une étale de haute mer assez brève atteinte au sommet d'une courbe en cloche régulière (figure 22).

On remarque également que le niveau des basses mers est de plus en plus haut lorsque l'on passe de l'été à l'hiver ; en période de fortes précipitations, le sommet du piquet de référence n'affleure même plus à marée basse de décembre à avril.

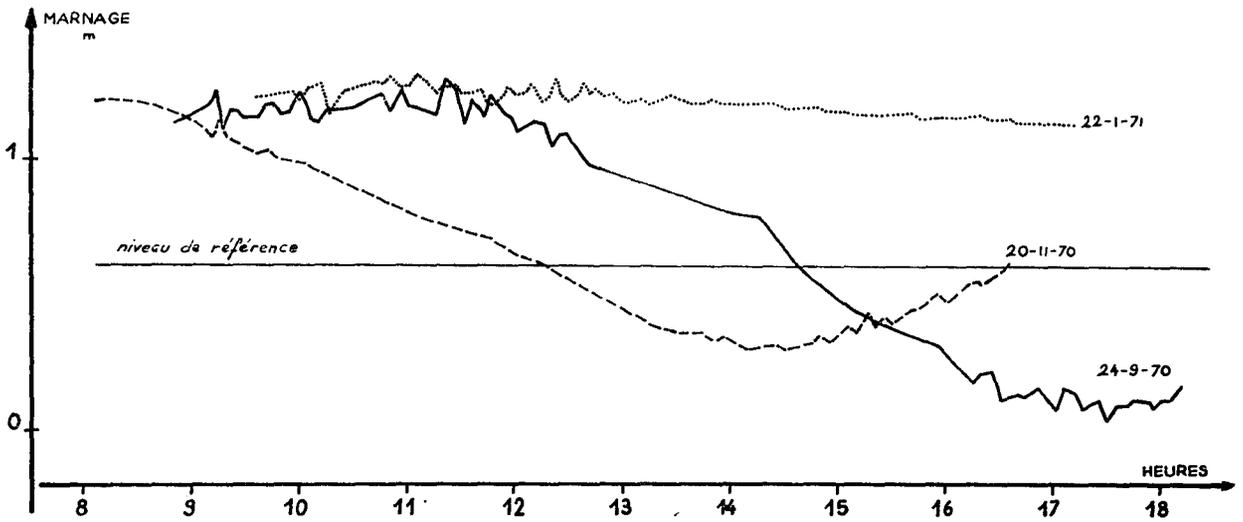
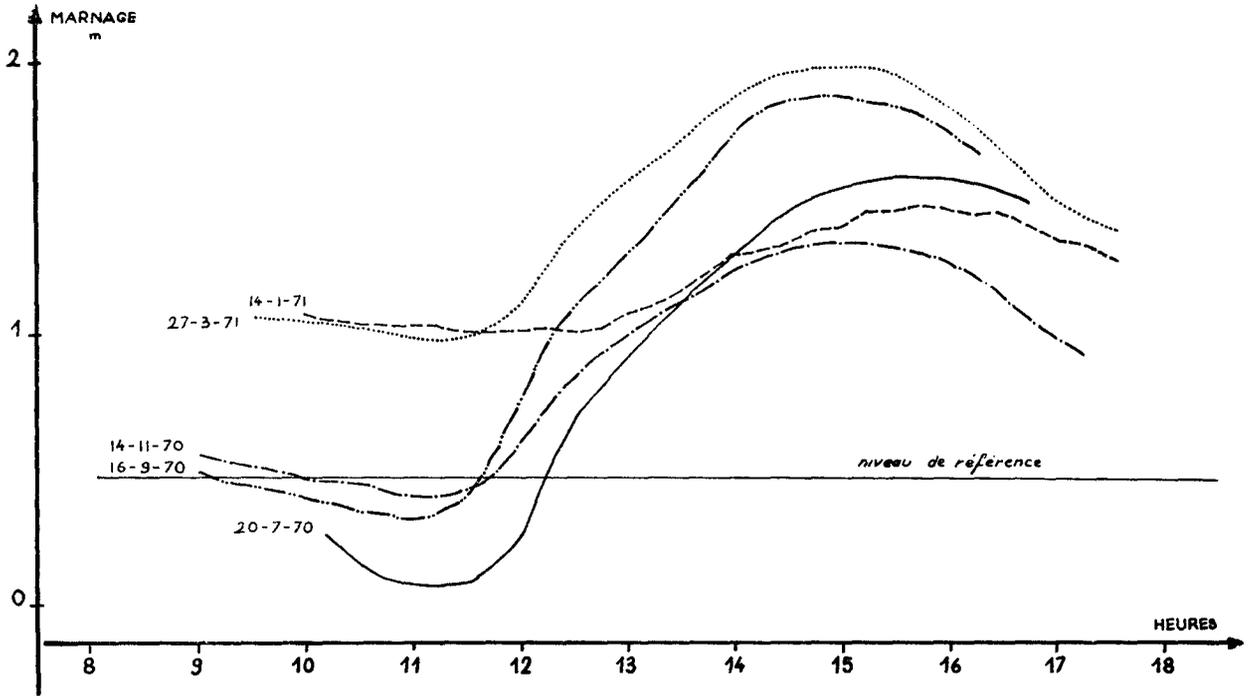


Figure 22. — Marnages enregistrés à la station 5.  
Vives-eaux en haut, Mortes-eaux en bas.

D'autre part, les amplitudes des marées sont de plus en plus faibles quand on se rapproche de l'hiver : 1,56 m en septembre, 0,94 m en janvier et 0,26 m en mars.

En morte-eau (figure 22) : ici aussi le niveau des basses mers est de plus en plus haut en allant de l'été vers l'hiver, le point de référence disparaissant totalement de décembre à avril.

Les amplitudes enregistrées, ici encore, sont de plus en plus faibles en se rapprochant de l'hiver (1,26 m en septembre, 0,15 m en janvier).

Signalons enfin l'existence d'un niveau d'eau très instable en hiver (septembre-novembre-janvier) aux étales de hautes et basses mers. A ce moment de la marée les courants sont très faibles dans le goulet, et le niveau de l'eau est donc soumis aux actions conjuguées de la houle et des vents forts en cette saison.

### *Station 20*

En vive-eau, la courbe de remontée du niveau de l'eau est toujours la même quelle que soit la saison, et s'apparente, quoique plus accentuée, à celle vue à la station 5 : une étale de basse mer assez brève, suivie d'une remontée rapide et courte du niveau de l'eau ; puis une remontée plus lente et plus longue, pour atteindre une étale courte de haute mer.

L'amplitude des marées diminue également lorsque l'on se rapproche de la saison des pluies : 0,73 m en septembre, 0,64 m en novembre et 0,20 m en janvier.

En morte-eau, l'amplitude des marées est plus importante qu'aux vives-eaux parallèles. Cette amplitude se réduit elle aussi progressivement au fur et à mesure que tombent les précipitations, pour être presque nulle en janvier (1,03 m en septembre, 0,76 m en novembre et 0,08 m en janvier).

### *Conclusions*

Nous avons consigné dans le tableau 3 les observations faites sur les retards de marées et les variations de marnage dans la Merja-Zerga.

Deux phénomènes importants caractérisent la merja de Moulay-Bou-Selham et font de cette lagune le seul point de la côte connu jusqu'alors où les amplitudes des marées soient inversées. Ces ampli-

tudes diminuent progressivement lorsque s'avance la saison des pluies. D'autre part, l'étude des variations de salinités dans la merja nous avait montré un envahissement progressif des eaux de la lagune, en hiver, par des apports d'eau douce de plus en plus importants. Ces deux constatations sont à mettre en parallèle : en passant de l'été à l'hiver, les apports d'eau douce sont de plus en plus importants et empêchent les rentrées d'eau de mer pendant les marées. D'autre part, l'étroitesse du goulet ne peut assurer une bonne vidange de la lagune pendant le jusant, la lagune est donc en surcharge par rapport au niveau de la mer.

En second lieu, si l'on compare les résultats obtenus en vive-eau et en morte-eau par rapport au niveau arbitraire de référence, on constate que le niveau des basses mers est toujours plus bas en morte-eau qu'en vive-eau. Ce phénomène surprenant s'explique par le fait qu'en vive-eau le volume d'eau de mer entré dans la lagune est très important et ne parvient pas à s'écouler totalement au jusant par le goulet très étroit. En morte-eau, par contre, le volume d'eau de mer entré au flot est assez faible et la merja peut se vidanger complètement à marée descendante.

### 9.2.2. Force des courants

Notre équipe ne disposant que d'un unique courantomètre, c'est à la station 5 que les mesures de vitesse de courants ont été réalisées. Les paramètres que nous avons pu définir sont regroupés dans le tableau 4 dont la lecture nous permet de tirer les conclusions générales suivantes :

Les courants sont toujours beaucoup plus importants en surface que près du fond et, si la force des courants en morte-eau est à peu près la même tout au long de l'année (0,55 m/s), les courants de vive-eau sont en moyenne plus puissants en période sèche (0,9 m/s) qu'en hiver (0,75 m/s).

En morte-eau, les courants de jusant apparaissent à la suite d'une étale de 15 à 30 minutes, ayant en moyenne 1 h 1/4 de retard sur l'horaire officiel de l'annuaire des marées. La vitesse de ces courants croît rapidement pour atteindre en 1 h 3/4 leur valeur maximum. Cette valeur maximum ne persiste que quelques minutes, puis la vitesse décroît pour s'annuler au bout de 3 heures en moyenne.

En vive-eau, les étales de basse mer et de haute mer sont très brèves, de l'ordre de 5 minutes en général. Par contre, ces étales sont très décalées par

Tableau 3. — Tableau récapitulatif des retards de marée dans la lagune de Moulay-Bou-Selham

## — Station 5 —

Mois - An →	Morte eau					Vive eau				
	VII-70	IX-70	XI-70	I-71	III-71	VII-70	IX-70	XI-70	I-71	III-71
Retard de haute mer (en heures)	-0.10	0.45		0.25		0.15	0.05	0.07	0.09	0.10
Durée de l'étale de haute mer (en heures) .....	0.30	1.00		0.10		0.20	0.20	0.25	0.10	0.30
Retard de basse mer (en heures)		0.17	0.42	0.23		2.00	2.30	2.30	2.03	2.30
Durée de l'étale de basse mer (en heures) .....		0.30	0.20			0.20	0.05	0.10	1.00	0.15
Marnage observé (en mètres) ....		1,26	0,91	0,15		1,52	1,56	0,94	0,26	0,95
Différence des marnages observés et de ceux donnés par l'annuaire des marées à Casablanca (en mètres) .....		+0,06	-0,39	-0,94		-1,68	-1,94	-1,06	-2,04	-1,51
Niveau de la basse mer par rapport au niveau de référence (en mètres) .....		-0,56	-0,31	>		-0,40	-0,16	-0,07	>	>

## — Station 20 —

Mois - An →	Morte eau					Vive eau				
	VII-70	IX-70	XI-70	I-71	III-71	VII-70	IX-70	XI-70	I-71	III-71
Retard de haute mer (en heures)		1.00	0.59	1.05			0.30	0.53		0.50
Durée de l'étale de haute mer (en heures) .....		0.15	0.45	2.30			0.25	0.30		0.30
Retard de basse mer (en heures)		0.27	0.57				3.00	3.15	3.03	3.17
Durée de l'étale de basse mer (en heures) .....			0.30				0.15	0.10	0.50	0.15
Marnage observé (en mètres) ....		1,03	0,76	0,08			0,73	0,64	0,20	
Différence des marnages observés et de ceux donnés par l'annuaire des marées à Casablanca (en mètres) .....		-0,27	-0,54	-1,02			-2,77	-2,36	-2,30	



rapport aux horaires de l'annuaire des marées : 3 heures en été, 4 heures en hiver pour les basses mers 2 heures en été, 2 h 30 en hiver pour les hautes mers. Les courants de flot maximum s'établissent après un retard de 2 heures sur l'étale de basse mer et, ici aussi, la valeur maximum de ces courants n'est atteinte que pendant quelques minutes.

#### Remarques :

Les phénomènes de courants dans la lagune de Moulay-Bou-Selham sont dus, pour le flot à la poussée des eaux marines, et pour le jusant au volume d'eau entré dans la merja au moment du flot. Ceci explique un retard, toujours le même pour le début de la marée descendante, puisqu'il est dû à l'inertie de la masse d'eau ayant envahi la lagune. Par contre, le début de la marée montante accuse un retard toujours croissant quand on passe de la saison sèche à la saison des pluies, le flot d'eau de mer ayant alors à lutter contre le courant de vidange des eaux de la lagune en charge par rapport à la mer : 3 h 04 en juillet, 3 h 35 en septembre, 3 h 51 en novembre en vive-eau ; et en morte-eau : 0 h 05 en juillet, 0 h 12 en septembre et 2 h 27 en novembre.

Les retards observés des basses mers et des hautes mers au cours de l'étude de la vitesse des courants ne correspondent pas toujours avec les études faites sur la variation de hauteur du niveau de l'eau. Cela s'explique, d'une part par les phénomènes d'inertie des volumes d'eau mis en jeu, et d'autre part par la direction des vents influant surtout sur les courants de surface en hiver.

#### 9.2.3. Variations de la salinité

L'analyse détaillée des variations de salinité aux deux points choisis, station 5 et station 20, va nous aider à préciser les conclusions générales tirées de l'étude des coupes hydrologiques de la lagune.

##### *Station 5*

En vive-eau, les eaux euhalines, constamment présentes en juillet à cette station, sont progressivement remplacées au cours de la saison des pluies par des eaux mixo-polyhalines. Sur une période de 12 heures, nous atteignons en janvier une durée supérieure à 6 heures d'eaux dont la salinité varie entre 18 et 30 ‰.

En morte-eau, les mêmes phénomènes sont à noter, quoique les deux extrêmes soient plus tranchés. En juillet, nous avons un bref passage d'eaux mixo-polyhalines en surface, et la salinité moyenne des eaux est en général plus étalée dans la classe des eaux euhalines. En janvier, toutes les eaux de cette station sont inférieures à 35 ‰, et on note même en surface la présence d'eaux mixo-mésahalines.

Le décalage vers des salinités plus basses en morte-eau qu'en vive-eau est dépendant du phénomène vu au § 9.2.1. : en morte-eau la lagune se vidange plus qu'en vive-eau, la poussée des eaux marines entrées dans la merja étant plus faible.

##### *Station 20*

L'étude des variations de salinité à cette station est beaucoup plus complexe que celle de la station 5. La station 20, située en aval du confluent des eaux du Drader et de celles de la Merja-Kahla, subit en effet l'influence de trois apports distincts. Tout d'abord, les eaux oligohalines du Drader proprement dit ; ensuite, les eaux de la partie aval du chenal principal repoussées au flot par la marée ; enfin, les eaux de la Merja-Kahla qui se jettent dans le Drader pendant le jusant. Cette merja est remplie, au flot, par les eaux provenant de la partie aval du chenal principal. A marée haute, nous aurons un réchauffement de ces eaux étalées dans une cuvette de faible profondeur, accompagné d'une évaporation non négligeable. Au jusant, ces eaux seront donc plus chaudes et plus salées que celles du Drader.

Les effets respectifs de ces trois apports d'eaux sont parfaitement mis en évidence sur la courbe de la figure 23. Obtenue le 20 novembre 1970 en morte-eau, cette courbe indique qu'à marée haute cette station est baignée d'eaux euhalines dont les salinités sont égales en surface et sur le fond. Ce phénomène, constaté également toute l'année, en morte-eau comme en vive-eau, prouve que les eaux marines parviennent jusqu'à cette station sauf en janvier, les salinités mesurées oscillant entre 35,80 et 33,80 ‰. Au début du jusant, cette même courbe permet de constater une dessalure rapide et brève de l'eau de surface, cette salinité augmentant par la suite progressivement pour diminuer enfin de façon homogène, alors que la baisse de salinité des eaux de fond pendant le jusant est régulière. Ces variations s'expliquent par le fait que, dès le début du jusant, la poussée des eaux du Drader vers l'aval l'emporte, créant en surface un passage d'eaux mixo-polyhalines. Puis, les

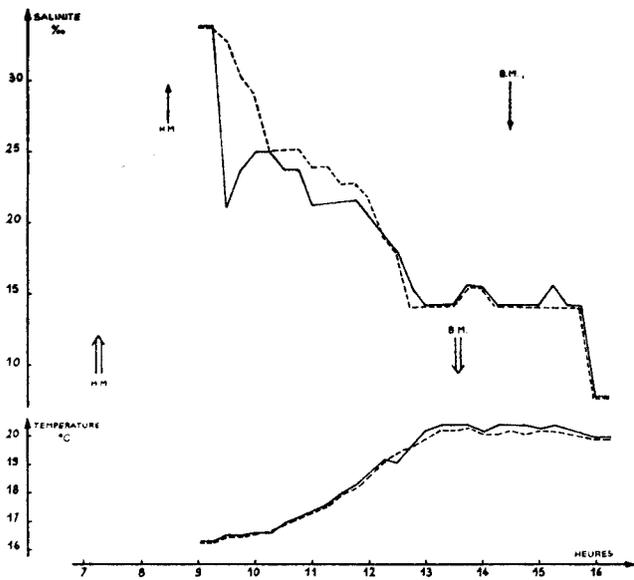


Figure 23. — Variations de la salinité et de la température des eaux, en surface (—) et sur le fond (---), à la station 20 pendant la morte-eau du 20-11-1970. Les flèches doubles indiquent les heures de Haute mer (H.M.) et de Basse mer (B.M.) données par l'annuaire des marées pour le port de Casablanca. Les flèches simples indiquent ces mêmes horaires notés lors de la mesure.

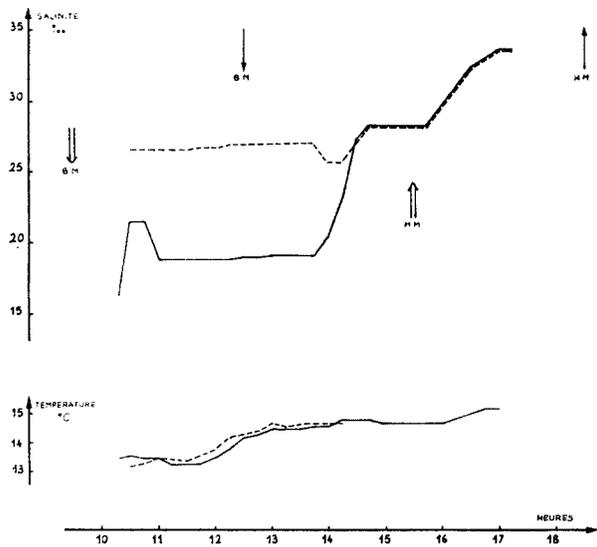


Figure 24 A. — Variations de la salinité et de la température des eaux, en surface (—) et sur le fond (---), à la station 20, pendant la vive-eau 13-1-1971. Les flèches doubles indiquent les heures de Haute mer (H.M.) et de Basse mer (B.M.) données par l'annuaire des marées pour le port de Casablanca, les flèches simples indiquent ces mêmes horaires notés lors de la mesure.

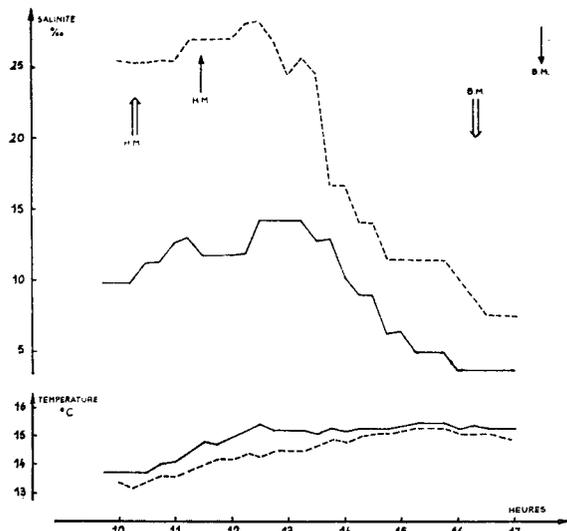


Figure 24 B. — Variations de la salinité et de la température des eaux, en surface (—) et sur le fond (---) à la station 20, pendant la morte-eau du 22-1-1971. Les flèches doubles indiquent les heures de Haute mer (H.M.) et de Basse mer (B.M.) données par l'annuaire des marées pour le port de Casablanca, les flèches simples indiquent ces mêmes horaires notés lors de la mesure.



Tableau 7. — Variations de températures des eaux (maxima et minima) au cours de l'année, en surface et sur le fond, aux stations 5 et 20 de la lagune de Moulay-Bou-Selham

— Station 5 —

Température (°C) ↓	Mois-An →	Vive eau					Morte eau				
		VII-70	IX-70	XI-70	I-71	III-71	VII-70	IX-70	XI-70	I-71	III-71
maximum	Surface	27,2	23,3	16,8	15,5	19,0	28,7	26,3	19,3	15,2	—
	Fond	26,6	22,9	16,7	15,5	18,8	27,9	—	18,5	15,2	—
minimum	Surface	—	18,7	13,8	13,9	16,1	21,0	18,7	16,3	13,6	—
	Fond	—	18,9	13,8	13,9	16,3	21,5	18,8	16,4	13,9	—
Ecart	Surface	—	4,6	3,0	1,6	2,9	7,7	7,6	3,0	1,6	—
	Fond	—	4,0	2,9	1,6	2,5	6,4	—	2,1	1,3	—

— Station 20 —

Température (°C) ↓	Mois-An →	Vive eau					Morte eau				
		VII-70	IX-70	XI-70	I-71	III-71	VII-70	IX-70	XI-70	I-71	III-71
maximum	Surface	—	26,3	16,9	15,2	21,5	—	28,3	20,4	15,5	—
	Fond	—	26,4	17,0	—	21,3	—	28,7	20,3	15,3	—
minimum	Surface	—	19,7	12,8	13,3	18,3	—	20,5	16,3	13,7	—
	Fond	—	20,0	12,9	13,2	18,0	—	20,4	16,3	13,2	—
Ecart	Surface	—	6,6	4,1	1,9	3,2	—	7,8	4,1	1,8	—
	Fond	—	6,4	4,1	—	3,3	—	8,3	4,0	2,1	—

## 10. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Avec une superficie de 35 km<sup>2</sup>, la Merja-Zerga est le plus vaste milieu lagunaire de la côte nord atlantique marocaine. C'est une cuvette tectonique dépressionnaire dans laquelle débouchent deux arrivées d'eau douce permanentes : l'oued Drader et le canal du Nador. Son goulet, permanent depuis 1955 seulement, la fait communiquer avec l'océan et lui permet de se remplir et de se vider à chaque alternance de marée. Ceinturée d'un Schorre classique, cette lagune est, à basse mer, une vaste Slikke dans laquelle ne sont creusés que deux chenaux d'écoulement très courts.

Les résultats de nos premières observations sur la sédimentologie ont montré que l'ensemble de la Slikke est constitué de vase thixotropique très fine et pauvre en calcaire. Par contre, le goulet est taillé dans la dune littorale sableuse et les sables fins d'origine biologique, associés à des coquilles de Mollusques plus ou moins brisées, se déposent dans les chenaux d'écoulement et la partie aval de l'oued Drader.

Le régime hydrologique de la lagune de Moulay-Bou-Selham est conditionné par trois phénomènes principaux : les arrivées d'eau douce permanentes que représentent l'oued Drader et le canal du Nador, l'alternance des marées atlantiques qui envahissent la merja et la présence d'une nappe phréatique. Ce régime est donc marqué par de grandes fluctuations de salinités et de températures, tant au cours des marées que des saisons et des années. Ainsi, en été, les eaux marines envahissent toute la lagune et remontent même la portion aval du Drader, alors qu'en hiver le débit important des arrivées d'eau douce interdit au flot euhalin de parvenir bien loin et les eaux de la merja deviennent mixo-halines.

De faible profondeur moyenne et soumise à un régime hydrologique particulier, la Merja-Zerga est un milieu caractérisé par une extrême richesse biologique : les phénomènes de « montée » et de « descente » de poissons y sont très nets et importants, les peuplements benthiques particulièrement développés et les populations d'oiseaux d'une densité remarquable.

## OUVRAGES CONSULTÉS

- ARNAUD P. et RAIMBAULT R., 1969. — L'étang de Salses-Leucate. Ses principaux caractères physico-chimiques et leurs variations (en 1955-1956 et 1960 à 1968). *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 33, pp. 353-444.
- BEAUBRUN P.C., 1976. — Les huîtres au Maroc et l'ostréiculture dans la lagune de Oualidia. *Bull. Inst. Pêches Marit. Maroc*, 22, pp. 13-143.
- COLLIGNON J., 1965. — La côte et le plateau continental marocains. *Bull. Inst. Pêches Marit. Maroc*, 13, pp. 21-37.
- COMBE M. — *Communication personnelle* sur l'évolution des modifications artificielles de la passe de Moulay-Bou-Selham.
- COMBE M., 1968. — Ressources en eau du bassin Drader-Soueir et principes de leur mobilisation. Ministère des Travaux Publics et des Communications, rapport de 25 pages.
- ERIMESCO P., 1959. — Quelques observations sur la dynamique de l'océan atlantique sur la côte marocaine. *Bull. Inst. Pêches Marit. Maroc*, 3, pp. 3-10.
- GRUVEL A., 1931. — Etude sur les lagunes de la côte occidentale du Maroc. Rapport de 23 pages.
- GUILCHER A. et JOLY F., 1954. — Recherches sur la morphologie de la côte atlantique du Maroc. *Trav. Inst. Sci. Chér.*, serv. Géologie et Géographie physique, 2.
- LE COZ J., 1964. — Le Rharb. Fellahs et colons. Tome 1 : les cadres de la nature et de l'histoire. 481 pages, Thèse de Doctorat.
- RAPPORT DE LA SOGREA (Grenoble), 1961. — Le problème de l'érosion littorale à Moulay-Bou-Selham, 12 pages.