



Le peuplement phytoplanctonique de la zone maritime d'Aglou «Sud de la Baie d'Agadir, Maroc» (Phytoplankton community in the maritime area of Aglou « South of the Agadir Bay, Morocco»)

E. Gallouli*¹, J. Aziko¹, H. Badsì¹, H. Oulad Ali¹, M. El hafa¹, A. Aamiri¹,
A. Reagraui², A. Saadi³

¹ Laboratoire d'Océanographie et limnologie, Faculté des sciences d'Agadir.

² Laboratoire d'Océanographie et Biologie marine, (ISPM) d'Agadir.

³ Délégation des Pêches Maritimes (DPM) de Sidi Ifni.

Received 09 September 2014, Revised 6 October 2014, Accepted 17 October 2014

*Corresponding Author. E-mail: melgallouli@yahoo.fr; Tel: (+2120661576089)

Résumé

Dans le but d'évaluer la diversité spécifique du phytoplancton, un suivi mensuel de la composition et la distribution des communautés phytoplanctonique, au niveau de trois stations (S1, S2 et S3) d'une radiale côtière de 3km, dans la zone maritime d'Aglou, a été effectué durant la période printanière de l'année 2013. L'étude systématique des échantillons a mis en évidence une importante richesse spécifique au sein de l'écosystème avec 83 espèces phytoplanctonique dont deux (*Scripseilla* sp et *Rhizosolenia styliformis*) très communes, 10 communes et 71 accessoires. Trois classes sont représentées : les Diatomées (21 familles), suivies des Dinoflagellés (16 familles) et les Silicoflagellés (2 familles). L'évolution de la diversité spécifique du phytoplancton, estimée par l'indice de Shannon-Weaver (H'), est quasi-similaire au niveau des trois stations avec des faibles valeurs en avril et des fortes valeurs en juin. La station S2 a enregistré la plus faible et la plus forte valeur ($H'=1,25$ en avril et $H'=2,52$ en juin). Les indices de similitude de Sorensen (Q_s) entre les trois stations prises deux à deux sont relativement faibles : 0,33 entre S1 et S3, 0,31 entre S1 et S2 et 0,25 entre S2 et S3.

Mots-clés : biodiversité, phytoplancton, zone maritime d'Aglou, diversité spécifique, indices non paramétriques.

Abstract

For assessing the specific diversity of phytoplankton, a monthly monitoring of the composition and distribution of phytoplanktonic communities, at the level of three stations (S1, S2 and S3) of a radial of coast 3km, in the coast of Aglou, has been carried out during the spring 2013. The systematic study of samples has highlighted an important specific richness within the ecosystem with 83 phytoplanktonic species whose two (*Scripseilla* sp and *Rhizosolenia styliformis*) very common, 10 communes and 71 accessories. Three classes are represented : diatoms (21 families), followed by the dinoflagellates (16 families) and the Silicoflagelles (2 families). The evolution of the specific diversity of phytoplankton, estimated by the index of Shannon-Weaver (H'), is quasi-similar to the level of the three stations with low values in April and the high values in June. The station S2 has registered the lowest and the highest value ($H'= 1.25$ in April and $2.52 H'=$ in June). The indices of similarity of Sorensen (Q_s) between the three stations taken two by two are relatively low: 0.33 between S1 and S3, 0.31 between S1 and S2 and 0.25 between S2 and S3.

Keywords : biodiversity, phytoplankton, maritime area of Aglou, specific diversity, non-parametric indices.

Introduction

Le phytoplancton occupe, dans l'écosystème marin, une position primordiale et constitue, de ce fait, un élément capital de son fonctionnement. Toute variation de ce compartiment de base entraîne des variations de l'ensemble du réseau trophique [1-4]. En effet, les eaux du plateau continental atlantique marocain, caractérisées par un système de remontée des eaux profondes riches en sels nutritifs (zones d'upwelling) favorisant le développement des populations algales, hébergent d'importantes ressources halieutiques dont la variabilité est étroitement liée à celle de la production du phytoplancton [5].

Le présent travail a pour but l'évaluation de la biodiversité du phytoplancton, dans la zone maritime d'Aglou, pendant la période printanière de l'année 2013.

2. Matériel et méthodes

La collecte du phytoplancton pendant la période printanière de l'année 2013 a été effectuée, au niveau de trois stations d'une radiale de 3km dans la zone maritime d'Aglou, à l'aide d'un filet à plancton de 80µm muni d'un collecteur.

Des traits horizontaux de 10 min ont été effectués au niveau de chacune des trois stations (S1 : 29°49'32,6''N 9°50'27,5''W ; S2 : 29°49' 45,7''N 9°50'57,2''W ; S3 : 29°50' 08''N 9°51'26,2''W) et à bord d'un zodiaque.

Après rinçage actif du filet lors de sa remontée le contenu du collecteur est recueilli puis conservé dans du formol 2%.

Au laboratoire, la détermination et le dénombrement du phytoplancton sont réalisés selon la méthode d'Utermohl [6].

Les individus de chaque espèce sont comptés dans des cuves de sédimentation de 10 ml, sous microscope inversé de type ULWCD 0.30 OLYMPUS (G : 100 ; 400), après une décantation de l'échantillon pendant 6 h au minimum [7], selon une méthode inspirée de Hasel et décrite par Sourmia [8].

L'identification spécifique du phytoplancton a été effectuée en consultant les ouvrages et les manuels appropriés [9-14] et les résultats de dénombrement sont exprimés en nombre de cellules par échantillon.

Pour avoir une idée globale sur l'organisation spatio-temporelle du peuplement phytoplanctonique dans la région étudiée, les paramètres suivants ont été déterminés :

La Constance (C), appelée aussi fréquence ou occurrence, est l'indice de présence de l'espèce dans le milieu. Elle est exprimée en pourcentage et déterminée par la formule suivante :

$$C = n / N * 100$$

n = nombre de relevés où l'espèce est présente ; N = nombre total des prélèvements.

La richesse spécifique (S) qui représente le nombre d'espèces recensées par station ; L'indice de Shannon (H') [15] exprimé en bit et calculé en utilisant la formule suivante :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Dans laquelle $p_i = n_i/N$; n_i correspond à l'effectif de l'espèce i dans l'échantillon et N représente l'effectif total ;

L'indice de similitude de Sorensen (Q_s) permet d'effectuer une comparaison entre les trois stations prises deux à deux. Cet indice est calculé par la formule suivante :

$$Q_s = 2j / a+b$$

Avec j = nombre total d'espèces communes entre les deux stations A et B ; sachant que : a = nombre total d'espèces à la station A ; b = nombre total d'espèces à la station B.

L'indice de régularité ou équitabilité (E) est calculé par la formule suivante :

$$E = H' / \log_2 (S) ;$$

H' : Indice de Shannon ; S : Richesse spécifique de l'échantillon.

3. Résultats et discussion

L'étude systématique du phytoplancton, durant la période printanière 2013, a mis en évidence une importante diversité au sein de l'écosystème étudié. Au total, 83 espèces phytoplanctonique ont été identifiées dans l'ensemble des échantillons prélevés au niveau des 3 stations. Ces espèces représentent 46 genres regroupés en 39 familles et 3 classes (fig1) : les diatomées représentent 57% de l'ensemble des espèces avec 47 espèces (tableau 1), 23 genres et 21 familles, les dinoflagellés (41%) avec 34 espèces (tableau 2), 21 genres et 16 familles et les silicoflagellés (2%) avec 2 espèces (tableau 3), 2 genres et 2 familles.

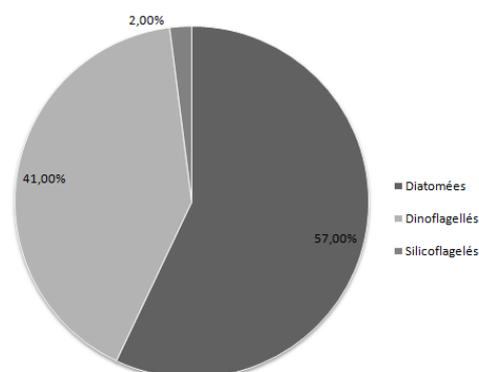


Figure 1 : proportions des trois classes de phytoplancton identifié dans la zone maritime d'Aglou.

Tableau 1 : Liste taxonomique des diatomées recensées dans la zone maritime d'Agrou avec leurs constances.

Date d'échantillonnage	avril-13			mai-13			juin-13			Constance ©	Catégories
Espèces/Taxa	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3		
Diatomées											
Rhizosolenia styliiformis	+	+	+	-	-	+	+	-	-	55%	Espèce très commune (C>50%)
Nitzschia seriata	-	-	+	+	+	-	-	+	-	44%	Espèce commune (25 <C<50%)
Rhizosolenia semispina	+	+	+	-	-	-	-	+	-	44%	Espèce commune (25 <C<50%)
Coscinodiscus sp	-	-	-	-	-	+	+	+	+	44%	Espèce commune (25 <C<50%)
Navicula sp	-	-	-	-	-	+	+	-	+	33%	Espèce commune (25 <C<50%)
Guinardia sp	-	-	-	-	-	+	+	+	+	33%	Espèce commune (25 <C<50%)
Pseudo nitzschia delicatissima	-	-	-	-	-	-	+	+	+	33%	Espèce commune (25 <C<50%)
Pseudo nitzschia sp1	-	-	-	-	-	-	+	+	+	33%	Espèce commune (25 <C<50%)
Skeletonema sp	-	-	-	-	-	+	-	-	+	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Licmophora sp	+	-	-	-	-	-	-	-	+	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Grammatophora sp	-	-	-	-	+	+	-	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Rhizosolenia imbricata	-	-	-	-	-	-	+	-	+	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Leptocylindricus danicus	-	-	-	-	-	-	+	-	+	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Chaetoceros sp	-	-	-	-	-	-	+	-	+	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Thalassiosira sp	-	-	-	-	-	-	-	+	+	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Pseudo nitzschia sp2	-	-	-	-	-	+	+	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Melosira varians	-	-	-	-	-	+	+	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Striatella agardh interrupta	-	+	+	-	-	-	-	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Striatella sp	-	+	-	-	-	-	-	+	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Skeletonema sp	-	+	-	-	-	-	+	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Navicula cryptocephala	-	+	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Melosira granulata	-	-	-	+	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Lauderia borealis	-	-	-	-	+	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Skeletonema costatum	-	-	-	+	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Rhizosolenia calcar	-	-	-	-	+	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Actinocyclus sp	-	-	-	-	+	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Melosira moniliformis	-	-	-	-	-	+	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Eucampia sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Cerataulina pelagica	-	-	-	-	-	+	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Navicula seriata	-	-	-	-	-	+	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Pseudo nitzschia australis	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Guinardia delicatula	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Stephanopyxis sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
pseudo nitzschia pungens	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Chaetoceros eibenif	-	-	+	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Navicula menisculus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Nitzschia bilobata	-	+	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Bacillaria gmelin sp	-	-	-	-	-	-	-	+	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Nitzschia sp	-	-	-	-	-	-	-	-	+	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Diplonies bombus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Guinardia striata	-	-	-	-	-	-	-	-	+	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Pseudo nitzschia multseries	-	-	-	-	-	-	-	-	+	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Leptocylindricus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	+	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Melosira sp	-	-	-	-	-	-	-	-	+	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Thalassionema sp	-	-	-	-	-	-	-	-	+	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Ditylum sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Hemidiscus sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)

Les diatomées et les dinoflagellés constituent les principaux groupes du phytoplancton dans la zone maritime d'Agrou comme c'est le cas dans le reste de la baie d'Agadir et les autres écosystèmes marins côtiers de la façade atlantique marocaine [1, 16,17] En utilisant la fréquence des taxa comme indice de leurs classification, l'étude a révélé la présence de :
 - deux espèces très communes, une chez les diatomées (Rhizosolenia styliiformis) et l'autre chez les dinoflagellés (Scripsiella sp) avec des pourcentages d'occurrence de 55% et 66% respectivement (tableaux 1, 2).

- Dix espèces communes (7 diatomées, 2 dinoflagellés et une silicoflagellée) avec une constance comprise entre 25% et 50% (tableau 1,2 et 3).

- 71 espèces accessoires avec un pourcentage d'occurrence inférieur à 25% (tableaux 1,2 et 3).

On remarque que le nombre des espèces accessoires est beaucoup plus important que le nombre des espèces communes et très communes. La même remarque figure dans l'étude réalisée au niveau de la baie d'Agadir, entre Cap Ghir et Sidi R'bat [16].

La comparaison de la richesse spécifique, du phytoplancton d'Aglou, avec celles trouvées dans d'autres écosystèmes de la côte atlantique du Maroc a révélé la présence de 31 genres (19 diatomées, 11 dinoflagellés et 1 silicoflagellé) en commun avec ceux de la baie d'Agadir [16] et 30 genres (17 diatomées, 12 dinoflagellés et 1 silicoflagellé) en commun avec ceux de la zone d'upwelling située entre les latitudes 32°30'N et 24°N[1]. Le nombre élevé des genres de micro- phytoplancton en commun avec ceux des différents écosystèmes de la côte atlantique montre la large répartition géographique de cette flore microscopique et sa forte adaptation aux différents écosystèmes de la côte atlantique marocaine.

Tableau 2 : Espèces de dinoflagellés recensées dans la zone maritime d'Aglou avec leurs Constances.

Date d'échantillonnage Espèces/Taxa	avril-13			mai-13			juin-13			Constance ©	Catégories
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3		
Dinoflagellés											
Scripsiella sp	+	+	+	-	-	-	+	+	+	66%	Espèce très commune (C>50%)
Ceratium furca	-	+	-	+	-	-	-	-	+	33%	Espèce commune (25 <C<50%)
Apodinium mycetoides	-	-	-	+	+	-	+	-	-	33%	Espèce commune (25 <C<50%)
prorocentrum micans	-	-	-	-	-	-	+	+	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
protoperidinium conicoides	-	-	-	-	-	-	+	+	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Dinophysis sp	-	-	-	-	-	-	+	-	+	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Ptychodiscus inflatus	-	+	-	-	-	-	-	+	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Pyrocystis pseudonociluca	+	-	+	-	-	-	-	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Exuviella marina	+	-	-	-	+	-	-	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Protoceratium sp	+	+	-	-	-	-	-	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
protoperidinium sp	-	-	-	-	-	-	+	+	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Heterocapsa circularisquama	+	-	+	-	-	-	-	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Prorocentrum triestinum	+	-	+	-	-	-	-	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)
Nautilica scintillans	-	+	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Plectodinium nucleovolvatum	-	+	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Puchellum sch	-	+	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Ceratium fusus	-	+	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Prorocentrum scultellum	-	-	-	-	-	+	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Peridinium sp	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Prorocentrum sp1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Dinophysis acuta	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Preperidinium meunierie	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Prorocentrum sp2	-	-	+	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Alexandrium affine	-	-	+	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Pyrocystis lunula	+	-	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Protoperidinium diabolium	-	-	-	-	-	-	-	+	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Goniaulax spinifera	-	-	-	-	-	-	-	+	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Lingulodinium sp	-	-	-	-	-	-	-	+	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Gymnodium sp	-	-	-	-	-	-	-	+	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Toracosphaera heimii	+	-	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Prorocentrum sigmoïdes	+	-	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Scripsiella trochoidea	-	-	-	-	-	+	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Exuviella compressa	+	-	-	-	-	-	-	-	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)
Goniaulax polyedra	-	-	-	-	-	-	-	+	-	11%	Espèce accessoire (C <25%)

Tableau 3 : Espèces de silicoflagellés recensées dans la zone maritime d'Aglou et leurs constances

Date d'échantillonnage Espèces/Taxa	Avril-13			Mai-13			Juin-13			Constance ©	Catégories
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3		
Calyptrosphaera globosa	-	+	-	+	-	-	-	+	-	33%	Espèce commune (25 <C<50%)
Dictyocha octonaria	-	+	+	-	-	-	-	-	-	22%	Espèce accessoire (C <25%)

Tableau 4 : Evolution de la diversité spécifique, au niveau des trois stations de la zone maritime d'Aglou.

	L'indice de Shannon (H') en bits		
	Station 1	Station 2	Station 3
Avril-2013	1,69	1,25	1,70
Mai-2013	1,92	1,74	2,31
Juin-2013	2,10	2,52	2,50

L'évolution de la diversité spécifique du phytoplancton, estimée par l'indice de Shannon- Weaver (H'), est quasi-similaire au niveau des trois stations avec des faibles valeurs en avril et des fortes valeurs en juin. La station S2 a enregistré la plus faible et la plus forte valeur ($H'=1,25$ en avril et $H'=2,52$ en juin) (tableau 4).

Les indices de régularité (E) sont de 0,71, 0,49 et 0,85 respectivement dans les stations S1, S2 et S3 de la zone maritime d'Aglou. Ils sont tous supérieurs à 0,37, ce qui montre que le peuplement de cette zone n'est pas déséquilibré [18].

Les indices de similitude de Sorensen (Qs) entre les trois stations prises deux à deux sont faibles : 0,33 entre S1 et S3, 0,31 entre S1 et S2 et 0,25 entre S2 et S3. Ce résultat corrobore celui de M. Fraikech [16], qui a montré que les indices de similitude calculés entre trois stations (Cap Ghir, Tifnit et Sidi R'bat) de la baie d'Agadir sont relativement élevés en hiver, été et fin d'automne et faibles au printemps et début d'automne. Mais Les valeurs de l'indice de similitude calculées entre ses trois stations durant la période printanière (0,45 entre Tifnit-Sidi R'bat, 0,42 entre Tifnit-Cap Ghir et 0,40 entre Cap Ghir-Sidi R'bat) [16] restent relativement supérieures à celles calculées entre les trois stations de notre zone d'étude.

Conclusion

La richesse spécifique totale du phytoplancton dans la zone maritime d'Aglou, durant la période printanière de l'année 2013, est composée de 3 groupes dominés par les diatomées avec 47 taxa suivis par les dinoflagellés avec 34 taxa. Cette flore planctonique est caractérisée par la présence de deux espèces très communes : *Rhizosolenia styliformis* et *Scripsiella* sp.

Ce résultat constitue une base préliminaire pour une étude approfondie de la structure et la dynamique des communautés phytoplanctonique dans cette zone de la côte atlantique marocaine.

Références

1. Elghrib H., Somoue L., Elkhiaati N., Berraho A., Makaoui A., Bourhim N., Salah S., Ettahiri O., Distribution du phytoplancton dans les zones d'upwelling de la côte atlantique marocaine située entre 32°30'N et 24°N. (2012).
2. Berrada D., Berrada F., Benzekri A., Jabry E., L'évolution saisonnière des peuplements phytoplanctonique dans le lac-réservoir El Kansera (Maroc), en relation avec certains paramètres abiotiques et biotiques, *Hydroecol. Appl.* 12 (1-2) (2000) 207-231.
3. Blasco D., Estrada M., Jones B., Relations between the phytoplankton distribution and composition and the hydrography in the upwelling region near Cabo Corbeiro, *Deep-Sea Res.* 27 (1980) 799-821.
4. Brink K.H., Jones B.H., Van Leer J.C., Mooers C.N.K., Stuart D.W., Stevenson M.R., Dugdale R.C., Heburn G.W., Physical and biological structure and variability in an upwelling center off Peru near 158S during March 1977, in: Richards F.A. (Ed.), *Coastal upwelling*, American Geophysical Union, Washington, DC. (1980) 473-495.
5. Somoue L., Structure des communautés planctoniques de l'écosystème pélagique de l'atlantique sud marocain entre Cap Boujdor et Cap Blanc (26830-218N), Thèse Doct. Océanographie, Univ. Hassan II. Ain Chock. (2004) 211.
6. Utermol H., Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik, *Mitt.int Ver.Theor. Angew.Limnol.* 9 (1958) 1-38.
7. Reid F.M.H., Biomasses estimation of component of the marine nanoplankton and picoplankton by the Utermöehl settling technique. *J. Plank. Res.* 5 (2). (1983) 235-252.
8. Sournia A., *Phytoplankton Manuel*, UNESCO. (1978) 337.
9. Tregouboff G., Rose M., *Manuel de planctologie méditerranéenne: I & II*, 1, CNRS, Paris. (1957) 1-181.
10. Dodge J.D., *Marine dinoflagellates of the British Isles*, Her Majesty's Stationery office, London. (1982) 303.
11. Hallegraff G.M., Harmful algal blooms: a global Review. In: *Manual on Harmful microalgae*, L.G.M. Hallegraff, D.M. Anderson, A.D. Cembella (eds), I.O.C. manuals and guides no 33, UNESCO, Paris. (1995) 1-22.
12. Balech E., *Los dinoflagelados del atlántico sudoccidental*, Publicaciones especiales. Instituto Español de Oceanografía, Madrid. (1988) 223.

13. Ricard M., Atlas du phytoplancton marin. Vol 2: Diatomophycées. Editions du CNRS, Paris. (1987) 297 .
14. Nezan E., Piclet G., Guide pratique à l'usage des analystes du phytoplancton, 66 fiches IFREMER ed. (1996).
15. Shannon C.E., Weaver W., The mathematical theory of communication Urban. Univ. Illinois Press, Illinois. (1949) 125 p.
16. Fraikech M., Variabilité spatio-temporelle des populations phytoplanctonique dans la baie d'Agadir, Thèse Doc. National en Sciences. Université Ibn Zohr. Faculté des Sciences Agadir. (2008) 138.
17. Bennouna A., Etude du phytoplancton du complexe lagunaire: Oualidia-Sidi Moussa. Thèse Doc. 3eme cycle. Université Chouaib Doukali. Faculté des Sciences El Jadida. (1999) 144.
18. Chiahou B., Ramdani M., Systématique et distribution saisonnière des copépodes pélagiques des côtes atlantiques marocaines (région d'El Jadida) au cours d'un cycle annuel. *J. Rech. Océanogr*, 22, (3) : (1997) 75-80.

(2014) ; <http://www.jmaterenvirosci.com>