

Variabilité des paramètres hydrologiques de la zone sud atlantique marocaine (Cap Boujdor - Cap Blanc) durant les années 1994 et 1997

Jamila Larissi, Karim Hilmi, Soukaina Zizah & Ahmed Makaoui

1-Unité de Recherche et Développement en Océanographie, Institut National de Recherche Halieutique, Rue Tiznit, 20000 Casablanca, Maroc

Résumé. La zone sud marocaine, (Cap Blanc - Cap Boujdor), comprise entre les parallèles 21°N et 26°N, est soumise de façon permanente aux vents Alizés. Elle est, de ce fait, une zone très active en terme de résurgence d'eaux froides profondes et riches en sels nutritifs qui se répercutent de manière positive sur la fertilité du milieu. Les travaux océanographiques entamés depuis l'année 1994 ont montré qu'il y a un changement des paramètres du milieu et ce, depuis l'automne 1995. Ce travail se propose d'étudier la variabilité des paramètres hydrologiques (température, salinité, oxygène dissous et phosphates) de cette zone d'étude durant les années 1994 et 1997, et comparer la variabilité spatiale de l'upwelling

Mots clés. Ecosystème marin, Zone sud du Maroc hydrologie, Variabilité spatiale de l'upwelling, Analyse en Composantes Principales.

Variability of the hydrological parameters of the Moroccan Atlantic south zone (cape boujdor - white cape) during the years 1994 and 1997

Abstract. The south region of Morocco (Cape Blanc - Cape Boujdor) located between the parallel of 21°N and 26°N, is influenced permanently by Alizés wind, thus it is an active zone regarding upwelling of cold deep water and rich in nutrient. This fact results positively concerning the fertility of the environment. Oceanographic study carried out since 1994, reveals a change in the environment parameters since fall 1995. This present study is an attempt of the understanding of hydrological variability (temperature, salinity, dissolved oxygen, and phosphates) using Principal Component Analysis, during 1994 and 1997, which will allow us to compare spatial variability of upwelling during these years.

Key words. Marine ecosystem, south zone, hydrology, spatial variability, upwelling, components analysis.

INTRODUCTION

La zone d'étude, comprise entre les parallèles 26°N (Cap Boujdor) et 21° N (Cap Blanc), est le siège d'un upwelling permanent dû aux vents Alizés qui soufflent de manière permanente (Makaoui et al 1998 Orbi et Nemmaoui 1992 Roy 1991, Van Camp & Nykjaer 1994). L'activité en matière de pêche, dans cette zone, est extrêmement importante par rapport au Nord qui est en relation avec le potentiel de fertilité. Ceci est engendré, d'une part, par l'existence des affleurements des eaux riches en sels nutritifs et, d'autre part, par l'advection des Eaux Centrales Sud Atlantique (ECSA) riches en sels nutritifs se propageant à partir du Cap blanc qui est considéré comme une frontière avec les Eaux Centrales Nord Atlantique (ECNA)

Cet article se propose de comparer les caractéristiques des paramètres océanographiques entre l'année 1994 et 1997 qui encadrent l'année 1995, année où ont été observés des changements hydrologiques de la côte atlantique marocaine (Hilmi et al 1998). L'originalité de ce travail est d'utiliser une approche différente de celle présentée par (Makaoui et al 1998) basée sur l'utilisation d'une multivanée. L'Analyse en Composantes Principales (ACP).

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude (figure 1)

Le découpage de la zone a été effectué en trois zones:

- La zone A comprise entre Cap Boujdor et Dakhla qui se manifeste par la présence d'un upwelling permanent;

- La zone B, comprise entre Dakhla et Cap Barbas, c'est une zone intermédiaire entre la zone A et la zone C d'un point de vue hydrologique;

- La zone C, comprise entre Cap Barbas et Cap Blanc, est une zone frontale entre les ECSA et les ECNA.

Choix des paramètres océanographiques

Les paramètres hydrologiques, faisant l'objet de cette étude (température, salinité, oxygène dissous, et phosphates) ont été analysés au niveau de la profondeur 10 mètres au lieu de la surface (0 mètre) afin d'éviter toutes les interactions en provenance de l'atmosphère, l'ensoleillement et le vent qui peuvent interférer avec les mesures. Le réseau d'échantillonnage des stations océanographiques, réalisé pendant les deux années 1994 et 1997, est présenté à la figure 1

Analyse en Composantes Principales (ACP) :

L'analyse en Composantes Principales (ACP) est une technique mathématique permettant de réduire un système complexe de corrélation en un nombre réduit de dimension. Ces Composantes Principales doivent être non corrélées entre elles et de variances décroissantes, de manière à permettre de mieux expliquer les différences entre les individus.

Etant donné le grand nombre de paramètres à analyser, cette analyse vise à déterminer les liens existant entre les différentes variables considérées température, salinité, phosphate, T.C.S. (psu), P04 ($\mu\text{g}/\text{l}$) et oxygène dissous (mg/l); connaître comment sont réparties les stations et réduire le nombre de variables du milieu.

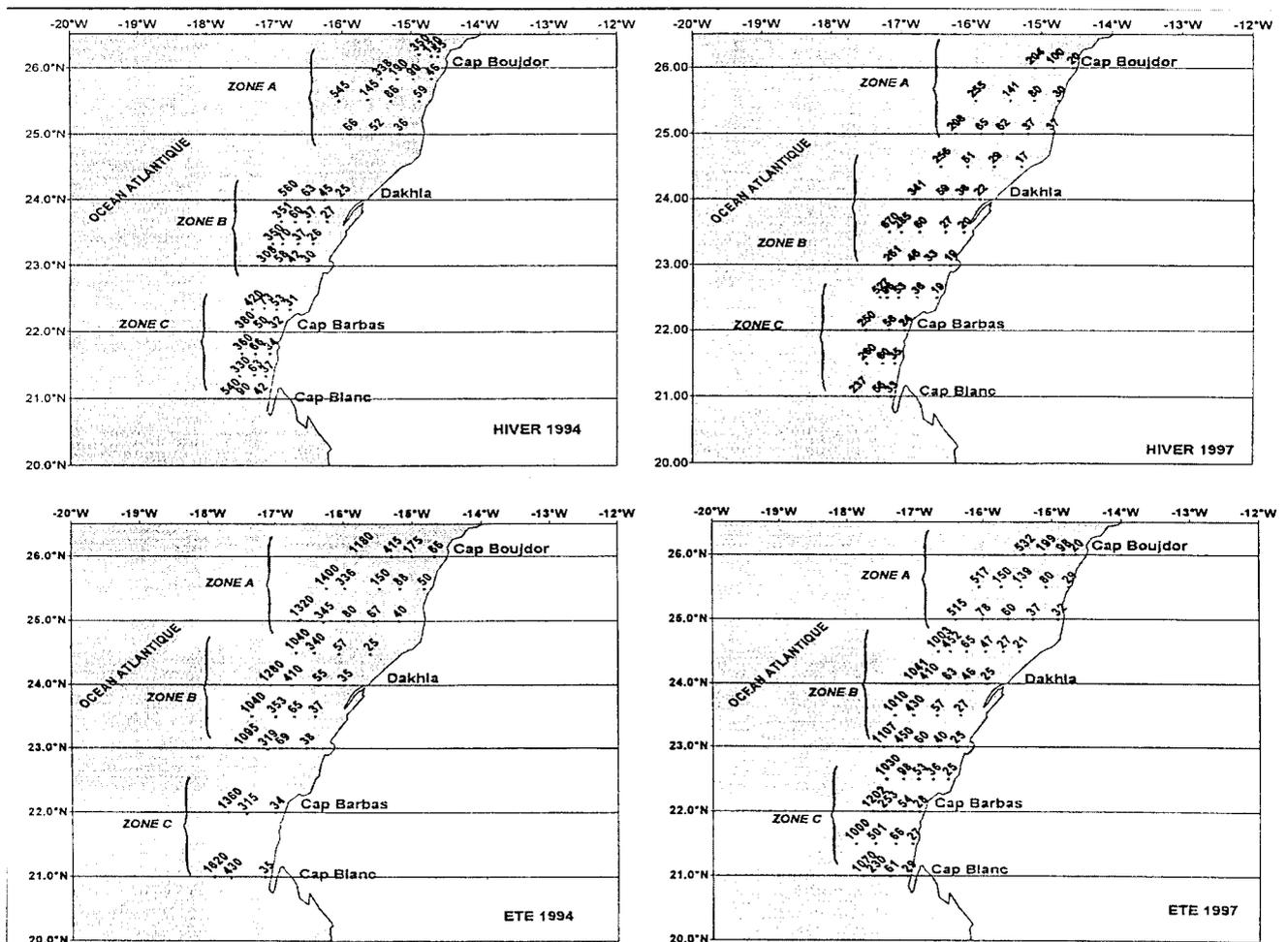


Figure 1 : Réseau des stations océanographiques durant les saisons d'hiver et d'été 1994 et 1997

RESULTATS

Hiver 1994

Durant l'hiver 1994, les résultats des moyennes des quatre paramètres physico-chimiques (T, S, O₂, P₀₄), montrent que la zone A est plus froide que la zone B et la zone C. Par contre, les zones B et C présentent quasiment les mêmes caractéristiques physico-chimiques (température et salinité) (Tableau I).

Cependant, on note que:

Au niveau de la zone A le minimum de la température observé, a coïncidé avec le minimum de la salinité et le maximum des concentrations en phosphates. Ces minima et maxima ont été observés en zone côtière à une profondeur de 55 mètres

De même, pour la zone B, le minimum de température a coïncidé avec le minimum de salinité en zone côtière (25 mètres de profondeur). Toutefois, un maximum de concentrations en phosphates (0.51 µgat/l) a été observé au large de Dakhla à une profondeur de 350 mètres et dont la température enregistrée est de l'ordre de 16,6°C. Cette particularité a été aussi observée par Makaoui *et al.* (1998).

La zone C, quant à elle, présente des concentrations en phosphates deux fois plus élevées que celles des zones A et

B et dont le maximum (1,24µgat/l) a été enregistré au large de cap Blanc à une profondeur de l'ordre de 330 mètres. Cette situation peut s'expliquer par la présence des ECSA permanente au niveau du cap Blanc (Hughes et Barton, 1974, Tomczhak, 1972, Makaoui *et al.* (1998).

D'après les résultats les corrélations entre ces paramètres mesurés (Tab II), on constate qu'au niveau de la zone A, la salinité est fortement et positivement corrélée à la température. Par contre, les phosphates sont fortement et négativement corrélés à la température et à la salinité. Au niveau de la zone B, seule la salinité est fortement et positivement corrélée à la température.

Dans la zone C, les phosphates sont fortement et négativement corrélés à la salinité. Il faut rappeler que ces corrélations représentent celles des paramètres collectés au niveau de la couche 10m. (Tableau II)

Hiver 1997

Par rapport à l'hiver 1994, on observe une légère augmentation de la température longeant presque la totalité de la zone d'étude durant l'hiver 1997, ce qui confirme les résultats de Hilmi *et al.* (1998). Durant cette période, c'est la zone C qui présente le minimum en température, en salinité et le maximum en concentrations des phosphates par rapport aux zones B et C. (Tab III) Ces minima et

maxima sont enregistrés en zone côtière (30 mètres de profondeur). On remarque aussi que, plus on se déplace du cap Boujdor vers cap Blanc, plus la température, la salinité et les concentrations en oxygène dissous diminuent et plus les concentrations en Phosphates augmentent.

D'après les résultats de l'analyse des corrélations entre les paramètres (Tabl IV) et à la différence de l'hiver 1994, les paramètres physico- chimiques sont dépendants dans les trois zones comme le dénotent les diverses corrélations trouvées entre ces paramètres au niveau de la couche d'eau 10.

Tableau I: Valeurs moyennes des paramètres physico chimiques mesurés dans les différentes zones
(Moy : moyenne Min : minimum Max : maximum E.T. : écart type)

Paramètres Hydrologiques Zone		Température (°C)	Salinité (psu)	Oxygène dissous (mg/l)	phosphates (µgat/l)
Zone A Cap Boujdor-Dakhla	Moy	16,30	= 36,34	5,33	0,41
	Min	14,92	36,06	4,77	0,15
	Max	17,63	36,67	5,56	0,62
	ET	0,72	0,15	=0,24	0,15
Zone B Dakhla-Cap Barbas	Moy	16,74	36,26	5,69	0,39
	Min	16,27	36,15	5,25	0,33
	Max	17,89	36,54	6,16	0,51
	ET	0,22	0,05	0,24	0,06
Zone C Cap Barbas - Cap blanc	Moy	16,74	36,20	5,11	0,80
	Min	16,32	35,87	4,82	0,52
	Max	17,27	36,36	5,45	1,24
	ET	0,25	0,13	0,20	0,20

Tableau II –Matrice des corrélations des paramètres physico-chimiques dans les zones A, B et C

		Température	salinité	Oxygène dissous	Phosphates
Température	<u>A</u>	1			
	<u>B</u>	1			
	<u>C</u>	1			
Salinité	<u>A</u>	0,989	1		
	<u>B</u>	0,832	1		
	<u>C</u>	0,127	1		
Oxygène dissous	<u>A</u>	0,581	0,485	1	
	<u>B</u>	-0,179	-0,528	1	
	<u>C</u>	0,678	0,384	1	
Phosphates	<u>A</u>	-0,852	-0,863	-0,518	1
	<u>B</u>	0,128	0,261	-0,431	1
	<u>C</u>	-0,242	-0,853	-0,560	1

Tableau III: Valeurs moyennes des paramètres physico chimiques mesurés dans les différentes zones
(Moy : moyenne Min : minimum Max : maximum E.T. : écart type)

Paramètres Hydrologiques Zone		Température (°C)	Salinité (psu)	Oxygène dissous (mg/l)	phosphates (µgat/l)
Zone A Cap Boujdor-Dakhla	Moy	19,29	36,74		0,26
	Min	18,29	36,63	5,22	0,09
	Max	20,17	36,86	5,00	0,69
	ET	0,16	0,07	0,09	0,19
Zone B Dakhla -Cap Barbas	Moy	18,87	36,62	5,11	0,29
	Min	18,06	36,39	4,66	0,14
	Max	19,73	36,77	5,47	0,71
	ET	0,52	0,11	0,24	0,18
Zone C Cap Barbas - Cap blanc	Moy	18,04	36,40	4,63	0,53
	Min	17,22	36,20	2,54	0,14
	Max	18,85	36,55	5,44	1,19
	ET	0,44	0,07	0,83	0,30

maxima sont enregistrés en zone côtière (30 mètres de profondeur). On remarque aussi que, plus on se déplace du cap Boujdor vers cap Blanc, plus la température, la salinité et les concentrations en oxygène dissous diminuent et plus les concentrations en Phosphates augmentent.

D'après les résultats de l'analyse des corrélations entre les paramètres (Tabl IV) et à la différence de l'hiver 1994, les paramètres physico- chimiques sont dépendants dans les trois zones comme le dénotent les diverses corrélations trouvées entre ces paramètres au niveau de la couche d'eau 10.

Tableau I: Valeurs moyennes des paramètres physico chimiques mesurés dans les différentes zones
(Moy : moyenne Min : minimum Max : maximum E.T. : écart type)

Paramètres Hydrologiques Zone		Température (°C)	Salinité (psu)	Oxygène dissous (mg/l)	phosphates (µgat/l)
Zone A Cap Boujdor-Dakhla	Moy	16,30	= 36,34	5,33	0,41
	Min	14,92	36,06	4,77	0,15
	Max	17,63	36,67	5,56	0,62
	ET	0,72	0,15	=0,24	0,15
Zone B Dakhla-Cap Barbas	Moy	16,74	36,26	5,69	0,39
	Min	16,27	36,15	5,25	0,33
	Max	17,89	36,54	6,16	0,51
	ET	0,22	0,05	0,24	0,06
Zone C Cap Barbas - Cap blanc	Moy	16,74	36,20	5,11	0,80
	Min	16,32	35,87	4,82	0,52
	Max	17,27	36,36	5,45	1,24
	ET	0,25	0,13	0,20	0,20

Tableau II –Matrice des corrélations des paramètres physico-chimiques dans les zones A, B et C

		Température	salinité	Oxygène dissous	Phosphates
Température	<u>A</u>	1			
	<u>B</u>	1			
	<u>C</u>	1			
Salinité	<u>A</u>	0,989	1		
	<u>B</u>	0,832	1		
	<u>C</u>	0,127	1		
Oxygène dissous	<u>A</u>	0,581	0,485	1	
	<u>B</u>	-0,179	-0,528	1	
	<u>C</u>	0,678	0,384	1	
Phosphates	<u>A</u>	-0,852	-0,863	-0,518	1
	<u>B</u>	0,128	0,261	-0,431	1
	<u>C</u>	-0,242	-0,853	-0,560	1

Tableau III: Valeurs moyennes des paramètres physico chimiques mesurés dans les différentes zones
(Moy : moyenne Min : minimum Max : maximum E.T. : écart type)

Paramètres Hydrologiques Zone		Température (°C)	Salinité (psu)	Oxygène dissous (mg/l)	phosphates (µgat/l)
Zone A Cap Boujdor-Dakhla	Moy	19,29	36,74		0,26
	Min	18,29	36,63	5,22	0,09
	Max	20,17	36,86	5,00	0,69
	ET	0,16	0,07	0,09	0,19
Zone B Dakhla -Cap Barbas	Moy	18,87	36,62	5,11	0,29
	Min	18,06	36,39	4,66	0,14
	Max	19,73	36,77	5,47	0,71
	ET	0,52	0,11	0,24	0,18
Zone C Cap Barbas - Cap blanc	Moy	18,04	36,40	4,63	0,53
	Min	17,22	36,20	2,54	0,14
	Max	18,85	36,55	5,44	1,19
	ET	0,44	0,07	0,83	0,30

Tableau IV –Matrice des corrélations des paramètres physico-chimiques dans les zones A, B et C

		Température	salinité	Oxygène dissous	Phosphates
<u>A</u>		1			
<u>B</u>	Température	1			
<u>C</u>		1			
<u>A</u>		0,968	1		
<u>B</u>	Salinité	0,861	1		
<u>C</u>		0,881	1		
<u>A</u>		0,403	0,367	1	
<u>B</u>	Oxygène dissous	0,595	0,580	1	
<u>C</u>		0,570	0,567	1	
<u>A</u>		-0,708	-0,682	-0,842	1
<u>B</u>	Phosphates	-0,786	-0,765	-0,776	1
<u>C</u>		-0,926	-0,871	-0,690	1

Comparaison des saisons d'hiver 1994 et 1997

En se basant sur les résultats de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et sur la moyenne des paramètres hydrologiques, trois groupes principaux de stations ont été identifiés (Figure 2) :

Un groupe (1) de stations qui se caractérise par des teneurs en phosphates très supérieures à la moyenne et des valeurs en dessous de la moyenne de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous.

Durant l'hiver 1994, ce groupe de stations a été détecté au niveau de:

- la zone A, il est côtier et comprend le maximum de stations dont la profondeur maximale est de l'ordre de 60 mètres (groupe IA);
- la zone B : il est localisé au large de Dakhla et la profondeur maximale est de l'ordre de 350 mètres (groupe IB). Cette particularité a été observée par (Makaoui *et al.* 1998);
- la zone C, il est côtier et concentré au niveau du cap blanc. La profondeur maximale est de l'ordre de 540m (groupe IC)

Durant l'hiver 1997, ce groupe (1) a été détecté au niveau de:

- la zone A : il s'est rétréci au niveau de la côte et dont la profondeur maximale est de l'ordre de 37 mètres (groupe IA);
- la zone B : le groupe IB n'apparaît plus au large de Dakhla. . Un groupe (II) de stations qui a des valeurs élevées ou voisines par rapport à la moyenne des teneurs en phosphates et des valeurs en dessous de la moyenne de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous.
- la zone C : il est plus étendu et localisé entre cap Barbas et cap blanc, comme mentionné au paravent. Il est considéré comme une zone frontière entre les ECNA et les ECSA

Ce groupe est côtier dans toute la zone d'étude pendant les deux années 1994 et 1997, sauf au niveau de la zone C, il n'apparaît plus en hiver 1997.

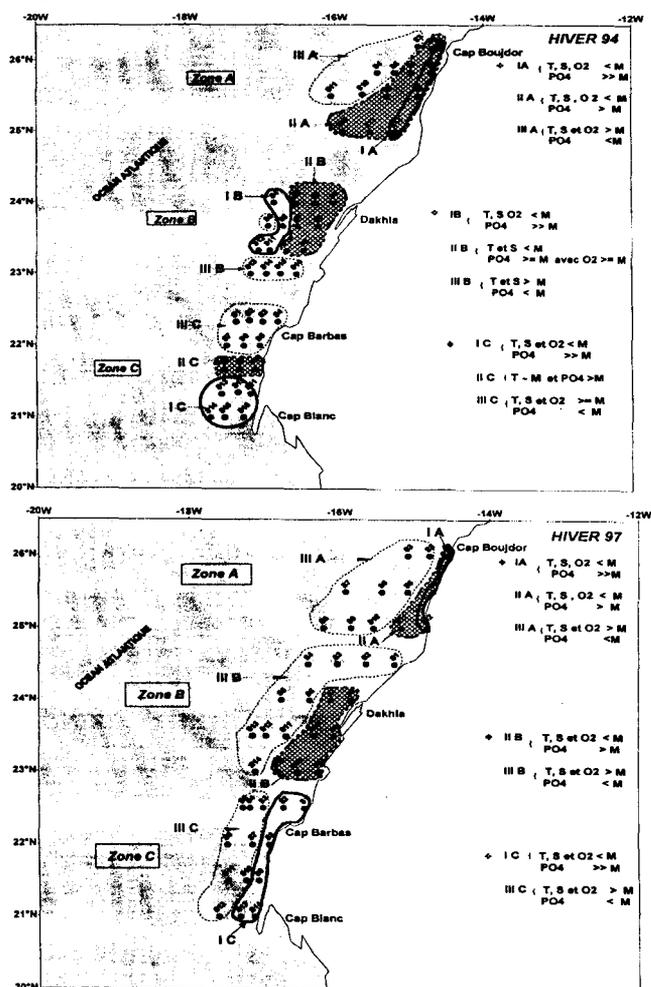


Figure 3 : Groupement des stations hydrologiques selon les résultats de l'analyse en Composantes Principales (hiver 1994 et 1997)

Un groupe (III) de stations qui se caractérise par des températures, des salinités et des concentrations en oxygène dissous élevées par rapport à la moyenne et par des valeurs faibles en concentrations de phosphates. Ce sont des eaux du large qui sont chaudes et pauvres en sels nutritifs.

Saison d'été 1994

Au cours de l'été 1994, et en termes de moyenne, on constate que la zone C présente des faibles valeurs de température et de salinité et des fortes concentrations en phosphates par rapport aux deux autres zones A et B.

Ainsi on constate que plus on se déplace du nord vers le sud plus la température et la salinité diminue et plus les

concentrations en phosphates augmentent. Le même phénomène a été observé pendant la saison d'hiver 1997. Pour les concentrations en oxygène dissous, les trois zones présentent presque les mêmes valeurs.

Le minimum de la température a été détecté dans la zone A vers la côte à 50 mètres de profondeur au niveau de la radiale 25°3'N et coïncide avec le maximum des concentrations en phosphate; la salinité est de l'ordre de 36,5 psu (Tableau V)

D'après les résultats des corrélations (Tab. VI), la température et la salinité sont dépendantes au niveau des zones A et B. Dans la zone C, seul l'oxygène dissous est fortement et positivement corrélé avec la salinité.

Tableau V: Valeurs moyennes des paramètres physico chimiques mesurés dans les différentes zones
(Moy : moyenne Min : minimum Max : maximum E.T. : écart type)

Paramètres Hydrologiques Zone		Température (°C)	Salinité (psu)	Oxygène dissous (ml/l)	phosphates (µgat/l)
Zone A Cap Boujdor-Dakhla	Moy	19,69	36,52	5,41	0,15
	Min	17,41	36,33	5,01	0,06
	Max	22,46	36,79	6,31	0,32
	ET	1,53	0,09	0,33	0,07
Zone B Dakhla -Cap Barbas	Moy	19,46	36,48	5,52	0,15
	Min	18,14	36,35	4,72	0,09
	Max	22,13	36,78	6,6	0,3
	ET	0,94	0,08	0,42	0,04
Zone C Cap Barbas - Cap blanc	Moy	18,87	36,28	5,49	0,32
	Min	18,35	36,18	5,01	0,08
	Max	20,05	36,42	6,3	0,64
	ET	0,64	0,08	0,43	0,19

Tableau VI: Matrice des corrélations des paramètres physico-chimiques dans les zones A, B et C

		Température	salinité	Oxygène dissous	Phosphates
<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u>	Température	1			
		1			
		1			
<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u>	salinité	0,808	1		
		0,935	1		
		-0,534	1		
<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u>	Oxygène dissous	-0,592	-0,674	1	
		-0,449	-0,331	1	
		-0,167	0,872	1	
<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u>	Phosphates	-0,610	-0,519	0,323	1
		-0,416	-0,315	0,253	1
		-0,401	-0,473	-0,581	1

Saison d'été 1997

D'après les résultats des moyennes, la zone A présente une moyenne faible en température par rapport aux zones B et C. Le minimum de la température a été enregistré dans cette zone, au niveau de la radiale 25°30'N, à 29 mètres de profondeur. En plus, il coïncide avec le minimum de

salinité et le maximum des concentrations en minimum de salinité et le maximum des concentrations en phosphates a été observé au niveau de la zone C, qui a coïncidé avec le minimum de température et le minimum de salinité observés au niveau de la radiale 21°30'N à 29 mètres de profondeur (Tableau VII).

Tableau VII: Valeurs moyennes des paramètres physico chimiques mesurés dans les différentes zones
(Moy : moyenne Min : minimum Max : maximum E.T. : écart type)

Paramètres Hydrologiques		Température (°C)	Salinité (psu)	Oxygène dissous (ml/l)	phosphates (µgat/l)
Zone					
Zone A Cap Boujdor-Dakhla	Moy	18,72	36,56	5,17	0,22
	Min	16,07	36,21	4,76	0,03
	Max	23,13	37,08	5,84	0,55
	ET	0,77	0,1	1,91	0,20
Zone B Dakhla -Cap Barbas	Moy	19,72	36,47	5,52	0,18
	Min	17,04	36,21	5,20	0,03
	Max	22,18	36,70	6,34	0,31
	ET	1,3	0,14	0,31	0,08
Zone C Cap Barbas - Cap blanc	Moy	18,85	36,28	4,69	0,55
	Min	16,87	36,05	2,92	0,09
	Max	19,90	36,41	5,83	1,63
	ET	0,90	0,11	0,87	0,43

Tableau VIII : Matrice des corrélations des paramètres physico-chimiques dans les zones A, B et C

		Température	salinité	Oxygène dissous	Phosphates
<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u>	Température	1			
		1			
		1			
<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u>	salinité	0,789	1		
		0,953	1		
		0,781	1		
<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u>	Oxygène dissous	0,204	0,056	1	
		-0,472	-0,524	1	
		0,834	0,674	1	
<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u>	Phosphates	-0,824	-0,773	0,097	1
		-0,759	-0,768	0,306	1
		-0,901	-0,826		1

D'après les résultats des corrélations (tab. VIII), on constate qu'au niveau des trois zones (A B et C), la température, la salinité et les concentrations en phosphates sont dépendantes.

Comparaison des saisons d'été 1994 et 1997

De manière similaire à la saison hivernale, trois groupes de stations ont été identifiés (Figure 3)

Le groupe I qui se caractérise par des faibles valeurs de température, de salinité, et des concentrations en oxygène

dissous et par des valeurs très élevées en concentrations en phosphates par rapport à la moyenne.

Durant l'été 1994, ce groupe est localisé au niveau de:

- la zone A : il est côtier entre la radiale 26°N et 25°30'N (groupe IA);
- la zone B : il est aussi côtier entre la radiale 25°N et 23°N (groupe IB);
- Au niveau de la zone C: il est localisé au large de Cap Blanc (IC). La profondeur maximale est de l'ordre de 1600 mètres.

Durant l'été 1997, ce groupe est localisé: au niveau de:

- la zone A : il est côtier entre la radiale 26°N et 25°N (groupe IA).
- la zone B, Ce groupe (IB) n'apparaît plus;
- la zone C il est observé entre cap Barbas et cap Blanc (groupe IC) au niveau de la côte dont la profondeur maximale est de l'ordre de 60 mètres.

Le groupe II qui se caractérise aussi par des valeurs faibles de la température, de la salinité et des concentrations en oxygène dissous et par des concentrations en phosphates élevées par rapport à la moyenne. Il marque une présence permanente pendant cette saison dans toute la zone d'étude pour les deux années 1994 et 1997.

Le groupe III se caractérise par des températures, des salinités et des concentrations en oxygène dissous élevées et par des valeurs faibles en phosphates par rapport à la moyenne. Il est toujours présent le long de la zone d'étude. Ce sont des eaux du large chaudes et pauvres en sels nutritifs.

CONCLUSION

L'analyse des paramètres hydrologiques par l'utilisation de l'Analyse en Composantes Principales a permis une hypologie spatiale détecter le long de la zone d'étude avec l'apparition de trois principaux groupes qui se manifestent par une variabilité saisonnière et spatiale et qui reflètent l'activité de l'upwelling :

Le groupe I, caractérisé par des faibles valeurs en température, salinité et concentrations en oxygène dissous et des fortes concentrations en phosphates, est permanent au niveau de la côte dans la zone A (IA) et la zone C (IC) aussi bien en hiver qu'en été. Il se manifeste également au large durant l'hiver et l'été 1994. Le groupe IB a la particularité de se manifester au large de Dakhla (cas de l'hiver 1994) et près de la côte (cas de l'été 1994). Ces résultats corroborent avec ceux de Makaoui *et al.* (1998).

Le groupe II c'est le groupe intermédiaire entre le groupe (I) et les eaux oligotrophes du large, caractérisé par des eaux dérivant de celles du groupe I moins riches en matière minérale (en particulier les phosphates). Il est présent au niveau de toute la zone pendant les deux saisons, à l'exception de la zone C pendant l'hiver 1997.

Enfin, le groupe III qui représente le groupe caractérisé par les eaux oligotrophes chaudes et pauvres en matière minérale.

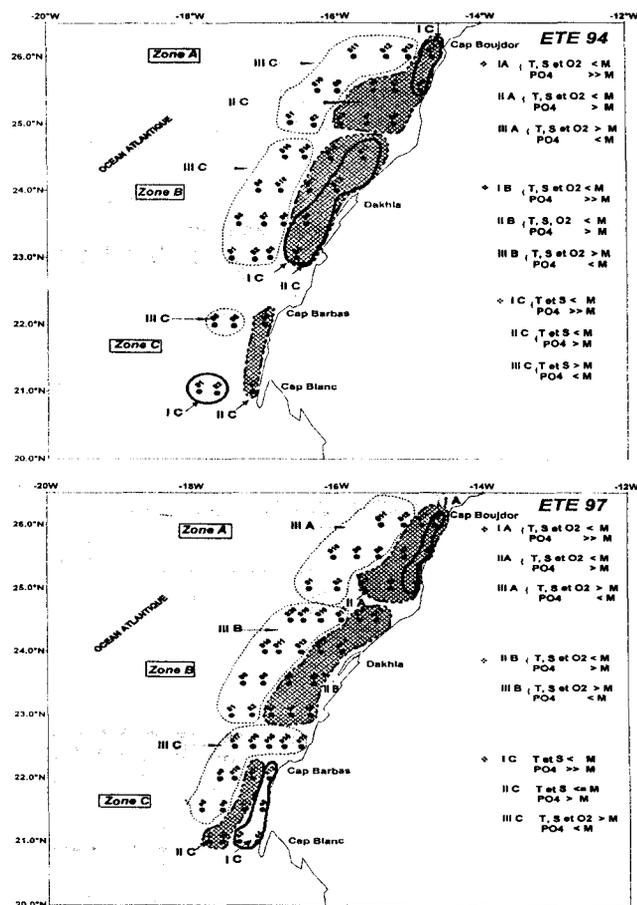


Figure 3: Groupement des stations hydrologiques selon les résultats de l'analyse en composantes principales (Été 1994 et 1997)

Références

Goumari A., (1998). - Analyse en Composantes Principales. 97-107p.

Hamouda A., (1999). - Analyse des données et séries chronologiques. Fascicule de Module de Formation 40.p

Hilmi K., Larissi J., Makaoui A. et Zizah S., (1998). - Synthèse océanographique de la côte atlantique marocaine de 1994 à 1998. Rapport INRH, inédit.

Makaoui A., Orbi A., Larissi J., Hilmi K., et Zizah S. (1998). - Evolution des caractéristiques océano-graphiques de la côte Atlantique marocaine.

Orbi A. et Nemmaoui M. (1992). - Fluctuations des vents et variabilité de l'upwelling le long de la côte atlantique marocaine. Trav.et Doc. N°75, ISPM.

Roy C., (1991). - Les upwellings: le cadre physique des pêcheries côtières Ouest- africaines. Pêcheries Ouest-africaines. Ed. ORSTOM, p38 - 66.

Van Camp L. and Nykjaerly., (1994). - Seasonal and interannual Variability of Costal Upwelling along NorthWest Africa and Portugal from 1981 to 199