

Variabilite Oceanographique De La Zone D’el Jadida – Jorf Lasfar (Maroc)

Ahmed Makaoui, PhD
Tarik Baibai, PhD
Aziz Agouzouk,
Younes Belabchir,
Ismail Bessa, MSC
Jamila Larissi, MSC
Mohammed Idrissi, PhD
Omar Ettahiri, PhD
Karim Hilmi, PhD

Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca, Maroc

Doi:10.19044/esj.2020.v16n27p256 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n27p256](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n27p256)

Résumé

Une campagne océanographique côtière a été réalisée en Juillet 2018 entre El Jadida et Jorf Lasfar. Cette zone est caractérisée par la présence d'algues rouges et présente une bathymétrie très régulière de la côte à l’isobathe 20m. Les paramètres océanographiques collectés au cours de cette mission montrent que la colonne d'eau est bien stratifiée avec des eaux froides riches en nutriments au fond et relativement plus chaudes et déficientes en nutriments en surface. La zone étudiée est très influencée par la forte concentration des phosphates provenant des rejets de Jorf Lasfar. Durant la période de la campagne, la stratification verticale pourrait s’expliquer par la faible activité des résurgences des eaux froides profondes. Malgré cette stratification, la colonne d'eau était bien saturée en oxygène dissous aussi bien en surface qu’au fond.

Mots clés : Océanographie, zone côtière, El Jadida-Jorf Lasfar, Maroc

Oceanographic Variability Of The Maritime Zone Of El Jadida-Jorf Lasfar Area (Morocco)

Ahmed Makaoui, PhD
Tarik Baibai, PhD
Aziz Agouzouk,
Younes Belabchir,
Ismail Bessa, MSC
Jamila Larissi, MSC
Mohammed Idrissi, PhD
Omar Ettahiri, PhD
Karim Hilmi, PhD

Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca, Maroc

Abstract

A coastal oceanographic cruise was carried out on July 2018 between El Jadida and Jorf Lasfar. This area is characterized by the presence of red algae and presents a very regular bathymetry from the coast to isobaths 20m. The collected oceanographic parameters during this cruise show that the water column is well stratified with cold waters rich in nutrients at the bottom and relatively warmer and deficient in nutrients on the surface. The area study is very influenced by the high concentration of phosphates originated from Jorf Lasfar. During this summer's period, the vertical stratification could be explained by the low activity of the resurgences of cold deep waters. Despite this stratification, the water column is well saturated on dissolved oxygen both on the surface and at the bottom.

Keywords: Oceanography, Coastal Area, El Jadida-Jorf Lasfar, Morocco

1. Introduction

La zone d'El Jadida – Jorf Lasfar (Fig. 1), située sur la façade Atlantique du Maroc, fait partie de la grande province d'EL Jadida qui est pourvue d'une connectivité de très haut niveau à l'échelle nationale. La province abrite divers secteurs économiques porteurs comme l'agriculture, la culture, l'énergie, l'industrie, la pêche, le tourisme entre autres (CRI, 2017). Compte tenu, de cette grande diversité de secteurs socio-économiques, la région côtière du Sahel de Doukkala a fait l'objet de diverses études scientifiques dans différents domaines de recherche. Nous citons, entre autres,

les travaux de El Ahdal., 1994 ; Sqalli et Zidane, 2001 ; Mouradi et al., 2006 ; Givernaud et al., 2005 ; Zidane et al., 2010 ; Hanif et al., 2014. Cette zone a aussi fait l'objet de diverses études ayant portées sur les aspects de la pollution (Benbrahim et al., 2008) suite à sa proximité d'un grand complexe industriel et de ports de commerce et de pêche. Compte tenu de l'importance de cette zone d'étude qui abrite un important champ d'algues à l'échelle nationale, l'objectif de cette étude est de décrire un état océanographique de cette zone pendant la période d'été 2018. Le choix de la saison d'été a été en fonction de la saison d'upwelling de la côte atlantique marocaine qui, selon Makaoui *et al.*, (2005), présente une forte activité en été dans la zone centre Atlantique du Maroc.



Figure 1 : Zone d'étude située entre El Jadida et Jorf Lasfar (Maroc).

2. Matériel et méthodes :

La figure 2 présente le réseau de stations océanographiques réalisé du 08 au 18 Juillet 2018 dans la zone d'étude (El Jadida- Jorf Lasfar). Une trentaine de stations ont été ainsi échantillonnées allant de la côte (4 à 5 m de profondeur) vers le large (profondeur de 20m environ). Les paramètres collectés durant cette campagne sont :

- **La température et la salinité** ont été mesurées à l'aide d'une sonde WTW le long de la colonne d'eau en fonction des profondeurs des stations.
- **Les éléments nutritifs (Nitrates, Phosphates et silicates)**
Les échantillons d'eau ont été collectés à l'aide d'une bouteille à renversement de 2 litres et filtrés à deux niveaux (surface et fond) à bord du zodiac, conservés dans une glacière à 4°C puis dans un congélateur au laboratoire à -20°C pour une analyse ultérieure au LPBM de l'INRH à Casablanca. L'analyse des nutriments a été réalisée par la méthode du flux en continu par

auto analyseur de type « AA3 Seal » après le passage d'une gamme étalon de chaque élément nutritif.

- **L'oxygène dissous** a été dosé par la méthode de Winkler. Selon cette méthode qui est la plus précise et considérée comme référence universelle, les échantillons d'oxygène dissous ont été fixés par les deux réactifs 1 et 2 (sulfate de manganèse R1 et solution basique d'iodure R2) à bord du zodiac, puis dosés par un titreur automatique, contenant la solution de thiosulfate de sodium pentahydraté au Laboratoire une burette électrochimique de type Titrimo.
- **Prospection bathymétrique de la zone**

La prospection bathymétrique de la zone a été effectuée en utilisant un zodiac équipé d'un échosondeur de marque « Furuno » et de type « FCV » combiné à un GPS de la même marque

L'échosondeur et le GPS ont été reliés directement à un ordinateur portable permettant à l'aide d'une application adaptée, d'enregistrer de manière automatique les profondeurs d'eau mesurées ainsi que la localisation en coordonnées géographiques (latitude et longitude). Le réseau d'échantillonnage adopté, pour les mesures de la bathymétrie sur le site d'étude, est constitué de 34 radiales parallèles, espacées de 250 à 300m et perpendiculaires à la côte entre la côte (2m) et l'isobathe 20m (Fig. 2). Il a été établi de telle manière à ce qu'il permette de mieux représenter la topographie de l'espace de la zone du champ des algues rouges.

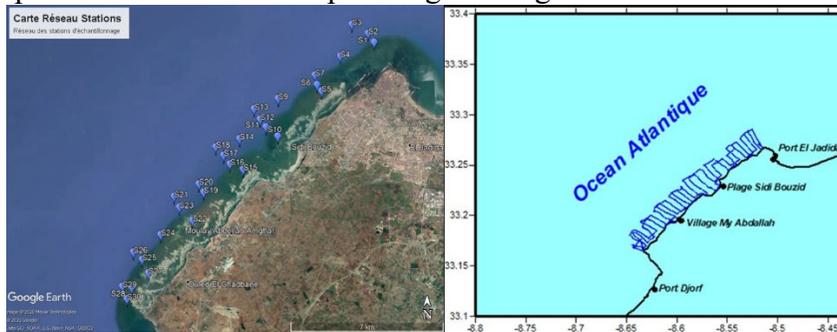


Figure 2 : Réseau de stations océanographiques et bathymétriques réalisé au niveau de la zone d'étude du 08 au 18 Juillet 2018.

3. Résultats et discussion :

Une fois les données collectées sur le terrain et corrigées par rapport à la marée, la carte bathymétrique obtenue (Fig. 3) indique une faible variation des profondeurs de la côte vers le large. La majeure partie de la zone d'étude présente une bathymétrie régulière, à l'exception de la zone comprise entre Sidi Bouzid et Moulay Abdallah où l'isobathe 20m s'éloigne de la côte, notamment au nord de Sidi Bouzid et au sud de Moulay Abdallah. La pente

entre les isobathes 10m et 20m est plus importante et s'affaiblit à partir de l'isobathe 10m jusqu'à la côte.

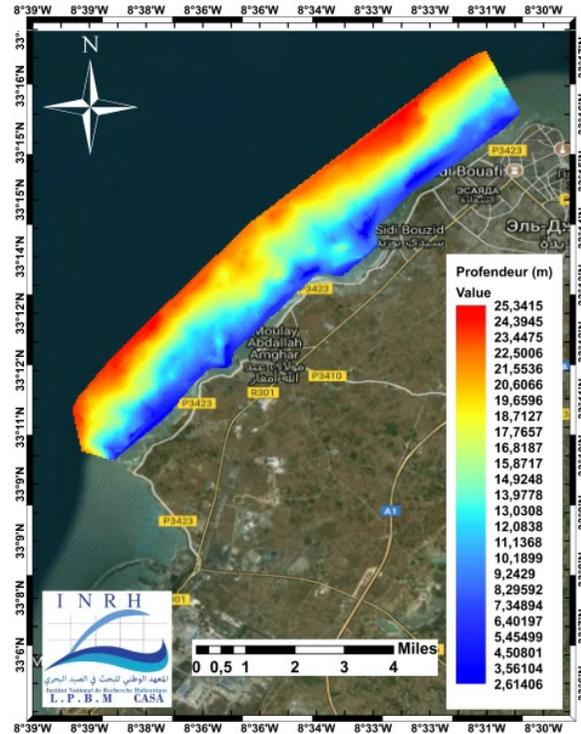


Figure 3 : Bathymétrie corrigée par rapport à la marée de la zone El Jadida-Jorf Lasfar (données INRH collectées lors de la campagne du mois de Juillet 2018).

Les distributions de la température et la salinité (surface et fond) de l'eau indiquent que la zone d'étude se caractérise par une stratification verticale plus importante au nord de Sidi Bouzid qu'au sud. Au nord de la zone d'étude, on constate que la température varie entre 19°C en surface et 16°C au fond. Au sud de la zone d'étude, cette température varie entre 17°C en surface et 15.5°C au fond (Fig. 4a). Quant à la salinité, elle est peu variable et les valeurs sont comprises entre 35.8 psu au fond et 36.1 psu en surface (Fig. 4b). Les eaux moins salées sont localisées au sud du village Moulay Abdallah et sont marquées plus au fond au niveau des stations 23, 24, 25 et 26 (Fig. 2). Cette situation indique que les résurgences d'eaux profondes caractéristiques de cette zone ont été moins actives pendant la période de la campagne en mer au nord de Sidi Bouzid et plus marquées au sud de Moulay Abdallah. En utilisant et en comparant avec les produits Marine Copernicus (<https://resources.marine.copernicus.eu>) pour la semaine du 18 Juillet 2018, les distributions de surface de la température et de la salinité reflètent la localisation des résurgences d'eau profondes froides et moins salines au sud de Safi (Fig. 4c). Pendant le mois de Juillet 2018, la zone d'étude présente une

forte circulation océanique en surface avec un maximum de 48,79 cm/s, de direction sud-ouest, avec une valeur moyenne de l'ordre de 25,16 cm/s. Ce qui montre que cette zone est exposée à une hydrodynamique très forte par rapport aux zones environnantes (Fig. 4d). On constate que les eaux de la zone d'étude sont bien saturées en oxygène dissous. En effet, les teneurs observées dépassent 8ml/l en surface au niveau de toute la zone. Au fond, ces teneurs sont relativement faibles au sud de Moulay Abdellah, en coïncidant avec les eaux moins salines et indiquent des valeurs inférieures à 8ml/l tout en restant bien saturées au niveau de toute la zone (Fig. 5).

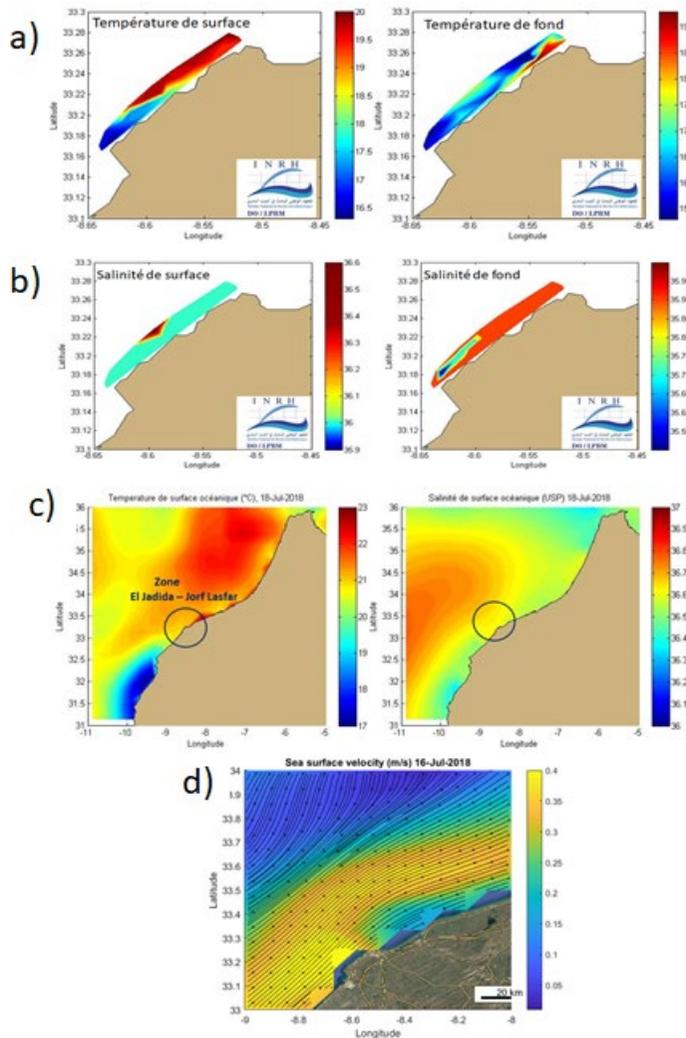


Figure 4: a) température (°C) de surface et fond. b) salinité (psu) de surface et fond observées durant la campagne de mesures. c) température (°C) et salinité (psu) de surface. d) vitesse et direction du courant (m/s) pour la semaine du 18 Juillet 2018 (Source : <https://resources.marine.copernicus.eu>).

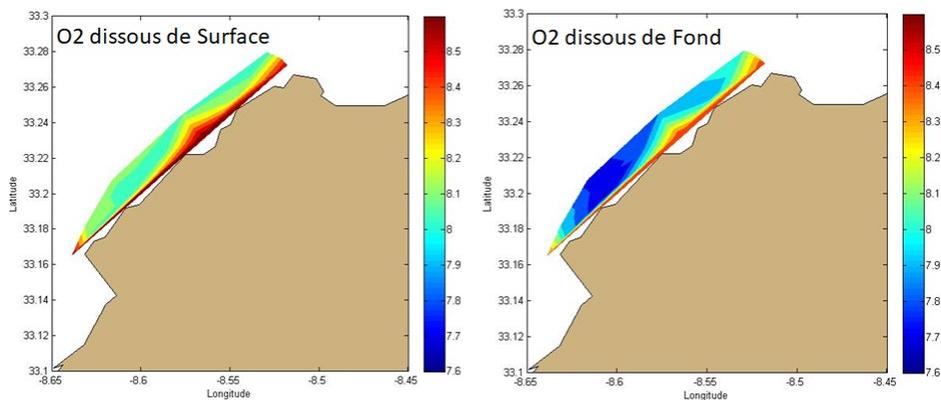


Figure 5: Distribution des teneurs en oxygène dissous (ml/l) en surface (à gauche) et au fond (à droite) observées dans la zone d'étude du 08 au 18 Juillet 2018.

Les distributions des nutriments (surface et fond) de la zone d'étude indiquent une concordance avec la stratification de la colonne d'eau (Fig. 6). En effet, la richesse minérale des eaux profondes se manifeste plus pour les nitrates et les silicates tout en restant maximales au sud de la zone. Quant aux phosphates, les concentrations importantes sont plus localisées au sud à proximité du port de Jorf Lasfar aussi bien au fond qu'à la surface. La richesse en silicates et en nitrates est bien marquée au fond au niveau de toute la zone d'étude aussi bien au sud qu'au nord.

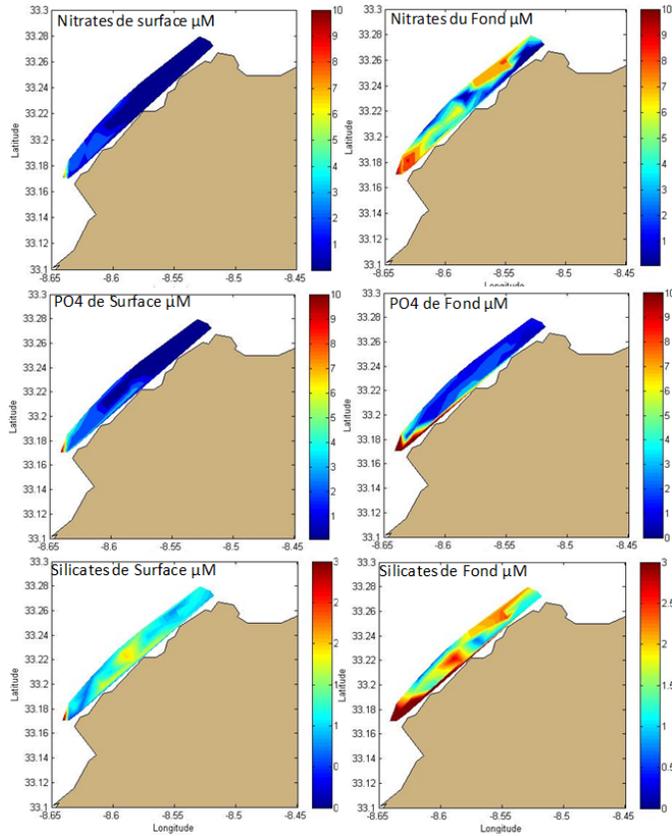


Figure 6: Nitrates (μM) de surface et du fond (figure du haut), Phosphates (μM) de surface et du fond (figure du centre) et Silicates (μM) de surface et du fond (figure du bas) observés dans la zone d'étude du 08 au 18 Juillet 2018.

Par ailleurs, une prospection océanographique, réalisée par l'INRH en 2015 pendant la saison du printemps à bord du N/R national « Al Amir Moulay Abdellah (AMA) » au niveau de la zone atlantique nord du Maroc (Fig. 7), montre la distribution verticale des paramètres physiques le long de la radiale $33^{\circ}10' \text{ W}$ où l'activité des résurgences de la zone d'El Jadida se manifeste par la remontée des eaux profondes d'origine dépassant 150m. Ces eaux sont froides dont les températures sont de l'ordre de 15.5°C et moins salines avec une valeur de 36.15psu. Ces remontées d'eaux profondes sont aussi caractérisées par leur concentration en matière minérale favorisant une richesse importante en chlorophylle au niveau de la zone côtière. L'activité du l'upwelling dans la région apparaît à partir du mois d'avril, s'intensifie en août et Juin et persiste jusqu'en Octobre (Bessa et al., 2019).

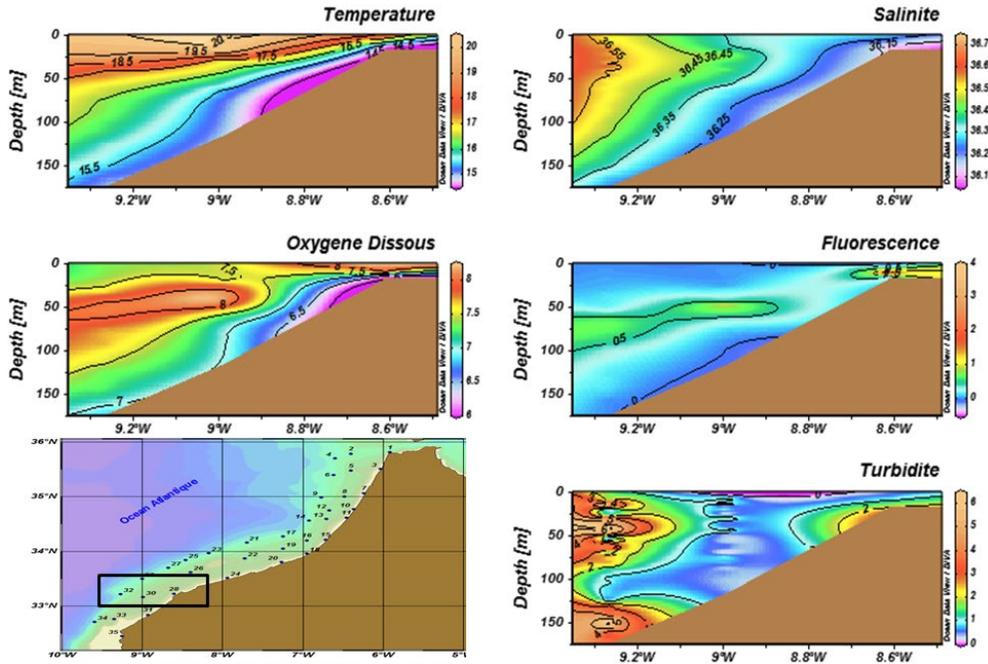


Figure 7 : Distributions verticales des paramètres physiques au niveau de la radiale d’El Jadida 33°10’ N (Campagne Mai 2015, Source INRH).

Concernant la variabilité saisonnière du milieu, le suivi des paramètres physiques de la zone régionale durant les campagnes océanographiques réalisées par le N/R national “AMA”, indique que la zone d’El Jadida se caractérise par une activité des résurgences d’eau profonde froide et riche en phosphates, principalement en été (Septembre 2015) et en printemps (Mai 2018) qui favorise une richesse chlorophyllienne importante le long du littoral atlantique de cette zone. Cependant, en automne (novembre 2018), cette activité est relativement faible et se manifeste plus au sud au niveau de la zone de Safi où se manifeste la présence du filament du Cap Ghir (Makaoui *et al.*, 2012). Ainsi, la température subit une variation importante durant l’année qui varie entre un minimum de 16°C en été et un maximum en automne qui peut dépasser 19°C (Fig. 8). Cette situation est accompagnée d’une variation saisonnière de la circulation marine de la zone. En effet, la saison d’automne se caractérise par un faible hydrodynamisme de la zone qui se manifeste par une intensité minimale du courant au niveau de la zone qui ne dépasse pas 10 à 12 cm.s⁻¹ et de direction nord-est favorisant d’une part une augmentation des températures de l’eau et d’autre part, une dérive des eaux du sud de Jorf-Lasfar vers le nord. En été et au printemps le courant observé présente des intensités plus importantes dépassant 20 cm.s⁻¹, tout en maintenant une direction sud-ouest. Compte tenu de l’importance socio-économique de cette zone qui abrite

un important champ d'algues à l'échelle nationale et suite à sa proximité d'un grand complexe industriel et de ports de commerce et de pêche, la zone d'étude se manifeste en permanence par une richesse minérale principalement en phosphate. En effet, en période d'automne et d'hiver d'upwelling faible correspondent à une phase de reproduction des algues maximale. Cette période est connue par une saison de stabilité hydrodynamique de la zone et une dérive vers le nord des eaux du littoral de Jorf Lasfar favorisant une richesse du milieu en éléments nutritifs que sont les phosphates. Pendant le printemps et l'été où l'upwelling est plus actif, l'hydrodynamique marine de la zone connaît son maximum d'intensité.

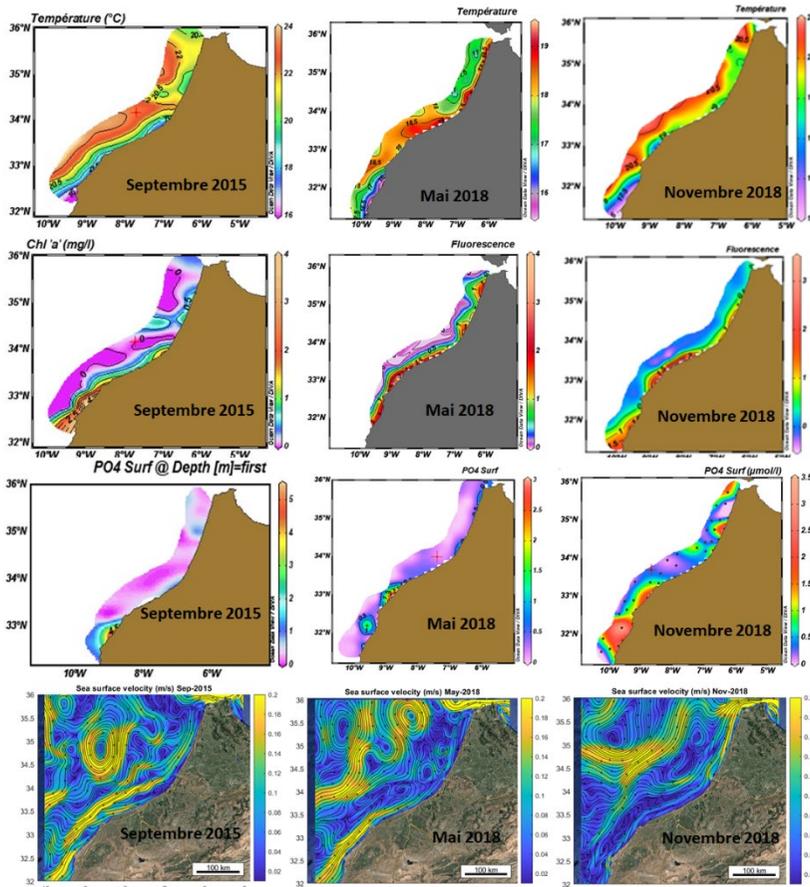


Figure 8: Distributions spatiales de la température (°C), la fluorescence (chlorophylle µg/l), les phosphates (µM) et circulation marine (Source : <https://resources.marine.copernicus.eu>) durant les trois saisons (été, printemps et automne).

Conclusion

Cette zone se caractérise par une bathymétrie très régulière de la côte jusqu'aux isobathes 20m. La pente du plateau est relativement plus faible au niveau de la zone Sidi Bouzid – Moulay Abdellah qu'en dehors de cette zone.

Les paramètres du milieu collectés dans cette zone montrent que la colonne d'eau est bien stratifiée et se manifeste par des eaux très froides et riches en nutriments au fond et relativement plus chaudes et déficitaires en nutriments en surface. Sur cette période d'observation, cette situation serait expliquée par la faible activité des résurgences d'eaux profondes froides. En dépit de cette stratification, les eaux sont bien saturées en oxygène dissous aussi bien en surface qu'au fond.

Perspectives

La zone d'étude est connue par une biomasse algale importante et une hydrologie complexe influencée en particulier par la variabilité saisonnière du courant des Canaries de direction S.E. et des vents Alizés venant du Nord qui sont responsables de la remontée en surface d'eaux froides « Upwelling » riches en éléments nutritifs et une productivité primaire intense. Compte tenu des résultats obtenus dans cette étude, les efforts doivent se poursuivre par la mise en œuvre d'une stratégie visant la préservation de cette ressource en appliquant un suivi océanographique permanent pour le contrôle de la variabilité de biomasse algale de cette zone vulnérable qui peut subir un impact important de l'effet du changement climatique.

Remerciements :

Les auteurs et les équipes de l'INRH tiennent à rendre un vibrant hommage à Aziz Laouina, technicien naviguant à l'INRH, qui a contribué à la réalisation de cette campagne de terrain. Aziz Laouina est décédé au début de l'année 2019.

References :

1. Benbrahim S., A. Chafik, R. Chfiri, F. Z. Bouthir, M. Siefeddine et A. Makaoui (2008). Etude des facteurs influençant la repartition géographique et temporelle de la contamination des côtes atlantiques marocaines par les métaux lourds: cas du mercure, du plomb et du cadmium. *Marine Life*, 16 (1-2)-37-47.
2. Bessa I., A. Makaoui, A. Agouzouk, M. Idrissi, K. Hilmi, and M. Afifi, (2019). Seasonal variability of the ocean mixed layer depth depending on the cape Ghir filament and the upwelling in the Moroccan Atlantic coast. *Materials Today: Proceedings* 13, 637–645, Elsevier.
3. Givernaud Th., N. Sqali, O. Barbaroux, A. Orbi, Y. Semmaoui, N. Rezzoum, A. Mouradiand And R. Kaas (2005). Mapping and biomass estimation for a harvested population of *Gelidium sesquipedale* (Turn.) Thuret (Rhodophyta, Gelidiales) along the Atlantic coast of Morocco. *Phycologia*. 44 (1), (2005). 66-71.

4. Gevaert, F. (2001). Importance des facteurs de l'environnement et du phénomène de photoinhibition sur la production des grandes algues marines, Thèse de doctorat en Science. Univ. Sci. Technol. Lille, France. 150pp.
5. Hanif, N., Chair, M. Chbani Idrissi, M. C., Naoki, T. (2014). L'exploitation des algues rouges *Gelidium* dans la région d'El-Jadida: aspects socio-économiques et perspectives. *Afr. Sci.* 10(1): 103- 126.
6. INRH (2015). Etat des stocks et des pêcheries au Maroc 2013.
7. Makaoui A., A. Orbi, J. Arestigui, A. Ben Azzouz1, J. Laarissi, A. Agouzouk, K. Hilmi (2012). Hydrological seasonality of Cape Ghir filament in Morocco. *Natural Science*, Vol.4, No.1, 5-13.
8. Makaoui A., A. Orbi, K. Hilmi, S. Zizah, J. Larissi and M. Talbi (2005). L'upwelling de la côte atlantique du Maroc entre 1994 et 1998. *C. R. Geoscience* 337 (2005) 1518-1524.
9. Mouradi, A., Chikhaoui, M., Fekhaoui, M., Akallal, R., Guessous, A., Givernaud, T. (2006). Variabilité interspécifique de trois algues rouges: *Hypnea musciformis*, *Gracilaria multipartita* et *Gelidium sesquipedale* (Rhodophycees) de la côte atlantique marocaine. *Afr. Sci.* 02(3): 365-389.
10. Rodriguez D. (1996). Vegetative propagation by fragmentation of *Gelidium sclerophyllum* (Gelidiales, Rhodophyta). *Hydrobiologia*, 326/327, 361-365p.
11. Riadi, H. (1998). Biodiversité des algues marines, rapport étude nationale de biodiversité, faculté des sciences Tetouan Maroc, projet gef/6105. p92-96.
12. Zidane H., A. Orbi, N. Sqalli, F. Zidane, M. Talbaoui, M. Hasnaoui and M. Fakhaoui (2010). Survey of the Cycle of Reproduction of Red Algae *gelidium sesquipedale* (Turner) Thuret (Case of the Maritime Zone of El Jadida-Jarf Lasfer of Morocco), *Environmental Technology*, 27:8, 933-943, DOI: 10.1080/09593332708618706.