

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

La République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et l'Aménagement du Littoral



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
D'ETAT ET DE MASTER EN SCIENCE DE LA MER**

OPTION : Ingénierie de l'Environnement Marin et Côtier

Thème :

**Les conditions physico chimiques au large des côtes
Algériennes : Contribution à l'étude des structures
hydrodynamiques**

Présenté par :

BOURAHLI Zakia et BAOUT Ilheme

Soutenu le 11/07/2023, Devant le jury suivant :

Mme. ABDEDDAIM MEHDI H	ENSSMAL	Présidente
Mr. INAL A	CNRDPA M.R.B	Promoteur
Mr. BOULAHIDID M	ENSSMAL Professeur	Co-promoteur
Mme. HARID R	ENSSMAL	Examinatrice
Mme. Maouel Dj	ENSSMAL	Représentante de l'incubateur

Promotion : 2022-2023

REMERCIEMENT

Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mené à bien ce travail.

Nous sommes très heureuses de pouvoir exprimer notre gratitude à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Nos plus vifs remerciements s'adressent à :

Mme. **ABDEDDAIM MEHDI Hakima**, qui nous fait l'honneur de présider ce jury.

Mr. **INAL Ahmed**, attache de recherche (**CNRDPA**), pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour sa confiance, sa disponibilité, ses encouragements et ses précieux conseils au cours de la réalisation de ce mémoire.

Mr. **BOULEHDID Mustafa**, professeur à l'ENSSMAL, pour avoir accepté de Co-encadrer ce travail, et pour ces précieux conseils.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Mme. **HARID Romaissa**, d'avoir acceptées d'examiner ce manuscrit.

Aussi, Mme. **Maouel Djamila**, la responsable de l'incubateur bleu de l'école pour avoir acceptée de participer à ce jury.

Nos profondes reconnaissances à Monsieur **OUROUA**, Madame **EDDALIA**, Monsieur **MUSTAPHA**, Madame **REFESSE**, Monsieur **YOUCEF** et bien sûr Madame **OUNADI**, Monsieur **LAID**, Monsieur **LOUBAR, M, Alcodefi** et personnels de la bibliothèque de l'ENSSMAL, ainsi que toutes les personnes qui nous à aider du près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Nous somme reconnaissant a tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation du primaire jusqu'au nos études supérieures, qu'ils trouvent ici notre reconnaissance et un petit fruit de leur sueurs.

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers :

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études : à mon adorable mère **Messaour Hayat**

A celui, grâce à qui je suis venue au monde et qui a fait de moi ce que je suis, n'épargnant aucun effort ni aucun sacrifice pour mon bonheur que dieu le garde et j'espère que je ferai la fierté cher mon père **Laid**.

A mon frère **Youcef**, mes sœurs **Salsabil, Yasmine, Ikram** et mes cousins **Ahlam, Nesrine** qui ont toujours été à mes côtés; je veux dire que je vous aime beaucoup.

A mes très chères amies **Aissam, Amina, Meriem, Abdou, Saïd** source d'affection et tendresse

A tous les membres de la famille petits et grands.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mon binôme **Zakia** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Ilheme

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ceux qui ont fait tout pour moi, ma raison d'être là,
mon courage, mon support, mon espérance, ma force,
ma joie, mes très très chers: papa et maman

A mon seul très cher frère qui compte énormément pour
moi

A mes grands-pères et grands-mères, mes oncles et mes
tantes, leurs enfants

A mon binôme Ilheme, pleine d'énergie et esprit positif
et motivation, merci d'être mon binôme et me faire
passer des moments inoubliable durant les derniers cinq
ans

A mes cher Amis : Rayene, Hadjer, Soundous et Malak

A la promo d'IEMC 2018/2023

A mes autres proches : j'espère que je n'ai oubliée
personne

A vous tous qui m'aimez.

14/06/2023 à 04:04

Zakia ...

Table des matières

Remerciement.....	I
Dédicaces.....	II
Dédicaces.....	II
Table des matières.....	III
Liste des figures.....	VIII
Liste des tableaux.....	XI
Liste des abréviations	XII
Introduction.....	1
Chapitre I.....	1
I. Notion de base.....	4
1. Notion de traceur océanique.....	4
1.1. Les traceurs océaniques conservatifs	4
1.2. Les traceurs océaniques non conservatifs	4
2. Descripteurs physico-chimiques du milieu.....	4
2.1. Temperature	4
2.2. Salinité.....	5
2.3. Conductivité.....	5
2.4. Oxygène dissous.....	5
2.4.1. Facteurs physiques.....	5
2.4.2. Facteurs chimiques	5
2.4.3. Facteurs biologiques	6
2.5. Densité	6
2.6. Potentiels d'hydrogène.....	6
2.7. Les sels nutritifs.....	6
2.7.1. Notion des nutriments	6
2.7.2. Origine des sels nutritifs.....	6
Les sources internes	6
Les sources externes.....	7
2.7.3. Rôle des éléments nutritifs	7
2.7.4. Les différentes formes de sels nutritifs	7
L'Azote ammoniacal.....	7

Nitrites.....	8
Nitrates.....	8
Phosphates	9
Silicates.....	9
2.7.5. Le cycle biogéochimique des sels nutritifs	10
Processus du cycle	10
La photosynthèse.....	11
La minéralisation	11
L'excrétion	11
La nitrification	11
La dénitrification	11
2.7.6. Rapport de REDFIELD	12
3. Production primaire	12
3.1. Définition.....	12
3.2. Chlorophylle	12
4. Indicateurs de pollution	12
4.1. Matières en suspension	12
4.2. Matières organiques.....	13
II. Zone d'étude	13
1. Le bassin Algérien	13
1.1. Situation géographique du bassin Algérien	13
1.2. Hydrologie de bassin Algérien	14
1.3. Les masses d'eaux	15
1.3.1. L'eau Atlantique Modifiée	15
1.3.2. L'eau Hivernale Intermédiaire.....	15
1.3.3. L'eau Intermédiaire Levantine	15
1.3.4. L'eau Méditerranéenne Profonde	15
2. Le golf de Bejaia	16
Chapitre II	17
I. Travaux effectués en mer	18
1. Choix et localisation des stations.....	18
2. Les mesures in situ.....	18

2.1. En station	18
2.2. En continu	19
2.3. Le prélèvement d'eau.....	19
3. Logiciel utilisé pour le traitement des données (ODV)	19
II. Travaux effectués aux laboratoires	20
1. Détermination de la matière en suspension : MES	20
1.1. Principe de la méthode.....	20
1.2. Appareillage.....	20
1.3. Mode opératoire	21
1.3.1. Préparation des filtres	21
1.3.2. Filtration	21
1.3.3. Séchage et pesée des filtres.....	21
1.4. Calcule et expression des résultats	21
2. Détermination de la matière organique : MO	22
2.1. Principe de la méthode.....	22
2.2. Appareillage.....	22
2.3. Mode opératoire	22
2.4. Calcule et expression des résultats	22
3. Dosage des sels nutritifs	22
3.1. Principe de dosage des sels nutritifs	22
3.2. L'analyse des sels nutritifs.....	22
3.2.1. Nitrites et Nitrates.....	22
Principe de la méthode : principe de SKALAR	22
Les réactifs exigés.....	23
Etalonnage	23
3.2.2. Phosphates	24
Principe de la méthode : principe de SKALAR	24
Les réactifs exigés.....	24
Etalonnage	24
3.2.3. Silicates	25
Principe de la méthode : principe de SKALAR	25
Etalonnage	25

4. Dosage de la Chlorophylle-a par spectrophotométrie ultraviolet (S.F.U.V).	26
4.1. Appareillage.....	26
4.2. Réactif.....	26
Solvant d'extraction : Acétone à 90 %	26
4.3. Mode opératoire	26
4.3.1. Filtration	26
4.3.2. Extraction de la chlorophylle-a	26
4.4. Calcule et expression des résultats	27
Chapitre III.....	28
1. Distribution horizontale en surface	29
1.1. Zone Alger – Bejaia : première trajectoire du navire :	29
1.1.1.Distribution horizontale de la température.....	29
1.1.2.Distribution horizontale de la salinité.....	30
1.2. Zone Bejaia – Jijel : deuxième trajectoire :	31
1.2.1.Distribution horizontale de la température.....	31
1.2.2.Distribution horizontale de la salinité.....	32
2. Profils verticaux de la température et de la salinité	33
2.1. Station 2.....	33
2.2. Station 9.....	34
2.3. Station 10.....	35
2.4. Station 11.....	36
2.5. Station 12.....	37
2.6. Station 13.....	38
2.7. Station 14.....	39
2.8. Station 15.....	40
2.9. Station 16.....	41
2.10. Station 17.....	42
2.11. Station 18.....	43
2.12. Station 19.....	44
2.13. Station 20.....	45
2.14. Station 21.....	46
2.15. Station 22.....	47

2.16. Station 23	48
2.17. Station 24	49
3. Les sections	51
3.1. Section A : Section longitudinale (Est-Ouest)	51
3.1.1.Variation de la température.....	51
3.1.2.Variation de la salinité.....	52
3.2. Section B : Section verticale (Côte – Large) de côté Est	52
3.2.1.Variation de la température.....	52
3.2.2.Variation de la salinité.....	53
3.3. Section C : Section longitudinale (Est-Ouest) au Large	53
3.3.1.Variation de la température.....	53
3.3.2.Variation de la salinité.....	54
3.4. Section D : Section longitudinale (Est-Ouest) proche de la côte	54
3.4.1.Variation de la température.....	54
3.4.2.Variation de la salinité.....	55
3.5. Section E : Section verticale (Côte – Large) de côté Ouest.....	55
3.5.1. Variation de la température	55
3.5.2.Variation de la salinité.....	56
4. Diagramme Temperature potentiel-Salinité (θ - S).....	56
5. Résultats du laboratoire	58
5.1. La Matière En Suspension :.....	58
5.2. La matière organique particulière :.....	59
5.3. La chlorophylle- <i>a</i>	60
5.4. Les sels nutritifs	61
5.4.1.Nitrites.....	61
5.4.2.Nitrates.....	62
5.4.3.Phosphates	63
5.4.4.Silicates.....	64
Conclusion	65
Références	XIII
Annexes.....	XIV

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de l'Azote dans l'eau de mer (Le Gal et al, 1988)	8
Figure 2 : Cycle du phosphore dans l'eau de mer (Riley et Chester, 1971).....	9
Figure 3 : Cycle de silicium dans l'eau de mer (Wollast, 1974 modifie par Jacques et Treguer, 1986).....	10
Figure 4 : Cycle simplifie des éléments nutritifs (Lacaze, 1997).....	10
Figure 5 : Situation géographique du bassin Algérien	13
Figure 6 : Situation géographique du Golf de Bejaia.....	16
Figure 7 : Le positionnement des stations CTD.....	18
Figure 8 : Présentation du logiciel Ocean Data View	20
Figure 9 : Courbe d'étalonnage des Nitrites et Nitrates	23
Figure 10 : Courbe d'étalonnage des phosphates	24
Figure 11 : Courbe d'étalonnage des Silicates.....	25
Figure 12 : Localisation des enregistrements de la première trajectoire.....	29
Figure 13 : La distribution horizontale de la température dans la première trajectoire	29
Figure 14 : La distribution horizontale de la salinité dans la première trajectoire.....	30
Figure 15 : Localisation des enregistrements de la deuxième trajectoire	31
Figure 16 : La distribution horizontale de la température dans la deuxième trajectoire.....	31
Figure 17 : La distribution horizontale de la salinité dans la deuxième trajectoire	32
Figure 18 : Profil vertical de température dans la station 2	33
Figure 19 : Profil vertical de salinité dans la station 2	33
Figure 20 : Profil vertical de température dans la station 9	34
Figure 21 : Profil vertical de salinité dans la station 9.....	34
Figure 22 : Profil vertical de température dans la station 10	35
Figure 23 : Profil vertical de salinité dans la station 10.....	35
Figure 24 : Profil vertical de température dans la station 11	36
Figure 25 : Profil vertical de salinité dans la station 11	36
Figure 26 : Profil vertical de température dans la station 12	37
Figure 27 : Profil vertical de salinité dans la station 12.....	37
Figure 28 : Profil vertical de température dans la station 13	38
Figure 29 : Profil vertical de salinité dans la station 13.....	38
Figure 30 : Profil vertical de température dans la station 14	39

Figure 31 : Profil vertical de salinité dans la station 14	39
Figure 32 : Profil vertical de température dans la station 15	40
Figure 33 : Profil vertical de salinité dans la station 15	40
Figure 34 : Profil vertical de température dans la station 16	41
Figure 35 : Profil vertical de salinité dans la station 16	41
Figure 36 : Profil vertical de température dans la station 17	42
Figure 37 : Profil vertical de salinité dans la station 17	42
Figure 38 : Profil vertical de température dans la station 18	43
Figure 39 : Profil vertical de salinité dans la station 18	43
Figure 40 : Profil vertical de température dans la station 19	44
Figure 41 : Profil vertical de salinité dans la station 19	44
Figure 42 : Profil vertical de température dans la station 20	45
Figure 43 : Profil vertical de salinité dans la station 20	45
Figure 44 : Profil vertical de température dans la station 21	46
Figure 45 : Profil vertical de salinité dans la station 21	46
Figure 46 : Profil vertical de température dans la station 22	47
Figure 47 : Profil vertical de salinité dans la station 22	47
Figure 48 : Profil vertical de température dans la station 23	48
Figure 49 : Profil vertical de salinité dans la station 23	48
Figure 50 : Profil vertical de température dans la station 24	49
Figure 51 : Profil vertical de salinité dans la station 24	49
Figure 52 : Profils verticaux de Température de toutes les stations.....	50
Figure 53 : Profils verticaux de Salinité de toutes les stations.....	50
Figure 54 : Les différentes sections choisies dans la zone d'étude.....	51
Figure 55 : Section longitudinale de la température (Section A).....	51
Figure 56 : Section longitudinale de la salinité (Section A)	52
Figure 57 : Section verticale de la température (Section B)	52
Figure 58 : Section verticale de la salinité (Section B)	53
Figure 59 : Section longitudinale de la température (Section C)	53
Figure 60 : Section longitudinale de la salinité (Section C).....	54
Figure 61 : Section longitudinale de la température (Section D).....	54
Figure 62 : Section longitudinale de la salinité (Section D)	55
Figure 63 : Section verticale de la température (Section E).....	55

Figure 64 : Section verticale de la salinité (Section E)	56
Figure 65 : Diagramme Température potentiel – Salinité ($\theta - S$) des côtes Algérienne.....	56
Figure 66 : La partie du MAW du Diagramme Température potentiel – Salinité ($\theta - S$) des côtes Algérienne.....	57
Figure 67 : La partie du LIW du Diagramme Température potentiel – Salinité ($\theta - S$) des côtes Algérienne	57
Figure 68 : Variation de la teneur en MES au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations.....	58
Figure 69 : Variation de la teneur en MO au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations.....	59
Figure 70 : Variation de la teneur en chlorophylle-a au large des côtes Algériennes au niveau des 6 stations	60
Figure 71 : Variation de la concentration des Nitrites au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations	61
Figure 72 : Variation de la concentration des Nitrates au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations.....	62
Figure 73 : Variation de la concentration des Phosphates au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations.....	63
Figure 74 : Variation de la concentration de Silicate au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations	64

Liste des tableaux

Tableau 1. Valeurs moyennes et extrêmes de la température dans la première trajectoire (°C)	30
Tableau 2. Valeurs moyennes et extrêmes des salinités dans la première trajectoire en (PSU).....	30
Tableau 3. Valeurs moyennes et extrêmes de la température dans la deuxième trajectoire (°C).....	32
Tableau 4. Valeurs moyennes et extrêmes des salinités dans la deuxième trajectoire (PSU)	32
Tableau 5. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur de la MES au large des côtes Algériennes	58
Tableau 6. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur de la MO au large des côtes Algériennes .	59
Tableau 7. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur de la Chlorophylle-a au large des côtes Algériennes.....	60
Tableau 8. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur du sel des nitrites au large des côtes Algériennes.....	61
Tableau 9. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur du sel des nitrates au large des côtes Algériennes.....	62
Tableau 10. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur du sel des phosphates au large des côtes Algériennes.....	63
Tableau 11. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur du sel des silicates au large des côtes Algériennes.....	64

Liste des abréviations

CNRDPA: Centre National de Recherche et Développement de la Pêche et l'Aquaculture

CTD: Conductivity Temperature Depth

ISO: International Organization for Standardization

LIW: Levantine Intermediate Water

MAW: Modified Atlantique Water

MES: Matières En Suspension

MO: Matière Organique

ODV: Océan Data View

pH: Potentiels d'Hydrogène

PSU: Practical Salinity Unit

SSS: Sea Surface Salinity

SST: Sea Surface Temperature

WIW: Winter Intermediate Water

WMDW: Western Mediterranean Deep Water

Introduction

Dans le monde marin et au fil des années, une compréhension de la structure, la circulation et l'évolution des océans nécessite énormes efforts et des études par la communauté scientifique. Afin d'exploiter rationnellement ces ressources et les préserver la circulation océanique contribue à réguler le climat de la terre et des grands cycles biogéochimiques.

La mer méditerranée est une mer intercontinentale presque entièrement fermée, comprise entre l'Europe méridionale, l'Afrique du nord et l'Asie occidentale. Elle communique avec l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar et avec la mer Rouge par le canal de Suez. L'étranglement compris entre la Sicile et la Tunisie la divise en deux bassins : la Méditerranée occidentale et la Méditerranée orientale. La grande partie de la Méditerranée occidentale du Sud est occupée par le bassin Algérien qui représente une voie d'accès des eaux d'origine Atlantique vers tout le bassin.

La mer Méditerranée joue un rôle important dans la circulation océanique mondiale et constitue un engrenage de la machine thermique mondiale. En raison de la masse d'eau chaude et salée qu'elle libère dans l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar, elle impacte le contenu massique de l'Atlantique Nord et ainsi la circulation thermohaline globale. Elle est également une source de chaleur pour l'atmosphère et influence le climat régional (**Damien, 2015**).

La Méditerranée est oligotrophe (une forte insuffisance biologique) (**Siokou-Frangou et al., 2010**). La concentration en nutriments diminue avec la profondeur jusqu'à une inférieure concentration à celle que l'on observe dans l'océan mondiale (**Coste et al., 1988**). Une autre caractéristique de cette mer est que le rapport de Redfield est voisin de 20 dans sa partie occidentale et environ 22 dans sa partie orientale (**Moutin et al., 2002**), par contre 15 à 16 pour l'océan mondiale (**Redfield et al., 1963**).

Le bassin Algérien constitue une zone clé pour la circulation générale dans la Méditerranée occidentale (**Puillat et al., 2002**), un réservoir où l'eau d'origine Atlantique s'accumule avant de s'écouler vers le Nord et vers l'Est (**Millot, 1985**). Avec un courant correspondant au flux de l'eau Atlantique Modifiée (**MAW**). Ce courant est instable car il génère deux types de phénomènes à méso échelle. La plupart du temps, il engendre des séries de tourbillons relativement peu importants et peu profonds qui n'ont pas de conséquences significatives sur la circulation des masses d'eaux. Cependant, ce courant forme de larges méandres qui ont des conséquences sur la circulation de ces masses d'eaux (**Millot et Taupier-Letage, 2004**).

Dans ce cadre, le présent mémoire s'intéresse à l'étude des conditions physico chimiques au large des côtes Algériennes pour la contribution à l'étude des structures hydrodynamiques, ce travail est pour l'objectif de comprendre la distribution verticale et horizontale de la température, de la salinité et des sels nutritifs au large de ces côtes en période hivernale.

Dans ce contexte, on a travaillé sur les données acquises durant une campagne (CHH2020) en mer réalisée en décembre 2020 par les chercheurs de CNRDPA à bord du navire « BELKACEM GRINE ».

Le présent travail est organisé en trois chapitres :

Le premier chapitre composé de deux parties :

La première partie « Notion de base », nous parlerons sur la notion traceur océanique, les descripteurs physico-chimiques du milieu marin, la distribution des différentes formes des sels nutritifs ainsi que le cycle biogéochimique et de la circulation océanique en méditerranée occidentale.

La deuxième partie « Zone d'étude », nous présentons une description générale du bassin Algérien et le golfe de Bejaia.

Le deuxième chapitre « Matériels et méthodes », est dédié à la description du matériel nécessaire pour la mesure des paramètres en mer, logiciel utilisé et les travaux effectués au laboratoire.

Le troisième chapitre « Résultats et Discussions », est consacré au traitement des données acquises dans la zone d'étude, et la discussion des différents résultats obtenus. Ce traitement est basé sur le logiciel ODV et aussi les résultats des analyses de laboratoire.

Ce chapitre est suivi d'une conclusion générale.

Chapitre I

I. Notion de base

1. Notion de traceur océanique

On appelle traceur océanique, tout paramètre physique ou chimique capable de décrire l'évolution de la masse d'eau ou d'un phénomène océanique quelconque. On distingue deux types de traceurs :

1.1. Les traceurs océaniques conservatifs

Un traceur océanique conservatif est un paramètre dont la variation de ses valeurs ne dépend que des phénomènes physiques tels que le transport, le mélange des eaux et la diffusion. La température, la salinité et la densité appartiennent à ce type de traceur.

1.2. Les traceurs océaniques non conservatifs

Un traceur océanique non conservatif est un paramètre dont les variations de leurs concentrations dans l'eau de mer dépendent à la fois des phénomènes physiques, chimiques, biologiques et de la désintégration radioactive (pour les éléments radioactifs).

Dans cette catégories, on distingue les traceurs non conservatifs stables : Oxygène dissout, pH, sels nutritifs...etc, et les traceurs non conservatifs radioactifs (^{14}C , ^{226}Ra ,...etc).

2. Descripteurs physico-chimiques du milieu

2.1. Temperature

La température est un facteur physique important de milieu, elle influe sur la densité de l'eau et joue un rôle primordial dans le phénomène de stratification des mers (Thermocline) (**Gaujous, 1995**).

Elle est mesurée par thermo sonde (ou par thermomètre), notée (T) et son unité est le degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Dans l'océan, les eaux sont principalement chauffées par le soleil.

La mesure de la température, associée à la salinité, permet de déterminer la densité des masses d'eaux, paramètre nécessaire à la détermination de la stratification verticale et de la circulation océanique. Sa mesure permet aussi de déterminer le taux de saturation des gaz dissous (**Aminot et Chaussepied, 1983; Aminot et Kerouel, 2004**).

A la surface de l'Océan, ce sont les satellites qui ont récemment permis d'approfondir la connaissance de la température de surface, noté SST (Sea Surface Temperature).

2.2. Salinité

Elle est obtenue à partir de 1 Kg d'eau de mer, définie comme la masse en gramme (g) des composés solides à poids constants, contrôlée par la présence des ions : Ca^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^- .

Elle permet de connaître la circulation océanique en combinaison avec la température (bon traceur du mélange des eaux) (Aminot et Chaussepied, 1983). Alors, identifier les masses d'eaux d'origines différentes et suivre leurs mélanges au large. Sa valeur moyenne dans l'océan est de $34,55g/Kg$. Son unité principale est P. S. U (Practical Salinity Unit).

La connaissance de la salinité en surface (SSS : Sea Surface Salinity) se fait à l'échelle mondiale par les mesures satellitaires, et lorsque on s'intéresse à la délimitation de l'halocline (c'est-à-dire la zone de transition forte), on utilise des sondes CTD et d'autres instruments océanographiques pour la mesure de la salinité.

2.3. Conductivité

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement, mais très approximativement, la minéralisation globale de l'eau de mer.

La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et $1500\mu S/cm$. L'estimation de la quantité totale de matière dissoute peut être obtenue par la multiplication de la valeur de la conductivité par un facteur empirique dépendant de la nature des sels dissous et de la température de l'eau.

2.4. Oxygène dissous

C'est l'un des gaz dissous les plus importants représente aussi la quantité de l'oxygène dans l'eau à l'état dissous, qui gouverne les processus biologiques, biogéochimiques et chimiques des écosystèmes aquatiques.

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs.

La concentration de l'oxygène dissous est les résultants des facteurs suivants :

2.4.1. Facteurs physiques

Les facteurs physiques par exemple : Température, Pression, Salinité, échange Air-mer mélange et diffusion au sein de la masse d'eau (Rodier et al., 2005; Aminot et Kerouel, 2004).

2.4.2. Facteurs chimiques

Les facteurs chimiques comme : la réaction d'oxydation chimique et phénomènes de photo-oxydation.

2.4.3. Facteurs biologiques

Les facteurs biologiques par exemple : la photosynthèse et la respiration (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

2.5. Densité

La densité de l'eau de mer désigne sa masse par unité de volume. Elle est mesurée en grammes par litre (g/L) et peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que la température, la pression atmosphérique et la salinité.

2.6. Potentiels d'hydrogène

Etant relatif à la concentration en ions hydrogène (H^+) de l'eau, le pH est une mesure de l'acidité d'une eau (**Ramade, 2000**).

Cette notion a été introduite par **Sorensen** en **1909** qui l'avait défini comme le cologarithme décimal de la concentration en ions H^+ (**Aminot et Kerouel, 2004**).

$$\text{pH} = -\text{Log}_{10}[H^+] \quad (1)$$

Dans l'eau de mer, le pH est voisin de 8,2 et 8,3.

2.7. Les sels nutritifs

2.7.1. Notion des nutriments

Dans un écosystème marin, les éléments nutritifs sont à la base des études et la caractérisation indispensables pour l'hydrologie (traceurs non conservatifs).

Les sels nutritifs sont présents dans le milieu marin sous différentes et plusieurs formes en solution (**Aminot et Kerouel, 2004**). A la base de la production primaire, les éléments chimiques forment un substrat primordial pour le phytoplancton (**Bethoux, 1998**), le contrôle de la distribution se fait par des processus physiques et biologiques (**Millero, 2013**).

L'Azote et le Phosphore qui sont nécessaires à la nutrition des organismes, ne représentent que 6 % et 1 % (respectivement) de la biomasse (**Aminot et Kerouel, 2004**).

2.7.2. Origine des sels nutritifs

On distingue plusieurs origines des sels nutritifs dissous dans le milieu marin, elles peuvent être les classes en deux sources principales (**Boulaiddid, 1987**) : sources internes et sources externes.

Les sources internes

C'est la plus importante source. Elle représente environ 97% de plus que la diffusion des sels nutritifs à partir des sédiments marins (**Boulaiddid, 1987**), où la nouvelle matière organique produite par le plancton est à la surface. Elle rassemble donc toutes les réactions biogéochimiques (diffusion, dégradation, oxydation).

Les sources externes

Elles regroupent tous les apports continentaux qui sont transportés à la mer, soit par voie fluviale ou par voie éolienne. Ces dernières peuvent contenir des substances toxiques pour le milieu marin (**Boulaïdid, 1987**).

2.7.3. Rôle des éléments nutritifs

La richesse d'une eau marine en sels nutritifs reflète sa fertilité, alors que le rôle réside qu'ils forment un substrat chimique primordial pour le phytoplancton et la caractérisation des masses d'eaux, ainsi que leur mélange.

Ce sont des traceurs chimiques non conservatifs, constituant un outil capital pour la caractérisation et l'identification des masses d'eau et la compréhension de certains phénomènes océaniques : production primaire marine, circulation océanique, notamment en méditerranée (**Bethoux et al., 1998**).

2.7.4. Les différentes formes de sels nutritifs

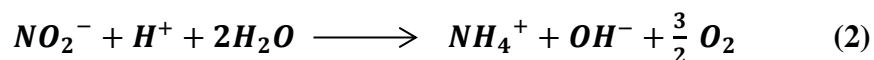
En milieu aquatique, il existe beaucoup des éléments nutritifs, les principaux sont à la base de l'azote (NO_3^- , NO_2^- et le NO_4^+), le phosphore (PO_4^{3-}) et les éléments de silicium (SiO_2).

L'Azote ammoniacal

L'Azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque (NH_3) (le plus toxique pour la vie aquatique) et l'ammonium (NH_4^+) qui est la forme préférée par le phytoplancton lors de la photosynthèse (les eaux profondes ne contiennent pas d'ammonium).

L'Azote ammoniacal provient des excréments animaux et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés (**Aminot et Chaussepied, 1983**). Ils dépendent de pH, la température et la salinité.

La réaction de la réduction des nitrites en ammonium comme suit :



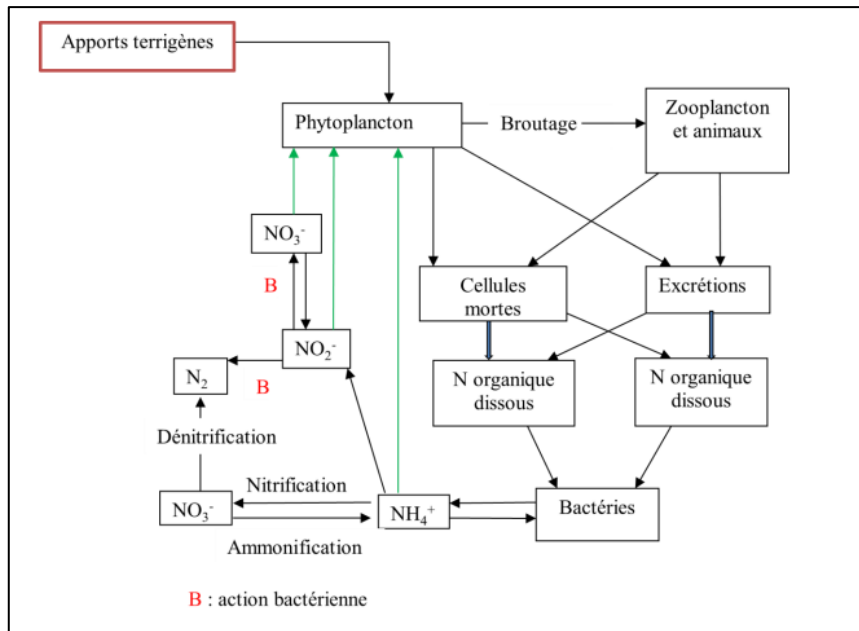
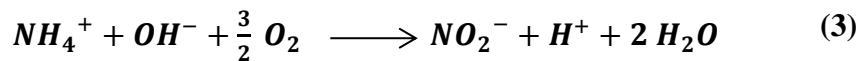


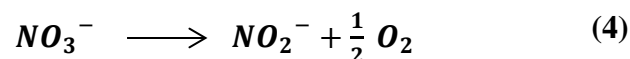
Figure 1 : Cycle de l'azote dans l'eau de mer (Le Gal et al, 1988)

Nitrites

Dans le cycle d'Azote, les ions nitrites se situent entre l'azote ammoniacal et les ions nitrates. Les concentrations retrouvées dans les eaux naturelles ne dépassent pas les quelques micromoles par litre d'azote nitreux. La nitrosation résulte des nitrites d'après l'oxydation de l'ammonium :



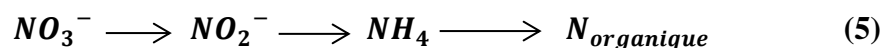
Les nitrites résultent aussi de la réduction par les bactéries anaérobiques (Millero, 2013):



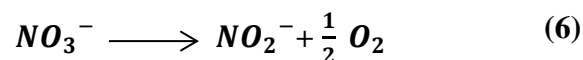
Nitrates

Les nitrates sont la forme la plus répandue, et la plus stable de l'azote dans l'océan. Ils représentent environ 65 % du stock de l'azote (Aminot et Chausse-pied, 1983).

Le nitrate absorbé par les algues est réduit selon le schéma réactionnel suivant (Copin-Montegut, 1996) :



Une réduction dans les milieux anoxiques opérée par des bactéries anaérobiques, selon la réaction suivante :



Phosphates

Le phosphore peut exister à la solution (dissout) ou en suspension (particulaire), à l'état minéral (inorganique) ou organique, dans les eaux de mer.

Les ortho phosphatés (PO_4^{3-}) sont les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation présentent en surface avec des teneurs assez faible à cause de leur consommation par les phytoplanctons (Copin-Montegut, 1996), au-dessous de la couche euphotique (pénétration en profondeur), un minimum de l'oxygène dissout avec une légère fluctuation selon la région océanique alors que les teneurs atteignent un maximum (Houma-Bachari, 2009).

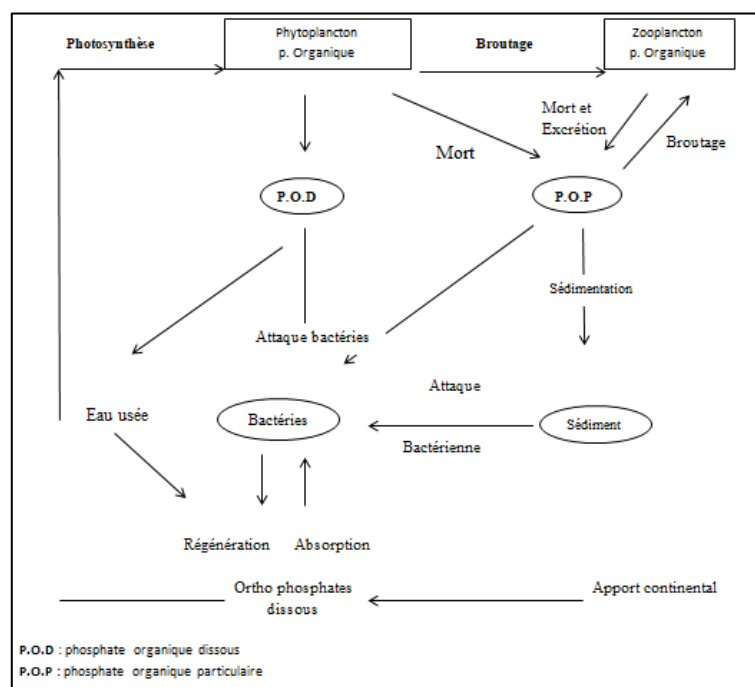
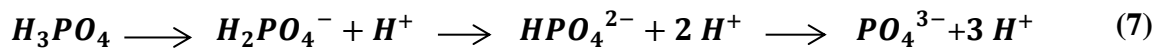


Figure 2 : Cycle du phosphore dans l'eau de mer (Riley et Chester, 1971)

Silicates

La silice est un composé des squelettes de certaines espèces phyto-planctoniques (les radiolaires, les diatomées) (Aminot et Chausse-pied, 1983).

La majorité des formes dissoutes dans l'eau de mer étant à 95 % sous la forme d'acide ortho silicique, et le reste $(OH)_3$ (Aminot et Kerouel, 2004).

Les concentrations augmentent lentement avec la profondeur pour atteindre généralement leur maximum au fond (Guy, 2006). Les silicates sont régénérés à différentes vitesses et par différents processus (Jacques et Treguer, 1986).

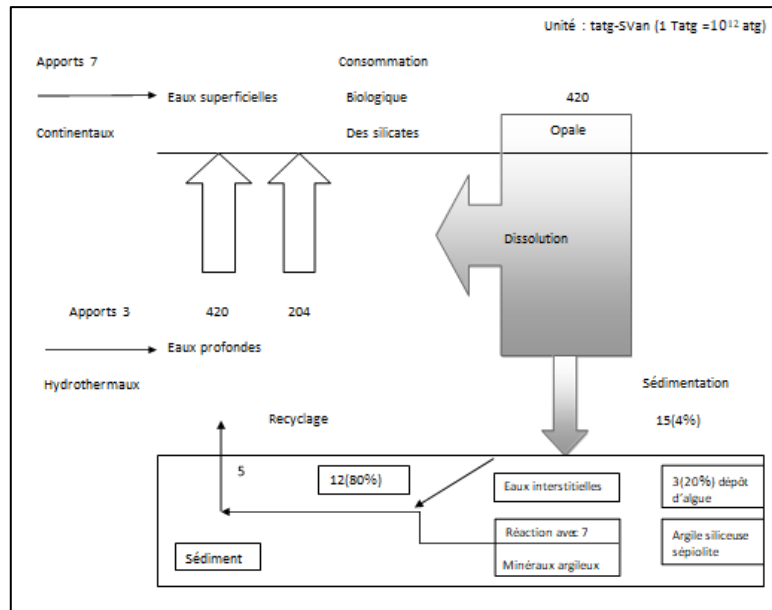


Figure 3 : Cycle de silicium dans l'eau de mer (Wollast, 1974 modifié par Jacques et Treguer, 1986)

2.7.5. Le cycle biogéochimique des sels nutritifs

Processus du cycle

Dans un écosystème naturel, les nutriments sont consommés sous forme minérale dissoute par les producteurs primaires (phytoplancton) intégrés dans la biomasse. Par le cycle des éléments nutritifs, qui fonctionne grâce à plusieurs processus que selon les conditions environnementales (Aminot et Kerouel, 2004).

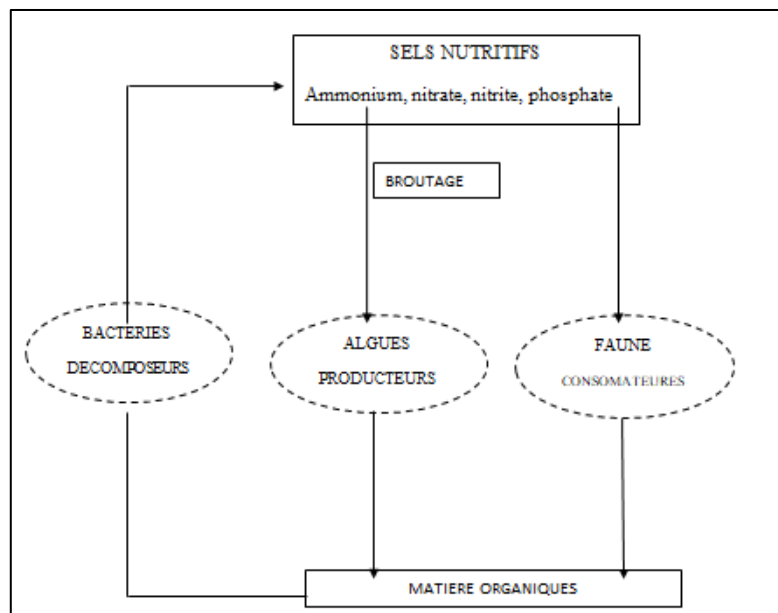
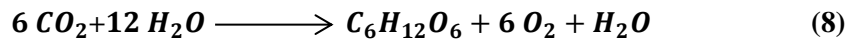


Figure 4 : Cycle simplifié des éléments nutritifs (Lacaze, 1997)

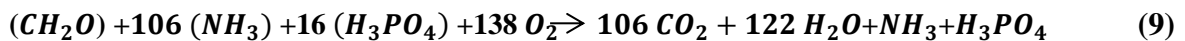
La photosynthèse

Les sels nutritifs et l'énergie solaire sont des facteurs essentiels pour le développement des végétaux, phanérogame, macro-algues et phytoplancton. En effet, l'utilisation de l'énergie lumineuse pour assurer l'assimilation du carbone par le processus de photosynthèse (la production primaire) (Aminot et Kerouel, 2004).



La minéralisation

C'est la réaction inverse de la photosynthèse (la formation de nitrate et phosphate). Elle consiste à la conversion de la matière organique dissoutes et la matière organique particulaire détritique en nutriments minéraux par les bactéries hétérotrophes (Aminot et Kerouel, 2004).



L'excrétion

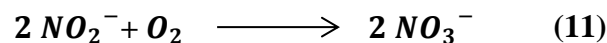
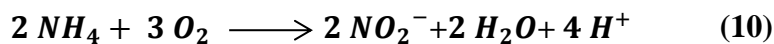
Appelé aussi la sécrétion de nutriments sont considérée en dehors de la minéralisation bactérienne (Aminot et Kerouel, 2004).

L'ammonium et phosphate, qui sont excrétés par les micro-flagelles hétérotrophes, le cilié et le zooplancton, fait retour partiel sous leur forme minérale.

La nitrification

C'est l'inverse de la réaction de photosynthèse fournit de l'énergie ou la décomposition des matières organiques azotées, elle est théoriquement spontanée en présence d'oxygène. Elle suit en fait des voies biologiques : respiration, excrétion, prédation, attaque bactérienne (Aminot et Kerouel, 2004).

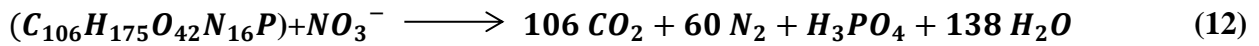
L'oxydation ultérieure de l'ammonium en nitrite puis en nitrate est la nitrification elles'effectue selon le schéma suivant :



La dénitrification

La dénitrification est un processus dont le premier accepteur d'électrons généralement utilisé par les bactéries marines est le nitrate. Par contre, la plupart des bactéries s'avèrent très flexibles et sont capables d'utiliser une vaste gamme d'accepteurs d'électrons, comme le sulfate, le manganèse ou le fer (Aminot et Kerouel, 2004).

La réaction de dénitrification hétérotrophe peut s'écrire :



2.7.6. Rapport de REDFIELD

Il nous renseignant sur le substrat nutritif du cycle biogéochimique marin aussi sur la consommation de l'oxygène dissous par l'assimilation des rapports biochimiques ou rapport stœchiométrie de Redfield d'après plusieurs études et recherches (**Redfield, 1934 ; Redfield et al., 1963 in Boulahdid, 1987**) ont donné les rapports suivants par l'analyse de la composition chimique de la matière organique :

$$\Delta C/ \Delta N/ \Delta P/ \Delta O_2 = 106/ 16/ 1/ -138 \quad (13)$$

3. Production primaire

3.1. Définition

La production primaire signifie la synthèse de matière organique à partir de matière minérale par l'activité d'organismes photosynthétiques ou chimio-synthétique, en transformant l'énergie lumineuse en énergie chimique potentielle stockée dans les composants organiques des tissus du vivant (**Frontier et Pichodviale, 1998**). Elle est quantifiée en $g(C). m^{-2}.j^{-1}$.

3.2. Chlorophylle

Elle est considérée comme l'un des pigments photosynthétiques de base. Sa présence associée à l'énergie solaire lui permet de synthétiser ses propres matière organique carbonées à partir du carbone minérale. Le principal pigment photosynthétique des plantes, des algues, les cyanobactéries est la chlorophylle-*a*, En convertissant l'énergie lumineuse en énergie chimique, c'est-à-dire la production primaire. Pour cette raison, la chlorophylle-*a* est mesurée en tant qu'indicateur de la biomasse des organismes qui sont à la base de la chaîne alimentaire.

4. Indicateurs de pollution

4.1. Matières en suspension

Représentent l'ensemble des particules minérale ou organique présentes dans l'eau de mer. Elles représentent une cause essentielle de turbidité de l'eau. Les matières en suspension dans les eaux de mer sont donc de dimensions très viables. Elles comportent tous les composés ayant un diamètre supérieur à 0.45 μm et elles peuvent être un indice de pollution. La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation.

4.2. Matières organiques

C'est l'ensemble des particules organiques mortes ou vivantes, en suspension dans les eaux. Les facteurs physiques, biologiques et chimiques contrôlent l'activité biologique des espèces trophiques primaires de l'environnement marin. Les nutriments sont assimilés par le phytoplancton pendant la photosynthèse qui produit la matière organique considérée comme une source d'énergie et de nutriments elle correspond à la fraction endogène qui est facilement dégradé (Boulaïdid, 1987).

Dans les zones riches en matière organique, sa présence fait courir au milieu un risque d'hypoxie, le risque étant plus grand quand cette matière organique est facilement dégradable par les bactéries (Aminot et Kerouel, 2004).

II. Zone d'étude

1. Le bassin Algérien

1.1. Situation géographique du bassin Algérien

Le bassin Algérien est situé au Sud du bassin Méditerranéen Occidental. A une latitude de 37° à 40° Nord pour une longitude de 2° Ouest à 7°24' Est. Au Sud l'Algérie, à l'Est le détroit de Sicile, Nord-Est la Sardaigne, Nord-Ouest les îles de Baléares, et la mer d'Alboran à l'Ouest (Benzohra et Millot, 1995).

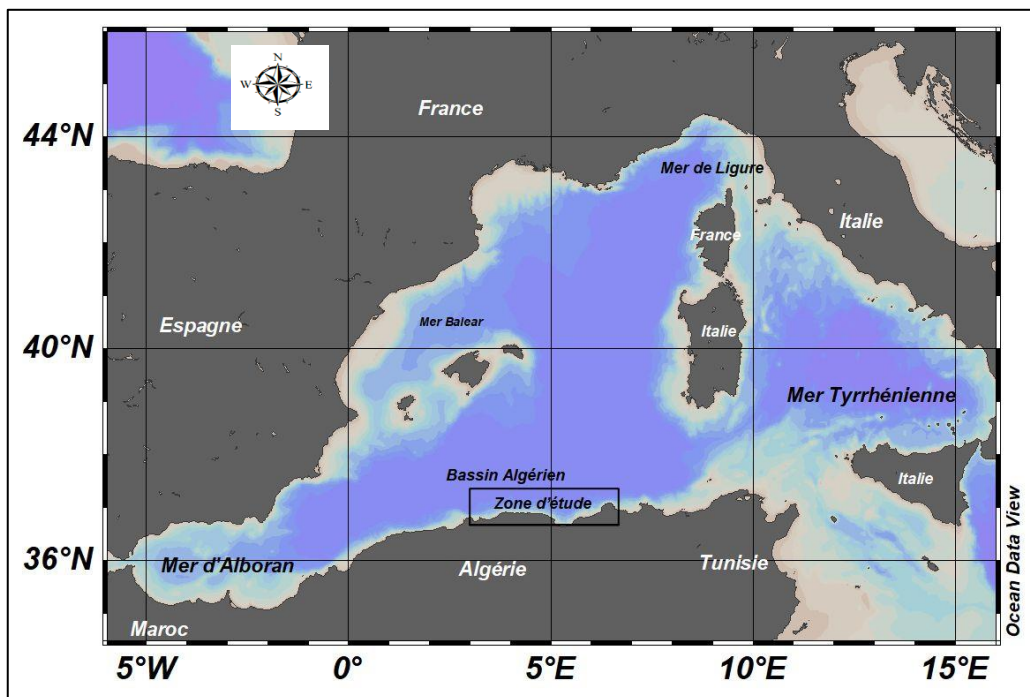


Figure 5 : Situation géographique du bassin Algérien

1.2. Hydrologie de bassin Algérien

Le bassin Algérien est un réservoir principal dans la circulation générale de la mer méditerranée (**Puillat et al., 2002**), il constitue une zone clé d'eau d'origine Atlantique qui s'accumule avant de s'écouler vers le Nord et vers l'Est (**Millot, 1985**).

Le courant du bassin Algérien correspond au flux hydrique à un courant côtier qui est nommé l'Atlantique Modifiée (**MAW**) (quelques centaines de mètres d'épaisseur et quelques dizaines de kilomètres de large), il est instable à cause de la génération de deux types des phénomènes à méso échelle. La plupart des temps, il engendre des tourbillons qui n'ont pas de conséquences significatives sur la circulation des masses d'eaux. Mais, il forme des larges méandres qui ont des conséquences sur la circulation de ces masses d'eaux (occasionnellement) (**Millot et Taupier-Letage, 2005**).

Dans les environs du canal de Sardaigne, quelques tourbillons se détachent de cette pente et se propagent le long de celle de Sardaigne. Ensuite, les tourbillons sont supposés qu'ils suivent un circuit dans le sens des aiguilles d'une montre dans la partie Oriental du bassin. Par contre les tourbillons anticycloniques peuvent se développer jusqu'au-dessus de 200 kilomètres de diamètre avec une extension en profondeur. Il a été montré que la durée de vie de ces tourbillons peut aller jusqu'à 3 ans (**Puillat et al., 2002**), d'après une étude interdisciplinaire au large de l'Algérie (**Millot et Taupier-Letage, 2005**) et une étude des images satellitaires NOAA/AVHRR pendant 3 ans. Aux frontières de ces tourbillons apparaissent des panaches d'eau froide indicateurs de résurgences au niveau de la longe des côtes Africaines. Ces remontées en priorité ne dépendent pas du vent ni la topographie de la côte ou du fond, mais étroitement liées aux formations tourbillonnaires (**Jacques et Treguer, 1986**).

En ce qui concerne l'eau Intermédiaire Levantine (LIW), une partie de celle-ci arrachée de la veine principale, décrite plus haut, par les tourbillons Algériens à méso échelle. Ces fragments sont presque constamment entraînés à l'intérieur des tourbillons, éventuellement à travers le bassin Algérien centre. Les fragments sont finalement libérés dans le bassin central, ce qui est peut-être dû à la disparition des tourbillons. Ils peuvent être identifiés pendant longtemps ou loin vers l'Est, ce qui signifie que le mélange à l'intérieur du tourbillon est faible (**Millot et Taupier-Letage, 2005**).

1.3. Les masses d'eaux

Sur la base du diagramme de température potentiel-salinité ($\theta-S$) d'après plusieurs auteurs (Miller *et al.*, 1970; Kats, 1972; Bryden *et al.*, 1994; Lacombe et Tchernia, 1972; Gascard, 1978; Guibout, 1987; Picco, 1990; *in* Benzohra et Millot, 1995) quatre masses d'eaux ont été mises en évidence dans le bassin Algérien :

1.3.1. L'eau Atlantique Modifiée

L'eau Atlantique Modifiée (Modified Atlantic Water ; MAW) : elle s'écoule en surface (Baringer et Price, 1997) à cause de sa faible salinité et température de surface (Bozec *et al.*, 2006) respectivement entre 15 et 23°C et entre 36,5 et 38PSU (Benzohra et Millot, 1995). Elle est modifiée par les interactions avec les eaux méditerranéennes et avec l'atmosphère sur une épaisseur d'environ 150 mètres de la surface d'eaux de mer du bassin Algérien. En parcourant son cheminement en surface du détroit de Gibraltar vers l'Est soumise à l'action des forçages atmosphériques et des mélanges avec l'eau méditerranéen.

1.3.2. L'eau Hivernale Intermédiaire

L'eau Hivernale Intermédiaire (Winter Intermediate Water ; WIW) : au Nord Occidental (golfe du Lion (Fuda *et al.*, 2000)), les forçages atmosphériques hivernales sont souvent trop faibles. Elle est entre 150 et 300 mètres avec une température minimum allant de 12.65 à 13.20°C (Pinot *et al.*, 1999) et une salinité en moyenne de 38.3PSU.

1.3.3. L'eau Intermédiaire Levantine

L'eau Intermédiaire Levantine (Levantine Intermediate Water ; LIW) : elle est formée en mer Levantine en Méditerranée Orientale (Ovchinnicov *et al.*, 1984), par la suite elle pénètre dans le bassin Occidental par le détroit de la Sicile (Lascaratos, 1993). Elle est caractérisée par un maximum de température potentielle et de salinité respectivement de 13.2 jusqu'à 14°C et de 38.5 à 38.7PSU. Elle s'écoule au-dessous en profondeur d'environ 800 mètres.

1.3.4. L'eau Méditerranéenne Profonde

L'eau Méditerranéenne Profonde (Western Mediterranean Deep Water ; WMDW) : elle se forme en période hivernal en mer Ligure (Sparnocchia, 1995) et au large golfe du Lion (Fuda *et al.*, 2000). Elle commence être identifiable à partir de 600 jusqu'au les 700 mètres (la séparation entre WMDW et LIW est difficile à cause de la similitude de ses densités). Elle est caractérisée par une salinité de 38.42 à 38.47PSU et une température allant de 12.75 à 12.9°C.

Millot *et al.*, 1997) signalent que la MAW et la LIW forment un véritable système tapis roulant Méditerranéen (Mediterranean Conveyor Belt), alors elles se considèrent comme les masses les

plus importantes du circuit dynamique de la méditerranée et en particulier le bassin Occidental.

2. Le golf de Bejaia

Golfe de Bejaia est un golfe en Algérie, dans la partie nord du pays, à 200 km à l'Est d'Alger, il est délimité à l'Ouest par le Cap de Carbon, le Cap de Bouak [36°42'46''N – 5°18'15'E] et il s'étend jusqu'au Cheraia [37°0'6''N – 6°30'48'E] dans la wilaya de Jijel.

La façade maritime du golf de Bejaia s'étend sur 100 km, caractérisée par un relief accidenté et un plateau continental très réduit, les zones d'intervention pour la production halieutique sont la zone côtière, la pêche au large. Le climat est tempéré. La température moyenne est de 18 C. La pluviométrie moyenne est de 1019 millimètres par an.

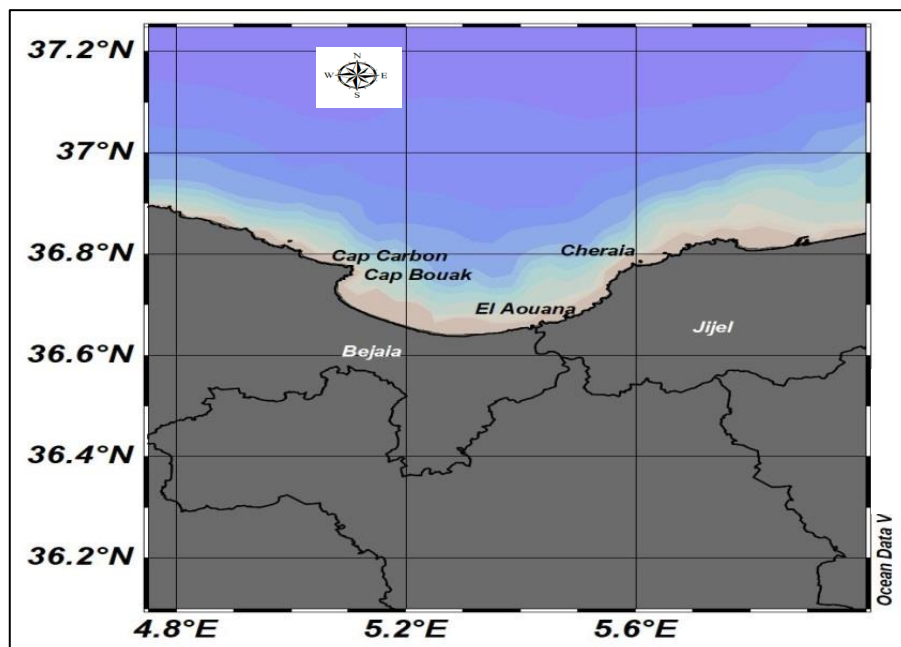


Figure 6 : Situation géographique du Golf de Bejaia

Chapitre II

I. Travaux effectués en mer

1. Choix et localisation des stations

Dans notre étude, on va utiliser deux traceurs océaniques conservatifs (la température et la salinité). Pour l'étude de paramètres physico chimiques au large des côtes Algériennes (de Tizi ouzo à Jijel), 1000 m de profondeur. Les stations CTD ont été choisies de façon à couvrir l'ensemble de l'ouverture de large des côtes Algériennes (24 Stations).

Ces paramètres ont été mesurés par une sonde CTD de type SBE 25plus (En station) et mesuré aussi avec un thermosalinographe (En continu), et celles de chlorophylle par un Fluorimètre à flux continu modèle TURNER DESIGNR 10-AU installés à bord du navire. Durant une campagne en mer réalisé à bord du navire de recherche « BELKACEM GRINE » dans la période hivernale.

Afin de pouvoir compléter notre étude, (24) échantillons ont été confiés par le CNRDPA, ces échantillons ont été prélevés dans notre zone d'étude durant le mois de décembre 2020 par les chercheurs de CNRDPA lors d'une mission (CHH2020).

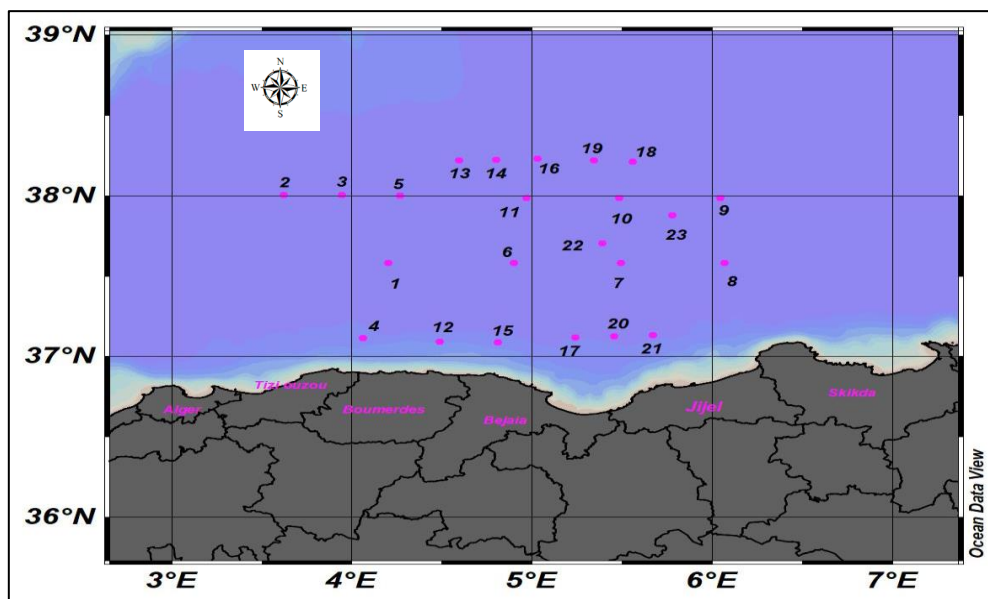


Figure 7 : Le positionnement des stations CTD

2. Les mesures in situ

2.1. En station

Les profils verticaux des températures et des salinités ont été obtenus au moyen d'une sonde CTD de type SBE 25 plus.

2.2. En continu

Les mesures continues de température et de salinité en surface ont été effectuées par un Thermosalinographe modèle SBE 21 avec 220,449 enregistrements et celles de chlorophylle avec 270,319 enregistrements par un Fluorimètre à flux continu modèle TURNER DESIGNR 10-AU installés à bord du navire.

2.3. Le prélèvement d'eau

Les prélèvements ont été effectués à bord du navire de recherche dans les stations médianes et celles du large et par le zodiac du navire dans les stations hauturière (<25m).

Les prélèvements d'eau ont été effectués à bord du navire de recherche au moyen d'une bouteille de prélèvement de type Niskin d'une capacité de 5 litres, avec un seul niveau (jusqu'à 1000 m de profondeur) pour certaines stations et deux niveaux (de 0 à 5 m et de 20 à 25 m de profondeur) pour les autres. Une fois la bouteille est à bord, les échantillons doivent être conservés dans des bouteilles en plastique pour la congélation immédiate.

Les échantillons récupérés sont destinés à l'analyse des sels nutritifs, de la matière en suspension, matière organique et de la chlorophylle-*a*.

3. Logiciel utilisé pour le traitement des données (ODV)

Océan Data View (ODV) est un logiciel informatique pour l'analyse et la visualisation interactive des données océanographiques et autres données géo référencées de profil, de trajectoire ou de séries chronologiques.

Le programme est disponible pour les systèmes Windows, Mac OS X, Linux et UNIX. Les fichiers de données et de paramètres ODV sont indépendants de la plateforme et peuvent être échangés entre tous les systèmes pris en charge. Il permet aux utilisateurs de maintenir et d'analyser de très grands ensembles de données sur le matériel portable et peu coûteux.

Différentes types de sortie graphique peuvent être produits facilement, y compris des cartes de stations de haute qualité, des tracés généraux de propriété d'une ou plusieurs stations, des nuages de points de stations sélectionnées, des tracés de section le long de pistes de croisière arbitraires et des distributions de propriétés sur des iso surface générales.

Les iso surfaces couramment utilisées sont des couches de profondeur, de densité ou de température constante. ODV prend en charge l'affichage des données scalaires et vectorielles par des points colorés, des valeurs de données numériques ou des vecteurs.

De plus, ODV comprend trois algorithmes de grille différents qui calculent les champs sur des grilles générés automatiquement sur la base de données normalement distribuées de manière hétérogène (Schlitzer, R. 2015).

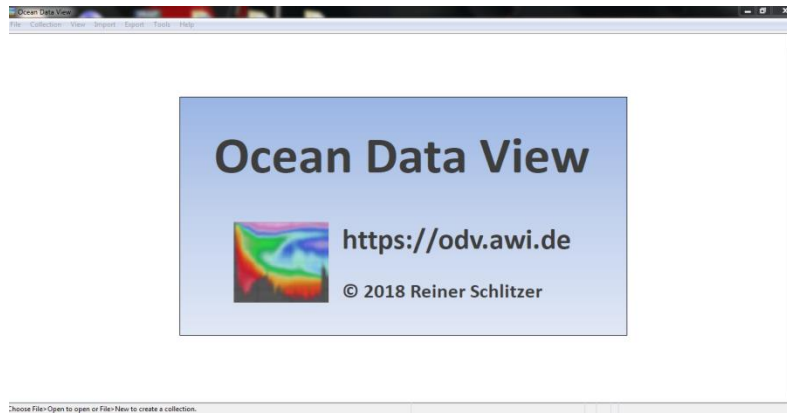


Figure 8 : Présentation du logiciel Ocean Data View

II. Travaux effectués aux laboratoires

1. Détermination de la matière en suspension : MES

1.1. Principe de la méthode

La définition ISO des matières en suspension (**AFNOR, 1999**) stipule qu'il s'agit de "substance qui est éliminée par filtration dans des conditions spécifiées".

En océanographie, la matière qui traverse un filtre d'une porosité d'environ $0,5 \mu\text{m}$ est considérée comme dissoute (**Strickland et Pearsons, 1972**). La méthode consiste à retenir toutes les particules supérieures à $0,45 \mu\text{m}$ sur le filtre (GF/F).

Par conséquent, la teneur en MES est obtenue par la différence de poids du filtre avant et après filtration, et est liée au volume d'eau filtrée (volume d'eau suffisant).

Les concentrations sont exprimées en mg.l^{-1} .

1.2. Appareillage

- Filtres millipores de porosité $0,45 \mu\text{m}$ de type WHATMAN GF/F.
- SYSTÈME de filtration sous vide de marque MILIPORES.
- Balance de précision de $1/10000$ gramme de marque DENVER INSTRUMENT.
- Étuve de type WTB BINDER.
- Dessiccateur.
- Four à moufle de marque WISETHERM CWF 1200.
- Matériel courant de laboratoire.

1.3. Mode opératoire

1.3.1. Préparation des filtres

- Mettre les filtres au four à moufles à 450°C pendant 2h, ce traitement renforce la rigidité et la solidité des membranes.
- Laisser la température de four revenir à 70°C avant de retirer les filtres.
- Laisser refroidir au dessiccateur.
- Numéroté les boîtes à filtres de façon indélébile.
- Peser chaque filtre à la balance de précision de 1/10000 soit le poids P_0 .
- Mettre chaque filtre pesé dans sa boîte, à l'abri de la poussière.

1.3.2. Filtration

- Placer un filtre et le centrer dans le dispositif de Filtration.
- Placer l'entonnoir de Filtration.
- Homogénéiser l'échantillon.
- Mesurer le volume (en ml) à filtrer par l'éprouvette.
- Verser l'échantillon sur le filtre et appliquer le vide, puis filtrer progressivement tout le volume mesuré.
- Supprimer l'aspiration dès que le filtre est à sec, rincer les parois de l'entonnoir de filtration à l'eau distillée et aspirer à nouveau.
- Retirer l'entonnoir de Filtration, et remettre chaque filtre dans sa boîte numérotée préalablement.

1.3.3. Séchage et pesée des filtres

- Mettre les boîtes contenant les filtres, sans la couverture, à l'étuve à 105°C pendant 24 h.
- Laisser refroidir au dessiccateur et n'en sortir les filtres que juste avant la Pesée.
- Peser chaque filtre à la balance à la précision de 1/10000 g. Soit P_1 ce poids.

1.4. Calcule et expression des résultats

La concentration de MES est donné par l'expression :

$$[\text{MES}] \text{ (mg/l)} = (p_1 - p_0) / V \quad (14)$$

- P_0 : le poids du filtre avant la filtration (mg).
- P_1 : le poids du filtre après la filtration (mg).
- V : le volume filtré (l).

2. Détermination de la matière organique : MO

2.1. Principe de la méthode

La méthode de perte au feu est reposé sur le principe de l'incinération des échantillons de l'eau de mer filtrés et séchés dans un four à moufle à haut température afin de bruler toute la matière organique (Rodier et al., 2005).

2.2. Appareillage

- Balance de précision de 1/10000 gramme de marque DENVER INSTRUMENT.
- Étuve de type WTB BINDER.

2.3. Mode opératoire

- Récupérer les filtres résulte de la matière en suspension.
- Peser chaque filtre à la balance de précision 1/10000 g. Soit p_0 ce poids.
- Sécher à l'étuve pendant 2 h à 600°C.
- Peser chaque filtre à la balance de précision 1/10000 g. Soit p_1 ce poids.

2.4. Calcule et expression des résultats

La concentration de MO est donnée par l'expression :

$$[\text{MO}] (mg) = (p_1 - p_0) * 100 \quad (15)$$

- P_0 : le poids du filtre avant le séchage (mg).
- P_1 : le poids du filtre après le séchage (mg).

3. Dosage des sels nutritifs

3.1. Principe de dosage des sels nutritifs

Le principe de détermination des sels nutritifs (nitrites, nitrates, phosphate, silicates) est basé sur la formation des complexes spécifiques colorés dont l'absorption est directement proportionnelle à la concentration des sels nutritifs à doser.

La quantité de lumière absorbée par la solution, appelée absorbance (A) ou densité optique (D.O) obéit à la loi de BEER-LAMBERT.

3.2. L'analyse des sels nutritifs

3.2.1. Nitrites et Nitrates

Principe de la méthode : principe de SKALAR

La détermination automatique du nitrate et du nitrite est basé sur la méthode de réduction du cadmium. L'échantillon passe dans une colonne contenant des granulés pour réduire le nitrate en nitrite. Le nitrite (présent à l'origine plus le nitrate réduit) est déterminé par diazotation avec la

sulfanilamide et couplage avec le dihydrochlorure d'alpha-naphtylhylenediamine pour former un colorant azoïque très coloré qui est mesuré à 540 nm.

Les réactifs exigés

Solution tampon :

- Réactifs 1 : chlorite d'ammonium
- Réactifs 2 : solution d'ammoniaque
- Réactifs 3 : hydroxyde de sodium
- Réactifs 4 : Bridj

Solution coloré :

- Réactifs 1 : d'acide o-phosphorique
- Réactifs 2 : sulfanilamide
- Réactifs 3 : α -naphtyléthylène diamine dihydrochloride.

La préparation des réactifs est décrite en **Annexe 5**.

Etalonnage

- Introduire , dans des fioles jaugées de 100 ml, 70 μ l, 140 μ l, 210 μ l, 280 μ l, 350 μ l, 700 μ l de l'étalon NO_3 et aussi 40 μ l, 80 μ l, 120 μ l, 160 μ l, 200 μ l, 240 μ l de l'étalon NO_2 et compléter à 100ml avec l'eau distillée, afin d'obtenir la gamme de concentrations : 0.5 μ mol/l, 1 μ mol/l, 1.5 μ mol/l, 2 μ mol/l, 2.5 μ mol/l, 5 μ mol/l de NO_3 et 0.2 μ mol/l, 0.4 μ mol/l, 0.6 μ mol/l, 0.8 μ mol/l, 1 μ mol/l, 1.2 μ mol/l de NO_2 .

- Faire l'analyse de ces étalons.
- Mesurer l'absorbance et tracer la courbe d'étalonnage.

La courbe d'étalonnage établit (**Figure 9**) à pour l'équation $y=226.2x$ avec $R^2=0.860$

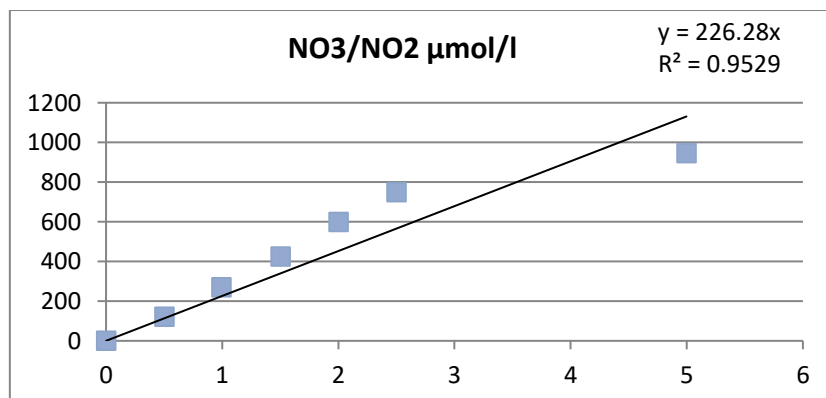


Figure 9 : Courbe d'étalonnage des Nitrites et Nitrates

3.2.2. Phosphates

Principe de la méthode : principe de SKALAR

La procédure automatisée pour la détermination du phosphate est basée sur la réaction suivante : le molybdate d'ammonium et le tartrate de potassium et d'antimoine réagissent en milieu acide avec des solutions diluées de phosphate pour former un complexe antimoine-phospho-molybdate. Ce complexe est réduit en un complexe de couleur bleu intense complexe par l'acide ascorbique.

Les réactifs exigés

Solution de molybdate d'ammonium:

- Réactifs 1 : tartrate de potassium
- Réactifs 2 : acide sulfurique
- Réactifs 3 : molybdate d'ammonium
- Réactifs 4 : FFD6

Solution d'acide ascorbique:

- Réactifs 1: acide ascorbique
- Réactifs 2: Acétone
- Réactifs 3: FFD6

La préparation des réactifs est décrite en **Annexe 5**.

Étalonnage

- Introduire, dans des fioles jaugées de 100ml, 155µl, 310µl, 465µl, 620µl, 775µl, 1550µl de l'étalon PO_4 et compléter à 100ml avec l'eau distillée, afin d'obtenir la gamme de concentrations : 0.5µmol/l, 1µmol/l, 1.5µmol/l, 2µmol/l, 2.5µmol/l, 5µmol/l de SiO_3 .
- Faire l'analyse de ces étalons.
- Mesurer l'absorbance et tracer la courbe d'étalonnage.

La courbe d'étalonnage établit (**Figure 10**) a pour l'équation $y=376,0x$ avec $R^2=0,999$

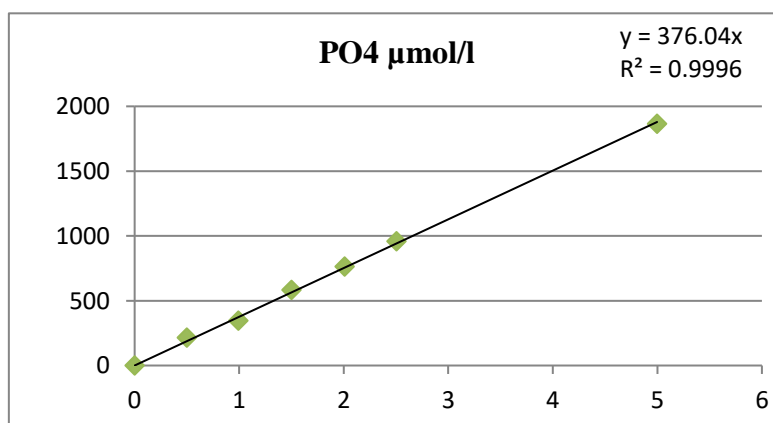


Figure 10 : Courbe d'étalonnage des phosphates

3.2.3. Silicates

Principe de la méthode : principe de SKALAR

la procédure automatisée pour la détermination du silicate est basée sur la réaction suivante : l'échantillon est acidifié et mélangé avec une solution de molybdate d'ammonium formant de l'acide molybdosilicique l'acide est réduit avec de l'acide ascorbique en un colorant bleu, qui est mesuré à 810nm.

Les réactifs exigés

Solution d'acide sulfurique :

- Réactifs 1 : acide sulfurique
- Réactifs 2 : FFD6

Solution de molybdate d'ammonium :

- Réactifs 1 : molybdate d'ammonium
- Réactifs 2 : FFD6

Solution d'acide oxalique :

- Réactifs 1 : acide oxalique

Solution d'acide ascorbique :

- Réactifs 1 : acide ascorbique

La préparation des réactifs est décrite en **Annexe 5**.

Étalonnage

- Introduire, dans des fioles jaugées de 100ml, 105µl, 210µl, 315µl, 420µl, 525µl, 1050µl de l'étalon SiO_3 et compléter à 100ml avec l'eau distillée, afin d'obtenir la gamme de concentrations : 0.5µmol/l, 1µmol/l, 1.5µmol/l, 2µmol/l, 2.5µmol/l, 5µmol/l de SiO_3 .
- Faire l'analyse de ces étalons.
- Mesurer l'absorbance et tracer la courbe d'étalonnage.

La courbe d'étalonnage établit (**Figure 11**) a pour l'équation $y=1,893x$ avec $R^2=0,981$

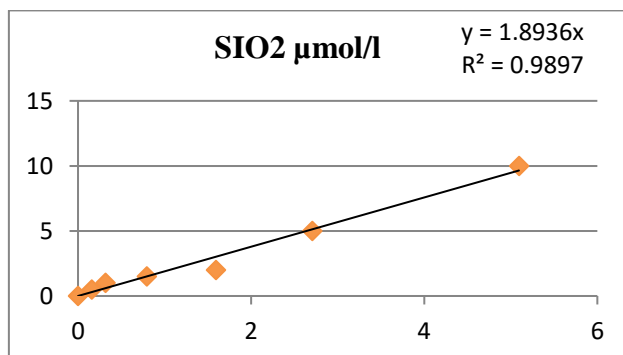


Figure 11 : Courbe d'étalonnage des Silicates

4. Dosage de la Chlorophylle-a par spectrophotométrie ultraviolet (S.F.U.V)

Les analyses de concentration des pigments photosynthétiques sont impétrantes pour les études de la production primaire dans l'océan, ainsi que la chlorophylle-*a* est la plus abondante et joue un rôle clé dans le processus de la photosynthèse. L'appareil réalise une mesure de l'intensité de la lumière qu'il reçoit de la solution à étudier, une fois celle-ci passée à travers une cuvette dont la matière doit être adaptée à la longueur d'onde.

4.1. Appareillage

- Centrifugeuse de marque SIGMA.
- Spectrophotomètre.
- Matériels courants de laboratoire.

4.2. Réactif

4.2.1. Solvant d'extraction : Acétone à 90 %

La préparation du réactif est décrite en **Annexe 6**.

4.3. Mode opératoire

4.3.1. Filtration

- Les échantillons de 750ml sont filtrés sur des filtres Whatman GF/F de 0.7 μ m de porosité en utilisant une rampe de filtration relié à une pompe à vide.
- Arrêter le vide juste avant que le filtre ne vienne à sec, pour éviter l'éclatement des cellules.
- Plier le filtre avec des pinces à bouts plats (maitre la face chargée à l'intérieur), éviter tout contact des pinces et des particules présentes sur le filtre.
- Les placés dans les tubes à centrifuger en verre avec couverture.

4.3.2. Extraction de la chlorophylle-a

- Ajouter 5ml d'acétone 90% à l'aide d'une pipette en verre dans les tubes à centrifuger.
- Broyer le filtre à l'aide d'une baguette en verre.
- Compléter le volume d'extraction à 10ml d'acétone.
- Placer les six tubes sur un portoir recouvert de papier aluminium, afin de protéger les échantillons de tout choc lumineux.
- Centrifuger 5min à 4000tours/min.
- Prélever le surnageant et le transférer dans une cuve de mesure de spectrophotomètre à l'aide d'une seringue.

4.4. Calcule et expression des résultats

Mesurer la densité optique (DO) de la solution à 664 nm (Jeffrey & Humphrey, 1975).

En déduisant la concentration réelle de la solution, en appliquant la loi de Beer-Lambert :

$$A = DO = \text{Log} (I_0/I) = \xi * L * C \quad (16)$$

- ξ : coefficient d'adsorption spécifique 87,67
- L : longueur du trajet optique en cm
- C : concentration en g/L
- I_0 et I : les intensités lumineuses incidentes et émergentes du milieu absorbant
- A : Absorbance ou densité optique (DO)

Chapitre III

1. Distribution horizontale en surface

1.1. Zone Alger – Bejaia : première trajectoire du navire :

Le premier trajet compte 164,521 enregistrements distribués dans la zone allant d'Alger à Bejaia.

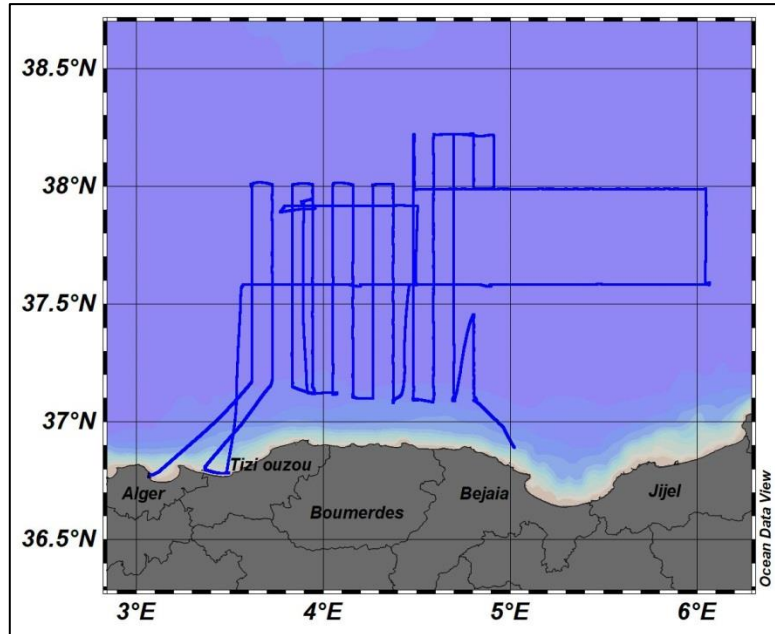


Figure 12 : Localisation des enregistrements de la première trajectoire

1.1.1. Distribution horizontale de la température

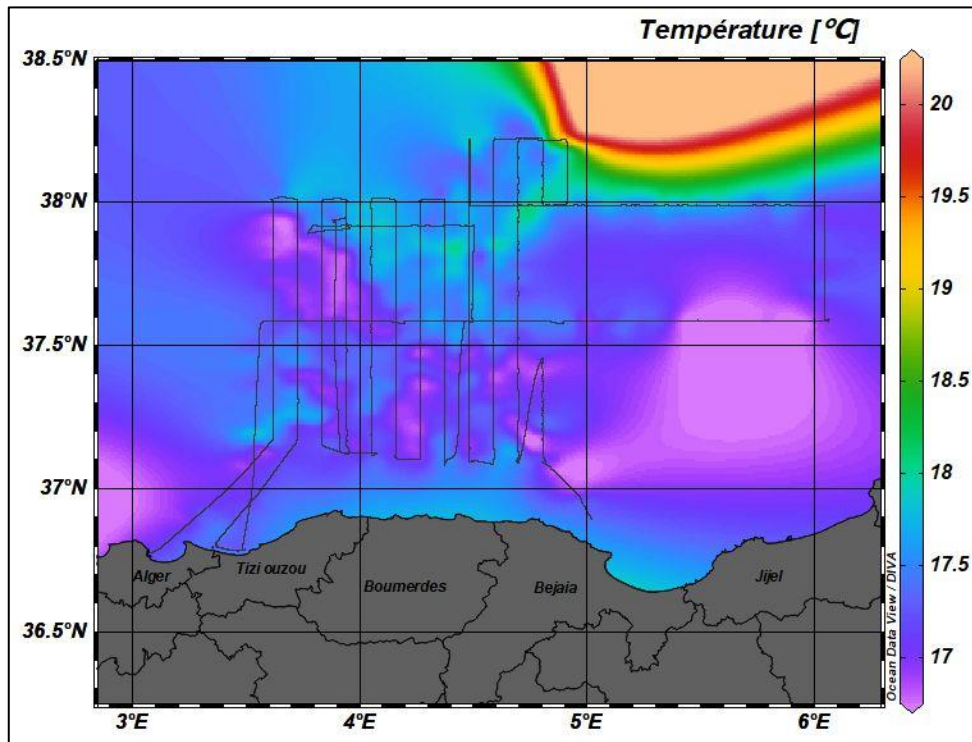


Figure 13 : La distribution horizontale de la température dans la première trajectoire

Tableau 1. Valeurs moyennes et extrêmes de la température dans la première trajectoire (°C)

Moyenne	minimum	Maximum
17.327	16.547	20.058

La distribution horizontale de la température dans le secteur Ouest (**Figure 13**), montre une variation qui oscille entre 16.55 et 20 °C des eaux de surfaces.

La variation de température situé entre 37.5°N et 5°75'E, montre une structure très intéressante qui peut due à un tourbillon au large et pour qu'on puisse la bien caractérisées il nécessite d'autres données.

1.1.2. Distribution horizontale de la salinité

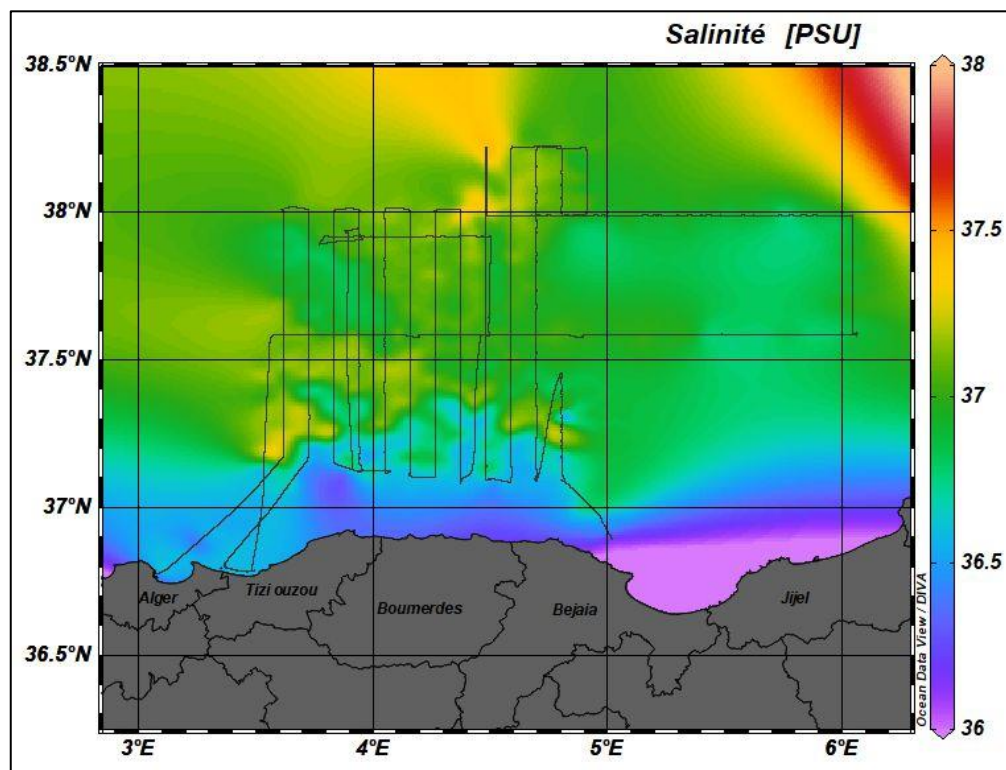


Figure 14 : La distribution horizontale de la salinité dans la première trajectoire

Tableau 2. Valeurs moyennes et extrêmes des salinités dans la première trajectoire en (PSU)

Moyenne	Minimum	Maximum
36.921	24.881	37.501

La distribution de la salinité dans le secteur Ouest (**Figure 14**) montre que les salinités < 36.5 PSU se manifestent dans l'ensemble des eaux de surface côtières et de large jusqu'à 37.25PSU. En observe un minimum de 24.88 PSU vers les côtes de Bejaia jusqu'à Jijel ($5^{\circ}E - 6^{\circ}25'E$). Cette valeur est due à l'excusions du logiciel ODV la méthode de l'extrapolation en utilisant la moyenne des mesures de la trajectoire (les mesures de la trajectoire sont loin de la côte presque avec 75', il les affiches en calculant la moyenne).

1.2. Zone Bejaia – Jijel : deuxième trajectoire :

Le deuxième trajet compte 55,928 enregistrements distribues dans la zone allant de Bejaia à Jijel.

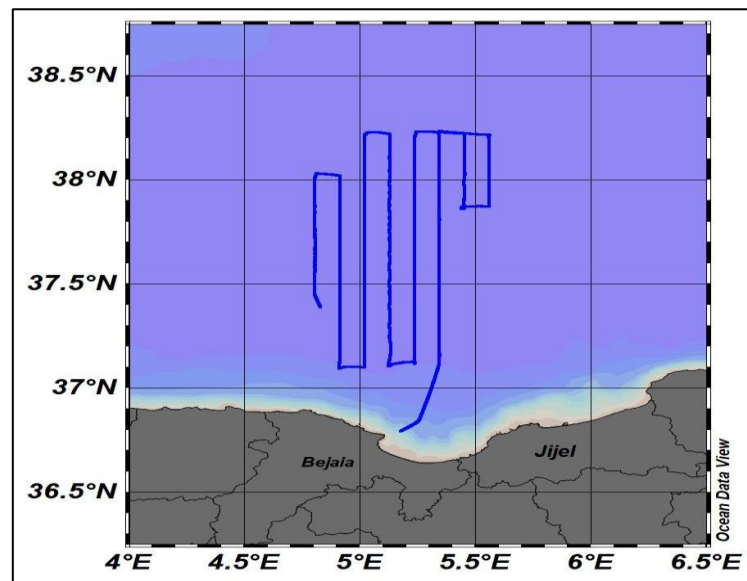


Figure 15 : Localisation des enregistrements de la deuxième trajectoire

1.2.1. Distribution horizontale de la température

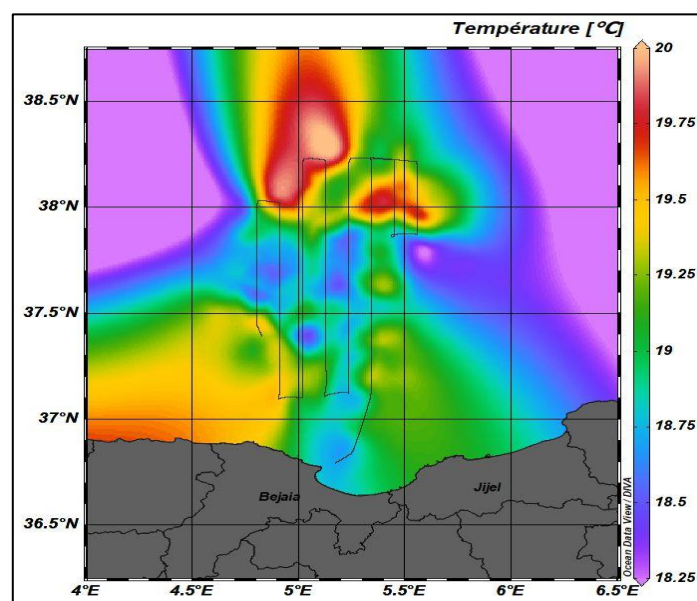


Figure 16 : La distribution horizontale de la température dans la deuxième trajectoire

Tableau 3. Valeurs moyennes et extrêmes de la température dans la deuxième trajectoire (°C)

Moyenne	Minimum	Maximum
19.082	18.335	19.962

La distribution horizontale de la température dans le secteur Est (**Figure 16**) montre que les eaux les plus chaudes ($>18^{\circ}\text{C}$) se trouve au large du golfe de Bejaia. Les eaux de surface de ce secteur montrent les températures moyennes qui oscillent entre 18 et 20°C .

1.2.2. Distribution horizontale de la salinité

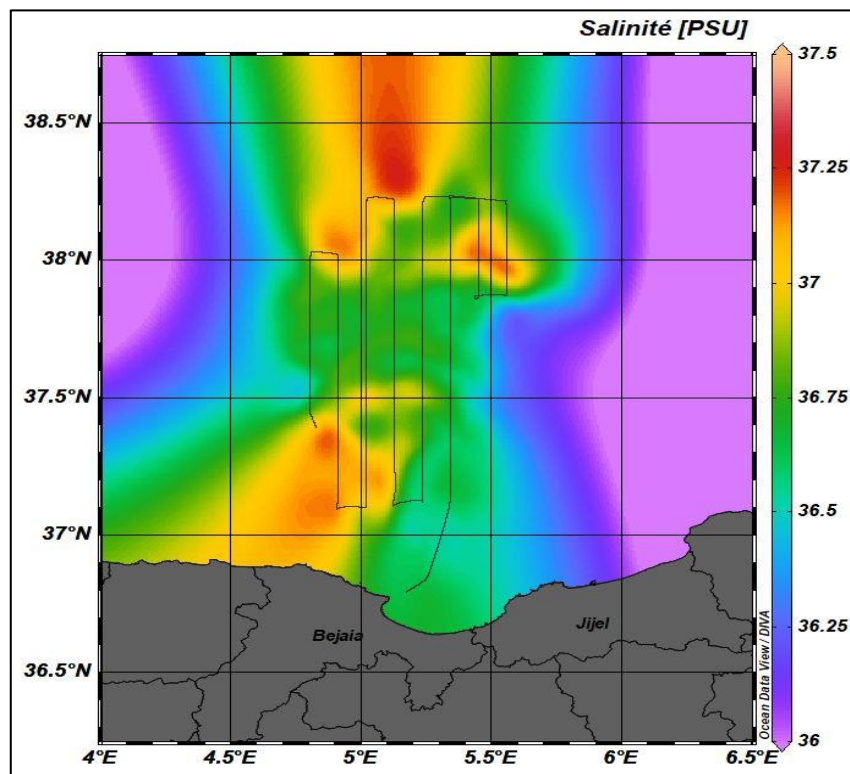


Figure 17 : La distribution horizontale de la salinité dans la deuxième trajectoire

Tableau 4. Valeurs moyennes et extrêmes des salinités dans la deuxième trajectoire (PSU)

Moyenne	minimum	maximum
36.822	29.634	37.192

La distribution de la salinité dans le secteur Est (**Figure 17**) montre que les salinités $< 37\text{PSU}$ se manifestent dans l'ensemble des eaux de surface côtières et de large du secteur Ouest où les salinités allant jusqu'au 37PSU .

2. Profils verticaux de la température et de la salinité

Les profils verticaux de température et de salinité pour chaque station CTD sont illustrés et discutés ci-dessous.

2.1. Station 2 : le profil verticale de la température (**Figure 18**) montre que la température varie entre 19 °C en surface jusqu'au 13.3 °C en profondeur (presque 1000 m). Ce qui concerne la Salinité, le profil vertical (**Figure 19**) montre que les salinités de surface varient entre 36.5 et 38.3PSU, et elle augmente avec la profondeur jusqu'à 38.5PSU.

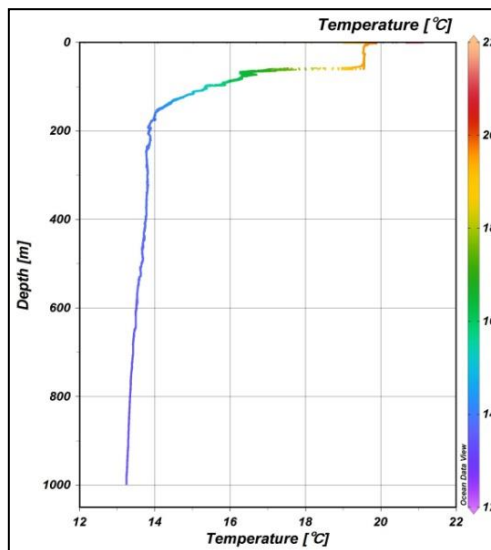


Figure 18 : Profil vertical de température dans la station 2

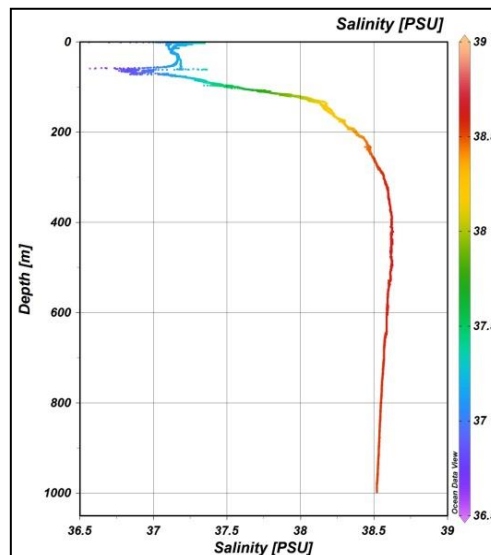


Figure 19 : Profil vertical de salinité dans la station 2

2.2. Station 9 : le profil verticale de la température (**Figure 20**) montre que la température varie entre 16 °C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (presque 950m). Ce qui concerne la Salinité, le profil vertical (**Figure 21**) montre que les salinités de surface varient entre 36.1 et 36.6PSU, et elle augmente jusqu'à 38PSU avec la profondeur.

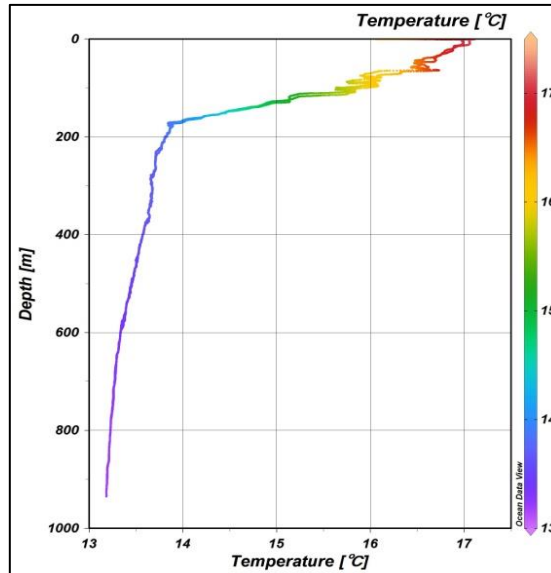


Figure 20 : Profil vertical de température dans la station 9

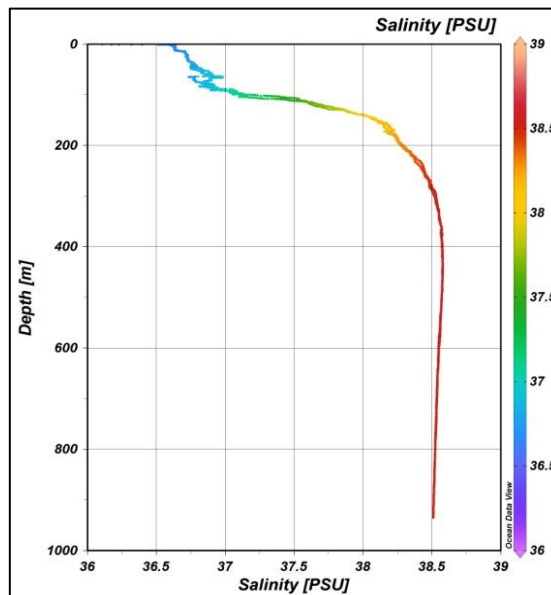


Figure 21 : Profil vertical de salinité dans la station 9

2.3. Station 10 : le profil verticale de la température (**Figure 22**) montre que la température varie entre 17 °C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (plus que 1000 m). Ce qui concerne la Salinité, le profil vertical (**Figure 23**) montre que les salinités de surface varient entre 36.1 et 36.9PSU, et elle augmente jusqu'à 38.4PSU avec la profondeur.

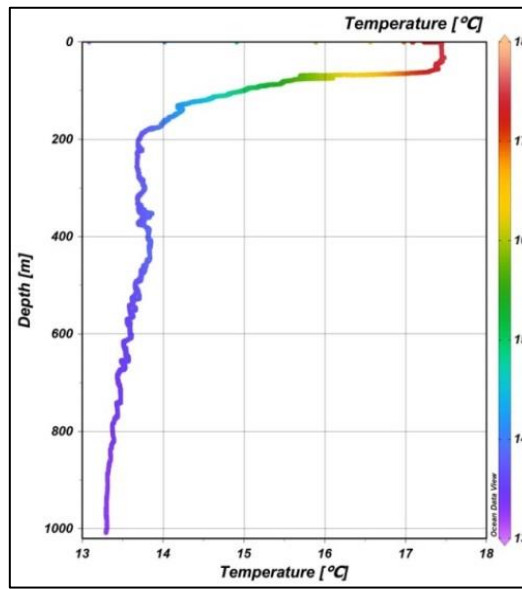


Figure 22 : Profil vertical de température dans la station 10

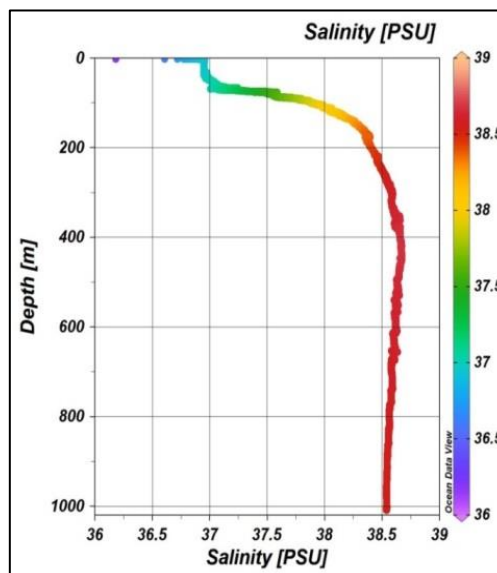


Figure 23 : Profil vertical de salinité dans la station 10

2.4. Station 11 : le profil verticale de la température (**Figure 24**) montre que la température varie entre 17.1 °C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (plus que 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 25**) montre que les salinités de surface varient entre 36.8 et 37.2PSU, et elle augmente jusqu'à 38.4PSU avec la profondeur.

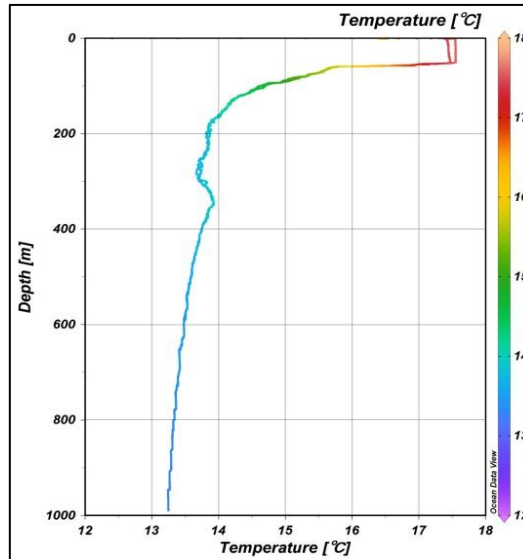


Figure 24 : Profil vertical de température dans la station 11

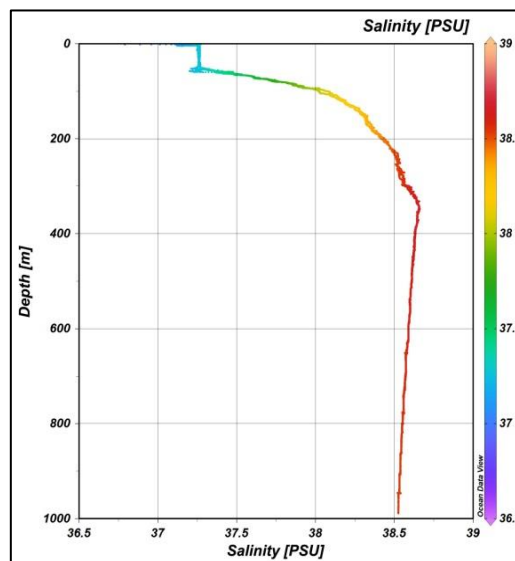


Figure 25 : Profil vertical de salinité dans la station 11

2.5. Station 12 : le profil verticale de la température (**Figure 26**) montre que la température varie entre 16.9 °C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (plus que 700m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 27**) montre que les salinités de surface varient entre 36.1 et 36.6PSU, et elle augmente jusqu'à 38.3PSU avec la profondeur.

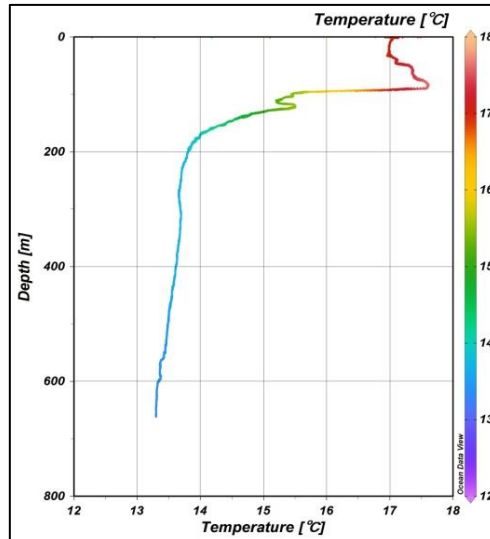


Figure 26 : Profil vertical de température dans la station 12

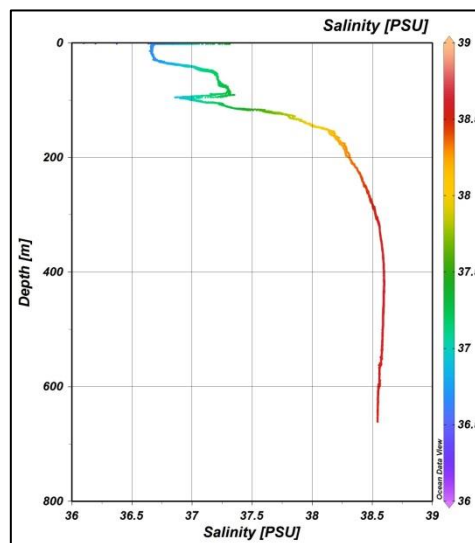


Figure 27 : Profil vertical de salinité dans la station 12

2.6. Station 13 : le profil verticale de la température (**Figure 28**) montre que la température varie entre 17.1 °C en surface jusqu'au 13.3 °C en profondeur (plus que 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 29**) montre que les salinités de surface varient entre 36.1 et 37.6PSU, et elle augmente jusqu'à 38.5PSU avec la profondeur.

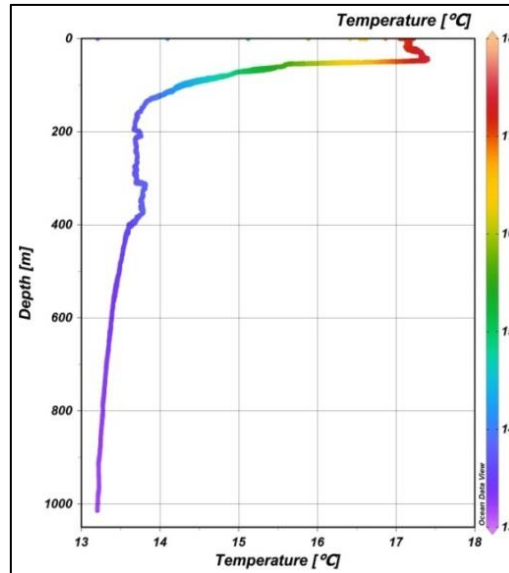


Figure 28 : Profil vertical de température dans la station 13

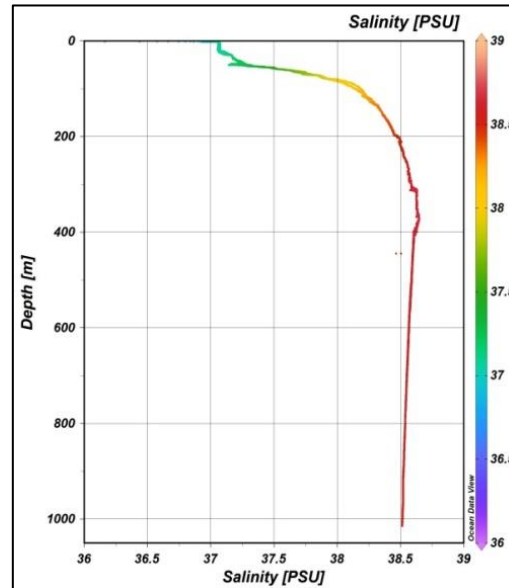


Figure 29 : Profil vertical de salinité dans la station 13

2.7. Station 14 : le profil verticale de la température (**Figure 30**) montre que la température varie entre 16.8 °C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (presque 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 31**) montre que les salinités de surface varient entre 36.1 et 37.1PSU, et elle augmente jusqu'à 38.4PSU avec la profondeur.

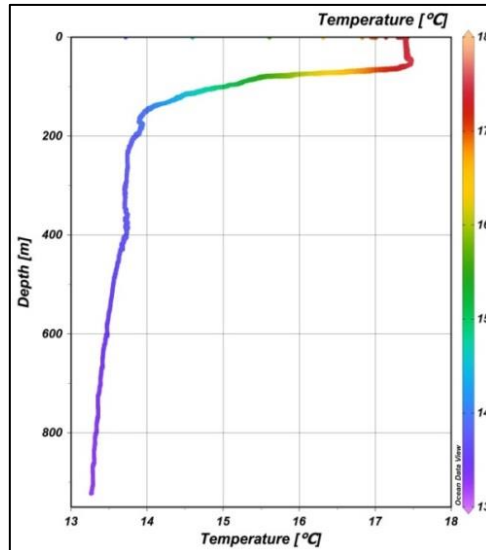


Figure 30 : Profil vertical de température dans la station 14

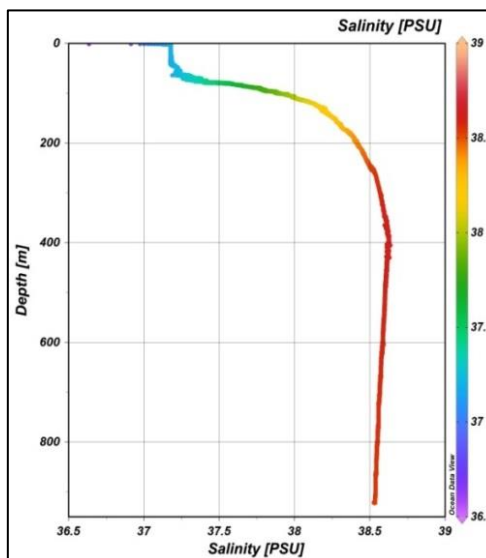


Figure 31 : Profil vertical de salinité dans la station 14

2.8. Station 15 : le profil verticale de la température (**Figure 32**) montre que la température varie entre 16.9 °C en surface jusqu'au 13.3 °C en profondeur (environ 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 33**) montre que les salinités de surface varient entre 36.1 et 37.6PSU, et elle augmente jusqu'à 38.2PSU avec la profondeur.

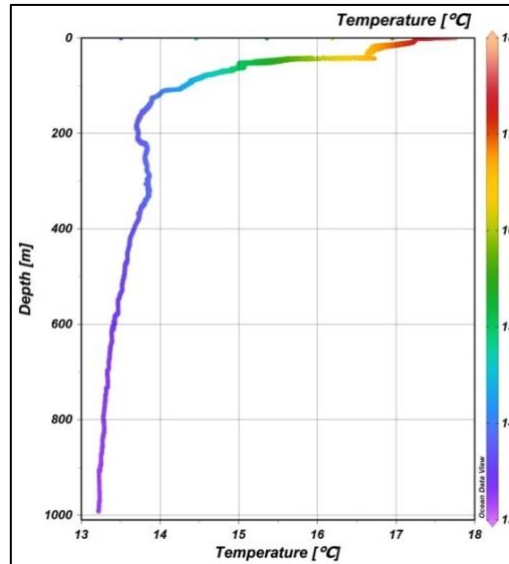


Figure 32 : Profil vertical de température dans la station 15

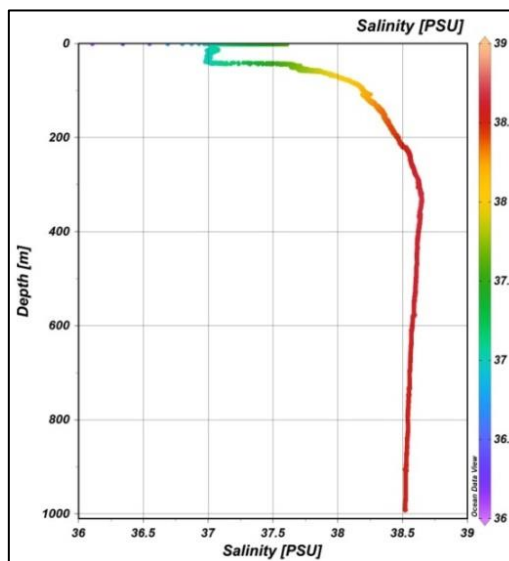


Figure 33 : Profil vertical de salinité dans la station 15

2.9. Station 16 : le profil verticale de la température (**Figure 34**) montre que la température varie entre 14.8 °C en surface jusqu'au 13.3 °C en profondeur (plus de 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 35**) montre que les salinités de surface varient entre 36.3 et 37.3PSU, et elle augmente jusqu'à 38PSU avec la profondeur.

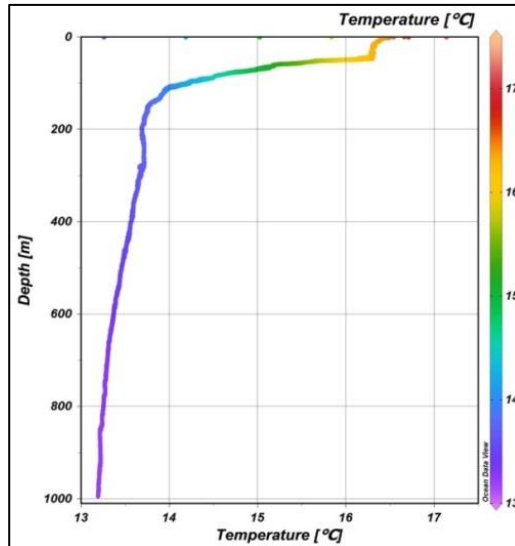


Figure 34 : Profil vertical de température dans la station 16

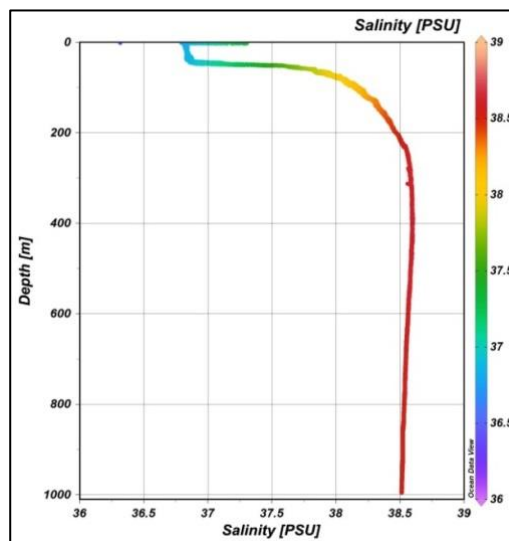


Figure 35 : Profil vertical de salinité dans la station 16

2.10. Station 17 : le profil verticale de la température (**Figure 36**) montre que la température varie entre 17 °C en surface jusqu'au 13.3 °C en profondeur (plus de 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 37**) montre que les salinités de surface varient entre 36.4 et 36.9PSU, et elle augmente jusqu'à 38.3PSU avec la profondeur.

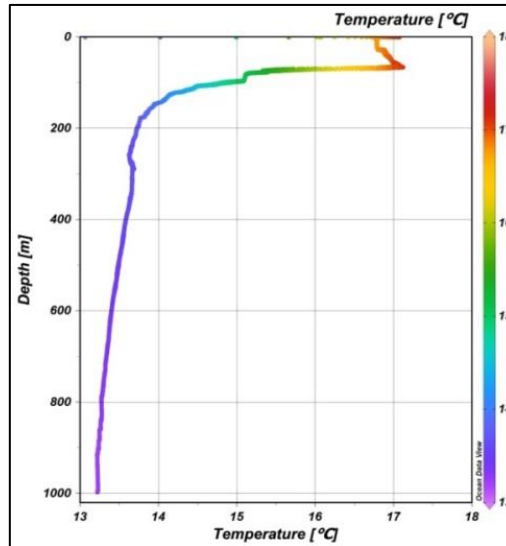


Figure 36 : Profil vertical de température dans la station 17

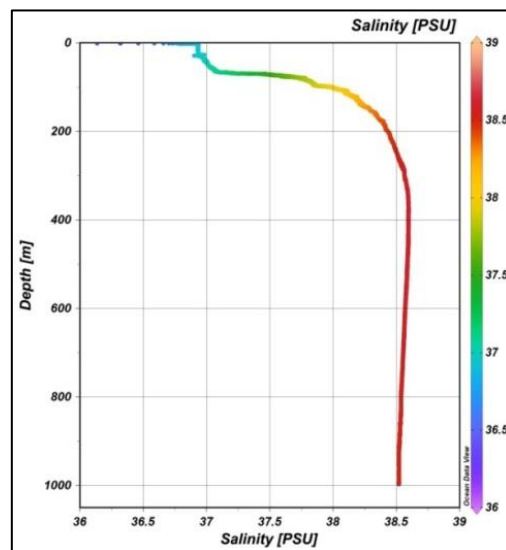


Figure 37 : Profil vertical de salinité dans la station 17

2.11. Station 18 : le profil verticale de la température (**Figure 38**) montre que la température varie entre 17.1 °C en surface jusqu'au 13.3 °C en profondeur (environ 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 39**) montre que les salinités de surface varient entre 36.1 et 37.1PSU, et elle augmente jusqu'à 38.3PSU avec la profondeur.

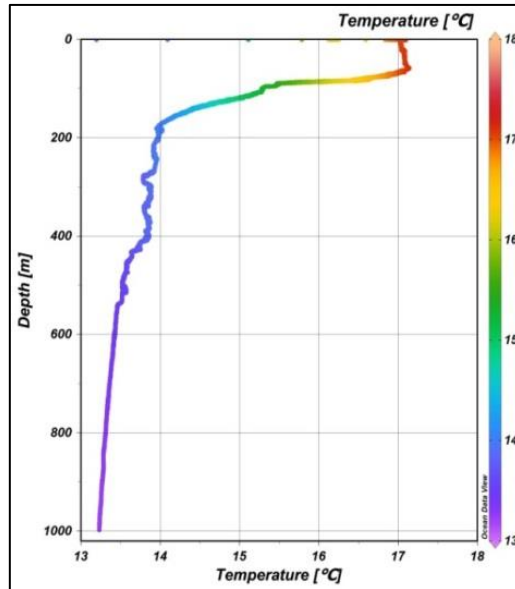


Figure 38 : Profil vertical de température dans la station 18

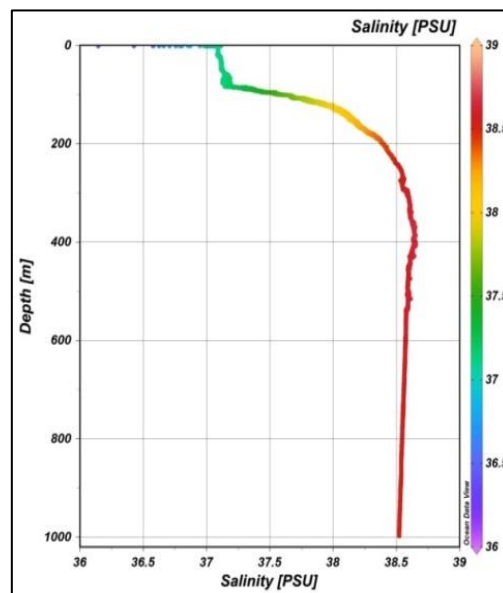


Figure 39 : Profil vertical de salinité dans la station 18

2.12. Station 19 : le profil verticale de la température (**Figure 40**) montre que la température varie entre 17.5 °C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (environ 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 41**) montre que les salinités de surface varient entre 36.3 et 36.9PSU, et elle augmente jusqu'à 38PSU avec la profondeur.

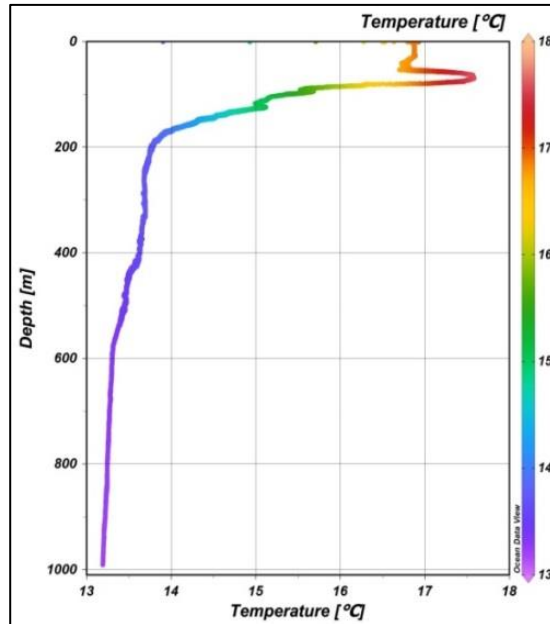


Figure 40 : Profil vertical de température dans la station 19

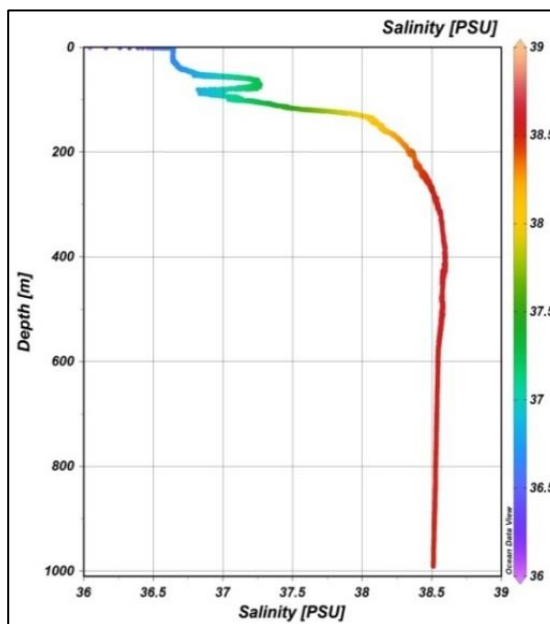


Figure 41 : Profil vertical de salinité dans la station 19

2.13. Station 20 : le profil verticale de la température (**Figure 42**) montre que la température varie entre 17.9 °C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (environ 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 43**) montre que les salinités de surface varient entre 36 et 36.6PSU, et elle augmente jusqu'à 38PSU avec la profondeur.

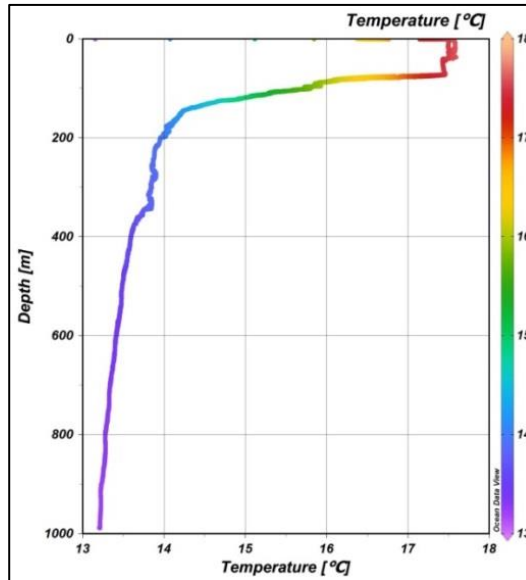


Figure 42 : Profil vertical de température dans la station 20

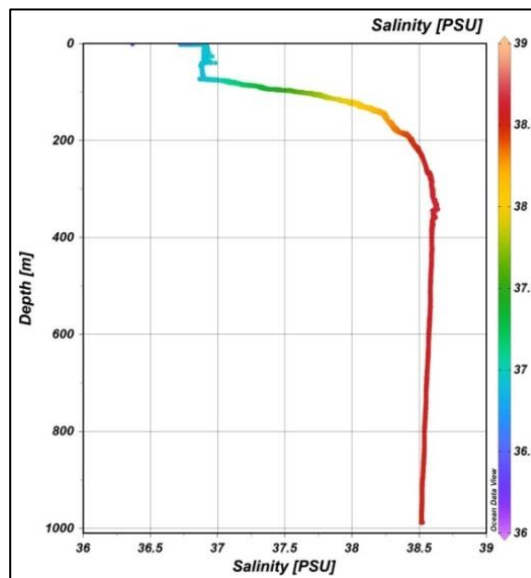


Figure 43 : Profil vertical de salinité dans la station 20

2.14. Station 21 : le profil verticale de la température (**Figure 44**) montre que la température varie entre 17 °C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (presque 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 45**) montre que les salinités de surface varient entre 36.4 et 36.6PSU, et elle augmente jusqu'à 38.5PSU avec la profondeur.

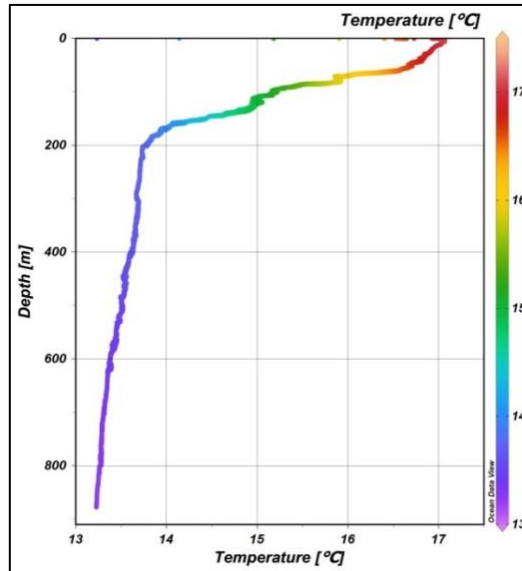


Figure 44 : Profil vertical de température dans la station 21

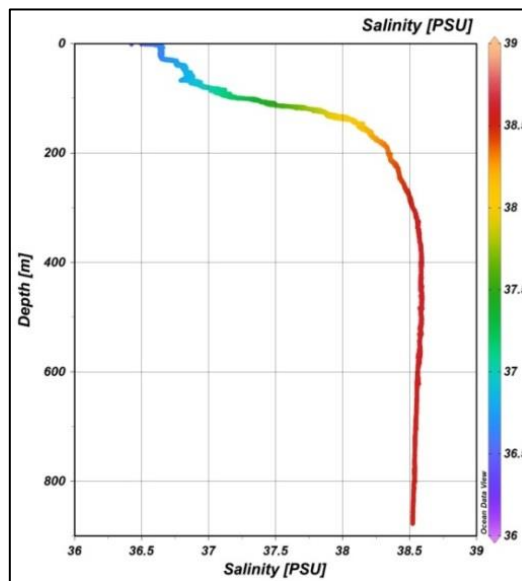


Figure 45 : Profil vertical de salinité dans la station 21

2.15. Station 22 : le profil verticale de la température (**Figure 46**) montre que la température varie entre 17.6 °C en surface jusqu'au 13.3 °C en profondeur (environ 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 47**) montre que les salinités de surface varient entre 36.1 et 38PSU, et elle augmente jusqu'à 38.3PSU avec la profondeur.

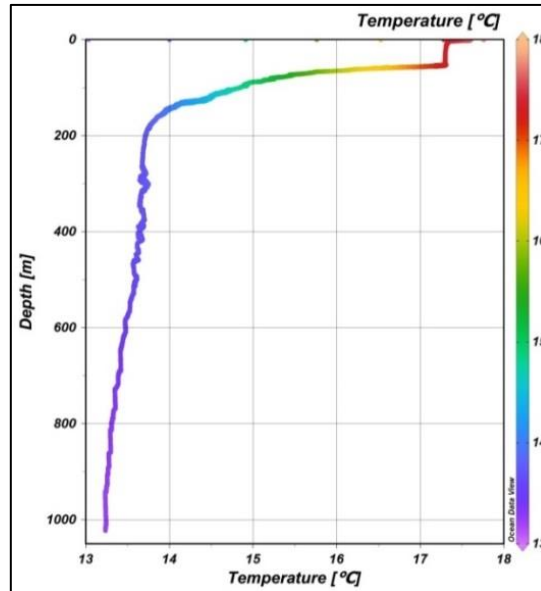


Figure 46 : Profil vertical de température dans la station 22

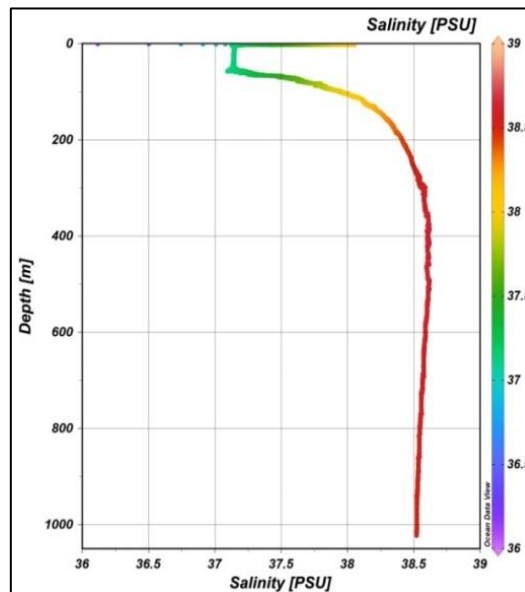


Figure 47 : Profil vertical de salinité dans la station 22

2.16. Station 23 : le profil verticale de la température (**Figure 48**) montre que la température varie entre 16.8°C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (presque 1000 m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 49**) montre que les salinités de surface varient entre 36.7 et 37.1PSU, et elle augmente jusqu'à 38.5PSU avec la profondeur.

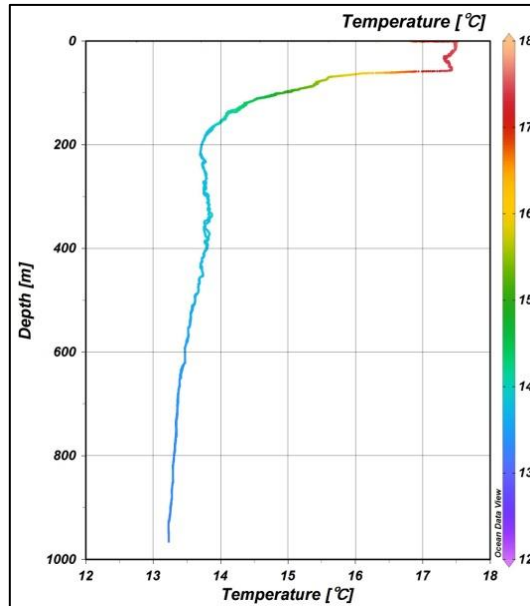


Figure 48 : Profil vertical de température dans la station 23

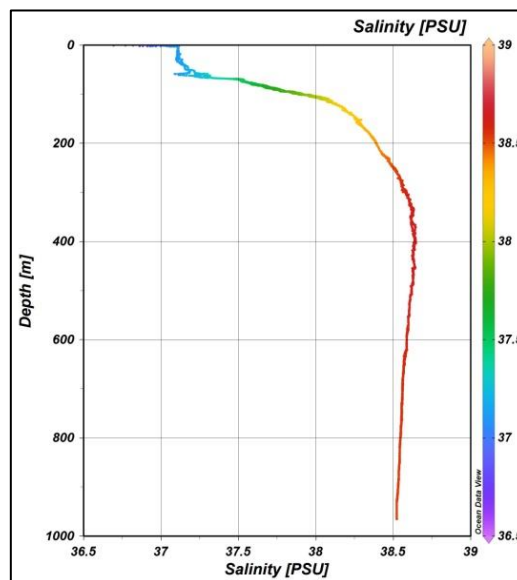


Figure 49 : Profil vertical de salinité dans la station 23

2.17. Station 24 : le profil verticale de la température (**Figure 50**) montre que la température varie entre 18.1°C en surface jusqu'au 13.3°C en profondeur (environ 1000m). Ce qui concerne la salinité, le profil vertical (**Figure 51**) montre que les salinités de surface varient entre 36 et 37.7PSU, et elle augmente jusqu'à 38.3PSU avec la profondeur.

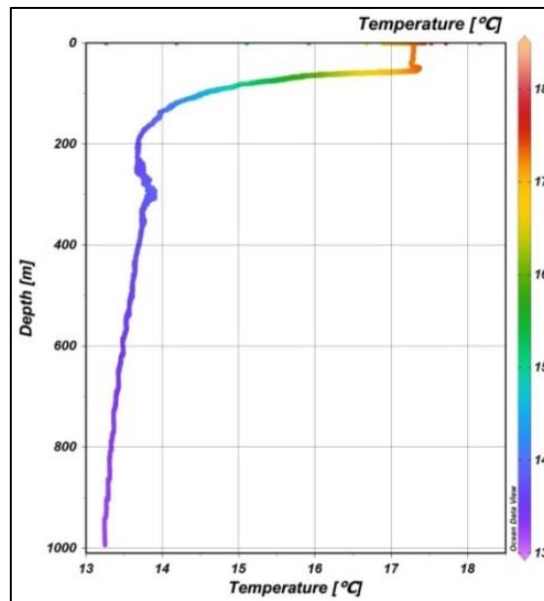


Figure 50 : Profil vertical de température dans la station 24

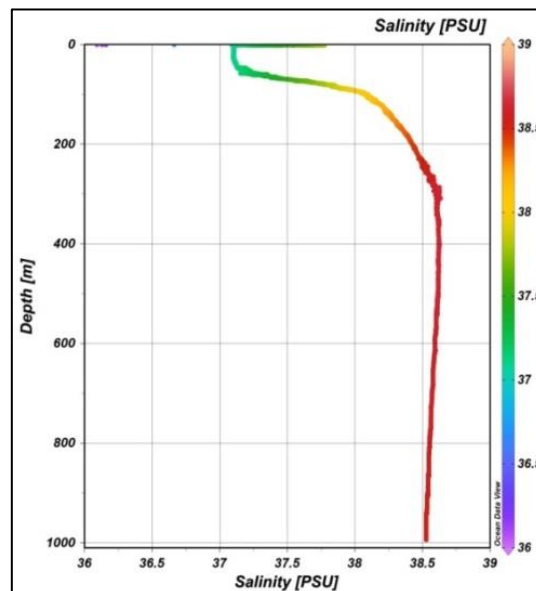


Figure 51 : Profil vertical de salinité dans la station 24

Ainsi, les profils verticaux de température et de salinité de toutes les stations CTD sont regroupés dans un seul profil pour pouvoir localiser et structurer les différents phénomènes hydrologiques.

Les profils verticaux de la température de tous les CTD (**Figure 52**) montrent que la thermocline se situe entre 80m et 180m de profondeur. La gamme de variation de la température allant de 19°C en surface jusqu'à 13.3°C en profondeur. Ce qui concerne la salinité, les profils verticaux (**Figure 53**) montrent que les salinités de la surface varient entre 36.7 et 37.3PSU. Au-delà de 200m, on remarque qu'il existe une masse d'eau avec une salinité qui dépasse les 38.5PSU.

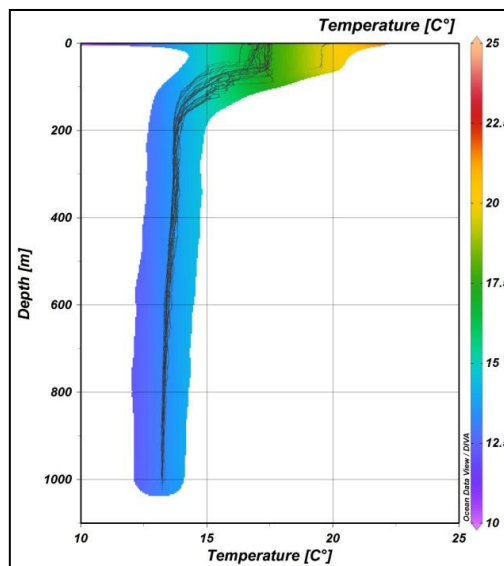


Figure 52 : Profils verticaux de Température de toutes les stations

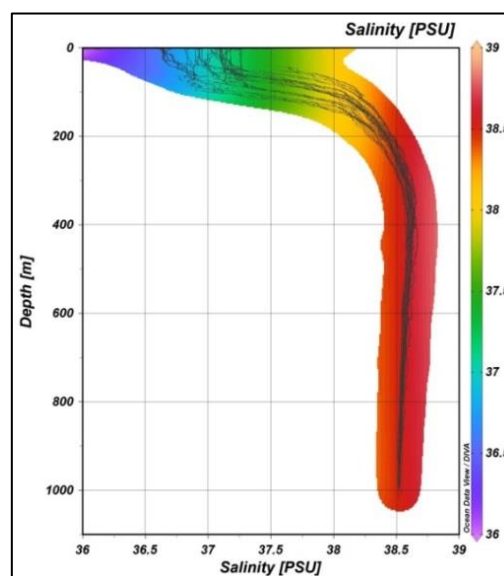


Figure 53 : Profils verticaux de Salinité de toutes les stations

3. Les sections

La carte ci-dessous représente les cinq sections choisies pour élucider la totalité des variations horizontales et verticales des deux descripteurs température et salinité, ce qui va nous permettre par la suite de structurer les phénomènes hydrologiques à méso échelle.

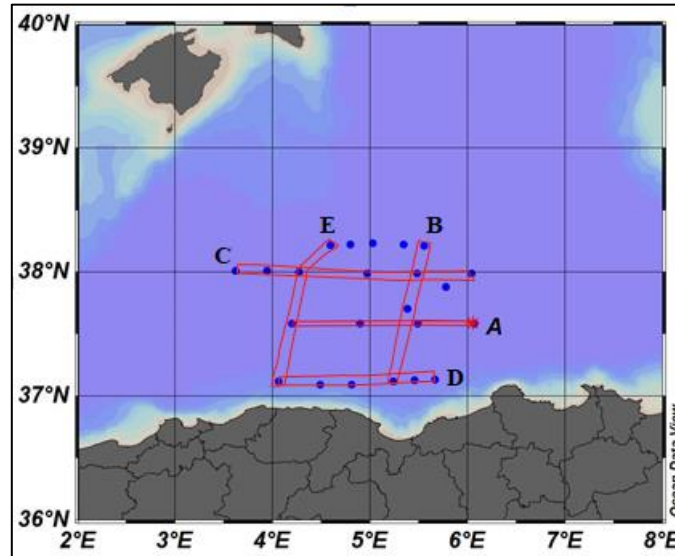


Figure 54 : Les différentes sections choisies dans la zone d'étude

3.1. Section A : Section longitudinale (Est-Ouest)

3.1.1. Variation de la température :

La section longitudinale (Figure 55), réalisée pour le transect (Est-Ouest) au large des côtes Algériennes illustre une stratification normale de la température en surface et la stabilité de la thermocline autour de 10 à 180m de profondeur. La couche d'eau relativement froide ($<15^{\circ}\text{C}$). A 80m de profondeur, les valeurs de températures diminuent pour atteindre 15°C . On voit nettement que l'isotherme de 14°C à 340m de profondeur. Cette centrifugation est assez significative d'une remonte d'eau (**Upwelling**). Ce phénomène ne peut être qu'une structure hydrodynamique en fonctionnement qui peut correspondre à un petit tourbillon du genre anticyclonique (Ngabol, 2017).

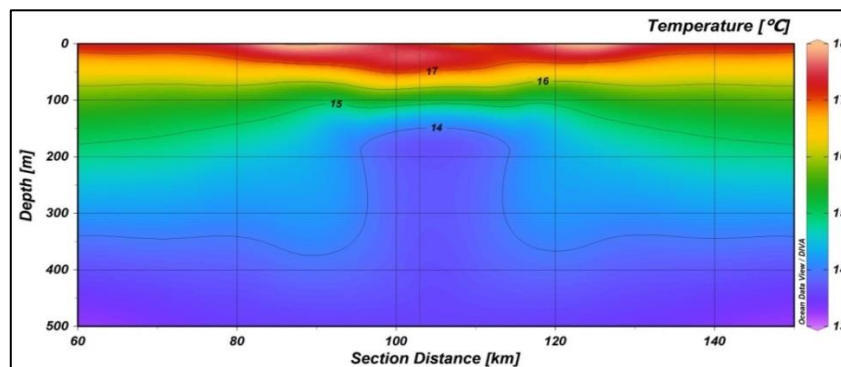


Figure 55 : Section longitudinale de la température (Section A)

3.1.2. Variation de la salinité :

La configuration des iso halins montre un schéma identique à celui observé par la température (**Figure 56**). Les iso halins forment d'abord une bosse avec les iso halins 38PSU et moins puis un grand creux avec l'iso halin de 38.5PSU qui correspondent à l'eau Levantine Intermédiaire (**LIW**). Comme pour la température, cette centrifugation peut renseigner sur une petite structure hydrodynamique en fonctionnement qui peut être à un petit tourbillon du genre anticyclonique.

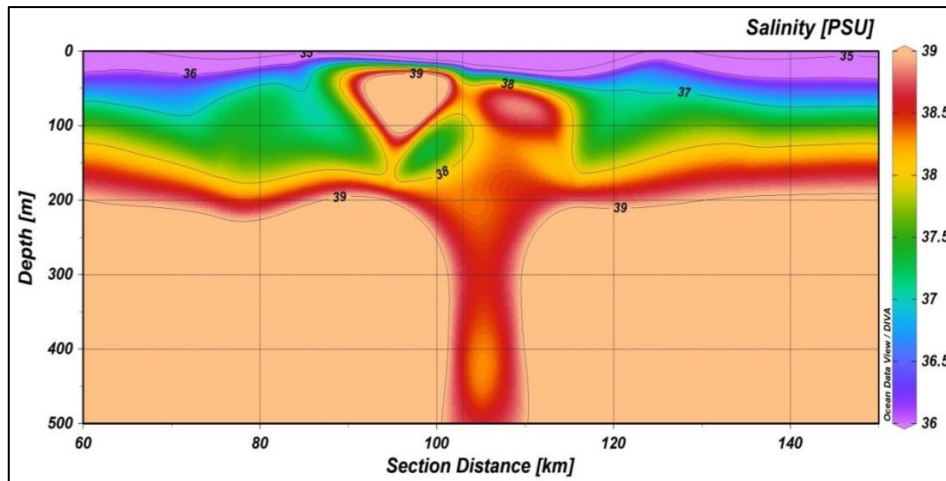


Figure 56 : Section longitudinale de la salinité (Section A)

3.2. Section B : Section verticale (Côte – Large) de côté Est

3.2.1. Variation de la température :

La section verticale (**Figure 57**), réalisée pour le transect (côte - Large) au large des côtes Algériennes (côté Est) illustre une stratification perturbée au centre. En effet, les isothermes se resserrent vers la surface pour former une bosse et se dilatent en profondeur pour former probablement une remontée d'eau relativement froide. Au-delà de 500m de profondeur, on voit l'isotherme de 14°C. Cette centrifugation est assez significative d'une remontée d'eau (**Upwelling**). Ce phénomène ne peut être qu'une structure hydrodynamique en fonctionnement qui peut correspondre à un petit tourbillon du genre anticyclonique (**Ngabol, 2017**).

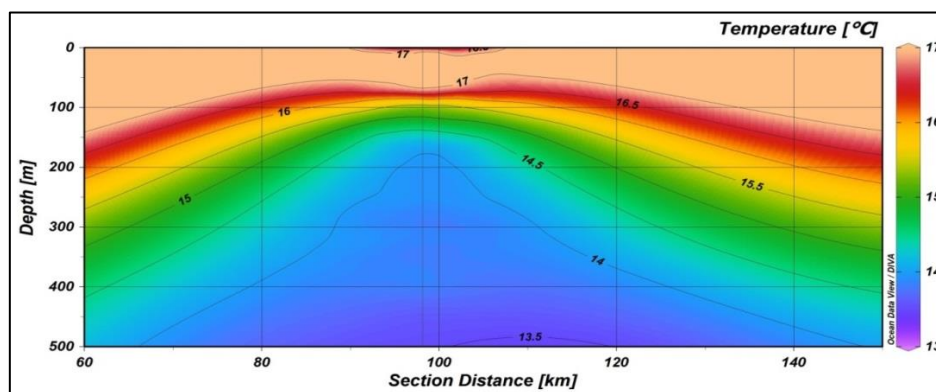


Figure 57 : Section verticale de la température (Section B)

3.2.2. Variation de la salinité :

La configuration des iso halins montre un schéma identique à celui observé par la température (**Figure 58**). Les iso halins forment d'abord une bosse avec les iso halins 38PSU et moins puis un grand creux avec l'iso halin de 38.5PSU qui correspondent à l'eau Levantine Intermédiaire (LIW). Comme pour la température, cette centrifugation peut renseigner sur une petite structure hydrodynamique en fonctionnement qui peut être à un petit tourbillon du genre anticyclonique.

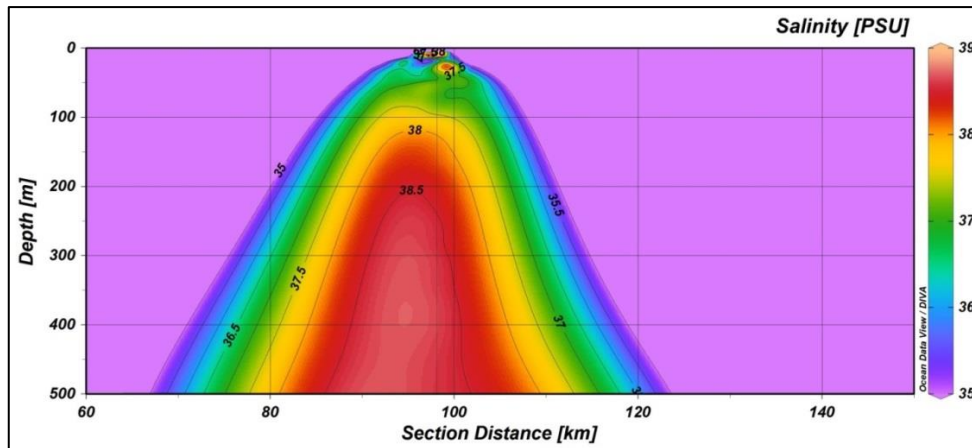


Figure 58 : Section verticale de la salinité (Section B)

3.3. Section C : Section longitudinale (Est-Ouest) au Large

3.3.1. Variation de la température :

La section longitudinale (**Figure 59**), réalisée pour le transect (Est-Ouest) au large des côtes Algériennes illustre une stratification normale de la température en surface et la stabilité de la thermocline autour de 70 à 150m de profondeur. La couche d'eau relativement froide (<15°C) est légèrement épaisse à l'Est qu'à l'Ouest. Les valeurs de la température diminuent pour atteindre 14°C.

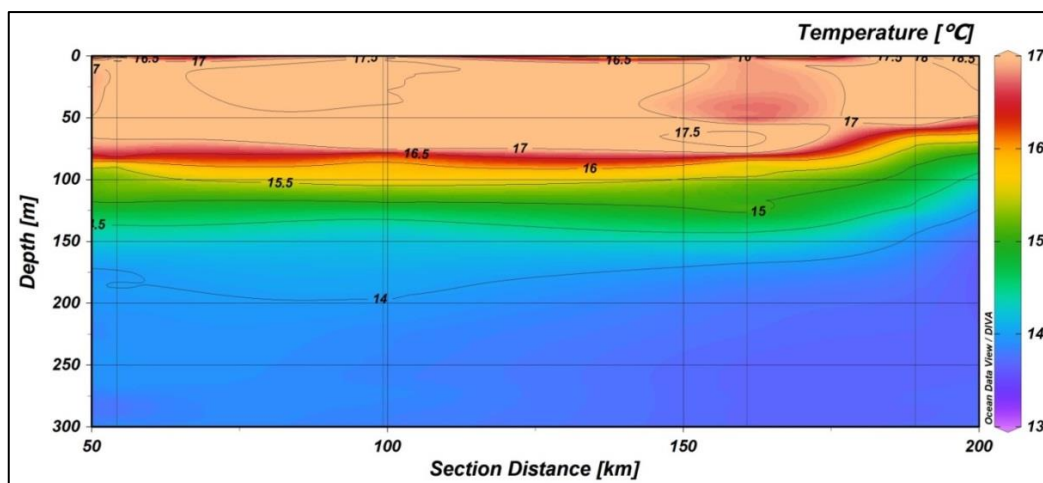


Figure 59 : Section longitudinale de la température (Section C)

3.3.2. Variation de la salinité :

La salinité montre une stratification normale (**Figure 60**), presque identique à celle de la température la couche d'eau relativement plus saline (> 37.75 PSU) est plus épaisse à l'Est qu'à l'Ouest grâce à l'existence de la masse d'eau MAW (Modified Atlantique Water). Les faibles valeurs de salinité sont enregistrées toujours au niveau de la surface, notamment du côté Est où on observe une petite langue d'eau plus douce qui progresse vers l'Ouest. A environ 150 – 240m de profondeur, du côté Est (130m) commence les eaux les plus salées (>38 PSU) ce qu'ils correspondent aux eaux Levantines Intermédiaires (LIW).

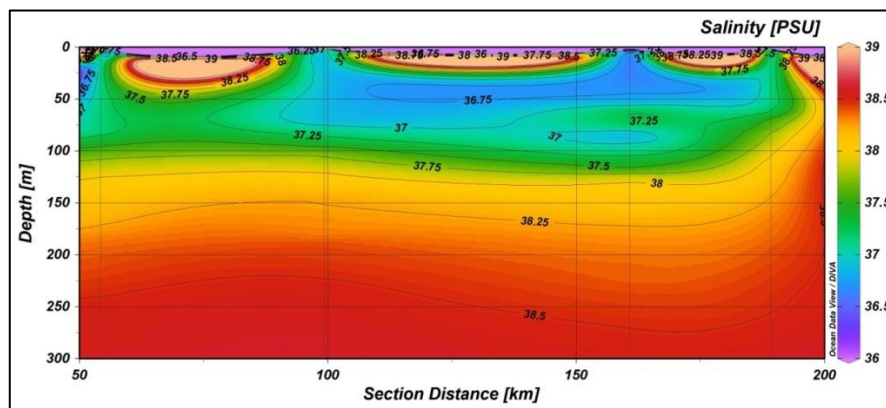


Figure 60 : Section longitudinale de la salinité (Section C)

3.4. Section D : Section longitudinale (Est-Ouest) proche de la côte

3.4.1. Variation de la température :

La section longitudinale (**Figure 61**), réalisée pour le transect (Est - Ouest) proche des côtes Algériennes illustre une stratification normale de la température en surface et la stabilité de la thermocline autour de 0 à 40m de profondeur. La couche d'eau relativement froide ($<14.5^{\circ}\text{C}$) est légèrement épaisse à l'Ouest qu'à l'Est. A 40m les valeurs de la température diminuent pour atteindre 14°C . Au-delà de cette profondeur les valeurs de température décroissent pour atteindre un minimum autour de 13.5°C .

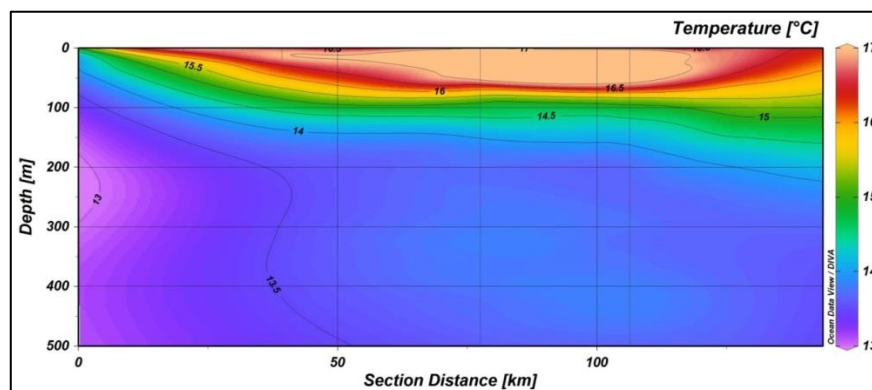


Figure 61 : Section longitudinale de la température (Section D)

3.4.2. Variation de la salinité :

La salinité montre une stratification perturbée (**Figure 62**), la couche d'eau relativement plus saline (>38.5 PSU) favorise l'existence d'un mélange des masses d'eaux entre la **MAW** et la **LIW** à environ 200 - 350m de profondeur. Les faibles valeurs de salinité sont enregistrées toujours au niveau de la surface (jusqu'à 100m de profondeur).

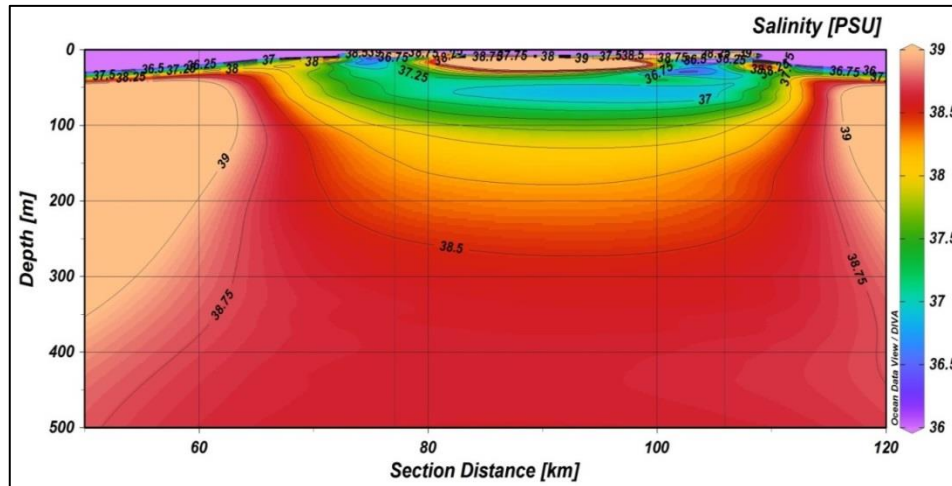


Figure 62 : Section longitudinale de la salinité (Section D)

3.5. Section E : Section verticale (Côte – Large) de côté Ouest

3.5.1. Variation de la température :

La section verticale (**Figure 63**), réalisée pour le transect (Côte – Large) au large des côtes Algériennes illustre une stratification normale de la température en surface et la stabilité de la thermocline autour de 0 à presque 100m de profondeur. La couche d'eau relativement froide ($<15^{\circ}\text{C}$) est légèrement épaisse à l'Est qu'à l'Ouest. Au-delà de 100 m de profondeur les valeurs de température décroissent pour atteindre un minimum autour de 14°C .

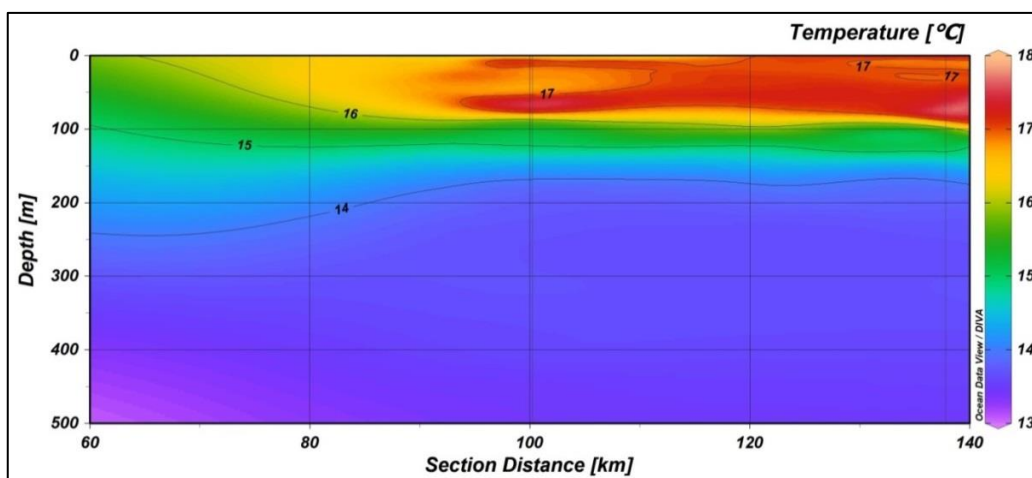


Figure 63 : Section verticale de la température (Section E)

3.5.2. Variation de la salinité :

La salinité montre une stratification perturbée (**Figure 64**), la couche d'eau relativement plus saline (>38.5PSU) favorise l'existence d'un mélange des masses d'eaux entre la MAW et la LIW a environ 200 - 350m de profondeur. Les faibles valeurs de salinité sont enregistrées toujours au niveau de la surface (jusqu'à 100m de profondeur).

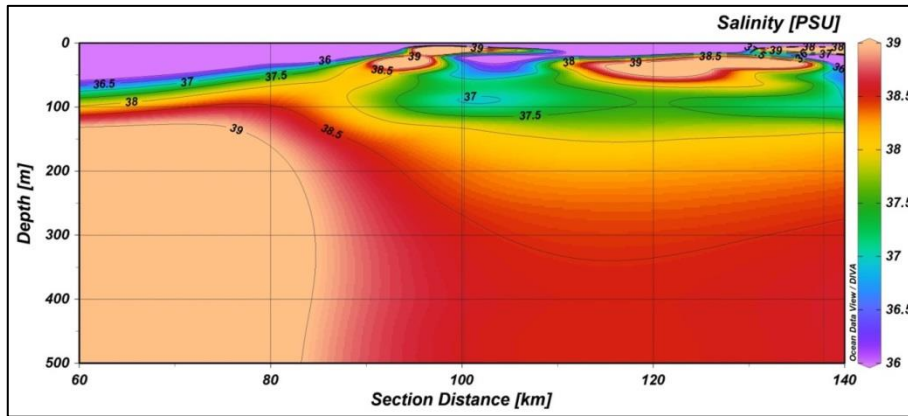


Figure 64 : Section verticale de la salinité (Section E)

4. Diagramme Temperature potentiel-Salinité ($\theta - S$)

Le diagramme température potentiel-salinité ($\theta - S$) montre la relation qui existe entre deux paramètres et qui sert à identifier les masses d'eaux présentes dans nos stations d'étude.

Le diagramme ($\theta - S$) des eaux de surface et profondes des côtes Algériennes pendant la période hivernale montre l'existence de deux masses d'eaux (**Figure 65**).

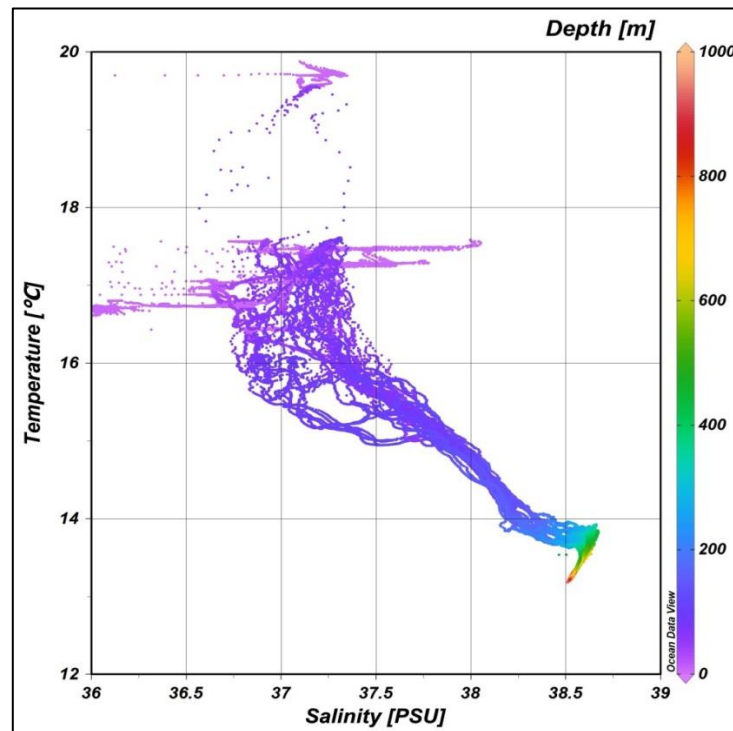


Figure 65 : Diagramme Température potentiel – Salinité ($\theta - S$) des côtes Algérienne

De la surface, la (MAW) qui s'étale jusqu'à 200 m de profondeur (Baringer et al., 1997) avec des températures comprises entre 14.5 et 18°C, et des salinités comprises entre 36.5 et 38PSU (Benzohra et al.,1995). (Figure 66).

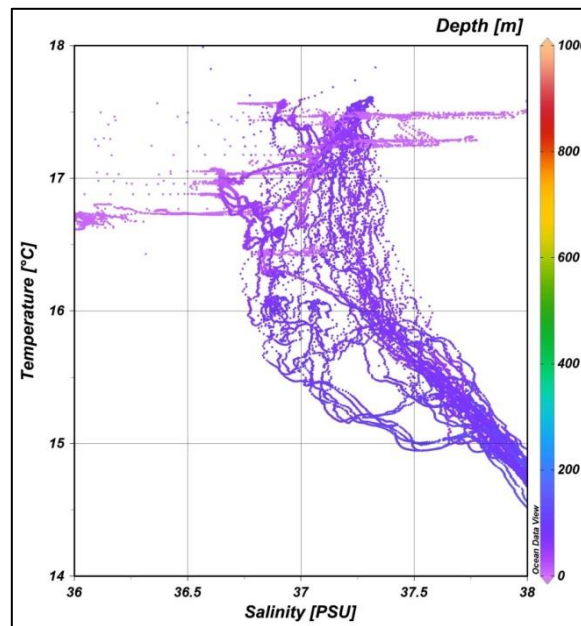


Figure 66 : La partie du MAW du Diagramme Température potentiel – Salinité ($\theta - S$) des côtes Algérienne

De 200m jusqu'à 350m de profondeur, un mélange des masses d'eaux qui s'étalent avec des températures comprises entre 13.5 et 14°C, et des salinités varient entre 38.3 et 38.6PSU.

Au-delà de 350m de profondeur, la masse d'eau (LIW) apparaisse avec des températures de 13.3 jusqu'à 13.8°C, et des salinités varient entre 38.5 et 38.7PSU (Pinot et al., 1999). (Figure 67).

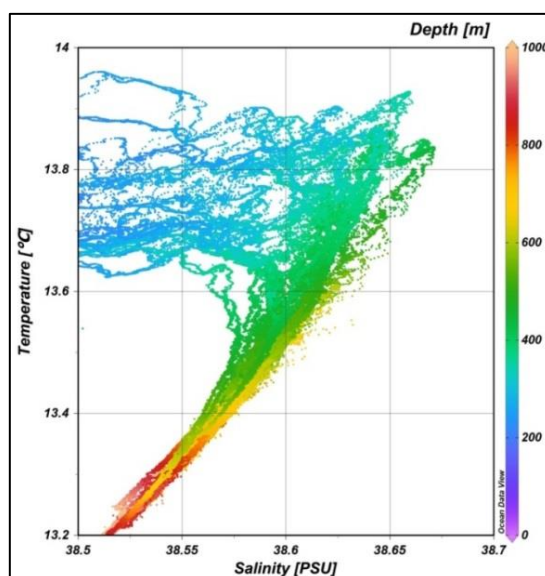


Figure 67 : La partie du LIW du Diagramme Température potentiel – Salinité ($\theta - S$) des côtes Algérienne

5. Résultats du laboratoire

5.1. La Matière En Suspension :

Tableau 5. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur de la MES au large des côtes Algériennes

MES	
max	0,03826797
min	0,00132743
moye	0,01634574
écart	0,00924767

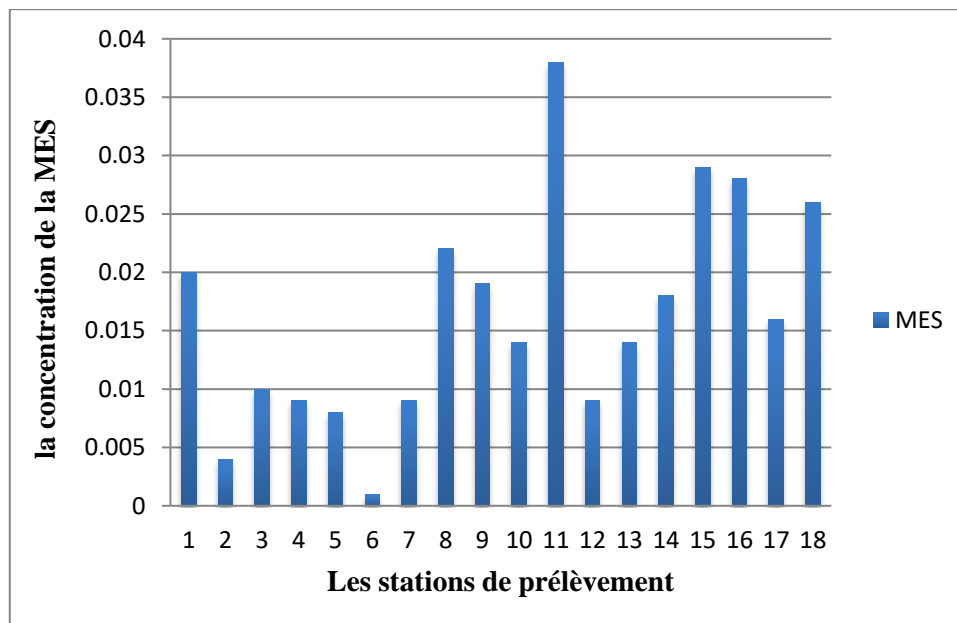


Figure 68 : Variation de la teneur en MES au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations

Pour les MES, les résultats enregistrés dans les eaux de surface (0-5m) des 18 stations au large des côtes Algériennes varient entre un minimum de 0.001mg/l dans la station 6 (**CTD19**), à un maximum de 0.038mg/l dans la station 11 (**CTD 22**). Cette valeur est due à la contamination de l'échantillon prélevé dans cette station (la bouteille est illustrée dans **l'Annexe 4**).

La moyenne est de l'ordre 0,16mg/l et l'écart type est de 0,009.

5.2. La matière organique particulière :

Tableau 6. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur de la MO au large des côtes Algériennes

MO	
max	1,2162
min	0,1284
moye	0,19485
écart	0,254954

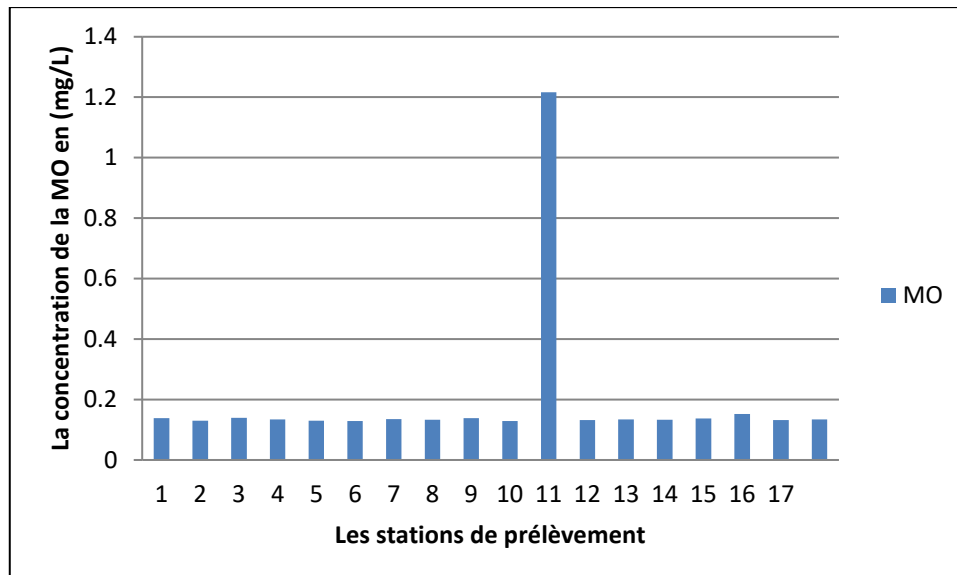


Figure 69 : Variation de la teneur en MO au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations

Pour la MO, les résultats enregistrés dans les eaux au large des côtes Algériennes varient entre un maximum de 1,216mg/l dans la station 11 (**CTD22**) (0-5m), à un minimum de 0.128mg/l observé dans la station 10 (**CTD9 S8**) (0-5m).

La plus forte teneur de MO au niveau de station peut être due à la forte consommation des sels nutritifs par les microorganismes (consommateurs ou producteurs) pour la production de cette dernière, en tenant en considération que l'échantillon 11 était contaminé.

La moyenne marquée est de l'ordre 0,194mg/l et l'écart type est de 0.254.

5.3. La chlorophylle-*a*

Tableau 7. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur de la Chlorophylle-*a* au large des côtes Algériennes

Chlorophylle- <i>a</i>	
max	0,000499601
min	-6,38759E-05
moye	5,01882E-05
écart	0,000222272

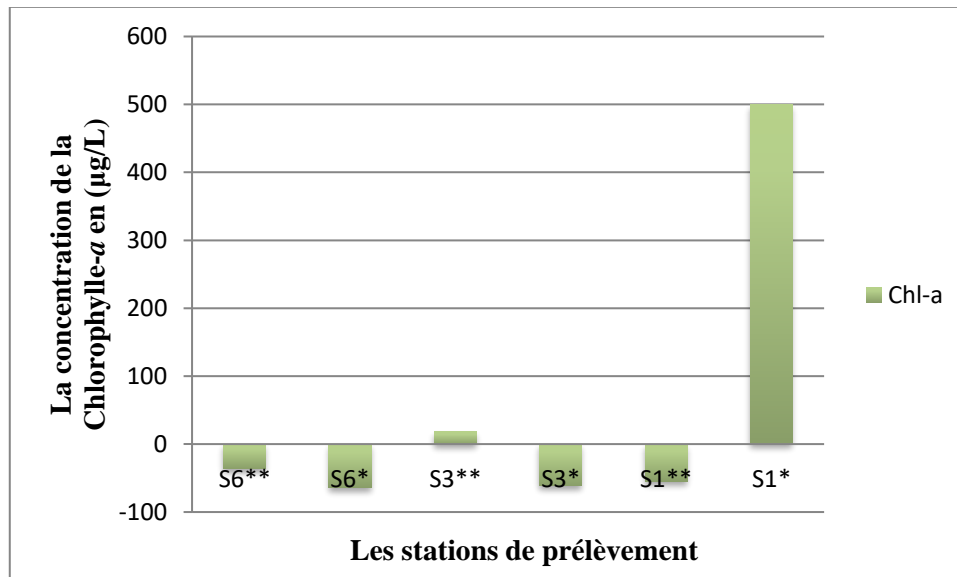


Figure 70 : Variation de la teneur en chlorophylle-*a* au large des côtes Algériennes au niveau des 6 stations

L'analyse de la chlorophylle-*a* a été bien faite, mais les résultats obtenus sont non indicatifs (la conservation des échantillons est depuis décembre 2020 (plus que deux ans) et d'après **Aminot et Kerouel, (2004)** les échantillons destinés pour l'analyse de la chlorophylle-*a* ne doivent pas dépassés un an).

5.4. Les sels nutritifs

5.4.1. Nitrites

Tableau 8. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur du sel des nitrites au large des côtes Algériennes

Nitrites	
max	0,5684
min	0,0094
moyen	0,071072
écart	0,126618

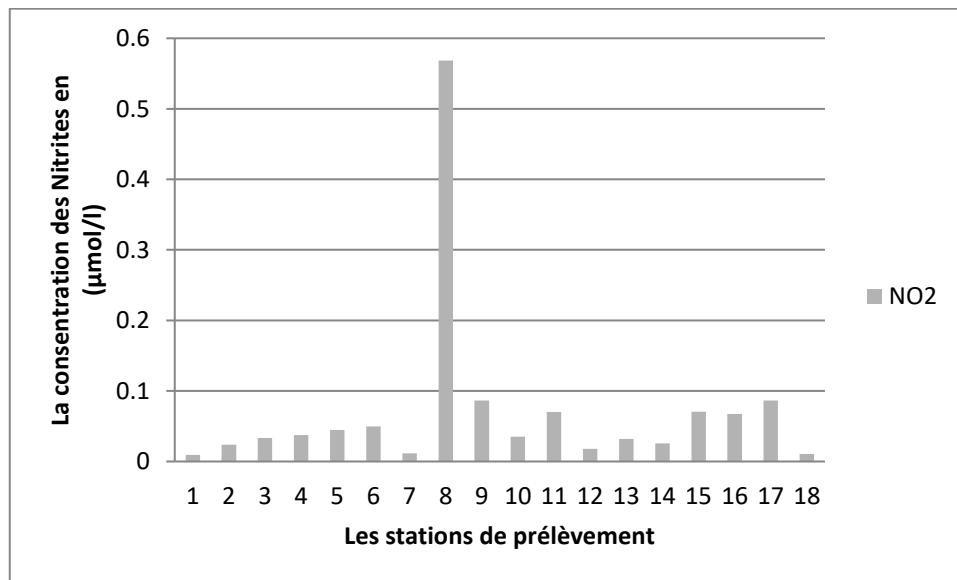


Figure 71 : Variation de la concentration des Nitrites au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations

Les concentrations des ions des nitrites dans les différentes stations au large des côtes Algériennes, la valeur la plus élevée est observée au niveau station 8 (S6) qui marque une valeur de 0,5684μmol/l. Ces valeurs sont logiques car les ions Nitrites sont des formes intermédiaires.

5.4.2. Nitrates

Tableau 9. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur du sel des nitrates au large des côtes Algériennes

Nitrates	
max	1,2852
min	0,0134
moyen	0,209017
écart	0,279501

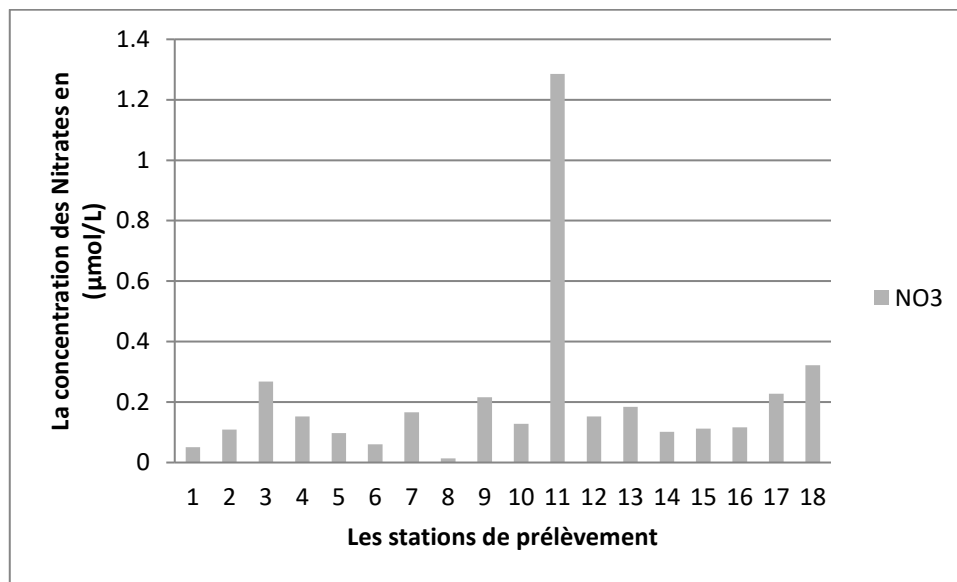


Figure 72 : Variation de la concentration des Nitrates au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations

En ce qui concerne les ions Nitrates, la valeur moyenne mesurée en surface est de l'ordre de 0.209 µmol/l avec un écart type de 0.279.

En surface, la valeur la plus faible est observée au niveau de la station 8 (0.013 µmol/l). La marque la valeur la plus élevée en surface au niveau de la station 11 (1.285 µmol/l).

La concentration des nitrates augmente à cause de la régénération de ces substances par l'oxydation de la matière organique.

5.4.3. Phosphates

Tableau 10. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur du sel des phosphates au large des côtes Algériennes

phosphates	
max	8,1958
min	0,2047
moye	1,012217
écart	1,814088

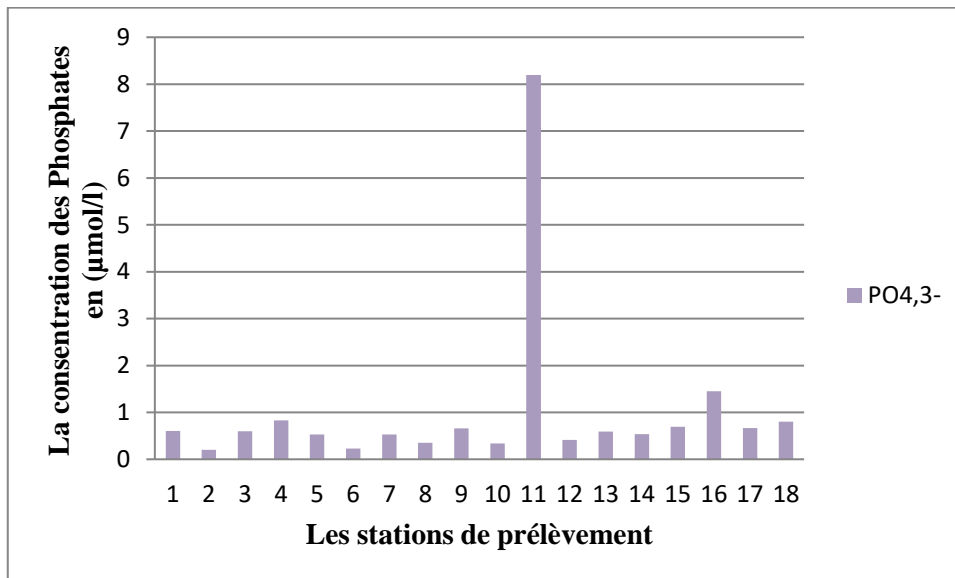


Figure 73 : Variation de la concentration des Phosphates au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations

La concentration des Phosphates au large des côtes Algériennes et au niveau des 18 stations varie entre un minimum de $0.2047\mu\text{mol/l}$ et un maximum de $8.1958\mu\text{mol/l}$, avec une valeur moyenne de $1.012\mu\text{mol/l}$ et un écart type de 1.814.

La valeur la plus élevée est observée au niveau de la station 11 (CTD22), la valeur la plus faible est observée au niveau de la station 2 (CTD20).

La concentration des nitrates et des phosphates augmente à cause de la régénération de ces substances par l'oxydation de la matière organique.

5.4.4. Silicates

Tableau 11. Les valeurs moyennes et extrêmes de la teneur du sel des silicates au large des côtes Algériennes

Silicate	
max	23,8118
min	1,2903
moyen	5,730928
écart	5,783316

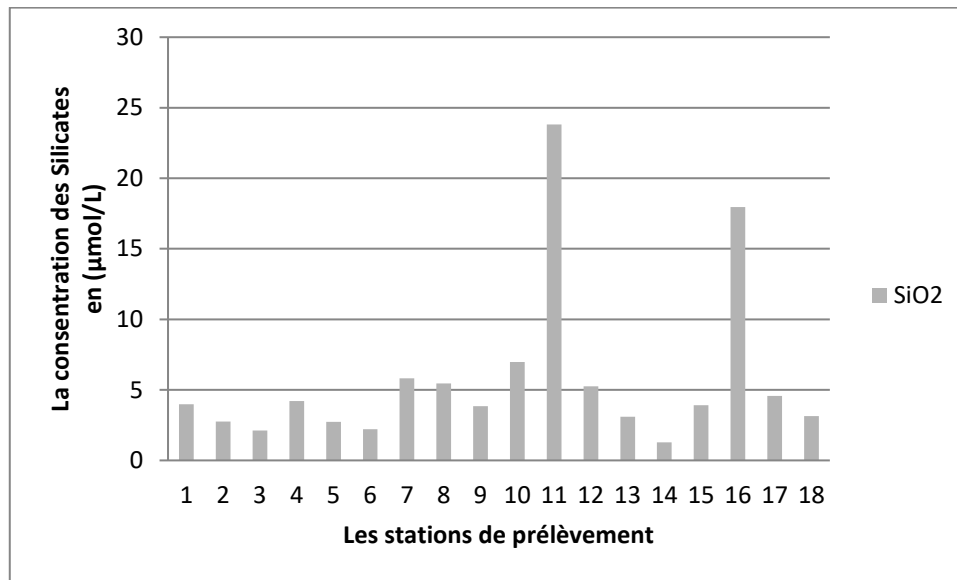


Figure 74 : Variation de la concentration de Silicate au large des côtes Algériennes au niveau des 18 stations

Les côtes Algériennes sont caractérisées par des teneurs en silicates très élevées avec moyenne de l'ordre $5,731\mu\text{mol/l}$ et aussi avec l'écart type de $5,783$.

Au large, la valeur la plus élevée est observée au niveau de la station 11 (CTD22) (0-5m).

Les concentrations augmentent lentement avec la profondeur pour atteindre généralement leur maximum au fond (Guy, 2006).

Conclusion

L'objectif principal de la présente étude est de faire une caractérisation des masses d'eaux qui circulent et de situer de la thermocline d'après une distribution verticale de la température et de la salinité. Ainsi, la distribution horizontale en surface et en profondeur et verticale de certains paramètres a été étudiée au large des côtes Algériennes en période hivernale par des analyses effectuées au laboratoire.

Pour ce faire, les données d'une campagne océanographique réalisée à bord du navire de recherche « Grine Belkacem » du CNRDPA ont été exploitées et les échantillons prélevés lors de cette campagne ont été analysés au laboratoire.

Les résultats de ce mémoire sont synthétisés dans ce qui suit :

- Au large des côtes Algériennes, la variation de la température et de la salinité montre une corrélation inverse entre ces deux paramètres. Les faibles valeurs de salinité sont enregistrées dans les couches superficielles où la température est la plus élevée, alors que les fortes valeurs sont enregistrées dans les couches profondes.
- Les profils des concentrations des phosphates, des nitrates et des silicates montrent que leurs distributions augmentent avec la profondeur.
- Les concentrations des phosphates et des nitrates sont faibles ou nulles en raison de l'activité photosynthétique qui engendre une consommation de ces nutriments. Tandis que les teneurs en silicates ne sont pas épuisées par l'activité photosynthétique en raison de leur mode de régénération totalement différent de ceux des autres sels nutritifs.

L'analyse du diagramme (θ -S) a permis de relever la présence de deux masses d'eaux dans la zone d'étude :

- L'eau Atlantique Modifiée (**MAW**) : se trouve dans la couche superficielle dont l'épaisseur ne dépasse pas 200m avec une température qui varie entre 13.3°C et 19°C et une salinité ≤ 38 PSU.

L'eau Intermédiaire Levantine (**LIW**) : se trouve au-delà de 350m de profondeur. La masse d'eau (**LIW**) apparaît avec des températures de 13.3 jusqu'à 13.8°C, et des salinités varient entre 38.5 et 38.7PSU.

Références

A

AFNOR, (1999). Qualité de l'eau. Dosage des matières en suspension. Méthodes par filtration sur filtre en fibre de verre. Norme NF EN 872. Qualité de l'eau, 2, 113-122.

Aminot, A., Chaussepied, M. (1983). Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Paris : CNEXO.

Aminot, A., Kerouel, R. (2004). Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. France : Ifremer. 336 p.

B

Baringer, MON., Price, JF. (1997). Brassage et diffusion de l'exutoire méditerranéen. Revue d'océanographie physique. 1654-1677.

Benzohra, M., Millot, C., (1995). Characteristics and circulation of surface and intermediate water masses off Algeria. Deep-Sea Research I. Vol. 42, 10, 1803-1830.

Bethoux J.P., Morin P., Chaumery C., Connan O., Gentili B., and Ruiz-Pino D., (1998)., et al. Nutrients in the Mediterranean Sea, mass balance and statistical analysis of concentrations with respect to environmental change. *Marine chemistry*, Vol. 63, 155-169.

Bethoux, G. B. (1998). Arming and freshwater budget change in the Mediterranean since the 1940s heir possible relation to the greenhouse effect. *Geophysical Research Letters*. 25. 1023-1026.

Boulaiddid, M. (1987). Analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. Etude du mélange des masses d'eaux et de l'oxydation de la matière organique dans l'océan. Thèse de Doctorat. France : Université de Paris VI, 266 p.

Bozec, A., Susan-Lozier, M., Chassignet. E.P., Halliwell, G. (2006)., et al. Sur la variabilité de l'eau de sortie Méditerranéenne dans l'Atlantique Nord de 1948 à 2006. *Journal of Geophysical Research : Oceans / Tome 116, n° C9*.

Bryden, H., Candela, J., Kinder, T. (1994)., et al. Exchange through the strait of Gibraltar. *Progress in Oceanography*, 33(3) : 201-248.

C

Copin-Montegut, G. (1996). Chimie de l'eau de mer. *Collection (synthese)*. Edit. Paris : *Institut Océanographique*, 290-292.

Coste, B., Le Corre, P., Minas, H.J., Morin, P. (1988)., et al. Les éléments nutritifs dans le bassin occidental de la Méditerranée. Bilan des échanges avec l'océan Atlantique à Gibraltar. *Oceanologica Acta*, 87-93.

D

Damien, P. (2015). Etude de la circulation océanique en Méditerranée Nord-Occidentale à l'aide d'un modèle numérique à haute résolution : influence de la submesoéchelle. Océanographie. Paris : Université Toulouse III Paul Sabatier, 10 p.

F

Frontier, S., Pichodviale, D. (1998). Ecosystème : structure, fonctionnement, évolution. Annales de Géographie, t. 101, n° 565.

Fuda, J.L., Millot, C., Taupier-Letage, I., Envoyer, U., et Bocognano, J.M. (2000)., et al. Surveillance XBT d'une section méridienne à travers la Méditerranée occidentale. Deep Sea Research Part I : Documents de recherche océanographique. Tome 47, Numéro 11, 1^{er} novembre 2000. 2191- 2218.

G

Gascard, J. (1978). Mediterranean DeepWater formation, baroclinic eddies and ocean eddies. Oceanologica Acta, 1 : 311-315.

Gaujous, D. (1995). La pollution des milieux aquatiques. Paris : Technique et documentation, 217 p.

Guibout, P. (1987). Atlas Hydrologique de la Méditerranée. Paris : Lab. D'Océanographie Physique du Museum, 174 p.

Guy. (2006). Ecologie du plancton. Paris : TEC & DOC, Lavoisier, 283 p.

H

Houma-Bachari, F. (2009). Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Thèse de Doctorat, UNIVERSITE DU VAL DE MARNE, PARIS XII, France, 272 p.

J

Jacques, G., Treguer, P. (1986). Ecosystème pélagique marin. Collection d'écologie Paris : Masson, 243 p.

Jeffrey, S.W., Humphrey, G.F. (1975). Nouvelles équations spectrophotométriques pour la détermination des Chlorophylles *a*, *b*, *c*₁ et *c*₂ chez les plantes supérieures, les algues et phytoplancton naturel. Biochemie und physiologie der Pflanzen. Tome 167, numéro 2. 191-194.

L

Lacaze, J-C. (1997). La pollution des mers. France : DOMINOS Flammarion, 128 p.

Lacaze, J-C. (1997). L'eutrophisation des eaux marines et continentales : causes, manifestations, conséquences et moyens de lutte. France : ellipses/édition marketing S.A. 15^{ème} Édition, 191 p.

Lacombe, H., Tchernia, P. (1972). Caractères Hydrauliques et circulation des Eaux en Méditerranée. *The Mediterranean Sea : A Natural Sedimentation Laboratory* (ed. DJ Stanley)...

Lascaratos, A. (1993). Estimation des taux de formation des masses d'eau profonds et intermédiaires en mer Méditerranée. *Deep Sea Research Part II : Etudes thermiques en océanographie*. Tome 40, Numéro 6, 1993. 1327-1332.

Le Gal, Y. (1988). *Biochimie marine* Paris. France : Masson, 285 p.

M

Millero, F. J. (2013). *Chemical Oceanography*. New York : CRC Press. 290 p.

Millot, C. (1985). Some features of Algerian current. *J. Geophys. Res.*, Vol. 90 N°7, 7169-7176.

Millot, C., Benzohra, M., Taupier-Letage, I. (1997)., et al. Circulation of Algeria inferred from the Mediproduct V current meters. *Deep Sea Res. I*, 44(9-10) : 1467-1495.

Millot, C., Taupier-Letage, I. (2005). Additional evidence of LIW entrainment across the Algerian subbasin by mesoscale eddies and not by a permanent westward flow. *Progress in Oceanography*, 66 (2-4) : 231-250.

Moutin, T., Raimbault, P. (2002). Primary production, carbon export and nutrients availability in western and eastern Mediterranean sea in early summer 1996 (MINOS cruise). *JOURNAL OF Marine Systems*. Vol. 33-34, 0, 273-288.

N

Ngabol, F. (2017). Modélisation de la méditerranée occidentale avec ROMS : Cas du bassin Algérien. *Mémoire de Master1, Méditerranéen Institute of Oceanography, Université Aix-Marseille.*, France, 25 p.

P

Pinot, J., Ganachaud, A. (1999). The role of winter intermediate waters in the spring-summer circulation of Balearic Sea – 1. Hydrography and inverse box modeling. *Journal Of Geophysical Research – Oceans*, 104(C12) : 29843-29864.

Puillat, I., Taupier-Letage, I., Millot, C. (2002)., et al. Algerian Eddies Lifetime can near three years. *Journal of Marine Systems*, Vol. 31, 245-259.

R

Ramade, F. (2000). *Dictionnaire encyclopédique des pollutions*. France : Ediscience International. 690 p.

Redfield, A. C. (1934). *Flora of Mount Desert Island, Maine : a preliminary catalogue of the plants growing on Mount Desert and the adjacent islands*.

Redfield, A. C., Ketchum, B. H., Richards, F. A. (1963)., et al. The influence of organisms on the composition of sea water. *The Sea*. Vol. 2, 26-77.

Riley., Chester. (1971). Introduction to marine chemistry. Departement of Oceanography, The University of Liverpool, England : ACADEMIC PRESS London and New York, 465 p.

Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J-P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodi, L. (2005)., et al. L'analyse de l'eau : eaux naturelle, eaux résiduaires et l'eau de mer. Paris, 8eme édition : Dunod. 1383 p.

S

Schlitzer, R. (2015). Data Analysis and Visualization with Ocean Data View, CMOS Bulletin SCMO, 43 (1), 9-13.

Siokou-Frangou, I., Christaki, U., Mazzocchi, M. G., Montresor, M., Ribera D'Alcala, M., Vaque, D., zingone, A. (2010)., et al. Plankton in the open Mediterranean Sea : A review, Biogeosciences, 7(5), 1543-1586, doi : 10,.5194/bg-7-1543-2010.

Sparnocchia, S., Picco, P., Manzella, Gmr., Ribotti, A., Copello, S., Brasey, P. (1995)., et al. Intermediate water formation in the Ligurian Sea. Italie : *Oceanologica Acta*. 1995, Vol 18, n 2. 151-162.

Strickland, J.D.H., Pearsons, T.R. (1972). A practical handbook of Sea water analysis. Bull. Fish. Res. Board Can., 167, 311.

Annexes

Annexe 1 : Localisation et profondeurs des stations de prélèvement de chaque CTD

N° CTD	Longitude	Latitude	Profondeur/m
1	3° 32,547 E	37° 16,181 N	1000
2	5° 46,535 E	37° 52,901 N	500
3	5° 23,110 E	37° 42,400 N	1000
4	5° 40,088 E	37° 08,091 N	1000
5	5° 27,115 E	37° 07,566 N	1000
6	5° 20,414 E	38° 13,368 N	1000
7	5° 33,333 E	38° 12,890 N	500
8	5° 14,228 E	37° 07,165 N	1000
9	5° 01,594 E	38° 13,911 N	1000
10	4° 48,492 E	37° 05,448 N	1000
11	4° 47,782 E	38° 13,444 N	1000
12	4° 35,417 E	38° 13,226 N	1000
13	4° 28,985 E	37° 05,559 N	900
14	4° 58,067 E	37° 59,329 N	1000
15	5° 28,845 E	37° 59,291 N	1000
16	6° 02,524 E	37° 59,314 N	1000
17	6° 03,847 E	37° 35,085 N	1000
18	5° 29,342 E	37° 35,110 N	1000
19	4° 53,680 E	37° 34,989 N	1000
20	4° 15,955 E	38° 00,135 N	1000
21	4° 03,473 E	37° 06,963 N	1000
22	3° 56,484 E	38° 00,486 N	1000
23	4° 11,970 E	37° 35,016 N	1000
24	3° 37,183 E	38° 00,485 N	1000

Annexe 2 : Appareillages utilisés à bord



Figure 1 : Le navire GRINE Belkacem



Figure 2 : Thermosalinographe SBE 21



Figure 3 : Fluorimètre TURNER DESIGNNR 10-AU



Figure 4 : Thermosalinographe SBE 21

Annexe 3 : Différentes analyses des échantillons, la date et profondeurs de prélèvement de chaque CTD

N°	Code	depth (m)	date de prélèvement	SN	Chl- <i>a</i>	MES	MO
1	S4	0-5	27/11/2020	×		×	×
2	CTD 20	0-5	17/12/2020	×		×	×
3	CTD 21	0-5	17/12/2020	×		×	×
4	CTD 15	0-5	16/12/2020	×		×	×
5	CTD 17	0-5	16/11/2020	×		×	×
6	CTD 19	0-5	16/12/2020	×		×	×
7	CTD 24	0-5	18/12/2020	×		×	×
8	S6	0-5	30/11/2020	×	×	×	×
9	CTD 23	0-5	18/12/2020	×		×	×
10	CTD9/S8	0-5	01/12/2020	×		×	×
11	CTD 22	0-5	17/12/2020	×		×	×
12	S6	20-25	30/11/2020	×	×	×	×
13	CTD 14	0-5	15/12/2020	×		×	×
14	S1	20-25	25/11/2020	×	×	×	×
15	S3	0-5	26/11/2020	×	×	×	×
16	S7	0-5	01/12/2020	×		×	×
17	S1	0-5	25/11/2020	×	×	×	×
18	S3	20-25	26/11/2020	×	×	×	×

Annexe 4 : Appareillages utilisés aux laboratoires

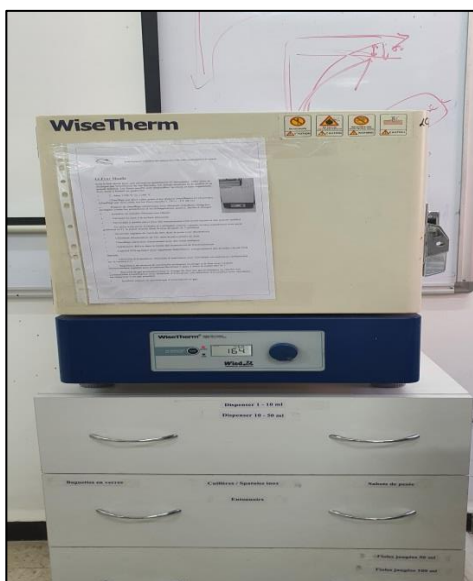


Figure 1 : FOUR à moufle



Figure 4 : SYSTÈME de filtration sous vide



Figure 2 : FILTRES après calcination

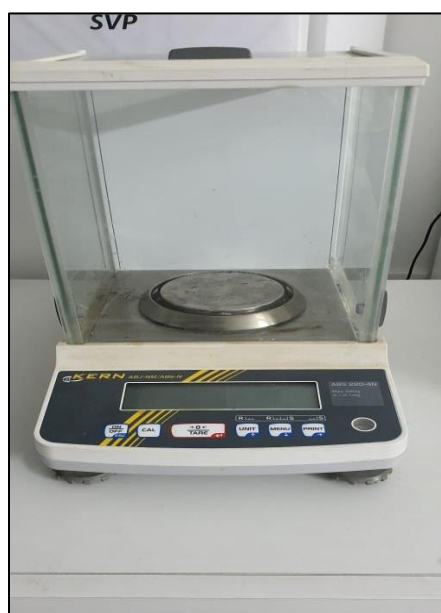


Figure 5 : BALANCE de précision

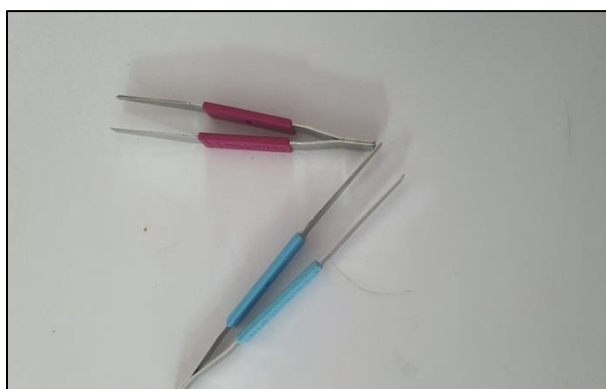


Figure 3 : Pinces

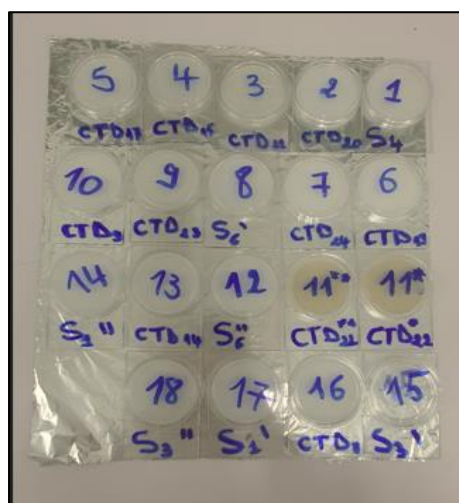


Figure 6 : Les échantillons destinés aux analyses de la MES et la MO

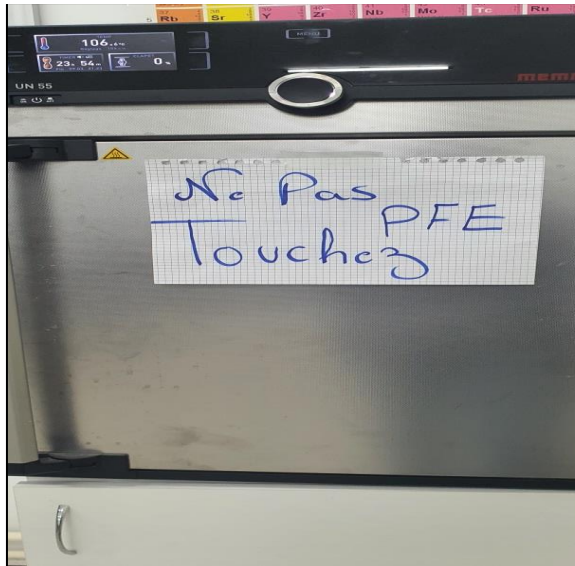


Figure 7 : Etuve



Figure 10 : Dispositif d'agitation

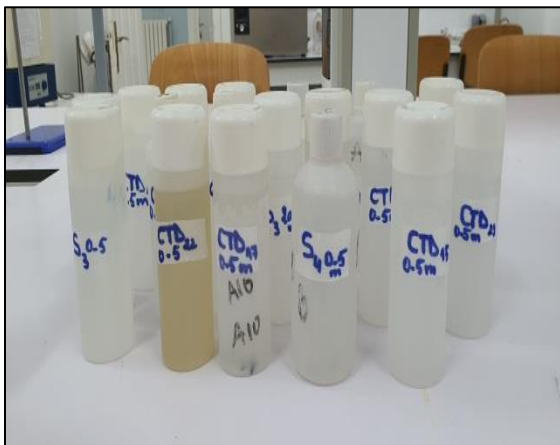


Figure 8 : Les échantillons destinés aux analyses des sels nutritifs



Figure 11 : Réactifs destinés aux analyses des sels nutritifs



Figure 9 : Etuve



Figure 12 : BALANCE de précision

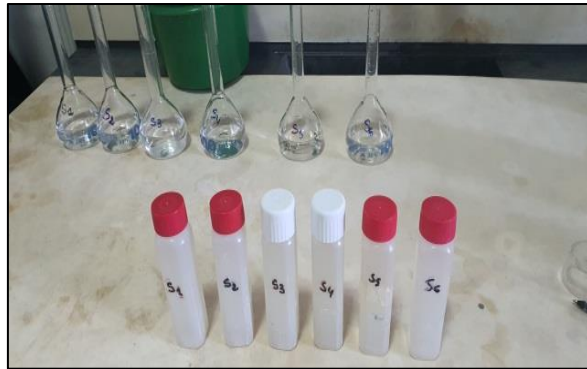


Figure 13 : Les standards des sels nutritifs

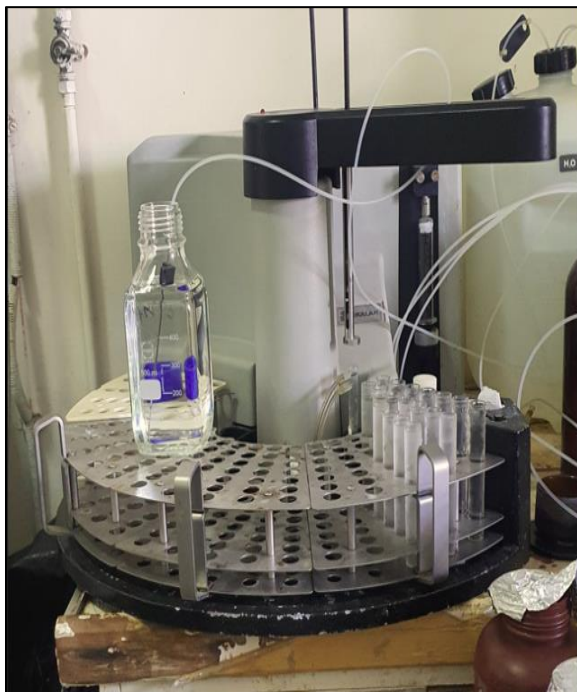


Figure 14 : SYSTÈME automatisé d'Analyse des sels nutritifs par méthode de SKALAR



Figure 15 : Les échantillons destinés pour l'analyse de la chlorophylle-*a*



Figure 16 : Réactif Acétone à 99 %



Figure 17 : Seringue



Figure 18 : Centrifugeuse



Figure 19 : Spectrophotomètre



Figure 20 : Les échantillons destinés pour l'analyse de la Chlorophylle-*a*



Figure 21 : Bouteille de la station 11 (contaminer)

Annexe 5 : Préparation des réactifs pour l'analyse des sels nutritifs

➤ Nitrites et Nitrates :

a) Réactifs 1 : Solution tampon

Produits exigés

chlorite d'ammonium.....	50 gr
solution d'ammoniaque.....	± 1 ml
hydroxyde de sodium.....	5 gr
Eau distillée.....	1000 ml
Bridj.....	3 ml

Préparation :

Dissoudre 50 grammes de chlorite d'ammonium dans 800 ml d'eau distillée. Ajuster le pH à 8,2 avec 1 ml de la solution ammonium. Ajouter 5 grammes d'hydroxyde de sodium et le dissoudre, puis ajouter l'eau distillée jusqu'au 1 litre. Ajouter ensuite, 3 ml de Bridj 35 (30%) et agiter avec l'agitateur et à l'aide d'un barreau magnétique. (La solution est valable jusqu'à une semaine, la conserver à 4°C).

b) Réactifs 2 : Solution colorée

Produits exigés

d'acide o-phosphorique.....	150 ml
sulfanilamide.....	10 gr
α -naphthyléthylène diamine dihydrochloride.....	0.5 gr
Eau distillée.....	850 ml

Préparation :

Diluer 150 ml d'acide o-phosphorique (85%) dans 700 ml d'eau distillée. Ajouter et dissoudre 10 grammes de sulfanilamide et 0,5 gramme de α -naphthylethylene diamine dihydrochloride, puis ajouter l'eau distillée jusqu'au 1 litre et agiter le mélange. (La solution est valable jusqu'à deux semaines, la conserver à l'obscurité).

➤ Phosphates :

a) Réactifs 1 : Solution de molybdate d'ammonium

Produits exigés

Tartrate de potassium.....	230 mg
Acide sulfurique.....	69.4 ml
molybdate d'ammonium.....	6 gr
Eau distillée.....	1000 ml
FFD6.....	2 ml

Préparation :

Dissoudre le tartrate de potassium et d'antimoine dans 800 ml d'eau distillée. Ajouter avec précaution l'acide sulfurique tout en agitant et en refroidissant constamment. Ajouter le molybdate d'ammonium et dissoudre. Remplir 1 litre d'eau distillée ajouter le FFD6 et mélanger.

La sensibilité peut être augmentée de 50 % en utilisant 35 ml d'acide sulfurique concentré au lieu de 69,4 ml. Avec les 35 ml, l'interférence du silicate est de 10 pour 300 ppb de si et de 10 pour 10 ppm de si dans une gamme de 100 ppb, le pH final doit être inférieur à 1.

b) Réactifs 2 : Solution d'acide ascorbique

Produits exigés

Acide ascorbique.....	11 gr
Acétone.....	60 ml
Eau distillée.....	1000 ml
FFD6.....	2 ml

Préparation :

Dissoudre l'acide ascorbique dans 800 ml d'eau distillée. Remplir à 1 litre avec de l'eau distillée et mélanger. La solution est stable pendant 5 jours, conservés à 4 °C lorsque la solution n'est pas utilisée.

➤ **Silicates :**

a) Réactifs 1 : Solution d'acide sulfurique

Produits exigés

Acide sulfurique.....	10 ml
Eau distillée.....	990 ml
FFD6.....	2 ml

Préparation :

Diluer l'acide sulfurique dans 800 ml d'eau distillée, compléter à 1 litre avec de l'eau distillée, ajouter le FFD6 et mélanger.

La solution est stable pendant une semaine et doit être conservée à 4°C lorsqu'elle n'est pas utilisée.

b) Réactifs 2 : Solution de molybdate d'ammonium

Produits exigés

molybdate d'ammonium.....	20 gr
Eau distillée.....	1000 ml
FFD6.....	2 ml

Préparation :

Dissoudre le molybdate d'ammonium dans 800ml d'eau distillée, compléter à 1 litre avec de l'eau distillée, ajouter le FFD6 et mélanger. Conserver dans une bouteille en polyéthylène la solution est stable pendant 1 jour ne pas utiliser de cuillères en métal pour le molybdate d'ammonium.

c) Réactifs 3 : Solution d'acide oxalique

Produits exigés

Acide oxalique.....	44 gr
Eau distillée.....	1000 ml

Préparation :

Dissoudre l'acide oxalique dans 800 ml d'eau distillée, compléter à 1 litre avec de l'eau distillée et mélanger.

Conserver dans une bouteille en polyéthylène. La solution est stable pendant 1 mois. Conserver à 4°C lorsque la solution n'est pas utilisée.

d) Réactifs 4 : Solution d'acide ascorbique

Produits exigés

Acide ascorbique.....	40 gr
Eau distillée.....	1000 ml

Préparation :

Dissoudre l'acide ascorbique dans 800ml d'eau distillée. Remplir à 1 litre avec de l'eau distillée et mélanger. La solution est stable pendant une semaine conservée à 4°C lorsque la solution n'est pas utilisée.

Annexe 6 : préparation des réactifs pour l'analyse de la Chlorophylle-*a*

a) Solvant d'extraction : Acétone à 90 %

Produits chimiques exigés

Acétone pure 990 ml

Préparation

- Dans une éprouvette de 1 Litre, introduire 990 ml d'acétone pure.
- Ajouter l'eau distillé jusqu'au le trait de l'éprouvette.
- Couvert le bien, et laisser dans un endroit frais.

Annexe 7 : Les concentrations des sels nutritifs et profondeurs des différentes stations

code	depth(m)	[NO3] μmol/l	[NO2] μmol/l	[PO4] μmol/l	[SIO2] μmol/l
S1	0-5	0,2281	0,0863	0,6673	4,5747
CTD14	0-5	0,1846	0,0318	0,5928	3,1001
CTD23	0-5	0,2172	0,0083	0,6593	3,8541
S4	0-5	0,0507	0,0094	0,6035	3,9714
S3	20-25	0,3222	0,0105	0,8002	3,1336
CTD15	0-5	0,1521	0,0375	0,8294	4,2060
CTD17	0-5	0,0978	0,0448	0,5290	2,7314
CTD19	0-5	0,0598	0,0496	0,2313	2,2119
S3	0-5	0,1122	0,0704	0,6938	3,9212
CTD21	0-5	0,2679	0,0333	0,5981	2,1282
S1	20-25	0,1014	0,0257	0,3562	1,2903
S7	0-5	0,1159	0,0676	1,4515	17,9637
CTD22	0-5	1,2852	0,0699	8,1958	23,8119
S6	0-5	0,1340	0,5648	0,3509	5,4628
S6	20-25	0,1521	0,0178	0,4147	5,2617
CTD9	0-5	0,1267	0,0350	0,3350	6,9710
CTD24	0-5	0,1665	0,0114	0,5264	5,8147
CTD20	0-5	0,1086	0,0236	0,2047	2,7482

Annexe 8 : Business Model Canvas

Business Model Canvas est un excellent outil pour les startups car il les aide à identifier et à documenter rapidement leur modèle économique. Il leur permet de visualiser les différents éléments de leur business model et d'identifier rapidement d'éventuels problèmes ou axes d'amélioration.

I. Introduction :

Une compréhension de la structure, la circulation et l'évolution des océans ainsi que la thermocline (zone de transition thermique rapide entre les eaux: zone de reproduction) nécessite énormes efforts et des études par la communauté scientifique, afin d'exploiter rationnellement ces ressources et les préserver pour la régulation du climat de la terre.

Notre mémoire s'intéresse à l'étude des conditions physicochimiques au large des côtes Algériennes pour la contribution à l'étude des structures hydrodynamiques. Notre travail est pour l'objectif de comprendre la distribution verticale et horizontale de la température, de la salinité et des sels nutritifs au large de ces côtes en période hivernale (identification de la thermocline).

Dans ce contexte, on a travaillé sur les données acquises durant une campagne (CHH2020) en mer réalisée en décembre 2020 par les chercheurs de CNRDPA à bord du navire « BELKACEM GRINE ».

II. Problématique :

Pour cela on s'intéresse a posé des questions sur le modèle de simplification de ces distributions pour l'identification des zones qui sont intéressantes pour le secteur de la pêche.

Comment le simple pêcheur fait son activité sans risque de perdre du temps et d'énergie afin de rien collecter ?

Comment l'état peut suivre cette opération ou donner des informations sur ces zones ?

A la raison de la faciliter dans les côtes Algériennes et l'utilisation rationnelle des ressources halieutiques aussi que l'énergie humains et matériels, une identification de la thermocline est nécessaire. Pour cela, on a pensées de crée un bureau d'étude spécialisé en traitement des données océanographique pour la détermination de la thermocline spécifique pour la côte Algérienne, qui sert à: collecter, traiter, analyser, visualiser, interpréter et enregistrer les résultats.

III. Les segments des clients :

- Absence des cartes thermiques en profondeur
- Mal caractérisation des zones de pêches en fonction des saisons
- Menace de surpêche des petites pélagiques
- Risque de pêche en période de reproduction

IV. La nature de relation clients :

- Identifier les zones de pêches selon les variations spatiotemporelles de la thermocline
- Economiser du temps, d'énergie et d'effort.
- Préservation de la ressource pélagique

V. Les canaux de distribution :

- Plateforme web
- Application Android
- Cartes numériques

VI. Les activités clés :

- Collecte des données.
- Traitement et analyse.
- Conception de la base de données.
- Réalisation de cartes thermiques.
- Création d'une plateforme.
- Web et une application Android.

VII. Les ressources clés :

1. Ressources de fonctionnement

- Le Navire de recherche de CNRDPA pour les campagnes.
- Les données acquises des plateformes Européennes comme COPERNICUS.
- Matériels de mesure des données :

CTD SBE25 PLUS

THERMOSALINOGRAPHE

FLURIMETRE

- Un logiciel de traitement Maxsea, ODV, Matlab...etc.
- Un bureau

2. Ressources humaines

- Deux ingénieurs
- Deux informaticiens
- Les chercheurs de navire de CNRDPA

3. Ressources financiers

- L'ANADE
- Les banques
- Ressources personnelles

VIII. Prototypage :

Pour donner un modèle sur notre idée (service), on propose les résultats de nos études de PFE après traitement, discussion et interprétation :

Premièrement on étudie la Température et la Salinité du trajet de la zone d'étude (pour connaître les deux paramètres en surface d'une période précise) :

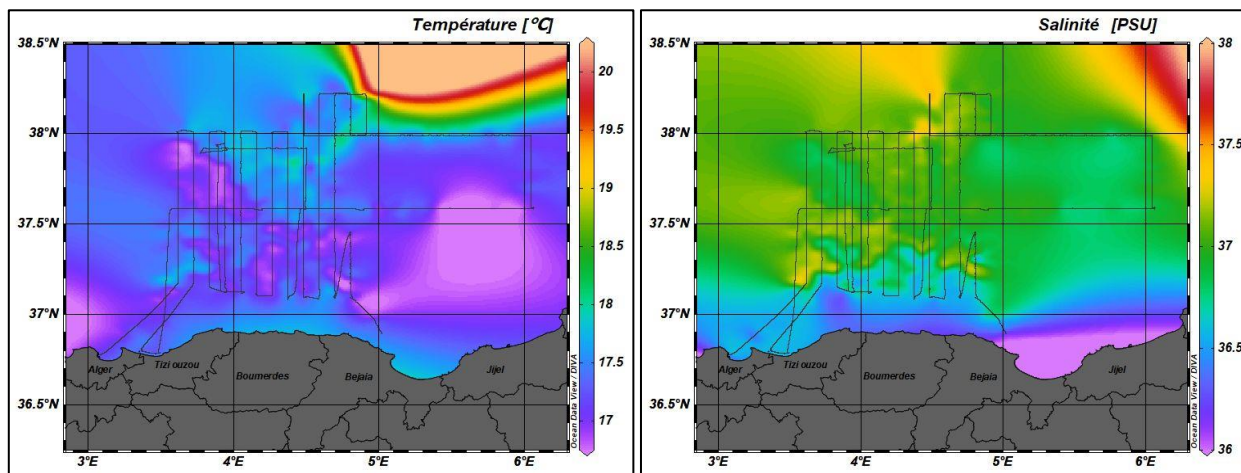


Figure 1 : variation des Températures et de Salinités du secteur d'Alger jusqu'au Bejaia au large en période hivernale

Deuxièmement on réalise les profils verticaux des traceurs conservatifs en fonction de la profondeur pour identifier la profondeur de la thermocline :

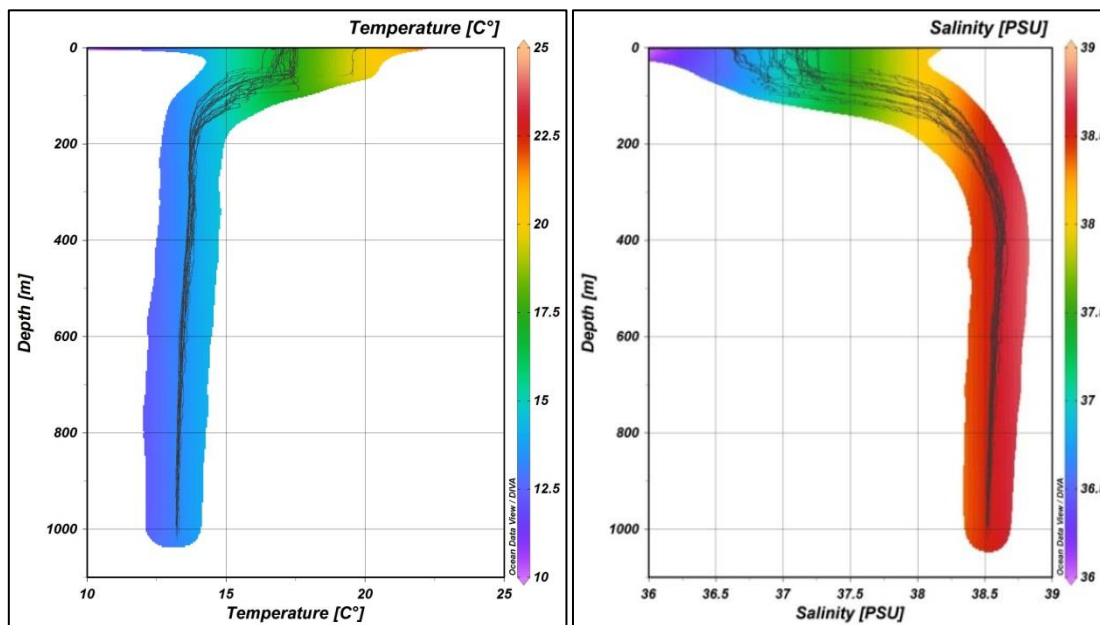


Figure 2 : Profils verticaux de Température et de Salinité en fonction de la profondeur

Troisièmes on représente des sections choisies pour élucider la totalité des variations horizontales et verticales des deux descripteurs Température et salinité pour structurer les phénomènes hydrologiques à méso échelle :

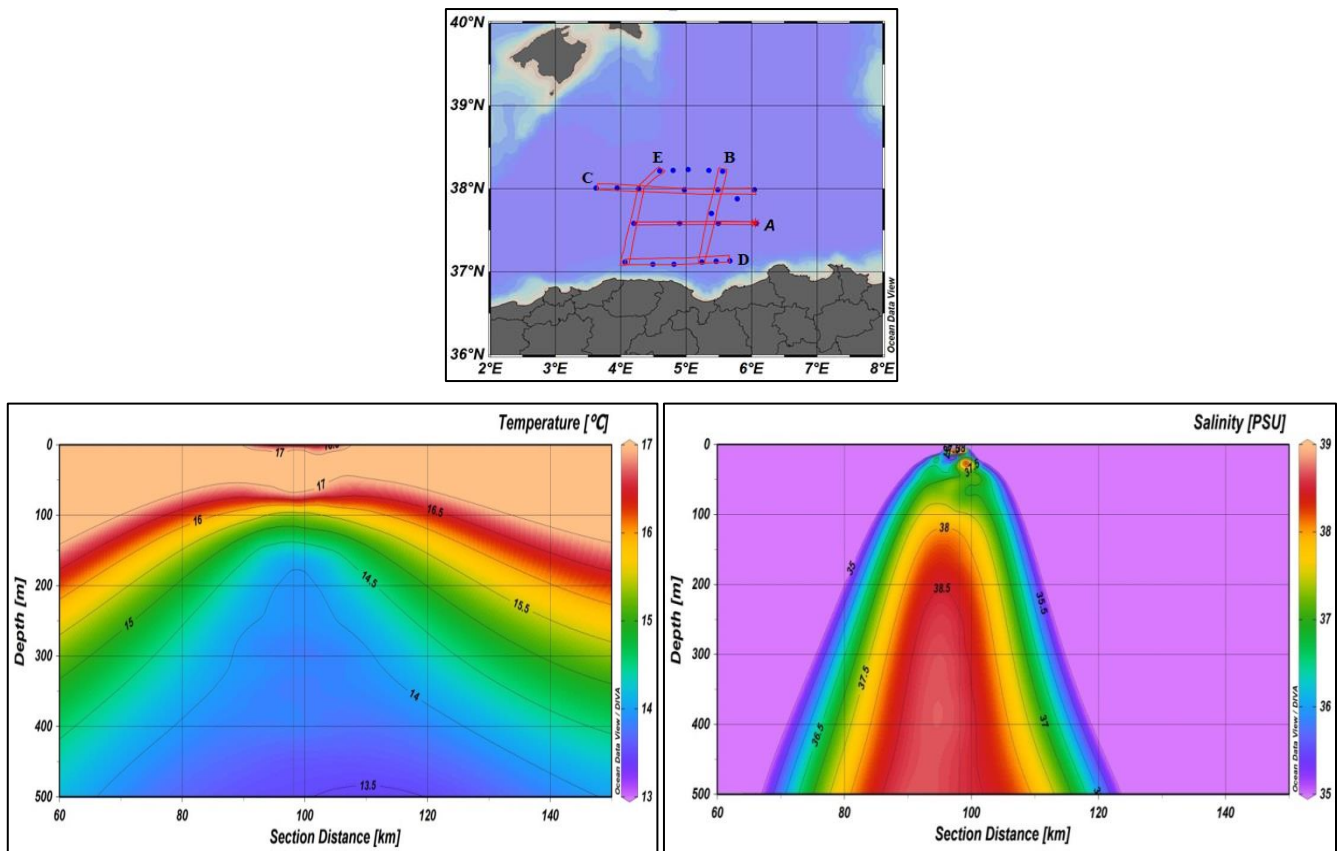


Figure 3 : Variation des deux paramètres à suivre en fonction de la profondeur d'une selle section (section B)

IX. Les partenaires clés :

On est besoin de certains partenaires, les suivants :

- Centre Nationale de la Recherche et Développement de la Pêche et l'Aquaculture (CNRDPA).
- Service Hydrographique des Forces Navales (SHFN).
- Les BANQUES.
- Agence Nationale d'Appui et de Développement de l'Entrepreneuriat (ANADE).
- Ministère de la Pêche et des Produits Halieutiques (MPPH).
- Les Investisseurs.
- Chambres de Pêches.
- Les Professionnels.
- Institut National de la Cartographie et de Télédétection (INCT).
- Copernicus data base.

X. Les structures des coûts et les revenus :

Notre projet est structuré par des tableaux qui simplifient les calculs des coûts et des revenus durant 5 prochaines années comme suite :

On commence par calculer les coûts du projet (les coûts fixes, les coûts variables) :

Tableau 1. Le coût du projet

<u>4000000,00 DA</u>	Logiciel de traitement	Agencements
<u>320000,00 DA</u>	Les outils de l'informatique et bureautique	
<u>180000,00 DA</u>	Local	Besoins en fonds de roulement
<u>1000000,00 DA</u>	Budget de communication	
<u>7300000,00 DA</u>	Les salaires	
<u>300000,00 DA</u>	Assurance	
<u>24000,00 DA</u>	Internet	
<u>240000,00 DA</u>	Electricités/ Eau	
<u>49400000,00 DA</u>	Données	
<u>40000,00 DA</u>	Publicités	
<u>62804000,00 DA</u>		Total (coût du projet)

Barème des charges (coûts) :

Tableau 2. Charges variables (coûts)

le coût	catégorie de charge	Charges variables (coûts)
<u>49400000,00 DA</u>	Données	
<u>240000,00 DA</u>	Electricités/ eau	
<u>5000000,00 DA</u>	salaires de 05 chercheurs	
<u>640000,00 DA</u>	salaires de 02 ingénieurs	
<u>24000,00 DA</u>	internet	
<u>1600000,00 DA</u>	salaires de 02 informaticiens	
<u>60000,00 DA</u>	Comptable	
<u>1000000,00 DA</u>	Budget de communication	
<u>57964000,00 DA</u>	Totale	

Tableau 3. Les charges fixes

Coût	Catégorie de charge	Frais fixes
<u>180 000,00 DA</u>	Local	
<u>4 000 000,00 DA</u>	Logiciel de traitement	
<u>30 000,00 DA</u>	assurance	
<u>320 000,00 DA</u>	Les outils de l'informatique et bureautique	
<u>4 530 000,00 DA</u>	Total	

Tableau 4. Ventes estimées en 2025

Total	Novembre	Aout	Mai	Février	Mois
4	1	1	1	1	Quantité

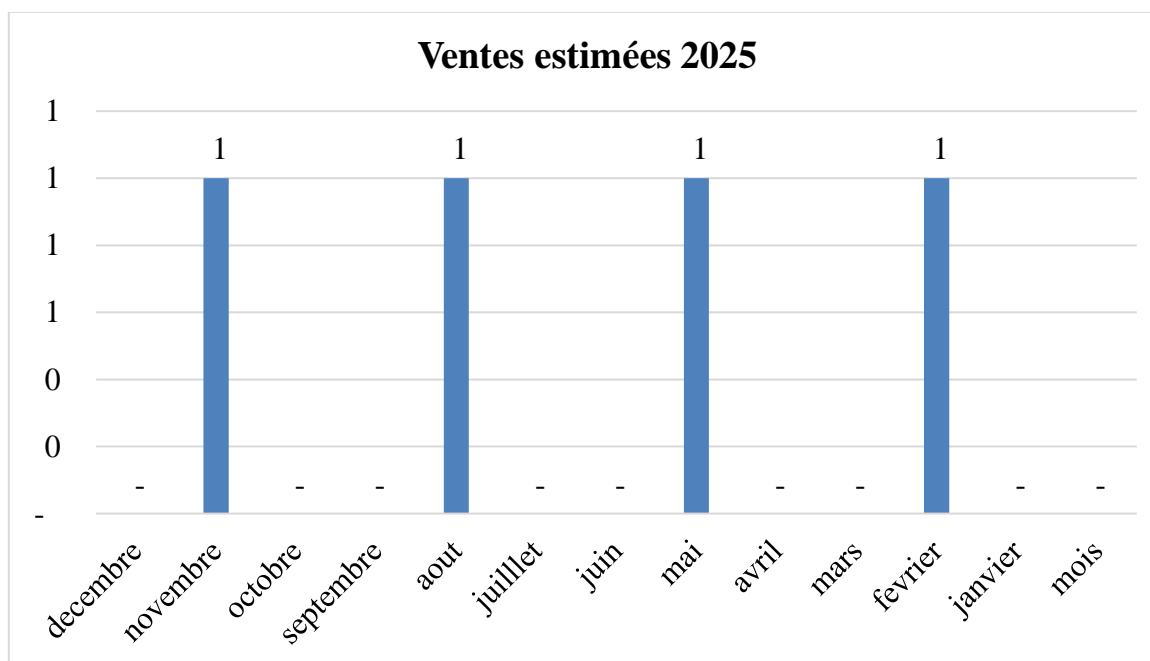


Figure 3 : Estimation des ventes en 2025

Tableau 5. Tableau de consommation

Versement annuel	Durée	valeur	Actifs
<u>800 000,00 DA</u>	5	<u>4 000 000,00</u> <u>DA</u>	Logiciel de traitement
<u>64 000,00 DA</u>	5	<u>320 000,00 DA</u>	Les outils de l'informatique et bureautique

Tableau 6. Barème des charges (coûts) et la consommation

prix	Catégorie de charge	Charges variables (coûts)
<u>49400000.00 DA</u>	Données	
<u>240000.00 DA</u>	Electricités; eau	
<u>1000000.00 DA</u>	Budget de communication	
<u>24000.00 DA</u>	Internet	
<u>50664000.00 DA</u>	Total	

prix	Catégorie de charge	Frais fixes
<u>180000.00 DA</u>	Local	
<u>4000000.00 DA</u>	Logiciel de traitement	
<u>300000.00 DA</u>	Assurance	
<u>40000.00 DA</u>	Publicités	
<u>864000.00 DA</u>	Consommation	
<u>320000.00 DA</u>	Les outils de l'informatique et bureautique	
<u>7300000.00 DA</u>	Les salaires	
<u>13,004,000.00 DA</u>	Total	

63668000	coût total
----------	------------

Tableau 7. Chiffre d'affaire estime

Total	Aout	Mai	Février	Mois
4	1	1	1	Chiffre d'affaire
<u>94948000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	Fardeaux
<u>94948000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	Résultats

Tableau 7. Calcul du rendement

100%	<u>94948000.00 DA</u>	Chiffre d'affaires (ventes x prix) C.A
53%	<u>50664000.00 DA</u>	CV charges variables
47%	<u>44284000.00 DA</u>	Marge sur charges variables
14%	<u>13004000.00 DA</u>	Charges fixes CF
33%	<u>31,280,000.00 DA</u>	Résultat

<u>2,788,148,749.00 DA</u>	Seuil de rendement (chiffre d'affaires minimum)
1,11	Seuil de rendement (quantité)
0	Seuil de rendement (nombre de jours)

Tableau 8. Les flux de trésorerie

Total	Novembre	Aout	Mai	Février	Mois
4	1	1	1	1	Ventes quantitatives
	<u>23737000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	<u>23737000.00 DA</u>	Prix
<u>379 792 000.00 DA</u>	<u>94 948 000.00 DA</u>	<u>94 948 000.00 DA</u>	<u>94 948 000.00 DA</u>	<u>94 948 000.00DA</u>	Chiffre d'affaire
	<u>379 792 000.00DA</u>	<u>284 844 000.00DA</u>	<u>189 896 000.00DA</u>	<u>94 948 000.00DA</u>	Solde de départ
	<u>94 948 000.00 DA</u>	<u>94 948 000.00 DA</u>	<u>94 948 000.00 DA</u>	<u>94 948 000.00DA</u>	Recettes en espèces (paiements clients) immédiatement
<u>1,234,324 000.00DA</u>	<u>474740 000.00 DA</u>	<u>379792 000.00 DA</u>	<u>284844 000.00 DA</u>	<u>94948 000.00 DA</u>	Total des encaissements par saisons
	<u>474,740 000.00DA</u>	<u>379,792 000.00DA</u>	<u>284,844 000.00DA</u>	<u>94,948 000.00DA</u>	Solde de liquidité

Tableau 9. Tableau de résultats

Les années	Prix	Quantités	Bénéfices
1 ère année	<u>94,948,000.00 DA</u>	4	<u>23,737,000.00 DA</u>
2 ème année	<u>118,685,000.00 DA</u>	4	<u>47,474,000.00 DA</u>
3 ème année	<u>142,422,000.00 DA</u>	4	<u>71,211,000.00 DA</u>

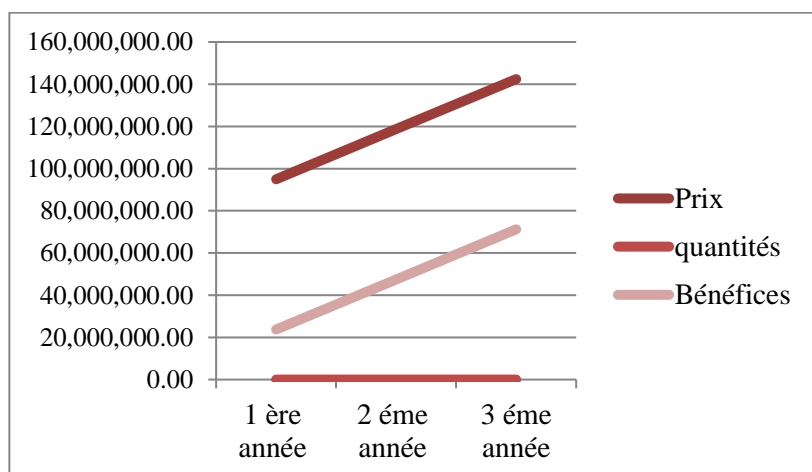


Figure 4 : Estimation des bénéfices dans 3 ans

<p>7. <u>Les partenaires clés</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Centre Nationale de la Recherche et Développement de la Pêche et l'Aquaculture (CNRDPA). ▪ Service Hydrographique des Forces Navales (SHFN). ▪ Les BANQUES et les Investisseurs. ▪ Agence Nationale d'Appui et de Développement de l'Entrepreneuriat (ANADE). ▪ Ministère de la Pêche et des Produits Halieutiques (MPPH). ▪ Chambres de Pêches. ▪ Les Professionnels. ▪ Institut National de la Cartographie et de Télédétection (INCT). ▪ Copernicus data base. 	<p>5. <u>Les activités clés</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Collecte des données. ▪ Traitement et analyse. ▪ Conception de la base de données. ▪ Réalisation des cartes thermiques. ▪ Création d'une plateforme web et une application Android. 	<p>1. <u>Proposition de valeur</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier les zones de pêches selon les variations spatiotemporelles de la thermocline • Economiser du temps, d'énergie et d'effort. • Préservation de la ressource pélagique 	<p>3. <u>La nature de relation clients</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Absence des cartes thermiques en profondeur • Mal caractérisation des zones de pêches en fonction des saisons • Menace de surpêche des petites pélagiques • Risque de pêche en période de reproduction 	<p>2. <u>Les segments de clients</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ministère de la Pêche et des Produits Halieutiques (MPPH). ▪ Chambres de Pêches. ▪ Les simples pêcheurs. ▪ les Investisseurs.
<p>6. <u>Les ressources clés</u></p> <p>Ressources de fonctionnement</p> <p>Ressources humaines</p> <p>Ressources financiers</p>		<p>4. <u>Les canaux de distribution</u></p> <p>Plateforme web</p> <p>Application Android</p> <p>Cartes numériques</p>		
<p>8. <u>Les structures des coûts</u></p> <p>Les coûts variables : <u>57, 964,000.00 DA</u></p> <p>Les coûts fixes : <u>13,004,000.00 DA</u></p> <p>Totale : <u>63, 668,000.00 DA</u></p>			<p>9. <u>Revenus</u></p> <p>Année 3 : <u>94,948,000.00 DA</u></p> <p>Année 4 : <u>118,685,000.00 DA</u></p> <p>Année 5 : <u>142,422,000.00 DA</u></p>	

Résumé :

L'objectif principal de notre étude est de faire une caractérisation des masses d'eaux et une détermination de la thermocline d'après une distribution verticale de la température et salinité, et une distribution horizontale des sels nutritifs, au large des côtes Algériennes en période hivernale. En utilisant des données acquises lors d'une campagne océanographique (CHH2020). Le choix de 24 stations a été fait de façon à couvrir l'ensemble de l'ouverture du golfe de Bejaïa vers le large. Le traitement des données est basé sur l'utilisation du logiciel ODV, et des analyses au laboratoire.

On a utilisées deux traceurs océaniques conservatifs (la température et la salinité) pour l'étude de l'évolution spatiotemporelle des masses d'eau et trois traceurs non conservatifs (nitrates, phosphates et silicates) pour l'étude et la caractérisation indispensable pour l'hydrologie.

La variation de la température présente un gradient décroissant de la surface (16 et 19°C) vers le fond (13.3°C). Les faibles valeurs de salinités enregistrées dans la couche superficielles (36.1 et 38), alors que les fortes valeurs sont enregistrées dans les couches profondes (38).

L'analyse du diagramme température potentielle-salinité montre la relation qui existe entre ces deux paramètres et qui sert à caractériser et identifier les masses d'eaux. Il existe essentiellement deux masses d'eaux au large des côtes Algériennes : L'eau Atlantique Modifiée (MAW), l'eau intermédiaire Levantine (LIW).

Les concentrations obtenus par les analyses effectuées au laboratoire des phosphates et des nitrates sont faibles ou nulles en raison de l'activité photosynthétique qui engendre une consommation de ces nutriments. Les concentrations de ces dernières varient entre 0.06 $\mu\text{mol/l}$ et 0.32 $\mu\text{mol/l}$ pour les nitrates, et entre 0.2 $\mu\text{mol/l}$ et 1.45 $\mu\text{mol/l}$ pour les phosphates en surface (0-25m).

Les concentrations des phosphates et des nitrates dans les stations S1, S3 et S6 augmentent avec la profondeur (de 0-5 et 20-25m). Cette augmentation est due à la régénération de ces substances par l'oxydation de la matière organique. Par contre, la concentration des silicates dans ces stations diminue dans la même profondeur, car la régénération des silicates se fait par une simple dissolution physicochimique de l'opale amorphe.

Les mots clés : les côtes algériennes, CHH2020, conditions physicochimique, sels nutritifs, thermocline, masses d'eaux.

Abstract:

The main objective of our study is to characterize water masses and determine the thermocline based on a vertical distribution of temperature and salinity, and a horizontal distribution of nutrient salts, off the Algerian coast during winter. Using data acquired during an oceanographic cruise (CHH2020). A total of 24 stations were selected to cover the entire offshore opening of the Gulf of Bejaïa. Data processing was based on ODV software and laboratory analysis.

Two conservative oceanic tracers (temperature and salinity) were used to study the spatiotemporal evolution of water masses, and three non-conservative tracers (nitrates, phosphates and silicates) for the study and characterization essential for hydrology.

Temperature variation shows a decreasing gradient from the surface (16 and 19°C) to the bottom (13.3°C). Low salinity values are recorded in the surface layer (36.1 and 38PSU), while high values are recorded in the deep layers (38).

Analysis of the potential temperature-salinity diagram shows the relationship between these two parameters, which is used to characterize and identify water masses. There are essentially two water masses in the off Algerian coast: the Atlantic Modifier Water (**MAW**), Levantine Intermediate Water (**LIW**).

The concentrations of phosphates and nitrates obtained from laboratory analyses are low or non-existent due to photosynthetic activity, which consumes these nutrients. Concentrations range from 0.06µmol/l to 0.32µmol/l for nitrates, and from 0.2µmol/l to 1.45µmol/l for phosphates at the surface (0-25m).

Phosphate and nitrate concentrations at stations S1, S3 and S6 increase with depth (from 0-5 and 20-25m). This increase is due to the regeneration of these substances through the oxidation of organic matter. On the other hand, the concentration of silicates in these stations decreases at the same depth, as silicate regeneration occurs through simple physicochemical dissolution of amorphous opal.

Keywords: Algerian coasts, CHH2020, physicochemical conditions, nutrient salts, thermocline, water masses.