



## **EVOLUTION BIOCLIMATIQUE ET ACTIONS DE DEVELOPPEMENT SUR LE LITTORAL OCCIDENTAL ALGERIEN**

***BOURAS D., MATALLAH A., MOUFFOK S., BOUTIBA Z.***

Laboratoire Réseau de Surveillance Environnementale, Département de Biologie,  
Faculté des Sciences, Université d'Oran. BP 1524, Es Senia, Oran 31000, Algérie.  
Djilaloran@yahoo.fr

### **RESUME**

Les différentes conditions hydroclimatiques qui règnent sur et au-dessus d'un plateau continental ont de considérables effets sur l'écologie du milieu (température, richesse nutritive et production pélagique). En effet, l'évolution bioclimatique définie, reflète nettement les conditions dominantes imposées au-dessus du plateau continental. En fonction des apports apportés à la mer (pluviométrie, température, vent...) et ceux remontés par la dynamique marine interne, on peut distinguer deux types d'années :

- i.* des années à faible enrichissement qui correspondent à de maigres années en termes de toute variation des conditions continentales et marines, généralement de courte durée
- ii.* des années à fort enrichissement qui correspondent à des années riches en événements et de transformations des conditions continentales et marines, de forts décalages dans le temps. Ainsi, une période froide ou chaude mais très fluctuante influencerait l'écosystème marin et le développement du phytoplancton.

Aussi, l'impact des actions de développement sur le milieu littoral et marin est localisé essentiellement dans ces aires métropolitaines côtières, marquées par une forte urbanisation et une concentration des activités.

**Mots-clés :** écosystème marin, hydro climat, plateau continental, actions de développement, littoral algérien occidental

## **INTRODUCTION**

La zone côtière, ou les zones terrestres, pélagiques, benthiques et intertidales convergent est un lieu particulièrement fragile et sensible. Il s'agit d'une évolution d'une variabilité importante de phénomènes physico-chimiques et biologiques qui s'y manifestent. Cette diversité naturelle résulte des fluctuations simultanées de la morphologie des côtes (côtes rocheuses, sablonneuses, hautes, basses...), de l'hydrodynamisme des masses d'eau (courants, houles, vagues...), des mécanismes d'apports des nutriments et des climats avec un important nombre de combinaison.

L'approche méthodologique adoptée s'articule autour de l'étude de l'évolution spatio-temporelle de l'environnement climatique et l'analyse de l'impact des actions de développement sur le littoral occidental algérien, sur la base d'indicateurs d'occupation et d'utilisation du milieu.

## **CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE**

En Oranie (Figure 1), on distingue deux types de pluies littorales en fonction de leurs fréquences :

- i. Les pluies à haute fréquence* qui se localisent dans la région d'Oran et qui s'associent à la dynamique marine profonde et au changement du niveau marin. Celui-ci connaît un grand circuit entre les mois de septembre et mars. Ces pluies sont faibles et montrent leur plus forte croissance au cours de ces derniers mois (100 à 160mm). Ces chiffres sont obtenus à partir de la moyenne 1976-2000 d'un ensemble de 5 stations littorales.
- ii. Les pluies à basse fréquence* qui se situent à l'ouest et à l'est de la zone étudiée (Béni Saf et Mostaganem). Ces pluies sont importantes par rapport aux premières et présentent une relative stabilité en termes de fréquence.

## **Changements pluviométriques et variabilités spatiotemporelles**

Plus de 60% du total annuel des pluies est enregistré pendant la seule saison hivernale. Le mois de janvier enregistre 30% de la pluie littorale annuelle, tandis que le mois de décembre enregistre 10%. Le mois de mars, avec 10%, est un mois de saison relativement sèche alors que le mois d'octobre, avec la même proportion, appartient à la seconde saison des pluies. De ce fait, la caractéristique essentielle de la bioclimatologie littorale algérienne est l'étude de la formation de pic de pluie et de la diminution, voir l'inexistence des pluies comme celles du mois d'août. En effet, la distribution des pluies vers le sud, à seulement quelques dizaines de kilomètres du rivage, montre une profonde

dichotomie entre les deux climatologies (marine et continentale). A une trentaine de kilomètres de la mer, c'est-à-dire à une vingtaine de kilomètres au sud de la station météorologique d'Oran, le pic de janvier est déjà réduit d'environ 30%. A une cinquantaine de kilomètres vers l'intérieur du pays, il est réduit de moitié et à une centaine de kilomètres, il a disparu. C'est à cet espacement de la côte algérienne qu'il est important d'appliquer les résultats de la climatologie générale.

Au mois de juin, les eaux côtières gardent une température voisine de 20°C et donnerait de faibles précipitations littorales. Toutefois, il est probable que l'enregistrement continental, en termes de précipitation, soit très faible que celui du large. Cette estimation est déduite d'une extrapolation linéaire à partir du net abaissement des pluies vers l'intérieur du pays (Bouras et al, 2004 ; Bouras, 2007).

Nous pouvons conclure qu'au niveau des convergences des isothermes, les précipitations, au dessus du plateau continental enregistrent des différences d'environ 150mm/mois.

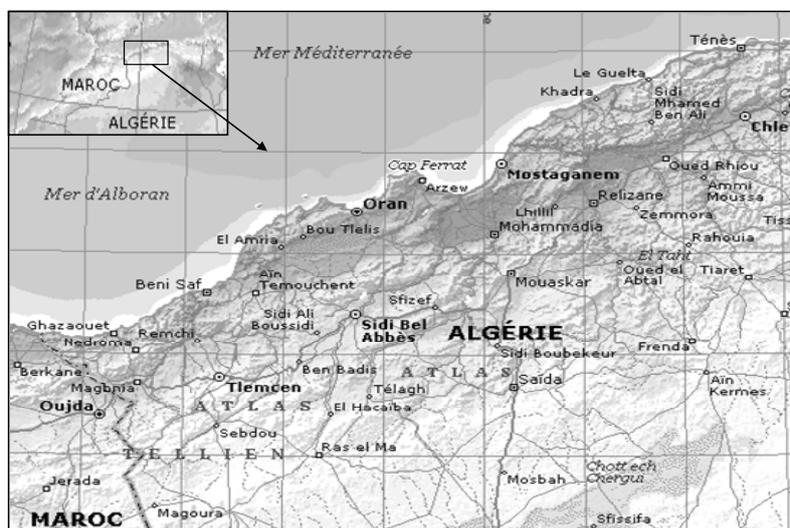


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude dans son cadre Méditerranéen

### Conditions marines et pluies littorales

Les observations marines côtières et les données axées sur 30 ans montrent que les vents des secteurs d'Oran et d'Arzew sont dominants pendant les saisons automnales et hivernales, par rapport à ceux de Béni-Saf et de Mostaganem. La direction des vents est presque perpendiculaire, par endroit, à la côte. Les flux d'humidité associés à ces derniers ont un parcours exclusivement marin et subissent l'effet de divergence induit par l'irrégularité des reliefs et qui aboutit à

des taux d'humidité variables d'une station à l'autre (MATE, 2003). En effet, la régression des pluies pour l'ensemble des stations côtières peut être expliquée par l'absence de vent dans cette zone, entraînant une diminution du niveau marin et de nouvelles caractéristiques en termes de sels nutritifs et de nouvelles réponses écologiques de l'ensemble de l'écosystème marin.

Dans cette optique, on peut observer ces phénomènes à l'échelle météorologique et non plus climatique. Ainsi, les hausses de pression atmosphérique caractérisant les temps perturbés sont en liaison directe avec des changements du vent. La difficulté est que le vent à étudier est un vent marin et que nous ne disposons que d'observations côtières. De plus, la discontinuité et l'hétérogénéité des précipitations rendent les corrélations entre pressions atmosphériques, vents côtiers et pluies littorales peu significatives (Bouras, 2007).

Nous rappelons que l'écart des pluies de la zone oranaise, avec des stations éloignées de plus de 40km à l'Est, varie entre 40mm et 200mm en hiver. Ceci implique que la prédominance de la zone Sud ne correspond pas à un indice d'intensité de vent, puisque le gradient des isohyètes augmente en même temps au niveau de cette zone.

Nous avons constaté, à l'aide d'une moyenne spatiale des pluies sur 5 stations côtières et dont la plus éloignée est située à moins de 120 km d'Oran, que la liaison pluie flux est due à une hétérogénéité spatiale. Seule l'année 1985 enregistre un pic important à Mostaganem et l'année 1991 à Béni Saf, indiquant l'influence du flux marin. Par contre, la station d'Oran n'enregistre que de petits pics de moindre importance est fréquents, ce qui confirme l'effet spatial sur l'intensité des précipitations.

Par ailleurs, on suppose que les hausses de précipitations, qui s'associent aux vents intenses, correspondent à une élévation du niveau marin (Bouras et Boutiba, 2006 ; Bouras, 2007). Cet aspect est différent et il est évidemment lié à une nette différence de la structure, la position et l'orientation des courants de la houle. Notons la différence des conditions thermiques de surface dans le bassin algérien, inspirant une interaction avec cet aspect courantologique. En effet, une part importante de la fluctuation du pic de pluie du littoral doit appartenir à la thermodynamique de surface au large du bassin algérien (Bouras et al, 2006a ; 2006b ; Bouras, 2007).

D'une manière générale, les champs d'humidité et de divergence du vent à la surface de la bande oranaise peuvent expliquer une part importante de la variabilité des pluies aux échelles météorologique et climatique.

Les parties occidentale et orientale de la côte oranaise se caractérisent par un important pic de pluie littorale. Ceci est probablement lié à un caractère topographique spécifique à la zone spatiale, mais aussi à l'existence d'une prédominance des vents. De plus, tout accroissement du vent fait pousser le courant et élève la thermocline au-dessus du plateau continental et favorise par suite le refroidissement des eaux côtières. Il en résulte ainsi une inhibition de nombreuses activités biologiques. Notons les résultats issus des modèles

numériques de circulation forcés par un vent périodique (Cane et al, 1984) qui ont conduit à la réalisation du programme océanographique conjoint franco-américain mené de 1982 à 1984 sur l'ensemble du bassin équatorial atlantique. Globalement, l'alternance des changements thermiques et pluviométriques provoque le refroidissement saisonnier des eaux de surface côtières. Ces fluctuations climatiques bouleversent l'intensité des échanges avec l'atmosphère et redistribuent la quantité de chaleur qui conditionne les activités vitales du domaine marin.

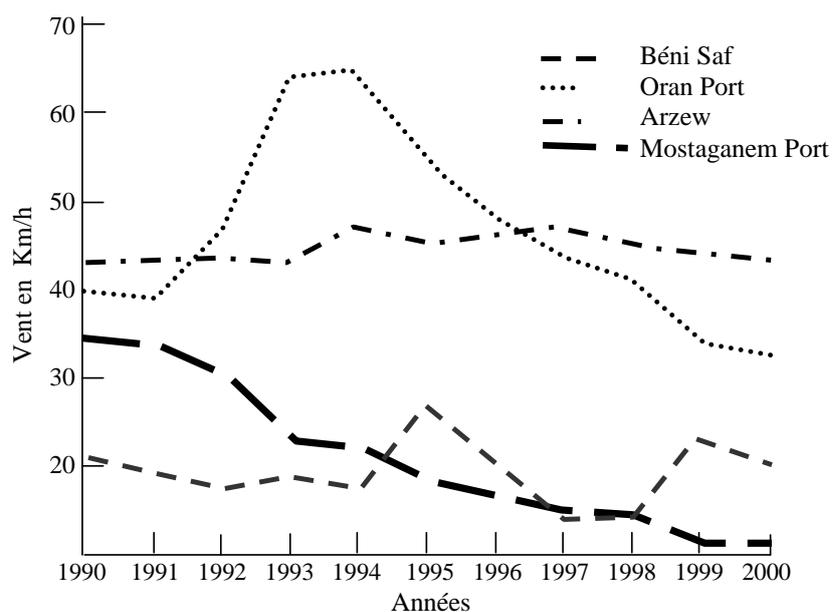
## **ÉVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DE L'ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE**

Les différents travaux réalisés sur le plateau continental algérien reposent sur l'exploitation de données d'origines diverses (compagnes océanographiques, mesures de la température de surface de l'eau de mer par des navires marchands), mais aucun des travaux portant sur l'hydrologie ne prend réellement en compte la variabilité spatio-temporelle de cette dynamique côtière.

### **Vents de surface**

Les données de vent de surface disponibles sont obtenues à partir des relevés météorologiques d'Oran (1976-2000). La figure 2 montre l'évolution saisonnière et annuelle de la vitesse du vent, à partir de moyennes mensuelles sur la bande Béni Saf - Mostaganem. On constate l'existence d'un signal saisonnier important dans la saison hivernale et automnale défini, respectivement, par un maximum aux mois de mars et octobre et un minimum au mois d'août. L'insuffisance des observations réalisées par les bateaux marchands en face d'Oran ne permet cependant pas d'atteindre une description fine de la fréquence des variations du vent. Le signal annuel semble moins important et montre une dominance de vent sur la côte oranaise que ceux des autres stations et une nette décroissance de la vitesse du vent.

Sur une série d'enregistrement (1971-1974), le vent varie entre 110 et 171 Km/h dans différentes directions. Dans la suite de la série et jusqu'à l'année 2000, le vent varie entre 0 et 80 Km/h, avec des directions et provenances très variables. Notons, la présence du vent chaud (Sirroco) en provenance du Sud.



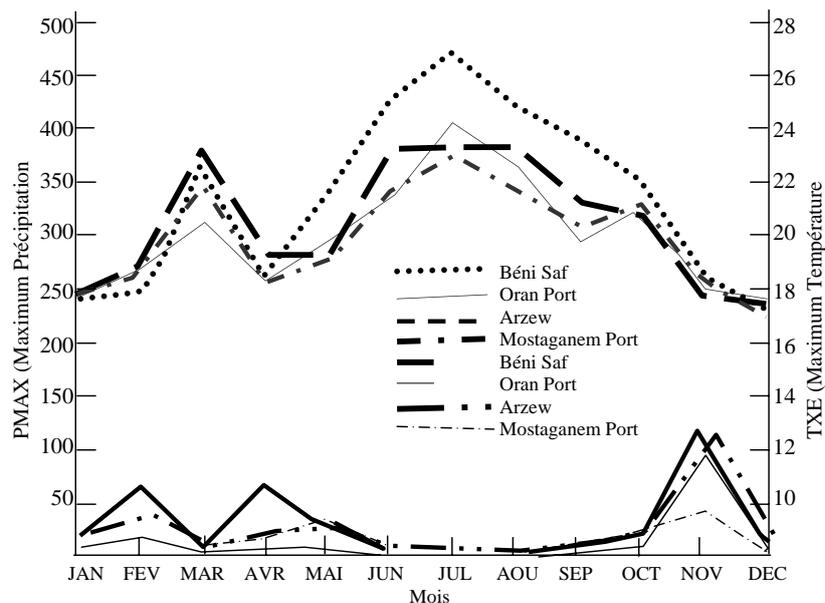
**Figure 2 :** Variations interannuelles du régime du vent.

### **Pluviométrie**

Les moyennes mensuelles de la pluviométrie, des différentes stations météorologiques (de 1976 à 2000), montrent des maxima et des minima, d'amplitude inégale, générant différentes reconfigurations et réponses écologiques de l'ensemble de l'écosystème côtier.

#### ***Variabilité saisonnière de la pluviométrie***

L'année type présente une structure bimodale. Le maximum principal est centré sur le mois d'octobre à décembre, et atteint en moyenne 150mm alors que le maximum secondaire, centré sur les mois de janvier à d'avril, ne dépasse pas 60mm en moyenne (Figure 3). Les minima de juillet et d'août ne dépassent pas 10mm. Ceci est en parfaite cohérence avec les variations saisonnières des températures maximales. En effet, au moment où elles s'annulent, les précipitations augmentent et vice versa.



**Figure 3 :** Interface des changements des maximums des températures et des précipitations.

PMAx : Précipitation maximum ; TXE : Température maximum

## Température

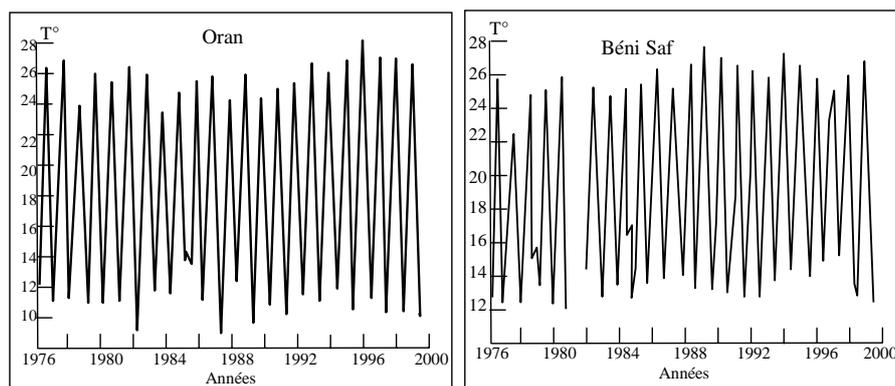
Elle correspond à un élément fondamental en Océanographie. Ce facteur contrôle en surface l'intensité des échanges mer-atmosphère et conditionne largement et significativement l'écologie des systèmes marins et côtiers. Les différentes mesures, effectuées au cours du programme de la réalisation de l'Atlas mondial sur l'Hydrologie de la Méditerranée (Guibout, 1987), ont largement contribué à une compréhension directrice des fluctuations thermiques observées au-dessus du plateau continental algérien. A ces fluctuations s'ajoutent les données thermiques moyennes de surface obtenues de 1976 à 2000 sur le littoral oranais.

### Variabilité saisonnière de la température

Les saisons marines observées de 1976 à 2000 en face d'Oran, de Béni Saf, d'Arzew et de Mostaganem, sur la côte et au-dessus du plateau continental algérien témoignent de la présence de fortes fluctuations saisonnières. Les années modèles obtenues le long du littoral et au-dessus du plateau continental et les moyennes mensuelles montrent (Figure 3) :

- i. une décroissance de la température de septembre à février
- ii. une valeur minimale en décembre-janvier ( $T_p = 6-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- iii. une augmentation du mois de mars au mois de juin
- iv. un maximum de juin à août ( $T_p = 25-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Généralement, la région côtière se distingue par un signal semi annuel plus prononcé (Figure 4). Le refroidissement apparaît en surface et il est souvent masqué, en partie, par les eaux chaudes d'origine continentale.



**Figure 4 :** Variations interannuelles des températures des secteurs côtiers d'Oran et de Béni Saf

#### *Distribution spatiale du signal saisonnier de la température*

La variabilité saisonnière moyenne de la température, le long de la côte et du plateau oranais, montre des minima absolus. De plus, la température tant en surface qu'en subsurface y croît d'Est en Ouest.

Les différentes données (*Guibout, 1987*) ont montré que la profondeur de la thermocline est plus faible à l'Est qu'à l'Ouest et il en est de même de l'amplitude de la variabilité saisonnière. Toutefois, on peut noter une durée de refroidissement, en particulier en hiver, légèrement supérieure (de 2 à 3 semaines).

Si l'on se déplaçait le long de la côte de Béni Saf vers Mostaganem, on pourrait bien noter des similitudes qui se transformeraient subitement à l'Est de Mostaganem. On peut envisager que les axes méridiens et verticaux étant pris respectivement du Sud vers le Nord et de la profondeur vers la surface, cette distribution cohérente souligne la quasi-simultanéité des remontées (upwelling) du niveau marin (*Millot, 1989*).

## **Salinité**

De même que la température, la salinité est un changeant physique très important en Océanographie. Elle joue un rôle primordial dans la densité et la qualité de l'eau et dans son occupation, mais aussi pour la détermination de la vitesse du courant géostrophique.

### ***Variabilité saisonnière de la salinité***

La salinité de surface, au voisinage de la côte (station d'Oran), présente un signal relativement constant qui est de l'ordre de 36 à 38‰. Ces fluctuations sont associées aux changements de pluies et températures locales dont le maximum se situe en été. La salinité décroît légèrement d'hiver en été, période qui correspond au maximum de température. Cette évolution saisonnière est extrapolable à l'ensemble de l'écosystème du plateau continental et cette modification se distingue de celle de la température par un accroissement mensuel d'énergie. Cette différence peut s'expliquer par l'apport des cours d'eaux (Macta, Tafna, Chéelif), dont les conséquences sur la variabilité sont plus importantes pour la salinité de surface que pour la température. Il est à noter qu'une meilleure analyse de cette énergie nécessite des enregistrements à une échelle de temps plus longue (Bouras et Boutiba, 2004).

## **Niveau moyen**

Les variations du niveau de la surface de la mer (élévation-diminution) sont quadrillées avec les variations de la dynamique marine et côtière toute entière. De ce fait, le niveau moyen est un meilleur indicateur de l'occurrence de périodes froides et chaudes saisonnières (remontées et baisses des eaux).

### ***Variabilité saisonnière du niveau moyen***

La transformation du niveau moyen au cours de l'année révèle clairement la présence de deux minima, en juillet-août, et de deux maxima de janvier à mars. Le maximum absolu se situe en automne, en octobre/ novembre, période qui correspond simultanément :

- i. au début de l'élévation
- ii. au maximum secondaire de pluviométrie
- iii. au débit maximal des oueds et des cours d'eaux.

En termes de variabilité interannuelle, le niveau moyen présente une forte variabilité interannuelle qui s'associe généralement à la fluctuation de la température et de la pluviométrie. Mais il est à préciser qu'il peut y avoir toutefois des minima ou maxima du niveau moyen différents de ceux des températures et des pluviométries.

### **Variabilité des courants**

Les observations des courants obtenues sur la longitude d'Oran, ont permis d'étudier la variabilité spatio-temporelle de l'intensité des courants, à l'échelle de la saison dont la dynamique des eaux du plateau continental peut se résumer ainsi :

- i. les maximales de courant d'Ouest prédominent, en surface, de janvier à février
- ii. les maximales de courant sont observées lorsque l'intensité du courant du golfe d'Arzew tend à s'affaiblir (Juillet, Août et Octobre).

Ces différents paramètres océanographiques nous amènent à évoquer les variations saisonnières de la teneur en oxygène. En effet, en saison chaude, la teneur en oxygène dissous dans les eaux du plateau continental algérien décroît rapidement de la surface vers la profondeur (*Leclaire, 1972*). Par contre, en saison froide, on observe une très forte homogénéisation sur toute la couche d'eau (*Servain et al, 1982*). Dans les deux cas, la teneur en O<sub>2</sub> se varie avec la profondeur; ce qui est en harmonie avec un upwelling peu profond.

La distribution saisonnière des teneurs en oxygène dissous est en relation avec l'enveloppe thermique, la profondeur et la pluviométrie, mais aussi avec l'intensité d'un écosystème comme celui de l'herbier à posidonie. De plus, cette teneur peut refléter relativement des différences d'activité biologique. De plus, notons bien le rôle de l'ensoleillement dans les processus photosynthétiques. En effet, à proximité de la côte (isobathes inférieurs à 50 m), la transparence des eaux marines diminue principalement avec l'activité biologique lorsque la saison froide est établie. Par ailleurs, l'ensoleillement délimite bien à la fois le niveau de l'oxygène dissous et celui du maximum de la biomasse du zooplancton.

D'Ouest en Est, l'ensoleillement présente un signal annuel stable et significatif (figure 5) par rapport au signal saisonnier qui est en complète cohérence avec les changements de la température.

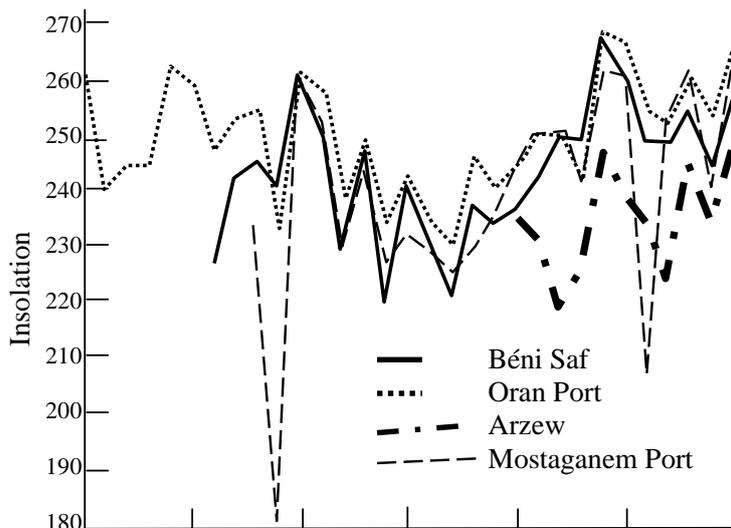


Figure 5 : Variations interannuelles de l'enseillement

### Apports terrigènes

Les oueds et les cours d'eaux oranais jouent certainement un rôle enrichissant dans la dynamique biologique et marine. Compte tenu de l'insuffisance de données, on se contentera de mentionner et d'examiner les passages les plus appropriés et informatifs de l'étude :

Les eaux de ruissellement véhiculent les matières solides ou dissoutes (organiques ou minérales) et les déversent directement en mer. Lors de ce transport, la couverture végétale conditionne l'intensité de l'érosion. Elle est de 10 à 15 fois plus grave en savane qu'en forêt (Gallardo, 1970). Les tapis végétaux habituellement brûlés, ou soumis à des cultures sarclées, sont beaucoup plus sensibles à l'érosion que la végétation naturelle (Roose, 1981). Néanmoins, les charges solides de la Macta sont assez constantes et assez proportionnelles au débit qui varie en fonction de la saison. Elles présentent donc un aspect saisonnier très net et tranché.

Les transports en suspension sont moins importants. De plus, certaines substances peuvent passer en solution lorsque les eaux des oueds se mélangent à l'eau de mer et enrichissent celle-ci. Il est donc prévisible que les particules organiques soient aussitôt consommées par la faune marine.

Les éléments minéraux solubles à la Macta sont peu importants et ne subissent pas de grandes variations saisonnières. Notons que la silice forme, de septembre à mars, la moitié de la charge.

Par ailleurs, les teneurs en sels nutritifs diminuent lorsque le volume d'eau écoulé augmente, pour presque tous les éléments sauf la silice. Les éléments les

plus sensibles à cet effet de dilution sont, notamment, les nitrates et les matières organiques.

En définitive, il semble que les apports terrigènes au niveau du littoral algérien soient qualitativement et relativement enrichissants (teneurs en azote) lors des crues (octobre-avril). Mais il est probable qu'en grandes crues ils deviennent prépondérants (septembre, octobre, novembre) à cause des quantités de silice rejetées.

Selon diverses observations, la silice serait épuisée dans la zone euphotique avant l'azote et le phosphore, consommation lors du bloom planctonique riche en diatomées. *Bouras* et *Boutiba* (2006a; 2007) ont signalé que la silice pouvait devenir le premier sel nutritif limitant après un bloom de diatomées. De plus, la crue du mois pluvieux pourrait lever une éventuelle limitation en silice et permettre un fort développement de diatomées. Cela expliquerait indirectement pourquoi la biomasse zooplanctonique des mois à fort upwelling est liée à la fois à l'intensité des refroidissements et au volume des crues.

## CONCLUSION

L'étude et l'analyse de l'évolution bioclimatique sont indispensables à une meilleure connaissance de notre environnement. De plus, les résultats de nos recherches permettent de constater que les schémas annuels obtenus sont très comparables et on peut parler d'une relative originalité régionale. Deux grandes unités s'opposent nettement :

- i. Une unité froide qui s'étend de septembre à avril, avec une intensité maximale entre décembre et février. Cette séquence, qui peut être assimilée à la grande saison froide marine, est assez marquée à Mostaganem et à Béni Saf.
- ii. Une unité chaude qui s'étend de mai à août, mais particulièrement marquée en juillet et en août. Cette période peut être caractérisée par un refroidissement à l'est, entre Arzew et Mostaganem.

Cette représentation attribue globalement un découpage saisonnier qui se retrouve probablement sur l'ensemble du littoral algérien.

Les signaux et pics annuels moyens, observés pour chaque station, permettent un découpage du littoral en secteurs où l'hydrodynamisme côtier est plus ou moins actif. La plus puissante accentuation annuelle moyenne de la remontée est notée entre Arzew et Mostaganem, tandis que la valeur la plus faible est relevée à la station d'Oran.

Les autres points du littoral occidental algérien présentent des expressions annuelles moyennes comparables entre Terga et Maddagh. On remarque une tendance à une diminution progressive de l'activité de la réapparition de la

saison froide, qui présente ainsi une intensité minimale face à la côte ouest du Cap Falcon.

Au sein d'un ensemble régional Nord Occidental, une partition géographique peut ainsi être proposée :

- i.* La côte d'Arzew-Mostaganem est le siège de deux épisodes froids marqués, avec une remontée intense en décembre et février, et un autre moins actif en avril
- ii.* La côte de Béni Saf-Oran est également concernée par deux épisodes froids, avec une saison froide moins marquée
- iii.* La côte Oran-Arzew n'est intéressée par une résurgence qu'au cours de l'hiver, avec une accentuation plus faible que celle observée aux autres stations.

Par ailleurs, l'évolution thermique définie reflète nettement les conditions dominantes imposées au-dessus du plateau continental. En effet, en fonction des apports apportés à la mer (pluviométrie, température, vent...) et ceux remontés par la dynamique marine interne, on peut alors distinguer deux types d'années :

- i.* des années à faible enrichissement qui correspondent à de maigres années en termes de toute variation des conditions continentales et marines, généralement de courte durée
- ii.* des années à fort enrichissement qui correspondent à des années riches en événements et en transformations de conditions continentales et marines, de forts décalages dans le temps. Ainsi une période froide ou chaude mais très fluctuante, influencerait l'écosystème marin et le développement du phytoplancton.

La littoralisation incitée par la dynamique climatique côtière, en tant que processus d'implantation humaine, du développement des activités et des infrastructures sur le littoral, se traduit encore par la persistance de la croissance des aires métropolitaines et le déséquilibre démo économique structurel entre la région littorale et le reste du territoire national.

Devant une littoralisation intense, une dynamique bioclimatique bouleversée et un impact humain de plus en plus néfaste, la mise en œuvre de programmes d'aménagement du littoral devrait introduire des moyens appropriés de gestion intégrée des zones côtières avec l'association des collectivités locales, les pêcheurs et les populations riveraines.

Les premières approches participatives initiées devront être consolidées et l'un des défis les plus importants est la préservation de la diversité biologique qui nécessitera d'interpeller tous les acteurs (gestionnaires, agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, aménageurs, éducateurs) pour participer aux objectifs de protection de l'écosystème.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- BOURAS D. (2007). Dynamique bioclimatique et morphologique de la zone côtière oranaise (Algérie Nord Occidental). Thèse de Doctorat de l'Université d'Oran, Algérie, 200p.
- BOURAS D., BOUTIBA Z. BENHAMOU M. (2004). Géoconaissance et gestion environnementale, 1<sup>er</sup> Séminaire National "géoscience au service du développement durable", Université de Tébessa, Algérie, 26-27 Avril.
- BOURAS D., BOUTIBA Z. (2004). Ecologie discipline d'impact, Ed. 3 pommes, Oran, Algérie : 117p.
- BOURAS D., KERFOUF A., BOUTIBA Z., HUSSEIN BOUMEDIENNE K., MOUFFOK S. (2006a). Régime et aspect hydrographique de l'Algérie nord occidentale, CILEF, Hammamat, Tunisie, Mars.
- BOURAS D., KERFOUF A., ZEROUAL B., BOUTIBA Z. (2006b). Enjeu des actions anthropiques et dynamique urbaine du littoral oranais, Premières journées internat sur la pollution urbaine et les énergies propres, Université Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes, Algérie.
- CANE M.A., PATTON R. (1984). A numerical model for low frequency equatorial dynamics, *J. Geophys. Oceanogr.*, 14, 1853-1863.
- GALLARDO Y. (1970). Relations hydrométéorologiques-Influence de l'orientation de la côte, *Doc. Scient. Centre Recher. Océanogr.*, 6, 71-81, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- GUIBOUT P. (1987). Atlas hydrologique de la Méditerranée, Lab. Océanographie physique, Muséum National d'Histoire Naturelle, Edit. IFREMER et SHOM, France, 150p.
- LECLAIRE L. (1972). La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (pré continent algérien), *Mem. Muséum National d'Histoire Naturelle*, 391p., Paris, France.
- M.A.T.E. (2003). Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, 463 p.
- MILLOT C. (1989). La circulation générale en Méditerranée occidentale: aperçu de nos connaissances et projets d'études, *Annales de géographie*, n° 549, XCVII, 498-515.
- ROOSE E. (1981). Dynamique actuelle des sols ferralliques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale, *Trav. Doc. ORSTOM*, 130-569, Paris, France.
- SERVAIN J., PICAUT J., MERLE J. (1982). Evidence of remote forcing in the Atlantic Ocean, *Phys. Oceanogr.*, 12, 129-135.