

ETAT ENVIRONNEMENTAL DU LARGE DES ÎLES KERKENNAH SYNTHESE DES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

MASTOURI Abderrazak*, CHOUBA Lassâad* et EL ABED Amor*

*INSTM 28, rue du 2 Mars 1934- 2025, Salammbô

ملخص

تهدف هذه الدراسة الى معرفة الخصائص الهيدروبيولوجية ومستوى الملوثات الكيميائية في مياه الاعماق المحاذية لجزر قرقنة وذلك بالإعتماد على مراجع علمية وبحوث إهتمت بالناحية البيئية للمنطقة المذكورة اعلاه

رغم قلتها أثبتت المعطيات المتاحة تأثير مياه المحيط الاطلسي على ملوحة ودرجة حرارة المياه السطحية شمال جزر قرقنة. من ناحية اخرى لم تمكن هذه المعطيات من اكتشاف مؤشرات تلوث كيميائي مزمّن ناتج عن تسرب لمادة الفوسفوجيبس الملقاة في البحر أو لأية نفاية أرضية أخرى. أخيرا تجدر الإشارة الى تميز المنطقة المعنية بالدراسة الحالية بحركة مياه دائرية من شأنها التقليل من حدة وخطورة الملوثات السامة. لكن هذه الدينامكية الهيدروبيولوجية لا تجنب المنطقة الى إنعكاسات سلبية في حالة حدوث تلوث فجئي.

Résumé

Cette étude bibliographique a pour but la reconnaissance des caractéristiques environnementales des écosystèmes hauturiers au large des îles de Kerkannah.

L'analyse des données recueillies montre, malgré leur rareté que cette zone ne se distingue pas par une hydrobiologie particulière, en dehors de l'influence des eaux Atlantiques, qui rend les eaux hauturiers superficielles au nord de ces îles plus froides et moins salées que celle du reste du golfe. Il en découle, également, l'absence d'indices de pollution chimique chronique, liée au déversement du phosphogypse dans la mer, ou la propagation des apports telluriques, qui reste limitée à la frange littorale.

Enfin, du point de vue hydrodynamique, la zone d'étude est marquée par une circulation giratoire, favorisant la dilution de toute substance nocive, mais cette dilution n'exclut les effets néfastes, en cas de pollution accidentelle de grande ampleur.

Mots clés : Îles Kerkannah, environnement hauturier, paramètres hydrobiologiques, pollution chimique, production primaire et hydrodynamisme.

Abstract

The purpose of this bibliographical study is to know the environmental characteristics of high sea in the eastern side of Kerkennah islands (depth more than 50 m). In spite of their rarity, the collected data don't make out hydrobiological particularities, except the atlantical water influence on the temperature and salinity of surface water, in the northern part of Gabes gulf.

The synthesis of these data allows us to concluant that phosphogypsum dissemination does not affect the concerned high sea.and there is not any ecological problem caused by the propagation of other chemical pollutants.

Finally, the analysis of hydrodynamic results means a gyratoy circulation of water in the concerned area.

Key words : Kerkennah islands, high sea, hydrobiological parameters, chemical pollution, primary production and hydrodynamics.

I - INTRODUCTION

Le site étudié se trouve dans la partie nord du golfe de Gabès et plus précisément dans les eaux hauturières, au large des îles Kerkennah et de Sfax, qui constitue le deuxième pôle économique et démographique, à l'échelle nationale (figure 1).

Bien qu'il soit très peu fréquenté par la flottille tunisienne, ce site joue un rôle important et indéniable dans la reconstitution des stocks halieutiques des eaux littorales (ce trouvant en-deçà de l'isobathe -50 m), d'où la nécessité impérative de sauvegarder son équilibre bio-écologique pour qu'il continue à assurer un tel rôle.

Depuis 1920, année à partir de laquelle Heldt a entamé à bord de la "Perche" l'exploration des fonds de pêche et les essais d'engins, le golfe de Gabès a fait l'objet de nombreux études et travaux océanographiques relevant de diverses disciplines : bionomie, faune et flore, prospection des fonds chalutables, hydrodynamisme, sédimentologie, hydrologie et pollution

La présente étude sera basée sur une synthèse des données bibliographiques disponibles et afférentes à des travaux de recherche et des campagnes océanographiques se rapportant à l'hydrobiologie et à la pollution. Ces données concerneront aussi bien les eaux hauturières que les eaux littorales, dont les caractéristiques phisico-chimiques et biologiques sont très influencées par les courants venant du large. Il y sera ainsi question d'aborder les aspects suivants :

- particularités du golfe
- production primaire
- caractéristiques physico-chimiques
- hydrodynamisme
- état de pollution chimique

La dernière partie sera consacrée à la conclusion d'une part et les grandes lignes de l'étude à mener en vue d'actualiser les résultats déjà acquis et pallier au manque probable de certaines données, d'autre part.

II - PARTICULARITES DU GOLFE DE GABES

De par son plateau continental très étendu (l'isobathe -200 m se trouve à 250 Km de Gabès) et ses caractéristiques hydrobiologiques, le golfe de Gabès constitue la plus grande réserve halieutique de la Tunisie et joue un rôle essentiel dans la réoxygénation des eaux de la Méditerranée ouest du bassin orientale.

En effet, la faible déclivité de ses fonds a permis, d'une part, le développement des végétaux photophiles sur de grandes étendues, et d'autre part, la formation d'un important courant de marée. Les courants généraux permanents et les courants saisonniers sont illustrés sur les figures n°2 et 3 d'après Sarbaji, 1990 et Amari, 1984. Il en ressort surtout que les courants de houle et de marée sont parallèles à la côte, ce qui ne favorise pas l'entraînement ou la propagation des polluants telluriques introduits dans le milieu marin vers le large. Par ailleurs, d'après les travaux de Brahim et al (1994), les masses d'eau du secteur sud-oriental des îles Kerkennah sont affectées par une circulation giratoire (figure 4).

La région est caractérisée par un climat aride à semi aride, avec une direction des vents (indépendamment des saisons) dominants du secteur Ouest et surtout Nord-Ouest (Sarbaji, 1990).

Par ailleurs, la présence d'une très large ceinture littorale d'herbiers des phanérogames marines et tout particulièrement de **Posidonia oceanica**, à laquelle succède une vaste prairie de l'algue verte : **Caulerpa prolifera**, a favorisé l'installation d'une multitude de frayères et nurseries, dont l'impact sur les recrutements halieutiques (poissons, crustacés, éponges et mollusques) peut être considéré comme un véritable trésor biologique.

Toutefois, sous l'effet de l'industrialisation que connaît son littoral, depuis 1972, et de l'usage de plus en plus accru d'engins de pêche raelant les fonds de très faibles profondeurs, le golfe se trouve menacé par des perturbations bio-écologiques de nature à compromettre le développement durable de sa biodiversité et à mettre en péril ses potentialités halieutiques fort appréciables (Hattour, 1992). Il en est résulté une situation marquée par l'importance des captures de très jeunes poissons, la baisse de la production de la crevette estimée, entre 1988 et 1989, à 37%.

Enfin, il est à noter que ces perturbations se manifestent, principalement, sous forme d'une pollution chimique du milieu récepteur des rejets du phosphogypse, d'une régression continue de la limite inférieure de l'herbier à posidonies et des efflorescences phytoplanctoniques, plus ou moins, prononcées et se produisant, fréquemment, en période estivale (Le Danois, 1925; Maggi et al., 1990; Nouri et Ben Mammou 1992).

III - HYDROBIOLOGIE

1 - Production Primaire

Les eaux littorales superficielles et peu profondes (jusqu'à -5 m), de la partie nord du golfe de Gabès, présentent une production primaire relativement faible. Les teneurs en chlorophylle a sont inférieures à 3.5 mg/m^3 (Mastouri, 1993).

Mais, ce genre de pollution biologique ne peut avoir lieu dans les eaux haurières qu'accidentellement, sous l'effet des remontées d'eaux profondes ou de la présence des rejets riches en sels nutritifs. La production primaire peu accuser une baisse, en raison de l'augmentation de la

turbidité de l'eau, qui entraînera une réduction sensible, voire l'arrêt de la photosynthèse. La nourriture à base du phytoplancton se raréfiera ainsi dans le site et ses alentours.

2 - Salinité et Température (tableaux 1 et 2))

D'après Ben Othman (1971), les eaux côtières présentent une stratification haline très nette au niveau de la radiale, située un peu au sud des îles Kerkennah et s'étendant du littoral jusqu'à -200 m. Il en est de même pour la température, avec toutefois une stratification moins apparente, puisqu'elle intéresse les eaux de surface, tout au long de la radiale (figure 5). Par contre, les eaux du large sont caractérisées par une masse d'eau, dont les composantes physico-chimiques sont homogènes, dans toute son épaisseur. Entre -50 m et -100 m, il a relevé, vers la fin de l'hiver 1970, des salinités atteignant 37.2‰ en surface et 37.5‰ dans les eaux profondes, ainsi que des températures variant de 14.9 °C à 15,2 °C en surface et de l'ordre de 14,3 °C près du fond.

Contrairement à Allain et al., (1966), qui nient toute influence du courant Atlantique sur les eaux du golfe, Ben Otman (1971 et 1973) pense qu'un diverticule de ce courant s'y fait sentir. Son avis est fondé sur la découverte d'une masse d'eau homogène à 37,2 ‰ de salinité et à température fluctuant entre 14,3 °C et 14,7 °C.

Parmi les résultats afférents aux croisières réalisées, dans le cadre du projet de recherche et de prospection pour le développement de la pêche (Brandhorst et al., 1974), on a sélectionné ceux relatifs à la partie nord du golfe, en particulier les eaux se trouvant aux alentours et au large des îles Kerkennah. On a pu en dégager les remarques suivantes :

- dans les eaux de surface, comprises entre -16 m et -100 m, la salinité et la température sont respectivement de l'ordre de 37.5 ‰ et 20.34 °C en moyenne.
- les eaux profondes se distinguent par des valeurs moyennes plus faibles que celles de surface 37,56 ‰ et 20,51°C.

En outre, à la lumière des résultats obtenus par Aubert et al., (1982), on constate que la salinité moyenne des eaux superficielles est de l'ordre de 37.1 ‰, au large des îles Kerkennah (tableau 2).

Pour Amari (1984), la situation thermique aux alentours de ces îles, est marquée par l'arrivée périodique de deux diverticules: l'un venant du nord et amenant des eaux froides, l'autre provenant du sud et apportant des eaux chaudes. Les températures moyennes enregistrées en hiver sont de l'ordre de 14.5 °C, celles du printemps et d'automne s'élèvent respectivement à 24,5 °C et 21,7 °C. Du point de vue salinité, le diverticule sud approche par ses valeurs les eaux du golfe de Gabès (37,5 ‰).

3 - Turbidité

Dans le golfe de Gabès, les eaux les plus turbides sont observées au-dessous de la latitude 34°00' N. La turbidité y est accentuée par un hydrodynamisme permettant la remise permanente en suspension du phosphogypse déversé dans la mer. La limite inférieure de la couche euphotique est fixée au nord du golfe (un peu au sud des îles Kerkennah), à 14 m au niveau de l'isobathe -45 m (Mastouri, 1993) et à 18 m au niveau de celui de -50 m (Brandhorst et al., 1974).

De par sa position géographique, le site objet de la présente étude ne reçoit pas d'apports telluriques de nature à entraver la transparence de ses eaux. Mais, sous l'effet des apports éoliens et des rejets issus des activités pétrolières "off Shore", le site en question et ses alentours connaîtront un problème de turbidité, susceptible d'inhiber la photosynthèse et d'entraîner une chute brutale des teneurs en oxygène dissous.

4 - Oxygène dissous

Amari (1984) s'est intéressé à ce paramètre aux alentours des îles Kerkennah, où il a obtenu des valeurs diurnes supérieures à celles de la nuit. Les valeurs enregistrées oscillent, en général, entre 7.35 mg/l et 8.5 mg/l, dans les eaux superficielles. Prés du fond (-27 m), elles sont de l'ordre de 5.8 mg/l.

En dépit de l'absence d'études traitant de cet élément vital, dans les eaux du large, on peut, d'ores et déjà, dire que vu son hydrodynamisme marqué par une circulation giratoire des eaux et son éloignement par rapport aux sources de pollution telluriques, la zone hauturière se trouvant au large des îles Kerkennah semble être à l'abri du risque d'anoxie au milieu. En effet, le taux d'oxygène subit une régression, induite par l'augmentation de la turbidité de l'eau, qui entravera à son tour la photosynthèse et par une dégradation accrue de la matière organique. Mais, du fait de l'agitation permanente des eaux du site et de ses alentours, cette régression resterait limitée et ne conduirait point à un déficit total du milieu en oxygène.

5 - Sels nutritifs

Dans les eaux hauturières localisées au large des îles Kerkennah, les sels nutritifs n'ont fait l'objet d'aucune étude, même ponctuelle.

Les travaux de Darmoul (1988) sur la pollution chimique, dans les eaux littorales de la partie nord du golfe de Gabès, révèlent la présence des phosphates à des concentrations comprises entre 1 et 5 $\mu\text{atg/l}$, au large de Sfax. Le reste des eaux de cette partie se distingue par des concentrations inférieures à 1 $\mu\text{atg/l}$ (figure 5). Cette distribution est confirmée par Mastouri (1993), avec toutefois des teneurs comprises entre 1 et 3 $\mu\text{atg/l}$, au large de Skhira. L'enrichissement de ces secteurs, en phosphates, est attribué, en grande partie, aux apports d'eaux continentale ou pluviale provenant des lieux de stockage du phosphogypse à terre.

IV - POLLUANTS TRACES

D'après les résultats relatifs à la campagne effectuée par Aubert et al (1982) du 3 au 20 août 1981 (Fig. 4g) au large des îles Kerkennah (tableau 2), on constate que la teneur en mercure obtenue dans l'eau non filtrée est inférieure à 30 ng/l. La teneur en cadmium et en plomb atteignent respectivement des concentrations de 0,8 $\mu\text{g/l}$ et 6,1 $\mu\text{g/l}$, au sud des îles Kerkennah, soit des valeurs en deçà des seuils admissibles par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Les teneurs en cuivre, au niveau de différentes stations prospectées sont faibles (de l'ordre de 3,5 $\mu\text{g/l}$ sauf au niveau de la station 8, atteint 9,7 $\mu\text{g/l}$). Pour le zinc, les valeurs enregistrées varient beaucoup d'une station à l'autre et atteignent un maximum de 43 $\mu\text{g/l}$ à la station 3 localisée au sud-est des îles Kerkennah.

**Tableau N°1 : Données hydrologiques afférentes aux croisières effectuées
Durant les années 1972/1973**

Croisières	N° des stations	Latitudes N et Longitudes E (Fonds)	Profondeur (m)	Salinité ‰	T °C	Transparance (m)
HyII	98	34°39'/12°07' (47m)	0	37,661	23,2	18
			10	37,665	23,39	
			20	37,654	23,4	
			30	37,653	23,41	
			40	37,652	23,41	
	99	34°32'/11°41' (46m)	0	37,781	23,5	
	100	34°23'/11°12' (50m)	0	38,215	24,25	
			10	38,166	24,39	
			20	38,173	24,43	
			30	38,186	24,45	
			45	38,107	24,45	
	111	34°27'/10°55' (16m)	0	38,115	26,12	
			5	38,075	26,06	
			12	38,083	26,07	
	111,1	34°37'/10°50' (16m)	0	38,449	23,2	
HY III	78,3	34°39'/10°50' (6m)	0	39,204	20,62	
	102	34°39'/12°06' (45m)	0	37,278	18,3	
	103	34°44'/11°55' (30m)	0	37,261	18,35	
			5	37,254	18,23	
			15	37,247	17,8	
			25	37,245	17,6	

Suite du tableau N° 1				
Croisières	N° des Stations	Latitudes N et Longitudes E (Fonds)	T°C-Surface	S‰surface
E I	39	34°14'/12°00' (80m)	13,8	
	40	34°22'/11°32' (16m)	13,5	
E II	38	34°55'/11°49' (20m)	18,5	37,067
	39	34°44'/12°30' (52m)	18,5	37,207
	40	34°33'/11°53' (43m)	18,3	37,249
	41	34°23'/11°21' (41m)	18,6	37,147
	42	34°18'/12°23' (93m)	18	37,378
E III	3	34°57'/11°47' (17m)	24,1	37,49
	4	34°46'/12°27' (48m)	25,4	37,478
	5	34°20'/11°00' (43m)	26,5	37,669
	6	34°08'/12°00' (80m)	25	37,678
E VI	1	34°27'/10°55' (15m)	13,8	38,021
	7	34°20'/12°30' (100m)	14,2	37,35
	8	34°37'/11°18' (25m)	12,9	37,314

Tableau 2 : Résultats de campagne effectuée du 3 au 20 août au large des îles Kerkennah

N°	Date (1981)	Latitude	Longitude	S‰ surface	Hg ng/l	Cd	Cu (µg/l)	Pb	Zn
3	3/8	34°16	11°16	37,22		0,2	3,9	1,8	43
4	"	34°27	11°27	37,04		0,6	2,9	1,2	7
5	"	34°36	11°32	37,29	<30	0,6	3,9	1,2	17
6	"	34°44	11°40	37,13		0,7	3,7	5,4	16
7	4/8	34°51	11°59	36,86		0,8	4,1	6,1	4
8	"	34°06	11°17	36,86		0,3	9,7	2,9	8

Le mercure est un métal très nocif, qui peut être concentré dans la chaîne alimentaire, passant du plancton aux poissons, aux mollusques et aux êtres humains, mettant ainsi en danger, la santé des consommateurs ainsi que l'équilibre des écosystèmes marins et lagunaires.

Les travaux de Hadj Ali et al (1986) montre que dans les organismes marins provenant du golfe de Gabès, les teneurs en ce métal sont inférieures aux limites tolérées par l'OMS (tableau n°3). Par comparaison à d'autre zones de pêche côtières tunisiennes, ceux pêchés dans le golfe de Gabès et dans le lac de Tunis contiennent les plus fortes concentrations en mercure total.

la sardine de la région sud (Gabès) présente des taux faibles en Cd, Cu et Pb. Par comparaison aux concentrations trouvées chez la sardine de la région nord, ils sont de même ordre sauf le taux de Cd chez les femelles de la région nord est beaucoup plus faible Chouba et al., 1994).

Les concentrations en Cd, Pb et Cu trouvées dans la chair de la Sardine (poisson pélagique) provenant de la région sud (Gabès) sont de même ordre sauf pour les femelles de la région nord où la teneur en Cd est plus faible (Chouba et al., 1994).

Toutefois, les taux de cadmium, cuivre et zinc trouvés dans le muscle des deux espèces de poissons (Muge et Dorade) capturées dans la région de "Ouled kacem" située à Kerkennah, sont plus importants que ceux enregistrés pour les mêmes espèces pêchées sur la côte de Sfax (Hamsa-Chaffai, 1993). Ceci pourrait être expliqué par plusieurs facteurs, en particulier les courants et les vents qui semblent avoir tendance à accumuler les polluants aux alentours des îles Kerkennah.

Tableau 3 : Teneurs moyennes en mercure total dans des organismes marins pêchés dans le golfe de Gabès

Organismes marins	Teneurs en µg/Kg du poids frais
Poissons	40 ± 26
Crevettes	77
Lamillibranches	40 ± 27
Seiche	198 ± 18

Par ailleurs, les résultats obtenus par Cousteau (1978) et concernant l'état de pollution côtière dans le golfe de Gabès, montrent que les teneurs en métaux lourds, dans l'eau de surface prélevée au large de Gabès sont, en général, plus élevées que celle prélevée au large de Sfax. Il en est de même pour les composés organochlorés analysés dans les sédiments (tableau 4).

Enfin, les travaux de Conan et Friha (1979) montrent que les pollutions par hydrocarbures de l'Amoco-Cadiz en 1978 a un effet néfaste sur la croissance, des plies appartenant à tous les groupes d'âges capturés et de la sole. 80 % de ces deux espèces capturées ont des nageoires et une queue érodées.

Il est à noter que les teneurs en hydrocarbures saturés et insaturés non aromatique dans la région de Gabès sont importantes dans la phase solide en suspension, obtenue par filtration à 0,8 μm (Aouidj-chaouch,1987). Devant la situation critique du golfe, des solutions ont été proposées et retenues pour éviter le rejet des polluants dans le milieu marin.

Tableau. 4 : Teneurs en métaux lourds et en composés organochlorés afférentes à la campagne de prospection effectuée à bord du navire "Calypso" en 1977.

Régions	Dates	Stations	Métaux lourds Eau de surface(-4m)				Composés organochlorés dans les sédiments (ng/g PS)				
			Cu ($\mu\text{g/l}$)	Zn ($\mu\text{g/l}$)	Cd (ng/l)	Hg (ng/l)	Prof. (m)	PCBas	ppDDE	ppDDD	ppDDT
Sfax	août 77	34°37'96 10°49'70	0,88	2,7	0,27	13	18	0,6			
		34°39'91 10°48'41	0,54	<0,02		14	14	0,7	0,1	0,02	0,02
		34°41'70 10°47'25	0,55	1,7	<0,02	-	9	1,1			
Sfax	août 77	33°56'07 10°13'47	<0,04	4,5	0,06	24	22	0,9	0,1	0,2	0,1
		33°54'67 10°10'88	1,7	2,2	0,06	26	15	-	0,05	0,05	0,05
		33°53'19 10°08'00	1,0	6,2	0,15	22	9	0,5	0,05	0,1	0,1

V - CONCLUSIONS

L'examen et le dépouillement de la bibliographie disponible et se rapportant à la partie nord du golfe de Gabès, permettent de dresser, le bilan ci-dessous présenté :

Mis à part la température et la salinité, les paramètres hydrobiologiques n'ont été étudiés que dans les eaux côtières situées en-deçà de -50 m et plus précisément tout près de Sfax et aux alentours des îles Kerkennah. Il s'agit de la production primaire, la turbidité, l'oxygène dissous, les phosphates inorganiques et le fluor.

Les phosphates inorganiques atteignent des concentrations importantes au large de Sfax et Skhira. Pour le reste des eaux littorales de la partie nord du golfe, les teneurs sont inférieures à 1 $\mu\text{atg/l}$.

Une contamination par le fluor de quelques poissons pêchés entre Sfax et les îles Kerkennah a été signalée.

Au niveau de l'isobathe -50 m et -45 m un peu au sud des îles Kerkennah, la limite inférieure de la couche euphotique a été respectivement fixée à 18 m et 14 m.

Les salinités hivernales enregistrées au niveau de la plate forme des îles Kerkennah (36 à 36,6‰) témoignent de la présence d'eaux atlantiques au nord du golfe.

Les eaux hauturières, au large des îles Kerkennah, se distinguent par une masse d'eau homogène ayant en moyenne une salinité de l'ordre de 37 ‰ et des températures variant entre 14,3°C et 23,5 °C.

Aucun indice révélateur d'une pollution organique liée à la dégradation des organismes végétaux n'a été décelé.

Les études portant sur l'évaluation du degré de pollution due aux éléments traces (métalliques et organiques) sont rares. Elles concernent plutôt, les écosystèmes côtiers se trouvant en face de Sfax et le long du littoral des îles Kerkennah.

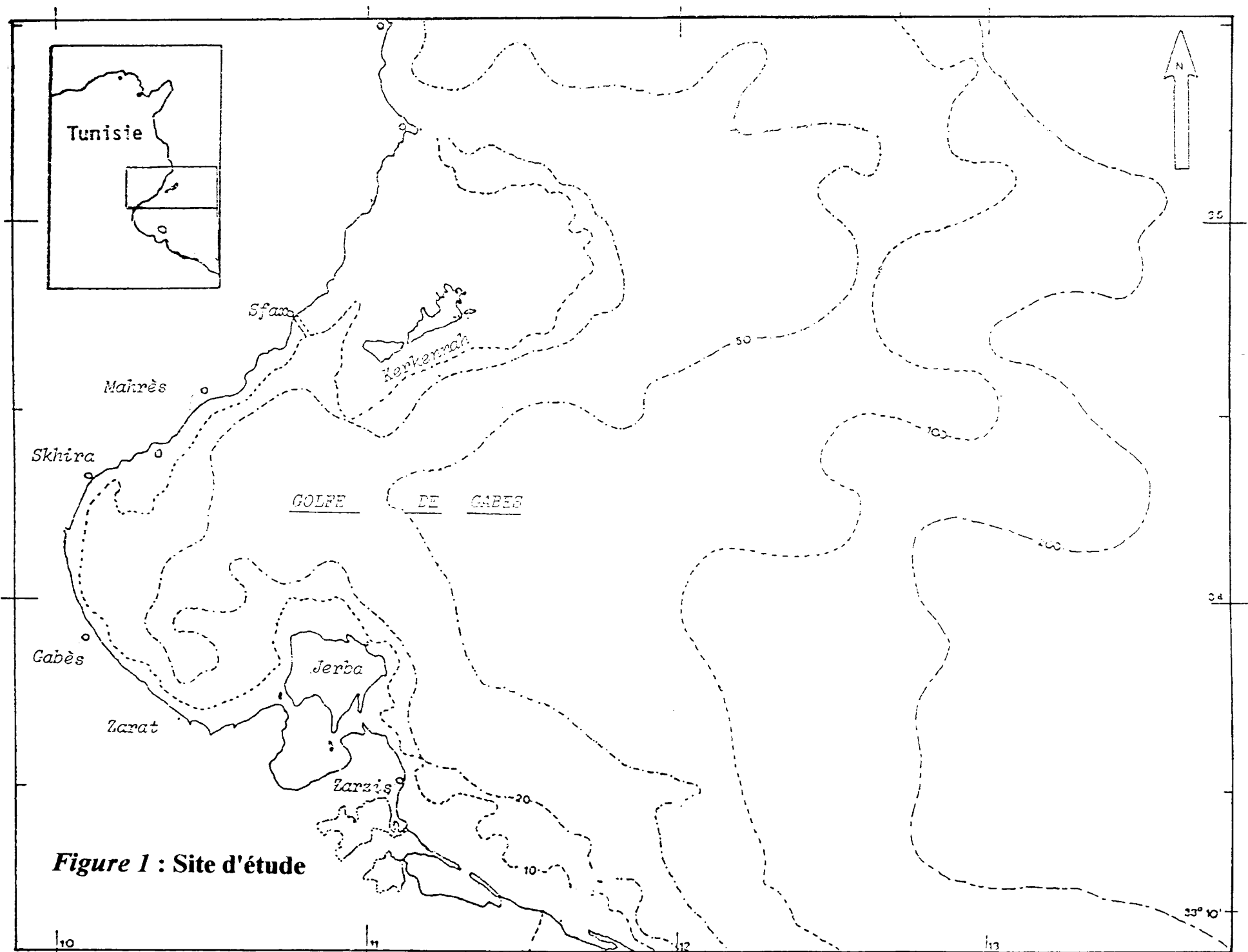
Les résultats y afférents montrent que les teneurs en métaux lourds (Cd, Pb, Hg, Zn, et Cu) et pesticides organochlorés (PCB, DDT et dérivés...) sont nettement inférieures aux seuils limites admissibles par l'OMS, pour l'eau de mer, les sédiments et les organismes marins analysés. A titre indicatif, pour les deux espèces les plus pêchées dans la région de Sfax, à savoir la crevette royale (*Penaeus kerathurus*) et la seiche (*Sepia officinalis*), les concentrations en Hg sont respectivement, de l'ordre de 77 $\mu\text{g/Kg}$ et 198 $\mu\text{g/Kg}$ du poids frais.

En dehors de tout rejet, les polluants traces sont présents dans les eaux du large à des concentrations négligeables et très nettement inférieures à celles des eaux côtières, qui sont directement soumises à l'influence des effluents des industries existant tout au long du littoral de Sfax.

Malgré l'absence d'études actualisant les résultats hydrobiologiques déjà acquis et en dépit du manque des données relatives à l'évaluation du niveau de pollution chimique et biologique, on peut dire, à la faveur de la présente étude, que la région hauturière des îles Kerkennah est à l'abri de toute sorte de pollution chronique.

L'hydrodynamisme spécifique aux eaux hauturières de la partie nord du golfe de Gabès favorise la dispersion et la dilution vers le large de toute substance nocive.

De tels enseignements méritent d'être confirmés davantage à travers la conduite d'une étude pluridisciplinaire (faune, flore, courantologie, hydrobiologie, polluant chimique, etc..) et approfondie, qui intéressera les différents écosystèmes du golfe de Gabès, sur lequel repose, en grande partie, l'avenir de la pêche et de l'aquaculture en Tunisie.



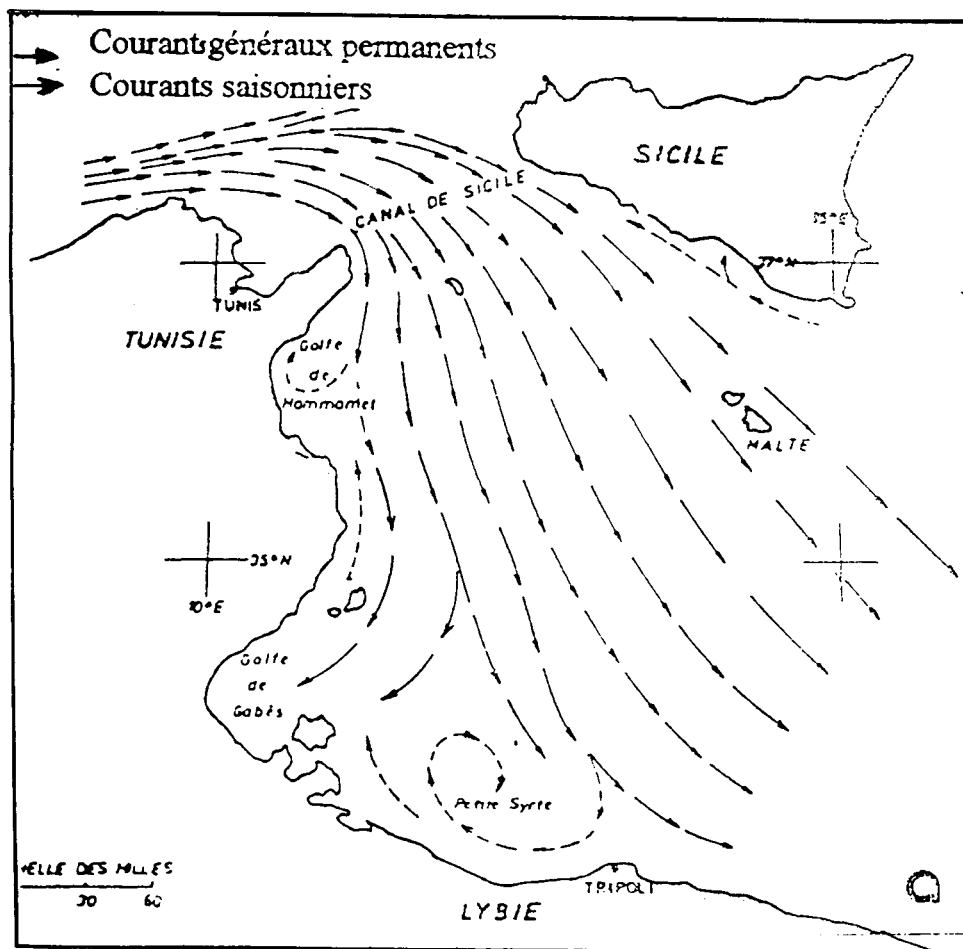
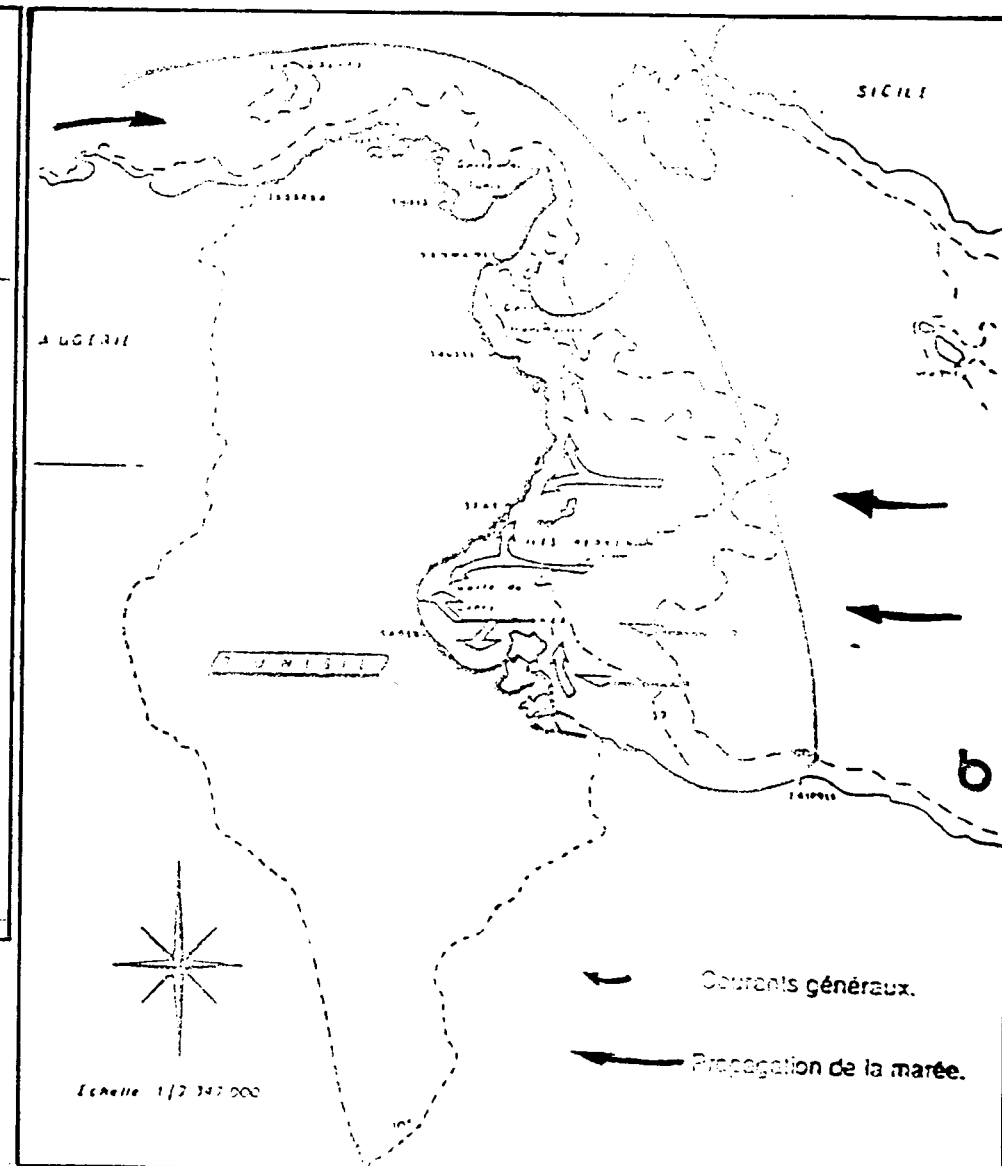


Figure n° 2: Circulation des masses d'eau (Sarjabi, 1990)

a) Courants de surface en Méditerranée centrale

b) Schéma des courants généraux et propagation de la marée d'après les instructions nautiques



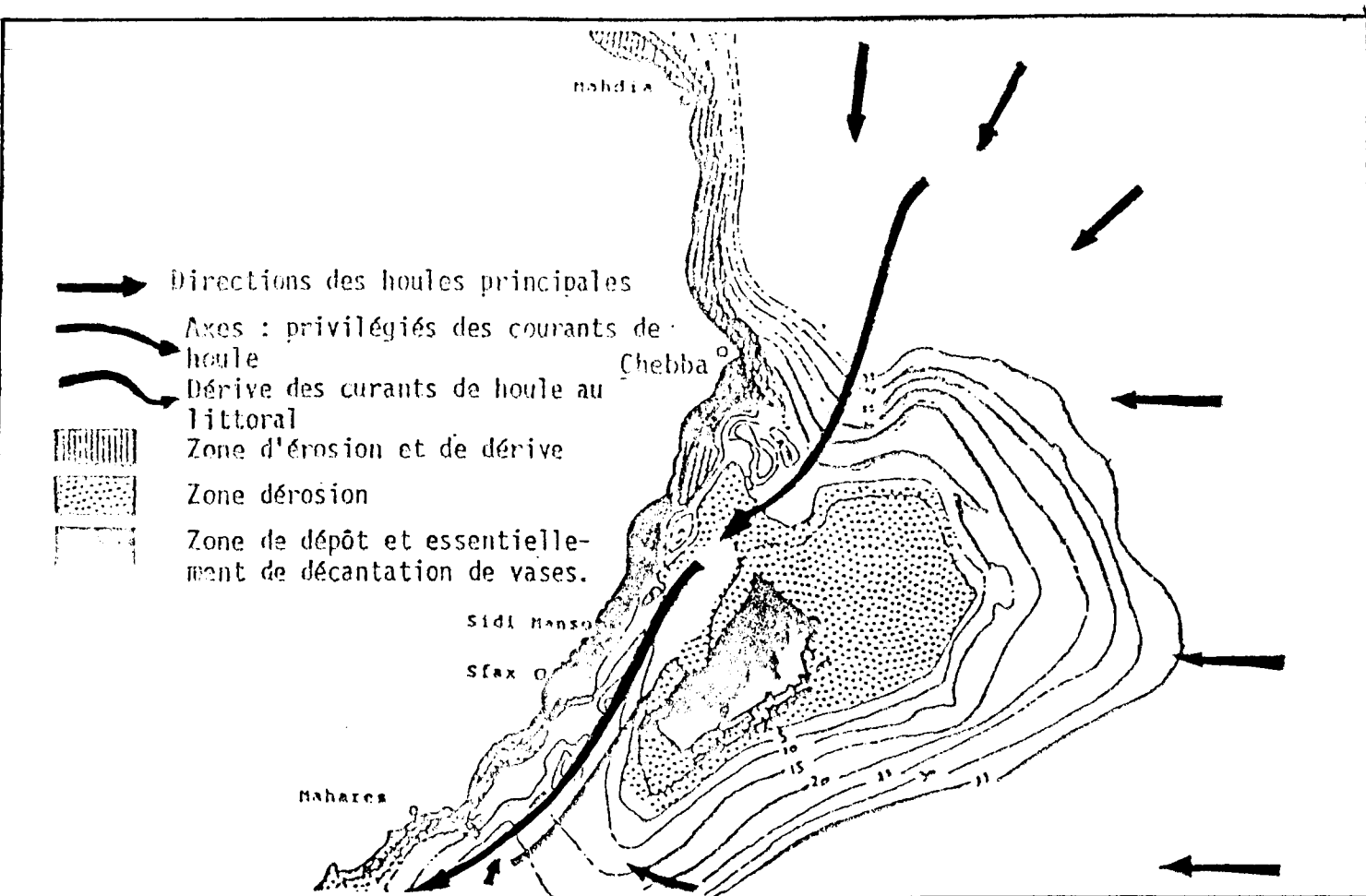


Figure 3 : Dynamique globale de la houle (Amari, 1984)

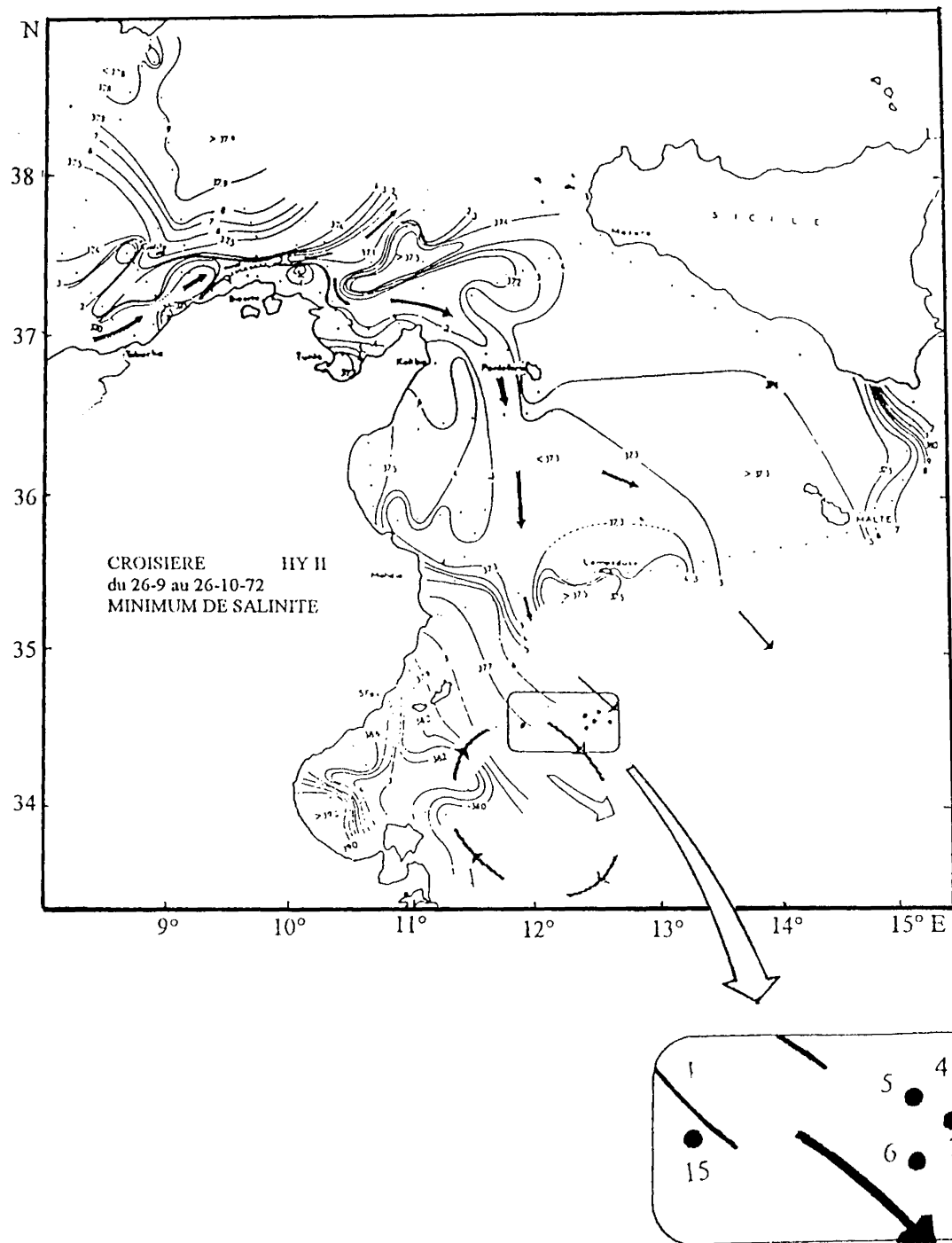


Figure 4 : Circulation giratoire des eaux au large des îles Kerkennah (Brahim et al, 1994).

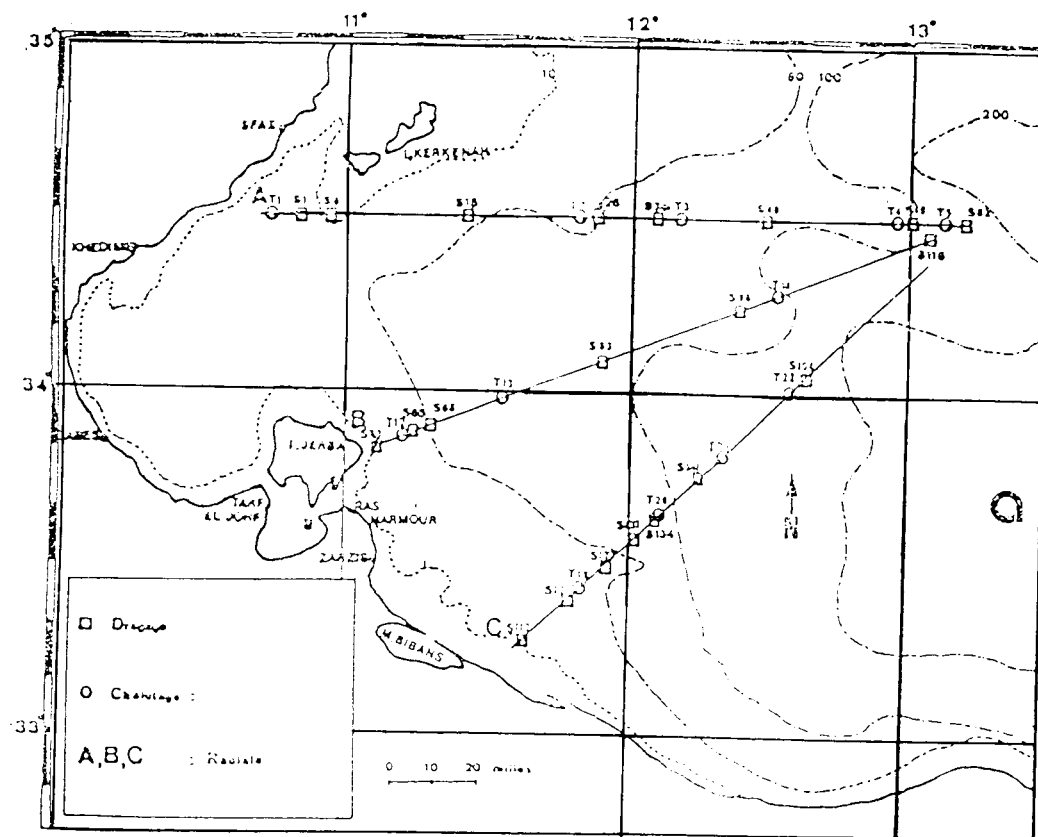
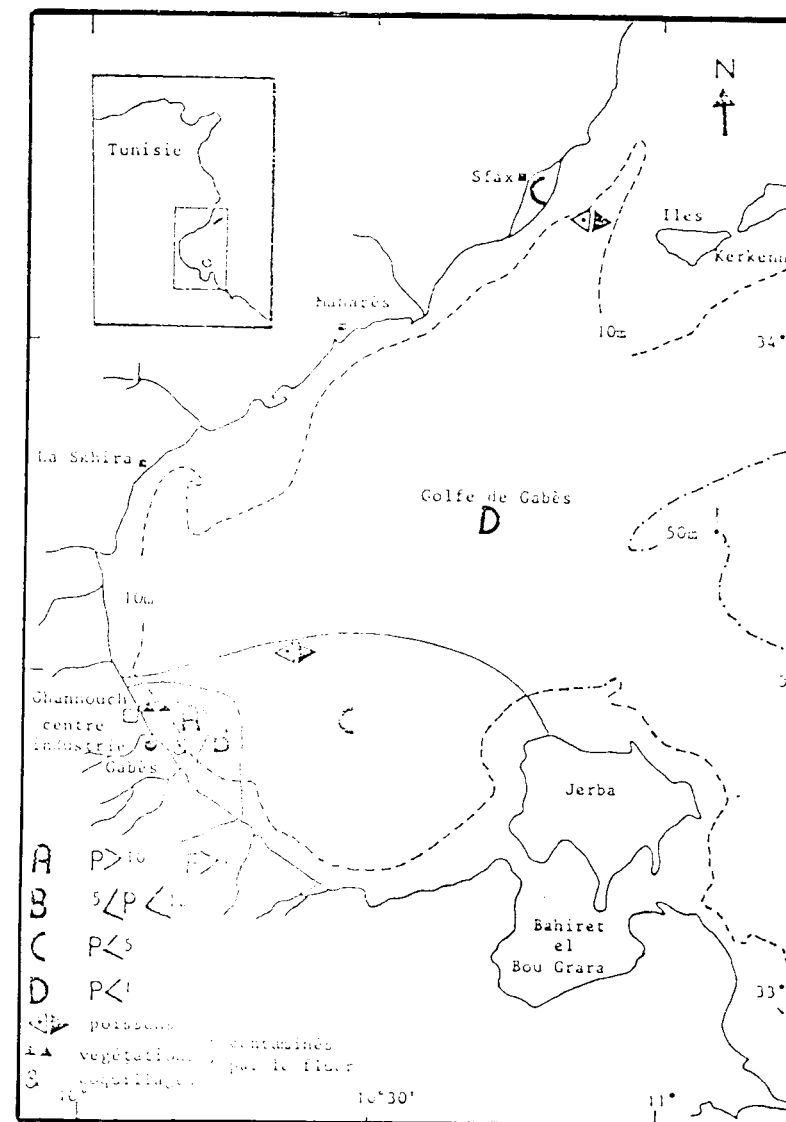
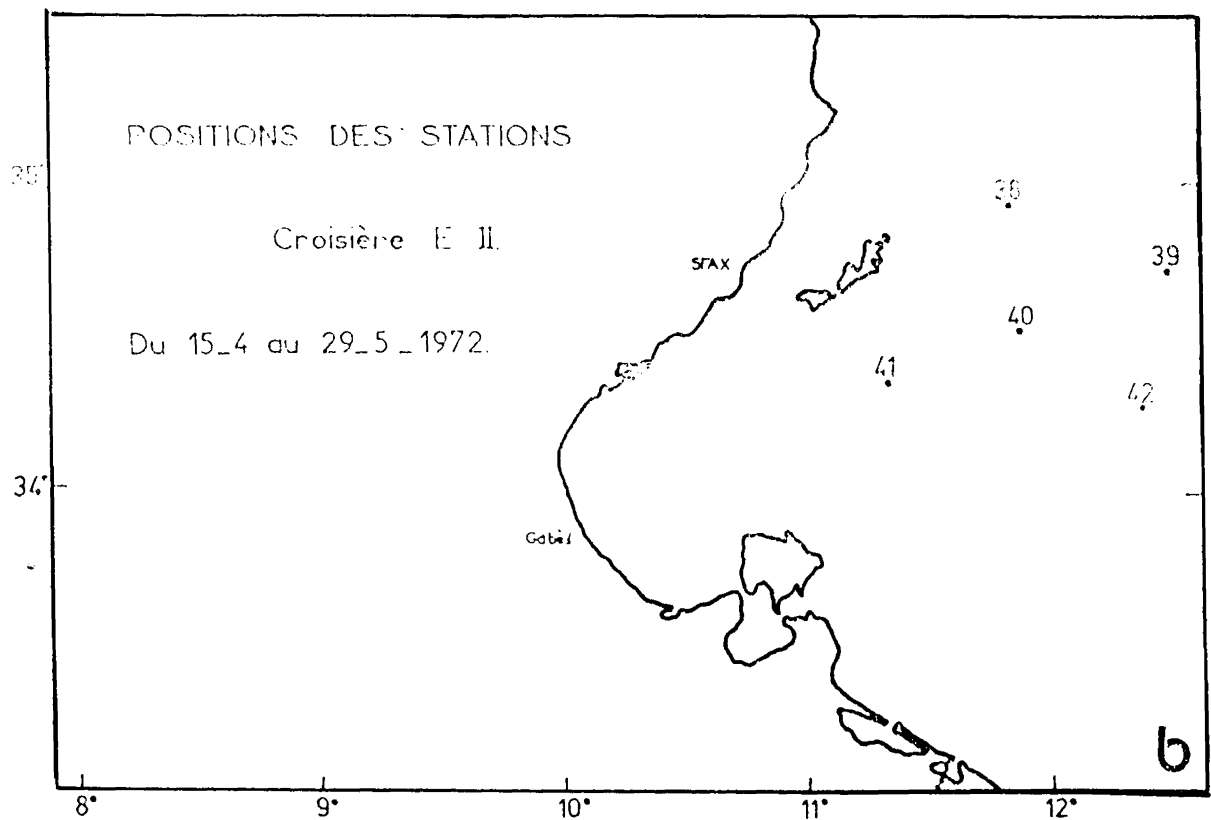
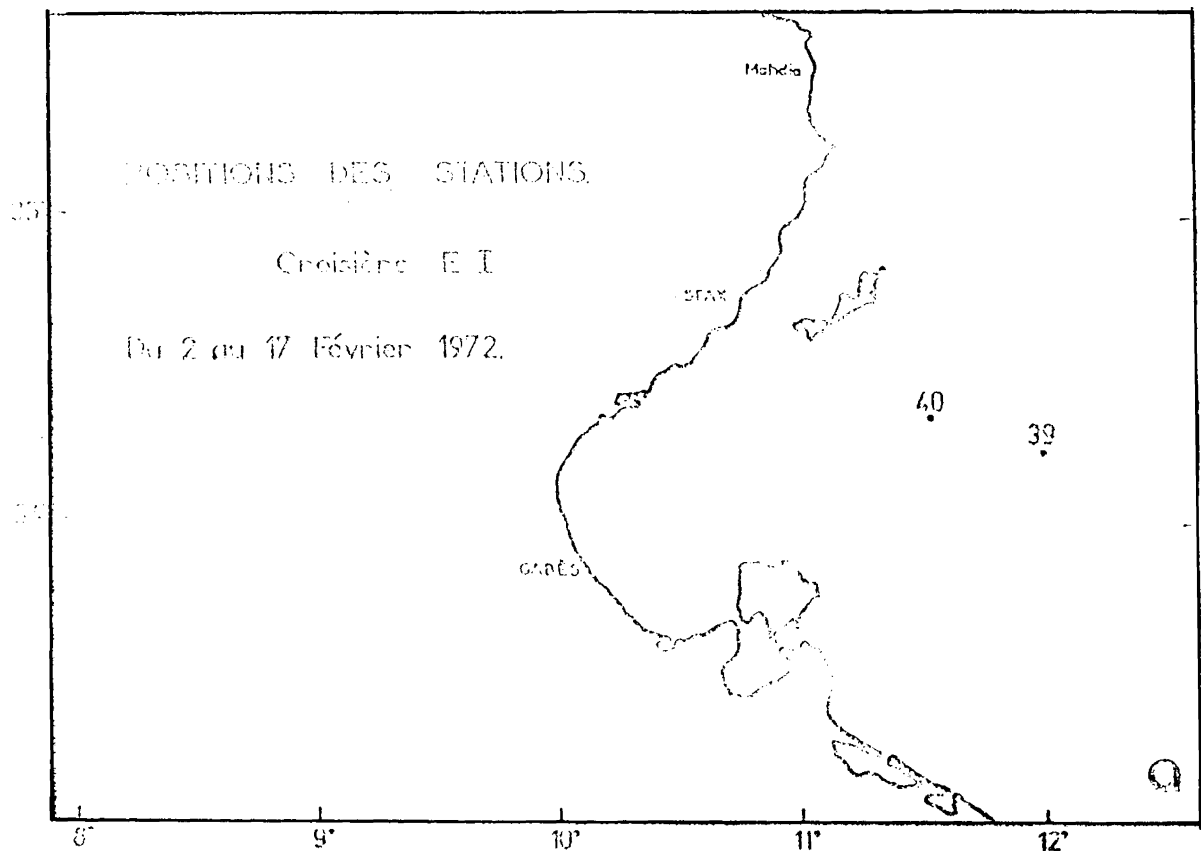


Figure 5 : a) Radiales étudiées par Ben Gannan (1971)

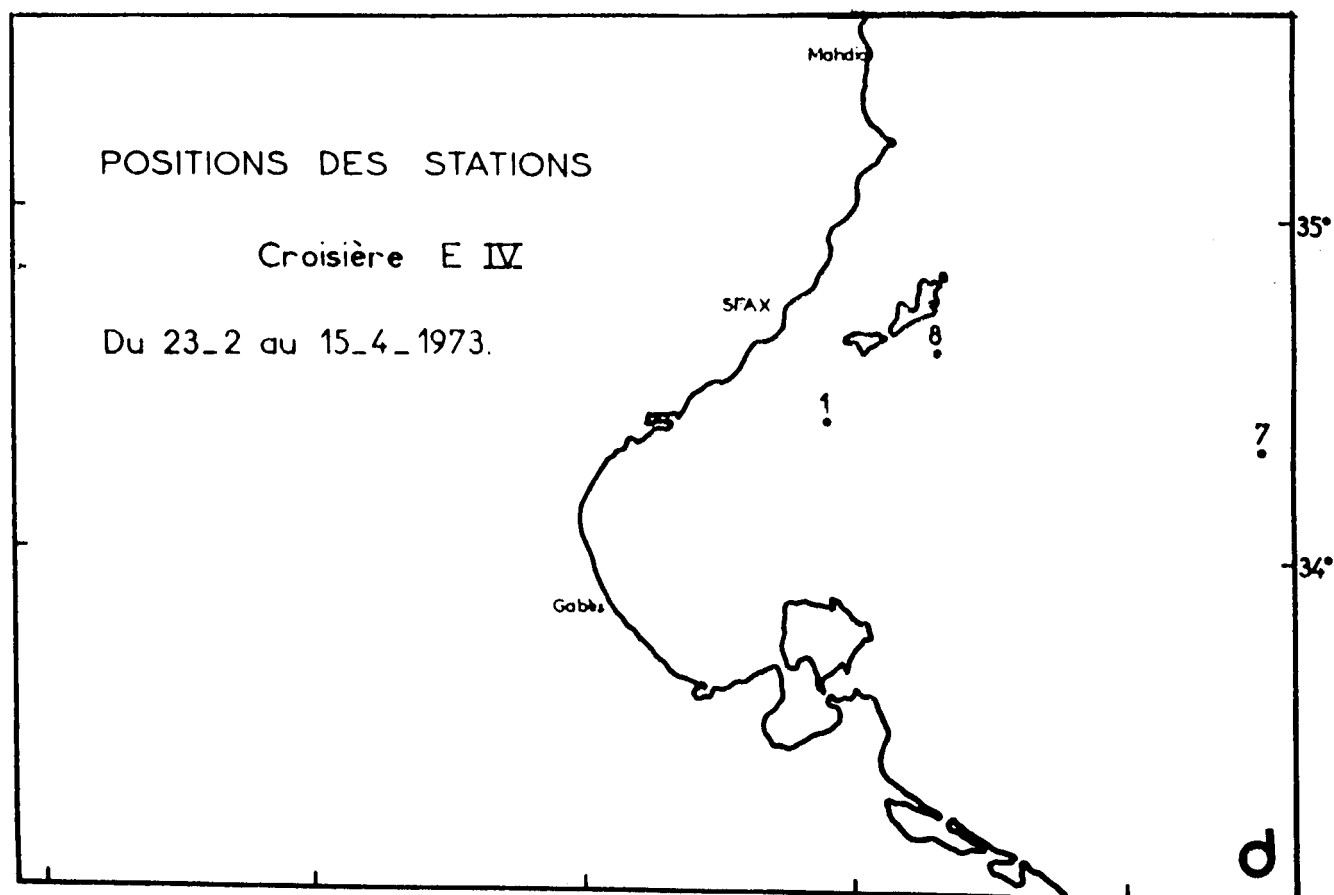
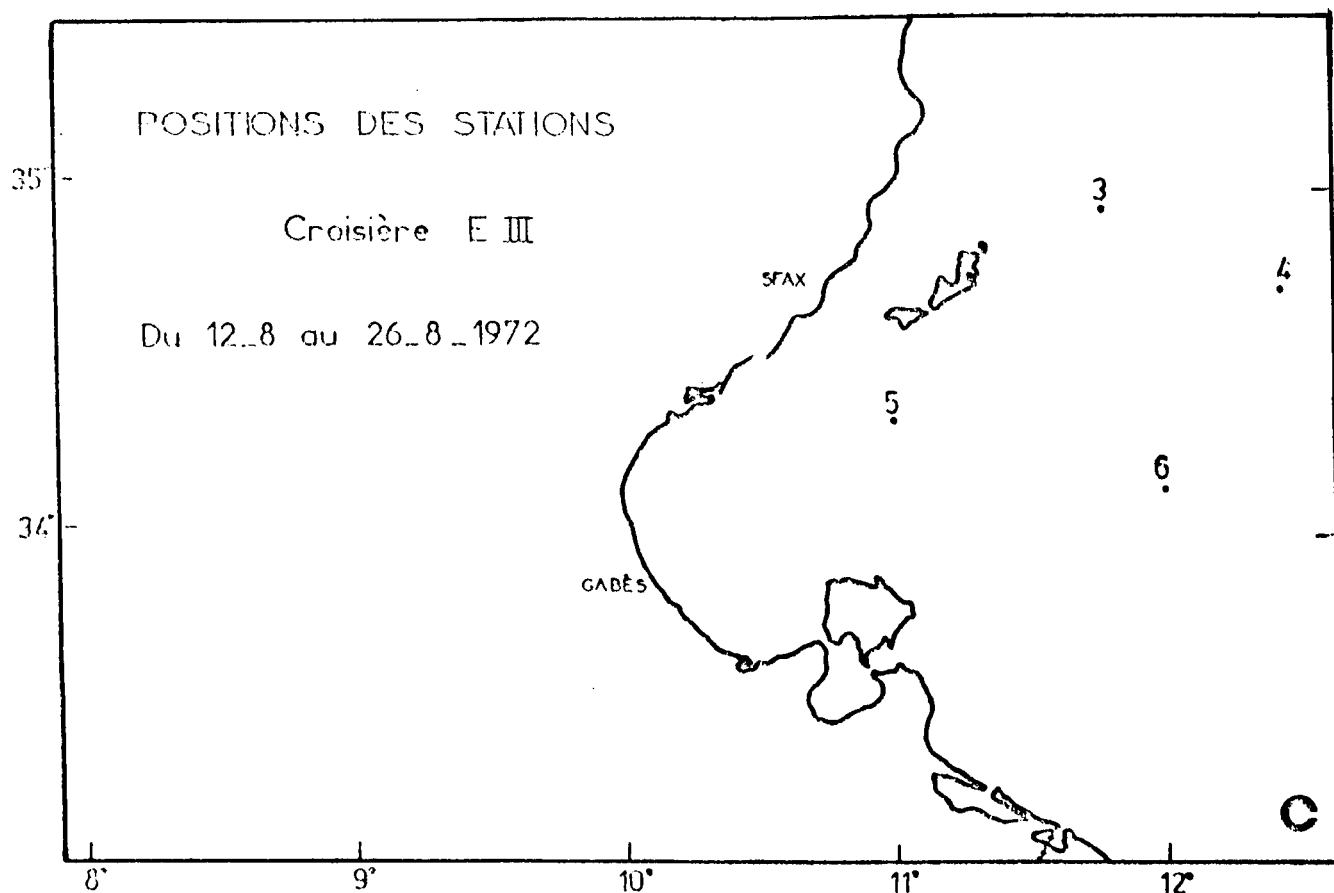
b) Répartition spatiale des teneurs en phosphates
(Darmoul, 1988)



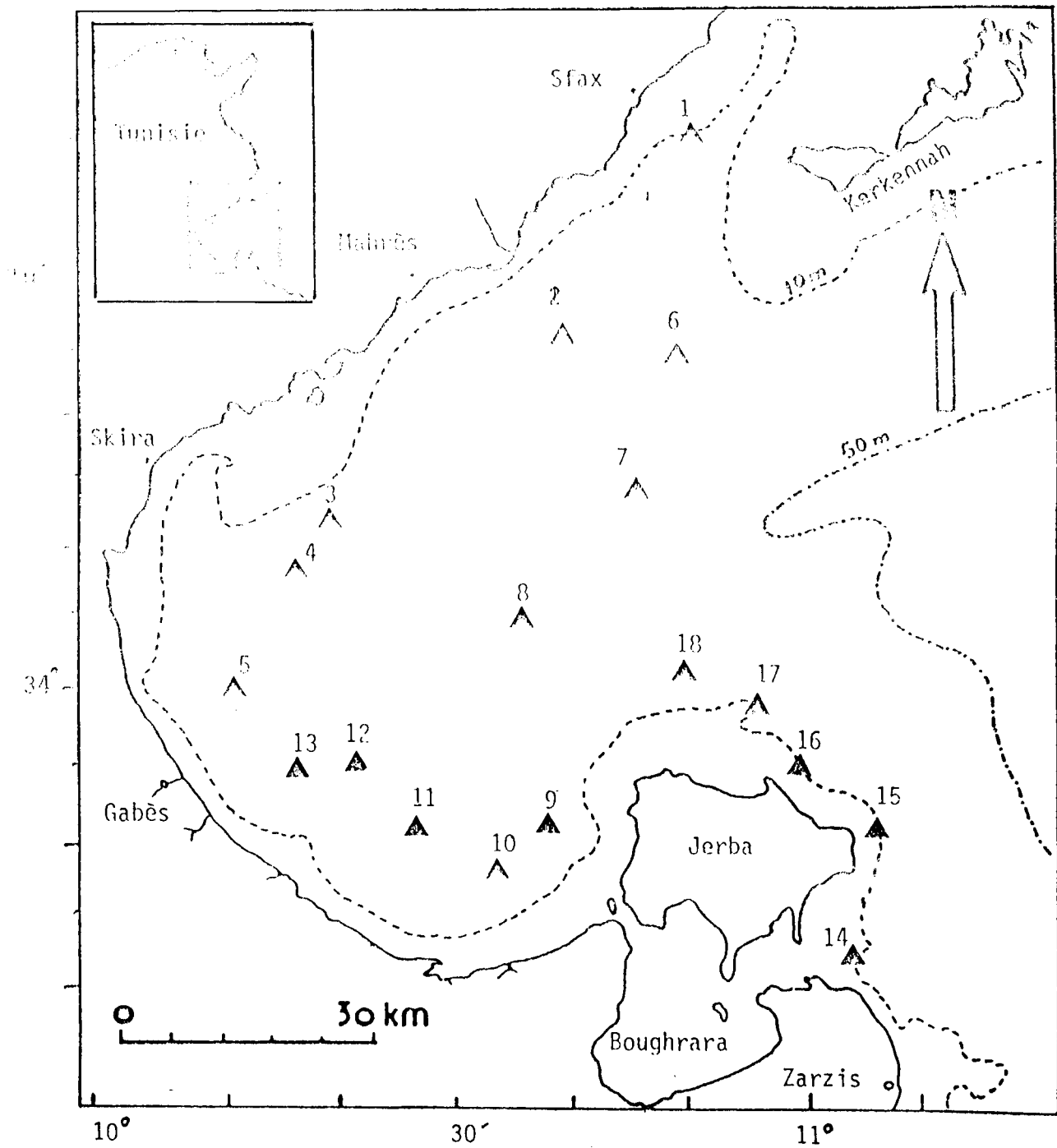
Annexe I



Stations étudiées par Brandhorst et al, durant les années 1972-1973 (a, b, c, d, e, et f) et par Aubert *et al.* lors de la campagne du 03 au 20 août 1981 (g)



Annexe 2



Localisation des stations hydrobiologiques étudiées par Mastouri en été 1992

BIBLIOGRAPHIE

- Alain C., Furnestin M.L. et Maurin C., 1966.** - Essai de synthèse sur l'océanographie physique et biologique dans la zone d'influence du courant Atlantique en Méditerranée sud et du Levant. *Comm. Intern. Explor. Scent. Mer Médit. Schéma présenté à la conférence d'experts réunis à Split* (4-11 déc. 1965) : 1-38
- Amari A., 1984.** - Contribution à la connaissance hydrologique et sédimentologique de la plate forme des Kerkennah. *Thèse de 3^{ème} cycle. Géologie appliquée au domaine marin et Océanologie. Fac. Sc. Tunis.* 251 p.
- Andren L. E. et M. Hadj Ali Salem, 1978.** - Sources de pollution marine côtière en Tunisie : facteurs influençant sa distribution et ses effets. *Bull. Inst. Nat. Sc. Tech. Océanogr. Pêche, Salammbô.* 5 (1-4). 53-95.
- Aouidj-Chaouch S., 1987.** - Contribution à l'étude de quelques polluants : (Pesticides organochlorés et Métaux lourds) au moyen des bioindicateurs. *D.E.A. Fac. Scien. Math. Phys. et Naturelles* : 120p.
- Aubert M. et J. Aubert, 1986.** - Eutrophie et dystrophie en milieu marin, phénomènes planctoniques et bactériens. *Rev. Intern. Océanogr. Médicale.* 53-54: 1-302+I-V.
- Aubert M.; Revillon P.; Flateau G.; Breittmayer J.P.H.; Aubert J., 1982** - Métaux lourds en Méditerranée 2^{ème} tome (Campagnes océanographiques du CERBOM, 1979-1982). *Ed. Rev. Intern. Océanogr. Médicale* : 79p.
- Ben outhman S., 1971.** - Observation hydrologique, dragages et chalutages, dans le sud est tunisien. *Bull. Inst. Nat. Sc. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô.* 2 (2) : 103-120.
- Ben outhman S., 1973.** - Le sud tunisien (Golfe de Gabès) : Hydrologie, sédimentologie, flore et faune. *Thèse de 3^{ème} cycle biologie marine. Fac. Sci. Tunis* : 166p.
- Brahim M., Sammari C. et Gana S., 1994** - Circulation et dynamique de la matière en suspension au large de Kerkennah. *Bull. Inst. Natn. Scient. Techn. Océanogr. Pêche. Salammbô.* . 21 (5-23).
- Brandhorst W., H.Messaoud; R. Rokbani; W. Hogli et Ajengui A., 1974.**- Observations océanographiques dans les eaux tunisiennes réalisées par le projet de recherche et de développement de la pêche durant les années 1972-1973. (PNUD-FAO). *Bull. des pêches n°1. Direction des pêches.*
- Chaffai-Hamsa, A., 1993.** - Etude de la bioaccumulation métallique et des metallothionines chez des poissons de la côte Sfax (Golfe de Gabès). *Thèse de Doctorat de spécialité. Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax.* 157p.
- Chouba L., Amara H. et El Abed A., 1994.** - Les métaux traces (Cd, Pb, Cu) contenus dans la chair de la sardine (*Sardina pilchardus*) provenant des côtes tunisiennes. *Bull. INSTM Publ. Spéciale ATSM 1994.*
- Conan G. et Friha M., 1979.** - Impact des pollutions par hydrocarbures de l'Amoco-Cadiz sur la croissance des soles et des plies dans les Abers du nord de la Bretagne. *C.I.E.M.* 54 : 19p.
- Cousteau J.J., 1978.** - IV^{èmes} journées d'étude de la pollutions. *CIESM. Antalya* : 21-31.
- Darmoul B., 1988** -Pollution dans le golfe de Gabès (Tunisie), bilan de six années de surveillance (1976-1981). *Bull. Inst. Nat. Scien. Tech. Océanogr. Pêche, Salammbô.* 15 : 61-83p.

- Hadj Ali Salem M.; M.Belkhir et Amara H.**, 1986. - Sur la présence de mercure dans certains produits marins et lagunaires de Tunisie. *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammô*. Vol. 13, (1). 144p.
- Hattour A.**, 1991. - Le chalutage dans les eaux Tunisiennes réalités et considérations législatives particulièrement dans les golfes de Tunis et de Gabès. *Notes Inst. Nat. Scien. Techn. Océanogr. Pêche*.
- Heldt M.**, 1920. - Recherches de la "Perche". In *Annales n°1 . Station Océanographique de Salammô*.
- Ktari F. et Azouz A.**, 1971 - Les fonds chalutables de la région sud-est de la Tunisie (golfe de Gabès). *Bull. Inst. Nat. Sc. Tech. Océanogr. Pêche, Salammô*, 2 (1): 5-47.
- Lacombe H., et Tchernia P.**, 1972. - Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée, in : *The Mediterranean sea, edited by D.J. Stanley, Dowden, Hutchinson and Ross, Stronds berg*. 26-36.
- Maggi P., Ben Mustapha K. et Ammar K.**, 1990. - Compte rendu préliminaire de la mission "golfe de Gabès", du 21 au 28 mai 1990. *C.N.T.* 9p.
- Mastouri A.**, 1992. - Le secteur de la pêche dans le golfe de Gabès: réalités au terme d'une décennie (1981-1990) et perspectives. *Comm. de séminaire*. 17p (INSTOP).
- Mastouri A.**, 1993. - Prospection et étude des eaux colorées, dans le golfe de Gabès durant l'été 1992. *Inst. Nat. Sci. Techn. Océanogr. Pêche, Salammô* (Sous presse) : 22p.
- Nouri S. et Ben Mammou A.**, 1992. - Contribution à l'étude de la pollution marine dans le Golfe de Gabès. *Fac. Sc. de Tunis*. 20p.
- Paskoff R. et Oueslati A.**, 1985. - Observations sur les flèches sableuses à pointe libre de la côte orientale de la Tunisie. Les plages de la Tunisie. *Paskoff éd*: 71-84.
- Sarbaji M.M.**, 1990. - Contribution à l'étude de l'impact des rejets industriels et urbains sur l'environnement marin de la région de Sfax. Essais de traitement. *D.E.A. des Sciences de la terre. Univ. de Sud, Ecole National Ing. de Sfax* :
- Zaouali J.**, 1990. - Aperçu bionomique avant la campagne de prospection du mois de juillet dans le Golfe de Gabès. *INAT*. 4p.
- Zaouali J.**, 1992.- Résultats de la campagne de prospection du mois de juillet 1990 dans le golfe de Gabès: les peuplements benthiques. Etude préliminaire. *INAT*. 14p.