

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES SCIENCES DE LA MER ET DE
L'AMÉNAGEMENT DU LITTORAL



Thèse de doctorat

En vue de l'obtention du doctorat en sciences
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Hydrologie Marine et Continentale

Thème :

**Contribution de la télédétection à la pêche
du grand Pélagique *Thunnus thynnus*
(*linnaeus, 1758*) dans la cote algérienne**

Préparé par : FIRAD Ben Yahia

Composition du jury :

| | | | |
|------------------------------|-------------------|---|---------------------------|
| MEZOUAR khoudir | Professeur | ENSSMAL | Président |
| BACHARI Nour-El Islam | Professeur | USTHB | Directeur de thèse |
| GRIMES Samir | Professeur | ENSSMAL | Examinateur |
| LAMINE Salime | M.C.A. | Université de Bouira akli mohand oulhadj | Examinateur |
| GUEDIOURA Abdelmoumen | M.C.A. | Université Saad Dahleb Blida | Examinateur |
| BOUFERSAOUI Samira | M.C.A. | ENSSMAL | Examinatrice |

Résumé (Fr)

Thunnus thynnus est une espèce pélagique qui fréquente la Méditerranée, en particulier la côte algérienne. Elle est très recherchée par les pêcheurs en raison de sa très grande valeur commerciale et vu de sa haute valeur nutritionnelle. En raison de l'importance écologique et économique de ces poissons au niveau national, régional qu'international, le but de ce présent travail d'apporter des connaissances à la compréhension du comportement de cette espèce vis-à-vis de son biotope. L'utilisation de la télédétection afin de collecter des données océanographiques, la combinaison de ces derniers aux données de pêche géoréférencées nous a permis de mieux comprendre comment ces facteurs environnementaux influencent sur la présence et la répartition de cette espèce dans la côte algérienne. Nous avons utilisé ces jeux de données, pour résoudre notre problématique : comment l'environnement contribue-t-il à la distribution spatio-temporelle du thon rouge ? et quels sont les facteurs environnementaux qui influencent cette distribution le long des côtes algériennes ? Ces recherches thons environnement visent à 4 objectifs : i) collection et structuration d'une base de données consistante ; ii) Comprendre le comportement et la distribution des populations du thon face à la variabilité des facteurs environnementaux ; iii) Mettre à jour les paramètres de croissance de *Thunnus thynnus* dans la cote algérienne ; iv) aider le scientifique pour la gestion des stocks. Dans cette thèse, on est arrivé à développer deux modèles linéaires spatio-temporels par l'analyse de régression linéaire multiple, afin de progresser dans la connaissance d'écosystèmes et de répondre aux questions soulevées par la gestion et la préservation de cette espèce. Cette analyse nous a permis de définir deux meilleures équations du modèle de correction linéaire spatio-temporelle. Le pourcentage de qualité de prédiction de ces deux modèles est exprimé en coefficient de détermination avec 99 % pour le modèle spatial et de 70.3 % pour le modèle temporel. Les facteurs déterminants de la distribution spatio-temporelle du thon rouge le long de la côte algérienne, sont : la Température, la Salinité, la Chlorophylle a, la vitesse du courant, la Hauteur des vagues, l'Oxygène dissous et Nitrate.

Abstract (Eng.):

Thunnus thynnus is a pelagic species found in the Mediterranean, particularly along the Algerian coast. It is much sought-after by fishermen because of its high commercial value and nutritional value. Because of the ecological and economic importance of these fish at national, regional and international level, the aim of this work is to provide knowledge for understanding the behaviour of this species in relation to its biotope. The use of remote sensing to collect oceanographic data, combined with geo-referenced fishing data, has enabled us to gain a better understanding of how these environmental factors influence the presence and distribution of this species on the Algerian coast. We used these datasets to solve our problem: how does the environment contribute to the spatio-temporal distribution of bluefin tuna? And what are the environmental factors that influence this distribution along the Algerian coast? This tuna-environment research has 4 objectives: i) to collect and structure a consistent database; ii) to understand the behaviour and distribution of tuna populations in the face of variability in environmental factors; iii) to update the growth parameters of *Thunnus thynnus* on the Algerian coast; iv) to help scientists manage stocks. In this thesis, we developed two spatio-temporal linear models using multiple linear regression analysis, in order to improve our knowledge of ecosystems and to answer the questions raised by the management and conservation of this species. This analysis enabled us to define two better equations for the spatio-temporal linear correction model. The predictive quality of these two models is expressed as a coefficient of determination with 99% for the spatial model and 70.3% for the temporal model. The determining factors for the spatio-temporal distribution of bluefin tuna along the Algerian coast are: temperature, salinity, chlorophyll a, current speed, wave height, dissolved oxygen and nitrate.

الملخص

يعتبر سمك *Thunnus thynnus* من الأنواع البحرية الموجودة في البحر الأبيض المتوسط، وخاصة على طول الساحل الجزائري. وهي مرغوبة كثيراً من قبل الصيادين بسبب قيمتها التجارية العالية وقيمتها الغذائية. ونظراً للأهمية الإيكولوجية والاقتصادية لهذه الأسماك على المستوى الوطني والإقليمي والدولي، فإن الهدف من هذا العمل هو توفير المعرفة لفهم سلوك هذا النوع فيما يتعلق بمحيطه الحيوي. وقد مكننا استخدام الاستشعار عن بعد لجمع البيانات الأوقيانوغرافية، إلى جانب بيانات الصيد المرجعية الجغرافية، من اكتساب فهم أفضل لكيفية تأثير هذه العوامل البيئية على وجود هذا النوع وتوزيعه على الساحل الجزائري. لقد استخدمنا مجموعات البيانات هذه لحل مشكلتنا: كيف تساهم البيئة في التوزيع المكاني والزمني لأسماك التونة زرقاء الزعانف؟ وما هي العوامل البيئية التي تؤثر على هذا التوزيع على طول الساحل الجزائري؟ يهدف هذا البحث في مجال التونة والبيئة إلى تحقيق 4 أهداف: (1) جمع وهيكلة قاعدة بيانات متسقة؛ (2) فهم سلوك وتوزيع مجموعات أسماك التونة في مواجهة التباين في العوامل البيئية؛ (3) تحديث معايير نمو سمك التونة الزرقاء الزعانف على الساحل الجزائري؛ (4) مساعدة العلماء على إدارة المخزون. في هذه الأطروحة، قمنا بتطوير نموذجين خطيين مكاني وزماني باستخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد، من أجل تحسين معرفتنا بالنظم البيئية والإجابة على الأسئلة التي تطرحها إدارة هذا النوع والحفاظ عليه. وقد مكننا هذا التحليل من تحديد معادلتين أفضل لنموذج التصحيح الخطي المكاني-الزماني. يتم التعبير عن الجودة التنبؤية لهذين النموذجين كمعامل تحديد بنسبة 99% للنموذج المكاني و70.3% للنموذج الزماني. العوامل المحددة للتوزيع المكاني والزمني لسمك التونة ذات الزعانف الزرقاء على طول الساحل الجزائري هي: درجة الحرارة، والملوحة، والكلوروفيل أ، وسرعة التيار، وارتفاع الأمواج، والأكسجين المذاب والنترات.

Remerciement

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude envers les membres du jury pour leur engagement et leur participation à l'évaluation de ma thèse. Leur expertise va contribuer à l'amélioration de mon travail de recherche. Je voudrais adresser un remerciement spécifique à chaque membre du jury :

À M. BACHARI Nour-El Islam, mon directeur de thèse, je souhaite exprimer ma reconnaissance pour votre soutien constant, vos conseils éclairés et votre expertise. Votre encadrement a été essentiel tout au long de ce parcours de recherche, et je suis reconnaissant de pouvoir bénéficier de votre accompagnement.

À M. MEZOUAR Khoudir je tiens à exprimer ma profonde gratitude d'avoir accepté de présider. Votre présence et vos remarques vont enrichir les différents aspects de ma thèse.

À M. GRIMES Samir, je tiens à vous remercier pour votre participation à ma soutenance. Votre expertise dans le domaine va apporter un regard précieux sur mon travail, et j'apprécie grandement votre contribution à cette étape importante de ma thèse.

À M. LAMINE Salime, je souhaite exprimer ma gratitude pour votre présence et votre évaluation de mon travail. Vos commentaires m'ont permis d'enrichir ma réflexion et d'améliorer la qualité de ma thèse.

A M. GUEDIOURA Abdelmoumen, je souhaite exprimer ma profonde gratitude pour votre engagement d'évaluer mon travail. Vos suggestions vont être d'une grande valeur.

À Mme. BOUFERSAOUI Samira, je tiens à vous remercier pour votre participation et votre évaluation de ma recherche. Vos remarques éclairantes vont contribuer à renforcer la pertinence de mon travail, et je suis reconnaissant de votre investissement dans l'évaluation de ma thèse.

Je tiens également à remercier l'ensemble du jury pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de ma thèse. Leurs conseils et suggestions m'ont permis de progresser dans ma recherche et de développer mes compétences scientifiques.

Enfin, je souhaite exprimer ma reconnaissance envers tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ma thèse, ainsi qu'à ma famille, mes amis, mes proches et mes collègues pour leur soutien indéfectible tout au long de ce parcours. Votre soutien moral et votre encouragement ont été essentiels pour mener à bien ce travail de recherche.

Merci infiniment à tous les membres du jury pour leur précieuse contribution et leur implication dans l'évaluation de ma thèse. Et je suis reconnaissant de pouvoir bénéficier de votre évaluation.

Liste des abréviations

| | |
|----------|---|
| ANOVA | Analyse de variance |
| Avr | la moyenne |
| BFT | Thon rouge |
| Chl a | chlorophylle a |
| Crrt-spd | Vitesse du courent |
| CV | coefficient de variation |
| Dev-str | Ecart type |
| Dist_cot | distance à la côte |
| Ht Vg | Hauteur de la vague |
| IC | Intervalle de Confidance |
| ICCAT | Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'atlantique |
| Lt | Longueur totale |
| MAX | Maximum |
| MIN | Minimum |
| N | Taille de l'échantillon |
| NO3 | Nitrate |
| O2 | Oxygène |
| PCA | Analyse en composante principale |
| S | Salinité |
| T | Température |
| Wt | Poids total |
| MSE | Erreur des moyennes carrées |
| WMDW | Eaux profondes de la méditerranée occidentale |
| QGIS | quantum geographic information system |
| MODIS | Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer |
| Lidar | Light Detection and Ranging |
| SAR | Synthetic Aperture Radar |
| ELEFAN I | Electronic Length Frequency Analysis |

Liste des figures

- Figure 1.** Présentation des zones de pêches du thon rouge dans la côte algérienne.
- Figure 2.** Division du Bassin algérien en trois régions (A : région Ouest ; B : région Centre ; C : région Est) Ainsi la côte peut se diviser en trois grands secteurs (Hemida, 2005).
- Figure 3.** Circulation de l'eau atlantique modifiée le long des côtes algériennes (FA = Flux Atlantique ; TA = Tourbillon Anticyclonique) (MILLOT, 1987b).
- Figure 4.** Points clés de la biologie et de l'écologie de *Thunnus thynnus* ((Mather et al., 1995) in (Fromentin, 2006), (Fromentin and Fonteneau, 2001).
- Figure 5.** Caractères distinctifs de *Thunnus thynnus* d'après les fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche de la F.A.O. 2008.
- Figure 6.** Distribution et migrations du thon rouge *Thunnus thynnus* (Ravier-Mailly and Fromentin, 2003).
- Figure 7 :** Schéma conceptuel des principales Sources de données utilisées en télédétection pour la pêche
- Figure 8:** carte conceptuel des principes de base de la télédétection appliquée à la pêche
- Figure 9.** Schéma conceptuel d'extraction des données environnementales (Etape 1).
- Figure 10.** Schéma conceptuel d'extraction des données environnementales (Etape 2).
- Figure 11.** Schéma conceptuel des étapes de processus de Filtration et d'homogénéisation.
- Figure 12.** Les abondances du *Thunnus thynnus* en fonction des saisons.
- Figure 13.** Cercle de corrélation entre les variables.
- Figure 14.** Relation biométrique de *Thunnus thynnus*.
- Figure 15.** Variation saisonnière des facteurs physiques : température et salinité.
- Figure 16.** Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction de la température.
- Figure 17.** Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction de la salinité.
- Figure 18.** Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction du facteur vitesse du courant.
- Figure 19.** Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne des thons rouges en relation avec la hauteur des vagues.
- Figure 20.** La variation saisonnière de ces deux facteurs : La température et l'oxygène dissous.
- Figure 21.** Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne des thons rouges en fonction de l'oxygène dissous.
- Figure 22.** Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en relation avec le facteur de la chlorophylle (a).
- Figure 23.** Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en relation avec le nitrate (NO₃).
- Figure 24 :** Variabilité temporelle des paramètres de croissance du thon rouge et leur relation avec les facteurs environnementaux
- Figure 25.** Représentation graphique de la zone d'étude sur les deux axes, longitudinale et latitudinal.
- Figure 26.** Variations longitudinales le long des côtes algériennes des différentes variables étudiées A : la longueur totale (Lt); B : le poids total (Wt); C : la vitesse du courant (crrt_spd);
- Figure 27.** Variations latitudinales le long des côtes algériennes des différentes variables étudiées. A : la longueur totale (Lt); B : le poids total (Wt); C : la vitesse du courant (crrt_spd); D : les teneurs en chlorophylle a (Chl_a); E : les profondeurs; F (Z) : les salinités de surface (S); G : les hauteurs des vagues (Ht_vg); H : les températures de surfaces (T); I : les distances de la côte (dist_cot); J : les teneurs en oxygène (O₂); K : les teneurs en nitrate (NO₃).

Figure.28 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : la longueur totale du thon rouge et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la longueur totale.

Figure.29 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : température de surface et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la température de surface

Figure.30 : Répartition spatiale dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : la distance à la cote et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la salinité de surface.

Figure.31 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : de la chlorophylle a et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la chlorophylle a.

Figure.32 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : la vitesse du courant et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la vitesse du courant.

Figure.33 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : la hauteur de la vague et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster la hauteur de la vague

Figure.34 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : Teneurs en oxygène et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la teneur en oxygène.

Figure.35 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : Teneurs en nitrate et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la teneur en nitrate.

Figure.36 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien : (A) Abondance du thon rouge estimé en poids total (C) : résidus du model d'estimation ; et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids estimé ; D : histogramme Raster des résidus

Figure 37. Variations temporelles des paramètres de croissance (k , L_{inf} , W_{inf} & \emptyset') du thon rouge estimées par la méthode ELEFAN I durant périodes comprises entre 2000et 2019.

Figure 38. Relation entre les paramètres de croissances et la longitude pour *thunnus thynnus* dans le bassin algérien.

Figure 39. relation biométrique de deux paramètres asymptotiques (poids et taille).

Figure 40. Variation longitudinale de deux Paramètres asymptotiques (poids et taille).

Figure 41.Relation entre les paramètres de croissances et la latitude pour *Thunnus thynnus* dans le bassin algérien.

Figure 42. Cercle de corrélation des paramètres de croissance du *thunnus thynnus* avec les facteurs environnementaux au cours des périodes comprises entre 2000 et 2019 dans le bassin algérien.

Figure 43.Variations temporelles des paramètres de croissance tel que L_{inf} , W_{inf} & \emptyset' du thon rouge en relation avec la chlorophylle-a, O₂ et NO₃ au cours des périodes comprises entre 2000 et 2019.

Figure 44.Variations temporelles des paramètres de croissance tel que L_{inf} , W_{inf} et \emptyset' du thon rouge en relation avec la T, S, Ht-vg etcrrt-spd durant les périodes de prise comprises entre 2000et 2019

Liste des tableaux

Tableau 1. Résumé des statistiques descriptives par variable.

Tableau 2. Résultats de l'analyse de variance³⁷

Tableau 3. Abondances du *thunnus thynnus* par trimestre. 38

Tableau 4. Résultat de test sphéricité de Bartlett. 39

Tableau 5. Matrice de corrélation.

Tableau 6. Résultats l'analyse de régression linéaire multiple.

Tableau 7. Résumé statistique des différentes données.

Tableau 8. Statistiques des couches rasters.

Tableau 9. Les résultats l'analyse de régression linéaire multiple.

Tableau 10. Résultats du test de Student (poids estimé en Algérie et poids total en Tunisie)

Tableau 11. Résultats du test de Student (poids estimé en Algérie et poids total en Malt)

Tableau 12. Matrice de corrélation entre les paramètres de croissances du thon rouge avec les facteurs environnementaux.

Sommaire

| | |
|--|----|
| Liste des abréviations | 6 |
| Liste des figures | 7 |
| Liste des tableaux | 9 |
| Sommaire | 10 |
| INTRODUCTION GENERALE..... | 13 |
| CHAPITRE I : ZONE D'ETUDE ET BASES CONCEPTUELLES..... | 6 |
| I.1 Les côtes Algériennes..... | 7 |
| I.1.1 Présentation de la zone d'étude | 7 |
| I.1.2 Les caractéristiques des côtes Algériennes | 8 |
| I.1.2.1. Caractéristiques des fonds | 8 |
| I.1.3 Hydrologie..... | 10 |
| I.1.3.1 Les masse d'eaux | 10 |
| I.1.3.2 Circulation océanique | 11 |
| I.2 Espèce étudiée | 12 |
| I.2.1. Position systématique | 12 |
| I.2.2. Contexte océanographique et écologique..... | 13 |
| I.2.3. Distribution et migrations | 14 |
| I.2.3.1. Aire de répartition et préférences écologiques | 14 |
| I.2.3.2. Migration | 15 |
| I.2.4 Biologie..... | 15 |
| I.2.4.1 Croissance..... | 15 |
| I.3 L'application de la télédétection a la pêche..... | 16 |
| I.3.1. Principes de base de la télédétection | 17 |
| I.3.1.1. Sources de données utilisées en télédétection pour la pêche | 17 |
| I.3.1.2. Principaux capteurs utilisés dans la télédétection de la pêche..... | 19 |
| I.3.1.3. Résolutions spatiales et temporelles des capteurs et leur influence sur les applications de la télédétection à la pêche | 19 |
| I.3.2. Détection et surveillance des bancs de poissons | 22 |
| I.3.2.1. Surveillance des zones de pêche et de l'habitat marin..... | 22 |
| I.3.2.2. Gestion des pêcheries et lutte contre la pêche illégale | 23 |
| CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES | 24 |

| | |
|--|-----------|
| II.1 Base de données | 25 |
| II.1.1 Données de capture | 25 |
| II.1.2 Données environnementales | 26 |
| II.1.3 Description des étapes d'extraction de données environnementales | 26 |
| II.1.4. Filtration et homogénéisation des données | 30 |
| II.2 Etude de la croissance | 30 |
| II.2.1. Relation Taille-Poids | 31 |
| II.2.2. Estimation des paramètres de croissance (L_{∞}, K, W_{∞}, K & Φ') | 31 |
| II.3. Analyses statistiques | 33 |
| II.3.1 Statistique descriptive | 33 |
| II.4 Système d'information géographique (SIG) | 34 |
| III.3.4.1 Analyse géostatistique | 34 |
| III.3.4.2 Analyse matricielle | 34 |
| III.3.4.3. Analyse vectorielle | 35 |
| CHAPITRE III : ANALYSE TEMPORELLE DE LA DISTRIBUTION DU THUNNUS THYNNUS EN RAPPORT AVEC LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX | 36 |
| III.1 Introduction | 37 |
| III.2. Analyses statistiques | 37 |
| III.2.1 Analyse de variance | 37 |
| III.2.2 Analyse en composante principale | 38 |
| III.2.3 Model de la régression multiple | 40 |
| III.3 Analyse temporelle de la distribution du thon rouge en relation avec les facteurs environnementaux | 41 |
| III.3.1 Variation saisonnière | 41 |
| III.3.1 Facteurs physiques | 41 |
| III.3.2 Facteurs chimiques | 44 |
| III.3.2 variation annuelle | 46 |
| III.4 Discussion | 49 |
| III.5 Conclusion | 52 |
| CHAPITRE IV : ANALYSE GEOSTATISTIQUE DE LA DISTRIBUTION DU THON ROUGE EN INTERACTION AVEC LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX | 54 |
| IV.1 Introduction | 55 |
| IV.2 Analyse descriptive des données | 55 |
| IV.2.1 Analyse spatiale | 56 |
| IV.2.1.1 Variations spatiales | 57 |
| IV.2.1.1.1 Variation longitudinale | 57 |
| V.2.1.1.2 Variation latitudinale | 59 |

| | |
|---|------------|
| IV.2.1.2 Interpolation spatiale | 60 |
| IV.2.1.3 Modélisation spatiale | 70 |
| IV.2.1.3.1 Etude comparative | 71 |
| IV.2.1.3.2 Test de comparaison..... | 74 |
| IV.3 Discussion..... | 75 |
| IV.3.1 Validation du modèle | 79 |
| IV.4 Conclusion | 80 |
| CHAPITRE V : INFLUENCE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX SUR LES PARAMETRES DE CROISSANCE | 81 |
| V.1 Introduction | 82 |
| V.2 Variation spatiale des paramètres de croissance | 83 |
| V.2.1 Variation longitudinale | 83 |
| V.2.2 Variation latitudinale | 84 |
| V.3 Discussion | 90 |
| V.3.1 Impacts du réchauffement climatique sur le régime alimentaire du thon rouge en Méditerranée..... | 91 |
| V.4 Conclusion..... | 93 |
| CONCLUSION GENERALE..... | 94 |
| Bibliographie..... | 98 |
| Annexe 01 : représentation du diagramme quantile-quantile (Q-Q Plot)..... | 111 |
| www.ejabf.journals.ekb.eg | 128 |

INTRODUCTION GENERALE

La pêche est une activité complexe qui implique l'interaction entre : l'homme, le bateau, l'océan et le poisson. Pour maximiser les rendements en minimisant les dépenses, il est important pour les pêcheurs de délimiter les zones de pêche en termes d'espace et de temps. La discipline scientifique qui vise à optimiser les rendements de pêche, en prenant en compte des aspects tels que la biologie, l'économie et l'océanographie, est appelée halieutique ou théorie des pêches (POSTEL, 1973). Avec, l'utilisation des nouvelles technologies de pêche telles que l'acoustique et la télédétection jouent un rôle important dans cette optimisation.

Le premier télédécteur est l'être humain qui observe, analyse et passe à l'action sans aucun contact physique avec les objets (Bachari, 1999). La télédétection a pris naissance avec l'apparition des photo-aériennes et la photogrammétrie. Selon (Chablat-Beylot, 2010) depuis la première guerre mondiale les applications des photo-aériennes se sont multipliées à la fois pour les activités militaires et les activités civiles. Depuis 1923 la campagne Aerial Survey en Canada, (Chevallier, 1968) a utilisé la photo-aérienne pour le compte des phoques dans la région de Terre-neuve. Une nouvelle fenêtre pour l'observation des bancs de poisson est ouverte en 1918 et par accident un avion militaire a pu observer les bancs de poisson et a permis l'orientation des pêcheurs. Par la suite, l'utilisation d'hydravions et de ballons tirés par des remorqueurs a été mise en place pour localiser les bancs de poissons en Tunisie. D'un autre côté les hydravions aux Etats-Unis sont utilisés au service des pêcheries américaines et ont permis une augmentation de pêche de 20% ce qui a fait gagner les pêcheurs entre 18 et 20 millions de dollars. Cette percée technologique a été utilisée par les pêcheurs de San-Diego en Californie pour la localisation des bancs du Thon. Les conséquences de cette application ont permis en 1923 une augmentation de 25% des captures de thon, de germon, de bonite et de la sardine.

En utilisant des avions pour effectuer ces sorties d'exploration, il est possible d'obtenir une vue d'ensemble des zones de pêche potentielles sur une plus grande distance et plus rapidement que par d'autres moyens, comme des bateaux de pêche. Les avions peuvent également être équipés de technologies de détection avancées, telles que des capteurs infrarouges ou des radars, qui pourraient faciliter la localisation des bancs de thon. Cette pratique est devenue indispensable au point que les industriels font appel au centre d'aviation de North Island (Basse Californie) pour faire une sortie d'exploration avant toute sortie des pêcheurs du Thon. Trois appareils participent à ces opérations. Ils se tiennent en ligne, à un mille de distance, à une hauteur de 600 à 1500 m et croisent entre 2 et 10 milles de la côte. Quand un banc de poisson est aperçu, l'observateur avertit le pilote qui fait décrire des cercles à son appareil afin de repérer aussi

exactement que possible son importance, sa direction et sa vitesse. Un radiotélégramme est alors envoyé au centre de North Island, qui est fixé sur la situation exacte du banc. Les industriels informés aussitôt par téléphone, envoient 15 à 20 minutes après, le nombre de bateaux à moteur que nécessite l'importance du banc. L'avion qui surveille le banc se tient à une hauteur qui le rend visible au chef de la flottille des pêcheurs et sert à guider ceux-ci, tandis que les deux autres appareils continuent leurs recherches, afin de découvrir d'autres bancs de poissons. Lorsque les bateaux mettent leurs filets à l'eau, l'hydravion rejoint ses compagnons. Dans des conditions météorologiques et de mer défavorable, le rendement aurait été très faible sans l'aide des avions. Cependant, grâce à eux, et malgré ces conditions particulièrement défavorables, les quantités de poissons capturés ont été équivalentes à celles des meilleures années précédentes.

Depuis 1960 la télédétection par satellite a pris d'ampleur dans toutes les applications de pêche. Parmi les paramètres physiques les plus accessibles par satellite est la température de la mer (TSM). Les satellites d'observation en océanographie se sont multipliés et aussi ils ont permis l'accès à d'autres paramètres d'océanographie à la fois physique et biologique (Voituriez, 2006). Les scientifiques à l'échelle internationale et nationale ont multiplié d'effort pour créer des bases de données d'environnement marin à savoir les vagues et leurs caractéristiques (Amarouche et al., 2019), chlorophylle et TSM (Harid et al., 2022). Aussi d'autres auteurs ont pu montrer la corrélation entre phytoplancton et Chl-a par satellite (Boufeniza et al., 2020). Mais peu des travaux en Algérie se sont intéressés à mettre en relief les correspondances entre la pêche et les facteurs environnementaux nous citons le travail de (Lamia and Bachari, 2021) qui ont pu étudier la pêche des petits pélagiques en interaction avec les facteurs environnementaux.

Le thon rouge est une ressource partagée et exploitée à l'échelle d'un océan par une vingtaine de pays parmi l'Algérie. Le quota octroyé à l'Algérie est en exponentiel durant la dernière décennie, en 2000 était de 130 tonnes et 2022 arrivé à 1655 tonnes. Malgré les productions importantes en thon rouge pêchées par les campagnes nationales de pêche au thon rouge au cours des deux dernières décennies, une grande lacune des travaux de scientifique intéressés à cette espèce durant la dernière décennie le long des côtes algériennes, mis appart les cinq travaux à savoir : (Labidi et Nouar, 2013a; Neghli et Nouar, 2014) ; (Labidi and Nouar, 2013b) ; ; (Abdelhadi et al., 2011); (Nouar and Labidi, 2009).

La télédétection satellitaire ne permet pas l'observation des poissons mais elle permet d'acquérir des informations océaniques liées à la distribution des bancs de poisson. Elle offre

une vision globale et continue des océans, permettant ainsi une surveillance régulière des zones de pêche et de l'environnement marin. La télédétection sous ses différentes formes (observation et GPS) peut orienter les navires de pêche dans le vaste océan. Pour un suivi à temps réel des navires de pêche par les autorités la télédétection est incontournable. elle permet aux autorités de surveiller les zones de pêche, d'identifier les navires impliqués dans des activités illégales et de prendre les mesures appropriées (Coppola, et al., 2004). Les images satellitaires et les données radar peuvent également être utilisé pour détecter les bancs de poissons en observant les schémas de distribution et de déplacement des oiseaux de mer, des dauphins ou d'autres espèces associées aux poissons. Cette information peut aider les pêcheurs à localiser les zones de concentration de poissons(DUPONT, 2021). La télédétection fournit également des données sur les paramètres océanographiques tels que la température de surface de la mer, la turbidité de l'eau et la concentration de chlorophylle. Ces données sont utilisées pour évaluer les conditions environnementales, la productivité des écosystèmes marins et la disponibilité des ressources halieutiques (Demarcq, 2014). Un autre aspect important de l'utilisation de la télédétection dans la pêche est la surveillance des aires marines protégées et la détection des activités de pêche illégale à l'intérieur de ces zones. Cette utilisation permet de renforcer la protection des écosystèmes fragiles et de préserver les espèces marines en danger (Frackiewicz, 2023). Enfin, la télédétection peut être utilisée pour délimiter et cartographier les zones de pêche, en prenant en compte les caractéristiques environnementales et les habitats marins. Cette cartographie précise permet une meilleure gestion et planification des activités de pêche (Laurs, 1989). Il est important de souligner que l'utilisation de la télédétection dans le domaine de la pêche est en constante évolution grâce aux progrès technologiques. De nouvelles méthodes et technologies sont continuellement développées pour améliorer la surveillance, la gestion et la durabilité des activités de pêche.

La pêche du grand pélagique, en particulier du thon rouge, revêt une grande importance économique et environnementale dans la côte algérienne. Le thon rouge est une espèce précieuse qui occupe une place centrale dans l'industrie de la pêche en raison de sa valeur commerciale élevée et de sa demande sur les marchés nationaux et internationaux.

Dans le contexte de la pêche du thon rouge, l'utilisation de la télédétection peut fournir des informations sur les conditions environnementales favorables à la présence et à l'abondance du thon rouge dans les zones de pêche. Les variations spatio-temporelles de ces paramètres environnementaux peuvent avoir un impact significatif sur la distribution du thon rouge. Par conséquent, en intégrant les données de télédétection avec les données de pêche, il est possible

d'identifier les facteurs déterminants qui influencent la présence et la répartition du thon rouge dans le bassin algérien.

La contribution de la télédétection dans l'étude du thon rouge dans la côte algérienne représente une approche novatrice et prometteuse pour comprendre le comportement du thon rouge vis-à-vis son biotope.

La problématique, de cette étude est de comprendre les mécanismes qui régissent la répartition spatiale de cette espèce, pour une gestion efficace et durable des ressources halieutiques. En ce sens, la télédétection se révèle être un outil précieux pour évaluer et surveiller les populations de thon rouge, ainsi que pour étudier les facteurs environnementaux qui influencent leur distribution.

Les recherches thons-environnement visent à 5 objectifs :

- i) collection et structuration d'une base de données consistante,
- ii) comprendre le comportement et la distribution des thons face à la variabilité des facteurs environnementaux,
- iii) mettre à jours les paramètres de croissance de *thunnus thynnus* dans la côte algérienne
- iv) aider le scientifique pour la gestion des stocks
- v) aider les pêcheurs pour pêcher leurs quotas octroyer à court terme et aider les autorités compétentes à contrôler les pêcheurs.

Afin d'atteindre nos objectifs nous avons choisi un plan de travail de façon suivante. Nous avons commencé par une introduction sur l'état d'art de l'espèce. Ensuite dans le premier chapitre nous avons décrit l'espèce et la zone d'étude, ainsi que l'utilisation de la télédétection à la pêche, nous explorons les principes fondamentaux de la télédétection, en mettant l'accent sur les sources de données utilisées et les principaux capteurs utilisés dans le domaine de la pêche. De plus, nous discutons de l'influence de la résolution spatiale et temporelle des capteurs sur les applications de la télédétection à la pêche. Enfin, nous abordons les différents domaines dans lesquels la télédétection peut contribuer, tels que la détection des bancs de poissons, la surveillance des zones de pêche et la gestion des pêcheries.

Le deuxième chapitre consacré particulièrement à la base de données et les outils d'analyse, dont nous avons parlé des difficultés trouvées dans la collection de la base de donnée, nous avons décrit les étapes d'extraction de données environnementaux, nous avons parlé aussi du

son traitement afin de l'homogénéiser et de la rendre consistante et intéressante. Nous avons aussi décrit les différents outils d'analyse.

Le troisième chapitre dédiée spécialement à l'analyse temporelle, nous partons du principe que les prises du thon rouge avec les données environnementales le long des côtes algériennes pourraient concevoir un modèle linéaire temporel déterminant les abondances du thon rouge en fonction des facteurs du milieu.

Le quatrième chapitre réservé à l'analyse spatiale nous avons émis l'hypothèse que les captures de thon rouge et les données environnementales au large des côtes algériennes pourraient concevoir un modèle linéaire spatial pour déterminer la distribution des abondances du thon rouge en fonction des facteurs environnementaux. Et cela Par application de système d'information géographique et de la géostatistique afin de générer des cartes des facteurs environnementaux étudiés et la carte de répartition des abondances du thon rouge dans la zone d'étude.

Le cinquième chapitre, assurée l'étude d'influence des facteurs environnementaux sur les paramètres de croissance du thon rouge. Dans ce chapitre nous nous sommes basés sur les longueurs totales des thons rouges et par la méthode la méthode ELEFAN I pour déterminer les paramètres de croissance par années pendant deux décennies, après avoir ces résultats nous avons optés à une analyse spatiale et une analyse statistique afin de déterminer la liaison existant entre ces paramètres de croissances s et les paramètres de milieu.

Enfin la conclusion, Elle récapitule les principaux points abordés et tire une synthèse ou une réponse à la question

CHAPITRE I : ZONE D'ETUDE ET BASES CONCEPTUELLES

I.1 Les côtes Algériennes

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ de 1280 Km, il s'étend de 2° W jusqu'à 9°E , (Waldman et al., 2018). La superficie maritime sous juridiction nationale offre environ 10 millions d'hectares aux activités de pêche, mais la majeure partie de la flottille exploite seulement le plateau continental. Les bandes les plus larges se situent sur les côtes occidental et oriental du littoral. Ces deux bandes sont séparées par une zone centrale où les aires de pêche sont limitées (Hemida, 2005).

I.1.1 Présentation de la zone d'étude

La figure.1 montre les limites géographiques de la zone de pêche du thon rouge depuis l'année 2000 à 2019. La zone d'étude est dans la Zone Economique Exclusive Algérienne (ZEE Algérienne). Elle se situe dans le sud-ouest de la méditerrané, elle occupe toute la partie du bassin algérien, qui s'étend entre -2°W. et 35,36N jusqu'à 8,8E et 39,39N , sachant que le bassin algérien comprend les trois secteurs des côtes algériennes à savoir: le secteur occidental, central et le secteur oriental des côtes algériennes, de la frontière Algéro-marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière Algéro-Tunisienne à l'Est, elle s'étale au large, de la ligne de rivage jusqu'à 130 milles 170 milles et 140 milles, dans les trois secteurs: oriental, occidental et oriental, respectivement. D'une superficie maritime estimée à 15 millions d'hectares

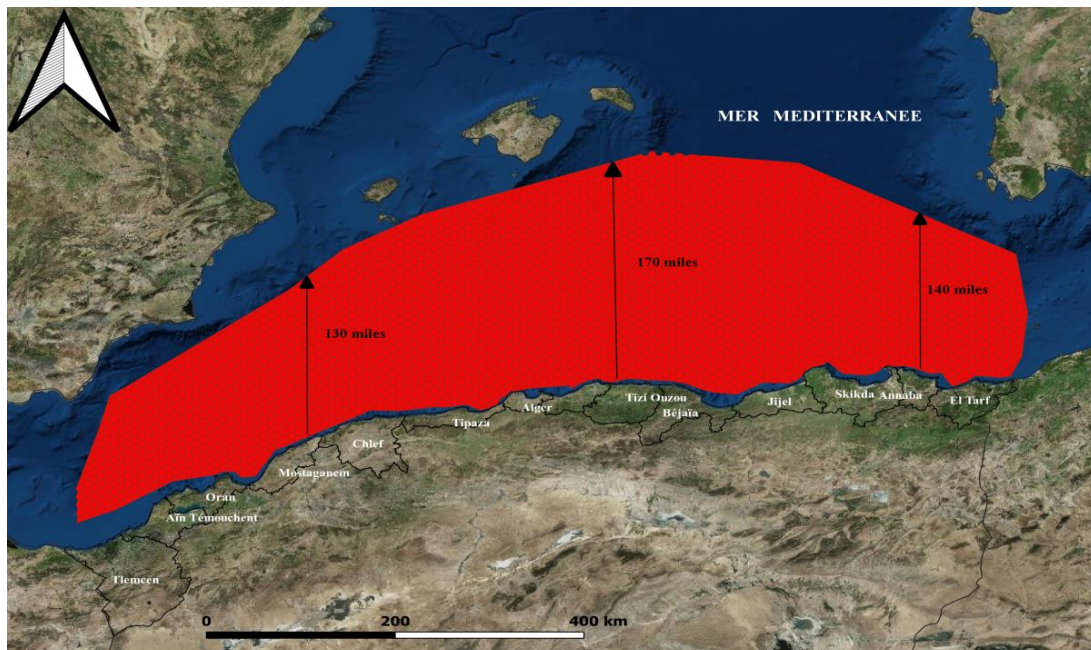


Figure1.Présentation des zones de pêches du thon rouge dans la côte algérienne.

I.1.2 Les caractéristiques des côtes Algériennes

La caractéristique principale de ces côtes est pratiquement l'absence d'un plateau continental. Le talus continental est très étroit ; sa largeur est d'environ 10 miles nautiques. Les fonds de 100 m sont situés à moins de 5 miles nautiques des côtes. Cependant le golfe d'Arzew à l'Ouest et celui de d'Annaba à l'Est, le talus en pente douce s'étale sur une grande distance. (Seridji, 2000).

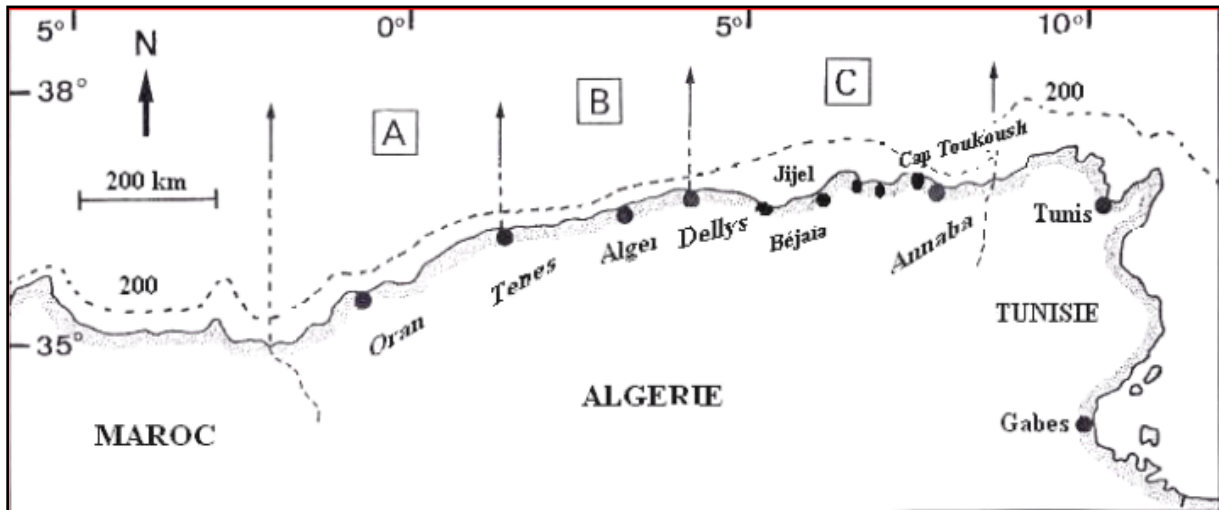


Figure .2 Division du Bassin algérien en trois régions (A : région Ouest ; B : région Centre ; C : région Est) Ainsi la côte peut se diviser en trois grands secteurs (Hemida, 2005).

Selon (Hemida, 2005) la côte Algérienne peut se diviser en trois grands secteurs (figure 2) :

- le secteur occidental : de la frontière algéro-marocaine à l'ouest jusqu'à Ténès à l'est.
- le secteur central : de Ténès à Dellys.
- le secteur oriental : de la zone de Dellys à l'Ouest jusqu'à la frontière algéro-tunisienne à l'Est.

La côte algérienne est caractérisée par ces deux couches d'eaux superposées, l'eau Atlantique modifiée et l'eau méditerranéenne. En effet, l'eau Atlantique pénètre dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (MILLOT, 1987b).

I.1.2.1. Caractéristiques des fonds

D'après (LALAMI Y., 1979), la côte algérienne se caractérise par une nature particulièrement rocheuse. De petites chaînes de montagne séparent certaines plaines (comme la Mitidja et la plaine d'Annaba) du rivage. La topographie sous-marine correspond à celle de la côte

- une succession de baies d'importance inégale présentent un fond à substrat meuble. Ces fonds s'étendent en pente faible jusqu'à l'isobathe 800 m bien que souvent coupés de vallées sous-marines ;

- des fonds rocheux avec des fosses profondes, correspondant aux zones littorales montagneuses. Les différents secteurs de la côte sont caractérisés par un plateau continental très réduit, et parfois absent. Le talus continental est très étroit ; sa largeur est d'environ 10 miles nautiques. Les fonds de 100 m sont situés à moins de 5 miles nautiques des côtes. Cependant dans le golfe d'Arzew à l'Ouest et celui d'Annaba à l'Est, le talus est en pente douce et s'étale sur une grande distance.

Dans les caractéristiques des fonds nous allons citer l'essentielle des résultats de (Seridji, 2000):

I.1.2.1.1 Le secteur occidental

De Ghazaouet à Oran, les fonds sont parsemés d'accidents topographiques, entourés de coraux (*Dendrophyllia cornigera* et *Lopheria prolifera*), qui surgissent de 200 m à 400m et jusqu'à 600 m de profondeur. Les fonds sont caractérisés par des vases sableuses et des vases profondes, des sables et graviers grossiers, des sables vaseux à (400 et 600m), près des îles Habibas. Au nord-ouest de ces îles et aux abords de la fosse qui les entoure, entre 400 et 700m, les fonds sont nettement plus vaseux et à faciès (Seridji, 2000).

Dans le golfe d'Arzew, le talus s'étend sur 30 milles marins environ et les fonds sont recouverts par les alluvions du Chelif. Les types de fond que l'on rencontre sont :

- entre 80 et 280m un fond de vase terrigène côtière ; - entre 280 et 450m, des fonds à vase jaunâtre molle en surface, plus compacte en profondeur ; - entre 450 et 700m, des fonds à vase jaune fluide (Seridji, 2000).

1.2.1.2 Le secteur central

Dans la baie de Bou Ismail, région d'Alger, existent trois types de fond : - fond à vase collante terrigène entre 200 et 400m ;

- fond à vase plus ou moins argileuse entre 350 et 500m ; - fond vaseux à partir de 500m.

A l'est d'Alger les fonds semblent identiques à ceux de la baie de Bou Ismail.

Dans la zone de Dellys les fonds rocheux qui existent empêchent le plus souvent les chalutages et par conséquent l'activité des petits-métiers y est plutôt recommandée ; le plateau continental ne dépasse pas 5 milles au large de cette zone (Seridji, 2000).

1.2.1.3 Le secteur oriental

Dans la baie de Béjaïa le talus continental est entaillé par trois principales vallées. Il existe un promontoire qui sépare la seconde de la troisième vallée ; il présente une pente assez forte. Les fonds sont caractérisés par une vase terrigène et une vase sableuse assez profonde.

La baie de Skikda est comparable topographiquement à celle de Béjaïa. Le talus est entaillé de vallées entre lesquelles s'étendent trois promontoires. A l'est de la baie s'étend un haut fond ou sèche (au niveau du Cap de Fer) puis entre 150 et 180m se produit une chute brutale ; entre 300 et 400m la pente se stabilise et le talus présente l'aspect d'une plate-forme. Au large entre 300 et 400m le fond est à vase profonde sableux. Sur la plate-forme du Cap Tichy le fond est rocheux mais recouvert d'une vase grise sableuse entre 300 et 370m(Seridji, 2000).

Le plateau continental atteint près de 28 milles devant la baie d'Annaba alors que le talus s'élargit pour atteindre 75 milles. Ce talus est parsemé de bancs rocheux où on rencontre des formations coralligènes. Les fonds sont à vase sableuse détritique (entre 160 et 300m) puis à vases profondes (300 et 450m) ; au-delà ce sont des vases(Seridji, 2000).

I.1.3 Hydrologie

I.1.3.1 Les masse d'eaux

Selon (Benzohra and Millot, 1995a)le bassin algérien, caractérisé par quatre masses d'eaux ont été démontrée par divers auteurs.

- l'eau atlantique modifiée (MAW) représentée par une couche superficielle de 150m d'épaisseur identifiée par une température de surface de 15-23°C et de 13.5-14°C en profondeur, accompagnant une salinité de 36.5 à 38 p.s.u.,
- l'eau intermédiaire d'hiver (WIW) se situe sous la MAW (150-200m), elle est caractérisée par un minimum relatif de température potentielle de 12.65°C à 13.20°C,
- l'eau levantine intermédiaire (LIW) marquée par un maximum relatif de température potentielle de 13.2°C à 14°C à 300-400m, et un maximum de salinité (38.5-38.7 p.s.u.) à 400-500m ;
- l'eau profonde (Western Mediterranean Deep Water ou WMDW) est identifiée à partir de 600- 700m avec une température de 12.75-12.90°C et une salinité de 38.42-38.47 p.s.u. (Benzohra and Millot, 1995a).

I.1.3.2 Circulation océanique

Le bassin algérien est un élément clé de la circulation générale en Méditerranée occidentale. La présence à la fois d'eau moins saline de l'Atlantique et d'eau méditerranéenne plus saline donne au bassin un régime d'entrée et de sortie intense et des schémas de circulation complexes (Aulicino et al., 2018a). Ces masses d'eau perd ses caractéristiques initiales (une basse salinité, inférieur à 36) et prend la dénomination de l'eau atlantique modifiée de l'ouest vers l'est (Millot, 1987). Le long des côtes algériennes, les structures énergétiques à méso-échelle qui évoluent des méandres du courant algérien en tourbillons cycloniques et anticycloniques isolés dominent la région (Millot, 1987).; (Aulicino et al., 2018a). La largeur du courant algérien est entre 30-50 km, devient importante d'ouest vers l'est (Millot et al., 1997). La partie Est caractérisée par des tourbillons (Figure.3) qui favorisent la production biologique qui augmente les capacités trophiques du milieu (MILLOT, 1987b)

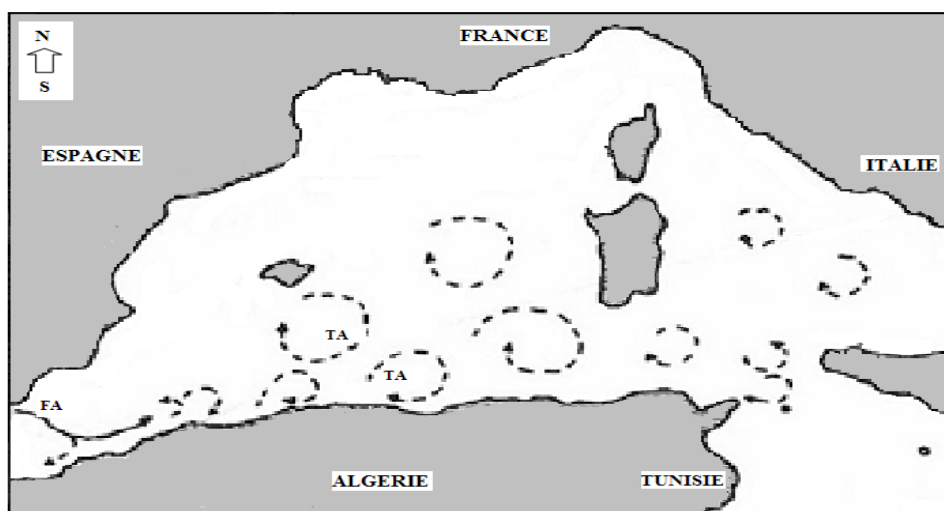


Figure.3 Circulation de l'eau atlantique modifiée le long des côtes algériennes (FA = Flux Atlantique ; TA = Tourbillon Anticyclonique) (MILLOT, 1987b).

En outre, le bassin algérien est caractérisé par la présence, entre 1° et 4° Est, d'une zone particulière résultant de l'affrontement de deux masses d'eau créant un front, l'une côtière d'origine atlantique, la seconde située plus au large, méditerranéenne. Cette zone frontale, située sur le bord Nord du courant algérien, se singularise par une richesse biologique se traduisant par de fortes concentrations de chlorophylle a (de l'ordre de 3 à 5 mg/l) largement supérieures à celles généralement rencontrées en Méditerranée (HAFFERSAS, 1996)

Le bassin algérien est caractérisé par une importante variabilité sur la circulation de l'ensemble des masses d'eaux ; en particulier la partie centrale du bassin algérien est considérée comme

l'un des lieux les plus énergétiques de toute la Méditerranée (à moyenne échelle) (OVCHINNIKOV, 1966), (MILLOT, 1987b),(MILLOT, 1999)

I.2 Espèce étudiée

Le mot « thon » s'applique à certains membres de la famille des Scombridae, un groupe de poissons marins comprenant les thons, les bonites, les maquereaux, les poissons-voyants et le poisson-roi papillon. Cependant, pour les ichtyologistes, le thon fait référence à l'une des 14 espèces de la tribu Thunnini de la famille des Scombridae (Klawe, 1977). Le mot « thon » semble avoir été utilisé dans la seconde moitié du siècle dernier, mais on ne sait pas pourquoi il a remplacé l'ancien nom « tunny ». Il a peut-être été apporté dans le sud de la Californie par des pêcheurs originaires d'Europe, soit de la côte dalmate de l'ex-Yougoslavie, soit de la péninsule ibérique (Klawe, 1977). Les noms européens du thon (thon en Français, atún en espagnol, tonno en italien, ...) trouvent leur origine dans le nom latin *thunnus* lui-même issu du nom grec θύννος, (*thýnnos*) dérivé du verbe « *thynno* » qui signifie « *se précipiter* »(FAO, 2022). *Thunnus thynnus* fait partie de la famille des scombridés, (LE GALL 1949) a indiqué que les poissons de types « scombriformes » sont caractérisés par : leur corps arrondi, allongé en fuseau, dans lequel tout dans la forme et les dispositions concourent à assurer par une résistance minimum, un déplacement rapide.

Sa taille maximale peut dépasser 4 m de long. Son poids maximal officiel est de 726 kg, mais plusieurs pêcheries opérant dans l'Atlantique Ouest et en Méditerranée ont signalé des poids allant jusqu'à 900 kg ((Mather et al., 1995)in (Fromentin, 2006)).

I.2.1. Position systématique

Selon (Collette *et al.*, 2001in (Fromentin, 2006)), le thon rouge est classé comme suit :

Embranchement : Chordés

Sous-embranchement : Vertébrés

Super-classe : Gnathostomes

Classe : Ostéichthyens

Sous-classe : Actinoptérygiens

Ordre : Perciformes

Sous-ordre : Scombroïdes

Famille : Scombridés

Genre :*Thunnus*

Espèce:*thynnus*(Linnaeus,1758)

I.2.2. Contexte océanographique et écologique

Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758) est un Téléostéen, représentant de la famille des Scombridés. Il diffère du thon rouge du Pacifique (*Thunnus orientalis*) et du thon rouge du sud (*thunnus maccoyii*) par quelques distinctions morphologiques mineures (Collette, 1979). Quelques points clés de sa biologie et de son écologie (Figure 4) sont résumés dans les pages suivantes

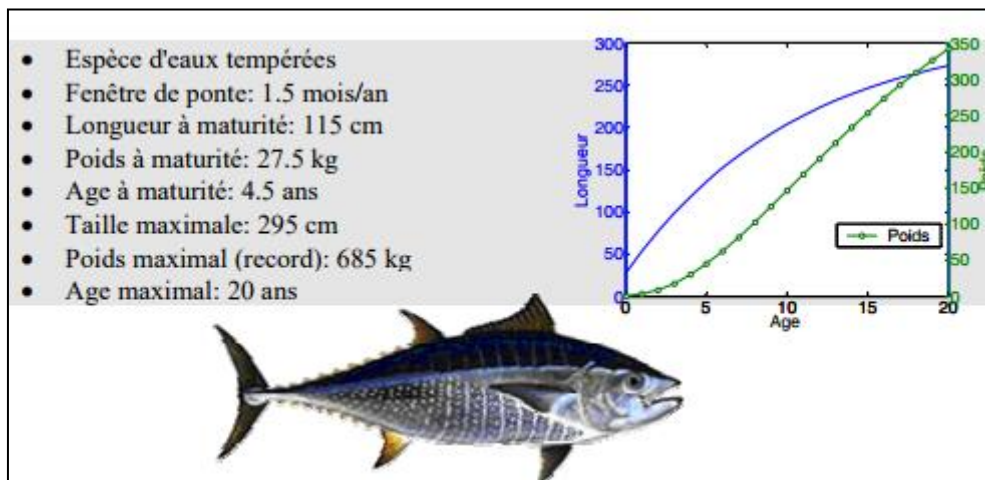


Figure 4 Points clés de la biologie et de l'écologie de *Thunnus thynnus* ((Mather et al., 1995)in (Fromentin, 2006), (Fromentin and Fonteneau, 2001).

I.2.2.1 Description et Physiologie

Les caractères distinctifs : Très grande espèce au corps fusiforme de section subcirculaire, très robuste à l'avant ; Deux nageoires dorsales séparées seulement par un intervalle étroit, la seconde plus haute que la première ; 8 à 10 pinnules présentes derrière la seconde dorsale et 7 à 9 derrière l'anale ; pectorales très courtes n'atteignant jamais l'intervalle séparant les dorsales ; très petites écailles sur le corps, un corselet d'écailles plus grandes bien développé. Pédoncule caudal mince avec une forte carène médiane entre 2 petites carènes latérales situées à la base de la caudale (figure 5) .

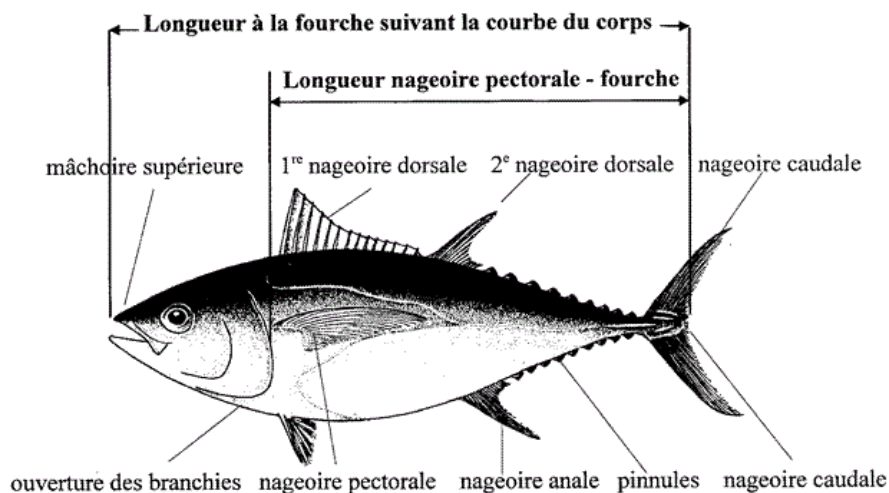


Figure 5. Caractères distinctifs de *Thunnus thynnus* d'après les fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche de la F.A.O. 2008.

Au sommet de l'évolution des thonidés, le thon rouge dispose d'une capacité de thermorégulation très développée : sa température interne est régulée entre 24 et 35 °C grâce à un système circulatoire d'échange de chaleur à contre-courant. Ce système permet de conserver ou d'évacuer la chaleur produite par l'activité musculaire. Ainsi il améliore ces performances musculaires, d'accroître les facultés de récupération après un effort prolongé. Aussi il résiste aux variations thermiques du milieu (Ravier-Mailly and Fromentin, 2003).

I.2.3. Distribution et migrations

Le thon rouge de l'Atlantique se trouve dans tout l'Atlantique Nord et dans ses mers adjacentes, en particulier la Méditerranée, allant des limites de sud de l'équateur aux limites septentrionales au nord de la Norvège, et des limites occidentales du golfe du Mexique aux limites orientales de la mer noire (Fromentin, 2006).

I.2.3.1. Aire de répartition et préférences écologiques

Selon (Quéro and Vayne, 1997) : le Thon rouge est un poisson océanique pélagique nageant en petits bancs soit près de la surface dans les eaux tempérées, soit en profondeur jusqu'à -200 -500 m dans les eaux chaudes (figure 4). Il a été détecté dans des eaux très froides par des marquages d'une température de 2 à 6 °C ((Block et al., 2001a), (Lutcavage et al., 2000a) et dans des eaux chaudes (plus de 25 °C en surface en Méditerranée, plus 27 °C en surface dans les Antilles) ou trop salées (plus de 38‰) par contre, il supporte une certaine dessalure, entrant régulièrement en mer Noire où la salinité est de 18 à 20‰. L'Atlas des Pêcheries Thonières (Fonteneau 1997) confirme l'ubiquité de cette espèce, même dans les zones oligotrophes (e.g. le centre du gyre Nord Atlantique). Il évolue à des profondeurs de 0 à 500 mètres, avec des

plongées enregistrées à 1000 mètres (Block and Stevens 2001). Les suivis par marques acoustiques ou archives montrent qu'il passe l'essentiel du temps (90 %) dans les 50 premiers mètres (Lutcavage et al., 1997a)

I.2.3.2. Migration

Le thon rouge venant de l'Atlantique Nord se rendait en Méditerranée pour frayer au large de la Sicile (figure 6), puis repartaient suivant le même itinéraire (Farrugio, 1981 ; (Fromentin, 2006). La migration entre la Méditerranée et l'Atlantique Nord fut acceptée de façon définitive dans les années 60 et 70 en se fondant sur une longue série de recaptures de marques conventionnelles et a été reconfirmée depuis lors par de nombreuses observations (*in* Dawivedi, 1964 ; Farrugio, 1981 ; (Ravier-Mailly and Fromentin, 2003);). La Figure.6 de migration a conduit à l'hypothèse d'un comportement de *homing* (retour au lieu de naissance), ce qui signifie que le thon rouge migre dans des zones spécifiques et bien définies pour frayer (Fromentin and Powers, 2005).

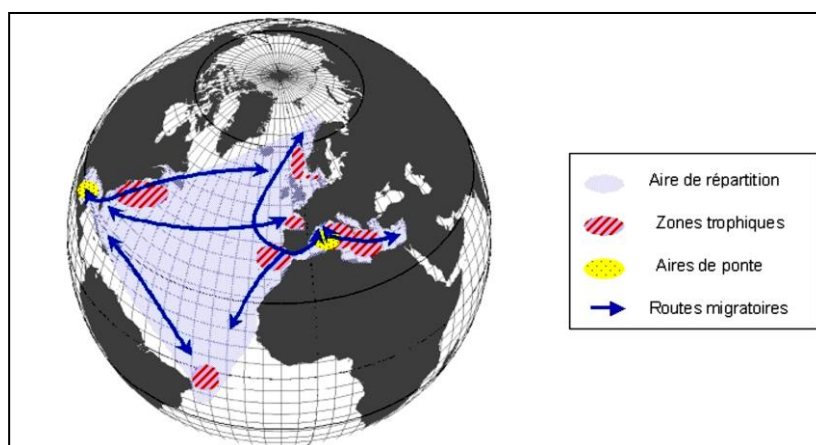


Figure 6. Distribution et migrations du thon rouge *thunnus thynnus* (Ravier-Mailly and Fromentin, 2003).

Les indices potentiellement utilisables pour s'orienter dans le milieu marin incluent les corps célestes, la topographie du fond, des amers à terre, les courants, des gradients de température et de salinité, les odeurs et les saveurs, les sons et le géomagnétisme (Stevick *et al.* 2002).

I.2.4 Biologie

Les poissons nés en juin mesurent environ 30-40 cm et pèsent environ 1 kg en octobre. Un an plus tard, ils atteignent près de 4 kg et 60 cm (Mather et al., 1995).

I.2.4.1 Croissance

La croissance des juvéniles est rapide pour un poisson-téléostéen (environ 30 cm/an), mais légèrement plus lente que celle d'autres thonidés (Fromentin and Fonteneau, 2001). La

croissance en longueur tend à être plus faible chez les adultes que chez les juvéniles, tandis que la croissance en poids augmente. C'est pour cette raison que les juvéniles sont relativement minces, tandis que les adultes sont plus gros et plus grands. En moyenne, un thon rouge atteint près de 200 cm et 150 kg à l'âge de 10 ans et environ 300 cm et 400 kg à 20 ans (Fromentin, 2006).

I.3 L'application de la télédétection à la pêche

La télédétection est un domaine scientifique qui utilise des capteurs à distance pour collecter des informations sur la Terre et ses diverses caractéristiques. Elle repose sur des principes fondamentaux tels que l'interaction entre les ondes électromagnétiques et les objets cibles, la mesure et l'interprétation des signaux reçus. Appliquée à la pêche, la télédétection joue un rôle essentiel dans la surveillance et la gestion des ressources halieutiques. La pêche est une activité vitale pour les communautés côtières et contribue de manière significative à l'économie mondiale. Cependant, la surpêche, la dégradation de l'habitat marin et les changements climatiques menacent la durabilité des ressources halieutiques. Dans ce contexte, la télédétection offre des opportunités uniques pour surveiller et évaluer les écosystèmes marins, les stocks de poissons et les pratiques de pêche. L'utilisation de la télédétection dans le domaine de la pêche présente de nombreux avantages. Elle permet d'obtenir des informations sur la distribution spatiale des espèces de poissons, l'identification des habitats propices à la reproduction et à la croissance des poissons, ainsi que la détection des bancs de poissons. Selon (Le Borgne, et al., 2018), "La télédétection offre une couverture spatiale étendue et une répétitivité temporelle, permettant ainsi une surveillance continue des zones de pêche et des changements dans l'environnement marin."

L'importance de l'utilisation de la télédétection pour une gestion durable des ressources halieutiques ne peut être surestimée. La disponibilité de données précises et actualisées sur les stocks de poissons, les habitats marins et les facteurs environnementaux permet aux décideurs politiques et aux gestionnaires des pêches de prendre des décisions éclairées. Selon (Fournier and Asch, 2018), "La télédétection fournit des informations essentielles pour évaluer l'impact des activités de pêche, surveiller les variations saisonnières des stocks de poissons et élaborer des politiques de gestion adaptées."

Une gestion durable des ressources halieutiques est cruciale pour préserver la biodiversité marine, soutenir les moyens de subsistance des communautés côtières et assurer la sécurité alimentaire mondiale. En intégrant la télédétection dans les stratégies de gestion des pêches, il est possible de maximiser les rendements économiques tout en minimisant les effets néfastes

sur l'environnement marin. Comme le soulignent (Fournier and Asch, 2018), "La télédétection est devenue un outil précieux pour la gestion intégrée des pêches, contribuant ainsi à la conservation des écosystèmes marins et à la sécurité alimentaire des populations dépendantes de la pêche.

I.3.1. Principes de base de la télédétection

La télédétection repose sur des principes fondamentaux qui permettent la collecte d'informations à distance sur la surface terrestre. Cette section expliquera les différentes sources de données utilisées en télédétection pour la pêche, les principaux capteurs utilisés, les résolutions spatiales et temporelles associées, ainsi que les méthodes de traitement des données pour l'analyse de la pêche.

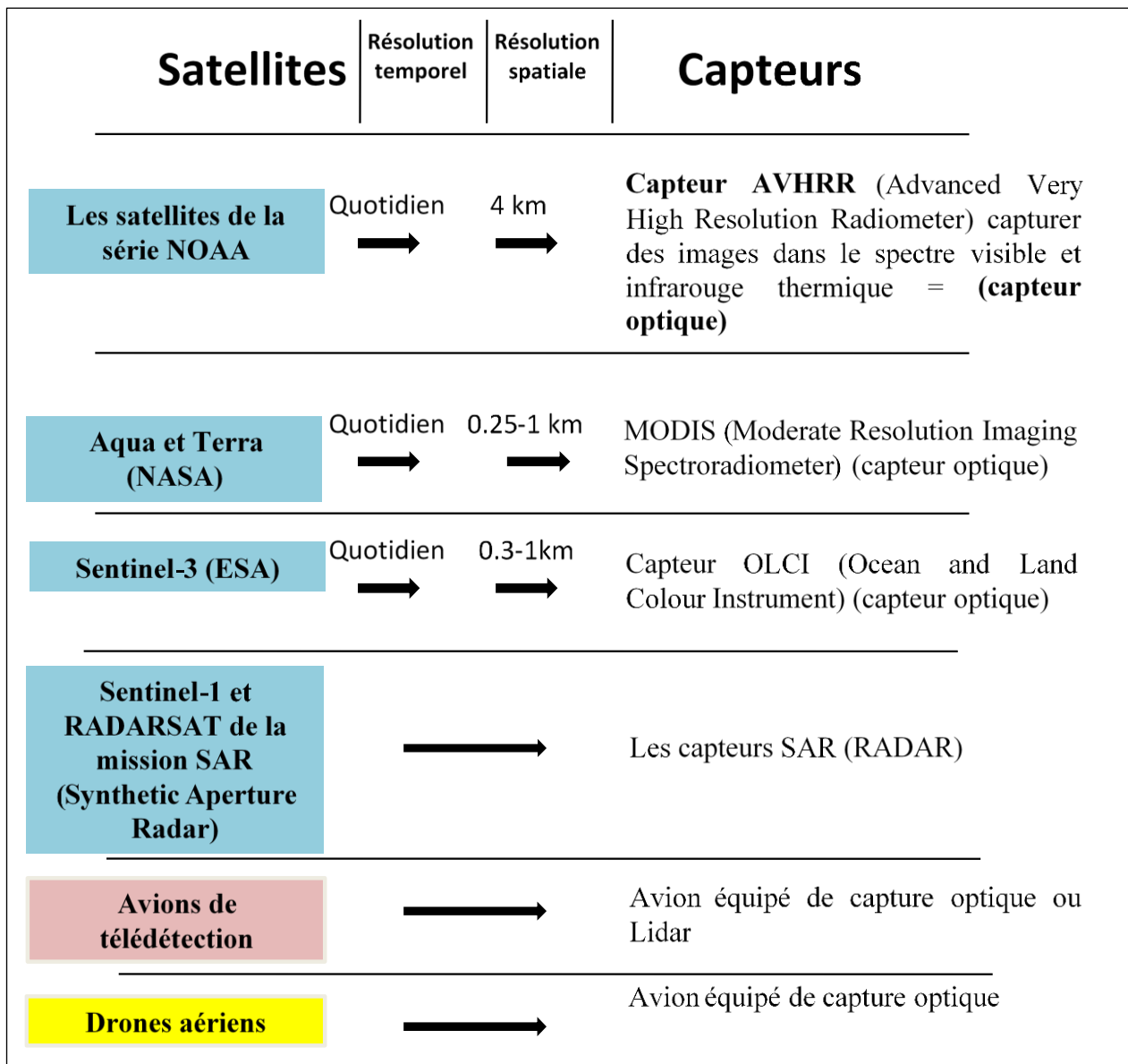
I.3.1.1. Sources de données utilisées en télédétection pour la pêche

La télédétection pour la pêche utilise diverses sources de données pour obtenir des informations sur les océans et les zones marines. Les satellites, les avions et les drones sont les principales sources de données utilisées (Figure 7).

Les avions sont également utilisés pour la collecte de données télédéteçtées. Ils peuvent être équipés de capteurs similaires à ceux des satellites et offrent une plus grande flexibilité en termes de plan de vol et de résolution spatiale. Les avions de reconnaissance océanique, tels que ceux utilisés par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), sont souvent déployés pour des missions de surveillance des ressources halieutiques.

Les satellites fournissent une couverture globale et régulière des océans. Ils sont équipés de capteurs qui enregistrent les rayonnements électromagnétiques émis ou réfléchis par les objets présents dans l'environnement marin. Les données satellitaires offrent une perspective synoptique et permettent une surveillance continue des zones de pêche. Parmi les satellites utilisés pour la télédétection de la pêche, on peut citer les satellites d'observation de la Terre tels que ceux de la série MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectro radiometer) et de la série Sentinel.

Les drones sont une autre source de données émergente en télédétection pour la pêche. Ils offrent une plus grande agilité et une plus grande résolution spatiale, ce qui les rend adaptés à des études ciblées sur des zones spécifiques. Les drones équipés de capteurs optiques ou radar peuvent être utilisés pour cartographier les habitats marins, détecter les bancs de poissons et surveiller les pratiques de pêche.



Les méthodes de traitement des données utilisées pour l'analyse de la pêche :

1. **La méthode d'analyse statistique** : Elle permet de traiter les données de manière quantitative et de les analyser à travers des modèles et des indicateurs comme les indices de surpêche, l'indice de diversité des espèces, etc.
2. **L'imagerie satellitaire** : Les satellites captent des images de la surface de la mer, ces données peuvent être traitées pour obtenir des informations sur les zones de pêche.
3. **La télédétection acoustique** : cette méthode utilise des échos sonores pour détecter les bancs de poissons. Les données obtenues peuvent aider les pêcheurs à localiser les zones de pêche potentielles et à évaluer les quantités de poissons présentes.
4. **Les systèmes de positionnement par satellite** : ces technologies permettent de suivre les mouvements des navires de pêche et d'analyser les trajectoires de pêche. Ces informations peuvent aider à évaluer l'efficacité des techniques de pêche et à enquêter sur les activités de pêche illégales.

Figure7. : Schéma conceptuel des principales Sources de données utilisées en télédétection pour la pêche

I.3.1.2. Principaux capteurs utilisés dans la télédétection de la pêche

Les capteurs utilisés en télédétection de la pêche sont spécifiquement conçus pour détecter et mesurer les caractéristiques des océans et des zones marines. Voici une description plus détaillée des principaux capteurs utilisés :

L'imagerie optique utilise la lumière visible et les infrarouges pour enregistrer la réflectance des objets présents dans l'eau. Elle permet de visualiser les variations de couleur de l'eau, la turbidité, la concentration de chlorophylle-a et d'autres caractéristiques importantes liées aux ressources halieutiques. Les images optiques acquises par des satellites, tels que ceux de la série MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), fournissent une couverture globale et régulière des océans, permettant une surveillance à grande échelle (Jensen, 2016).

Le radar, quant à lui, émet des ondes radio et mesure les signaux réfléchis pour obtenir des informations sur les structures sous-marines, les courants océaniques, les variations de la surface de l'eau et les conditions météorologiques. Les images radar sont moins sensibles aux conditions atmosphériques et peuvent être acquises de jour comme de nuit, offrant une grande flexibilité opérationnelle. Les capteurs radar, tels que le Synthetic Aperture Radar (SAR), sont couramment utilisés pour détecter les bancs de poissons, suivre les mouvements des navires de pêche et surveiller les zones marines côtières.

Le lidar (Light Detection and Ranging) utilise des impulsions laser pour mesurer la distance entre le capteur et la surface de l'eau, fournissant des informations détaillées sur la topographie du fond marin, les variations de profondeur et les caractéristiques de la végétation côtière. Il est particulièrement utile pour la cartographie des habitats côtiers, la détection des récifs coralliens et l'identification des bancs de poissons proches de la surface (Jensen, 2016). Chaque capteur présente des avantages et des limitations spécifiques en termes de résolution spatiale, temporelle et spectrale. Le choix du capteur dépendra des objectifs de la surveillance, des conditions environnementales et des contraintes opérationnelles spécifiques à chaque application.

I.3.1.3. Résolutions spatiales et temporelles des capteurs et leur influence sur les applications de la télédétection à la pêche

Les capteurs utilisés en télédétection de la pêche ont différentes résolutions spatiales et temporelles, qui influencent leurs applications. Voici plus de détails sur ces résolutions et leur impact :

Résolution spatiale : La résolution spatiale d'un capteur indique la capacité à distinguer les détails et la taille minimale des objets détectables. Elle est généralement exprimée en mètres

par pixel. Les capteurs à haute résolution spatiale fournissent une meilleure résolution des détails, ce qui permet une meilleure identification et cartographie des caractéristiques marines. Par exemple, un capteur optique à haute résolution spatiale peut détecter des bancs de poissons de petite taille ou identifier des structures sous-marines complexes. Cependant, une résolution spatiale plus élevée peut entraîner une couverture spatiale limitée, nécessitant des acquisitions multiples pour couvrir de vastes zones marines.

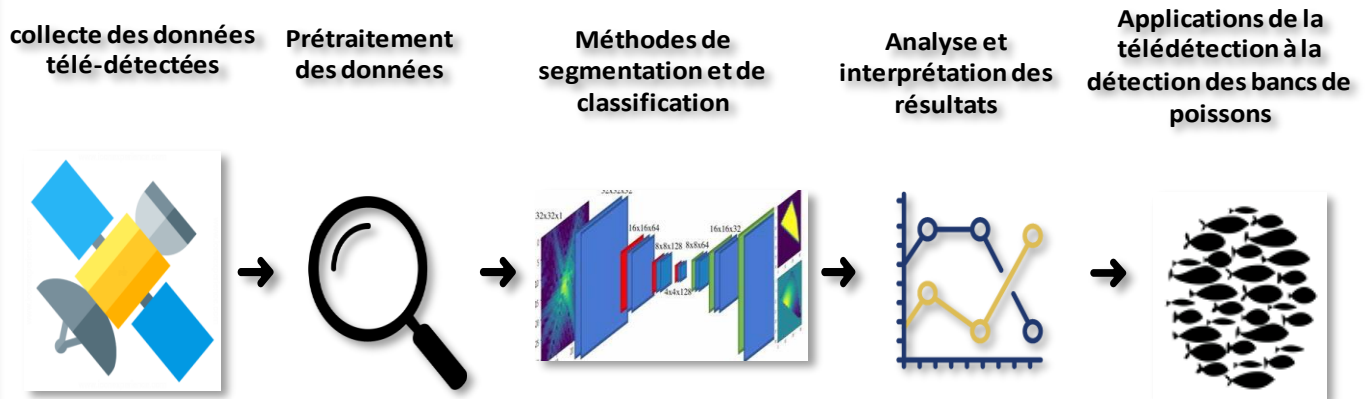
Résolution temporelle : La résolution temporelle d'un capteur fait référence à la fréquence à laquelle des observations sont effectuées sur une même zone. Elle est essentielle pour suivre les changements dynamiques, tels que les mouvements des bancs de poissons, les variations saisonnières des habitats marins ou les activités de pêche. Les capteurs avec une résolution temporelle élevée permettent une surveillance régulière et continue, fournissant des informations actualisées sur les ressources halieutiques. Cependant, une résolution temporelle plus élevée peut également entraîner des coûts plus élevés et des contraintes opérationnelles plus importantes.

L'association de résolutions spatiales et temporelles appropriées : elle permet d'obtenir des informations complètes sur les ressources halieutiques et leur environnement. Par exemple, une combinaison de capteurs avec une résolution spatiale élevée et une résolution temporelle adéquate peut permettre la surveillance précise des mouvements des bancs de poissons et des changements dans les habitats marins au fil du temps. Cela peut aider à comprendre les migrations saisonnières, les variations d'abondance des espèces et les effets des facteurs environnementaux sur les ressources halieutiques. Il convient de noter que le choix des capteurs et des résolutions dépend des objectifs spécifiques de la télédétection de la pêche et des contraintes opérationnelles. Une évaluation approfondie des besoins de surveillance, des caractéristiques cibles et des conditions environnementales est essentielle pour sélectionner les capteurs les mieux adaptés à chaque application.

II.3 Applications de la télédétection à la pêche

L'utilisation de la télédétection dans le domaine de la pêche offre de nouvelles possibilités pour la surveillance et la gestion des ressources marines, en fournissant des informations précieuses sur les caractéristiques physiques, biologiques et environnementales des océans. Cette technologie permet de détecter les bancs de poissons, d'évaluer la productivité biologique et de surveiller les conditions environnementales, contribuant ainsi à une gestion plus durable de la pêche (Figure 8)

L'APPLICATION DE LA TÉLÉDÉTECTION DANS LE DOMAINE DE LA PÊCHE



1-Détection et surveillance des bancs de poissons



2-Surveillance des zones de pêche et de l'habitat marin



3-Gestion des pêcheries et lutte contre la pêche illégale

Figure 8. Carte conceptuel des principes de base de la télédétection appliquée à la pêche

I.3.2. Détection et surveillance des bancs de poissons

La télédétection offre des possibilités précieuses pour la détection et la surveillance des bancs de poissons. L'utilisation de l'imagerie optique et des données radar joue un rôle essentiel dans cette application. Les images optiques fournissent des informations visuelles détaillées sur la présence et la distribution des bancs de poissons, tandis que les données radar permettent la détection des bancs de poissons même dans des conditions météorologiques défavorables.

Les méthodes de segmentation et de classification sont largement utilisées pour identifier les bancs de poissons à partir des images télé détectées. La segmentation permet de délimiter les zones d'intérêt, tandis que la classification permet de distinguer les bancs de poissons des autres objets présents dans l'image. Ces techniques permettent de quantifier la taille, la forme et la densité des bancs de poissons, fournissant ainsi des informations cruciales pour la gestion des ressources halieutiques.

Des exemples d'applications de la télédétection à la détection et au suivi des bancs de poissons comprennent l'estimation des stocks de poissons, la surveillance des migrations, et l'évaluation de l'abondance des espèces cibles. Par exemple, une étude menée par **Holsman et al. (2016)** a utilisé des données d'imagerie satellite pour détecter et suivre les bancs de poissons dans le golfe de l'Alaska, fournissant ainsi des informations précieuses pour la gestion des pêcheries.

I.3.2.1. Surveillance des zones de pêche et de l'habitat marin

La télédétection joue également un rôle important dans la surveillance des zones de pêche et de l'habitat marin. L'utilisation de l'imagerie satellitaire permet d'obtenir une couverture spatiale étendue et une fréquence de répétition régulière pour surveiller les changements environnementaux liés à la pêche.

La détection des changements environnementaux tels que l'eutrophisation, la pollution ou le réchauffement des océans est cruciale pour comprendre l'impact de ces facteurs sur les écosystèmes marins et les ressources halieutiques. La télédétection permet d'observer ces changements à grande échelle et d'évaluer l'état de santé des écosystèmes marins.

Des exemples d'applications de la télédétection à la surveillance des zones de pêche et de l'habitat marin incluent la cartographie des habitats côtiers, la détection des marées rouges et la surveillance de la qualité de l'eau. Par exemple, une étude menée par **Gower et al. (2018)** a utilisé des données satellitaires pour surveiller les changements de la productivité océanique et de la distribution des espèces dans l'océan Atlantique Nord-Ouest, fournissant ainsi des informations clés pour la gestion des pêcheries.

I.3.2.2. Gestion des pêcheries et lutte contre la pêche illégale

La télédétection joue un rôle crucial dans la gestion des pêcheries et la lutte contre la pêche illégale, non déclarée et non réglementée (INN). Elle permet de collecter des données précises sur les activités de pêche, d'estimer les stocks de poissons et de détecter les pratiques de pêche illégales.

La télédétection offre des méthodes avancées de suivi et d'estimation des captures de pêche à partir des données télédéteçtées. Ces méthodes incluent l'utilisation de l'imagerie satellitaire pour détecter et suivre les navires de pêche, l'analyse des données de positionnement par satellite (GPS) pour estimer les efforts de pêche, et l'utilisation de la télédétection optique et radar pour identifier les zones de pêche intensive.

En utilisant ces techniques, il est possible d'évaluer les niveaux de prises, de surveiller les tendances de pêche et de prendre des décisions éclairées en matière de gestion des pêcheries. Par exemple, l'étude de (Pratihast et al., 2018) a utilisé des images satellitaires et des données de positionnement pour estimer les captures de pêche dans la mer d'Arabie, permettant ainsi de mieux comprendre les activités de pêche et de proposer des mesures de gestion appropriées.

En outre, la télédétection joue un rôle important dans la détection et la lutte contre la pêche illégale. Les données satellitaires permettent de surveiller les activités suspectes, telles que la présence de navires non enregistrés ou la détection de changements de comportement indiquant une activité de pêche illégale. Ces informations sont précieuses pour les organismes de gestion des pêches et les autorités chargées de l'application des lois dans la lutte contre la pêche INN.

En résumé, la télédétection offre des outils puissants pour la gestion durable des pêcheries et la lutte contre la pêche illégale. En combinant des données provenant de différentes sources, notamment des images satellitaires, des données de positionnement et des capteurs spécifiques, il est possible d'améliorer la surveillance, l'estimation des captures et la prise de décisions basées sur des données objectives, contribuant ainsi à la préservation des ressources halieutiques et à la durabilité des activités de pêche.

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

II.1 Base de données

Le présent travail est réalisé à partir d'une base de données fiable et homogénéisée. Après avoir collecté les données, les traitées et les structurés. Afin de les rendre comme une base de données consistante et structurée, d'une façon utilisable et sans aucune donnée manquante. Ce processus est effectué sur plusieurs étapes. Les données sont devisées en deux types de données. Primo, les données de captures de l'espèce étudiée, qui sont de deux sources d'origine : du Ministère de la Pêche et des Ressources halieutiques de l'Algérie (MPRH). Et de la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (CICTA) et Secundo, les données environnementales.

Les données de captures sont comme suit :

II.1.1 Données de capture

Les données des captures du thon rouge sont géo référencées, elles sont de deux sources différentes, la première est d'origine du ministère de Pêche et des Ressources halieutiques de l'Algérie, elle est collectée sur les thoniers japonais au cours des campagnes de pêche aux grands migrateurs halieutiques durant 2000 et 2009, par les contrôleurs du Ministère de Pêche et des Ressources halieutiques de l'Algérie (MPRH) lors de leurs embarquements. Les données sont enregistrées par ces derniers à bord de chaque navire ; cette donnée d'origine (MPRH) est divisée en deux types de données, données biologiques et les données physiques.

Les données de caractéristiques sont regroupées comme suit :

- La taille totale (cm).
- Le poids total (kg).
- Le poids éviscéré (kg)
- Le sexe (mâle et femelle).

Les caractéristiques physiques (externes) regroupent les données suivantes :

- La température (degré °).
- La profondeur (mètre).
- Nom du navire,
- Date de l'opération de pêche
- Longueur de la ligne mère
- Nombre d'hameçons,
- Latitude initiale et finale,
- Longitude initiale et finale,
- Direction des vents,
- Température superficielle de la mer
- Profondeur de la zone de pêche

Le second est d'origine de l'ICCAT, elle est collectée directement du site officiel de ce même organisme, ces données ont été collectées sur des thoniers au cours des campagnes de pêche du thon rouge, par les observateurs régionaux de même organisme lors de leurs embarquements durant la dernière décennie, de 2010 à 2019. Les données sont enregistrées par ces agents à bord de chaque navire.

II.1.2 Données environnementales

à savoir ; la température (T) en °C, la salinité (S) en psu, la chlorophylle (chl a) en mg.m-3, le nitrate (NO3), oxygène dissous (O2) en mmol.m-3, ces dernières ont été téléchargées du site officiel du programme européen, COPERNICUS("Marine | Copernicus," n.d. <https://marine.copernicus.eu/fr>) est un programme qui permet donc de rassembler l'ensemble des données obtenues à partir de satellites environnementaux et d'instruments de mesure sur site, afin de produire une vue globale et complète de l'état de notre planète. Et même, de suivre l'évolution de l'occupation et en fin la vitesse du courant et la hauteur de la vague. ont été calculé par le modèle à haute résolution Swan pour le bassin méditerranéen (Amarouche et al., 2019), (Amarouche et al., 2020). L'extraction des données environnementales est effectuée sur les mêmes dates et positions de chaque prise citée précédemment. La figure 7 représente les différentes étapes du processus d'extraction par un schéma conceptuel.

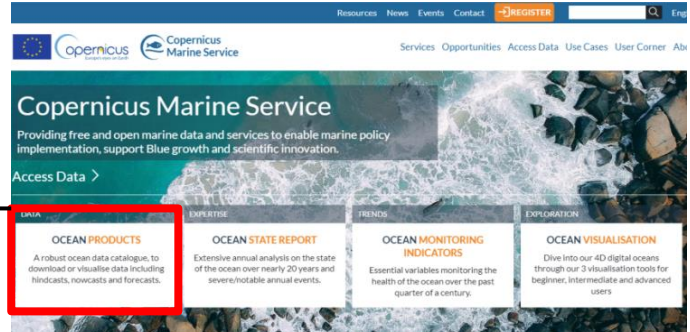
II.1.3 Description des étapes d'extraction de données environnementales

La compréhension de la variabilité spatio-temporelle des paramètres biologiques (taille et poids) du thon rouge et leur relation avec les facteurs environnementaux est essentielle pour comprendre la distribution de cette espèce, et d'évaluer son l'état, afin de prendre des mesures de conservation appropriées. Dans cette étude, nous avons utilisé des données environnementales collectées de manière rigoureuse à partir de la base de données Copernicus Marine, une plateforme océanographique fournissant des informations détaillées sur l'océan et les mers de la Terre à partir d'observations satellitaires.

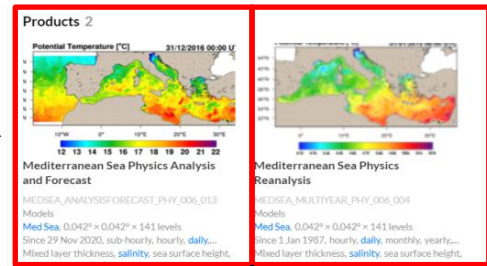
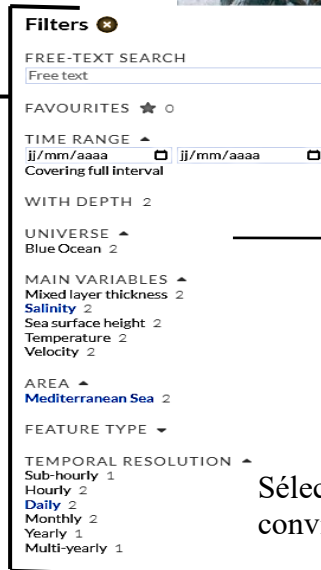
Les données environnementales sont collectées d'une manière rigoureuse à partir de la base de données Copernicus Marine. Il s'agit d'une plateforme de données océanographiques fournissant des informations sur l'état de l'océan et des mers de la Terre utilisent des observations satellitaires. La figure 9 résume toutes les étapes à suivre pour extraire les données environnementales de la façon suivante :

Étape 1

Accédez à la base de données en suivant ce chemin : Copernicus > Copernicus Marine Service > Access data > Ocean product), afin de télécharger les produits océaniques.



Sélectionner avec précision la donnée à traiter en filtrant notamment par la surface (dans ce cas-ci, la Mer méditerranée) et la résolution temporelle



Sélectionner le résultat qui convient.

- 3_ Insertion des coordonnées de la zone d'étude (35.3647009°N, 2.072496602°O et 39.372954°S, 8.78663296°E)
 - 4_ La période (jour-mois-année)
 - 5_ La profondeur
 - 6_ Téléchargement de la donnée
- Fichier format NetCDF
(Network Common Data Form)

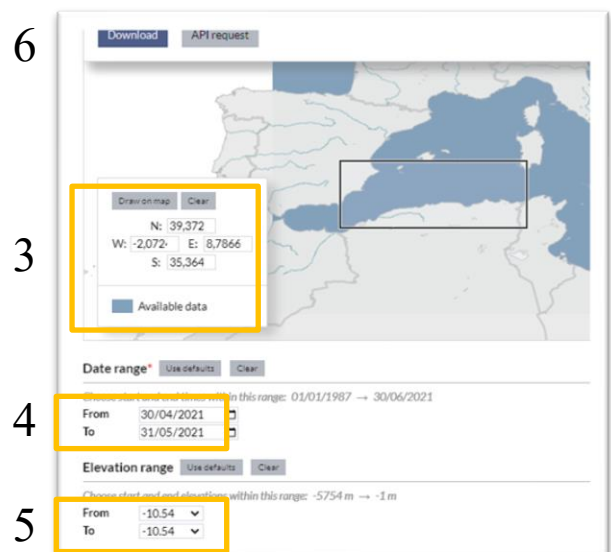


Figure 9. Schéma conceptuel d'extraction des données environnementales de l'étape 1.

ETAPE 1 :

1. Accéder à la base de données Copernicus Marine service pour télécharger les produits océaniques(Figure9)
2. Choisir et sélectionner le type des données à traiter (zone et résolution temporelle)
3. Dans la fenêtre affichée, insérer les coordonnées de la zone d'étude (35.3647009°N, 2.072496602°O et 39.372954°S, 8.78663296°E)
4. Choisir la période (jour-mois-année)
5. Sélectionner la profondeur
6. Enfin cliquer sur « télécharger »

ETAPE 2 :

Après avoir téléchargé les données, la prochaine étape consiste à effectuer l'extraction des données en utilisant le logiciel **QGIS (Quantum Geographic Information System)**,

L'extraction des valeurs des paramètres (Figure 10) est effectuée en suivant les étapes suivantes :

1. Lancez le logiciel QGIS. Dans la barre d'outils, cliquez sur l'option "Couche".
2. Importez les fichiers contenant les points et les paramètres environnementaux.

Couche > ajouter une couche de texte délimité > pour le fichier des points

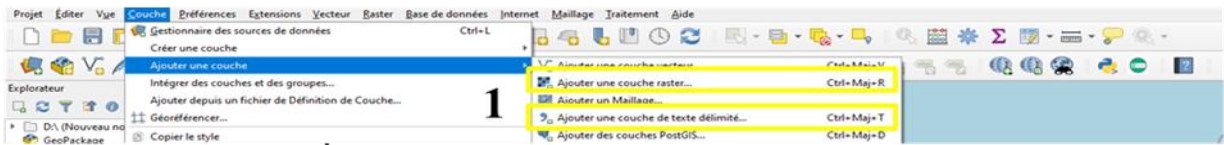
Couche > ajouter une couche raster > pour les paramètres

3. Accédez à la boîte à outils en cliquant sur l'icône correspondante dans la fenêtre de traitement.
4. Sélectionnez l'option "Prélèvement des valeurs rasters vers ponctuels".

Dans la fenêtre qui apparaît, choisissez les données appropriées, notamment la couche source, la couche raster et l'emplacement des résultats

Étape 2

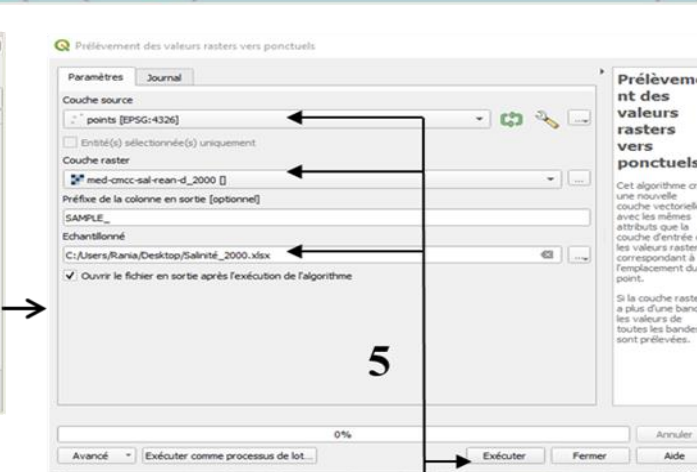
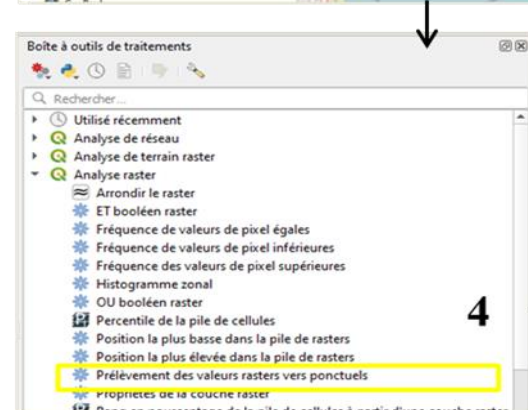
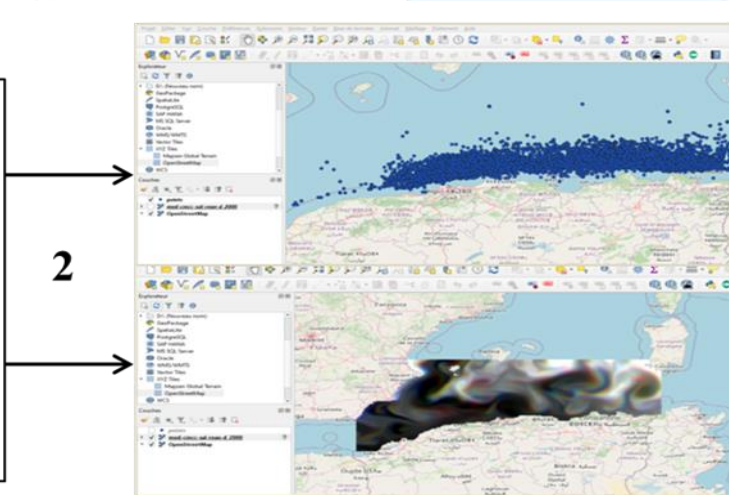
Ouvrir logiciel QGIS



1

Importer le fichier des points géoreferenciés (représenté par une couche vecteur)
 ➤ **Couche > ajouter une couche de texte délimité >**

les fichiers téléchargés des paramètres environnementaux (représentés par une couche raster)
 ➤ **Couche > ajouter une couche raster >**



| Fid | Espèce | LatY | LonX | Paramètres | | | |
|-----|--------|------|------|------------|-----|-----|-----|
| 1 | BFT | Y1 | X1 | T | S1 | ... | ... |
| 2 | BFT | Y2 | X2 | T | S2 | ... | ... |
| 3 | BFT | Y3 | X2 | T | S3 | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

5

Sélectionner la **couche source (points)**, la **couche raster** (exemple: salinité) et l'**emplacement de fichier de sortie** (format de fichier .xlsx) puis appuyer sur exécuter pour faire l'extraction des valeurs

Résultat de prélèvement des valeurs rasters vers ponctuels

Figure10. Schéma conceptuel d'extraction des données environnementales de l'étape 2.

II.1.4. Filtration et homogénéisation des données

Suite au problème rencontré dans la donnée collectée au niveau des deux organismes, les problèmes rencontrés sont divers à savoir : des données manquantes, données erronées, afin de rendre la donnée fiable et homogène pour qu'elle soit utile, le processus est illustré dans la Figure 11, tout d'abord nous avons écartés toutes données inutile dans notre études tel que (nom du navire, date de l'opération de pêche, longueur de la ligne mère, nombre d'hameçons, latitude initiale et finale, longitude initiale et finale, direction des vents) après nous avons passés à la deuxième opération qui est une analyse descriptive par différents outils statistique tel que (Q-Q) plot et les boites à moustaches...etc. ces outils nous aides à identifier les valeurs extrêmes pour chaque variable afin de les illuminer complètement et de rendre la données homogène et représentative. Et la dernière opération effectuée et celle d'estimation des données manquent. Cette dernière est effectuée par des modèles mathématiques très puissant et selon le type de données, lorsqu'il s'agit des séries temporelles on a fait appel à la méthode du plus proche voisin par le logiciel Xlstat, s'il s'agit des données spatiales, dans ce cas-là on fait appel au model d'interpolation pondération par l'inverse de la distance (IDW) par le logiciel QGIS.

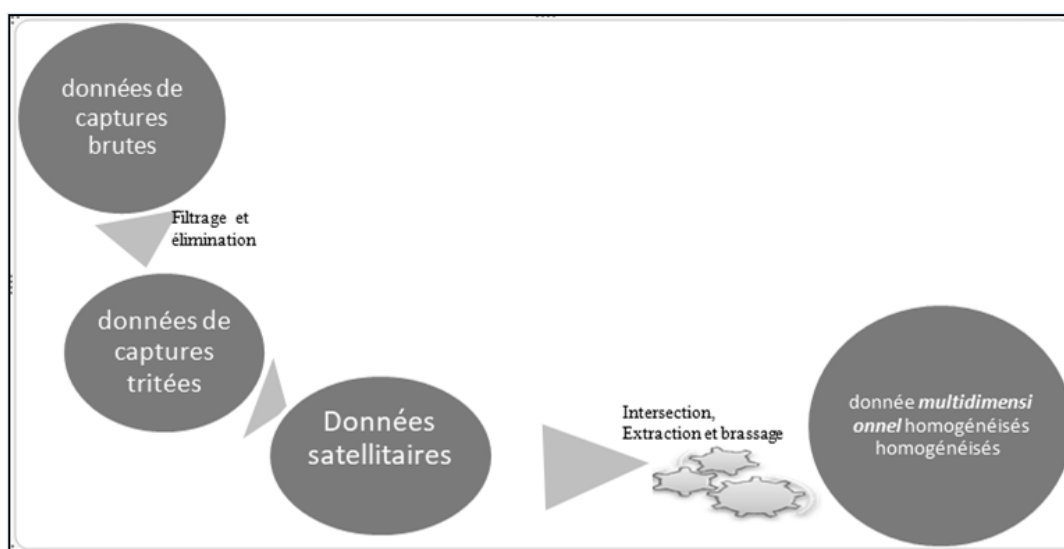


Figure 11. Schéma conceptuel des étapes de processus de Filtration et d'homogénéisation.

II.2 Etude de la croissance

Le traitement des données est effectué par le logiciel R version 3.6.3, afin d'achever toutes les analyses statistiques de cette étude à savoir : la relation taille-poids des distributions de fréquences de tailles pour l'espèce étudiée, le Test de sphéricité de Bartlett, ainsi l'analyse de régression multiple, de même que l'Analyse de la variance et enfin l'Analyse en composante principale (A.C.P.).

L'extraction des données a été exécutée par le logiciel MATLAB R2017a. Quant au SIG (Système d'Information Géographique) à la cartographie, elle a été réalisée par le logiciel QGIS (Quantum Geographic Information System).

II.2.1. Relation Taille-Poids

La relation entre la longueur totale des poissons et leur poids est en général de type exponentiel (3). Elle est représentée par la relation (Le Cren, 1951):

$$W_t = a L_t^b \quad (3)$$

W_t = poids total du poisson en kg ;

L_t = longueur totale du poisson en cm ;

a et b sont des facteurs caractéristiques du milieu et de l'espèce.

Le coefficient b varie entre 2 et 4. Il exprime la forme relative du corps d'un poisson.

Si $b = 3$, la croissance est dite isométrique.

Si $b \neq 3$ est différent de 3, la croissance est allométrique.

Un coefficient b supérieur à 3 indique une meilleure croissance en poids qu'en longueur et inversement (Micha, 1973).

II.2.2. Estimation des paramètres de croissance (L_∞ , K , W_∞ , K & Φ')

Le modèle de croissance de Von (BERTALANFFY, 1934) (1), est devenu l'un des fondements de la biologie des pêches, s'écrit sous la forme :

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (1)$$

- L_t est la longueur du poisson au temps 't' considéré.

-La longueur L_∞ est appelée L- infinie ou longueur asymptotique. Ce paramètre est considéré comme étant la longueur d'un poisson infiniment âgé, puisque la longueur est définie comme étant la longueur moyenne de la cohorte (groupe d'âge).

-La constante K est appelée constante de croissance ou paramètre de courbure. Elle détermine à quelle vitesse le poisson atteint sa taille maximale. La valeur de K est d'autant plus grande que la croissance de l'espèce est plus rapide.

-Le paramètre t_0 est appelé aussi *t-zéro* ou bien paramètre de condition initiale. Il est défini comme étant l'âge du poisson à la taille zéro.

a. Détermination de L_∞ et K par la méthode ELEFAN I

Le programme ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis) a été proposé pour la première fois par (Pauly and David, 1981); (Pauly, 1987)C'est une méthode qui utilise un ou plusieurs

échantillons collectés à des dates différentes. Pour chaque couple de valeurs exploratoires des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy et pour chaque date correspondant à une distribution en taille, les modes théoriques aux âges sont calculés. La technique consiste à déterminer les paramètres L_{∞} et K . (Pauly and Moreau, 1997) le principe de fonctionnement d'ELEFAN I est :

- 1- Tout d'abord distribuer les données dans des tableaux de distribution de fréquences de tailles datées soit en un seul ou plusieurs échantillons.
- 2- Restructuration des échantillons par le programme. Chaque fréquence observée est comparée à la moyenne mobile pour identifier les maximas et les minimas de la nouvelle distribution de fréquences.
- 3- Le processus est repris par le programme, et il est arrêté une fois que le calcul est terminé.

b. Détermination du poids asymptotique « W_{∞} »

Il s'agit d'établir une relation mathématique entre deux paramètres mesurables comme le poids du poisson et sa taille afin d'estimer la valeur de l'un en connaissant l'autre et inversement.

D'après la théorie de Von (BERTALANFFY, 1934), le poids est proportionnel au volume de l'animal qui correspond au cube de la longueur (Bougis, 1976).

La relation taille poids devient ainsi :

$$W = a L^b \iff W = \ln(a) + b * \ln(L)$$

W : poids de l'animal.

L : longueur de l'animal.

a : l'ordonné a l'origine.

b : coefficient d'allométrie.

Le type de croissance est déterminé en fonction de b:

b=3 : isométrie de croissance entre le poids et la longueur.

b<3 : allométrie minorante (la longueur croit plus vite que le poids).

b>3 : allométrie majorante (le poids croit plus vite que la longueur).

c. Test de l'écart-réduit

Le test de l'écart-réduit basé sur la comparaison de deux pentes (SCHWARTZ, 1993) a été introduit afin de confirmer ou d'infirmer le type d'allométrie de la relation : $W = a * L^b$

$H_0 : P = P_0$, c'est la confirmation de l'isométrie de croissance entre le poids et la longueur

$H_a : P \neq P_0$, c'est l'infirmer de l'isométrie de croissance entre le poids et la longueur

$$\mathcal{E} = \frac{|P - P_0|}{S_{P_0}} \quad S_{P_0} = \frac{\left(\frac{S_y}{S_x}\right) - P_0^2}{N-2}$$

P = pente théorique = 3 ;

P_0 = pente calculée par la méthode des moindres carrés ;

Sp_0 = écart-type de la pente calculée

S_x : Ecart-type de L_t

S_y : Ecart-type de W_t (avec d.d.l.=n-2 et $\alpha=5\%$)

d. Détermination du paramètre vitesse de croissance

Le paramètre vitesse de croissance (Φ') (2) a été calculé à partir de l'équation de (PAULY & Moreau, 1984)

$$\Phi' = \log K + 2 \text{Log } L_{\infty} \quad (2)$$

II.3. Analyses statistiques

Pour mieux expliquer les variabilités, il est important en premier d'utiliser les statistiques de base

II.3.1 Statistique descriptive

La statistique descriptive est un ensemble de méthodes (représentations graphiques et calculs de caractéristiques numériques) permettant de faire une synthèse statistique de données.

a. Analyse en composantes principales (ACP)

L'Analyse en composantes principales (ACP) est une méthode statistique essentiellement descriptive : son objectif est d'explorer la corrélation entre les variables et de regrouper les individus qui comportent de même manière (Philippeau, 1986).

L'ACP s'effectue par une démarche à plusieurs étapes :

a-Vérification des données

b-personnaliser du logiciel

c-Réalisation du résultat

La méthode des composantes principales est également appelée méthode des axes principaux : la recherche des composantes principales consiste à déterminer ce qu'on pourrait considérer comme les longueurs ou variances (valeurs propres) et les directions (vecteurs propres) des axes principaux.

Les calculs sont effectués par le logiciel Xlstat version 7.0, dans l'icône «Analyse des données », on sélectionne « Analyse en Composantes principales ACP ».

b. Analyse de régression linéaire multiple

L'application de la régression linéaire multiple pas par pas (Breaux, 1968), nous permet de répondre et de calculer les degrés de liaisons entre l'un des paramètres de l'espèce, thon rouge, tel que la longueur totale avec les facteurs environnementaux, pour but de déterminer un modèle de correction

linéaire permettant de prévoir les meilleurs facteurs qui peuvent influencer sur la distribution de cette espèce.

II.4 Système d'information géographique (SIG)

Pour toute analyse spatiale il est important d'utiliser les SIG d'une part et d'autre part les distributions spatiales des statistiques

III.3.4.1 Analyse géostatistique

La géostatistique étudie des variables régionalisées c'est-à-dire qui varient selon la position dans l'espace et dans le temps. L'analyse géostatistique est une analyse statistique spatiale, elle regroupe un ensemble de méthodes mathématiques qui permet, à partir de données géo référencées (localisation X, Y et Z), de comprendre les phénomènes et de les représenter en espace. L'analyse géostatistique permet de prédire une variable tel que : la température, la salinité, la chlorophylle a ... en un point non mesuré par la méthode d'interpolation. L'analyse géostatistique permet de modéliser théoriquement les variations de la variable dans l'espace et éventuellement d'exploiter les relations entre cette variable et d'autres variables disponibles pour améliorer la qualité des prédictions.

III.3.4.2 Analyse matricielle

Cette partie a pour but d'analyse de données raster par l'utilisation des logiciels : QGIS GRASS et SAGA : importation et affichage des données matricielles, requêtes, modélisation hydrologique l'interpolation de données dans un modèle matriciel et analyse de régression multiple spatiale.

Les progrès des techniques d'inférence statistique en matière d'analyse spatiale ont permis d'améliorer la qualité du traitement des données et d'enrichir la gamme des outils mathématiques applicables en environnement marin. L'analyse matricielle est effectuée par la démarche suivante :

a. Affichage

L'affichage des données est effectué sous forme d'une couche vecteur de type point depuis un fichier Excel par le module (v.in.as) dans le QGIS.

b. Interpolation

Interpole une surface raster à partir des points à l'aide d'une méthode de pondération par l'inverse de la distance (IDW). Elle sert à représenter un phénomène d'une variation continue dans l'espace.

La valeur en sortie d'une cellule utilisant la pondération par l'inverse de la distance (IDW) se limite à la plage des valeurs utilisées pour l'interpolation. La pondération IDW étant une distance moyenne pondérée, celle-ci ne peut pas être supérieure à l'entrée la plus élevée ou inférieure à l'entrée la plus

faible. Elle ne peut par conséquent pas créer de crêtes ni de vallées si ces extrêmes n'ont pas déjà été échantillonnés (Watson and Philip, 1985).

L'IDW donne de meilleurs résultats lorsque l'échantillonnage est suffisamment dense par rapport à la variation locale que vous tentez de simuler. Si l'échantillonnage des points en entrée est clairsemé ou irrégulier, les résultats peuvent ne pas suffisamment représenter la surface souhaitée (Watson and Philip, 1985)

L'interpolation est réalisée par la méthode de pondération par l'inverse de la distance au carré (IDW) à partir de donnée de type vecteur ponctuel via l'algorithme (v.surf.idw) dans le qgis, et cela pour chaque variable. Les fichiers en sorties après l'exécution de l'algorithme sont des couches de type raster par variable.

c. Régression multiple spatiale

La régression linéaire multiple est calculée sur les couches raster générée par la méthode d'interpolation. Les fichiers en sortie après l'exécution de l'algorithme sont deux cartes rasters de deux différents résultats plus un fichier de type HTML., il s'agit d'une carte d'estimation et une carte résiduelle plus un fichier de format .html qui porte les coefficients de régressions.

d. Mise en page

C'est la dernière étape pour générer les cartes prête à analyser et discuter.

III.3.4.3. Analyse vectorielle

Cette partie a pour but d'analyser les données vecteurs par l'utilisation du logiciel QGIS GRASS et SAGA:

La procédure que nous avons effectuée est comme suit :

- importation et affichage des données vectorielles ;
- Création d'une couche vectorielle avec une grille couvrant toute d'étendue de la zone de pêche, de 67 km² par maille à partir d'algorithme (v.mkgrid) ;
- intégration des données de pêche comprise dans chaque maille avec l'outil d'analyse (compter les points dans les polygones) ;
- Dénombrement des ponts dans les surface (mailles) et établir les statistiques dans chaque maille, - analyses statistique avec l'algorithme (v.vect.stat) ;
- Cartographier les couches de sortie générer par chaque algorithme en cartes avec la fonctionnalité (gestionnaire de mis en page) ;
- Enfin exportation des cartes comme image en format (.tiff) prête à analyser et discuter.

CHAPITRE III : ANALYSE TEMPORELLE DE LA DISTRIBUTION DE THUNNUS THYNNUS EN RAPPORT AVEC LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

III.1 Introduction

Dans cette partie, nous intégrons les données de pêche géo référencées avec des ensembles de données océanographiques télé détectées pour étudier les déterminants environnementaux qui contribuent à la distribution temporelle du thon rouge le long de la cote algérienne.

Ces recherches thons-environnement visent à 3 objectifs : i) comprendre le comportement et la distribution temporelle des populations du thon rouge face à la variabilité des facteurs environnementaux, ii) aider le scientifique pour la gestion des stocks, et iii) aider les pêcheurs afin de pêcher leurs quotas octroyer à court terme et aider les autorités compétentes à contrôler les pêcheurs.

III.2. Analyses statistiques

Le Tableau1 illustre le résumé statistique descriptif des différentes variables environnementales ainsi les variables biologiques, la taille et le poids dans plus de 18.000 points le long des côtes algériennes, durant les deux derniers décennies (2000 à 2019).

Tableau 1. Résumé des statistiques descriptives par variable.

| | Lt (cm) | Wt (kg) | Chl a (mg.m- 3) | NO3 (mmol.m- 3) | O2 (mmol.m- 3) | SSS (psu) | SST (°c) | Crrt spd (m/s) | Ht Vg (m) | Dist_cot (degree) |
|------------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------|-------------|----------------------|--------------|----------------------|
| N | 22601 | 22601 | 21192 | 21172 | 21172 | 19586 | 19586 | 19438 | 18448 | 22498 |
| Max | 312.88 | 474.39 | 6.59 | 8.14 | 329.92 | 39.52 | 28.19 | 0.91 | 5.23 | 2.72 |
| Min | 39.00 | 2.00 | 0.06 | 0.01 | 203.29 | 31.74 | 9.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| m | 186.83 | 133.53 | 0.19 | 0.30 | 237.94 | 36.86 | 18.67 | 0.22 | 1.08 | 0.37 |
| Ecart-tyt | 52.85 | 76.72 | 0.43 | 0.81 | 8.97 | 0.55 | 1.69 | 0.14 | 0.62 | 0.22 |
| IC 5%. | 0.69 | 1.00 | 0.01 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| m +ic | 187.52 | 134.53 | 0.19 | 0.31 | 238.06 | 36.87 | 18.70 | 0.22 | 1.09 | 0.38 |
| m -ic | 186.14 | 132.53 | 0.18 | 0.29 | 237.82 | 36.85 | 18.65 | 0.22 | 1.07 | 0.37 |
| CV | 0.28 | 0.58 | 2.28 | 2.69 | 0.04 | 0.02 | 0.09 | 0.64 | 0.57 | 0.58 |

NB : N : Taille de l'échantillon ; **Max** : Maximum ; **Min** : Minimum ; **m** : moyenne ; **IC** : intervalle de confiance ; **CV** : coefficient de variation ; **ecart-tyt** : ecart-type ; **Lt** : la longueur totale ; **Wt** : poids totale ; **Chl a** : Chlorophyll a ; **NO3** : Nitrate ; **O2** :Oxygene ; **SSS** : salinite de surface ; **SST** : temperature de surface ; **Crrt spd** : vitesse du courant ; **Ht Vg** : hauteur de la vague ; **Dist-cot** : distance de la cote.

III.2.1 Analyse de variance

Tableau 2. Résultats de l'analyse de variance

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|--------|--------|
| Modèle | 3 | 10104715,7424 | 3368238,5808 | 7,7411 | 0,0002 |
| Erreur | 57 | 24801249,5035 | 435109,6404 | | |
| Total corrigé | 60 | 34905965,2459 | | | |

H0 : il n'y a pas de corrélation significativement différente de 0 entre les variables.

Ha : Au moins une des corrélations entre les variables est significativement différente de 0.

L'analyse de la variance (Tableau 2), la valeur p calculée (0,0002) était inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, ainsi l'hypothèse nulle H_0 est rejetée et l'hypothèse alternative H_a est retenue, en prenant un risque de 0,02% de se tromper. L'effet de la saison a été mesuré à l'aide d'un rapport de variance ($F = 7,7411$) (Tableau 1), plus le rapport est élevé, plus l'effet de la saison est significatif. Nous concluons qu'il existe un effet significatif de la saison sur l'abondance de *thunnus thynnus* en Méditerranée et particulièrement le long de la côte algérienne.

La figure 12 et le tableau 3, montrent une différence significative des abondances du thon rouge en fonction des saisons, d'ailleurs le trimestre 2 qui correspond à la saison du printemps est la saison la plus fréquente, avec une abondance de 18402 par rapport au total de 22601 individus. Ainsi que trimestre 3 (saison estivale) avec 3550 individus.

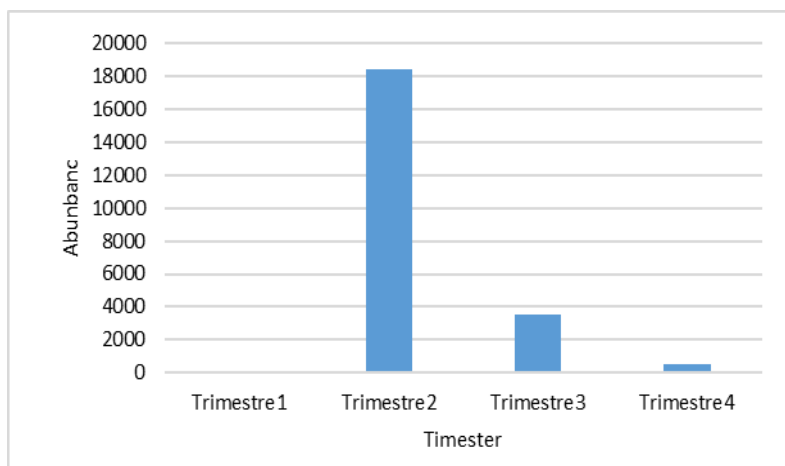


Figure 12. Les abondances du *Thunnus thynnus* en fonction des saisons.

Tableau 3. Abondances du *thunnus thynnus* par trimestre

| | Abundance |
|------------|------------------|
| Trimestre1 | 107 |
| Trimestre2 | 18402 |
| Trimestre3 | 3550 |
| Trimestre4 | 542 |
| Somme | 22601 |

Trimestre 1 : Hiver ; Trimestre 2 : Printemps ; Trimestre 3 : Eté ; Trimestre 4 : automne.

III.2.2 Analyse en composante principale

L'analyse en composante principale nous a permis d'extraire une quantité d'information intéressante à partir de jeu de données collectées, grâce à la figure.9 ainsi que le tableau.5. Ces deux derniers résument les informations de corrélation qui existent entre les différentes variables. Conformément au test de sphéricité de Bartlett (tableau 4), la p-value calculée (0.0001) est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on conclut qu'au moins l'une des corrélations entre les variables est significativement différente de zéro.

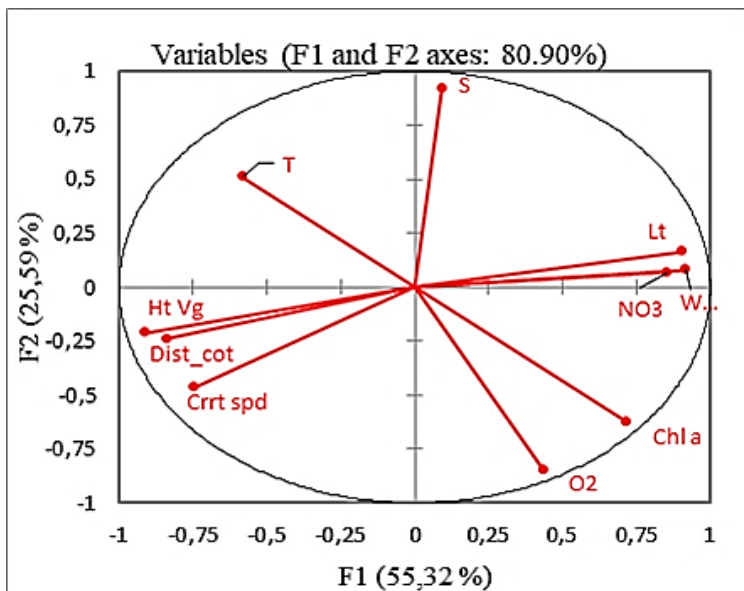


Figure 13. Cercle de corrélation entre les variables.

Tableau 4. Résultat de test sphéricité de Bartlett.

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Chi-square (Observed value) | 176.9874 |
| Chi-square (critical value) | 61.6562 |
| DDL | 45 |
| p-value | < 0.0001 |
| Alpha | 0.05 |

La figure 13 (80,90 % d'inertie) ainsi que les valeurs du (tableau 5) laissent croire l'existence d'une liaison certaine entre les variables. Autour de l'axe F1 (55,32 % d'inertie), nous voyons que la longueur totale (Lt) de *Thunnus thynnus* est caractérisé par une relation dépendante d'une part, positive par rapport à son poids total (Wt) ($r = 0,967$, $p < 0,0001$) et aux deux paramètres de son environnement tel que le NO3 et la chlorophylle (a) avec un coefficient de corrélation ($r = 0,717$, $p < 0,0001$) et ($r = 0,470$, $p < 0,0001$) respectivement. Et d'autre part, négative aux autres paramètres de son biotope tel que : la température ($r = -0,523$, $p < 0,0001$), la vitesse du courant ($r = -0,681$, $p < 0,0001$), la hauteur de la vague ($r = -0,791$, $p < 0,0001$) et la distance de la côte ($r = -0,710$, $p < 0,0001$). Sur l'axe F2 (25,59 % d'inertie), nous distinguons que le facteur Température est lié négativement par rapport aux facteurs : Oxygène ($r = -0,652$, $p < 0,0001$) et chlorophylle (a) ($r = -0,568$, $p < 0,0001$).

Tableau 5. Matrice de corrélation.

| Variables | Lt | Wt | Chl a | NO3 | O2 | S | T | Crirt-spd | Ht Vg | Dist_cot |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Lt | 1.00 | 0.97 | 0.47 | 0.72 | 0.23 | 0.24 | -0.52 | -0.68 | -0.79 | -0.71 |
| Wt | 0.97 | 1.00 | 0.57 | 0.68 | 0.32 | 0.20 | -0.55 | -0.67 | -0.79 | -0.71 |
| Chl a | 0.47 | 0.57 | 1.00 | 0.62 | 0.87 | -0.53 | -0.57 | -0.31 | -0.52 | -0.47 |
| NO3 | 0.72 | 0.68 | 0.62 | 1.00 | 0.28 | 0.04 | -0.27 | -0.68 | -0.83 | -0.71 |
| O2 | 0.23 | 0.32 | 0.87 | 0.28 | 1.00 | -0.65 | -0.64 | 0.01 | -0.22 | -0.11 |
| S | 0.24 | 0.20 | -0.53 | 0.04 | -0.65 | 1.00 | 0.31 | -0.49 | -0.28 | -0.24 |
| T | -0.52 | -0.55 | -0.57 | -0.27 | -0.64 | 0.31 | 1.00 | 0.13 | 0.43 | 0.34 |
| Crirt spd | -0.68 | -0.67 | -0.31 | -0.68 | 0.01 | -0.49 | 0.13 | 1.00 | 0.74 | 0.67 |
| Ht Vg | -0.79 | -0.79 | -0.52 | -0.83 | -0.22 | -0.28 | 0.43 | 0.74 | 1.00 | 0.84 |
| Dist_cot | -0.71 | -0.71 | -0.47 | -0.71 | -0.11 | -0.24 | 0.34 | 0.67 | 0.84 | 1.00 |

a. Relation taille-poids

L'étude de la croissance des poissons sollicite l'usage de la méthode de la relation poids-longueur (Da et al., 2018a). (La figure 14) représente les résultats d'analyse de la relation entre la longueur totale et le poids tonal chez *Thunnus thynnus*.

$$Wt = 10^{-04} * Lt^{2.668} \quad (4)$$

$\epsilon_{cal}=2,21*10^{-6} \ll \epsilon_{theo}=1.96$ donc **H0** est retenu, cela explique il y a une égalité des pentes (P & P₀), de ce fait le type de croissance est isométrique

Le coefficient de corrélation ($r = 0.87$; $b=2.668$) représente la relation très forte entre deux paramètres biologiques (Wt et Lt) de l'espèce étudiée. Le coefficient $b = 2,67$, le test d'Ecart-réduit nous a démontré que la croissance allométrique est isométrique, c'est à dire le poids croît proportionnellement à la longueur, maintenant ainsi une forme et des proportions constantes

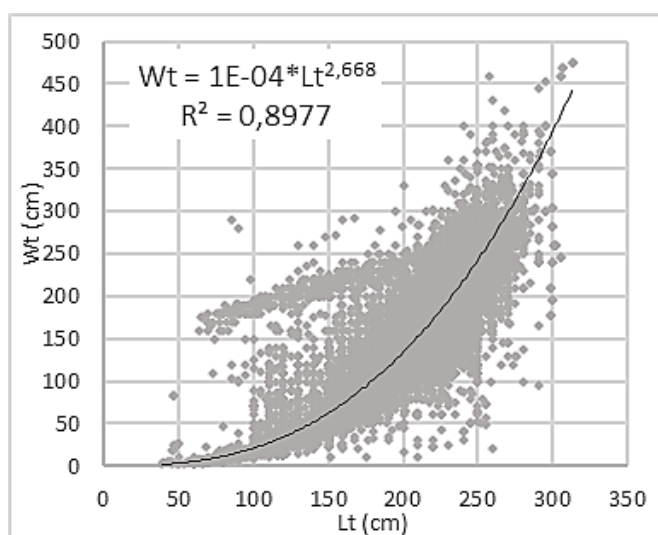


Figure 14. Relation biométrique de *Thunnus thynnus*.

III.2.3 Model de la régression multiple

Le tableau (6), fournit des détails sur les résultats de l'analyse de régression linéaire multiple. L'analyse de régression linéaire multiple a permis aux chercheurs de définir l'équation du meilleur modèle de correction linéaire (équation 5) qui exprime la relation entre la longueur totale du thon rouge et les facteurs environnementaux. Dans cette étude, 70,3% de la variabilité est expliquée par la chlorophylle a, l'oxygène dissous, la salinité et la température. Le reste de la variabilité peut être dû à des effets (autres variables explicatives) qui ne sont pas pris en compte dans l'étude actuelle.

Le test F de Fisher a été utilisé. La probabilité enregistrée associée au F étant dans ce cas inférieure à 0,0003939, cela signifie que le risque de se tromper est inférieur à 0,05% pour conclure que les variables explicatives apportent une quantité significative d'informations au modèle.

Tableau 6. Résultats l'analyse de régression linéaire multiple.

| Multi-corrélation avec les résultats du modèle de régression | | | | |
|--|---------------------------|---------------|---------|------------|
| | Coefficients: Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
| (Interception) | 123,806 | 596,224 | 0,208 | 0,83872 |
| Chl.a | 75,905 | 18,442 | 4,116 | 0.00122 ** |
| O2 | -2,96 | 1,308 | -2,263 | 0.04137 * |
| Sal | 25,944 | 9,348 | 2,775 | 0.01576 * |
| Temp | -11,602 | 3,859 | -3,007 | 0.01011 * |

R-carré ajusté : 0,703; Statistique F : 11,06 sur 4 et 13 DF, valeur de p : 0,0003939

Le Meilleur modèle d'analyse de régression linéaire multiple est :

$$Lt = 75.90 (Cha) - 2.96 (O2) + 25.94 (Sal) - 11.60 (Temp) + 123.80 \quad (5)$$

III.3 La distribution du thon rouge en relation avec les facteurs environnementaux

Les valeurs maximales et minimales relevées à partir des données de la taille et du poids du thon rouge sont (312,88 cm ; 474,38 kg) et (39 cm ; 2 kg) respectivement (Tableau1). Les longueurs totales du thon rouge varient selon les saisons, avec une moyenne de 146-181 cm au printemps et de 244-255 cm en été (Figure16) ; elles ont été enregistrées dans les eaux de surface. Ces dernières sont caractérisées par des facteurs physiques et chimiques variant selon les saisons. Parmi ces facteurs, les variables suivantes ont été déterminées : température, salinité, vitesse du courant, hauteur des vagues, chlorophylle a, oxygène dissous et nitrate.

III.3.1 Variation saisonnière

Cette partie se propose d'explorer la relation entre la variabilité saisonnière de ces paramètres biologiques et les facteurs environnementaux qui les influencent, afin de mieux appréhender les dynamiques de population et les impacts potentiels des changements environnementaux sur le thon rouge.

III.3.1 Facteurs physiques

La température et la salinité sont les principaux facteurs hydrologiques décrivant les masses d'eau dans un environnement marin(Aminot and Kérouel, 2004a).

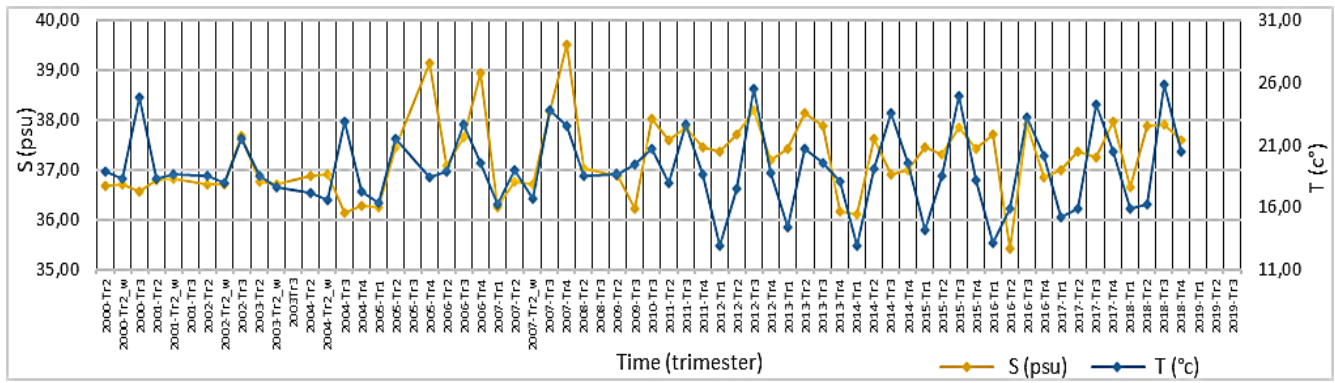


Figure 15. Variation saisonnière des facteurs physiques : température et salinité.

Les variations importantes des deux facteurs : température et salinité, sont en fonction du cycle saisonnier (Figure 15), de plus elles représentent une variation au fil des saisons, une ressemblance a été notée entre les deux courbes, de température et de salinité, l'augmentation de la température suivie d'une augmentation de la salinité, de même dans le cas contraire. En été, les températures sont évidemment très élevées (en moyenne entre 21.5 et 25.8°C), tout comme la salinité (en moyenne entre 36 et 39 psu). En hiver, les masses d'eau se sont refroidies sous l'effet de la baisse des températures (en moyenne 12,8 à 16°C), et la salinité a baissé en moyenne de 35,4 à 37 psu. Le thon rouge a été pêché dans des eaux de surface présentant de grandes variations de température et de salinité (Tableau 1). La température de la saison printanière réchauffe les masses d'eau marines. Ces masses d'eau peu chaudes d'une température moyenne qui varie entre 17 et 19,5°C marquent la présence d'une surabondance de thon rouge (longueur totale moyenne de 146 à 181 cm), (Figure16). En outre, les grands individus, d'une longueur moyenne de 250 cm, peuvent être fréquents dans les eaux plus chaudes (température moyenne de 22°C) pendant la période estivale.

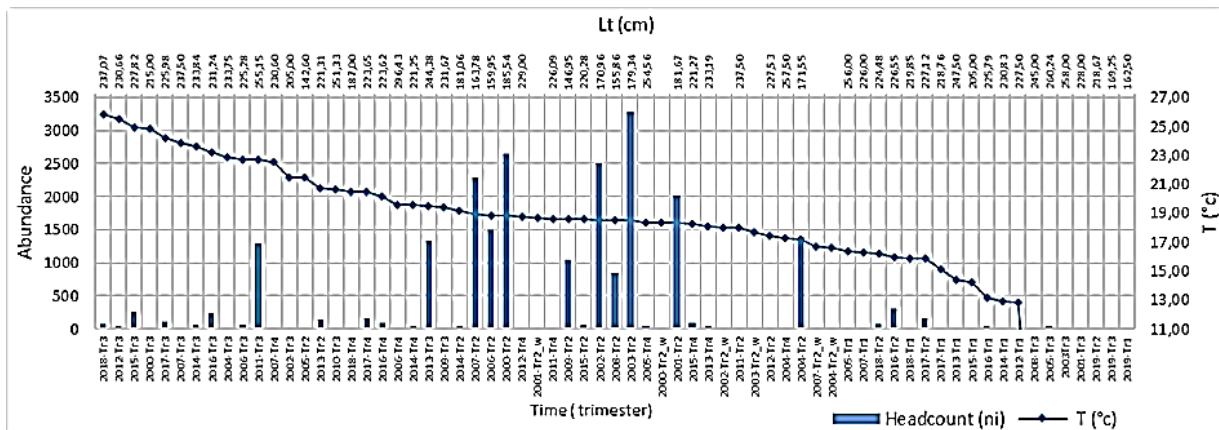


Figure 16. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction de la température.

De plus, les captures importantes ont été enregistrées dans les zones où la température est comprise entre 17 et 20°C. Les eaux de surface des zones de pêche à forte productivité de thon rouge sont caractérisées par des niveaux de salinité stables, qui varient en moyenne de 36,6 à 37,1 PSU et de 37,8 à 37,9 psu au printemps et en été respectivement (Figure 17). Le thon rouge a des besoins exigeants, principalement une salinité stable et une eau bien oxygénée (Caill-Milly et al., 2002a). Par

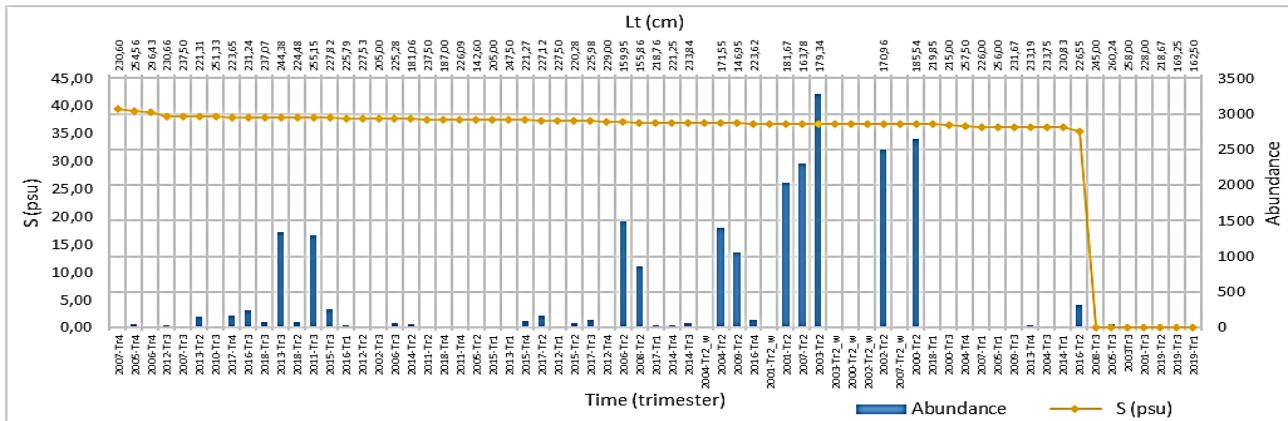


Figure 17. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction de la salinité.

ailleurs, il existe une relation entre la longueur totale des espèces étudiées et la vitesse du courant. La Figure 18 montre clairement cette relation, et la présence du thon rouge, elle est notée dans les zones où la vitesse du courant qui varie entre 0,22 et 0,85 m/s.

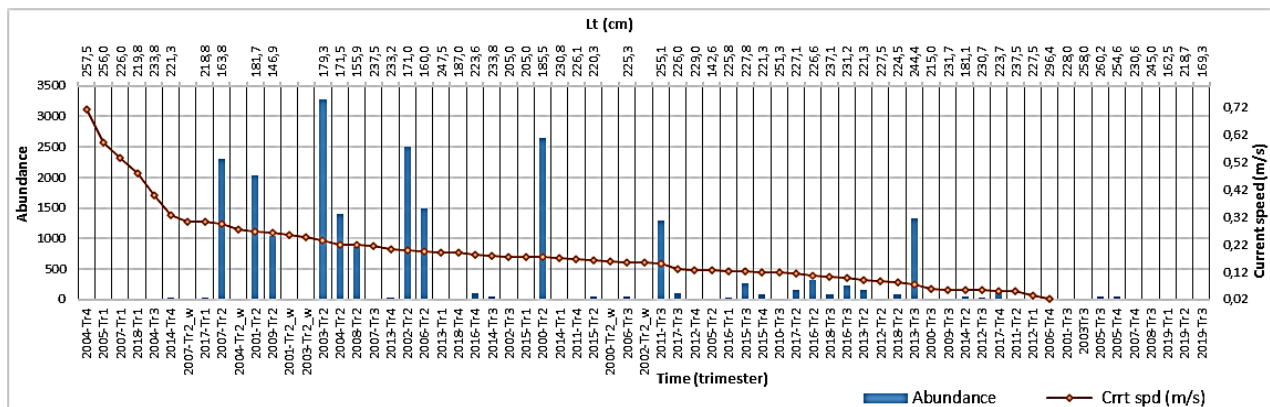


Figure 18. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction du facteur vitesse du courant.

Durant la période printanière, des surabondances ont été constatées dans les plans d'eau dont la vitesse moyenne du courant est comprise entre 0,17 m/s et 0,3 m/s. Contrairement à la période estivale, la vitesse du courant est très faible et varie entre 0,07 m/s et 0,15 m/s.

Selon (Arena, 1959a,), En étudiant l'influence de différents facteurs sur la capture d'une madrague à thon près de Trapani, sur la côte ouest de la Sicile, a noté que les faibles captures de thon rouge sont associées à une vitesse de courant de 0,49 m/s en direction du sud-ouest, tandis que les meilleures captures ont été réalisées dans des zones où la vitesse du courant est de 0,73 m/s en direction du nord-est.

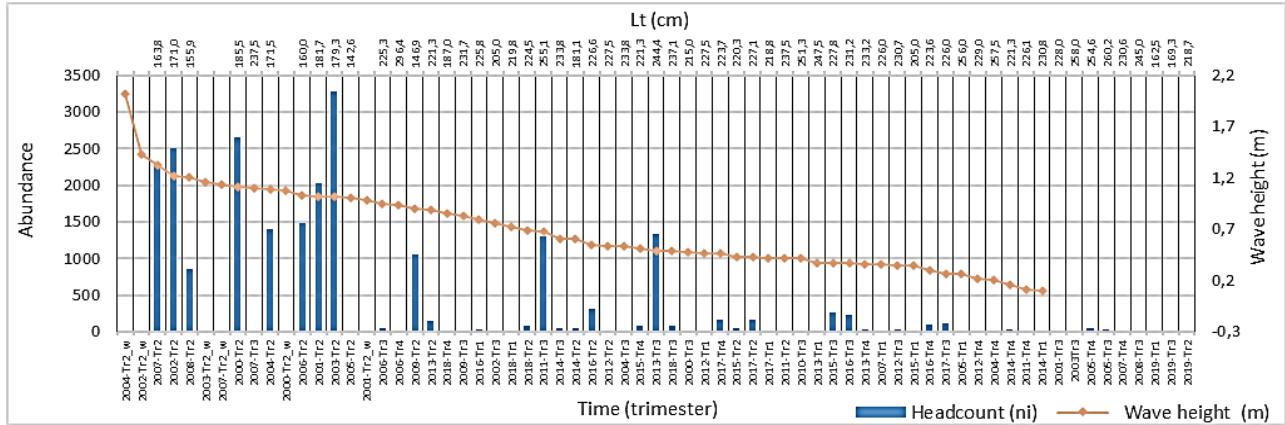


Figure 19. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne des thons rouges en relation avec la hauteur des vagues.

La distribution des valeurs de vitesse de courant dans les zones de pêche du thon rouge est hétérogène car, le coefficient de variation est de 0,60 (Tableau1). Donc, le thon rouge a la capacité de vivre dans un environnement de grande variabilité en ce qui concerne la vitesse du courant marin. Le thon rouge a la capacité de nager dans des eaux dont l'énergie est très variable. D'ailleurs Il a été pêché dans des eaux calmes, à faible énergie (environ 0 m de hauteur de vague en moyenne) et même dans des eaux très agitées, à forte énergie, avec des vagues de 5,2 m de hauteur (Figure 19).

III.3.2 Facteurs chimiques

Figure 20 et le Tableau (5) montre une relation inverse entre les deux facteurs, l'oxygène et la température dans l'eau de mer. En effet les deux paramètres varient de dans le sens opposé avec un coefficient de corrélation ($r = -0.64$, $p < 0.0001$).

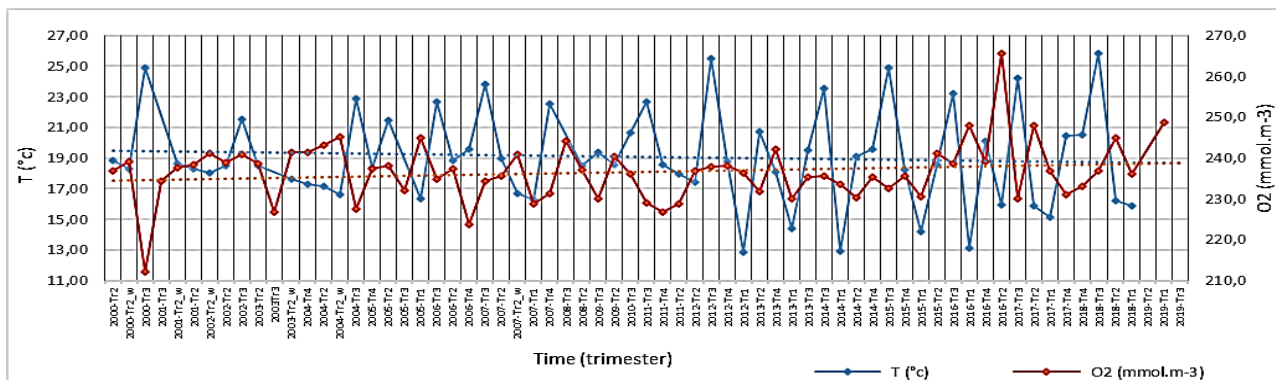


Figure 20. La variation saisonnière de ces deux facteurs : La température et l'oxygène dissous.

La figure 20 illustre suffisamment la variation saisonnière des deux facteurs : température et oxygène dissous ; elle montre la relation inverse entre ces deux paramètres au cours des saisons de pêche ; les deux courbes sont en sens inverse, l'oxygène diminue avec l'augmentation de la température, l'inverse est vrai.

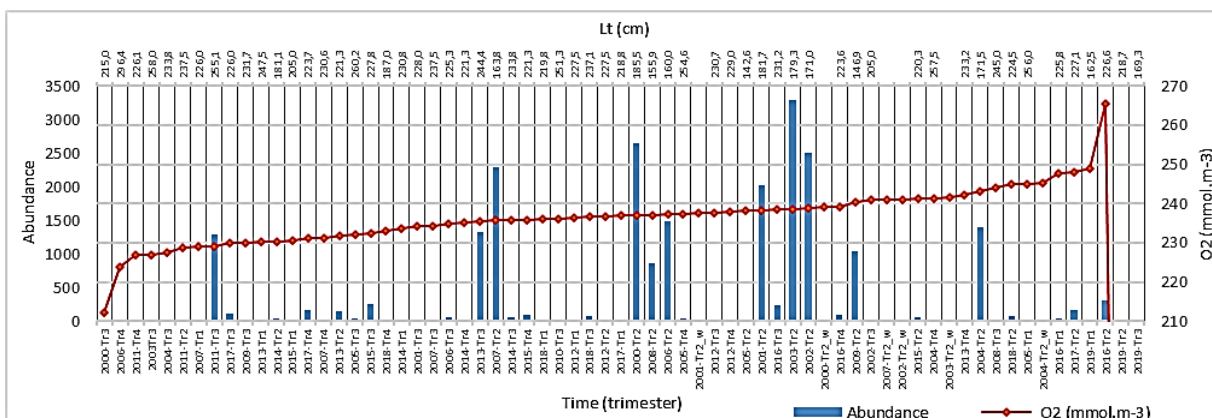


Figure 21. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction de l'oxygène dissous.

La figure 21 présente les abondances avec des longueurs moyennes en fonction des teneurs en oxygène. L'allure des concentrations moyennes en oxygène dans figure 21 en tendance d'évolution en fonction de l'augmentation des longueurs totaux du thon rouge, les concentrations moyennes d'oxygène dans les zones pêche varient entre 203.82 et 2038.06 mmol.m⁻³ (Tableau 01).

La chlorophylle (a) est le premier maillon de la chaîne alimentaire qui peut jouer le rôle déterminant

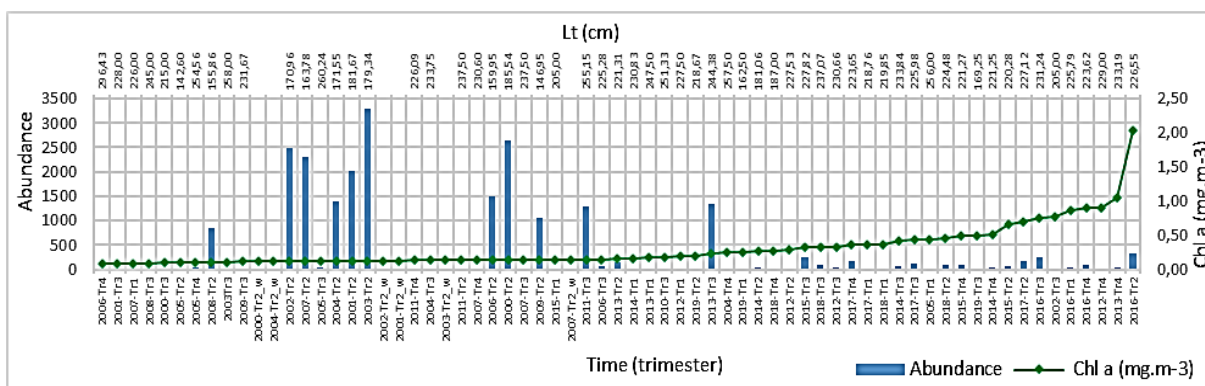


Figure 22. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en relation avec le facteur de la chlorophylle (a).

des stocks de proies du thon rouge tels que : le maquereau, le hareng, la sardine, l'anchois et le krill. Une variation saisonnière de la concentration en chlorophylle (a) a été remarquée dans les eaux de surface de la zone d'étude, elle est représentée dans la figure 22 en moyenne saisonnière. Les concentrations en chlorophylle (a), On a constaté que les concentrations extrêmes de chlorophylle (a) dans les zones de pêche varient de 0,06 à 6,59mg. m⁻³ (Tableau1). Les concentrations moyennes de chlorophylle (a) dans les zones de surabondance de thon rouge sont faibles, allant de 0,11 à 0,14 mg.m⁻³ au printemps, et de 0,15 à 0,23 mg.m⁻³ en été (Figure 22).

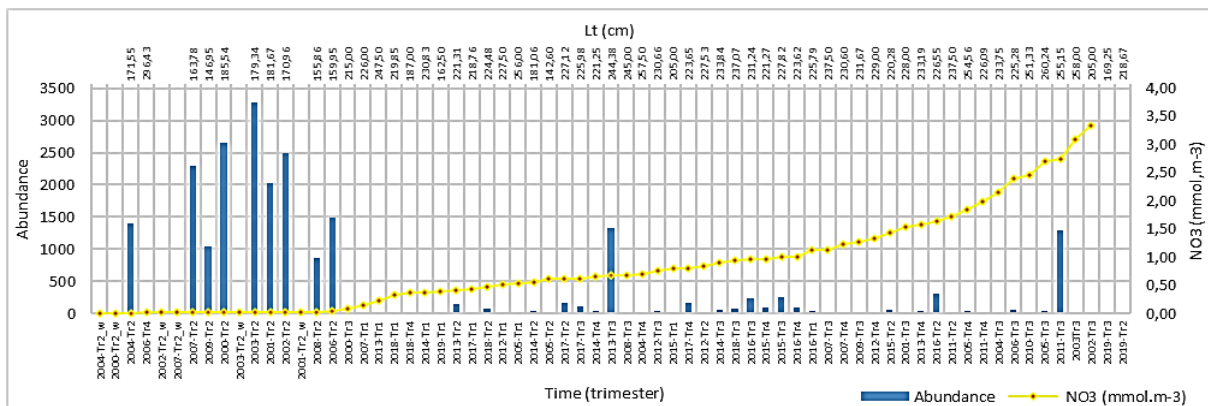


Figure 23. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en relation avec le nitrate (NO₃).

Figure 23 montrent les teneurs moyennes en nitrate dans les zones à haute production en thon rouge ; ces concentrations sont réparties par saison. La fourchette des concentrations extrêmes du nitrate enregistrées dans les zones de pêche varie entre 0,005 et 8,15 mmol.m⁻³ (Tableau 1). Les moyennes de faibles concentrations du NO₃ qui varient entre 0,01 et 0,04 mmol.m⁻³ ont été remarquées au printemps et les plus élevées entre (0,68 et 2,75 mmol.m⁻³) ont été enregistrées en été.

En outre, les grands individus, d'une longueur moyenne de 250 cm, peuvent être fréquents dans les eaux plus chaudes (température moyenne de 22°C) pendant la période estivale.

III.3.2 variation annuelle

L'étude de la variabilité annuelle des paramètres biologiques du thon rouge et de ses facteurs environnementaux revêt une grande importance pour évaluer les fluctuations de cette espèce emblématique au fil du temps (Figure 24) et (Annexe 02).

En examinant ces résultats et en analysant l'interaction entre les facteurs environnementaux (chlorophylle a, nitrate, oxygène dissous, salinité, température, vitesse du courant, hauteur de la vague) avec le poids total (Wt) et la longueur totale (Lt), voici quelques observations potentielles :

La longueur totale (Lt) des poissons varie d'une année à l'autre, il n'existe pas une tendance claire. Les valeurs fluctuent entre environ 147 cm et 254 cm. Le poids total (Wt) des poissons montre également des variations significatives d'une année à l'autre, les valeurs varient entre 82 kg et 270 kg.

Chlorophylle a (Chl a) : Les concentrations de chlorophylle en fluctuation d'une année à l'autre, sans présenter de relation claire avec les mesures des poissons. Les valeurs varient entre environ 0,10 mg.m⁻³ et 1,36 mg.m⁻³ a peut avoir une influence sur la croissance et la biomasse des poissons. Une concentration élevée de chlorophylle a peut indiquer une disponibilité accrue de nourriture pour les poissons, ce qui pourrait contribuer à une augmentation de la biomasse de ce poisson pélagique.

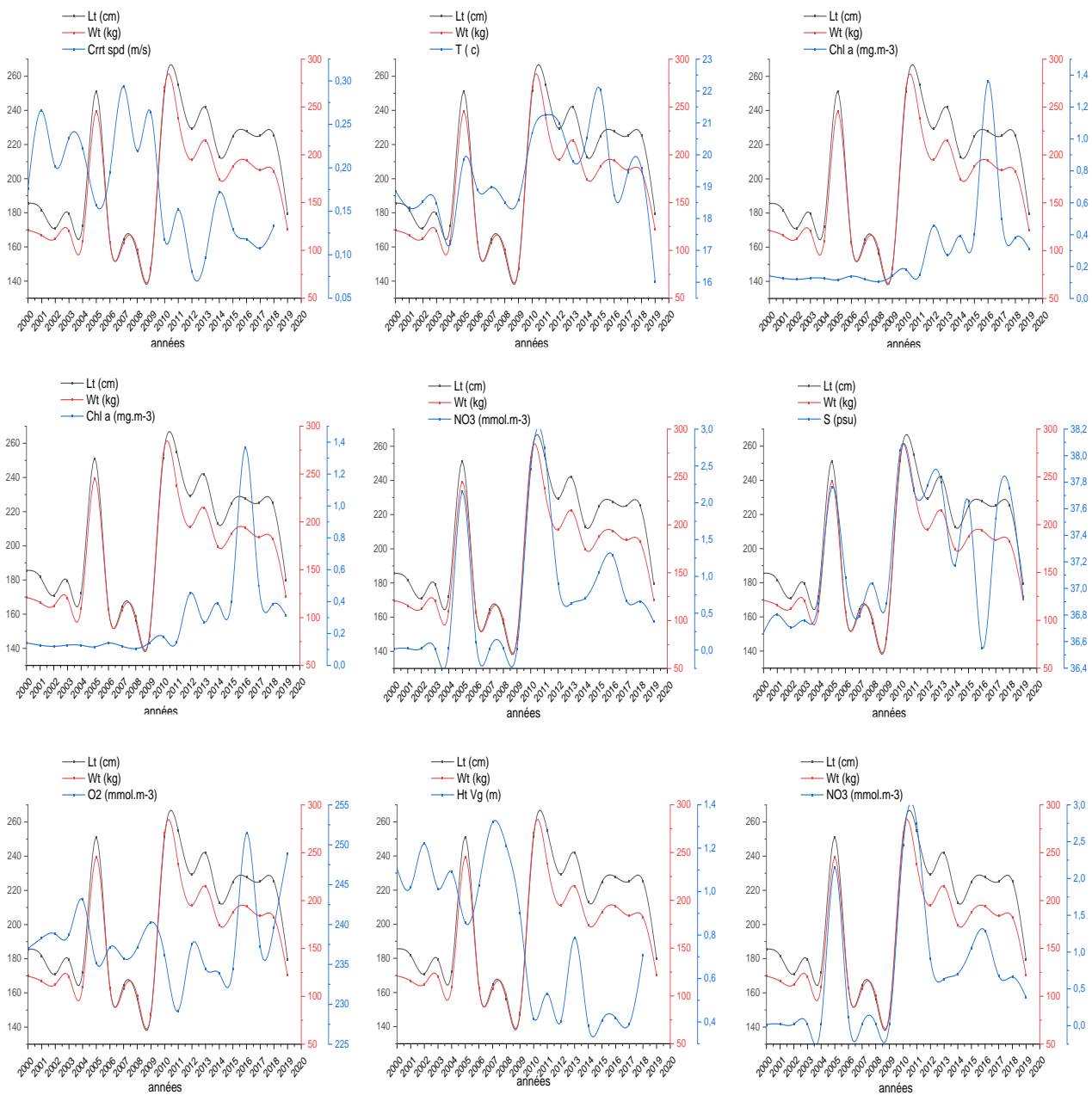


Figure 24 : Variabilité temporelle des paramètres de croissance du thon rouge et leur relation avec les facteurs environnementaux

Nitrate (NO₃) : Les nitrates présentent également des variations d'une année à l'autre, sans montrer de corrélation évidente avec les caractéristiques des poissons. Les valeurs oscillent entre environ 0,02 mmol.m⁻³ et 2,74 mmol.m⁻³(Annexe 02 & la Figure 24). Elles sont des nutriments essentiels pour la croissance des plantes aquatiques. Une concentration élevée de nitrates peut favoriser la production d'algues, qui peuvent servir de source de nourriture pour les petits poissons qui sont aussi de leurs tours une nourriture pour les grands poissons tels que le thon rouge. Cela pourrait entraîner une augmentation de la biomasse.

Oxygène dissous (O₂) : présente une certaine stabilité au fil des années, avec des valeurs moyennes d'environ 236 mmol.m⁻³. L'oxygène dissous est important pour le métabolisme des poissons. Des niveaux élevés d'oxygène dissous peuvent favoriser une meilleure condition physique des poissons, ce qui pourrait se traduire par une augmentation la biomasse et croissance du thon rouge.

Salinité (S) : La salinité varie entre environ 36,55 PSU et 38,04 PSU autour d'une moyenne de 37.23 PUS0.les valeurs de salinité peuvent varier en fonction de nombreux facteurs, notamment la température, les précipitations. La salinité de l'eau est un paramètre clé qui influe sur la répartition et le comportement des poissons, y compris le thon rouge. Le thon rouge est une espèce euryhaline, ce qui signifie qu'elle peut tolérer une gamme de salinités dans son environnement. La salinité peut donc influencer sur la croissance.

Température (T) : varie légèrement d'une année à l'autre, on peut dire la variation de type interannuelle autour des valeurs moyennes d'environ 37,5 °C. La température de l'eau peut avoir un impact sur le métabolisme des poissons. Des températures plus élevées peuvent stimuler le métabolisme et la croissance, ce qui pourrait se traduire par une augmentation du poids et de la longueur du l'espèce étudiée.

Vitesse du courant (Crrt spd) : ne montre pas de relation directe avec les mesures des paramètres biologiques du thon rouge. Les valeurs fluctuent autour de 0,2 m/s. La vitesse du courant peut affecter la capacité des poissons à se déplacer et à trouver de la nourriture. Des courants plus forts peuvent nécessiter une dépense d'énergie supplémentaire pour la nage, ce qui peut influencer la biomasse des poissons.

Hauteur sinificative de la vague (Ht Vg) : varie d'environ 0,08 m à 1,32 m, sans montrer de tendance claire avec les caractéristiques des poissons. La hauteur de la vague peut être associée à la force des conditions océaniques. Des vagues plus fortes peuvent influencer le comportement des poissons, notamment leur alimentation et leur mouvement. Cela peut potentiellement avoir un impact sur le poids total et la longueur totale des poissons.

III.4 Discussion

Les analyses de variance, montrent une différence significative des abondances du thon rouge en fonction des saisons, d'ailleurs le trimestre 2 (saison du printemps) est la saison la plus fréquente, avec une abondance de 18402 par rapport au total de 22601 individus. Ainsi que trimestre 3 (saison estivale) avec 3550 individus. La présence du thon rouge dans la méditerranée en mois de mai (saison printanière) et le mois de d'août (saison estivale) liée à la reproduction. Selon (Cort, 1990a; MacKenzie and Mariani, 2012a; Mylonas et al., 2007a; Ottersen et al., 2004a; Royer, 2005a) ; Collette and Nauen, 1983a; Cort, 1990a; MacKenzie and Mariani, 2012a; Mylonas et al., 2007a), ont confirmés que la période de frai du thon rouge en Méditerranée se situe entre juin et juillet.

L'étude de la croissance des poissons sollicite l'usage de la méthode de la relation poids-longueur (Da et al., 2018b). L'équation suivante : $Wt = 10^{-04} * Lt^{2.668}$ ($r = 0.87$; $b=2.668$), $p= 0,0001$), elle représente les résultats d'analyse de la relation entre la longueur totale et le poids tonal chez *Thunnus thynnus*. Le coefficient de corrélation représente une très forte relation entre ces deux paramètres biologiques de l'espèce étudiée. La croissance de *Thunnus thynnus* est en faveur de la longueur totale, car elle est de type allométrique, le coefficient $b = 2,67$. Selon, la croissance de la longueur du thon rouge se fait en trois premières années, puis la masse à partir de la quatrième année. La croissance est un indicateur de la qualité de l'habitat des poissons (Searcy et al., 2007a).

Block et al., 2019 étudier le biotope de thon rouge, a pour but de mieux comprendre la qualité de l'habitat et les conditions de leurs répartitions. Les résultats obtenus par l'ACP, nous ont laissé de s'intéresser à déterminer les limites des variations de chaque facteur du biotope qui peuvent influencer sur sa répartition le long des côtes algériennes. Les valeurs maximales et minimales des longueurs totales et poids totaux relevées à partir des données de pêche du thon rouge sont comme suit (312,88 cm ; 474,38 kg) et (39 cm ; 2 kg) respectivement. Ce poisson peut atteindre une taille de 313 cm et un poids de 680 kg (Block et al., 2019a; Magnuson et al., 1994a). Les longueurs totales du thon rouge varient selon les saisons, avec une moyenne de 146-181 cm au printemps et de 244-255 cm en été (Figure15). Les eaux de surface avec des caractérisées physico-chimique variable en fonction des saisons. Parmi ces variables, on a pris en considération : la température, la salinité, la vitesse du courant, la hauteur des vagues, la chlorophylle a, l'oxygène dissous et le nitrate. les principaux facteurs hydrologiques qui décrivent les masses d'eau dans les milieux marins: la température et salinité (Aminot and Kérouel, 2004a) , pendant la saison estivale, les températures des masses d'eau sont évidemment très élevées (variant en moyenne entre 21,5 et 25,8°C), de même que la salinité (variant en moyenne entre 36 et 39 p.s.u.). Et en hiver, les caractéristiques des masses d'eau se change, une diminution remarquable des températures (en moyenne de 12,8 à 16°C), et même pour les salinités

(en moyenne de 35,4 à 37 psu). Ces résultats sont en accord avec les observations de (Lozano Cabo, 1958) et (Tiews, 1963) qui ont notés que, les meilleures captures de thon rouge des madragues marocaines et espagnoles ont été réalisées dans des zones où la température de surface se situe entre 19,25 et 20,5 °C. Ces masses d'eau sont d'origine atlantique et cela selon (Garreau, 2012), les masses d'eau séjournées dans le bassin algérien caractérisée par une faible salinité de 36.2 u.p.s et par une basse température de 14-15 °C, elle est d'origine atlantique. (Fréon and Misund, 1999a) ont rapporté que la distribution du thon rouge dépend de la température de leurs environnement qui varient en moyenne de 10 à 28 °C. Dans les élevages de thon rouge de l'Atlantique, la température devrait se situer dans la fourchette suivante, de 18 à 26°C (Caill-Milly et al., 2002a) Suivant (Ottersen et al., 2004a) le facteur température peut influencer les périodes de frai. Il peut supporter des températures d'eau basses de 9,2°C (tableau.1) et a le potentiel de vivre dans des eaux chaudes, jusqu'à 28,19°C (tableau 1). (Block et al., 2019) ont cité dans leurs travail qui a été effectué sur les données de marquage et de suivi des archives attestent que le thon rouge peut supporter des basses températures tel que 3°C ainsi que des températures élevées (jusqu'à 30°C) et qu'il maintient une température corporelle interne stable.

La distribution du thon rouge est liée au front océanique pour plusieurs raisons : soit pour les besoins alimentaires, car les fronts océaniques sont des zones privilégiées pour le transfert d'énergie le long des chaînes trophiques (Royer, 2005a); soit pour les besoins migratoires, car ils sont capables de s'associer aux limites du courant du Gulf Stream pour se distribuer sur le territoire européen du côté de l'Atlantique Nord (Lehodey et al., 1997) ; ou pour les besoins de la reproduction, car les tourbillons anticycloniques ou les zones frontales sont potentiellement favorables à la survie et au développement des œufs et des larves (Bakun, 1996a; García et al., 2003a); En outre, la figure 14 montrent l'abondance de *thunnus thynnus* en fonction de la variabilité saisonnière de l'état de la mer (hauteur des vagues). Les forte abondance du thon rouge dans le bassin algérien ça peut être du a l'activité hydrologique, vu que le bassin algérien connu par une forte activité hydrologique, (Abboud-Abi Saab et al., 2005a; Tham, 1998a) *Thunnus thynnus* a la capacité de nager dans des eaux à forte variabilité énergétique, Le thon rouge de l'Atlantique Ouest en phase de reproduction privilégie les zones à énergie cinétique tourbillonnaire modérée, où des tourbillons de méso-échelle sont présents (Teo et al., 2007a).

La distribution des concentrations en oxygène dans les zones de pêche est homogène puisque le coefficient de variation pour ces zones était de 0,038. Les concentrations d'O₂ dans les zones de forte pêche du thon rouge variaient de 235,6 à 243 mmol.m⁻³ au printemps et de 229 à 235,4 mmol.m⁻³ en été (Figure 17). Répartition temporelle de l'oxygène dans l'eau de mer en fonction de l'activité biologique et/ou de la ventilation du plan d'eau (Lefèvre et al., 2012b).

Le thon rouge a une capacité aérobie élevée (Royer, 2005b), ce qui lui permettra d'assurer la ventilation des branchies et de compenser sa flottabilité négative (Magnuson, 1973a, 1978a) ; de répondre aux besoins des muscles de type I (muscles rouges) ; pour assurer une grande endurance à la nage et limiter les conflits énergétiques. vie durable (Brill et al., 2002a; Lutcavage et al., 2000b; Royer, 2005c). Les concentrations de chlorophylle (a) dans les pêcheries variaient de 0,06 à 6,59 mg.m-3 (tableau 1). Les concentrations moyennes de chlorophylle (a) étaient plus faibles dans les zones excédentaires de thon rouge, allant de 0,11 à 0,14 mg.m-3 au printemps et de 0,15 à 0,23 mg.m-3 en été (Figure 18). D'après (Teo et al., 2007b), les grands individus de thons rouges sont localisés dans des zones de faibles en concentrations de la chlorophylle a (0,10 à 0,16 mg.m-3). La chlorophylle a est le premier maillon de la chaîne alimentaire qui peut jouer le rôle déterminant des stocks de proies du thon rouge tels que : le maquereau, le hareng, la sardine, l'anchois et le krill. Par ailleurs, (Marie-louise, 1957a) et (FURNESTIN, 1945) ont dégagés que le troisième maillon de la chaîne alimentaire, tel que Chaetognatha : Sagitta serratodenta et Sagitta elegans, sont respectivement des indicateurs du maquereau et du hareng, ainsi que les sardines et les anchois ils consomment du phytoplancton(Chouvelon et al., 2014a; Ganas, 2014a; Palomera et al., 2007a; Plounevez and Champalbert, 2000a).

L'ACP montre que les niveaux de nitrate (NO₃) dans la zone de pêche sont étroitement liés à la longueur totale du thon rouge. Les limites de concentration en nitrate enregistrées dans zones d'été varient entre 0,005 et 8,15 mmol.m-3 (tableau 1). Les nutriments tels que le nitrate sont importants dans la production de plancton (Tham, 1998a). Figure 24 montres des niveaux moyens de nitrate dans les zones à fortes captures de thon rouge ; ces concentrations sont divisées par saison. De plus, la concentration moyenne de NO₃ variait entre 0,01 et 0,04 mmol.m-3 au printemps et était plus élevée en été, entre 0,68 et 2,75 mmol.m-3. Le facteur nitrate peut agir comme un indicateur indirect de la présence du thon rouge car le nitrate est le premier maillon de la chaîne trophique, un nutriment essentiel au développement des populations de phytoplancton (Abboud-Abi Saab et al., 2005a; Tham, 1998a).

III.5 Conclusion

La présente étude a montré que la présence du thon rouge le long de la côte algérienne est significativement saisonnière, les saisons d'abondance les plus fréquentes de cette espèce étant le printemps et l'été. La reproduction du thon rouge en Méditerranée a lieu en deux saisons, printanière et estivale. De plus, l'analyse taille-poids a confirmé que la croissance du BFT est allométrique en faveur de la longueur totale. En outre, l'analyse temporelle a montré qu'il existe une variation de la longueur totale en fonction des saisons, en moyenne entre 146 et 181 cm au printemps et entre 244 et 255 cm en été.

La distribution du thon rouge le long de la côte algérienne est saisonnière et régie par plusieurs facteurs physiques et chimiques. En effet, les fortes abondances de thon rouge ont été constatées dans des masses d'eau présentant une variation saisonnière des facteurs physico-chimiques :

Tout d'abord, pendant la saison estivale, les températures des masses d'eau sont évidemment très élevées (variant en moyenne entre 21,5 et 25,8°C), de même que la salinité (variant en moyenne entre 36 et 39 psu). Et au printemps, les masses d'eau se refroidissent sous l'effet de la baisse de température (en moyenne de 12,8 à 16°C), ainsi que de la baisse de salinité (en moyenne de 35,4 à 37 psu).

Thunnus thynnus est une espèce aérobique, de plus les concentrations en O₂ dans les zones de fortes captures de thon rouge varient de 235,6 à 243 mmol.m⁻³ au printemps et de 229 à 235,4 mmol.m⁻³ en été. La chlorophylle (a) est le premier maillon de la chaîne alimentaire et est utilisée pour identifier indirectement les bancs de thon rouge.

Les concentrations moyennes de chlorophylle (a) dans les zones de surabondance de thon rouge sont faibles, allant de 0,11 à 0,14 mg.m⁻³ au printemps et de 0,15 à 0,23 mg.m⁻³ en été. Les zones de capture du thon rouge adultes ont été localisées dans des zones présentant des concentrations de chlorophylle de surface relativement faibles.

Les niveaux moyens de nitrate dans les zones de fortes captures de thon rouge varient entre 0,01 et 0,04 mmol.m⁻³ au printemps, et entre 0,68 et 2,75 mmol.m⁻³ en été. Le facteur nitrate peut jouer le rôle d'un indicateur indirect de la présence de thon rouge, car le nitrate est un nutriment primordial dans le développement du premier maillon de la chaîne trophique, les populations de phytoplancton.

La hauteur des vagues dans les zones de forte capture est en moyenne de 0,9-1,33m au printemps et de 0,49-0,62m en été. Le thon rouge de l'Atlantique en été privilégie les zones à énergie cinétique.

La distribution du thon rouge dans zone de forte activité hydrologie est liée au front océanique pour plusieurs finalités à savoir : alimentaires ; migratoires, de la reproduction.

Le *Thunnus thynnus* a la capacité de vivre dans un environnement de grande variabilité en ce qui concerne la vitesse du courant marin. En particulier au printemps et en été, il préfère les plans d'eau dont la vitesse moyenne du courant varie de 0,17 m/s à 0,3 m/s et de 0,07 m/s à 0,15 m/s respectivement.

L'analyse de régression linéaire multiple a défini la meilleure équation du modèle de correction linéaire (équation 1), la chlorophylle a, l'oxygène dissous, la salinité et la température expliquent 73% de la variabilité de la longueur totale du thon rouge. Les facteurs environnementaux, à savoir : La température, la salinité, la chlorophylle a, la vitesse du courant, la hauteur des vagues, l'oxygène dissous et le nitrate, sont les facteurs déterminants de la distribution du thon rouge le long de la côte algérienne.

**CHAPITRE IV : ANALYSE
GEOSTATISTIQUE DE LA
DISTRIBUTION DU THON ROUGE EN
INTERACTION AVEC LES FACTEURS
ENVIRONNEMENTAUX**

IV.1 Introduction

Ce chapitre aborde les questions du point de vue géographique. L'utilisation de la géostatistique, comme outil d'aide à la décision lors de l'analyse de données spatialisées, les espèces migratrices se déplacent afin d'occuper des aires équilibrées en faveur de leurs métabolismes (Dufour, 2010a) et de même pour d'autres finalités telles que la nutrition et la reproduction, si on fait appel à la géostatistique, c'est parce qu'elle fournit des outils d'analyse de répartition et elle s'est répandue ces dernières années dans le domaine de l'environnement (Jeannée, 2016) grâce à sa capacité à affiner la cartographie des facteurs déterminants qui sont liés en relation directe ou indirecte à la distribution de l'espèce étudiée.

La géostatistique peut prédire les zones probables à la présence du thon rouge en prenant en compte de façon cohérente les facteurs déterminants la distribution de cette espèce, elle peut même quantifier l'erreur associée à cette estimation. L'analyse spatiale est une discipline qui couvre un champ de recherche relativement large et varié, elle nous permettra et nous facilitera de résoudre la problématique d'interaction des facteurs environnementaux et la distribution du thon rouge sur le plan spatial et même de modéliser les facteurs déterminants de distribution du thon rouge dans la zone d'étude. Pour étudier la variabilité spatiale de différentes variables environnementales en format vecteur qui sont représentés en nuage de points répartis dans la zone d'étude. Nous avons estimé ces variables sur le plan spatial par technique d'interpolation avec la méthode de pondération par distance inverse (IDW) (Pratama, 2016), afin de générer des images raster.

IV.2 Analyse descriptive des données

Avant toute analyse géostatistique, il est nécessaire de réaliser une étude préliminaire sur les données brutes afin de comprendre et contrôler la qualité des données.

L'analyse descriptive réalisée de façon à mettre en évidence la structuration des données. Annexe.1 est une représentation du diagramme quantile-quantile qui nous a permis de comparer les formes de distributions de l'ensemble de données collectées par rapport à la loi normale (ligne $x=y$).

D'après la figure d'annexe 01, on a remarqué que la plupart des variables étudiées dans cette thèse leurs distributions sont en proximité de la diagonale de la normale, mais quelques valeurs aberrantes sont évidentes dans le haut de la fourchette. Donc les données utilisées suivent la loi normale, on peut conclure que ces données sont représentatives.

Tableau 7.Résumé statistique des déférentes données.

| | LatY | LonX | Lt (cm) | Wt | Chl a | NO3 | O2 | S | T | Crrt spd | Ht Vg | Dist_cot | Z |
|----------|-------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|----------|--------|----------|---------|
| N | 17447 | 17447 | 17447 | 17447 | 17351 | 17351 | 17351 | 17375 | 17375 | 17375 | 17380 | 17382 | 17446 |
| max | 37,98 | 9,82 | 260,00 | 360,00 | 0,49 | 1,58 | 248,80 | 37,77 | 24,19 | 0,85 | 5,23 | 1,10 | 2900,79 |
| min | 36 | 0,12 | 39,00 | 2,00 | 0,08 | 0,00 | 208,54 | 36,39 | 15,11 | 0,00 | 0,19 | 0,01 | 11,96 |
| moyenne | | | 172,03 | 111,45 | 0,13 | 0,02 | 238,27 | 36,80 | 18,53 | 0,23 | 1,11 | 0,42 | 2529,28 |
| Ecartype | | | 49,41 | 67,59 | 0,03 | 0,02 | 4,30 | 0,18 | 1,09 | 0,13 | 0,60 | 0,18 | 475,11 |
| IC 5% | | | 0,25 | 0,35 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0022 | 0,0009 | 0,01 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0009 | 2,43 |
| m+ic | | | 172,28 | 111,80 | 0,13 | 0,02 | 238,29 | 36,80 | 18,54 | 0,23 | 1,11 | 0,42 | 2531,70 |
| m-ic | | | 171,77 | 111,11 | 0,13 | 0,02 | 238,25 | 36,80 | 18,53 | 0,23 | 1,10 | 0,42 | 2526,85 |
| CV | | | 0,29 | 0,61 | 0,21 | 1,07 | 0,02 | 0,0004 | 0,06 | 0,58 | 0,55 | 0,43 | 0,19 |
| mediane | | | 190,00 | 122,19 | 0,12 | 0,01 | 237,85 | 36,80 | 18,67 | 0,21 | 0,95 | 0,39 | 2710,90 |

Dans le tableau 7 on a constaté que la plupart des variables ayant des faibles variations autour de leurs moyennes. D'ailleurs les intervalles de confiance varient de 0.0004 à 2.43 autour de leurs moyennes, la chose remarquable c'est que les distributions sont allongées vert les grandes valeurs, en effet 50% des individus de l'ensemble de donnée leurs valeurs sont un peu supérieures aux moyennes. En effet, les médianes sont un peu supérieures aux moyennes, le résumé statistique du tableau au-dessus nous a montré que les coefficients de variations prouvent que la distribution des différentes variables est homogène, étant donné que la moitié de ces valeurs sont inférieure à 15%.

IV.2.1 Analyse spatiale

La figure 25 est une représentation graphique du la zone de pêche sur les plans spatial (longitudinal et latitudinal) à partir des données des prises du thon rouge géoréférencées, elle est comprise entre la latitude 36 et 37,98 et la longitude 0, 12 et 9,82 dans le bassin algérien (Tableau 7). Les bancs du thon à leurs arrivés aux côtes algériennes à la rentré dans le bassin méditerranéen ils prennent la destination vers le nord-ouest, a chaque fois qu'ils se déplacent vers l'Est le long des côtes algériennes ils s'éloignent du rivage vers le large jusqu'au point max en altitude (37,98 N degré).

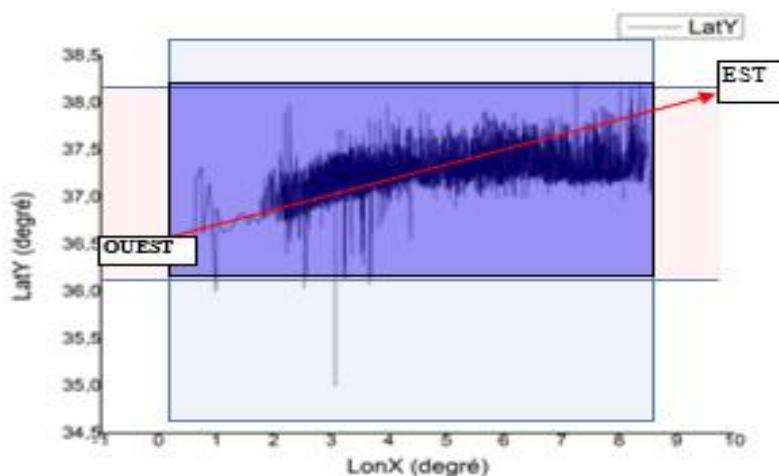


Figure 25. Représentation graphique de la zone d'étude sur les deux axes, Longitudinale et latitudinal.

IV.2.1.1 Variations spatiales

L'analyse spatiale est une méthode de recherche qui consiste à examiner l'influence des facteurs clés sur la distribution du thon rouge le long des côtes algériennes sur une période de 2000 à 2019. En ce sens, ils servent à analyser et à observer de manière séquentielle l'évolution de la distribution en relation des facteurs environnementaux. L'analyse spatiale est fréquemment utilisés dans la recherche liée aux sciences de la mer (Gohin, 1987; Guillou, 2010; Woillez et al., 2007), et de l'écologie (Nicolas, 1997; Rollet, 2011) .

IV.2.1.1.1 Variation longitudinale

La figure 26 illustre la variation des différents facteurs étudiés, cette variation est de type stationnaire longitudinal dans tous les différents facteurs étudiés, c'est à dire que ces variations sont autour des valeurs constantes dénommées palier, ces dernières représentées par leurs moyennes à savoir :

-la longueur totale avec 172,03 cm, le poids total avec 111,45 kg, la vitesse du courant 0,23 m/s, les teneurs en chlorophylle a avec $0,13\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, la profondeur avec 2529,28 m,

-la salinité de surface est de 36,80 ups, les Hauteur de la vague avec 1,11m, la température est de $18,53^{\circ}\text{C}$, les distances de la côte, les teneurs en oxygènes est de $238,27\text{mmole}\cdot\text{m}^{-3}$

- les teneurs en nitrate avec $0,02\text{mmole}\cdot\text{m}^{-3}$, le long des côtes algériennes et la distance à la côte avec 0,42 degré. (Tableau 7), et même bornée entre leurs valeurs minimales et valeurs maximales (voir le Tableau 7), elles varient d'une variance presque constante en allant de l'Ouest vers l'est, cela explique aussi qu'il y a une faible corrélation de ces variables par rapport à la longitude.

En effet ces valeurs des différents facteurs augmentent légèrement en allant de l'ouest vers l'est, la variation est de type saisonnier ; les valeurs de ces dernières varient entre les deux limites de 0,01 et 1,10 degré autour d'une valeur moyenne de 0,42degré (Tableau 7), avec une variance importante, c'est le cas contraire des autres facteurs étudiés.

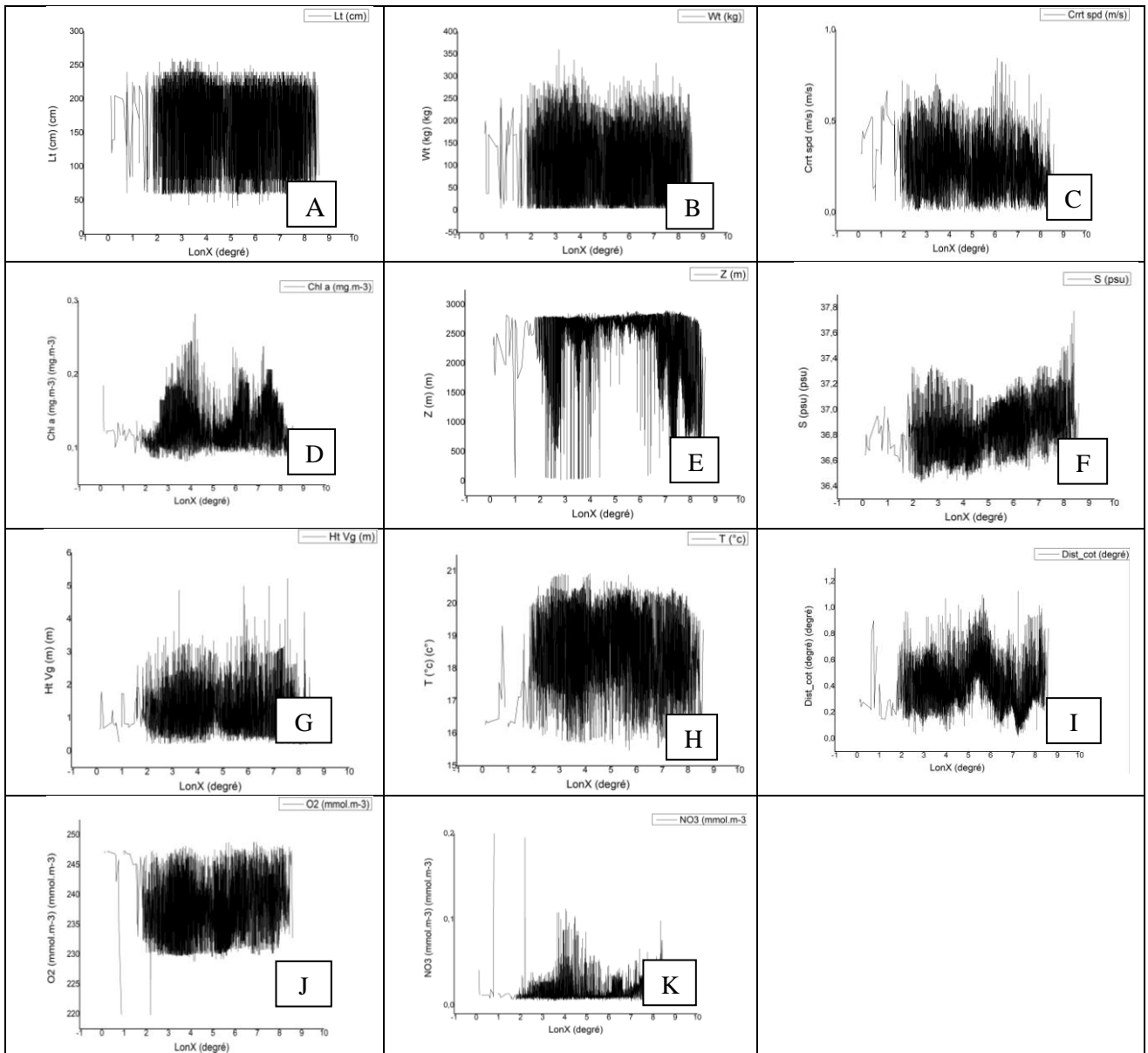


Figure 26. Variations longitudinales le long des côtes algériennes des différentes variables étudiées A : la longueur totale (Lt); B: le poids total (Wt); C: la vitesse du courant(crrt_spd); D:les teneurs en chlorophylle a (Chl_a); E: les profondeurs; F (Z): les salinités de surface (S); G: les Hauteurs des la vagues (Ht_vg); H: les températures de Surfaces (T); I : les distances de la côte(dist_cot); J : les teneurs en oxygènes (O2); K: les teneurs en nitrate (NO3) .

V.2.1.1.2 Variation latitudinale

La figure 27 montre la variation des différents facteurs étudiés le long de la côte algérienne

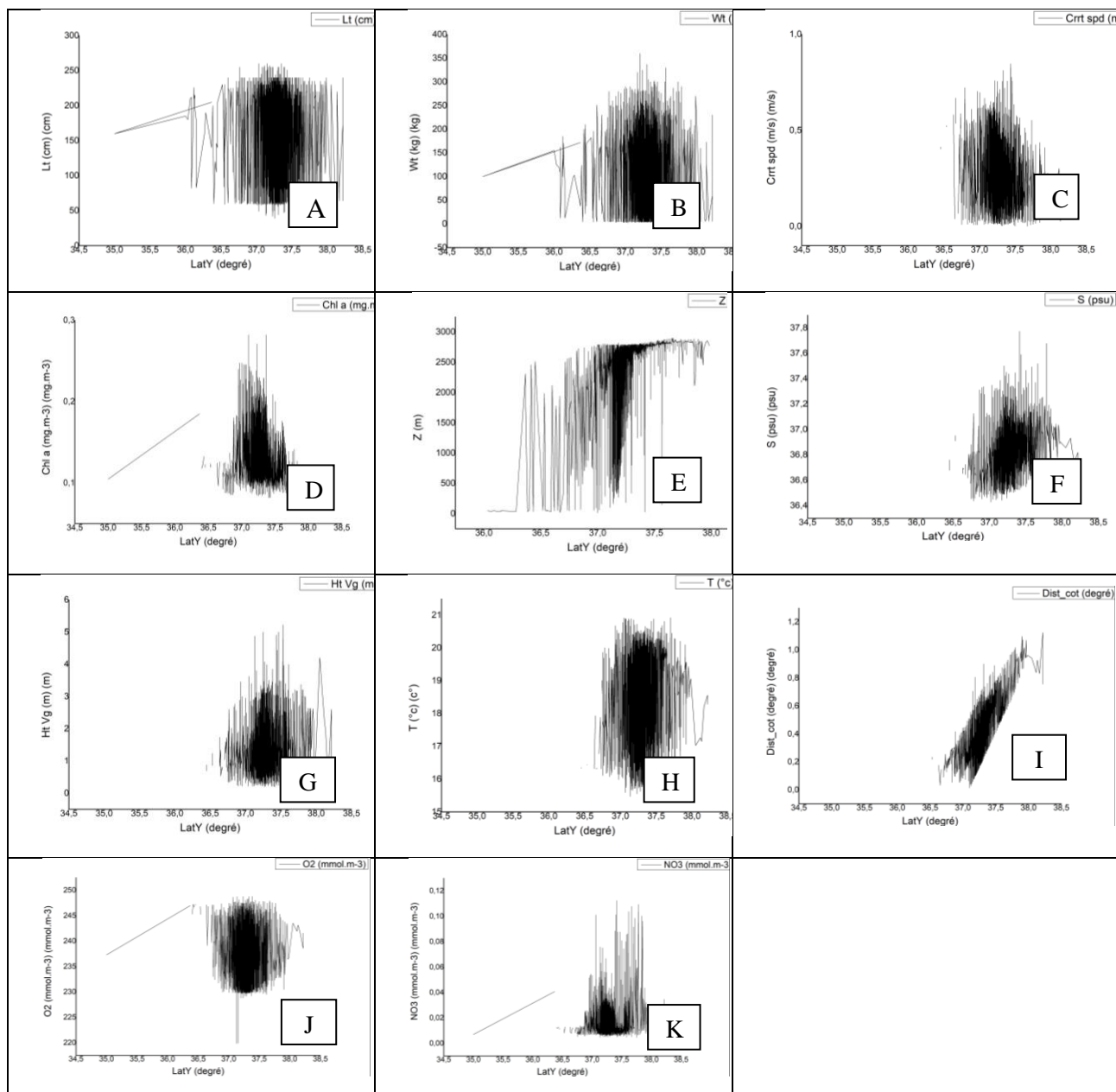


Figure 27. Variations l'altitudinales le long des côtes algériennes des différentes variables étudiées. A : la longueur totale (Lt); B: le poids total (Wt); C: la vitesse du courant(crrt_spd); D:les teneurs en chlorophylle a (Chl_a); E: les profondeurs; F (Z): les salinités de surface (S); G: les Hauteurs des la vagues (Ht_vg); H: les températures de Surfaces (T); I : les distances de la côte(dist_cot); J : les teneurs en oxygènes (O2); K: les teneurs en nitrate (NO3).

La variation est de type stationnaire latitudinale pour tous les facteurs étudiés, c'est à dire que cette variation balance autour des paliers de valeurs constantes appelés les moyennes, ces valeurs des moyennes des différents facteurs à savoir ; -la longueur totale est de 172,03 cm, le poids total est de 111,45 kg,

- la vitesse du courant est de 0,23 m/s, les teneurs en chlorophylle a est de 0,13mg.m⁻³,
- la profondeur est de 2529,28 m, la salinité de surface est de 36,80 ups,
- la Hauteur de la vague est de 1,1 m,
- la température est de 18,53°C,
- les teneurs en oxygènes est de 238,27mmol.m⁻³ et les teneurs en nitrate est de 0,02mmol.m⁻³
- la distance à la côte avec 0,42 degré (Tableau 7).

Ces variations sont limitées entre les valeurs maximales et les valeurs minimales (voir le Tableau 7), elles varient avec variance presque constante on allant de l'Ouest vers l'Est, cela explique aussi qu'il y a une faible corrélation de ces variables par rapport à la latitude. En effet ces valeurs des différents facteurs étudiés augmentent faiblement au moment d'immigration. À part le cas du facteur distance de la côte, le graphique et en tendance à la hausse des distances de la côte sur le plan latitudinal, en effet les bancs du thon rouge ils préfèrent les hautes mers au moment d'immigration au long des côtes

IV.2.1.2 Interpolation spatiale

En raison du coût élevé et des ressources limitées les jeux de données obtenus sont généralement incomplets et présentent une répartition géographique différente, Leur prise en considération pour une analyse géostatistique fiable et de même pour la réalisation de cartes fines, requiert de disposer de ces données sur un maillage de 1km² via une méthode d'interpolation spatiale adaptée, afin de générer des cartes continues. La meilleure méthode d'interpolation proposée dans ce travail et la plus utilisée dans le domaine marin d'après (Jaemyeong et al., 2019a), (Kusuma et al., 2018a) est celle de la pondération à distance inverse (Mitas and Mitasova, 1999a) pour estimer de manière optimale.

En raison du coût élevé et des ressources limitées les jeux de données obtenus sont généralement incomplets et présentent une répartition géographique différente, Leur prise en considération pour une analyse géostatistique fiable et de même pour la réalisation de cartes fines, requiert de disposer de ces données sur un maillage de 1km² via une méthode d'interpolation spatiale adaptée, afin de générer des cartes continues.

Le méthode d'interpolation que nous avons utilisé a été développé par (Mitas and Mitasova, 1999a) pour les sciences marines est conseillé par (Jaemyeong et al., 2019a) se base sur la pondération à distance inverse pour estimer d'une manière optimale.

Tableau.8 : statistiques des couches rasters

| | Wt | Chl a | Lt | S | T | Crrt- spd | Ht-vg | O2 | NO3 | Wt_Estimé | Residues |
|-------------------|-------|---------|--------|-------|-------|--------------|-------|--------|-------|-----------|-----------------------|
| min | 82,3 | 0,12 | 146,08 | 31,11 | 15,77 | 0,11 | 0,000 | 194,8 | 0,00 | 103,87 | -0,293 |
| max | 171,1 | 0,1548 | 209,78 | 36,62 | 18,99 | 0,33 | 5,108 | 239,29 | 0,4 | 127,17 | 0,253 |
| moyenne | 119,8 | 0,14113 | 177,70 | 34,94 | 17,64 | 0,21 | 0,519 | 232,68 | 0,05 | 118,39 | -0,00012 |
| Ecart-type | 4,9 | 0,0062 | 3,53 | 1,03 | 0,50 | 0,01 | 0,551 | 2,07 | 0,06 | 3,94 | 1,5326 |
| CV | 0,041 | 0,0439 | 0,0199 | 0,029 | 0,028 | 0,045 | 1,061 | 0,0089 | 1,241 | 0,0333 | 1,47*10 ¹³ |

Les couches raster sont des données spatiales qui contiennent des informations dans une grille de cellules, chaque cellule ayant une valeur spécifique. Lorsqu'on travaille avec des couches raster, il est souvent utile de calculer des statistiques pour chaque couche raster. Voici le tableau .8 qui représente les statistiques pour des couches raster.

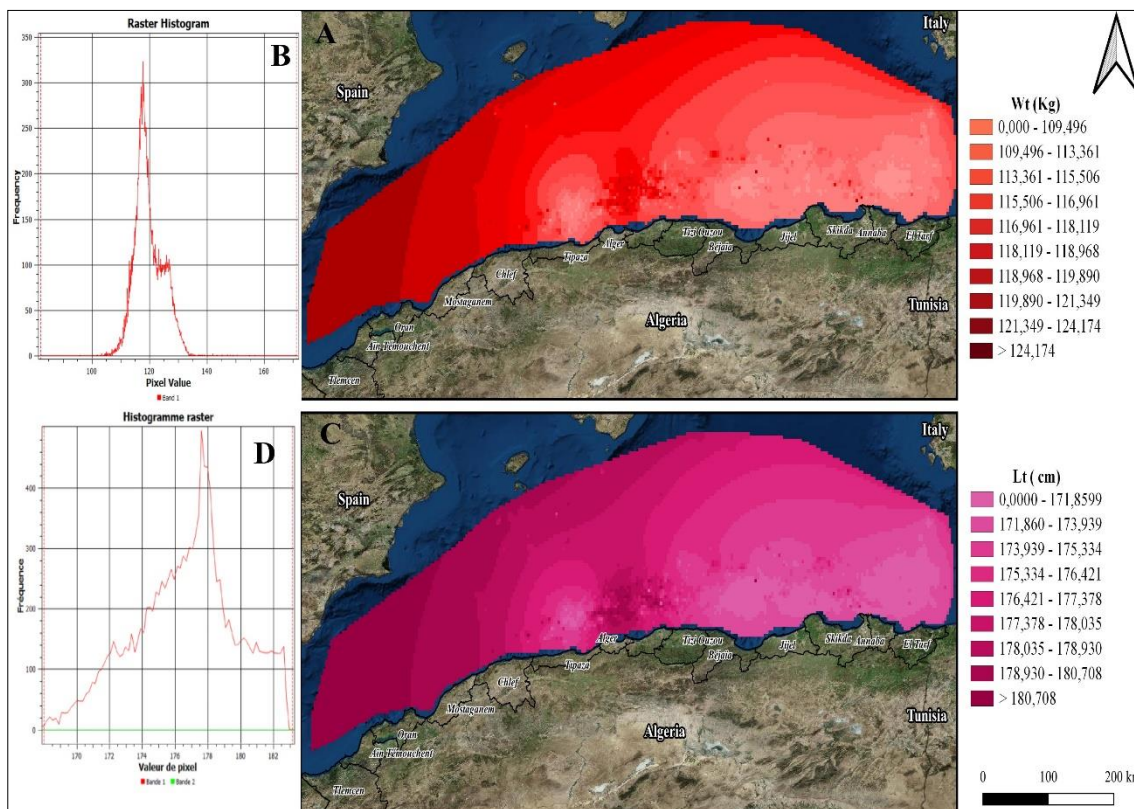


Figure.28 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : la longueur totale du thon rouge et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la longueur totale.

Les histogrammes B & D de la (figure.28) sont des représentations graphiques de la variation spatiale des longueurs totales et des poids totaux respectivement.

Toutes les valeurs des pixels de fréquence importante correspondent aux valeurs les plus fréquentes, elles varient dans un intervalle de 105 à 135 kg, avec une moyenne de 119.8 kg et entre (172 à 183 cm), avec une moyenne de (177,7 cm) (tableau.8).

Si on compare ces valeurs par rapport aux valeurs des distributions des poids totaux du thon rouge dans la carte A de la Figure.28, on perçoit que la distribution des grands individus repartis dans les côtes de la région Ouest et le large des deux régions centre et Est du bassin algérien, au reste les petits individus d'un poids moins de 109 kg sont repartis le long des côtes de Chlef jusqu'à la frontière.

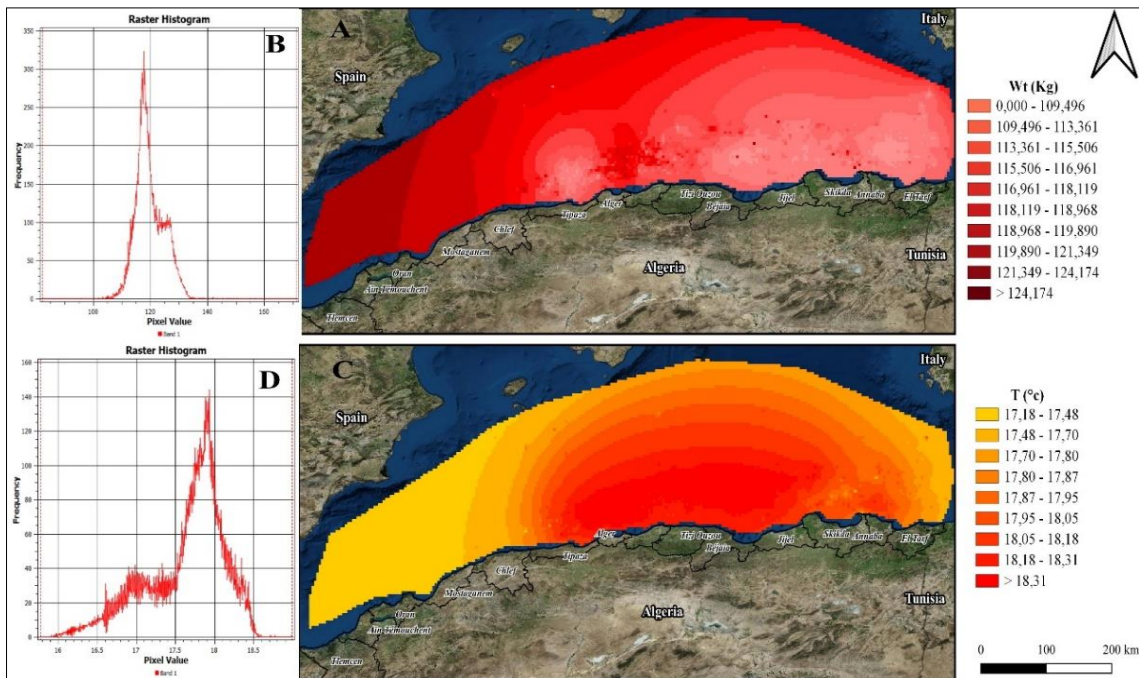


Figure.29 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : température de surface et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la température de surface.

L'histogramme raster (D) de la figure .29 représente la variation spatiale de la température de surface dans le bassin algérien.

On remarque un enregistrement des fluctuations en tendance à la hausse des fréquences en température jusqu'à un max de 18.99°C,

Les modalités qui correspondent aux fréquences importantes varient entre 17.5 et 18.4°C tout autour d'une moyenne 17.64 °C (Tableau.8)

La carte (c de la figure.7) montre la distribution de ces valeur dans le bassin algérien.

Il est remarquable que les eaux de surface d'une température entre 17.5 et 18.4 °C, occupent presque la majorité de la surface du bassin

Les eaux de surface d'une température de 17.5 et 18.4 est en adéquation des aires de distribution des individus du thon rouge de grandes de taille.

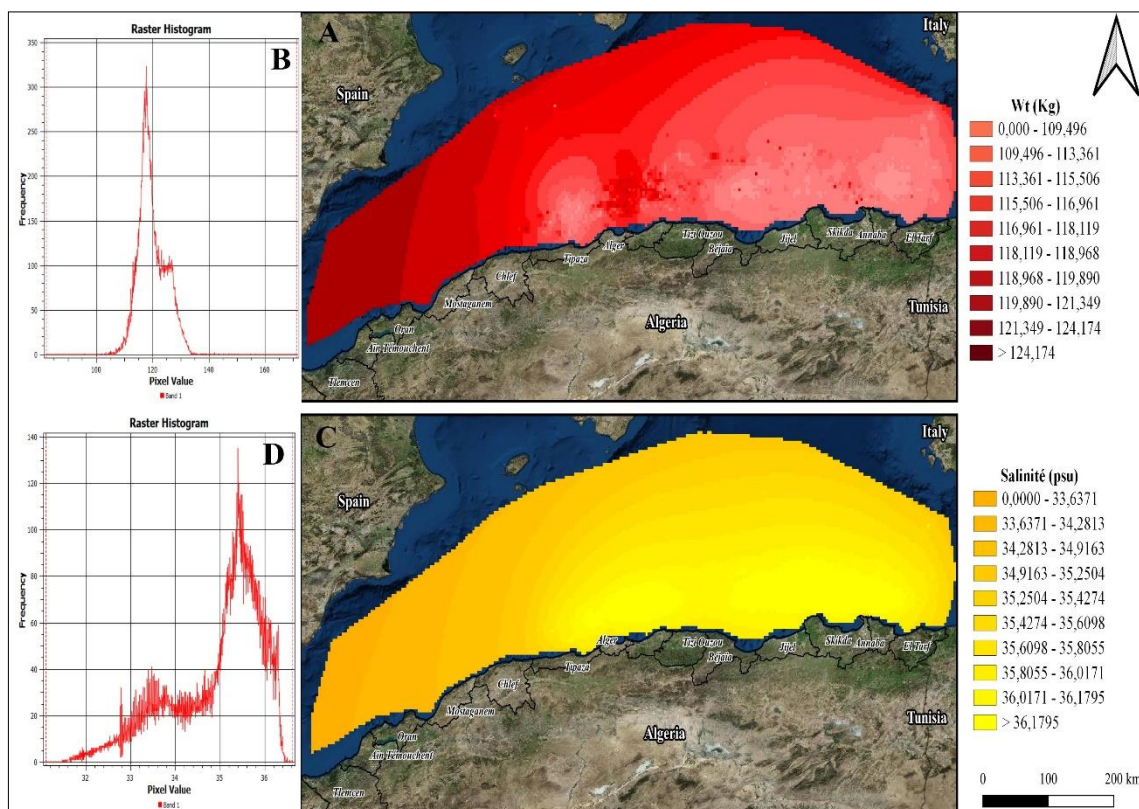


Figure.30 : Répartition spatiale dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : la distance à la cote et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la salinité de surface.

La salinité de surface dans le bassin durant les périodes de pêches varie entre 31.11 et 36.6 ups. Cette variation est en fonction de nombreux facteurs, notamment les apports d'eau douce des fleuves et les courants marins, y compris les conditions météorologiques locales.

L'histogramme raster D de la figure.30, est une représentation graphique de la répartition spatiale de la salinité de surface dans la zone d'étude durant les périodes de pêche du thon rouge.

Les fluctuations de salinité en tendance de croissance d'une valeur minimale de 31.11 jusqu'à une valeur maximale de 36.62 ups, la salinité moyenne est de 34.94 ups.

Les modalités des fréquences représentatives varient entre 35 et 36 ups, en effet ces valeurs correspondent aux valeurs de la carte (C) de la figure.11, qui s'étalent du la ligne de rivage au large le long des côtes de la région de centre jusqu'à la frontière algéro-tunisienne.

Les eaux de surface d'une salinité de 35 a 36 ups occupent les mêmes aires de distribution des grands individus du thon rouge d'un poids total de 105 et 135 kg.

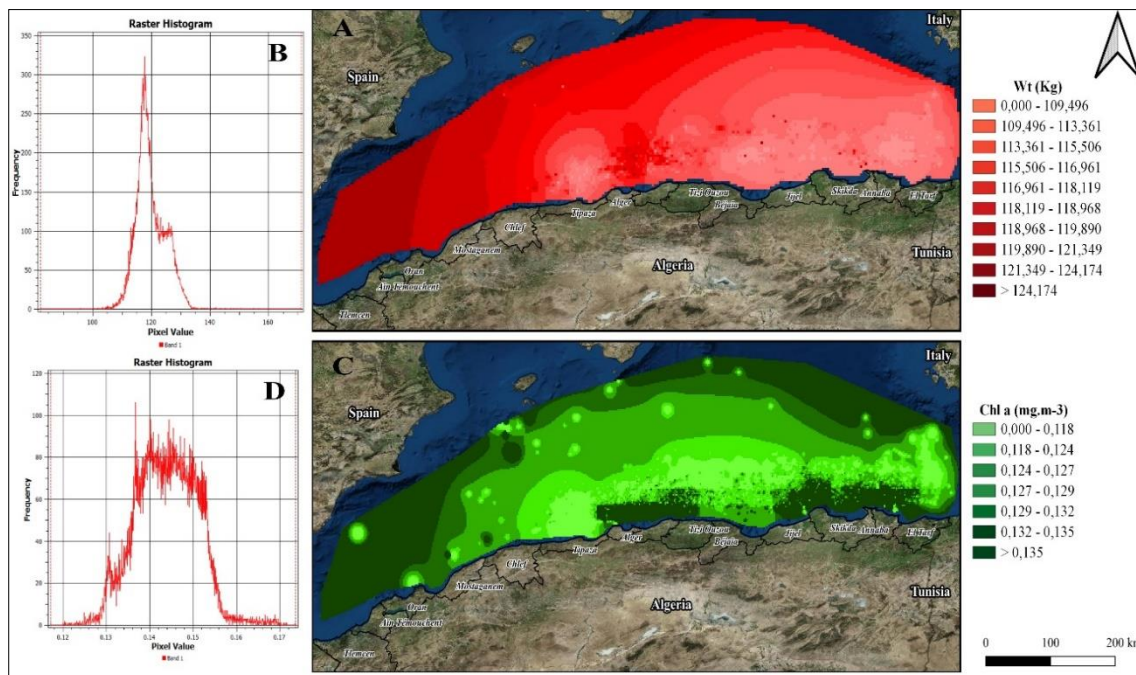


Figure.31 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : de la chlorophylle a et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la chlorophylle a.

L'histogramme raster D de la Figure 31 illustre la variation spatiale de la teneur en chlorophylle (Chla) dans notre zone d'étude.

Les fluctuations des concentrations en Chla montrent une tendance à la hausse des fréquences jusqu'à un maximum de $0,14 \text{ mg.m}^{-3}$. Les valeurs modales, correspondant aux fréquences importantes, qui varient entre $0,133$ à $0,155 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)}$, avec une moyenne de $0,141 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)}$ (Tableau 8).

La carte (c) de la Figure 9 montre clairement la distribution de ces valeurs dans le bassin algérien.

On observe que les eaux de surface ayant des teneurs en Chla supérieur à $0,13 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)}$ occupent toute la région ouest et le large des deux régions, centre et Est du bassin Algérien.

Par contre les faibles concentrations sont enregistrées dans des aire plus proche à la cote de la région centre jusqu'à la frontière Algéro-tunisienne.

9En comparant les deux distributions des cartes A et C de la figure.8, on a remarqué que les aires de distribution des grands individus du thon rouge coïncident avec les aires de forte concentration en Chla supérieur à $0,129 \text{ mg.m}^{-3}$ au reste les zones de faible concentration en Chla, inférieur à $0,127 \text{ mg.m}^{-3}$ qui coïncidence avec les aires de distribution des individus de thon rouge de petite taille.

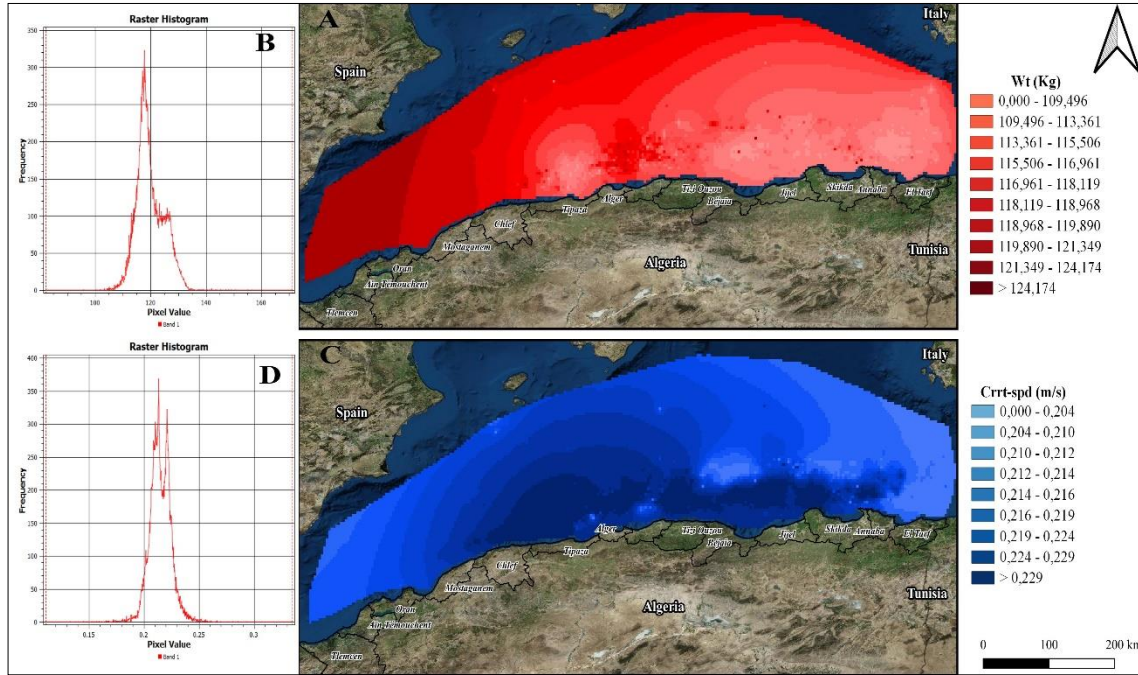


Figure.32 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : la vitesse du courant et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la vitesse du courant.

L'histogramme raster (D) de la Figure.32 montre la variation spatiale des vitesses du courant dans le bassin algérien.

Les vitesses du courant les plus dominantes dans le bassin durant les périodes de pêche, sont celles qui comprennent entre 0.2 à 0.225 m/s avec une vitesse moyenne est de 0.21m/s tableau.8. Les valeurs précédentes sont réparties le long des côtes de la région centre et la région Est (carte C Figure.10). Les valeurs dominantes correspondent aux mêmes aires de de prise des grands individus d'un poids total qui varient entre 105 et 135 kg.

La vitesse du courant marin varie considérablement en fonction de la région et des conditions environnementales. Les courants marins peuvent être influencés par de nombreux facteurs, notamment les vents, les différences de densité des masses d'eau et de la pression atmosphérique.

Les courants marins se caractérisent par le déplacement des masses d'eau et par conséquent transportent les nutriments, la chlorophylle a et le nitrate).

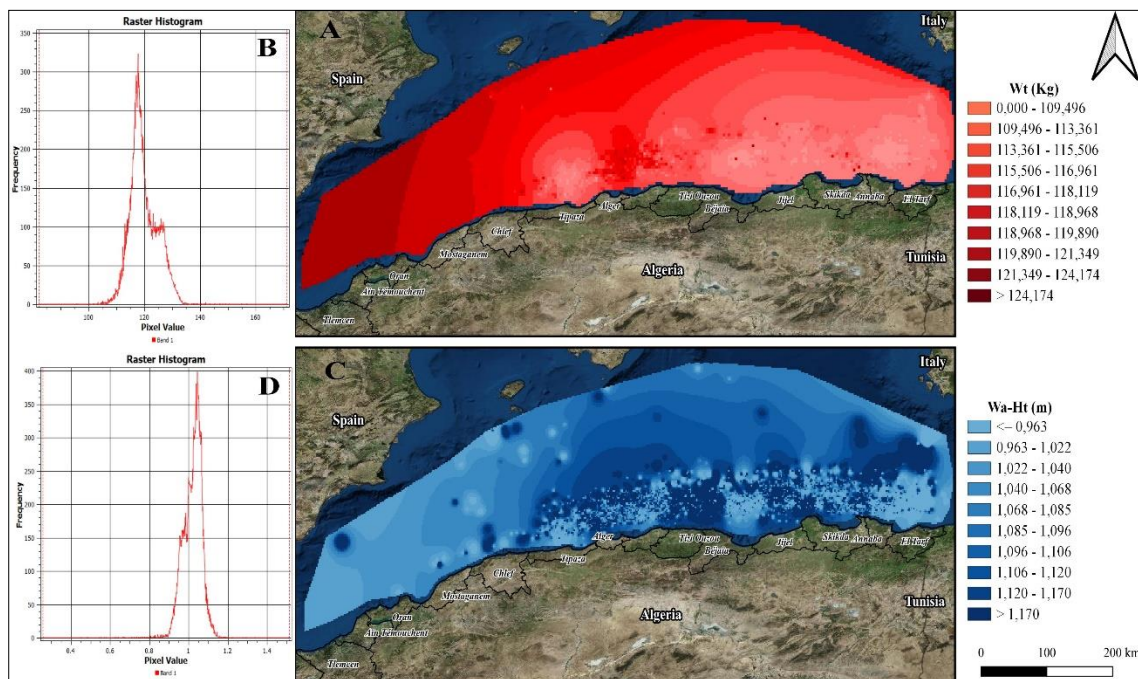


Figure.33: Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : la hauteur de la vague et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster la hauteur de la vague.

L'agitation de la mer peut varier considérablement en fonction de nombreux facteurs tels que les conditions météorologiques locales et les fonds marins. L'histogramme raster (D) de la Figure.33 montre la variation spatiale de la hauteur des vagues dans notre zone d'étude. Nous avons enregistré une fluctuation des hauteurs significatives (HS) des vagues entre 0m à 5,10 m (tableau.8).

Les fréquences significatives correspondant aux hauteurs de la vague entre 1 et 1.2 m, en moyenne de 0.51 m (Tableau.8). La carte C de la Figure.10, illustre cette variation spatiale de la HS. En effet, les hauteurs significatives (HS) fluctuent entre 1 et 1.2 m couvrent la quasi-totalité de la surface du bassin.

Les aires de répartitions des grands individus de la carte (A) correspondent aux aires un peu agitées d'une hauteur (HS) qui varie entre 0.2 à 0.225 m/s entre 1 à 1.2 m.

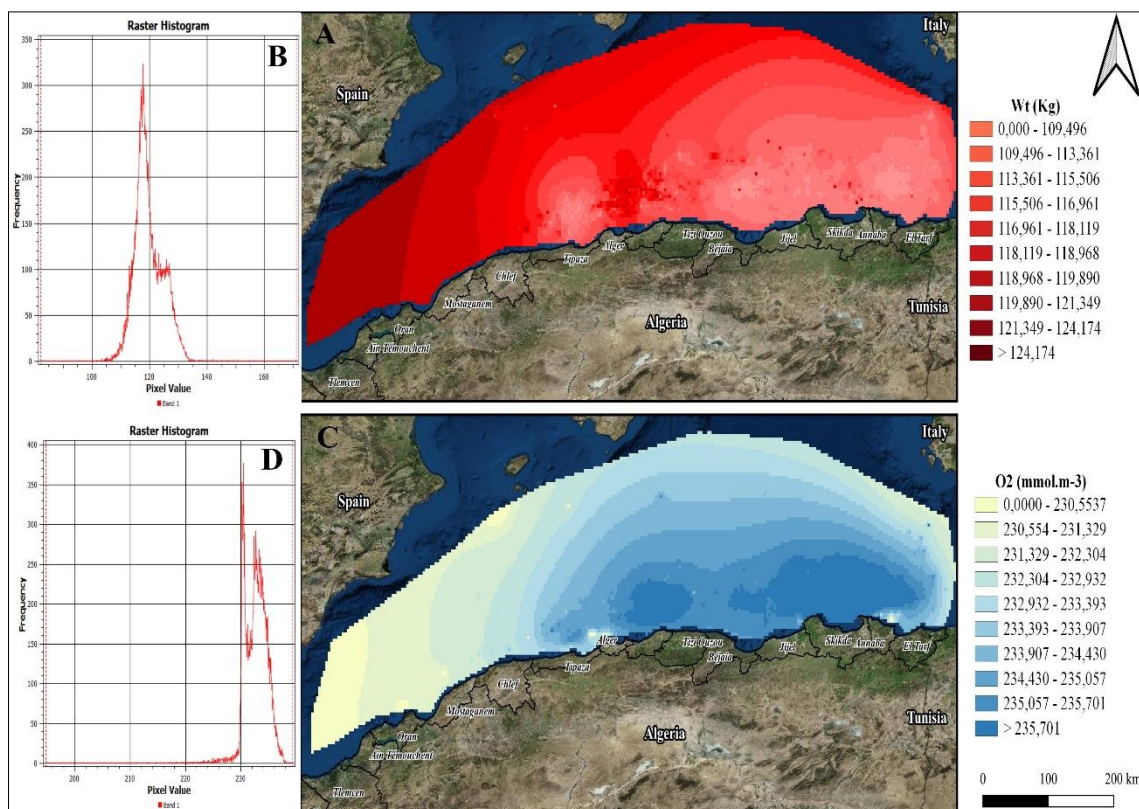


Figure.34 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : Teneurs en oxygène et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la teneur en oxygène.

Il est important de noter que les teneurs en oxygène dissous dans les eaux de mer peuvent varier considérablement en fonction de nombreux facteurs, y compris la température de l'eau, la salinité, la photosynthèse marine et les processus biogéochimiques.

L'histogramme Raster D de la figure.34 exprime la fréquence des pixels en oxygènes dans le bassin algérien, elles sont en tendance à la hausse.

Les modalités des fréquences importantes varient entre 230 et 240 (mmol.m-3), puis en tendance à la baisse vers les plus faibles concentrations (inférieur à la moyenne). Ces dernières ont été observées dans le large du bassin (Carte C de la figure.34), en revanche, les fortes concentrations distribuées dans les zones de pêche les plus proches à la cote spécifiquement dans la région centre et la région Est. Comme pour les facteurs (SST, SSS et Chl-a les fortes concentrations ont été noté dans la même zone de capture des grands individus d'un poids total qui varient entre 105 et 135 kg, Et cela ce n'est pas une coïncidence, au contraire est une préférence, pour qu'ils récompensent leurs efforts effectués au moment d'immigration et ou moment de poursuite de leurs parois.

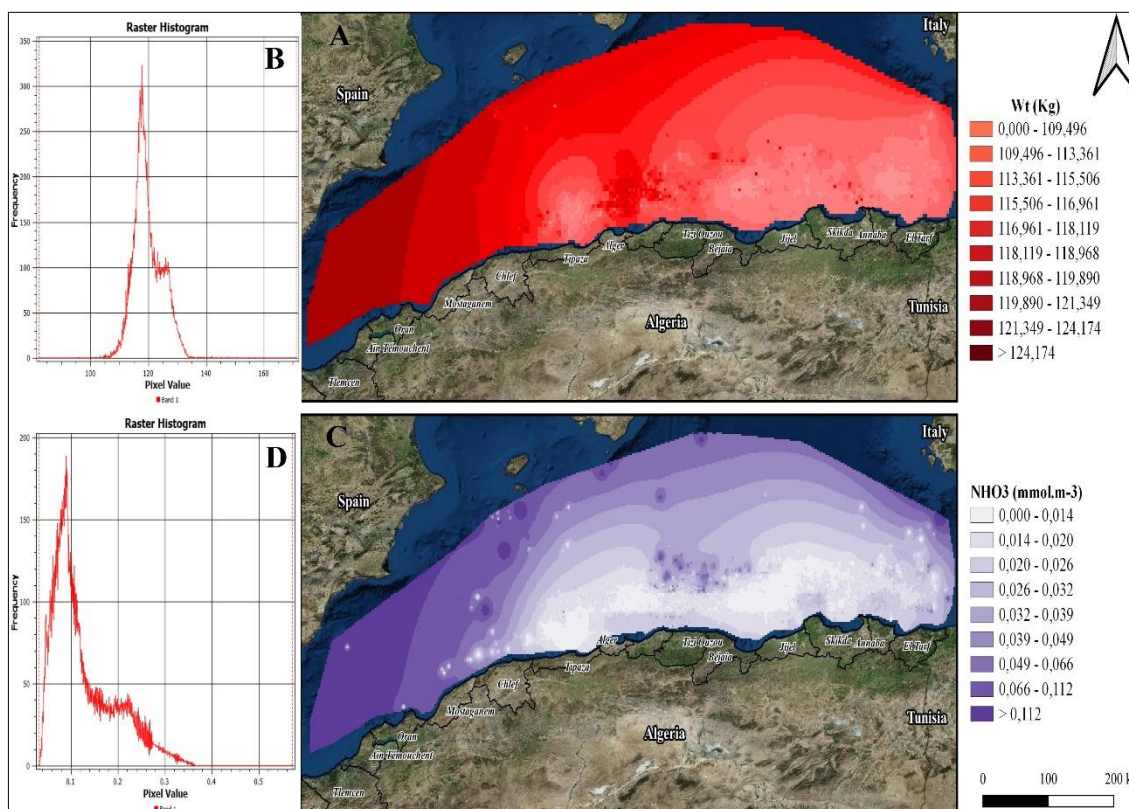


Figure.35 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien des paramètres A : poids total du thon rouge ; C : Teneurs en nitrate et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids total ; D : histogramme Raster de la teneur en nitrate.

Il est important à souligner que les concentrations en nitrate dans les eaux de mer peuvent varier de manière significative selon de nombreux facteurs, tels que les apports d'eau douce provenant des fleuves, les processus biogéochimiques et les activités humaines le long de la côte.

L'histogramme raster (D) de la figure.35 montre la variation spatiale des teneurs en nitrate dans côtes algériennes.

Il subsiste des fluctuations des fréquences des concentrations en nitre borné entre 0,1 et 0,4 mmol.m⁻³ (tableau.8), les teneurs représentatives, varient entre 0,03 et 0,23 mmol.m⁻³ avec une moyenne de 0,05 mmol.m⁻³ (tableau.8).

La carte (C) de la figure.13) montre clairement ces valeurs dans le bassin algérien, les concentrations qui varient entre 0 et 0.166 mmol.m⁻³, couvrant la quasi-totalité de la surface du bassin, de la région centre à la région Est.

Mais, les concentrations supérieures à 0,166 mmol.m⁻³ couvrent toute la région Ouest. Les aires de répartition des teneurs en NO₃ supérieur à 0.032 mmol.m⁻³ correspondent aux mêmes zones de distribution des grands individus qui ont un poids supérieur à 118kg.

IV.2.1.3 Modélisation spatiale

La cartographie de l'abondance du thon rouge dans le bassin algérien, elle est représentée par la variabilité du poids total estimé par le modèle, l'erreur du modèle (équation.1) et son biais systématique ont été modélisés par une erreur unique du poids total. En première approximation, des erreurs sur le poids total ont été spécifiées, avec un écart-type de 3,94 kg

Le tableau.3 fournit des détails sur les résultats de la modélisation spatiale par le biais de l'analyse de régression linéaire multiple. Cette dernière nous a permis de définir l'équation de modèle linéaire optimale corrigé (équation .1) représentant la relation entre l'abondance du thon rouge exprimé en poids total et les facteurs environnementaux. Avec un coefficient de détermination de 99 %, cela exprime le pourcentage de la fiabilité du model et plus précisément la qualité de prédiction, les variations des abondances ont été expliqués par les facteurs du milieu qui sont : chlorophylle a, l'oxygène dissous, la salinité, la température, la vitesse du courant, la hauteur de la vague et le nitrate. Cependant La variabilité de l'abondance du thon rouge le long des côtes algériennes peut être due à des effets non pris en compte dans la présente étude (autres variables explicatives tel que : les apports terrigènes, la faune associée, la circulation océanique vertical et le climat).

Tableau.9: les résultats l'analyse de régression linéaire multiple

| <i>Multi-corrélation avec les résultats du modèle de régression</i> | | | |
|---|------------|-----------------|---------------------------|
| | | | Coefficients d'estimation |
| n | 27100 | Chl,a | 5.88 |
| Rsqadj | 0,99 | Crrt_spd | 28.76 |
| MSE | 1.265 | O2 | 1.646 |
| MAE | 0.566 | Ht_Vg | -0.118 |
| F | 8477376.09 | NO3 | -1.53 |
| b0 | 0.003 | S | -13.346 |
| | | T | 11.819 |

R-carré ajusté : 0,99

Équation. 1 : Meilleur modèle d'analyse de régression linéaire multiple spatial,

$$Wt = chl_a * 5.88 + Crrt_spd * 28,76 + O2 * 1,646 - Ht_Vg * 0,118 - NO3 * 1,53 - S * 13,346 * 3,442 + T * 11,819 + 003 \quad (6)$$

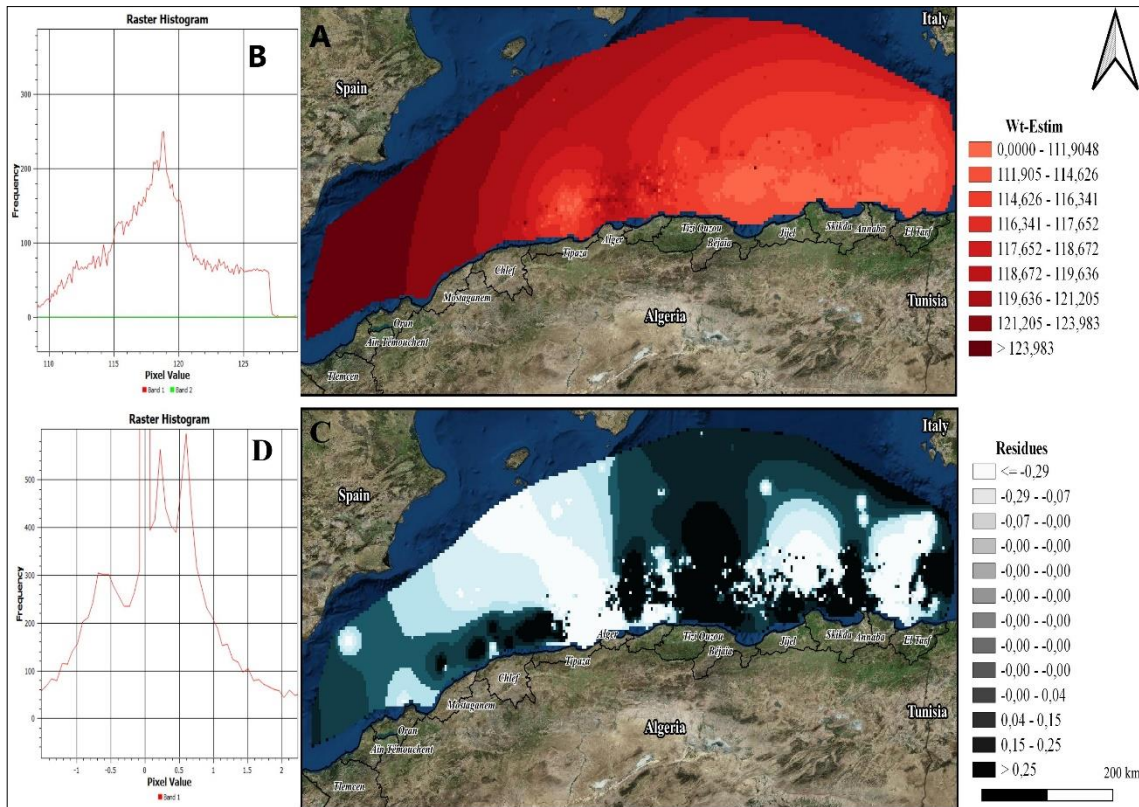


Figure.36 : Répartitions spatiales dans le bassin algérien : (A) Abondance du thon rouge estimé en poids total (C) : résidus du modèle d'estimation ; et représentation des histogrammes Raster associés à chaque carte : B : histogramme Raster du poids estimé ; D : histogramme Raster des résidus.

La figure.36 représente les résultats du modèle linéaire d'une correction optimale (équation.6). La carte B de la (figure.36) est une représentation graphique des fréquences du thon rouge dans la zone d'étude en fonction de leurs poids totaux estimés par le modèle.

On constate qu'il y a une forte abondance des grands individus d'un poids total qui varient entre 113 et 124 kg de même que de la figure (carte A de la figure.36) répartis le long du bassin algérien de la wilaya de Mostaganem jusqu'à la frontières algéro-tunisienne.

IV.2.1.3.1 Etude comparative

Le tableau.10 fourni présente des données statistiques relatives à différentes mesures environnementales pour trois régions méditerranéennes différentes. Chaque région est identifiée par un libellé spécifique, et les paramètres associés à chaque mesure environnementale sont la moyenne, l'écart-type, la valeur minimale, la valeur maximale et le coefficient de variation (CV).

Afin d'assurer la validité de l'analyse comparative des poids totaux mesurés et estimés du thon rouge dans les trois régions (Algérie, Tunisie et Malte), une vérification rigoureuse des données utilisées a été réalisée. Les données de pêche du thon rouge, provenant de l'ICCAT (Commission internationale

pour la conservation des thonidés de l'Atlantique), ainsi que les données des facteurs environnementaux, fournies par le programme européen Copernicus, ont été scrupuleusement examinées pour garantir leur fiabilité.

Tableau 10. Statistiques des facteurs environnementaux et du poids total dans différentes régions méditerranéennes (Algérie, Tunisie et Malt) et du poids estimé.

| | | | | | | |
|---------|-----------|---------|------------|---------|---------|-------|
| Malt | | moyenne | Ecart-type | min | max | CV |
| | Wt | 180,054 | 47,812 | 47,000 | 268,000 | 0,266 |
| | Lt | 161,429 | 78,080 | 36,000 | 375,000 | 0,484 |
| | Chl a | 0,182 | 0,450 | 0,073 | 3,364 | 2,477 |
| | NO3 | 0,551 | 0,716 | 0,007 | 3,004 | 1,299 |
| | O2 | 221,012 | 17,833 | 206,100 | 322,850 | 0,081 |
| | S | 38,068 | 0,135 | 37,787 | 38,753 | 0,004 |
| | T | 24,866 | 3,832 | 15,919 | 28,190 | 0,154 |
| | Crrt-spd | 0,112 | 0,055 | 0,008 | 0,161 | 0,495 |
| | Ht-vg | 0,604 | 0,362 | 0,096 | 2,331 | 0,599 |
| Tunisie | | moyenne | Ecart-type | min | max | CV |
| | Wt | 158,052 | 88,563 | 8,111 | 430,000 | 0,560 |
| | Lt | 181,427 | 51,752 | 47,000 | 290,000 | 0,285 |
| | Chl a | 0,186 | 0,412 | 0,000 | 3,364 | 2,220 |
| | NO3 | 0,457 | 0,685 | 0,000 | 3,004 | 1,499 |
| | O2 | 212,493 | 57,618 | 0,000 | 322,850 | 0,271 |
| | S | 35,669 | 9,150 | 0,000 | 38,753 | 0,257 |
| | T | 22,320 | 6,961 | 0,000 | 28,190 | 0,312 |
| | Crrt-spd | 0,102 | 0,071 | 0,000 | 0,326 | 0,695 |
| | Ht-vg | 0,598 | 0,437 | 0,000 | 2,331 | 0,730 |
| Algérie | | moyenne | Ecart-type | min | max | CV |
| | Wt | 119,800 | 4,900 | 82,300 | 171,100 | 0,041 |
| | Lt | 177,700 | 3,530 | 146,080 | 209,780 | 0,020 |
| | Chl a | 0,141 | 0,006 | 0,120 | 0,155 | 0,044 |
| | NO3 | 0,050 | 0,060 | 0,000 | 0,400 | 1,241 |
| | O2 | 232,680 | 2,070 | 194,800 | 239,290 | 0,009 |
| | S | 34,940 | 1,030 | 31,110 | 36,620 | 0,029 |
| | T | 17,640 | 0,500 | 15,770 | 18,990 | 0,028 |
| | Crrt-spd | 0,210 | 0,010 | 0,110 | 0,330 | 0,045 |
| | Ht-vg | 0,519 | 0,551 | 0,000 | 5,108 | 1,061 |
| | Wt_Estimé | 118,390 | 3,940 | 103,870 | 127,170 | 0,033 |

Pour analyser et discuter les trois tableaux de données concernant le thon rouge et les facteurs environnementaux (chlorophylle a, salinité, température, oxygène, nitrate, hauteur significative,

vitesse du courant et poids estimé) pour les trois régions différentes (Algérie, Tunisie et Malte), voici une approche méthodique :

a. Comparaison des poids totaux (Wt) :

La région Algérie a la moyenne de poids total la plus basse (119,8) avec une faible variation (écart-type de 4,9) et un coefficient de variation de 0,041, indiquant une stabilité relative des poids.

La région Tunisie a la moyenne de poids total la plus élevée (180,05357) avec une variation significative (écart-type de 47,81153) et un coefficient de variation de 0,265540583, indiquant une plus grande dispersion des poids.

La région Malte a une moyenne de poids total intermédiaire (158,0515) avec une variation élevée (écart-type de 88,56252) et un coefficient de variation de 0,560339636, indiquant une plus grande variabilité des poids.

b. Comparaison des facteurs environnementaux :

La chlorophylle a (Chl a) présente une variation importante dans toutes les régions, avec des valeurs maximales élevées (jusqu'à 3,36419).

Le nitrate (NO₃) montre également une variation significative dans toutes les régions, avec des valeurs maximales allant jusqu'à 3,00382.

La température (T) présente une variation relativement faible dans les trois régions, avec des valeurs maximales d'environ 28,1898.

La vitesse du courant (Crrt-spd) et la hauteur significative (Ht-vg) montrent des variations modérées.

c. Estimation du poids (Wt_Estimé) :

Utilisez le coefficient de régression de 0,99 (tableau .9) nous permis d'évaluer la qualité de l'ajustement du modèle de poids estimé par rapport aux poids totaux mesurés.

la moyenne des résidus (tableau .9) est de (-0,00012) cela signifie que le modèle a tendance à sous-estimer les poids d'une façon presque négligeable.

Les deux régions Tunisie et malt ont des moyennes en poids total les plus élevée du poids estimé (118,39) avec une faible variation (écart-type de 3,94) et un coefficient de variation de 0,0333, indiquant une relative stabilité dans les estimations du poids.

Par contre la moyenne du poids estimé légèrement plus basse a la moyenne des valeurs du poids observés dans la cote algérienne, avec des variations similaires.

IV.2.1.3.2 Test de comparaison

Le test statistique T de Student est une méthode couramment utilisée pour valider un modèle et comparer les moyennes de deux groupes ou d'un groupe par rapport à une valeur de référence. Ce test est basé sur la loi de probabilité appelée loi de Student, qui permet de déterminer si les différences observées entre les échantillons sont statistiquement significatives.

En premier lieu en compare la moyenne des poids estimés par le model avec la moyenne des poids observés dans les cotes tunisienne à un niveau de signification de 5%.

Hypothèses :

H₀ : La différence entre les moyennes est égale à 0. $m_1 = m_2$ peut expliquer les poids estimés représente presque la réalité

H_a : La différence entre les moyennes est différente de 0. $m_1 \neq m_2$ cela veut dire que les poids estimés ne représentent pas la réalité

Les statistiques :

Tableau 11. Résultats du test de Student (poids estimé en Algérie et poids total en Tunisie)

| | |
|----------------------|-------|
| Différence | 1,739 |
| z (Valeur observée) | 0,076 |
| z (Valeur critique) | 1,960 |
| p-value (bilatérale) | 0,939 |
| alpha | 0,05 |

Comparaison : Etant donné que la p-value calculée (0,939) (tableau.11) est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H₀. Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H₀ alors qu'elle est vraie est de 93,93%. Il y a une égalité de la moyenne du poids observé dans les côtes tunisiennes et la moyenne du poids estimé par le model, malgré la différence de 1.739 kg, en effet cette dernier est dû à l'échantillonnage. Ces résultats explique que les valeurs estimé par le model représentent la réalité.

En deuxième lieu en compare la moyenne des poids estimés par le model avec la moyenne des poids observés dans les cotes maltaises à un niveau de signification de 5%

Hypothèses :

H₀ : La différence entre les moyennes est égale à 0. $m_1 = m_2$ peut expliquer les poids estimés représente presque la réalité

H_a : La différence entre les moyennes est différente de 0. $m_1 \neq m_2$ cela veut dire que les poids estimés ne représentent pas la réalité

Les statistiques :

Tableau .12 Résultats du test de Student (poids estimé en Algérie et le poids total en malt)

| | |
|----------------------|--------|
| Différence | 23,654 |
| z (Valeur observée) | 1,398 |
| z (Valeur critique) | 1,960 |
| p-value (bilatérale) | 0,162 |
| alpha | 0,05 |

Comparaison : Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 . Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H_0 alors qu'elle est vraie est de 16,22%. Certainement, il y a une égalité de moyenne du poids totale du thon rouge pêchés dans les côtes maltaises et le poids total estimé par le model. Malgré une différence de 23.654 kg, cette dernière est attribuée à l'échantillonnage, statistiquement elle ne peut être considérée comme significative. Donc, il n'y a pas de base statistique pour affirmer qu'il y a une véritable différence entre les deux moyennes du poids. Ces résultats confirment que les poids estimés représentent la réalité.

En conclusion, les deux comparaisons indiquent que les poids estimés par le modèle sont en accord avec les poids observés dans les deux régions (côtes tunisiennes et côtes maltaises). Les tests statistiques ne montrent aucune preuve statistiquement significative de différence entre les moyennes de poids estimées et observées, ce qui permet de confirmer que le modèle est fiable et qu'il représente la réalité des données. Cependant, il est toujours essentiel de prendre en compte les facteurs d'échantillonnage et de continuer à évaluer la performance du modèle dans d'autres contextes pour assurer sa validité à long terme.

IV.3 Discussion

L'analyse spatiale est une méthode de recherche qui sert à analyser et à observer de manière séquentielle l'évolution de la distribution de l'espèce étudiée en relation avec les facteurs environnementaux le long des côtes algériennes sur une période de 2000 à 2019. elle est constamment utilisé dans la recherche liée aux sciences de la mer et en écologies (Guillou, 2010; Woillez et al., 2007 ; Nicolas, 1997& Rollet, 2011). Après une analyse longitudinale et latitudinale, nous avons constaté que les bancs du thon rouge ils favorisent le large au moment d'immigration le long des cotés algériennes, selon (Royer, 2005c) le thon rouge comportent de larges zones d'ombre. La favorisation des bancs du thon rouge d'orienter vers le large au moment d'immigration est en dépendance à certaine condition du milieu, car le banc du thon rouge favorisent de nager dans des masses d'eau d'une certaine condition tel que la température (Schaefer, 2001) , la salinité (Schrier et al., 2002), oxygénation (Brill

et al., 2002b; Lutcavage et al., 2000b; Royer, 2005c) , tout cela est relatif à la recherche des conditions favorisant la croissance et le développement des œufs (Lutcavage et al., 1997b; Royer, 2005a)

La méthode d'interpolation proposée dans ce travail afin d'estimer de manière optimale et de générer des cartes fines , est celle de la pondération à distance inverse (Mitas and Mitasova, 1999b) et la plus appliquée dans le Domaine marin d'après (Jaemyeong et al., 2019b; Kusuma et al., 2018b). Les cartes élaborées par cette méthode ainsi que les histogrammes Raster de chaque Catre, nous a illustré la distribution spatiale des poids totaux du thon rouge en interaction avec les facteurs environnementaux dans la zone d'étude. Commencant par le facteur chlorophylle a, elle a agi de manière indirecte sur les bancs du thon rouge à travers son effet sur le phytoplancton, sachant que le phytoplancton constitue le premier maillon de la chaîne alimentaire (DAURINCHE, 1991) , Les valeurs des faibles teneurs en chlorophylle qui varient de 0.133 à 155 (mg.m⁻³) coïncident avec les valeurs des individus de grande taille des poids totaux qui varient de 105 et 135 kg dans la même zone. Les thons rouges préfèrent de plus fortes concentrations en chlorophylle a (Dufour, 2010b) et les petits individus du thon rouge de la mer Méditerranée se rencontrent dans les zones à forte concentration de chlorophylle. Les teneurs en chlorophylle de surface caractérisent, l'habitat de sub-surface (Dufour, 2010b). Les eaux de surface d'une salinité et d'une température qui varient de 35 à 36 u.p.s et de 17.5 et 18.4°C respectivement sont en concordance des aires de capture des grands individus du thon rouge d'un poids total de 105 et 135 kg. (Schaefer, 2001) dans ses travaux a soulevé cette remarque: le facteur de température de surface reste l'un des paramètres explicatifs de la variabilité et le facteur majeur dans le développement des thonidés, pour lesquelles des valeurs de plus de 24 °C sont nécessaires.

Le thon rouge présente un métabolisme basal élevé, associé à un système cardio-vasculaire complexe permettant un découplage thermique entre les organes "périphériques tel que les branchies et les régions musculaires profondes (Korsmeyer and Dewar, 2001). C'est ce système qu'il le favorise de nager dans des eaux d'une température ambiante, ainsi à une température élevée (24 à 35°C), ils parcourent même dans des masses d'eau froides pour une durée limitée pour une poursuite de proies (Magnuson, 1978b). D'après (Fedorov, 1986) Souvent, un champ de température $\Delta SST = (0.5-1.0)^\circ C/km^2$ est considéré présenter des fronts (Owen, 1981) à définir un front comme une interface séparant deux masses d'eau homogènes de caractéristiques différentes.

La densité de l'eau de mer est une fonction de sa température et de sa salinité: un gradient maximal en densité génère un front dit front de densité, associé à un fort courant (ou jet) longeant les isopycnes, et à un flux convergent (Pollard and Regier, 1992). Un tel front possède une forte énergie potentielle, Il est donc souvent caractérisé par de nombreux méandres.

La circulation de surface dans la Méditerranée occidentale (Millot and Taupier-Letage, 2005) des courants permanents (courant algérien) avec le courant alternatif, qui sont connus comme un lieu de formation de tourbillons et de méandres. Le bassin algérien caractérisé par une forte activité méso-échelle(voir l'annexe 4), telle que la formation et la présence des fronts thermo-halins et tourbillons (Millot, 1999; Robinson et al., 2001). Les tourbillons dans le bassin algérien sont de provenance de deux masses d'eau superposées d'origines différentes, La masse d'eau la plus chaude d'origine de l'océan Atlantique, et la plus froide a été créée en hiver dans le nord-ouest de la mer Méditerranée.(Garreau et al., 2018a). Ces derniers ont été étudiés en détail dans plusieurs travaux (Amores et al., 2013; Aulicino et al., 2019, 2018b; Benzohra and Millot, 1995b; Burkov et al., 1979; Cotroneo et al., 2019a; Fuda et al., 2000; Garreau et al., 2018a; Isern-Fontanet et al., 2006; Lévy et al., 2000; Millot, 1985a; Pessini et al., 2018; Troupin et al., 2019; Vu et al., 2018) .Ces tourbions caractérisés par des productions biologiques remarquables (Cotroneo et al., 2019a; Ruiz et al., 2019).

Les tourbillons à méso échelle peuvent avoir des effets importants sur le rendement biologique ainsi que sur l'écologie des couches supérieures de l'océan et les cycles biogéochimiques(McGillicuddy et al., 1998); (d'Ovidio et al., 2010); (Lévy et al., 2014); (Cotroneo et al., 2019b)) surtout dans une zone pauvre en éléments nutritifs. La zone de distribution du thon rouge le long coincide parfaitement les zone forte activité méso-échelle dans les côtes Algérienne (annexe 5.) Les tourbillons algériens (AES) qui se forment dans la partie sud du bassin algérien sont générés par les instabilités baroclines du courant algérien (Obaton et al., 2000a). Ils peuvent être des structures cycloniques ou anticycloniques d'environ 60-100 km de diamètre, et se déplacent de quelques kilomètres par jour le long de l'Afrique du Nord . les tourbillon dans le bassin algérien en moi de février à avril, sont caractérisées par une forte variabilité de tous les paramètres (Millot, 1985b; Pessini et al., 2020). Le thon rouge de l'Atlantique Ouest pendant les stades de frai favorise les régions d'énergie cinétique turbulente modérée, où des tourbillons à méso échelle existent (Teo et al., 2007c). Dans notre étude le thon rouge a été capturé dans les eaux calmes à faible énergie (la hauteur moyenne des vagues est d'environ 0 m) et même dans les eaux très agitées à haute énergie avec une hauteur de vague de 5,2 m. Ces dernières, produite par l'effet du vent sur la surface de la mer. D'après (Teo et al., 2007c), *Thynnus thynnus* est souvent présent dans des zones à vitesse de vent modérée (5-7 m.s-1) pendant la phase de reproduction. Le thon rouge de l'Atlantique Ouest pendant les stades de frai favorise les régions d'énergie cinétique turbulente modérée, où des tourbillons à méso échelle existent (Teo et al., 2007c). Les eaux agitées sont plus oxygénées par l'effet d'interaction air-océan, par diffusion et mélange d'oxygène libre au sein de la masse d'eau.

Le nitrate est un élément nutritif important dans la production de plancton ((Tham, 1998b)). Les concentrations de nitrate dans les zones de forte production du thon rouge comprennent entre 0 et

0.166 mmol.m⁻³. Le facteur nitrate peut agir comme un indicateur indirect de la présence du thon rouge car le nitrate est un nutriment essentiel au développement des populations de phytoplancton (Tham, 1998b);(Abboud-Abi Saab et al., 2005b), sachant que ce dernier est le premier maillon de la chaîne alimentaire(Daghor et al., 2018),(Jean-paul and Audineau, 2022).

Les vitesses du courant les plus dominantes dans les masse d'eau durant les périodes de pêche, sont celles comprises entre 0.2 à 0.225 m/s. elles reparties le long des côtes de la région centre et la région Est (carte (C)) de la (Figure 28), ces valeurs dominantes correspondent aux mêmes aires de de prise des grands individus d'un poids total qui varient entre 105 et 135 kg. Le Bassin Algérien soumis une influence directe du courant très turbulent qui loge les côtes algériennes(Millot, 1989a), ce courant est d'origine des Eaus Modifiées origine Atlantique (MAW)(Millot, 1985b), il est d'une vitesse de quelques km/j (Millot, 1989a). Selon plusieurs travaux ((Obaton et al., 2000b); (Salas et al., 2002); (Puillat et al., 2002) ; (Isern-Fontanet et al., 2004); l'instabilité du courant algérien est la principale source d'anticyclones de méso-échelle en Méditerranée occidentale.

Dans la région occidentale de la Méditerranée, la circulation générale est le principal facteur régissant la circulation sur le plateau continental et en zone côtière elle conditionne donc la distribution des caractéristiques hydrologiques biologiques chimiques dans ensemble de la mer (Millot, 1989a).

Le courant algérien caractérisé par une composition, en oxygène dissous avec des teneurs plus élevées , et d'une salinité plus faible (Taupier-Letage et al., 2003); (Garreau et al., 2018b); (Cotroneo et al., 2019). Étaient évidentes jusqu'à une profondeur de 500 m. il Insère un grand tourbillon anticyclonique formé à l'ouest de l'AE1. (Taupier-Letage et al., 2003) ainsi que (Garreau et al., 2018b) ont confirmés les résultats de notre étude, Les fortes concentrations en oxygène distribués le long des côtes et au large de la région centre et la région Est, elles varient entre 230 et 240 (mmol.m⁻³). Comme pour les facteurs (SST, SSS et Chl-a) les fortes concentrations ont été noté dans la même zone de capture des grands individus d'un poids total qui varient entre 105 et 135 kg, cela se n'est pas une coïncidence, au contraire est une préférence, pour qu'ils récompensent leurs efforts effectués au moment d'immigration et ou moment de poursuite de leurs parois. Par conséquent, le maintien d'un taux élevé d'oxygène dans le sang peut répondre aux besoins des muscles de type I (muscles rouges). Leurs propriétés aérobies leurs confèrent une excellente endurance et une nage soutenue ((Lutcavage et al., 2000a), (Brill et al., 2002c)). l'oxygène et comme la température sont considérés comme les variables qui conditionnent principalement l'habitat des thonidés (BRILL, 1994). l'oxygène est également un facteur important conduisant la distribution des espèces ((Bernal et al., 2009)). Les concentrations d'oxygène dissous ils se peuvent être un facteur limitant (Dufour, 2010b).

Les fronts thermo-halins doivent être aussi considérée car leur persistance dans le temps et dans l'espace conditionnera la dynamique de variables comme la matière organique dissoute, le dioxygène dissous (Royer, 2005d). En général, les espèces de thon sont attirées par les fronts océaniques et les tourbillons car ils concentrent la productivité locale ((SUND et al., 1981), (Laur, 1989), Les fronts ont d'immenses effets sur la chaîne alimentaire dans l'océan (Woodson and Litvin, 2015), les fronts océaniques sont des zones privilégiées pour le transfert d'énergie le long des chaînes trophiques (Royer, 2005b) Même les grandes espèces pélagiques, favorisent la périphérie des tourbillons pendant la saison estivale (Cotte et al., 2011).

IV.3.1 Validation du modèle

La validation du modèle se base sur la comparaison entre les valeurs observées et calculées. Dans notre travail nous avons utilisé la méthode la plus courante en se basant sur le calcul des erreurs de prédiction (résidus).

La carte (c) de la (Figure 30) représente les résidus du modèle dans la zone d'étude, on perçoit deux types de résidus, l'un est dû à une faible sous-estimation (sont exprimés par des valeurs négatives), elles varient entre 0 et -26,325 (représentée par des taches noires), et l'autre est dû à une sur-estimation représentés par des valeurs positives (tache blanches dans la carte (c) de la (Figure 30)). L'histogramme raster (D) de la (Figure 30) montre les fréquences en fonction des résidus du modèle dans la zone d'étude. Les fréquences représentatives correspondent aux résidus qui varient entre (-1 et 1 kg). Pour évaluer la qualité des prédictions on a calculé l'erreur quadratique moyenne (Mean Squared Error MSE) (Frost, 2021) par l'équation suivante :

$$MSE = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (7)$$

Y : valeur observée

\hat{Y} : valeur estimée les écarts type sont faibles

MSE est un paramètre qui prend en compte l'erreur de toute la population cible pour estimer la moyenne des erreurs quadratiques. Le MSE calculé est 1,533 par conséquent nous considérons le modèle est fiable car la MSE est très petit. Le MSE est proche de zéro, cela signifie qu'il n'y a pas de grande différence entre les valeurs observées et les valeurs calculées. Si on compare les statistiques rasters du poids total estimé avec celle des valeurs observées (Tableau 8), on constate qu'il y a une forte proximité entre eux d'une part, la moyenne du poids observé (119.8 kg) et la moyenne du poids estimé (118.39 kg). Aussi la variabilité représentée par les écarts type du modèle et observé (4.9 et 3.94 kg) sont presque égales. Le coefficient de variation est inférieur à 10 %, il est de (4.1 ; 3.3%) respectivement.

D'ailleurs le coefficient de détermination nous a confirmés cela par un pourcentage 99 % de qualité de prédiction. De même sur le plan spatial, on a constaté qu'il y a une forte concordance des valeurs du poids totaux observé avec celles estimé le long de la cote algérienne. Carte (A de la figure en comparant les deux cartes (A) de la (figure 31) et la carte (A) de la (Figure 30).

IV.4 Conclusion

Dans cette partie qui consiste à l'analyse géostatistique de la distribution du thon rouge en interaction avec les facteurs environnementaux le long de la côte algérienne. Nous avons conclu que l'importance de connaissances des propriétés des masses d'eau nous a conduits de déterminer les intervalles de variation des facteurs déterminants qui peuvent avoir une forte influence sur la répartition du thon rouge le long de la côte algérienne. Le ton rouge réagit très vivement aux variations de l'environnement. Les résultats de cette partie suggèrent donc que le thon rouge de l'Atlantique attirés par les zones de convergence océanique. Compte tenu des résultats du présent chapitre, ils nous ont montrées que les populations du thon rouge, dès qu'elles rentrent dans le bassin méditerranéen par le détroit de Gibraltar, elles choisissent les hautes latitudes en déplaçant d'Ouest vers l'est, elles peuvent être en dépendances à certaine condition du milieu dans une zone comprise entre 36 et 37,98 degré latitudinale et entre 0, 12 et 9,82 degré longitudinale dans le bassin algérien. La présence du thon rouge le long de la côte algérienne est significativement dans la région centre et la région Est du bassin algérien. La distribution des gros et grands individus du thon rouge d'un poids moyen et d'une taille moyenne de 119.8 kg et 1171.1 cm respectivement. La distribution du thon rouge est liée à la concentration en oxygène, les concentrations en O₂ dans les zones de fortes captures de thon rouge varient de 230 et 240 mmol.m⁻³. Les concentrations en chlorophylle dans les zones de forte abondance de thon rouge sont faibles, allant de 0.133 à 0.155 (mg.m⁻³). Le facteur nitrate peut jouer le rôle d'un indicateur indirect de la présence de thon rouge Les teneurs en nitrates dans les ces zones de forte abondance sont faible varient entre 0,03 et 0,23 mmol.m⁻³ avec une moyenne de 0,05 mmol.m⁻³. Ces zones de forte abondance du thon rouge, qui baignent dans des masses d'eaux caractérisées par des fluctuations en facteurs environnementaux, elles se situent dans des zones avec des profondeurs qui varient entre 2020 et 2600 m. La chlorophylle a, l'oxygène dissous, la salinité et la température, le nitrate, la chlorophylle a, la vitesse du courant et la hauteur de la vague sont tous de facteurs déterminant du thon rouge dans la cote algérienne. D'ailleurs L'analyse de régression linéaire multiple a défini la meilleure équation du modèle de correction linéaire spatiale. Le coefficient de détermination est de 0,99 , il exprime mieux le pourcentage de qualité de prédiction. De même on a constaté qu'il y a une forte concordance des valeurs du poids totaux observé avec celles calculé par ce model le long de la cote algérienne.

CHAPITRE V : INFLUENCE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX SUR LES PARAMETRES DE CROISSANCE

V.1 Introduction

Il est important de mentionner que la variabilité de la croissance est liée aux facteurs environnementaux et de la pêche ((Perry et al., 2005); (Dulvy et al., 2008)). Le présent chapitre consiste à étudier l'influence des variations environnementales sur la croissance de l'espèce étudiée. L'impact des facteurs environnementaux au cours des premières années du cycle de vie peut entraîner des changements irréversibles dans le métabolisme des poissons, et plus il se produit tôt, plus l'impact des perturbations environnementales est durable. (Desai and Hales, 1997). Par exemple, Les conditions environnementales peuvent entraîner de mauvais paramètres de croissance qui aura une conséquence sur la longueur du corps adulte et des réserves d'énergie limitées (Taborsky, 2006).

Les premiers effets des facteurs environnementaux ont un impact sur le taux de croissance, le cycle de vie et le comportement des poissons. Ces observations ont retenu l'attention des scientifiques dès le XXe siècle, lorsque les théories évolutionnistes de l'histoire de la vie et de la flexibilité ont été développées. (Jonsson and Jonsson, 2014).

VI.2 Variation temporelle des paramètres de croissance

La variabilité des paramètres de croissance du *Thunnus thynnus* dans le bassin algérien entre 2000 et 2019 est présentée dans la figure 37.

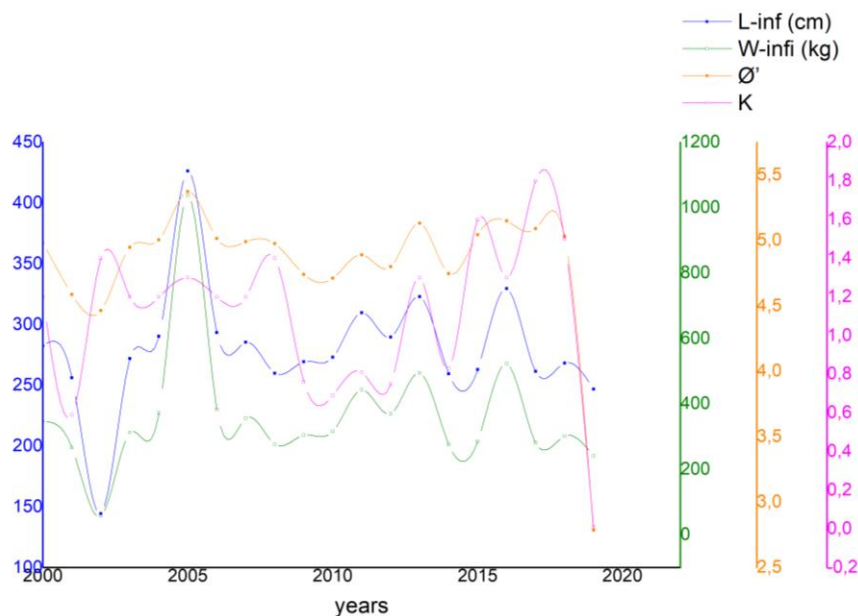


Figure 37. Variations temporelles des paramètres de croissance (k, Linf, Winf & Ø') du thon rouge estimées par méthode ELEFAN I au cours des périodes comprises entre 2000et 2019.

La figure 37 nous a montré que les paramètres de croissance pour cette espèce varient presque en synchrone en fonction du temps (de 2000 à 2019). Cela s'explique par l'existence d'une relation positive des paramètres de croissances du thon rouge entre eux.

En effet, le poids varie en variation de la taille, ainsi le taux de croissance(k) varie en fonction de la vitesse de croissance (\emptyset'). Les deux derniers sont en forte relation avec la longueur et le poids asymptotiques, en particulier de l'année 2005 on remarque une concordance dans la variation de ces paramètres de croissance de cette espèce.

V.2 Variation spatiale des paramètres de croissance

Pour ce qui concerne la relation des paramètres de croissances avec la longitude, les résultats sont assez semblables pour cette espèce.

V.2.1 Variation longitudinale

Les corrélations des paramètres : L_{∞} , W_{∞} , \emptyset' et K avec la longitude respectivement sont: ($r= 0.377$; $r=-0.298$; $r =0.005$ & $r = 0.291$) (Figure 38). Les valeurs des paramètres de croissances sont en décroissance en allant de l'ouest vers l'est. On peut dire que le stock du thon rouge le long de la côte algérienne présente un gradient longitudinal en taux de croissance.

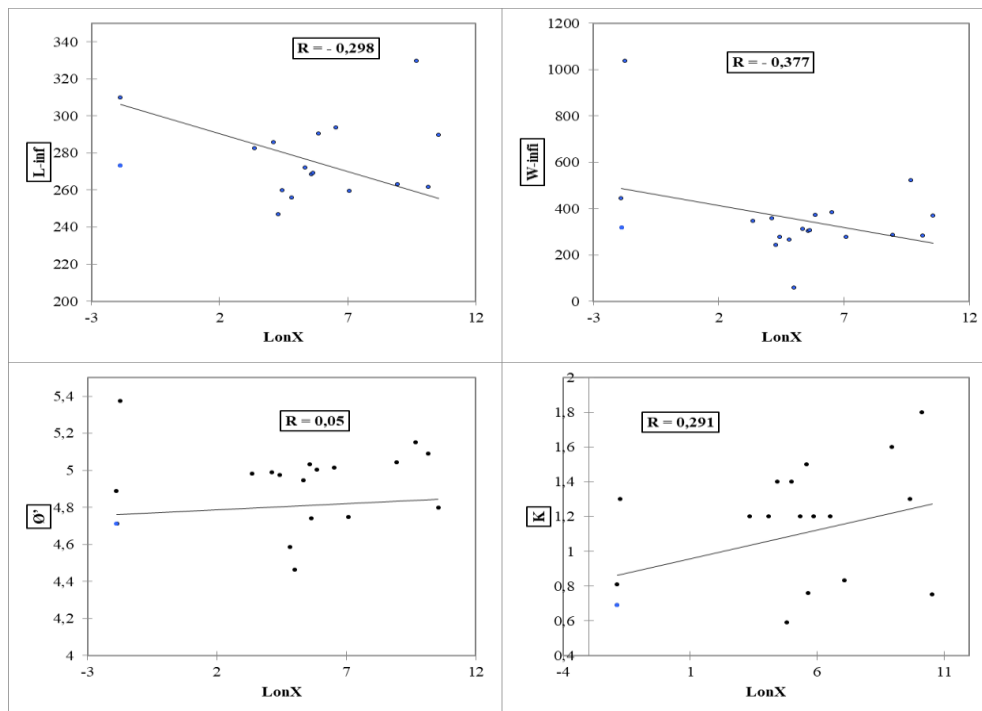


Figure 38. Relation entre les paramètres de croissances et la longitude pour *thunnus thynnus* dans le bassin algérien.

L'étude de la croissance des poissons nécessite l'utilisation de la méthode de la relation taille-poids (Da et al., 2018c). La (Figure 39) représente les résultats de l'analyse de la relation entre la longueur asymptotique et le poids asymptotique du thon rouge.

La relation entre ces deux paramètres biologiques est presque parfaite avec un coefficient de corrélation de 94%. L'équation de cette relation est :

$$W_{\infty} = 10^{-04} * L_{\infty}^{2,668} \quad (8)$$

$\epsilon_{cal}=0,28*10^{-2} < \epsilon_{theo}=1,96$ donc **H0** est retenu, cela explique il y a une égalité des pentes (P & P0), de ce fait le type de croissance est isométrique

Le coefficient $b = 2,668$ et $r = 95\%$. Le test d'écart-réduit nous a montré qu'il y a une croissance allométrique isométrique, cela explique le poids asymptotique croît proportionnellement à la longueur asymptotique, maintenant ainsi une forme et des proportions constantes favorise la longueur asymptotique par rapport au poids. La figure 40 montre que la relation taille/poids, varie d'une façon fonctionnelle longitudinalement le long de la côte algérienne.

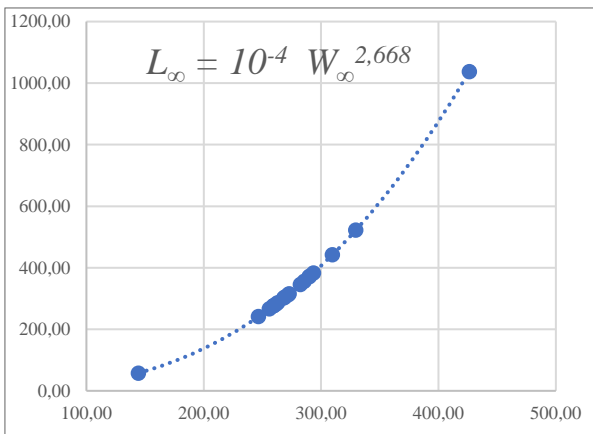


Figure 39. Relation biométrique de deux paramètres asymptotiques (poids et taille).

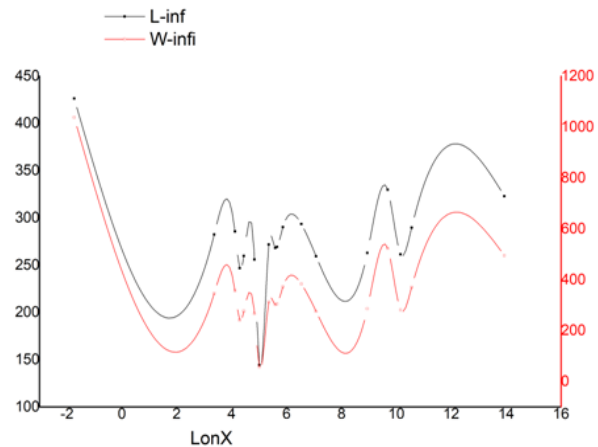


Figure 40. Variation longitudinale de deux Paramètres asymptotiques (poids et taille).

On peut dire que la croissance qui se produit au même rythme pour les deux paramètres longueur asymptotique et poids asymptotique, de sorte que sa forme soit cohérente tout au long du développement.

Les adultes sont plus gros et plus grands, leurs poids moyen est de 156 kg et leurs longueur moyenne est de 200 cm. Le poids moyen asymptotique et la longueur moyenne asymptotiques estimés par la méthode ELEFANI sont respectivement de 355.4 kg et 277,94 cm (annexe 3).

V.2.2 Variation latitudinale

La relation des paramètres de croissance du thon rouge avec la latitude dans le bassin algérien durant la période 2000 et 2019 est présentée dans la figure 41, elle montre que la relation de ces paramètres

(L_{∞} , W_{∞} , ϕ et K) avec la latitudinale sont faible, de basse latitude à la haute latitude. Les corrélations latitude/paramètres sont faibles et elles augmentent légèrement des basses latitudes aux hautes latitudes. Le taux de croissance du thon rouge le long de la côte algérienne présente un gradient latitudinal.

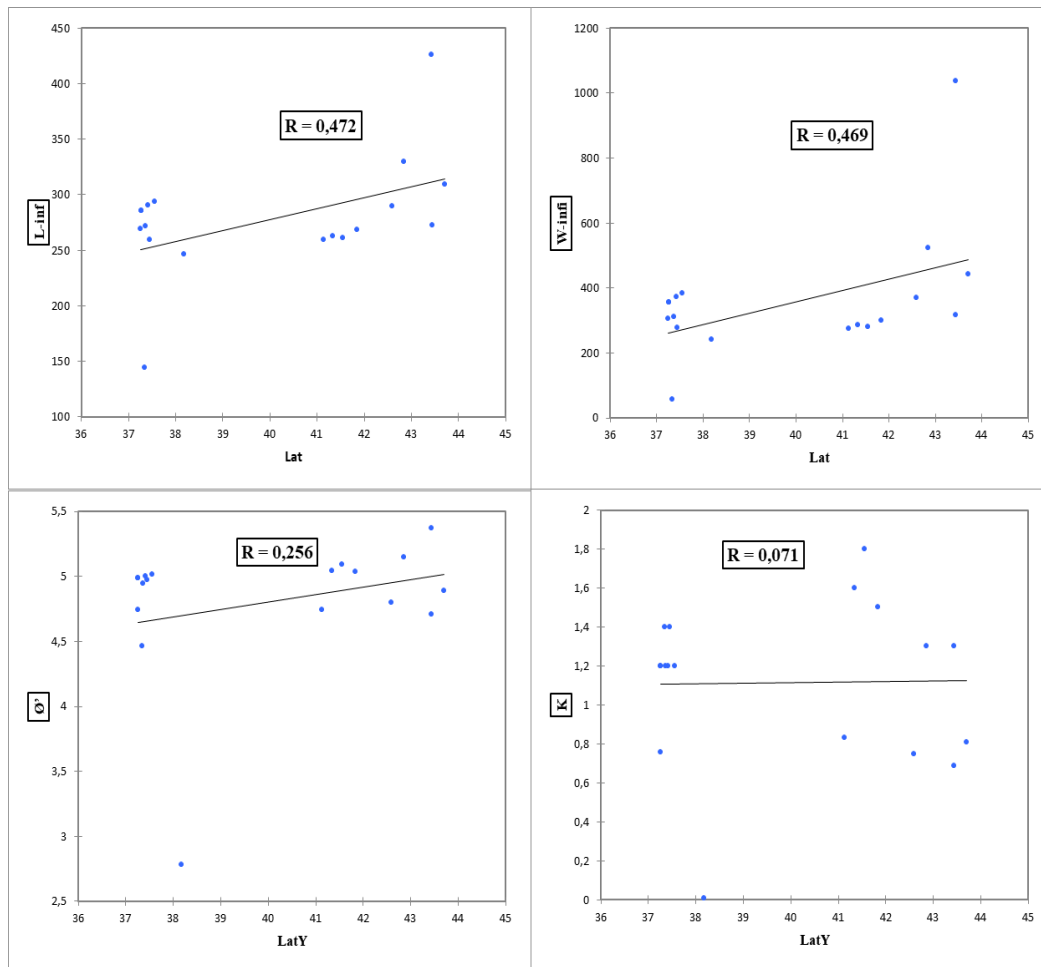


Figure 41. Relation entre les paramètres de croissances et la latitude pour *Thunnus thynnus* dans le bassin algérien.

V.3 Variation des paramètres de croissances en relation avec les facteurs environnementaux

La figure.37 représente le cercle des corrélations entre les facteurs environnementaux : chlorophylle a, nitrate, oxygène, température, salinité, vitesse du courant et la hauteur significative des vagues, avec les paramètres de croissance,

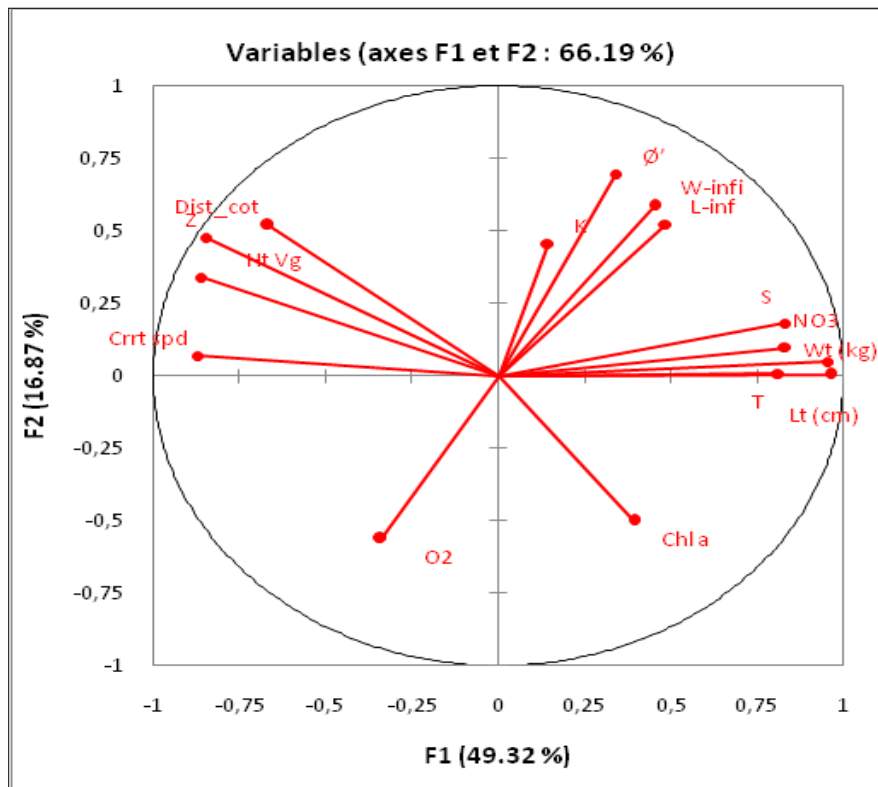


Figure 42. Cercle de corrélation des paramètres de croissance du *thunnus thynnus* avec les facteurs environnementaux au cours des périodes comprises entre 2000 et 2019 dans le bassin algérien.

La Figure 42 nous a montré que le plan F1 et F2 possède un taux d'inertie (66.19 %). Pour mieux comprendre les relations inter variables on fait appel au tableau.8

Le poids asymptotique de *Thunnus thynnus* est corrélé avec le nitrate ($r = 0,51$), la température ($r=0,33$) et la salinité ($r=0,16$). En revanche, une corrélation opposée avec d'autres facteurs du milieu tel que : la vitesse du courant, et la hauteur des vagues.

Nous remarquons que la longueur et le poids asymptotiques sont fortement corrélés avec un ($r = 0,95$).

Tableau 12. Matrice de corrélation entre les paramètres de croissances du thon rouge avec les facteurs environnementaux.

| Variables | Lt | Wt | Chl a | NO3 | O2 | S | T | Crrt spd | Ht Vg | Dist_cot | Z | L-inf | K | W- infi | Ø' |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Lt | 1,00 | 0,98 | 0,36 | 0,86 | -0,30 | 0,78 | 0,73 | -0,82 | -0,77 | -0,60 | -0,81 | 0,48 | 0,10 | 0,48 | 0,27 |
| Wt | 0,98 | 1,00 | 0,29 | 0,91 | -0,32 | 0,81 | 0,73 | -0,79 | -0,75 | -0,55 | -0,78 | 0,49 | 0,06 | 0,50 | 0,26 |
| Chl a | 0,36 | 0,29 | 1,00 | 0,20 | 0,56 | -0,08 | 0,12 | -0,47 | -0,58 | -0,48 | -0,57 | 0,16 | 0,15 | 0,10 | 0,09 |
| NO3 | 0,86 | 0,91 | 0,20 | 1,00 | -0,31 | 0,69 | 0,68 | -0,57 | -0,65 | -0,33 | -0,62 | 0,49 | -0,10 | 0,51 | 0,17 |
| O2 | -0,30 | -0,32 | 0,56 | -0,31 | 1,00 | -0,56 | -0,60 | 0,21 | 0,12 | 0,05 | 0,00 | 0,10 | -0,21 | 0,11 | -0,43 |
| S | 0,78 | 0,81 | -0,08 | 0,69 | -0,56 | 1,00 | 0,76 | -0,70 | -0,61 | -0,47 | -0,65 | 0,35 | 0,12 | 0,33 | 0,27 |
| T | 0,73 | 0,73 | 0,12 | 0,68 | -0,60 | 0,76 | 1,00 | -0,65 | -0,74 | -0,51 | -0,67 | 0,19 | 0,06 | 0,16 | 0,21 |
| Crrt spd | -0,82 | -0,79 | -0,47 | -0,57 | 0,21 | -0,70 | -0,65 | 1,00 | 0,78 | 0,66 | 0,75 | 0,28 | -0,36 | 0,26 | -0,41 |
| Ht Vg | -0,77 | -0,75 | -0,58 | -0,65 | 0,12 | -0,61 | -0,74 | 0,78 | 1,00 | 0,73 | 0,86 | 0,21 | -0,03 | 0,13 | -0,18 |
| Dist_cot | -0,60 | -0,55 | -0,48 | -0,33 | 0,05 | -0,47 | -0,51 | 0,66 | 0,73 | 1,00 | 0,81 | 0,04 | 0,05 | 0,09 | 0,00 |
| Z | -0,81 | -0,78 | -0,57 | -0,62 | 0,00 | -0,65 | -0,67 | 0,75 | 0,86 | 0,81 | 1,00 | 0,22 | 0,08 | 0,16 | 0,10 |
| L-inf | 0,48 | 0,49 | 0,16 | 0,49 | -0,10 | 0,35 | 0,19 | -0,28 | -0,21 | -0,04 | -0,22 | 1,00 | 0,06 | 0,95 | 0,45 |
| K | 0,10 | 0,06 | 0,15 | -0,10 | -0,21 | 0,12 | 0,06 | -0,36 | -0,03 | 0,05 | 0,08 | 0,06 | 1,00 | 0,12 | 0,74 |
| W-infi | 0,48 | 0,50 | 0,10 | 0,51 | -0,11 | 0,33 | 0,16 | -0,26 | -0,13 | 0,09 | -0,16 | 0,95 | 0,12 | 1,00 | 0,43 |
| Ø' | 0,27 | 0,26 | 0,09 | 0,17 | -0,43 | 0,27 | 0,21 | -0,41 | -0,18 | 0,00 | 0,10 | 0,45 | 0,74 | 0,43 | 1,00 |

Test de sphéricité de Bartlett :

| | |
|------------------------------------|----------|
| Khi ² (Valeur observée) | 345,165 |
| Khi ² (Valeur critique) | 129,918 |
| DDL | 105 |
| p-value | < 0.0001 |
| alpha | 0,05 |

H0 : Il n'y a pas de corrélation significativement différente de 0 entre les variables.

Ha : Au moins l'une des corrélations entre les variables est significativement différente de 0

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification alpha=0.05, on doit rejeter l'hypothèse nulle H0, et retenir l'hypothèse alternative Ha

Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est inférieur à 0.01%.

Ha : Au moins l'une des corrélations entre les variables est significativement différente de 0

La figure.43 montre la variabilité des paramètres de croissances de l'espèce étudiée durant les périodes de prises, de 2000 à 2019 en relation avec les facteurs du milieu à savoir : le nitrate (NO3), l'oxygène(O2) et la chlorophylle a.

Les résultats marquant de cette figure 43 sont les relations paramètres de croissance (Linf, Winf & Ø') / les facteurs environnementaux (la chlorophylle-a et O2) qui sont en relation opposé avec les trois varient en concordance en fonction des années et surtout pour les années 2005 et 2016.

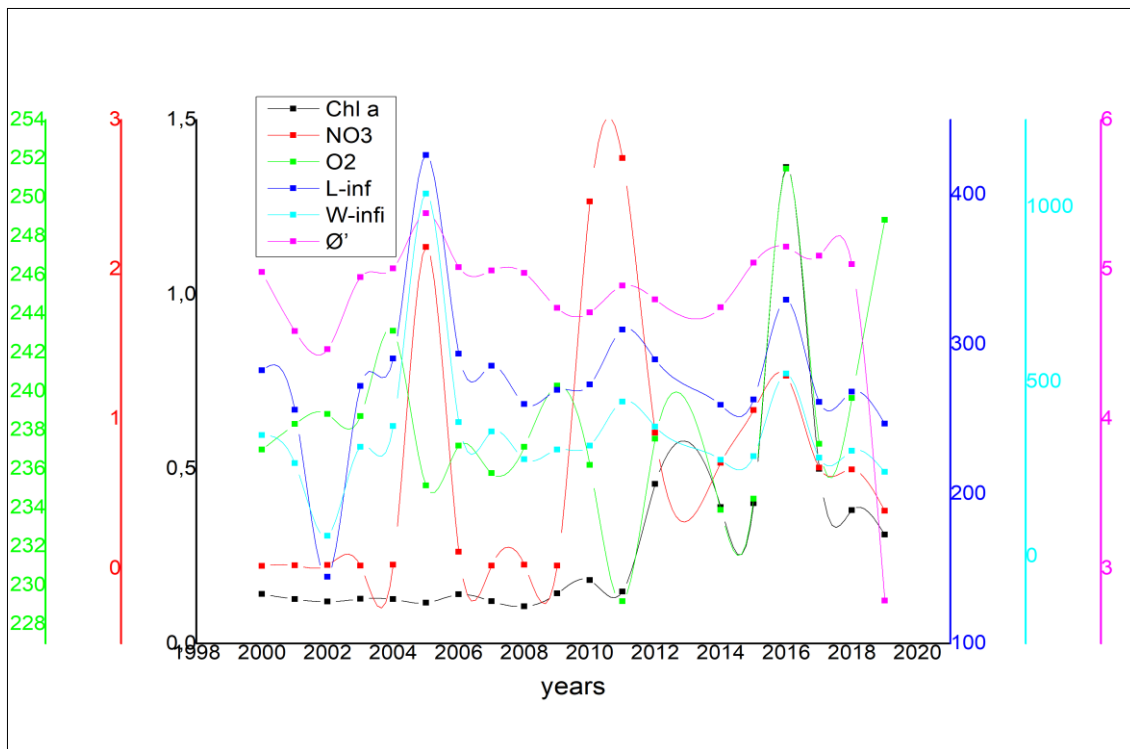


Figure 43. Variations temporelles des paramètres de croissance tel que Linf, Winf & Ø' du thon rouge en relation avec la chlorophylle-a, O2 et NO3 au cours des périodes comprises entre 2000 et 2019.

Ces résultats suggèrent qu'il existe une corrélation positive et moyenne entre les concentrations de NO3 et les paramètres de croissances (L_{∞} , W_{∞} et \emptyset') avec des coefficients de corrélation respectivement (0.49, 0.51 et 0.17) (tableau 12).

Il existe aussi une relation opposé entre ces paramètres de croissance (L_{∞} , W_{∞} et \emptyset') et les teneurs en oxygène avec des coefficients de corrélation (-0.1, -0.11 et -0.43) (tableau 12) respectivement

La figure 44 illustre la variabilité des paramètres croissances en relation avec les facteurs du milieu marin assavoir: la température(T), la salinité(S), la hauteur significative de la vague (Ht-vg) et la vitesse du courant (crirt-spd), pendant les périodes de prise du thon rouge entre 2000 et 2019.

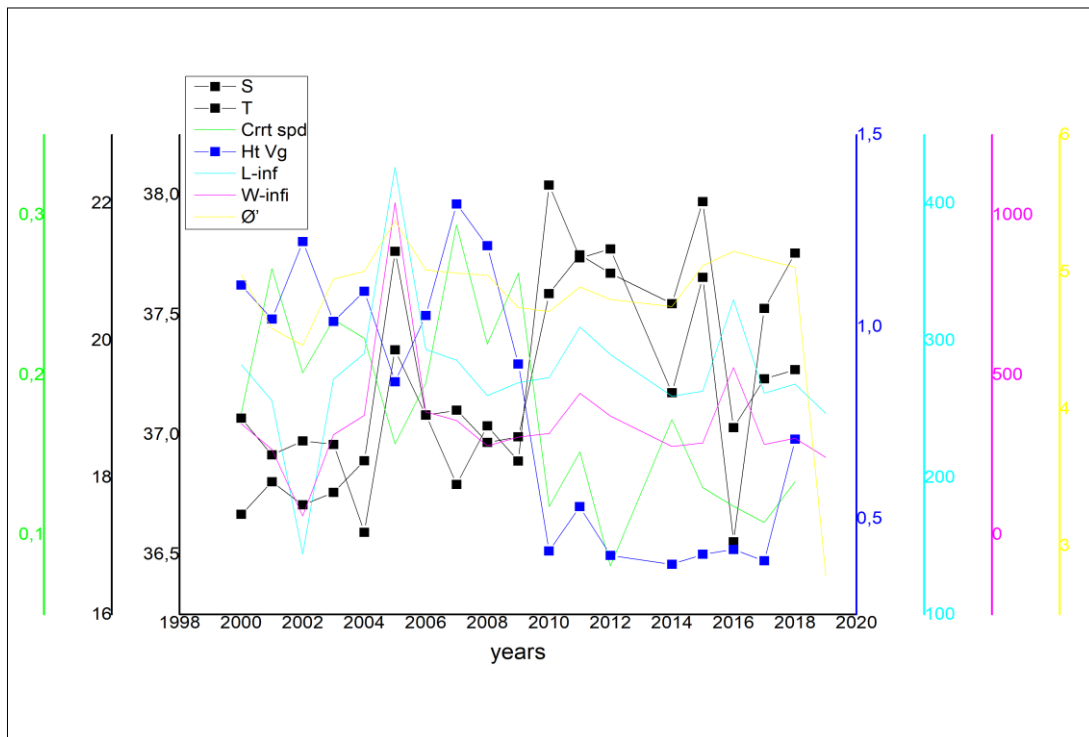


Figure 44. Variations temporelles des paramètres de croissance tel que L_{∞} , W_{∞} et \emptyset' du thon rouge en relation avec la T, S, Ht-vg et crrt-spd durant les périodes de prise comprises entre 2000 et 2019.

Les informations qu'on peut retenir de la figure 44 sont :

- les paramètres de croissance (L_{∞} , W_{∞} et \emptyset') d'une part sont corrélés positivement avec les deux paramètres (température et salinité). Les coefficients de corrélation L_{∞} , W_{∞} et \emptyset' / Température respectivement sont ($r = 0,19$, $r = 0,16$, et $r = 0,21$) et avec la salinité respectivement ($r = 0,35$, $r = 0,12$ et $r = 0,27$) (tableau 12).

- D'autre part, les corrélations négatives (L_{∞} , W_{∞} et \emptyset') / (vitesse du courant) respectivement ($r = -0,28$, $r = -0,26$, et $r = -0,41$) et avec la hauteur significative des vagues respectivement sont ($r = -0,21$, $r = -0,13$ et $r = -0,18$) (tableau 12).

V.3 Discussion

Dans le présent chapitre, nous examinons l'évolution des paramètres de croissance de *Thunnus thynnus* en relation avec les facteurs de milieu à deux niveaux : spatial et temporel, pour sélectionner des paramètres environnementaux qui peuvent influencer sur les paramètres de croissance de cette espèce le long des côtes algériennes.

-Notre contribution est de mettre à jour les informations sur les paramètres de croissance et d'améliorer notre compréhension du rôle des facteurs environnementaux, dans l'évolution des paramètres de croissance du thon rouge. La croissance en longueur et en poids tend à être croissante en longitude, tandis qu'en latitude, elle est décroissante. En effet les populations du thon rouge dès qu'elles rentrent dans la méditerranée par le détroit de Gibraltar, elles préfèrent les hautes longitudes en déplaçant vers l'est des côtes algériennes, tandis que les moyens et petits individus favorisent les basses longitudes.

-Les populations du thon rouge ont tendance à rejoindre les hautes latitudes cela peut s'expliquer par la circulation générale en Méditerranée occidentale régit par les gyres et le déplacement du courant vers le Nord (Millot, 1989a).

-L'espèce de *thunnus thynnus* est attirée par les tourbillons car ils concentrent la productivité locale ((SUND et al., 1981), (Laur, 1989). Selon (Maunder et al., 2016) l'énergie disponible pour la croissance est variable dans le temps et dans l'espace, en fonction des conditions environnementales et de la disponibilité des proies.

-L'effet des facteurs environnementaux (ex. : température, salinité, oxygène) sur la variabilité de la croissance a été étudié par (Pauly, 2010); ((Baudron et al., 2011)); (Cheung et al., 2012); (Rueda Roa, 2012); (Mollet et al., 2013);(Baudron et al., 2014), Ils ont conclu que la croissance des poissons réagit aux changements de tous ces facteurs environnementaux. La température joue un double rôle important dans la variabilité de la croissance du thon rouge. D'une part, les températures élevées accélèrent la digestion et le métabolisme de ces espèces, d'autre part, elle augmente les besoins nécessaires en énergie au maintien de l'organisme (Rodriguez, 2017) et d'autre part la salinité affecte la croissance des poissons.

L'effort énergétique nécessaire au maintien de l'équilibre osmotique aura un impact sur la croissance (Pauly, 2010). L'oxygène est un facteur limitant, car il est nécessaire à la synthèse des protéines du poisson (Cheung et al., 2012). Les études sur l'évolution des stocks de poissons des

dernières décennies ont conclu que l'évolution des stocks peut être attribuée principalement à la pression de pêche et notamment aux changements environnementaux (Lorenzen, 2016); (Sharpe and Hendry, 2009)

V.3.1 Impacts du réchauffement climatique sur le régime alimentaire du thon rouge en Méditerranée

Le réchauffement climatique a une influence significative sur le régime alimentaire du thon rouge dans le bassin méditerranéen. En raison de l'augmentation des températures de l'eau et des changements dans la disponibilité des proies, les populations de thon rouge sont confrontées à plusieurs défis.

a- Impact sur les espèces de plancton :

Le réchauffement climatique peut affecter la répartition des espèces de plancton dans le bassin méditerranéen. Les changements de température de l'eau peuvent modifier les conditions environnementales, ce qui entraîne des déplacements des populations de plancton vers des zones plus favorables. Certains types de plancton peuvent proliférer dans des eaux plus chaudes, tandis que d'autres peuvent être moins adaptés à ces nouvelles conditions.

Le plancton constitue le premier maillon de la chaîne trophique. Si la répartition du plancton est perturbée en raison du réchauffement climatique, cela peut avoir un impact sur l'abondance de la nourriture disponible pour le thon rouge (Rooker, 2013)

En effet le réchauffement climatique affecte la répartition des espèces de plancton, qui constituent le premier maillon de la chaîne trophique. Les changements de température et les modifications de la circulation océanique peuvent altérer la disponibilité et la distribution des proies planctoniques, ce qui peut entraîner une diminution de la disponibilité alimentaire pour le thon rouge (Rooker, 2013)

a- Impact sur la circulation océanique :

Le réchauffement climatique peut également influencer la circulation océanique dans le bassin méditerranéen. Les courants océaniques jouent un rôle déterminant dans le transport des nutriments et des organismes planctoniques. Des changements dans la circulation océanique peuvent entraîner des variations dans la disponibilité et la distribution des proies du thon rouge (Rooker, 2013)

Si les espèces du poisson dont se nourrit le thon rouge deviennent moins abondantes ou se déplacent vers d'autres régions en raison du réchauffement climatique, cela peut entraîner une diminution de la disponibilité alimentaire pour le thon rouge. Les thons rouges pourraient avoir plus de difficulté à trouver suffisamment de nourriture pour maintenir leur population et leur état de santé.

b- Impact sur les espèces du poisson :

Le réchauffement climatique peut avoir un impact sur les espèces de poissons pélagiques présentes dans le bassin méditerranéen. Les variations de température de l'eau peuvent influencer leur

répartition et leur abondance. Certains poissons pélagiques peuvent être plus sensibles aux changements de température et avoir des difficultés à s'adapter à des conditions environnementales modifiées.

Sachant que les poissons pélagiques constituent une source de nourriture importante pour le thon rouge. Ces poissons, tels que les anchois, les sardines et les maquereaux, font partie de l'alimentation du thon rouge. Si le réchauffement climatique affecte la présence et l'abondance de ces poissons, cela peut entraîner une diminution de la disponibilité de proies adaptées au thon rouge.

Les variations de température de l'eau dues au réchauffement climatique peuvent influencer le métabolisme et le comportement des poissons pélagiques. Des températures plus élevées peuvent affecter leur taux de croissance, leur reproduction et leur migration. Ces changements peuvent perturber les schémas traditionnels de présence et d'abondance des poissons pélagiques, ce qui peut avoir un impact sur la disponibilité alimentaire pour le thon rouge.

Le réchauffement climatique peut également influencer la productivité marine, c'est-à-dire la quantité de biomasse produite par les écosystèmes marins. Des variations de la productivité marine peuvent avoir des répercussions sur la disponibilité de proies adaptées au thon rouge. Si la productivité diminue en raison du réchauffement climatique, cela peut entraîner une réduction des ressources alimentaires pour le thon rouge (Fromentin et al., 2013)

De plus, le réchauffement climatique a également un impact sur les espèces de poissons pélagiques qui constituent une autre source de nourriture pour le thon rouge. Les changements de température et les variations de la productivité marine peuvent influencer la présence et l'abondance de ces poissons, ce qui peut avoir des répercussions sur la disponibilité de proies adaptées au thon rouge (Fromentin et al., 2013).

c- Impact sur les migrations et la reproduction

le réchauffement climatique peut également entraîner des migrations de proies, ce qui peut affecter les schémas de migration et de reproduction du thon rouge. Les variations des courants océaniques et des températures de l'eau peuvent modifier les voies migratoires des poissons et influencer leur présence dans certaines zones, ce qui peut avoir un impact sur l'alimentation du thon rouge

Enfin, le réchauffement climatique peut également affecter la disponibilité des zones de reproduction du thon rouge. Les variations de la température de l'eau peuvent influencer la qualité et la productivité des zones de frai, ce qui peut avoir des conséquences sur la reproduction et la survie des larves de thon rouge (Reglero, 2020) .

V.4 Conclusion

Les individus les plus grands. Ils peuvent atteindre une longueur moyenne de 200 cm avec un poids moyen de 156 kg, et de même pour la longueur et le poids asymptotiques moyens estimé par la méthode ELEFAN I sont de 277.93 cm, 355.39 kg respectivement (annexe 03). L'influence des facteurs environnementaux sur la variabilité des paramètres de croissance du thon rouge le long des côtes algériennes, elle est à la fois spatiale et temporelle.

Les populations du thon rouge le long des côtes algériennes présentent un gradient spatial à la fois longitudinal et latitudinal en taux de croissance. La croissance en longueur et en poids tend à être croissantes longitudinalement, tandis qu'en latitude la croissance du thon rouge est décroissante, la croissance du thon rouge dans les côtes algériennes est d'une allométrie isométrique, le poids croît proportionnellement à la longueur, maintenant ainsi une forme et des proportions constantes.

Les variations des paramètres de croissance de *Thunnus thynnus* ont été mises en corrélation avec des facteurs environnementaux à savoir ; la température de surface, la salinité de surface, la hauteur de la vague, la vitesse du courant ainsi que les teneurs en nitrate, en chlorophylle-a et en oxygène.

Cette espèce montre des réponses différentes aux facteurs environnementaux qui jouent un rôle important dans la croissance de cette espèce au niveau temporelle et spatial, le long des côtes algériennes, mais cette variation des paramètres de croissance peut aussi être entraînée par d'autres facteurs qui ne sont pas pris en considération dans cette étude comme exemple facteur de disponibilité des proies.

CONCLUSION GENERALE

La télédétection est un moyen d'observation des océans à temps réel sur un grand espace. Cette technologie de plus en plus s'applique dans toutes les activités humaines. Nous savons que les satellites n'observent pas les poissons mais permettent d'observer le fonctionnement du milieu marin. Dans cette thèse nous nous sommes intéressés à prospecter sur les différentes modes de la télédétection qui peuvent être appliqué à la pêche du thon rouge. Tout poisson vit dans un milieu caractérisé par des variations limités des paramètres physico-chimiques de son biotope.

Notre première contribution est la création d'une base des données spatio-temporelle sur une longue période (20 ans) à la fois données pêche et données environnementales. Cette base des données satellitaires et biologiques est utilisée afin de comprendre le comportement du thon rouge vis-à-vis son environnement.

La deuxième contribution consiste à la compréhension du comportement et la distribution du thon face à la variabilité des facteurs environnementaux. Pour cela nous avons utilisé les techniques de la géostatique pour but d'exploiter la base crée d'une façon optimale. La distribution des gros et grands individus du thon rouge d'un poids moyen et d'une taille moyenne de 119.8 kg et 1171.1 cm respectivement est régie par plusieurs facteurs environnementaux à savoir : la température, la salinité, les teneurs en chlorophylle a, en oxygène et en nitrate, la vitesse du courant, la hauteur de la vague, les profondeurs, les salinités de surface, les Hauteur de la vague

-L'abondance du thon rouge le long de la côte algérienne présente une saisonnalité significative, avec des périodes d'abondance les plus fréquentes au printemps et en été.

-Les fortes abondances de thon rouge sont présentes dans des masses d'eau caractérisée par une variabilité des paramètres physico-chimiques des masses d'eau.

- Pendant la saison estivale la température moyenne est entre 21,5 et 25,8°C. Et la salinité moyenne entre 36 et 39 psu.
- Au printemps, les masses d'eau la température moyenne entre 12,8 et 16°C), ainsi que de la salinité moyenne de 35,4 à 37 psu.

- Les concentrations en O₂ dans les zones de fortes captures de thon rouge varient de 235,6 à 243 mmol.m⁻³ au printemps et de 229 à 235,4 mmol.m⁻³ en été.

- La chlorophylle (a) est le premier maillon de la chaîne alimentaire est fortement corrélée à l'abondance des bancs du thon rouge.

- Les concentrations moyennes de chlorophylle (a) dans les zones de surabondance de thon rouge sont faibles, allant de 0,11 à 0,14 mg.m⁻³ au printemps et de 0,15 à 0,23 mg.m⁻³ en été.

- Les teneurs moyennes de nitrate dans les zones de fortes captures de thon rouge varient entre 0,01 et 0,04 mmol.m⁻³ au printemps, et entre 0,68 et 2,75 mmol.m⁻³ en été.

-Le nitrate peut jouer le rôle d'un indicateur indirect de la présence de thon rouge, car le nitrate est un nutriment primordial dans le développement du premier maillon de la chaîne trophique, les populations de phytoplancton.

-La hauteur des vagues dans les zones de forte capture est en moyenne de 0,9-1,33m au printemps et de 0,49-0,62m en été. La hauteur des vagues dans les zones de forte capture, en moyenne est comprise entre 1m et 1.2 m,

- Le thon rouge a la capacité de vivre dans un environnement de grande variabilité en ce qui concerne la vitesse du courant marin. En particulier au printemps et en été, il préfère les masses d'eau dont la vitesse moyenne du courant varie de 0,17 m/s à 0,3 m/s et de 0,07 m/s à 0,15 m/s respectivement.

La troisième contribution a traité la problématique d'influence des facteurs environnementaux sur la croissance du thon rouge dans la zone d'étude.

- Les adultes sont plus gros et plus grands. Ils peuvent atteindre une longueur moyenne de 200 cm avec un poids de 156 kg, et de même pour la longueur et le poids asymptotiques moyens estimé par la méthode ELEFAN I sont de 277.93 cm, 355.39 kg respectivement.
- L'influence des facteurs environnementaux sur la variabilité des paramètres de croissance du thon rouge le long des côtes algériennes, elle est spatiale plus que temporelle.
- Les populations du thon rouge le long des côtes algériennes présentent un gradient à la fois longitudinal et latitudinal en taux de croissance.
- La croissance en longueur et en poids tend à être croissantes longitudinalement, tandis qu'en latitude la croissance du thon rouge est décroissante, la croissance du thon rouge dans les côtes algériennes est d'une allométrie isométrique. Elle se produit au même rythme pour toutes les parties d'un organisme, de sorte que sa forme soit cohérente tout au long du développement
- Les variations des paramètres de croissance de *Thunnus thynnus* ont été mises en corrélation avec des facteurs environnementaux assavoir ; la température de surface, la salinité de surface, la hauteur de la vague, la vitesse du courant ainsi que les teneurs en nitrate, en chlorophylle-a et en oxygène.

-

La modélisation statistique nous a permis d'établir des relations mathématiques :

- La relation taille/poids a confirmé que la croissance du thon rouge est allométrique en faveur de la longueur totale. En outre, l'analyse temporelle a montré qu'il existe une variation de la longueur totale en fonction des saisons, en moyenne entre 146 et 181 cm au printemps et entre 244 et 255 cm en été.
- L'analyse de régression linéaire multiple nous a permis de relier la longueur avec les paramètres environnementaux suivants la chlorophylle a, l'oxygène dissous, la salinité et la température avec un coefficient de détermination de 70,3%.
- L'analyse géostatistique a permis d'expliquer la distribution spatiale du poids totale du thon rouge en fonctions des facteurs environnementaux avec une précision qui atteint 99 %

Les facteurs déterminant de la distribution spatio-temporelle de la distribution du thon rouge

Sont : Température, Salinité, Chlorophylle a, Vitesse du courant, Hauteur des vagues, Oxygène dissous et Nitrate. Ces paramètres sont accessibles presque à temps réel par satellite. Par conséquent l'utilisation de la télédétection satellitaire d'une manière indirecte permet la géolocalisation des zones des bancs du thon rouge.

Perspectives :

La présente étude montre que la distribution des bancs du thon rouge semble être influencée par la variabilité environnementale à différentes échelles spatio-temporelles. La distribution spatiale à grande échelle du thon est influencée par la circulation océanique et la circulation climatique. Il semble raisonnable de s'orienter vers le développement de nouveaux modèles prédictives des zones probables de présence des bancs du thon rouge par l'intégration d'autre facteur de milieu comme exemple les données sur les espèces associées, les données de proie, des données météorologiques. Ainsi que les données de la circulation océanique.

L'utilisation de la télédétection satellitaire d'une manière indirecte, il est désormais possible de géo localiser les zones de pêche du thon rouge, nous pensons qu'il est temps d'utiliser cette technologie comme un outil d'aide aux pêcheurs algériens et mettre à leurs dispositions toutes ces informations utiles à la pêche du thon rouge.

Bibliographie

- Abboud-Abi Saab, M., Fakhri, M., Kassab, M.T., Mattar, N., 2005a. Les sels nutritifs et le phytoplancton sur la côte sud du Liban: évaluation d'indices écologiques. *Leban. Sci. J.* 6, 27–43.
- Abboud-Abi Saab, M., Fakhri, M., Kassab, M.T., Mattar, N., 2005b. Les sels nutritifs et le phytoplancton sur la côte sud du Liban: évaluation d'indices écologiques. *Leban. Sci. J.* 6, 27–43.
- Abboud-Abi Saab, M., Fakhri, M., Kassab, M.T., Mattar, N., 2005c. Les sels nutritifs et le phytoplancton sur la côte sud du Liban: évaluation d'indices écologiques. *Leban. Sci. J.* 6, 27–43.
- Abdelhadi, B., Hernández Hernández, P., Forcada, A., 2011. Étude de la distribution spatio-temporelle de la pêcherie du thon rouge (*Thunnus thynnus*) en Algérie avec l'utilisation du système d'information géographique (SIG).
- Alheit, J., Hagen, E., 2001. The Effect of Climatic Variation on Pelagic Fish and Fisheries, in: Jones, P.D., Ogilvie, A.E.J., Davies, T.D., Briffa, K.R. (Eds.), *History and Climate: Memories of the Future?* Springer US, Boston, MA, pp. 247–265. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3365-5_12
- Amarouche, K., Akpınar, A., Bachari, N.E.I., Çakmak, R.E., Houma, F., 2019. Evaluation of a high-resolution wave hindcast model SWAN for the West Mediterranean basin. *Appl. Ocean Res.* 84, 225–241.
- Amarouche, K., Akpınar, A., Çakmak, R.E., Houma, F., Bachari, N.E.I., 2020. Assessment of storm events along the Algiers coast and their potential impacts. *Ocean Eng.* 210, 107432.
- Aminot, A., Kérouel, R., 2004a. *Hydrologie des écosystèmes marins: paramètres et analyses.* Editions Quae.
- Aminot, A., Kérouel, R., 2004b. *Hydrologie des écosystèmes marins: paramètres et analyses.* Editions Quae.
- Amores, A., Monserrat, S., Marcos, M., 2013. Vertical structure and temporal evolution of an anticyclonic eddy in the Balearic Sea (western Mediterranean). *J. Geophys. Res. Oceans* 118, 2097–2106. <https://doi.org/10.1002/jgrc.20150>
- Arena, P., 1959a. Notes on a recent experimental tuna fishing campaign around the Aeolian Islands and in the Straits of Messina. *Rome*, pp. 429–432.
- Arena, P., 1959a. Notes on a recent experimental tuna fishing campaign around the Aeolian Islands and in the Straits of Messina. *Rome*, pp. 429–432.
- Aulicino, G., Cotroneo, Y., Olmedo, E., Cesarano, C., Fusco, G., Budillon, G., 2019. In Situ and Satellite Sea Surface Salinity in the Algerian Basin Observed through ABACUS Glider Measurements and BEC SMOSS Regional Products. *Remote Sens.* 11, 1361. <https://doi.org/10.3390/rs11111361>
- Aulicino, G., Cotroneo, Y., Ruiz, S., Sánchez Román, A., Pascual, A., Fusco, G., Tintoré, J., Budillon, G., 2018a. Monitoring the Algerian Basin through glider observations, satellite altimetry and numerical simulations along a SARAL/AltiKa track. *J. Mar. Syst.* 179, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2017.11.006>
- Aulicino, G., Cotroneo, Y., Ruiz, S., Sánchez Román, A., Pascual, A., Fusco, G., Tintoré, J., Budillon, G., 2018b. Monitoring the Algerian Basin through glider observations, satellite altimetry and numerical simulations along a SARAL/AltiKa track. *J. Mar. Syst.* 179, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2017.11.006>
- Bachari, N.E.I., 1999. *Modélisation et simulation des données satellitaires.* S.T.Oran.
- Bakun, A., 1996a. *Patterns in the ocean: Ocean processes and marine population dynamics.*
- Bakun, A., 1996b. *Patterns in the ocean: Ocean processes and marine population dynamics.*
- BARTLETT, M.S., 1966. An introduction to stochastic processes. *Math. Gaz.* 50, b1–b11. <https://doi.org/10.1017/S0025557200243313>
- Baudron, A.R., Needle, C.L., Marshall, C.T., 2011. Implications of a warming North Sea for the growth of haddock *Melanogrammus aeglefinus*. *J. Fish Biol.* 78, 1874–1889. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.02940.x>
- Baudron, A.R., Needle, C.L., Rijnsdorp, A.D., Tara Marshall, C., 2014. Warming temperatures and smaller body sizes: synchronous changes in growth of North Sea fishes. *Glob. Change Biol.* 20, 1023–1031. <https://doi.org/10.1111/gcb.12514>

- Benzohra, M., Millot, C., 1995a. Characteristics and circulation of the surface and intermediate water masses off Algeria. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 42, 1803–1830. [https://doi.org/10.1016/0967-0637\(95\)00043-6](https://doi.org/10.1016/0967-0637(95)00043-6)
- Benzohra, M., Millot, C., 1995b. Characteristics and circulation of the surface and intermediate water masses off Algeria. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 42, 1803–1830. [https://doi.org/10.1016/0967-0637\(95\)00043-6](https://doi.org/10.1016/0967-0637(95)00043-6)
- Bernal, D., Sepulveda, C., Musyl, M., Brill, R., 2009. The eco-physiology of swimming and movement patterns of tunas, billfishes, and large pelagic sharks. *Fish Locomot.- Etho-Ecol. Perspect.* 436–483.
- BERTALANFFY, L.V., 1934. Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums. *Allg. Grundlagen Theor.* 613–653.
- Block, B.A., Dewar, H., Blackwell, S.B., Williams, T.D., Prince, E.D., Farwell, C.J., Boustany, A., Teo, S.L., Seitz, A., Walli, A., Fudge, D., 2001a. Migratory movements, depth preferences, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna. *Science* 293, 1310–1314. <https://doi.org/10.1126/science.1061197>
- Block, B.A., Dewar, H., Blackwell, S.B., Williams, T.D., Prince, E.D., Farwell, C.J., Boustany, A., Teo, S.L., Seitz, A., Walli, A., Fudge, D., 2001b. Migratory movements, depth preferences, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna. *Science* 293, 1310–1314. <https://doi.org/10.1126/science.1061197>
- Block, B.A., Whitlock, R., Schallert, R.J., Wilson, S., Stokesbury, M.J.W., Castleton, M., Boustany, A., 2019a. Estimating Natural Mortality of Atlantic Bluefin Tuna Using Acoustic Telemetry. *Sci. Rep.* 9, 4918. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40065-z>
- Block, B.A., Whitlock, R., Schallert, R.J., Wilson, S., Stokesbury, M.J.W., Castleton, M., Boustany, A., 2019b. Estimating Natural Mortality of Atlantic Bluefin Tuna Using Acoustic Telemetry. *Sci. Rep.* 9, 4918. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40065-z>
- Boufeniza, R.L., Alsahli, M.M., Bachari, N.I., Bachari, F.H., 2020. Spatio-temporal quantification and distribution of diatoms and dinoflagellates associated with algal blooms and human activities in Algiers Bay (Algeria) using Landsat-8 satellite imagery. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 36, 101311. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101311>
- Bougis, P., 1976. *Marine plankton ecology*. North-Holland Pub. Co.
- Breaux, H.J., 1968. A modification of Efron's technique for stepwise regression analysis. *Commun. ACM* 11, 556–558. <https://doi.org/10.1145/363567.363580>
- Brill, R., Lutcavage, M., Metzger, G., Bushnell, P., Arendt, M., Lucy, J., Watson, C., Foley, D., 2002a. Horizontal and vertical movements of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*), in relation to oceanographic conditions of the western North Atlantic, determined with ultrasonic telemetry. *Fish. Bull.* 100, 155–167.
- Brill, R., Lutcavage, M., Metzger, G., Bushnell, P., Arendt, M., Lucy, J., Watson, C., Foley, D., 2002b. Horizontal and vertical movements of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*), in relation to oceanographic conditions of the western North Atlantic, determined with ultrasonic telemetry. *Fish. Bull.* 100, 155–167.
- Brill, R., Lutcavage, M., Metzger, G., Bushnell, P., Arendt, M., Lucy, J., Watson, C., Foley, D., 2002c. Horizontal and vertical movements of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*), in relation to oceanographic conditions of the western North Atlantic, determined with ultrasonic telemetry. *Fish. Bull.* 100, 155–167.
- Brill, R., Lutcavage, M., Metzger, G., Bushnell, P., Arendt, M., Lucy, J., Watson, C., Foley, D., 2002d. Horizontal and vertical movements of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*), in relation to oceanographic conditions of the western North Atlantic, determined with ultrasonic telemetry. *Fish. Bull.* 100, 155–167.
- BRILL, R.W., 1994. A review of temperature and oxygen tolerance studies of tunas pertinent to fisheries oceanography, movement models and stock assessments. *Fish. Oceanogr.* 3, 204–216.
- Burkov, V., Krivosheya, V., Ovchinnikov, I., Savin, M., 1979. Eddies in the current system of the western Mediterranean Sea. *Oceanology* 19, 9–13.
- Caill-Milly, N., Suquet, M., G. Diez, Arrizabalaga, H., 2002a. Fattening of Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) caught by the French and Spanish bait boats in the Bay of Biscay. *Domest. Thunnus Thynnus – DOTT Proceeding First Int. Symp. Held Univ. Cartagena* 194.

- Caill-Milly, N., Suquet, M., G. Diez, Arrizabalaga, H., 2002b. Fattening of Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) caught by the French and Spanish bait boats in the Bay of Biscay. Domest. *Thunnus Thynnus* – DOTT Proceeding First Int. Symp. Held Univ. Cartagena 194.
- Chablat-Beylot, A., 2010. De la photographie aérienne au dossier d'objectif. *Rev. Hist. Armées* 72–78.
- Cheung, W., Sarmiento, J., Dunne, J., Frölicher, T., Lam, V., Palomares, M.L.D., Watson, R., Pauly, D., 2012. Shrinking of fishes exacerbates impacts of global ocean changes on marine ecosystems. *Nat. Clim. Change* 3. <https://doi.org/10.1038/nclimate1691>
- Chevallier, R., 1968. Aerial surveys and integrated studies: proceedings of the Toulouse Conference [WWW Document]. URL <https://unesdoc.unesco.org/search/N-EXPLORE-46f47b13-0236-4271-8731-ac6b3b37e50d> (accessed 6.1.23).
- Chouvelon, T., Chappuis, A., Bustamante, P., Lefebvre, S., Mornet, F., Guillou, G., Violamer, L., Dupuy, C., 2014a. Trophic ecology of European sardine *Sardina pilchardus* and European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Bay of Biscay (north-east Atlantic) inferred from $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values of fish and identified mesozooplanktonic organisms. *J. Sea Res.* 85, 277–291.
- Chouvelon, T., Chappuis, A., Bustamante, P., Lefebvre, S., Mornet, F., Guillou, G., Violamer, L., Dupuy, C., 2014b. Trophic ecology of European sardine *Sardina pilchardus* and European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Bay of Biscay (north-east Atlantic) inferred from $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values of fish and identified mesozooplanktonic organisms. *J. Sea Res.* 85, 277–291.
- Collette, B.B., 1979. Adaptations and systematics of the mackerels and tunasin G. D. Sharp and A. E. Dizon, editors. *The physiological ecology of tunas*. Acad. Press. York.
- Collette, B.B., Nauen, C.E., 1983a. FAO species catalogue. Vol.2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date, FAO Fisheries Synopsis. ed.
- Collette, B.B., Nauen, C.E., 1983b. FAO species catalogue. Vol.2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date, FAO Fisheries Synopsis. ed.
- COMP, R., 1950. Scientific and common names applied to tunas, mackerels and spear fishes of the world with notes on their geographic distribution. XF2006066302.
- Coppola, L., Petit, M., Barthélémy, Y., 2004. POTENTIEL DE LA TELEDETECTION POUR LA SURVEILLANCE DE LA PECHE.
- Cort, J., 1990a. Biología y pesca del atún rojo, " *Thunnus thynnus*"(L.), del mar Cantábrico. XF2006303440 4.
- Cort, J., 1990b. Biología y pesca del atún rojo, " *Thunnus thynnus*"(L.), del mar Cantábrico. XF2006303440 4.
- Cotroneo, Y., Aulicino, G., Ruiz, S., Sánchez Román, A., Torner Tomàs, M., Pascual, A., Fusco, G., Heslop, E., Tintoré, J., Budillon, G., 2019a. Glider data collected during the Algerian Basin Circulation Unmanned Survey. *Earth Syst. Sci. Data* 11, 147–161. <https://doi.org/10.5194/essd-11-147-2019>
- Cotroneo, Y., Aulicino, G., Ruiz, S., Sánchez Román, A., Torner Tomàs, M., Pascual, A., Fusco, G., Heslop, E., Tintoré, J., Budillon, G., 2019b. Glider data collected during the Algerian Basin Circulation Unmanned Survey. *Earth Syst. Sci. Data* 11, 147–161. <https://doi.org/10.5194/essd-11-147-2019>
- Cotte, C., d'Ovidio, F., Chaigneau, A., Levy, M., Taupier-Letage, I., Mate, B., Guinet, C., 2011. Scale-dependent interactions of Mediterranean whales with marine dynamics. *Limnol. Oceanogr.* 56. <https://doi.org/10.4319/lo.2011.56.1.0219>
- d'Ortenzio, F., Ribera d'Alcalà, M., 2009. On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis. *Biogeosciences* 6, 139–148.
- d'Ovidio, F., De Monte, S., Alvain, S., Dandonneau, Y., Lévy, M., 2010. Fluid dynamical niches of phytoplankton types. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107, 18366–18370. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004620107>
- Da, N., Ouédraogo, R., Ouéda, A., 2018a. Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12, 1601. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.8>
- Da, N., Ouédraogo, R., Ouéda, A., 2018b. Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12, 1601. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.8>

- Da, N., Ouédraogo, R., Ouéda, A., 2018c. Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12, 1601. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.8>
- Daghor, L., Hssaida, T., Hamoumi, N., Chakir, S., 2018. Dynamique des Blooms phytoplanctoniques au niveau des côtes marocaines.
- DAURINCHE, I., 1991. Valorisation des microalgues : culture en bassin; teneurs en lipides; influence des facteurs de l'environnement (Thèse de doctorat). Caen.
- Demarcq, H., 2014. Applications de la télédétection infrarouge et visible en océanographie. Etude de la zone de dilution rhodanienne, observations des zones de production dans le Golfe du Lion, et estimation de l'éclairement solaire global en Méditerranée Occidentale.
- Desai, M., Hales, C.N., 1997. Role of fetal and infant growth in programming metabolism in later life. *Biol. Rev.* 72, 329–348.
- Dickson, R.R., Brander, K.M., 1993. Effects of a changing windfield on cod stocks of the North Atlantic. *Fish. Oceanogr.* 2, 124–153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.1993.tb00130.x>
- Dufour, F., 2010a. Meta-analyse des effets de l'environnement sur la dynamique des stocks de thonidés (Thèse). Université de Pau et des Pays de l'Adour, France.
- Dufour, F., 2010b. Meta-analyse des effets de l'environnement sur la dynamique des stocks de thonidés (Thèse). Université de Pau et des Pays de l'Adour, France.
- Dulvy, N.K., Rogers, S.I., Jennings, S., Stelzenmüller, V., Dye, S.R., Skjoldal, H.R., 2008. Climate change and deepening of the North Sea fish assemblage: a biotic indicator of warming seas. *J. Appl. Ecol.* 45, 1029–1039.
- DUPONT, C., 2021. Contribution des données de surveillance maritime à la Planification de l'Espace Maritime français. DE BRETAGNE OCCIDENTALE.
- Durrieu de Madron, X., Guieu, C., Sempéré, R., Conan, P., Cossa, D., D'Ortenzio, F., Estournel, C., Gazeau, F., Rabouille, C., Stemmann, L., Bonnet, S., Diaz, F., Koubbi, P., Radakovitch, O., Babin, M., Baklouti, M., Bancon-Montigny, C., Belviso, S., Bensoussan, N., Bonsang, B., Bouloubassi, I., Brunet, C., Cadiou, J.-F., Carlotti, F., Chami, M., Charmasson, S., Charrière, B., Dachs, J., Doxaran, D., Dutay, J.-C., Elbaz-Poulichet, F., Eléaume, M., Eyrolles, F., Fernandez, C., Fowler, S., Francour, P., Gaertner, J.C., Galzin, R., Gasparini, S., Ghiglione, J.-F., Gonzalez, J.-L., Goyet, C., Guidi, L., Guizien, K., Heimbürger, L.-E., Jacquet, S.H.M., Jeffrey, W.H., Joux, F., Le Hir, P., Leblanc, K., Lefèvre, D., Lejeusne, C., Lemé, R., Loÿe-Pilot, M.-D., Mallet, M., Méjanelle, L., Mélin, F., Mellon, C., Mérigot, B., Merle, P.-L., Migon, C., Miller, W.L., Mortier, L., Mostajir, B., Mousseau, L., Moutin, T., Para, J., Pérez, T., Petrenko, A., Poggiale, J.-C., Prieur, L., Pujon-Pay, M., Pulido-Villena, Raimbault, P., Rees, A.P., Ridame, C., Rontani, J.-F., Ruiz Pino, D., Sicre, M.A., Taillandier, V., Tamburini, C., Tanaka, T., Taupier-Letage, I., Tedetti, M., Testor, P., Thébaud, H., Thouvenin, B., Touratier, F., Tronczynski, J., Ulses, C., Van Wambeke, F., Vantrepotte, V., Vaz, S., Verney, R., 2011. Marine ecosystems' responses to climatic and anthropogenic forcings in the Mediterranean. *Prog. Oceanogr.* 91, 97–166. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2011.02.003>
- FAO, 2022. Fisheries and Aquaculture - News Archive - FAO releases the FIRMS Global Tuna Atlas [WWW Document]. URL <https://www.fao.org/fishery/en/news/41342> (accessed 5.11.22).
- Fedorov, K., 1986. The Physical Nature and Structure of Oceanic Fronts. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6343-9>
- Fournier, D.A., Asch, R.G., 2018. Remote Sensing of Marine Species, Communities, and Ecosystems.
- Frackiewicz, M., 2023. L'utilisation des satellites pour soutenir la biodiversité et les écosystèmes marins – TS2 SPACE [WWW Document]. URL <https://ts2.space/fr/lutilisation-des-satellites-pour-soutenir-la-biodiversite-et-les-ecosystemes-marins/> (accessed 5.31.23).
- Fréon, P., Misund, O., 1999a. Dynamics of pelagic fish distribution and behaviour: Effects on fisheries and stock assessment.
- Fréon, P., Misund, O., 1999b. Dynamics of pelagic fish distribution and behaviour: Effects on fisheries and stock assessment, Science.
- Fromentin, J.-M., 2006. CHAPITRE 2.1.5 : THON ROUGE DE L'ATLANTIQUE manuel de l'ICCAT.
- Fromentin, J.-M., Fonteneau, A., 2001. Fishing effects and life history traits: a case study comparing tropical versus temperate tunas. *Fish. Res.* 53, 133–150. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(00\)00299-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00299-X)

- Fromentin, J.-M., Powers, J.E., 2005. Atlantic bluefin tuna: population dynamics, ecology, fisheries and management. *Fish Fish.* 6, 281–306. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2005.00197.x>
- Fromentin, J.-M., Reygondeau, G., Bonhommeau, S., Beaugrand, G., 2013. Oceanographic changes and exploitation drive the spatio-temporal dynamics of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Fish. Oceanogr.* 23. <https://doi.org/10.1111/fog.12050>
- Frost, J., 2021. Mean Squared Error (MSE). *Stat. Jim.* URL <https://statisticsbyjim.com/regression/mean-squared-error-mse/> (accessed 6.5.22).
- Fuda, J.L., Millot, C., Taupier-Letage, I., Send, U., Bocognano, J.M., 2000. XBT monitoring of a meridian section across the western Mediterranean Sea. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 47, 2191–2218. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(00\)00018-2](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(00)00018-2)
- FURNESTIN, J., 1945. CONTRIBUTION À L'ÉTUDE BIOLOGIQUE DE LA SARDINE ATLANTIQUE (*Sardina pi/chardu8 WALBAUM*).
- Ganias, K., 2014a. *Biology and Ecology of Sardines and Anchovies*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16682>
- Ganias, K., 2014b. *Biology and ecology of sardines and anchovies*. CRC Press.
- García, A., Alemany, F., Velez-Belchi, P., López-Jurado, J., González-Pola, C., Rodriguez, J., 2003a. Bluefin tuna and associated species spawning grounds in the oceanographic scenario of the Balearic archipelago during June 2001. *Collect. Vol. Sci. Pap. Int. Counc. Conserv. Atl. Tunas* 55.
- García, A., Alemany, F., Velez-Belchi, P., López-Jurado, J., González-Pola, C., Rodriguez, J., 2003b. Bluefin tuna and associated species spawning grounds in the oceanographic scenario of the Balearic archipelago during June 2001. *Collect. Vol. Sci. Pap. Int. Counc. Conserv. Atl. Tunas* 55.
- Garcia, H.E., Gordon, L.I., 1992. Oxygen solubility in seawater: Better fitting equations. *Limnol. Oceanogr.* 37, 1307–1312.
- Garreau, P., 2012. ÉTAT PHYSIQUE ET CHIMIQUE Caractéristiques physiques 9.
- Garreau, P., Dumas, F., Louazel, S., Stegner, A., Le Vu, B., 2018a. High-Resolution Observations and Tracking of a Dual-Core Anticyclonic Eddy in the Algerian Basin. *J. Geophys. Res. Oceans* 123, 9320–9339. <https://doi.org/10.1029/2017JC013667>
- Garreau, P., Dumas, F., Louazel, S., Stegner, A., Le Vu, B., 2018b. High-Resolution Observations and Tracking of a Dual-Core Anticyclonic Eddy in the Algerian Basin. *J. Geophys. Res. Oceans* 123, 9320–9339. <https://doi.org/10.1029/2017JC013667>
- Gohin, F., 1987. ANALYSE GEOSTATISTIQUE DES CHAMPS THERMIQUES DE SURFACE DE LA MER. Éditeur inconnu.
- Guillou, N., 2010. Interpolation spatiale des distributions granulométriques des sédiments de fond - description théorique et applications en Manche orientale et en Mer d'Irlande.
- Gushing, D.H., Dickson, R.R., 1977. The Biological Response in the Sea to Climatic Changes, in: Russell, F.S., Yonge, M. (Eds.), *Advances in Marine Biology*. Academic Press, pp. 1–122. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60446-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60446-0)
- HAFFERSAS, A., 1996. Composition et distribution des peuplements de Copépodes pélagiques du bassin algérien en relation avec les structures hydrodynamiques (Campagne Médiproduct). USTHB, Alger.
- Hemida, F., 2005. Les Sélaciens de la côte algérienne : Biosystématique des Requins et des Raies ; Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées (These).
- ICCAT-CICTA-CICAA [WWW Document], 2019. URL <https://www.iccat.int/fr/> (accessed 2.16.21).
- Isern-Fontanet, J., Font, J., García-Ladona, E., Emelianov, M., Millot, C., Taupier-Letage, I., 2004. Spatial structure of anticyclonic eddies in the Algerian basin (Mediterranean Sea) analyzed using the Okubo–Weiss parameter. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr., Small and mesoscale processes and their impact on the large scale* 51, 3009–3028. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2004.09.013>
- Isern-Fontanet, J., García-Ladona, E., Font, J., 2006. Vortices of the Mediterranean Sea: An Altimetric Perspective. *J. Phys. Oceanogr.* 36, 87–103. <https://doi.org/10.1175/JPO2826.1>
- Jaemyeong, K., Yunsoo, C., Hasu, Y., Wonjong, L., 2019a. Optimal Space Interpolation Method for Continuous Marine Vertical Datum Based on WGS-84 Ellipsoid. *Sens. Mater.* 31, 3917. <https://doi.org/10.18494/SAM.2019.2607>

- Jaemyeong, K., Yunsoo, C., Hasu, Y., Wonjong, L., 2019b. Optimal Space Interpolation Method for Continuous Marine Vertical Datum Based on WGS-84 Ellipsoid. *Sens. Mater.* 31, 3917. <https://doi.org/10.18494/SAM.2019.2607>
- Jeannée, N., 2016. Contributions pratiques d'une géostatistique raisonnée en environnement : méthodes et application à la cartographie nationale de la pollution par l'ozone en France 7.
- Jean-paul, B., Audineau, 2022. Production d'Algues unicellulaires.
- Jensen, J.R., 2016. J (2016). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*.
- Jonsson, B., Jonsson, N., 2014. Early environment influences later performance in fishes. *J. Fish Biol.* 85, 151–188.
- Kacemi, M., 2013. Protection et valorisation du littoral en Algérie : législation et instruments : Le cas des communes littorales d'Oran. *Études Caribéennes*. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.5959>
- Klawe, W.L., 1977. What is a tuna? *Mar. Fish. Rev.*
- Korsmeyer, K.E., Dewar, H., 2001. Tuna metabolism and energetics, in: *Fish Physiology, Tuna: Physiology, Ecology, and Evolution*. Academic Press, New York, pp. 35–78. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(01\)19003-5](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(01)19003-5)
- Kusuma, D., Murdimanto, A., Sukresno, B., Jatisworo, D., Hanintyo, R., 2018a. Comparison of interpolation methods for sea surface temperature data D. *JFMR-J. Fish. Mar. Res.* 2. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2018.002.02.7>
- Kusuma, D., Murdimanto, A., Sukresno, B., Jatisworo, D., Hanintyo, R., 2018b. Comparison of interpolation methods for sea surface temperature data D. *JFMR-J. Fish. Mar. Res.* 2. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2018.002.02.7>
- Labidi, N., Nouar, A., 2013a. EVALUATION DU STOCK DE THON ROUGE (THUNNUS THYNNUS) EN ALGERIE. *Collect Vol Sci Pap ICCAT* 69, 621–630.
- Labidi, N., Nouar, A., 2013b. Quelques indices de la biologie du thon rouge (*Thunnus thynnus*) en Algérie. *Collect Vol Sci Pap ICCAT* 69, 603–620.
- LALAMI Y., 1979. Etude biologique et halieutique du Rouget de vase (*Mullus barbatus* L.) des côtes algériennes. *Univ. Sc Tech. Languedoc, Montpellier*.
- Lamia, A., Bachari, N.E.I., 2021. SPATIO-TEMPORAL VARIATION OF SEA SURFACE TEMPERATURE (SST) AND MARINE CHLOROPHYLL CONCENTRATIONS ALONG THE ALGERIAN COAST (SE ALBORAN SUB-BASIN AND ALGERIAN SUB-BASIN) XXVIII, 184–193.
- Laurs, R.M., 1989. Application de la télédétection satellitaire au germon du Pacifique Nord, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre). *FAO Doc. Tech. Sur Peches* FAO 302, 87–97.
- Le Borgne, R., Barde, J., Gaspar, P., 2018. *Advances in Fisheries Remote Sensing and Their Relevance for Fisheries Management*.
- Le Cren, E.D., 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.* 20, 201–219. <https://doi.org/10.2307/1540>
- Lefèvre, D., Bentley, T., Lafont, M., Coppola, L., Mousseau, L., 2012a. ÉTAT PHYSIQUE ET CHIMIQUE Caractéristiques chimiques 11.
- Lefèvre, D., Bentley, T., Lafont, M., Coppola, L., Mousseau, L., Laffay, É., 2012b. ÉTAT PHYSIQUE ET CHIMIQUE Caractéristiques chimiques 11.
- Lehodey, P., Bertignac, M., Hampton, J., Lewis, A., Picaut, J., 1997. El Niño Southern Oscillation and tuna in the western Pacific. *Nature* 389, 715–718.
- Lévy, M., Jahn, O., Dutkiewicz, S., Follows, M.J., 2014. Phytoplankton diversity and community structure affected by oceanic dispersal and mesoscale turbulence. *Limnol. Oceanogr. Fluids Environ.* 4, 67–84. <https://doi.org/10.1215/21573689-2768549>
- Lévy, M., Mémerly, L., Madec, G., 2000. Combined effects of mesoscale processes and atmospheric high-frequency variability on the spring bloom in the MEDOC area. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 47, 27–53. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(99\)00051-5](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(99)00051-5)
- Linnaeus, C., 1758. *Caroli Linnæi ó. Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*.
- Lorenzen, K., 2016. Toward a new paradigm for growth modeling in fisheries stock assessments: Embracing plasticity and its consequences. *Fish. Res., Growth: theory, estimation, and application in fishery stock assessment models* 180, 4–22. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.01.006>

- Lozano Cabo, F., 1958. Los Escómbridos de las aguas españolas y marroquíes y su pesca. Primera parte Primera parte. Instituto espanol de Oceanografia, Madrid.
- Lutcavage, M., Goldstein, J., Kraus, S., 1997a. Distribution, relative abundance and behavior of giant bluefin tuna in New England waters, 1995. ICCAT Coll Vol Sci Pap 46, 332–347.
- Lutcavage, M., Goldstein, J., Kraus, S., 1997b. Distribution, relative abundance and behavior of giant bluefin tuna in New England waters, 1995. ICCAT Coll Vol Sci Pap 46, 332–347.
- Lutcavage, M.E., Brill, R.W., Skomal, G.B., Chase, B.C., Goldstein, J.L., Tutein, J., 2000a. Tracking adult North Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the northwestern Atlantic using ultrasonic telemetry. *Mar. Biol.* 137, 347–358. <https://doi.org/10.1007/s002270000302>
- Lutcavage, M.E., Brill, R.W., Skomal, G.B., Chase, B.C., Goldstein, J.L., Tutein, J., 2000b. Tracking adult North Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the northwestern Atlantic using ultrasonic telemetry. *Mar. Biol.* 137, 347–358. <https://doi.org/10.1007/s002270000302>
- MacKenzie, B.R., Mariani, P., 2012a. Spawning of Bluefin Tuna in the Black Sea: Historical Evidence, Environmental Constraints and Population Plasticity. *PLoS ONE* 7, e39998. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039998>
- MacKenzie, B.R., Mariani, P., 2012b. Spawning of Bluefin Tuna in the Black Sea: Historical Evidence, Environmental Constraints and Population Plasticity. *PLoS ONE* 7, e39998. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039998>
- Magnuson, J., 1973a. Comparative study of adaptations for continuous swimming and hydrostatic equilibrium of scombroid and xiphoid fishes. *Fish Bull* 71, 337–356.
- Magnuson, J., 1973b. Comparative study of adaptations for continuous swimming and hydrostatic equilibrium of scombroid and xiphoid fishes. *Fish Bull* 71, 337–356.
- Magnuson, J.J., 1978a. Locomotion by Scombrid Fishes: Hydromechanics, Morphology, and Behavior, in: *Fish Physiology*. Elsevier, pp. 239–313. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(08\)60166-1](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(08)60166-1)
- Magnuson, J.J., 1978b. Locomotion by Scombrid Fishes: Hydromechanics, Morphology, and Behavior, in: *Fish Physiology*. Elsevier, pp. 239–313. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(08\)60166-1](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(08)60166-1)
- Magnuson, J.J., 1978c. Locomotion by Scombrid Fishes: Hydromechanics, Morphology, and Behavior, in: *Fish Physiology*. Elsevier, pp. 239–313. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(08\)60166-1](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(08)60166-1)
- Magnuson, J.J., Block, B.A., Deriso, R.B., Gold, J.R., Grant, W.S., Quinn II, T.J., Saila, S.B., Shapiro, L., Don Stevens, E., 1994a. An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna. The National Academies Press, Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/4801>
- Magnuson, J.J., Block, B.A., Deriso, R.B., Gold, J.R., Grant, W.S., Quinn II, T.J., Saila, S.B., Shapiro, L., Don Stevens, E., 1994b. An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna. The National Academies Press, Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/4801>
- Marie-louise, F., 1957a. Chaetognathes et zooplancton du secteur atlantique marocain. *Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit.* 0035-2276 ISTPM 1957-03 Vol 21 N 1-2 P 1-356 21.
- Marie-louise, F., 1957b. Chaetognathes et zooplancton du secteur atlantique marocain. *Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit.* 0035-2276 ISTPM 1957-03 Vol 21 N 1-2 P 1-356 21.
- Marine | Copernicus [WWW Document], n.d. URL <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/marine> (accessed 2.16.21).
- Mather, F.J., Mason, J.M., Jones, A.C., 1995. Historical document: life history and fisheries of Atlantic bluefin tuna.
- Maunder, M., Crone, P., Punt, A., Valero, J., Semmens, B., 2016. Growth: Theory, estimation, and application in fishery stock assessment models. *Fish. Res.* 180. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.03.005>
- McGillicuddy, D.J., Robinson, A.R., Siegel, D.A., Jannasch, H.W., Johnson, R., Dickey, T.D., McNeil, J., Michaels, A.F., Knap, A.H., 1998. Influence of mesoscale eddies on new production in the Sargasso Sea. *Nature* 394, 263–266. <https://doi.org/10.1038/28367>
- Micha, J.C., 1973. Etude des populations piscicoles de l'Ubanguï et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture [WWW Document]. URL <http://agritrop.cirad.fr/344065/> (accessed 9.26.20).
- Millot, C., 1999. Circulation in the Western Mediterranean Sea. *J. Mar. Syst.* 20, 423–442. [https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(98\)00078-5](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(98)00078-5)

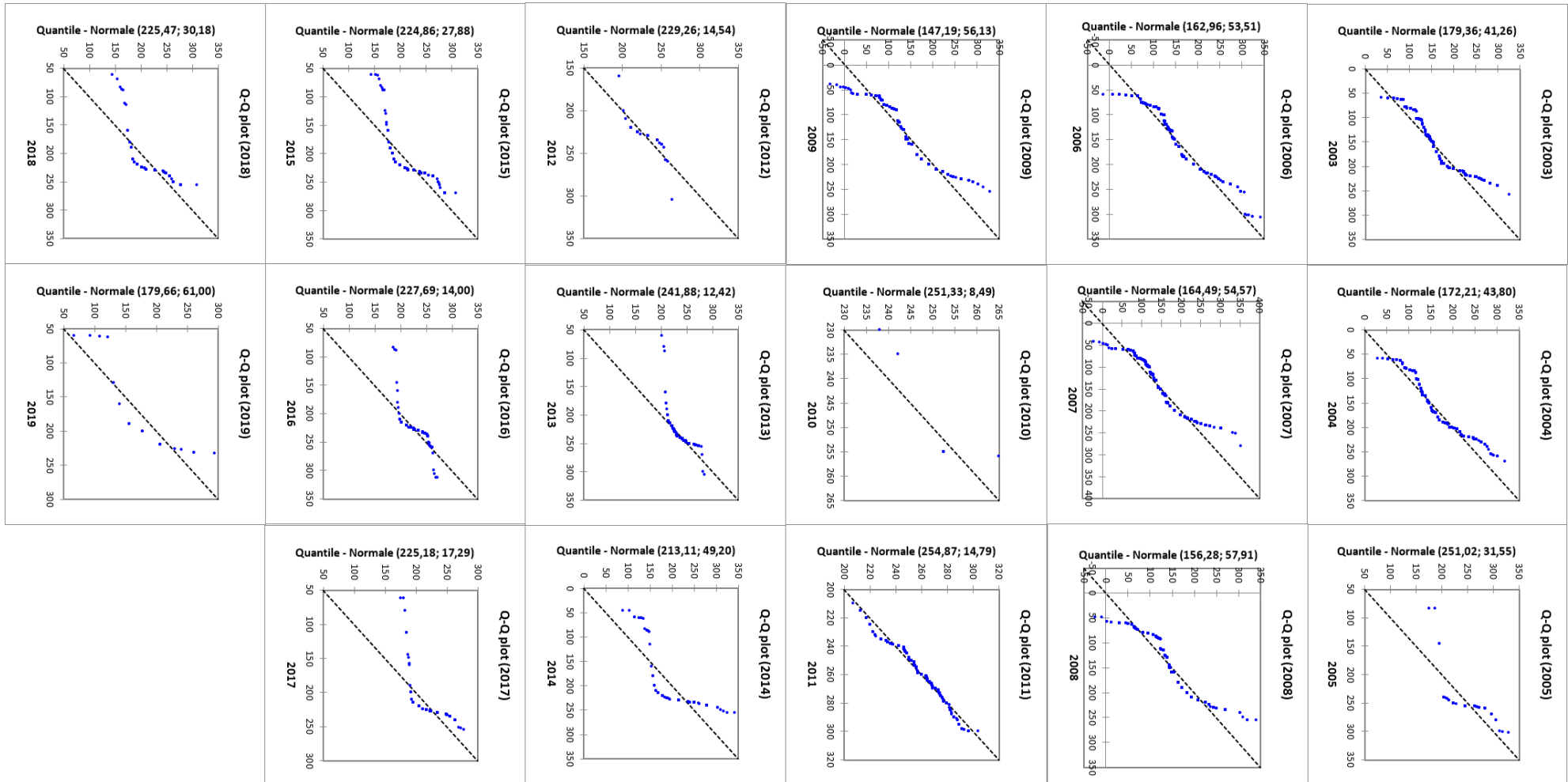
- Millot, C., 1989a. La circulation générale en Méditerranée occidentale : Aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Ann. Géographie* 98, 497–515. <https://doi.org/10.3406/geo.1989.20925>
- Millot, C., 1989b. La circulation générale en Méditerranée occidentale : Aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Ann. Géographie* 98. <https://doi.org/10.3406/geo.1989.20925>
- Millot, C., 1987. The circulation of the Levantine Intermediate Water in the Algerian Basin. *J. Geophys. Res. Oceans* 92, 8265–8276.
- Millot, C., 1985a. Some features of the Algerian Current. *J. Geophys. Res. Oceans* 90, 7169–7176. <https://doi.org/10.1029/JC090iC04p07169>
- Millot, C., 1985b. Some features of the Algerian Current. *J. Geophys. Res. Oceans* 90, 7169–7176. <https://doi.org/10.1029/JC090iC04p07169>
- MILLOT, C., 1987b. The circulation of the Levantine Intermediate Water in the Algerian Basin. *J. Geophys. Res. Oceans* 92, 8265–8276. <https://doi.org/10.1029/JC092iC08p08265>
- Millot, C., Benzohra, M., Taupier-Letage, I., 1997. Circulation of Algeria inferred from the Médiprod-5 current meters. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 44, 1467–1495. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(97\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(97)00016-2)
- Millot, C., Taupier-Letage, I., 2005. Circulation in the Mediterranean Sea, in: *The Mediterranean Sea, Handbook of Environmental Chemistry*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 29–66. <https://doi.org/10.1007/b107143>
- Mitas, L., Mitasova, H., 1999a. Spatial interpolation. *Geogr. Inf. Syst. Princ. Tech. Manag. Appl.* 1.
- Mitas, L., Mitasova, H., 1999b. Spatial interpolation. *Geogr. Inf. Syst. Princ. Tech. Manag. Appl.* 1.
- Mollet, F.M., Engelhard, G.H., Vainikka, A., Laugen, A.T., Rijnsdorp, A.D., Ernande, B., 2013. Spatial variation in growth, maturation schedules and reproductive investment of female sole *Solea solea* in the Northeast Atlantic. *J. Sea Res., Proceedings of the 8th International Symposium on Flatfish Ecology, Part II* 84, 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2012.12.005>
- Mylonas, C.C., Bridges, C., Gordin, H., Ríos, A.B., García, A., De La Gándara, F., Fauvel, C., Suquet, M., Medina, A., Papadaki, M., Heinisch, G., De Metrio, G., Corriero, A., Vassallo-Agius, R., Guzmán, J.-M., Mañanos, E., Zohar, Y., 2007a. Preparation and Administration of Gonadotropin-Releasing Hormone Agonist (GnRH_a) Implants for the Artificial Control of Reproductive Maturation in Captive-Reared Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus thynnus*). *Rev. Fish. Sci.* 15, 183–210. <https://doi.org/10.1080/10641260701484572>
- Mylonas, C.C., Bridges, C., Gordin, H., Ríos, A.B., García, A., De La Gándara, F., Fauvel, C., Suquet, M., Medina, A., Papadaki, M., Heinisch, G., De Metrio, G., Corriero, A., Vassallo-Agius, R., Guzmán, J.-M., Mañanos, E., Zohar, Y., 2007b. Preparation and Administration of Gonadotropin-Releasing Hormone Agonist (GnRH_a) Implants for the Artificial Control of Reproductive Maturation in Captive-Reared Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus thynnus*). *Rev. Fish. Sci.* 15, 183–210. <https://doi.org/10.1080/10641260701484572>
- Neghli, N., Nouar, A., 2014. Estimation de l'âge des spécimens de thon rouge (*thunnus thynnus*) pêchés sur les côtes algériennes. *Collect Vol Sci Pap ICCAT* 70, 232–240.
- Nicolas, B., 1997. Statistiques individuelles et géostatistique transitive en écologie halieutique (Thèse de Docteur en Géostatistique). Ecole des Mines de Paris, Paris, France.
- Nouar, A., Labidi, N., 2009. CROISSANCE DU THON ROUGE THUNNUS THYNNUS (LINNAEUS, 1758) DES CÔTES ALGERIENNES.
- Obaton, D., Millot, C., Chabert D'Hières, G., Taupier-Letage, I., 2000a. The Algerian current: comparisons between in situ and laboratory data sets. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 47, 2159–2190. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(00\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(00)00014-5)
- Obaton, D., Millot, C., Chabert D'Hières, G., Taupier-Letage, I., 2000b. The Algerian current: comparisons between in situ and laboratory data sets. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 47, 2159–2190. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(00\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(00)00014-5)
- Ottersen, G., Alheit, J., Drinkwater, K., Friedland, K., Hagen, E., Stenseth, N.C., 2004a. The Responses of Fish Populations to Ocean Climate Fluctuations. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198507499.003.0006>

- Ravier-Mailly, C., Fromentin, J.-M., 2003. LONG-TERM FLUCTUATIONS IN BLUEFIN TUNA TRAP CATCHES: ARE THEY ENVIRONMENTALLY DRIVEN?
- Reglero, P. & al, 2020. Future warming scenarios increase the importance of the upper mesopelagic zone for tunas. *Glob. Change Biol.* 1133–1144.
- Robinson, A.R., Leslie, W.G., Theocharis, A., Lascaratos, A., 2001. Mediterranean Sea Circulation, in: Steele, J.H. (Ed.), *Encyclopedia of Ocean Sciences (Second Edition)*. Academic Press, Oxford, pp. 710–725. <https://doi.org/10.1016/B978-012374473-9.00376-3>
- Rodriguez, A.J.B., 2017. Influence des variations des facteurs environnementaux sur la croissance de poissons de l'atlantique 230.
- Rollet, C., 2011. Réseau de surveillance benthique - Région Bretagne - Approche sectorielle intertidale : cartographie des habitats benthiques - Secteur des Abers.
- Rooker, J.R. & al., 2013. Influence of oceanographic conditions on the trophic ecology of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Gulf of Mexico. *Mar. Ecol. Prog.* 245-265.
- Royer, F., 2005a. Contribution à l'étude de la dynamique du thon rouge atlantique : Approches écologiques et océanographiques (These de doctorat). Rennes, Agrocampus Ouest.
- Royer, F., 2005b. Contribution à l'étude de la dynamique du thon rouge atlantique : Approches écologiques et océanographiques (These de doctorat). Rennes, Agrocampus Ouest.
- Royer, F., 2005c. Contribution à l'étude de la dynamique du thon rouge atlantique : Approches écologiques et océanographiques (These de doctorat). Rennes, Agrocampus Ouest.
- Royer, F., 2005d. Contribution à l'étude de la dynamique du thon rouge atlantique : Approches écologiques et océanographiques (These de doctorat). Rennes, Agrocampus Ouest.
- Royer, F., 2005e. Contribution à l'étude de la dynamique du thon rouge atlantique : Approches écologiques et océanographiques (These de doctorat). Rennes, Agrocampus Ouest.
- Rueda Roa, D., 2012. On the spatial and temporal variability of upwelling in the southern Caribbean Sea and its influence on the ecology of phytoplankton and of the Spanish sardine (*Sardinella aurita*). *Grad. Sch. Theses Diss. PhD Diss. Univ. South Fla.*
- Ruiz, S., Claret, M., Pascual, A., Olita, A., Troupin, C., Capet, A., Tovar-Sánchez, A., Allen, J., Poulain, P., Tintoré, J., Mahadevan, A., 2019. Effects of Oceanic Mesoscale and Submesoscale Frontal Processes on the Vertical Transport of Phytoplankton. *J. Geophys. Res. Oceans* 124, 5999–6014. <https://doi.org/10.1029/2019JC015034>
- Salas, J., Millot, C., Font, J., García-Ladona, E., 2002. Analysis of mesoscale phenomena in the Algerian basin observed with drifting buoys and infrared images. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 49, 245–266. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(01\)00052-8](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(01)00052-8)
- Saporta, G., 2006. Probabilités, Analyse Des Données et Statistique. [Http://www.liepiet-unesco.org/cgi-bin/wwwi32exe/inepidoc1int2000010208100](http://www.liepiet-unesco.org/cgi-bin/wwwi32exe/inepidoc1int2000010208100).
- Schaefer, K.M., 2001. Reproductive biology of tunas, in: *Fish Physiology, Tuna: Physiology, Ecology, and Evolution*. Academic Press, pp. 225–270. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(01\)19007-2](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(01)19007-2)
- Schrier, G., Weber, S.L., Drijfhout, S., 2002. Sea level changes in the North Atlantic by solar forcing and internal variability. *Clim. Dyn.* 19, 435–447. <https://doi.org/10.1007/s00382-002-0235-y>
- SCHWARTZ, D., 1993. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes SCHWARTZ Daniel [WWW Document]. *Libr. Lavoisier*. URL <https://www.lavoisier.fr/livre/medecine/methodes-statistiques-a-l-usage-des-medecins-et-des-biologistes-4-ed/schwartz/descriptif-9782257123268> (accessed 6.21.24).
- Searcy, S.P., Eggleston, D.B., Hare, J.A., 2007a. Is growth a reliable indicator of habitat quality and essential fish habitat for a juvenile estuarine fish? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64, 681–691. <https://doi.org/10.1139/f07-038>
- Searcy, S.P., Eggleston, D.B., Hare, J.A., 2007b. Is growth a reliable indicator of habitat quality and essential fish habitat for a juvenile estuarine fish? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64, 681–691. <https://doi.org/10.1139/f07-038>
- Seridji, R., 2000. Cours d'études avancées : Gestion intégrée des zones côtières en Méditerranée (Commission européenne). Nice-France.
- Sharpe, D.M.T., Hendry, A.P., 2009. Life history change in commercially exploited fish stocks: an analysis of trends across studies. *Evol. Appl.* 2, 260. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2009.00080.x>

- Southward, A.J., Boalch, G.T., Maddock, L., 1988. Fluctuations in the herring and pilchard fisheries of Devon and Cornwall linked to change in climate since the 16th century. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 68, 423–445.
- SUND, P., M, B., F, W., 1981. TUNAS AND THEIR ENVIRONMENT IN THE PACIFIC OCEAN: A REVIEW. TUNAS THEIR Environ. Pac. OCEAN Rev.
- Taborsky, B., 2006. The influence of juvenile and adult environments on life-history trajectories. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 273, 741–750.
- Taupier-Letage, I., Puillat, I., Millot, C., Raimbault, P., 2003. Biological response to mesoscale eddies in the Algerian Basin. *J. Geophys. Res. Oceans* 108.
- Teo, S., Boustany, A., Block, B., 2007a. Oceanographic preferences of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, on their Gulf of Mexico breeding grounds. *Mar. Biol.* 152, 1105–1119. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0758-1>
- Teo, S., Boustany, A., Block, B., 2007b. Oceanographic preferences of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, on their Gulf of Mexico breeding grounds. *Mar. Biol.* 152, 1105–1119. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0758-1>
- Teo, S., Boustany, A., Block, B., 2007c. Oceanographic preferences of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, on their Gulf of Mexico breeding grounds. *Mar. Biol.* 152, 1105–1119. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0758-1>
- Teo, S., Boustany, A., Block, B., 2007d. Oceanographic preferences of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, on their Gulf of Mexico breeding grounds. *Mar. Biol.* 152, 1105–1119. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0758-1>
- Tham, D.-H., 1998a. Déplacements verticaux des thons et contraintes liées à la profondeur dans l’océan Pacifique sub-tropical : approche de la gestion des gaz dissous.
- Tham, D.-H., 1998b. Déplacements verticaux des thons et contraintes liées à la profondeur dans l’océan Pacifique sub-tropical : approche de la gestion des gaz dissous.
- Tham, D.-H., 1998c. Déplacements verticaux des thons et contraintes liées à la profondeur dans l’océan Pacifique sub-tropical : approche de la gestion des gaz dissous.
- Tiews, K., 1963. Synopsis of biological data on bluefin tuna *Thunnus thynnus* (Linnaeus) 1758 (Atlantic and Mediterranean) 62.
- Troupin, C., Pascual, A., Ruiz, S., Olita, A., Casas, B., Margirier, F., Poulain, P.-M., Notarstefano, G., Torner, M., Fernández, J.G., Rújula, M.À., Muñoz, C., Alou, E., Ruiz, I., Tovar-Sánchez, A., Allen, J.T., Mahadevan, A., Tintoré, J., 2019. The AlborEX dataset: sampling of sub-mesoscale features in the Alboran Sea. *Earth Syst. Sci. Data* 11, 129–145. <https://doi.org/10.5194/essd-11-129-2019>
- Voituriez, B., 2006. La révolution océanographique : les satellites et l’ordinateur [WWW Document]. *Futura*. URL <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/oceanographie-revolution-oceanographie-satellites-ordinateur-610/> (accessed 6.1.23).
- Vu, B.L., Stegner, A., Arsouze, T., 2018. Angular Momentum Eddy Detection and Tracking Algorithm (AMEDA) and Its Application to Coastal Eddy Formation. *J. Atmospheric Ocean. Technol.* 35, 739–762. <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-17-0010.1>
- Waldman, R., Brüggemann, N., Bosse, A., Spall, M., Somot, S., Sevault, F., 2018. Overturning the Mediterranean Thermohaline Circulation. *Geophys. Res. Lett.* 45, 8407–8415. <https://doi.org/10.1029/2018GL078502>
- Watson, D.F., Philip, G.M., 1985. Comment on “a nonlinear empirical prescription for simultaneously interpolating and smoothing contours over an irregular grid” by F. Duggan. *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.* 50, 195–198. [https://doi.org/10.1016/0045-7825\(85\)90090-8](https://doi.org/10.1016/0045-7825(85)90090-8)
- Wuillez, M., Rivoirard, J., Petitgas, P., Deerenberg, C., 2007. Selecting and combining survey based indices of fish stocks using their correlation in time to make diagnostic of their status 19.
- Woodson, C.B., Litvin, S.Y., 2015. Ocean fronts drive marine fishery production and biogeochemical cycling. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112, 1710–1715. <https://doi.org/10.1073/pnas.1417143112>

Annexes

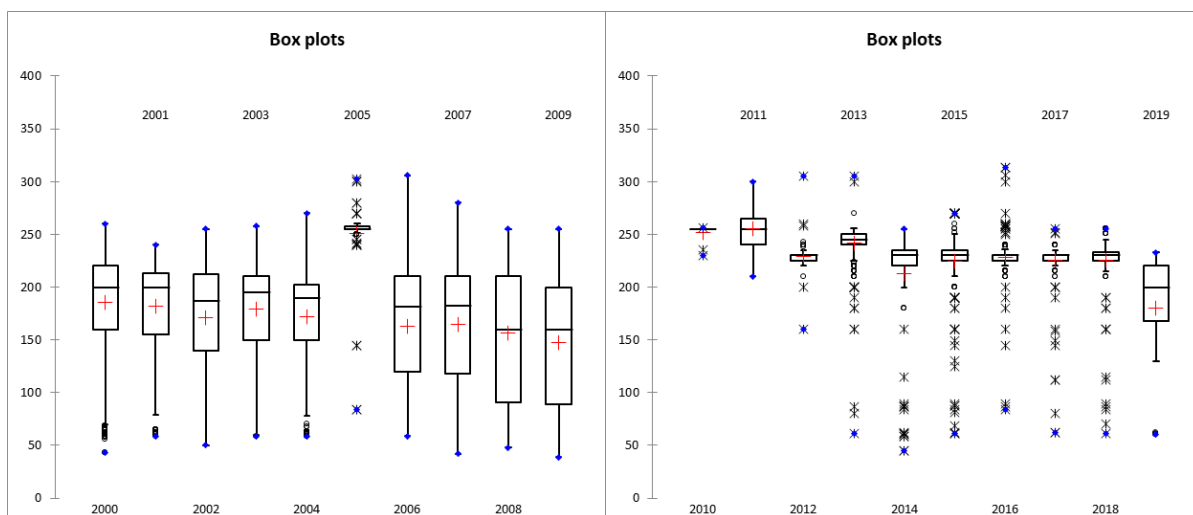
Annexe 01 : représentation du diagramme quantile-quantile (Q-Q Plot)



Annexe 02 : résumé statistique des déferentes données

| Statistique | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| Nb. | 2653 | 2030 | 2501 | 3284 | 1410 | 92 | 1556 | 2320 | 860 | 1053 | 12 | 1312 | 72 | 1519 | 140 | 414 | 686 | 465 | 200 | 22 |
| Minimum | 43 | 59 | 50 | 59 | 59 | 84 | 59 | 42 | 48 | 39 | 230 | 210 | 160 | 61 | 45 | 61 | 84 | 62 | 61 | 60 |
| Maximum | 260 | 240 | 255 | 258 | 270 | 302 | 306 | 280 | 255 | 255 | 256 | 300 | 305 | 305 | 255 | 270 | 313 | 255 | 255 | 233 |
| 1er Quartile | 160 | 155 | 140 | 150 | 150 | 255 | 120 | 118 | 91 | 89 | 255 | 240 | 225 | 240 | 220 | 225 | 225 | 225 | 225 | 168 |
| Médiane | 200 | 200 | 187 | 195 | 190 | 255 | 182 | 182 | 160 | 160 | 255 | 255 | 230 | 245 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 200 |
| 3ème Quartile | 220 | 213 | 212 | 210 | 202 | 258 | 210 | 210 | 210 | 200 | 255 | 265 | 230 | 250 | 235 | 235 | 230 | 230 | 234 | 220 |
| Somme | 492285,31 | 368876,44 | 427635,29 | 589018,72 | 242817,31 | 23094,00 | 253563,02 | 381615,23 | 134398,32 | 154989,32 | 3016,00 | 334395,59 | 16507,00 | 367409,59 | 29836,00 | 93091,00 | 156196,76 | 104709,00 | 45094,00 | 3952,50 |
| Moyenne | 185,56 | 181,71 | 170,99 | 179,36 | 172,21 | 251,02 | 162,96 | 164,49 | 156,28 | 147,19 | 251,33 | 254,87 | 229,26 | 241,88 | 213,11 | 224,86 | 227,69 | 225,18 | 225,47 | 179,66 |
| Variance (n-1) | 2026,80 | 1990,78 | 2513,35 | 1702,61 | 1919,62 | 1006,20 | 2864,77 | 2978,80 | 3357,93 | 3153,73 | 78,61 | 218,97 | 214,54 | 154,44 | 2438,32 | 779,18 | 196,25 | 299,43 | 915,32 | 3898,79 |
| Ecart-type (n-1) | 45,02 | 44,62 | 50,13 | 41,26 | 43,81 | 31,72 | 53,52 | 54,58 | 57,95 | 56,16 | 8,87 | 14,80 | 14,65 | 12,43 | 49,38 | 27,91 | 14,01 | 17,30 | 30,25 | 62,44 |
| Coefficient de variation | 0,24 | 0,25 | 0,29 | 0,23 | 0,25 | 0,13 | 0,33 | 0,33 | 0,37 | 0,38 | 0,03 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,23 | 0,12 | 0,06 | 0,08 | 0,13 | 0,34 |
| Asymétrie (Pearson) | -1,18 | -1,06 | -0,71 | -1,08 | -0,88 | -3,89 | -0,37 | -0,51 | -0,24 | -0,22 | -1,84 | 0,46 | 0,56 | -5,69 | -2,46 | -3,70 | -3,69 | -6,73 | -3,55 | -1,17 |
| Aplatissement (Pearson) | 0,58 | 0,11 | -0,70 | 0,19 | -0,06 | 17,08 | -1,02 | -1,07 | -1,44 | -1,37 | 1,50 | -0,01 | 15,16 | 67,18 | 4,64 | 17,02 | 52,08 | 52,63 | 14,06 | -0,20 |
| Borne inf. de la moyenne (95%) | 183,84 | 179,77 | 169,02 | 177,95 | 169,92 | 244,45 | 160,30 | 162,27 | 152,40 | 143,79 | 245,70 | 254,07 | 225,82 | 241,25 | 204,86 | 222,16 | 226,64 | 223,60 | 221,25 | 151,97 |
| Borne sup. de la moyenne (95%) | 187,27 | 183,65 | 172,95 | 180,77 | 174,50 | 257,59 | 165,62 | 166,71 | 160,16 | 150,58 | 256,97 | 255,68 | 232,71 | 242,50 | 221,37 | 227,55 | 228,74 | 226,76 | 229,69 | 207,34 |

Annexe 03 : représentation des boîtes à moustaches de l'ensemble de données exploitées.



Annexe 04 : résumé statistique des paramètres de croissance

| Statistique | Lt (cm) | Wt (kg) | Chl a | NO3 | O2 | S | T | Crtr spd | Ht Vg | Dist_cot | Z | L-inf | W-infi | Ø' | K | N |
|--------------------------|---------|---------|-------|------|--------|-------|-------|----------|-------|----------|---------|--------|---------|------|------|---------|
| Minimum | 147,19 | 81,99 | 0,11 | 0,02 | 229,17 | 36,55 | 17,20 | 0,08 | 0,38 | 0,19 | 168,91 | 144,38 | 57,75 | 2,78 | 0,01 | 12,00 |
| Maximum | 254,87 | 270,25 | 1,36 | 2,74 | 251,47 | 38,04 | 22,02 | 0,29 | 1,32 | 0,55 | 2723,97 | 426,30 | 1037,72 | 5,37 | 1,80 | 3284,00 |
| Médiane | 185,56 | 121,91 | 0,14 | 0,39 | 237,28 | 37,06 | 18,94 | 0,17 | 0,88 | 0,33 | 1287,04 | 271,95 | 312,76 | 4,98 | 1,20 | 860,00 |
| Moyenne | 200,16 | 156,39 | 0,28 | 0,70 | 238,42 | 37,20 | 19,41 | 0,18 | 0,80 | 0,34 | 1396,92 | 277,94 | 355,40 | 4,81 | 1,09 | 1109,58 |
| Ecart-type (n-1) | 35,18 | 55,78 | 0,29 | 0,88 | 5,05 | 0,48 | 1,24 | 0,06 | 0,34 | 0,11 | 1129,16 | 51,10 | 189,11 | 0,53 | 0,42 | 1030,11 |
| Coefficient de variation | 0,17 | 0,35 | 1,01 | 1,23 | 0,02 | 0,01 | 0,06 | 0,33 | 0,41 | 0,32 | 0,79 | 0,18 | 0,52 | 0,11 | 0,38 | 0,90 |

Annexe 5 : les métadonnées de la base de données utilisée de cette étude .

| | Salinité et T(2000-2021) | Salinité et T(2022) | Ammonium, Ph, O2 , Chl,PPN,NO3,PO4 (2000-2020) | Ammonium, Ph, O2 , Chl,PPN,NO3,PO4 (2021-2022) |
|--------------------------------|---|--|---|---|
| Nom | Réanalyse physique de la mer Méditerranée | Analyse et prévision de la physique de la mer Méditerranée | Réanalyse biogéochimique de la mer Méditerranée | Analyse et prévision de la biogéochimie de la mer Méditerranée |
| Identifiant du produit | MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004 | MEDSEA_ANALYSISFORECAST_PHY_006_013 | MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008 | MEDSEA_ANALYSISFORECAST_BGC_006_014 |
| Sources | Modèles numériques | Modèles numériques | Modèles numériques | Modèles numériques |
| Extension spatiale | Mer Méditerranée Lat 30.18 ° à 45.98 ° Lon -6 ° à 36.3 ° | Mer Méditerranée Lat 30.18 ° à 45.98 ° Lon -6 ° à 36.3 ° | Mer Méditerranée Lat 30.18 ° à 45.98 ° Lon -5.54 ° à 36.3 ° | Mer Méditerranée Lat 30.18 ° à 45.98 ° Lon -5.54 ° à 36.3 ° |
| Résolution spatiale | 0.042° × 0.042° 2.2km | 0.042° × 0.042° 2.2km | 0.042° × 0.042° 2.2km | 0.042° × 0.042° 2.2km |
| Résolution temporelle | Quotidien | Quotidien | Quotidien | Quotidien |
| Niveau de traitement | Niveau 4 | Niveau 4 | Niveau 4 | Niveau 4 |
| Types de fonctionnalité | Grille | Grille | Grille | Grille |
| Projection | WGS 84 (EPSG 4326) | WGS 84 (EPSG 4326) | WGS 84 (EPSG 4326) | WGS 84 (EPSG 4326) |
| Assimilation de données | | Profils TS in situ au niveau de la mer SST | Satellite Chlorophylle | Nutriments (O2 NP) Satellite Chlorophylle |
| Format | NetCDF-4 | NetCDF-4 | NetCDF-4 | NetCDF-4 |
| Centre d'origine | CMCC(Italie) The Euro-Mediterranean Center on Climate Change (CMCC) | CMCC(Italie) | OGS(Italie) | OGS(Italie) |
| Unité | T(°C) | T(°C) | Chl-a et ppn (mg/m ³) O ₂ +PO ₄ +NH ₄ +NO ₃ (mmol/m ³) | Chl-a et ppn (mg/m ³) O ₂ +PO ₄ +NH ₄ +NO ₃ (mmol/m ³) |

Annexe 6. Les paramètres de croissances avec les facteurs environnementaux en fonction des années.

| years | LonX (degré) | LatY (degré) | Lt (cm) | Wt (kg) | Chl a (mg.m-3) | NO3 (mmol.m-3) | O2 (mmol.m-3) | S (psu) | T (°C) | Crrt spd (m/s) | Ht Vg (m) | Dist_cot (degré) | Z (m) | L-inf (cm) | W-infi (kg) | Ø' | K | N |
|-------|-----------------|-----------------|------------|------------|-------------------|-------------------|------------------|------------|-----------|-------------------|--------------|---------------------|----------|---------------|----------------|-------|------|------|
| 2000 | 3,364 | 37,114 | 185,558 | 120,989 | 0,142 | 0,017 | 236,992 | 36,667 | 18,865 | 0,176 | 1,108 | 0,331 | 2410,435 | 282,500 | 346,192 | 4,981 | 1,2 | 2653 |
| 2001 | 4,830 | 37,248 | 181,713 | 115,763 | 0,127 | 0,021 | 238,300 | 36,803 | 18,328 | 0,266 | 1,020 | 0,375 | 2437,721 | 256,000 | 266,185 | 4,587 | 0,59 | 2030 |
| 2002 | 5,005 | 37,346 | 170,986 | 112,451 | 0,120 | 0,022 | 238,815 | 36,707 | 18,532 | 0,201 | 1,222 | 0,454 | 2569,932 | 144,380 | 57,752 | 4,465 | 1,4 | 2501 |
| 2003 | 5,351 | 37,366 | 179,360 | 120,293 | 0,128 | 0,019 | 238,709 | 36,759 | 18,481 | 0,234 | 1,014 | 0,480 | 2538,394 | 271,950 | 312,764 | 4,948 | 1,2 | 3284 |
| 2004 | 5,866 | 37,421 | 172,211 | 109,540 | 0,126 | 0,024 | 243,119 | 36,891 | 17,200 | 0,223 | 1,092 | 0,441 | 2639,785 | 290,330 | 372,388 | 5,005 | 1,2 | 1410 |
| 2005 | -1,736 | 43,433 | 251,022 | 245,091 | 0,117 | 2,149 | 235,139 | 37,764 | 19,863 | 0,157 | 0,856 | 0,508 | 1287,044 | 426,300 | 1037,721 | 5,373 | 1,3 | 92 |
| 2006 | 6,536 | 37,549 | 162,958 | 108,414 | 0,140 | 0,112 | 237,180 | 37,082 | 18,905 | 0,195 | 1,029 | 0,373 | 2340,863 | 293,480 | 383,265 | 5,014 | 1,2 | 1556 |
| 2007 | 4,117 | 37,266 | 164,489 | 107,775 | 0,121 | 0,020 | 235,771 | 36,792 | 18,981 | 0,294 | 1,320 | 0,446 | 2654,650 | 285,600 | 356,421 | 4,991 | 1,2 | 2320 |
| 2008 | 4,440 | 37,453 | 156,277 | 100,987 | 0,106 | 0,026 | 237,121 | 37,036 | 18,512 | 0,219 | 1,211 | 0,546 | 2723,967 | 259,880 | 277,086 | 4,976 | 1,4 | 860 |
| 2009 | 5,649 | 37,253 | 147,188 | 81,991 | 0,143 | 0,019 | 240,290 | 36,889 | 18,592 | 0,264 | 0,902 | 0,359 | 2397,230 | 269,330 | 304,789 | 4,741 | 0,76 | 1053 |
| 2010 | -1,872 | 43,445 | 251,333 | 270,250 | 0,181 | 2,453 | 236,187 | 38,040 | 20,681 | 0,118 | 0,415 | 0,188 | 168,914 | 273,000 | 315,996 | 4,711 | 0,69 | 12 |
| 2011 | -1,883 | 43,702 | 254,875 | 238,406 | 0,148 | 2,744 | 229,173 | 37,736 | 21,248 | 0,152 | 0,531 | 0,308 | 656,746 | 309,750 | 442,607 | 4,891 | 0,81 | 1312 |
| 2012 | 10,557 | 42,594 | 229,264 | 194,875 | 0,456 | 0,907 | 237,547 | 37,774 | 20,978 | 0,080 | 0,404 | 0,274 | 216,281 | 289,730 | 370,338 | 4,799 | 0,75 | 72 |
| 2014 | 7,076 | 41,133 | 212,993 | 174,398 | 0,390 | 0,707 | 233,872 | 37,175 | 20,533 | 0,172 | 0,381 | 0,187 | 207,372 | 259,350 | 275,581 | 4,747 | 0,83 | 140 |
| 2015 | 8,944 | 41,339 | 224,857 | 187,745 | 0,402 | 1,057 | 234,454 | 37,655 | 22,024 | 0,129 | 0,407 | 0,258 | 230,804 | 263,030 | 286,137 | 5,044 | 1,6 | 414 |
| 2016 | 9,685 | 42,848 | 227,692 | 193,917 | 1,364 | 1,288 | 251,472 | 36,553 | 18,726 | 0,118 | 0,420 | 0,225 | 177,732 | 329,700 | 522,807 | 5,150 | 1,3 | 686 |
| 2017 | 10,153 | 41,545 | 225,181 | 184,076 | 0,500 | 0,674 | 237,282 | 37,526 | 19,442 | 0,108 | 0,390 | 0,204 | 203,956 | 261,450 | 281,574 | 5,090 | 1,8 | 465 |
| 2018 | 5,589 | 41,839 | 225,470 | 182,602 | 0,381 | 0,662 | 239,655 | 37,757 | 19,572 | 0,133 | 0,706 | 0,250 | 352,022 | 268,280 | 301,629 | 5,033 | 1,5 | 200 |
| 2019 | 4,289 | 38,177 | 179,659 | 121,910 | 0,312 | 0,386 | 248,834 | | | | | 0,325 | 327,687 | 246,750 | 241,292 | 2,785 | 0,01 | 22 |

Annexe 06 : tableau de données

| LatY | LonX | Lt (cm) | Wt (kg) | CUEP | Chl a (mg.m-3) | NO3 (mmol.m-3) | O2 (mmol.m-3) | S (psu) | T (°c) | Crrt spd (m/s) | Ht Vg (m) | Dist_cot (degré) | Z (m) |
|--------|-------|---------|---------|-------|-------------------|-------------------|---------------|---------|--------|-------------------|--------------|---------------------|---------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 36,550 | 2,260 | 230,000 | 196,000 | 2,579 | | | | | | | | | 54,93 |
| 36,550 | 2,260 | 230,000 | 182,000 | 2,395 | | | | | | | | | 54,93 |
| 36,520 | 2,300 | 230,000 | 182,000 | 2,395 | | | | | | | | | 53,09 |
| 36,122 | 3,244 | 226,000 | 140,000 | 2,593 | | | | | | | | | 37,96 |
| 36,667 | 3,817 | 225,000 | 90,000 | 2,143 | | | | | | | | | 50,49 |
| 36,122 | 3,244 | 220,000 | 185,000 | 3,426 | | | | | | | | | 37,96 |
| 36,617 | 3,717 | 220,000 | 155,000 | 3,690 | | | | | | | | | 45,00 |
| 36,133 | 3,683 | 215,000 | 171,000 | 2,948 | | | | | | | | | 35,67 |
| 36,083 | 2,533 | 212,000 | 108,000 | 1,862 | | | | | | | | | 48,69 |
| 37,001 | 6,400 | 210,000 | 140,000 | 0,886 | 0,155 | 0,023 | 240,538 | | | | | | 129,46 |
| 36,988 | 6,311 | 210,000 | 140,000 | 1,386 | 0,118 | 0,018 | 239,904 | | | | | | 90,78 |
| 36,570 | 2,440 | 210,000 | 140,000 | 1,842 | | | | | | | | | 45,81 |
| 36,067 | 3,667 | 210,000 | 120,000 | 2,857 | | | | | | | | | 35,43 |
| 36,122 | 3,244 | 210,000 | 100,000 | 1,852 | | | | | | | | | 37,96 |
| 36,083 | 2,533 | 205,000 | 162,000 | 2,793 | | | | | | | | | 48,69 |
| 36,133 | 3,683 | 205,000 | 160,000 | 2,759 | | | | | | | | | 35,67 |
| 36,733 | 3,883 | 200,000 | 160,000 | 3,810 | | | | | | | | | 57,74 |
| 36,550 | 3,667 | 200,000 | 125,000 | 2,976 | | | | | | | | | 40,86 |
| 36,383 | 3,350 | 200,000 | 124,000 | 2,952 | | | | | | | | | 36,21 |
| 36,083 | 2,533 | 195,000 | 135,000 | 2,328 | | | | | | | | | 48,69 |
| 31,267 | 3,617 | 195,000 | 135,000 | 2,328 | | | | | | | | | |
| 36,133 | 3,683 | 195,000 | 132,000 | 2,276 | | | | | | | | | 35,67 |
| 37,017 | 7,383 | 190,000 | 140,000 | 0,886 | | | | | | | | | 61,28 |
| 36,570 | 2,440 | 190,000 | 125,000 | 1,645 | 0,121 | 0,009 | 246,193 | | | | | | 45,81 |
| 36,800 | 3,917 | 190,000 | 117,293 | 2,793 | | | | | | | | | 60,68 |
| 36,550 | 2,260 | 190,000 | 105,000 | 1,382 | | | | | | | | | 54,93 |
| 36,283 | 3,233 | 190,000 | 103,000 | 2,452 | | | | | | | | | 37,78 |
| 36,850 | 3,983 | 190,000 | 100,000 | 2,381 | | | | | | | | | 66,67 |
| 36,000 | 1,000 | 185,000 | 155,000 | 2,672 | | | | | | | | | 57,74 |
| 36,033 | 2,533 | 180,000 | 125,000 | 2,976 | | | | | | | | | 48,18 |
| 36,383 | 3,517 | 180,000 | 100,000 | 2,381 | | | | | | | | | 35,65 |
| 36,567 | 2,450 | 180,000 | 95,000 | 1,759 | | | | | | | | | 44,94 |
| 36,150 | 2,567 | 180,000 | 92,000 | 1,704 | | | | | | | | | 48,34 |
| 37,067 | 7,250 | 173,000 | 88,000 | 1,956 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 35,000 | 3,067 | 160,000 | 100,000 | 0,935 | 0,105 | 0,007 | 237,295 | | | | | | 25,36 |
| 36,267 | 3,567 | 160,000 | 99,000 | 0,925 | 0,130 | 0,010 | 234,464 | | | | | | 36,11 |
| 36,550 | 2,260 | 160,000 | 81,000 | 1,066 | | | | | | | | | 54,93 |
| 36,550 | 2,260 | 160,000 | 80,000 | 1,053 | | | | | | | | | 54,93 |
| 37,067 | 7,250 | 153,000 | 40,600 | 0,902 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 37,067 | 7,250 | 152,119 | 72,283 | 1,606 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 36,433 | 3,550 | 146,000 | 210,000 | 5,000 | | | | | | | | | 35,55 |
| 36,670 | 2,830 | 145,000 | 45,000 | 1,071 | | | | | | | | | 20,25 |
| 37,067 | 7,250 | 140,000 | 40,000 | 0,889 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 37,067 | 7,250 | 140,000 | 40,000 | 0,889 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 36,083 | 2,533 | 140,000 | 35,000 | 0,603 | | | | | | | | | 48,69 |
| 36,550 | 4,380 | 130,000 | 30,000 | 0,395 | 0,149 | 0,014 | 238,456 | | | | | | 60,97 |
| 36,590 | 3,340 | 113,000 | 26,405 | 0,347 | 0,112 | 0,012 | 245,876 | | | | | | 34,34 |
| 36,750 | 3,533 | 110,000 | 50,000 | 1,190 | | | | | | | | | 47,82 |
| 37,067 | 7,250 | 105,000 | 22,500 | 0,500 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 37,067 | 7,250 | 105,000 | 22,500 | 0,500 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 36,433 | 1,000 | 105,000 | 21,474 | 0,370 | 0,132 | 0,013 | 246,673 | | | | | | 77,51 |
| 36,590 | 3,350 | 90,000 | 16,000 | 0,211 | | | | | | | | | 34,69 |
| 37,000 | 9,817 | 89,000 | 13,483 | 0,085 | | | | | | | | | 11,96 |
| 37,067 | 7,250 | 86,000 | 12,000 | 0,267 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 37,067 | 7,250 | 86,000 | 12,000 | 0,267 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 36,540 | 2,260 | 84,000 | 12,000 | 0,158 | 0,121 | 0,013 | 245,234 | | | | | | 55,53 |
| 36,150 | 3,217 | 83,000 | 12,500 | 0,298 | | | | | | | | | 38,22 |
| 37,067 | 7,250 | 83,000 | 11,000 | 0,244 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 36,083 | 2,533 | 82,000 | 12,000 | 0,207 | | | | | | | | | 48,69 |
| 36,083 | 2,533 | 82,000 | 12,000 | 0,207 | | | | | | | | | 48,69 |
| 37,067 | 7,250 | 79,000 | 9,640 | 0,214 | 0,172 | 0,045 | 241,722 | | | | | | 286,61 |
| 36,400 | 2,220 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,118 | 0,012 | 245,304 | | | | | | 63,44 |
| 36,550 | 2,260 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | | | | | | | | | 54,93 |
| 36,550 | 2,260 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | | | | | | | | | 54,93 |
| 36,550 | 2,260 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | | | | | | | | | 54,93 |
| 37,260 | 5,060 | 39,000 | 3,300 | 0,043 | 0,129 | 0,012 | 244,702 | 36,736 | 19,492 | 0,258 | 0,464 | 0,437 | 2679,42 |
| 37,260 | 5,060 | 40,000 | 4,000 | 0,053 | 0,129 | 0,012 | 244,702 | 36,736 | 19,492 | 0,258 | 0,464 | 0,437 | 2679,42 |
| 37,228 | 5,285 | 42,000 | 4,000 | 0,040 | 0,115 | 0,009 | 231,791 | 36,789 | 19,145 | 0,520 | 1,358 | 0,510 | 2632,35 |
| 37,133 | 3,283 | 43,000 | 4,300 | 0,102 | 0,134 | 0,010 | 235,870 | 36,777 | 19,312 | 0,200 | 0,631 | 0,343 | 2616,94 |
| 37,133 | 3,283 | 43,000 | 4,000 | 0,095 | 0,134 | 0,010 | 235,870 | 36,777 | 19,312 | 0,200 | 0,631 | 0,343 | 2616,94 |
| 37,228 | 5,285 | 43,000 | 4,000 | 0,040 | 0,115 | 0,009 | 231,791 | 36,789 | 19,145 | 0,520 | 1,358 | 0,510 | 2632,35 |
| 37,310 | 6,170 | 44,000 | 4,400 | 0,058 | 0,176 | 0,027 | 240,087 | 37,056 | 18,584 | 0,004 | 2,270 | 0,308 | 2674,57 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 37.310 | 6,170 | 45,000 | 3,000 | 0,039 | 0,176 | 0,027 | 240,087 | 37,056 | 18,584 | 0,004 | 2,270 | 0,308 | 2674,57 |
| 37.140 | 7,360 | 46,000 | 18,000 | 0,237 | 0,154 | 0,023 | 238,938 | 37,008 | 18,597 | 0,216 | 1,276 | 0,069 | 161,97 |
| 37.140 | 7,360 | 46,000 | 5,200 | 0,068 | 0,154 | 0,023 | 238,938 | 37,008 | 18,597 | 0,216 | 1,276 | 0,069 | 161,97 |
| 37.390 | 4,320 | 47,000 | 83,000 | 1,092 | 0,116 | 0,011 | 239,050 | 36,694 | 18,901 | 0,457 | 0,554 | 0,494 | 2780,80 |
| 37.390 | 4,320 | 47,000 | 18,000 | 0,237 | 0,116 | 0,011 | 239,050 | 36,694 | 18,901 | 0,457 | 0,554 | 0,494 | 2780,80 |
| 37.229 | 4,043 | 47,000 | 83,000 | 0,822 | 0,111 | 0,010 | 237,110 | 36,793 | 18,272 | 0,487 | 0,787 | 0,333 | 2597,20 |
| 37.229 | 4,043 | 47,000 | 24,000 | 0,238 | 0,111 | 0,010 | 237,110 | 36,793 | 18,272 | 0,487 | 0,787 | 0,333 | 2597,20 |
| 37.401 | 6,285 | 48,000 | 25,000 | 0,234 | 0,101 | 0,015 | 235,831 | 37,063 | 17,004 | 0,320 | 0,740 | 0,355 | 2763,99 |
| 37.034 | 2,551 | 49,000 | 25,000 | 0,248 | 0,114 | 0,011 | 234,286 | 36,585 | 19,187 | 0,274 | 1,403 | 0,401 | 2672,21 |
| 37.401 | 6,285 | 49,000 | 2,000 | 0,019 | 0,101 | 0,015 | 235,831 | 37,063 | 17,004 | 0,320 | 0,740 | 0,355 | 2763,99 |
| 37.250 | 6,517 | 50,000 | 26,000 | 0,578 | 0,192 | 0,032 | 246,343 | 36,559 | 17,525 | 0,124 | 0,872 | 0,167 | 2657,30 |
| 37.250 | 5,260 | 50,000 | 4,000 | 0,053 | 0,117 | 0,012 | 244,697 | 36,859 | 17,460 | 0,212 | 0,687 | 0,515 | 2677,29 |
| 37.225 | 4,888 | 50,000 | 10,000 | 0,099 | 0,107 | 0,009 | 235,857 | 36,970 | 20,055 | 0,215 | 1,411 | 0,352 | 2713,22 |
| 37.034 | 2,551 | 50,000 | 2,500 | 0,025 | 0,114 | 0,011 | 234,286 | 36,585 | 19,187 | 0,274 | 1,403 | 0,401 | 2672,21 |
| 37.633 | 4,567 | 54,000 | 3,303 | 0,073 | 0,114 | 0,029 | 237,863 | 36,735 | 18,876 | 0,098 | 0,867 | 0,737 | 2793,59 |
| 37.250 | 5,260 | 56,000 | 3,659 | 0,048 | 0,117 | 0,012 | 244,697 | 36,859 | 17,460 | 0,212 | 0,687 | 0,515 | 2677,29 |
| 37.300 | 3,833 | 56,000 | 3,659 | 0,087 | 0,106 | 0,011 | 242,194 | 36,640 | 17,253 | 0,339 | 1,987 | 0,404 | 2681,52 |
| 37.250 | 6,517 | 57,000 | 4,750 | 0,106 | 0,192 | 0,032 | 246,343 | 36,559 | 17,525 | 0,124 | 0,872 | 0,167 | 2657,30 |
| 37.225 | 4,888 | 57,000 | 3,846 | 0,038 | 0,107 | 0,009 | 235,857 | 36,970 | 20,055 | 0,215 | 1,411 | 0,352 | 2713,22 |
| 37.633 | 4,567 | 58,000 | 4,039 | 0,090 | 0,114 | 0,029 | 237,863 | 36,735 | 18,876 | 0,098 | 0,867 | 0,737 | 2793,59 |
| 37.340 | 6,560 | 58,000 | 4,039 | 0,053 | 0,183 | 0,033 | 238,949 | 36,928 | 19,737 | 0,188 | 0,484 | 0,265 | 2762,76 |
| 37.340 | 6,560 | 58,000 | 4,039 | 0,053 | 0,183 | 0,033 | 238,949 | 36,928 | 19,737 | 0,188 | 0,484 | 0,265 | 2762,76 |
| 37.521 | 5,848 | 58,000 | 4,039 | 0,038 | 0,106 | 0,009 | 232,808 | 37,095 | 17,025 | 0,188 | 0,748 | 0,675 | 2801,78 |
| 37.521 | 5,848 | 58,000 | 4,039 | 0,038 | 0,106 | 0,009 | 232,808 | 37,095 | 17,025 | 0,188 | 0,748 | 0,675 | 2801,78 |
| 37.017 | 2,452 | 58,000 | 4,039 | 0,040 | 0,114 | 0,016 | 235,976 | 36,564 | 19,166 | 0,285 | 0,715 | 0,411 | 2696,93 |
| 37.017 | 2,452 | 58,000 | 4,039 | 0,040 | 0,114 | 0,016 | 235,976 | 36,564 | 19,166 | 0,285 | 0,715 | 0,411 | 2696,93 |
| 37.300 | 3,833 | 58,000 | 4,039 | 0,096 | 0,106 | 0,011 | 242,194 | 36,640 | 17,253 | 0,339 | 1,987 | 0,404 | 2681,52 |
| 37.258 | 4,114 | 58,000 | 4,039 | 0,040 | 0,161 | 0,011 | 234,966 | 36,857 | 19,081 | 0,415 | 2,635 | 0,362 | 2653,33 |
| 37.258 | 4,114 | 58,000 | 4,039 | 0,040 | 0,161 | 0,011 | 234,966 | 36,857 | 19,081 | 0,415 | 2,635 | 0,362 | 2653,33 |
| 37.068 | 2,483 | 58,000 | 4,039 | 0,040 | 0,111 | 0,021 | 238,168 | 36,752 | 18,644 | 0,667 | 0,501 | 0,463 | 2776,91 |
| 37.190 | 3,490 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,224 | 0,029 | 245,398 | 36,877 | 18,318 | 0,026 | 2,118 | 0,379 | 2680,41 |
| 37.291 | 5,643 | 59,000 | 4,239 | 0,027 | 0,128 | 0,009 | 242,642 | 37,062 | 17,205 | 0,029 | 1,107 | 0,498 | 2724,69 |
| 37.317 | 8,200 | 59,000 | 4,239 | 0,027 | 0,117 | 0,021 | 237,169 | 37,238 | 18,769 | 0,042 | 0,868 | 0,401 | 1983,65 |
| 37.150 | 7,230 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,177 | 0,022 | 238,373 | 36,990 | 18,430 | 0,064 | 0,870 | 0,061 | 819,64 |
| 37.283 | 3,817 | 59,000 | 4,239 | 0,101 | 0,112 | 0,012 | 241,832 | 36,641 | 17,452 | 0,109 | 0,993 | 0,387 | 2693,43 |
| 37.317 | 3,383 | 59,000 | 4,239 | 0,040 | 0,109 | 0,011 | 235,200 | 36,943 | 18,601 | 0,112 | 1,645 | 0,524 | 2778,04 |
| 37.100 | 2,620 | 59,000 | 4,239 | 0,101 | 0,126 | 0,011 | 235,573 | 36,557 | 18,945 | 0,123 | 0,625 | 0,425 | 2779,51 |
| 37.567 | 8,850 | 59,000 | 4,239 | 0,041 | 0,104 | 0,010 | 246,628 | 36,855 | 16,100 | 0,131 | 0,694 | 0,461 | 147,95 |
| 37.050 | 2,767 | 59,000 | 4,239 | 0,101 | 0,150 | 0,018 | 239,642 | 36,881 | 18,276 | 0,139 | 1,101 | 0,320 | 2767,38 |
| 37.133 | 3,833 | 59,000 | 4,239 | 0,094 | 0,140 | 0,014 | 244,256 | 36,630 | 17,938 | 0,182 | 0,673 | 0,237 | 2388,04 |
| 37.333 | 5,269 | 59,000 | 4,239 | 0,040 | 0,100 | 0,009 | 235,966 | 36,793 | 18,672 | 0,186 | 0,556 | 0,592 | 2679,55 |
| 37.367 | 7,350 | 59,000 | 4,239 | 0,027 | 0,132 | 0,017 | 243,129 | 37,257 | 16,997 | 0,198 | 1,744 | 0,292 | 2754,79 |
| 37.267 | 6,067 | 59,000 | 4,239 | 0,094 | 0,131 | 0,019 | 240,553 | 37,062 | 18,628 | 0,214 | 0,690 | 0,342 | 2701,10 |
| 37.267 | 6,067 | 59,000 | 4,239 | 0,094 | 0,131 | 0,019 | 240,553 | 37,062 | 18,628 | 0,214 | 0,690 | 0,342 | 2701,10 |
| 37.250 | 5,430 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,115 | 0,012 | 243,388 | 36,868 | 18,153 | 0,215 | 0,821 | 0,529 | 2696,82 |
| 36.867 | 2,533 | 59,000 | 4,239 | 0,094 | 0,092 | 0,007 | 239,641 | 36,490 | 17,545 | 0,218 | 2,507 | 0,262 | 981,52 |
| 37.090 | 7,540 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | | | | 36,996 | 18,713 | 0,234 | 1,092 | 0,064 | 619,90 |
| 37.617 | 7,500 | 59,000 | 4,239 | 0,041 | 0,091 | 0,006 | 245,171 | 37,059 | 16,417 | 0,241 | 1,354 | 0,561 | 2837,30 |
| 37.283 | 6,367 | 59,000 | 4,239 | 0,094 | 0,135 | 0,016 | 235,566 | 36,727 | 18,970 | 0,248 | 2,390 | 0,221 | 2704,33 |
| 37.190 | 4,260 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,138 | 0,010 | 241,831 | 36,696 | 18,804 | 0,265 | 0,568 | 0,294 | 2693,86 |
| 37.400 | 5,300 | 59,000 | 4,239 | 0,073 | 0,132 | 0,015 | 236,239 | 36,599 | 19,094 | 0,274 | 0,604 | 0,666 | 2587,82 |
| 37.034 | 2,551 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,114 | 0,011 | 234,286 | 36,585 | 19,187 | 0,274 | 1,403 | 0,401 | 2672,21 |
| 36.968 | 2,367 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,116 | 0,013 | 235,351 | 36,564 | 19,041 | 0,279 | 0,939 | 0,358 | 2432,53 |
| 37.133 | 3,833 | 59,000 | 4,239 | 0,094 | 0,109 | 0,009 | 242,268 | 36,627 | 17,969 | 0,280 | 1,867 | 0,237 | 2388,04 |
| 37.084 | 5,283 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,109 | 0,011 | 238,899 | 36,528 | 17,606 | 0,292 | 1,440 | 0,388 | 2333,85 |
| 37.083 | 3,917 | 59,000 | 4,239 | 0,094 | 0,140 | 0,026 | 241,467 | 36,627 | 17,369 | 0,311 | 2,065 | 0,187 | 2178,93 |
| 37.300 | 5,320 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,113 | 0,010 | 238,825 | 36,925 | 18,749 | 0,323 | 0,563 | 0,589 | 2713,71 |
| 37.288 | 7,608 | 59,000 | 4,239 | 0,078 | 0,130 | 0,020 | 243,434 | 37,021 | 17,016 | 0,325 | 1,483 | 0,273 | 2575,95 |
| 37.221 | 6,324 | 59,000 | 4,239 | 0,027 | 0,179 | 0,035 | 246,764 | 37,255 | 16,240 | 0,338 | 0,408 | 0,171 | 2551,51 |
| 37.250 | 6,183 | 59,000 | 4,239 | 0,094 | 0,149 | 0,021 | 241,696 | 36,909 | 17,640 | 0,343 | 2,534 | 0,250 | 2578,80 |
| 37.260 | 3,510 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,206 | 0,026 | 242,441 | 36,709 | 17,545 | 0,362 | 0,542 | 0,437 | 2684,22 |
| 37.280 | 3,410 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,225 | 0,027 | 245,695 | 36,792 | 18,166 | 0,372 | 0,882 | 0,487 | 2757,66 |
| 37.019 | 2,335 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,124 | 0,015 | 243,620 | 36,858 | 17,669 | 0,400 | 1,093 | 0,409 | 2728,62 |
| 37.130 | 3,130 | 59,000 | 4,239 | 0,101 | 0,130 | 0,010 | 232,556 | 36,707 | 19,981 | 0,409 | 0,940 | 0,342 | 2618,03 |
| 37.469 | 5,719 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,106 | 0,012 | 239,165 | 36,764 | 18,962 | 0,411 | 0,534 | 0,659 | 2787,68 |
| 37.150 | 2,230 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,121 | 0,013 | 245,234 | 36,658 | 17,396 | 0,420 | 0,510 | 0,549 | 2781,73 |
| 37.380 | 5,110 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,110 | 0,014 | 238,918 | 36,798 | 18,965 | 0,423 | 0,553 | 0,567 | 2751,13 |
| 37.300 | 7,817 | 59,000 | 4,239 | 0,101 | 0,127 | 0,021 | 242,877 | 36,995 | 17,616 | 0,424 | 0,872 | 0,366 | 2404,53 |
| 37.150 | 2,230 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | | | | 36,757 | 19,323 | 0,425 | 0,820 | 0,549 | 2781,73 |
| 37.130 | 2,200 | 59,000 | 4,239 | 0,056 | 0,123 | 0,195 | 219,846 | 36,693 | 17,248 | 0,429 | 0,714 | 0,533 | 2784,92 |
| 37.050 | 2,334 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,124 | 0,015 | 243,620 | 36,449 | 16,881 | 0,438 | 0,724 | 0,440 | 2775,30 |
| 37.334 | 5,352 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,108 | 0,010 | 237,027 | 36,817 | 19,214 | 0,487 | 1,479 | 0,635 | 2728,54 |
| 37.333 | 5,367 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,101 | 0,008 | 239,863 | 36,724 | 18,727 | 0,575 | 0,505 | 0,630 | 2730,99 |
| 37.068 | 2,483 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,111 | 0,021 | 238,168 | 36,752 | 18,644 | 0,667 | 0,501 | 0,463 | 2776,91 |
| 37.001 | 2,218 | 59,000 | 4,239 | 0,042 | 0,111 | 0,018 | 238,853 | 36,763 | 18,457 | 0,697 | 0,990 | 0,402 | 2775,86 |
| 37.355 | 3,006 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,117 | 0,012 | 238,313 | 36,784 | 18,300 | 0,047 | 0,548 | 0,570 | 2775,15 |
| 37.267 | 7,017 | 60,000 | 4,444 | 0,099 | 0,141 | 0,016 | 245,248 | 36,631 | 17,813 | 0,048 | 0,690 | 0,256 | 2616,52 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 37.267 | 7,967 | 60,000 | 4,444 | 0,028 | 0,113 | 0,014 | 240,930 | 37,208 | 17,849 | 0,051 | 0,290 | 0,385 | 1585,16 |
| 36,900 | 2,700 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,158 | 0,019 | 236,853 | 36,589 | 18,932 | 0,062 | 0,753 | 0,212 | 806,06 |
| 36,950 | 2,600 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,123 | 0,010 | 235,653 | 36,568 | 18,873 | 0,064 | 0,773 | 0,303 | 1755,50 |
| 37,170 | 7,280 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,144 | 0,018 | 239,010 | 37,075 | 18,350 | 0,066 | 0,961 | 0,088 | 592,07 |
| 36,700 | 2,330 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | | | | 36,619 | 16,774 | 0,067 | 1,038 | 0,091 | 343,25 |
| 36,880 | 2,970 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,171 | 0,023 | 236,764 | 36,605 | 18,252 | 0,071 | 1,629 | 0,096 | 1249,22 |
| 37,379 | 3,637 | 60,000 | 9,000 | 0,089 | 0,152 | 0,009 | 231,628 | 36,838 | 18,754 | 0,083 | 0,822 | 0,503 | 2777,03 |
| 37,170 | 7,250 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,188 | 0,021 | 241,750 | 37,058 | 18,545 | 0,088 | 1,323 | 0,083 | 786,23 |
| 37,033 | 3,000 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,176 | 0,024 | 237,673 | 36,666 | 19,294 | 0,093 | 1,884 | 0,248 | 2656,38 |
| 37,083 | 3,667 | 60,000 | 4,444 | 0,099 | 0,143 | 0,032 | 240,162 | 36,542 | 18,039 | 0,093 | 0,547 | 0,215 | 2371,55 |
| 37,383 | 3,667 | 60,000 | 4,444 | 0,099 | 0,107 | 0,012 | 246,406 | 36,667 | 16,991 | 0,097 | 0,625 | 0,500 | 2772,38 |
| 37,417 | 6,000 | 60,000 | 4,444 | 0,043 | 0,105 | 0,009 | 247,286 | 36,851 | 16,106 | 0,107 | 1,905 | 0,495 | 2775,31 |
| 37,238 | 6,003 | 60,000 | 5,500 | 0,054 | 0,111 | 0,010 | 237,313 | 36,648 | 18,523 | 0,112 | 1,379 | 0,370 | 2584,62 |
| 37,785 | 7,101 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,142 | 0,013 | 239,375 | 37,033 | 19,268 | 0,120 | 2,325 | 0,700 | 2846,16 |
| 37,150 | 4,167 | 60,000 | 4,444 | 0,099 | 0,105 | 0,017 | 236,871 | 36,624 | 18,662 | 0,122 | 1,698 | 0,254 | 2547,88 |
| 37,140 | 7,220 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,173 | 0,022 | 240,368 | 37,014 | 18,571 | 0,134 | 1,382 | 0,049 | 841,95 |
| 37,750 | 6,517 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,100 | 0,022 | 234,939 | 37,182 | 18,703 | 0,137 | 1,725 | 0,665 | 2842,86 |
| 37,500 | 6,333 | 60,000 | 5,000 | 0,050 | 0,139 | 0,032 | 239,615 | 36,780 | 18,832 | 0,140 | 1,332 | 0,439 | 2802,00 |
| 37,033 | 2,417 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,107 | 0,011 | 239,059 | 36,747 | 18,271 | 0,143 | 1,127 | 0,426 | 2729,03 |
| 37,233 | 8,233 | 60,000 | 4,444 | 0,028 | 0,118 | 0,029 | 235,663 | 37,172 | 19,493 | 0,144 | 0,383 | 0,316 | 784,50 |
| 37,229 | 3,506 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,116 | 0,011 | 239,663 | 36,875 | 19,834 | 0,145 | 1,402 | 0,409 | 2674,41 |
| 37,000 | 8,750 | 60,000 | 4,444 | 0,028 | 0,126 | 0,026 | 244,725 | 37,200 | 16,360 | 0,149 | 0,592 | 0,020 | 41,07 |
| 36,983 | 2,700 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,165 | 0,018 | 236,390 | 36,602 | 18,946 | 0,151 | 1,863 | 0,285 | 2244,82 |
| 37,117 | 2,600 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,131 | 0,012 | 235,388 | 36,560 | 18,961 | 0,154 | 0,662 | 0,450 | 2780,22 |
| 37,317 | 3,967 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,135 | 0,010 | 232,284 | 36,666 | 20,227 | 0,156 | 0,513 | 0,420 | 2702,06 |
| 37,150 | 3,533 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,127 | 0,010 | 232,603 | 36,615 | 19,256 | 0,158 | 0,476 | 0,326 | 2603,50 |
| 37,190 | 4,570 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,154 | 0,014 | 244,390 | 36,801 | 18,027 | 0,160 | 0,986 | 0,294 | 2670,63 |
| 37,169 | 2,469 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,102 | 0,009 | 230,404 | 36,862 | 20,227 | 0,161 | 0,892 | 0,558 | 2795,49 |
| 37,917 | 5,700 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,102 | 0,009 | 235,674 | 37,043 | 18,960 | 0,167 | 0,774 | 1,073 | 2848,18 |
| 36,767 | 2,467 | 60,000 | 4,444 | 0,077 | 0,113 | 0,009 | 245,801 | 36,697 | 16,413 | 0,167 | 0,953 | 0,161 | 628,42 |
| 37,251 | 5,107 | 60,000 | 4,444 | 0,028 | 0,127 | 0,011 | 234,592 | 36,949 | 19,688 | 0,172 | 1,066 | 0,449 | 2682,28 |
| 37,200 | 6,040 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,134 | 0,015 | 238,569 | 36,932 | 18,772 | 0,173 | 0,439 | 0,321 | 2500,30 |
| 37,150 | 7,080 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,126 | 0,011 | 239,490 | 37,008 | 19,165 | 0,173 | 0,340 | 0,137 | 1465,79 |
| 37,367 | 3,217 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,108 | 0,012 | 233,912 | 36,720 | 19,336 | 0,181 | 1,015 | 0,578 | 2769,59 |
| 36,985 | 2,818 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,128 | 0,017 | 233,761 | 36,706 | 19,282 | 0,190 | 1,454 | 0,241 | 2636,47 |
| 37,167 | 2,267 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,104 | 0,009 | 240,248 | 36,940 | 17,453 | 0,190 | 1,508 | 0,561 | 2783,93 |
| 37,030 | 3,030 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,174 | 0,026 | 237,167 | 36,619 | 18,906 | 0,195 | 0,513 | 0,244 | 2635,29 |
| 37,170 | 4,360 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,138 | 0,010 | 241,831 | 36,761 | 17,546 | 0,197 | 0,489 | 0,274 | 2632,74 |
| 37,833 | 6,733 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,121 | 0,012 | 243,996 | 37,100 | 18,788 | 0,201 | 2,470 | 0,787 | 2856,72 |
| 37,290 | 6,520 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,163 | 0,027 | 238,870 | 36,923 | 19,810 | 0,204 | 0,469 | 0,207 | 2705,48 |
| 36,917 | 2,250 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,107 | 0,014 | 232,051 | 37,258 | 18,508 | 0,207 | 1,505 | 0,315 | 2253,49 |
| 37,450 | 7,983 | 60,000 | 4,444 | 0,028 | 0,105 | 0,036 | 232,399 | 36,973 | 19,561 | 0,207 | 2,255 | 0,558 | 2739,34 |
| 37,317 | 7,917 | 60,000 | 4,444 | 0,043 | 0,145 | 0,014 | 240,845 | 36,865 | 17,804 | 0,208 | 1,235 | 0,434 | 2370,91 |
| 37,317 | 7,750 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,136 | 0,023 | 241,168 | 37,109 | 17,758 | 0,208 | 1,407 | 0,347 | 2504,02 |
| 37,250 | 5,320 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,127 | 0,009 | 235,732 | 36,859 | 17,461 | 0,211 | 0,695 | 0,548 | 2696,66 |
| 37,568 | 5,851 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,106 | 0,009 | 233,938 | 36,958 | 18,904 | 0,214 | 0,768 | 0,706 | 2810,34 |
| 37,267 | 6,067 | 60,000 | 4,444 | 0,099 | 0,131 | 0,019 | 240,553 | 37,062 | 18,628 | 0,214 | 0,690 | 0,342 | 2701,10 |
| 37,210 | 5,020 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,182 | 0,016 | 242,724 | 36,868 | 17,734 | 0,217 | 0,772 | 0,376 | 2652,65 |
| 37,260 | 6,470 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,183 | 0,033 | 238,949 | 36,958 | 18,370 | 0,228 | 2,587 | 0,175 | 2709,05 |
| 37,260 | 6,070 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,152 | 0,014 | 237,245 | 36,901 | 19,118 | 0,228 | 0,443 | 0,335 | 2697,42 |
| 37,260 | 6,070 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,147 | 0,015 | 238,111 | 36,901 | 19,118 | 0,228 | 0,443 | 0,335 | 2697,42 |
| 37,534 | 6,551 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,105 | 0,009 | 235,539 | 36,782 | 18,885 | 0,234 | 1,308 | 0,453 | 2823,88 |
| 37,000 | 2,850 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,152 | 0,017 | 239,059 | 36,790 | 18,476 | 0,238 | 2,064 | 0,244 | 2731,81 |
| 37,231 | 3,690 | 60,000 | 8,000 | 0,079 | 0,168 | 0,010 | 235,398 | 36,881 | 19,824 | 0,244 | 1,389 | 0,346 | 2676,66 |
| 37,417 | 4,067 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,111 | 0,023 | 235,027 | 37,238 | 18,949 | 0,244 | 1,492 | 0,520 | 2720,73 |
| 37,030 | 3,130 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,176 | 0,025 | 236,809 | 36,614 | 18,907 | 0,249 | 1,817 | 0,242 | 2540,82 |
| 37,333 | 3,917 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,140 | 0,016 | 242,114 | 36,638 | 17,418 | 0,250 | 1,063 | 0,437 | 2697,65 |
| 37,220 | 7,240 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,167 | 0,024 | 238,818 | 36,979 | 18,173 | 0,250 | 1,544 | 0,131 | 1711,39 |
| 37,250 | 5,570 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,120 | 0,010 | 235,585 | 36,851 | 18,012 | 0,250 | 0,977 | 0,476 | 2703,10 |
| 37,321 | 3,437 | 60,000 | 10,000 | 0,099 | 0,110 | 0,011 | 229,760 | 36,806 | 18,036 | 0,251 | 0,957 | 0,520 | 2781,80 |
| 37,290 | 6,210 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,193 | 0,027 | 237,790 | 36,898 | 19,392 | 0,257 | 0,482 | 0,271 | 2642,09 |
| 37,467 | 7,917 | 60,000 | 4,000 | 0,039 | 0,108 | 0,013 | 242,946 | 37,084 | 17,865 | 0,257 | 0,344 | 0,560 | 2787,54 |
| 37,683 | 5,783 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,106 | 0,011 | 235,375 | 37,066 | 18,719 | 0,261 | 1,166 | 0,838 | 2828,03 |
| 37,201 | 2,935 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,115 | 0,016 | 231,550 | 36,619 | 19,584 | 0,266 | 1,058 | 0,418 | 2752,45 |
| 37,201 | 2,935 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,115 | 0,016 | 231,550 | 36,619 | 19,584 | 0,266 | 1,058 | 0,418 | 2752,45 |
| 37,201 | 2,935 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,115 | 0,016 | 231,550 | 36,619 | 19,584 | 0,266 | 1,058 | 0,418 | 2752,45 |
| 37,380 | 5,280 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,123 | 0,010 | 237,304 | 36,891 | 18,272 | 0,270 | 2,700 | 0,639 | 2493,86 |
| 37,183 | 4,000 | 60,000 | 4,444 | 0,077 | 0,153 | 0,014 | 239,840 | 36,559 | 17,972 | 0,271 | 1,118 | 0,287 | 2528,36 |
| 37,034 | 2,551 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,114 | 0,011 | 234,286 | 36,585 | 19,187 | 0,274 | 1,403 | 0,401 | 2672,21 |
| 37,034 | 2,551 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,114 | 0,011 | 234,286 | 36,585 | 19,187 | 0,274 | 1,403 | 0,401 | 2672,21 |
| 37,034 | 2,551 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,114 | 0,011 | 234,286 | 36,585 | 19,187 | 0,274 | 1,403 | 0,401 | 2672,21 |
| 37,167 | 4,017 | 60,000 | 4,444 | 0,106 | 0,132 | 0,011 | 241,326 | 36,637 | 17,700 | 0,275 | 1,108 | 0,270 | 2493,09 |
| 37,300 | 7,430 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,157 | 0,026 | 238,858 | 37,009 | 17,931 | 0,276 | 0,899 | 0,238 | 2667,54 |
| 36,968 | 2,367 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,116 | 0,013 | 235,351 | 36,564 | 19,041 | 0,279 | 0,939 | 0,358 | 2432,53 |
| 37,133 | 3,833 | 60,000 | 4,444 | 0,099 | 0,109 | 0,009 | 242,268 | 36,627 | 17,969 | 0,280 | 1,867 | 0,237 | 2388,04 |
| 37,370 | 5,180 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,112 | 0,009 | 239,017 | 36,996 | 18,606 | 0,280 | 0,931 | 0,588 | 2744,22 |
| 37,152 | 2,652 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,108 | 0,010 | 239,948 | 36,874 | 17,887 | 0,281 | 0,975 | 0,457 | 2782,93 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 37.360 | 5,320 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,113 | 0,010 | 238,825 | 36,975 | 18,811 | 0,283 | 0,556 | 0,640 | 2639,81 |
| 37.360 | 5,320 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,113 | 0,010 | 238,825 | 36,975 | 18,811 | 0,283 | 0,556 | 0,640 | 2639,81 |
| 37.360 | 5,320 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,113 | 0,010 | 238,825 | 36,975 | 18,811 | 0,283 | 0,556 | 0,640 | 2639,81 |
| 37.017 | 2,452 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,114 | 0,016 | 235,976 | 36,564 | 19,166 | 0,285 | 0,715 | 0,411 | 2696,93 |
| 37.035 | 2,284 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,107 | 0,010 | 240,730 | 36,859 | 17,518 | 0,285 | 0,975 | 0,429 | 2755,63 |
| 37.035 | 2,284 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,113 | 0,009 | 233,527 | 36,859 | 17,518 | 0,285 | 0,975 | 0,429 | 2755,63 |
| 37.283 | 5,983 | 60,000 | 5,750 | 0,057 | 0,111 | 0,009 | 241,051 | 36,665 | 18,325 | 0,288 | 0,642 | 0,418 | 2671,41 |
| 37.220 | 4,950 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,108 | 0,011 | 239,908 | 36,823 | 17,409 | 0,299 | 0,716 | 0,364 | 2719,68 |
| 37.052 | 2,552 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,115 | 0,013 | 236,244 | 36,583 | 19,041 | 0,305 | 0,451 | 0,416 | 2782,09 |
| 37.052 | 2,552 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,115 | 0,013 | 236,244 | 36,583 | 19,041 | 0,305 | 0,451 | 0,416 | 2782,09 |
| 37.052 | 2,552 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,115 | 0,013 | 236,244 | 36,583 | 19,041 | 0,305 | 0,451 | 0,416 | 2782,09 |
| 37.002 | 2,051 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,103 | 0,035 | 237,909 | 36,842 | 17,356 | 0,306 | 1,442 | 0,423 | 2770,82 |
| 37.002 | 2,051 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,107 | 0,009 | 240,936 | 36,842 | 17,356 | 0,306 | 1,442 | 0,423 | 2770,82 |
| 37.150 | 3,667 | 60,000 | 4,444 | 0,082 | 0,111 | 0,008 | 242,363 | 36,712 | 17,580 | 0,322 | 1,663 | 0,277 | 2460,59 |
| 37.533 | 4,267 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,109 | 0,028 | 235,889 | 36,979 | 19,215 | 0,326 | 1,495 | 0,637 | 2762,35 |
| 37.240 | 3,290 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,166 | 0,038 | 246,038 | 36,842 | 17,705 | 0,333 | 0,542 | 0,449 | 2771,45 |
| 36.969 | 2,352 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,113 | 0,013 | 236,804 | 36,575 | 18,786 | 0,348 | 1,003 | 0,359 | 2451,13 |
| 37.168 | 3,017 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,106 | 0,017 | 230,583 | 36,829 | 20,135 | 0,356 | 1,554 | 0,383 | 2736,21 |
| 37.168 | 3,017 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,106 | 0,017 | 230,583 | 36,829 | 20,135 | 0,356 | 1,554 | 0,383 | 2736,21 |
| 36.783 | 1,883 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,115 | 0,009 | 241,399 | 36,919 | 17,580 | 0,361 | 0,902 | 0,221 | 2255,64 |
| 37.110 | 2,470 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,120 | 0,013 | 244,924 | 36,648 | 17,397 | 0,397 | 0,512 | 0,504 | 2783,83 |
| 37.360 | 5,320 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,113 | 0,010 | 238,825 | 36,869 | 19,364 | 0,399 | 0,632 | 0,640 | 2639,81 |
| 37.200 | 5,340 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,116 | 0,012 | 245,562 | 36,901 | 16,384 | 0,406 | 0,944 | 0,517 | 2664,86 |
| 36.967 | 1,967 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,114 | 0,011 | 231,959 | 36,511 | 16,436 | 0,422 | 1,210 | 0,398 | 2719,62 |
| 37.320 | 5,400 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,114 | 0,012 | 245,071 | 36,784 | 19,625 | 0,442 | 0,462 | 0,605 | 2719,47 |
| 37.330 | 5,250 | 60,000 | 4,444 | 0,058 | 0,124 | 0,011 | 242,559 | 36,687 | 19,870 | 0,449 | 0,679 | 0,581 | 2691,29 |
| 37.200 | 2,769 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,105 | 0,030 | 234,454 | 36,607 | 16,974 | 0,465 | 1,553 | 0,460 | 2782,67 |
| 37.200 | 2,769 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,107 | 0,008 | 241,327 | 36,607 | 16,974 | 0,465 | 1,553 | 0,460 | 2782,67 |
| 37.267 | 7,767 | 60,000 | 4,444 | 0,043 | 0,107 | 0,022 | 244,788 | 36,976 | 16,958 | 0,468 | 0,892 | 0,311 | 2414,35 |
| 36.900 | 2,233 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,110 | 0,013 | 237,442 | 37,137 | 17,683 | 0,469 | 0,950 | 0,300 | 2209,06 |
| 37.567 | 7,883 | 60,000 | 4,444 | 0,077 | 0,121 | 0,012 | 244,652 | 36,801 | 17,317 | 0,483 | 0,629 | 0,630 | 2814,76 |
| 36.869 | 1,884 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,125 | 0,007 | 244,536 | 36,506 | 16,133 | 0,491 | 1,164 | 0,307 | 2289,81 |
| 37.150 | 3,117 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,113 | 0,011 | 242,288 | 37,211 | 18,418 | 0,498 | 1,563 | 0,363 | 2669,64 |
| 37.260 | 3,966 | 60,000 | 8,000 | 0,079 | 0,159 | 0,011 | 234,300 | 36,823 | 18,679 | 0,499 | 0,721 | 0,364 | 2616,51 |
| 37.350 | 5,467 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,107 | 0,012 | 238,970 | 36,755 | 18,639 | 0,500 | 0,607 | 0,607 | 2740,02 |
| 36.984 | 2,233 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,115 | 0,012 | 236,605 | 36,689 | 18,906 | 0,519 | 0,628 | 0,384 | 2703,12 |
| 36.984 | 2,233 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,115 | 0,012 | 236,605 | 36,689 | 18,906 | 0,519 | 0,628 | 0,384 | 2703,12 |
| 37.086 | 2,452 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,111 | 0,014 | 239,902 | 36,864 | 18,135 | 0,524 | 0,481 | 0,480 | 2779,45 |
| 37.100 | 3,333 | 60,000 | 4,444 | 0,042 | 0,098 | 0,009 | 240,893 | 37,031 | 18,997 | 0,555 | 1,775 | 0,308 | 2473,72 |
| 37.138 | 2,923 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,115 | 0,016 | 231,550 | 36,736 | 17,447 | 0,589 | 1,038 | 0,357 | 2730,97 |
| 37.068 | 2,483 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,111 | 0,021 | 238,168 | 36,752 | 18,644 | 0,667 | 0,501 | 0,463 | 2776,91 |
| 37.068 | 2,483 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,111 | 0,021 | 238,168 | 36,752 | 18,644 | 0,667 | 0,501 | 0,463 | 2776,91 |
| 37.001 | 2,218 | 60,000 | 4,444 | 0,044 | 0,111 | 0,018 | 238,853 | 36,763 | 18,457 | 0,697 | 0,990 | 0,402 | 2775,86 |
| 37.001 | 2,218 | 60,000 | 3,000 | 0,030 | 0,111 | 0,018 | 238,853 | 36,763 | 18,457 | 0,697 | 0,990 | 0,402 | 2775,86 |
| 36.791 | 1,934 | 60,000 | 4,444 | 0,082 | 0,101 | 0,007 | 240,229 | 36,698 | 17,602 | 0,722 | 1,054 | 0,225 | 2114,61 |
| 37.117 | 3,600 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,179 | 0,025 | 240,094 | 36,607 | 18,064 | 0,025 | 1,101 | 0,271 | 2361,82 |
| 37.417 | 4,567 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,098 | 0,082 | 236,228 | 36,828 | 19,801 | 0,034 | 0,980 | 0,520 | 2786,40 |
| 37.100 | 3,583 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,189 | 0,021 | 237,042 | 36,614 | 18,916 | 0,047 | 0,294 | 0,261 | 2402,90 |
| 37.583 | 7,167 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,099 | 0,011 | 240,595 | 36,808 | 18,335 | 0,054 | 0,472 | 0,492 | 2850,86 |
| 36.900 | 2,700 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,158 | 0,019 | 236,853 | 36,589 | 18,932 | 0,062 | 0,753 | 0,212 | 806,06 |
| 37.317 | 6,783 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,120 | 0,016 | 231,623 | 36,992 | 19,948 | 0,075 | 0,931 | 0,353 | 2693,25 |
| 37.567 | 5,000 | 61,000 | 4,656 | 0,045 | 0,112 | 0,013 | 239,045 | 36,894 | 18,015 | 0,075 | 0,583 | 0,711 | 2805,33 |
| 37.467 | 8,450 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,108 | 0,010 | 242,062 | 36,763 | 17,312 | 0,080 | 1,405 | 0,536 | 1885,81 |
| 37.467 | 8,450 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,108 | 0,010 | 242,062 | 36,763 | 17,312 | 0,080 | 1,405 | 0,536 | 1885,81 |
| 37.293 | 2,710 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,123 | 0,014 | 243,290 | 36,787 | 17,877 | 0,086 | 0,979 | 0,568 | 2771,42 |
| 37.683 | 8,233 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,095 | 0,009 | 241,397 | 36,720 | 17,922 | 0,087 | 1,018 | 0,765 | 2699,33 |
| 37.683 | 8,233 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,095 | 0,009 | 241,397 | 36,720 | 17,922 | 0,087 | 1,018 | 0,765 | 2699,33 |
| 37.083 | 3,667 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,143 | 0,032 | 240,162 | 36,542 | 18,039 | 0,093 | 0,547 | 0,215 | 2371,55 |
| 37.267 | 7,703 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,169 | 0,023 | 239,535 | 36,797 | 18,195 | 0,094 | 0,513 | 0,284 | 2449,52 |
| 37.667 | 8,000 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,098 | 0,033 | 247,914 | 37,497 | 16,205 | 0,097 | 0,345 | 0,767 | 2772,03 |
| 37.583 | 7,517 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,124 | 0,012 | 235,338 | 36,848 | 19,372 | 0,098 | 1,041 | 0,531 | 2842,49 |
| 37.067 | 2,533 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,112 | 0,011 | 237,132 | 36,617 | 18,585 | 0,099 | 0,749 | 0,438 | 2780,68 |
| 37.036 | 2,785 | 61,000 | 4,250 | 0,042 | 0,128 | 0,018 | 234,561 | 36,634 | 19,208 | 0,103 | 1,399 | 0,300 | 2742,85 |
| 37.140 | 7,200 | 61,000 | 4,656 | 0,061 | 0,228 | 0,041 | 238,939 | 37,011 | 18,444 | 0,104 | 1,404 | 0,048 | 881,34 |
| 36.983 | 2,700 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,158 | 0,019 | 236,853 | 36,577 | 18,882 | 0,105 | 0,787 | 0,285 | 2244,82 |
| 37.367 | 7,433 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,138 | 0,026 | 241,785 | 37,158 | 17,194 | 0,116 | 2,208 | 0,304 | 2737,63 |
| 37.167 | 2,683 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,117 | 0,010 | 235,319 | 36,566 | 19,042 | 0,117 | 0,629 | 0,458 | 2783,01 |
| 37.250 | 6,517 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,192 | 0,032 | 246,343 | 36,559 | 17,525 | 0,124 | 0,872 | 0,167 | 2657,30 |
| 37.419 | 7,149 | 61,000 | 4,656 | 0,045 | 0,098 | 0,006 | 245,257 | 37,017 | 16,702 | 0,125 | 1,304 | 0,331 | 2826,00 |
| 37.585 | 6,818 | 61,000 | 4,656 | 0,044 | 0,136 | 0,012 | 241,419 | 36,955 | 18,910 | 0,135 | 1,667 | 0,600 | 2839,24 |
| 37.567 | 6,917 | 61,000 | 4,656 | 0,045 | 0,101 | 0,009 | 247,808 | 36,984 | 16,068 | 0,141 | 1,093 | 0,555 | 2836,48 |
| 36.967 | 2,683 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,153 | 0,018 | 238,395 | 36,703 | 18,614 | 0,141 | 1,051 | 0,278 | 1860,06 |
| 37.017 | 2,833 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,162 | 0,020 | 235,990 | 36,604 | 18,970 | 0,143 | 1,103 | 0,266 | 2735,23 |
| 37.633 | 4,333 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,100 | 0,047 | 238,880 | 36,718 | 18,522 | 0,148 | 1,743 | 0,737 | 2793,98 |
| 37.169 | 2,469 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,102 | 0,009 | 230,404 | 36,862 | 20,227 | 0,161 | 0,892 | 0,558 | 2795,49 |
| 37.169 | 2,469 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,102 | 0,009 | 230,404 | 36,862 | 20,227 | 0,161 | 0,892 | 0,558 | 2795,49 |
| 37.700 | 4,167 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,086 | 0,092 | 230,286 | 36,711 | 20,927 | 0,162 | 1,557 | 0,804 | 2766,35 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 37.583 | 8,417 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,094 | 0,011 | 241,031 | 36,738 | 17,312 | 0,162 | 1,390 | 0,655 | 2527,81 |
| 37.187 | 3,156 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,104 | 0,009 | 242,119 | 36,707 | 17,511 | 0,184 | 1,531 | 0,399 | 2754,26 |
| 37.033 | 3,350 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,181 | 0,022 | 239,794 | 36,561 | 18,277 | 0,191 | 2,027 | 0,241 | 2329,85 |
| 37.283 | 3,267 | 61,000 | 4,656 | 0,044 | 0,105 | 0,008 | 232,347 | 37,229 | 18,858 | 0,192 | 1,066 | 0,493 | 2773,81 |
| 37.360 | 6,310 | 61,000 | 4,656 | 0,061 | 0,116 | 0,019 | 247,699 | 36,893 | 19,675 | 0,193 | 0,511 | 0,309 | 2738,74 |
| 37.318 | 2,855 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,100 | 0,009 | 241,568 | 36,727 | 17,336 | 0,198 | 1,314 | 0,546 | 2779,44 |
| 37.200 | 4,000 | 61,000 | 4,656 | 0,080 | 0,145 | 0,019 | 238,950 | 36,495 | 18,155 | 0,201 | 1,475 | 0,304 | 2558,17 |
| 37.467 | 7,250 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,106 | 0,009 | 245,876 | 37,246 | 16,624 | 0,201 | 2,027 | 0,377 | 2812,52 |
| 37.290 | 6,520 | 61,000 | 4,656 | 0,061 | 0,189 | 0,026 | 237,101 | 36,923 | 19,810 | 0,204 | 0,469 | 0,207 | 2705,48 |
| 37.167 | 3,833 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,121 | 0,010 | 233,704 | 36,586 | 19,375 | 0,204 | 1,461 | 0,270 | 2431,46 |
| 37.167 | 2,550 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,107 | 0,008 | 233,787 | 36,890 | 19,415 | 0,210 | 1,700 | 0,518 | 2782,85 |
| 37.200 | 3,550 | 61,000 | 4,656 | 0,044 | 0,103 | 0,009 | 246,455 | 36,894 | 17,290 | 0,216 | 0,740 | 0,366 | 2642,10 |
| 37.298 | 3,491 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,148 | 0,009 | 235,031 | 36,765 | 19,669 | 0,218 | 2,052 | 0,479 | 2760,09 |
| 37.333 | 7,200 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,160 | 0,020 | 239,133 | 37,003 | 18,899 | 0,225 | 0,470 | 0,241 | 2731,64 |
| 37.350 | 3,868 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,140 | 0,014 | 244,256 | 36,692 | 18,012 | 0,228 | 0,685 | 0,454 | 2669,21 |
| 37.467 | 7,433 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,122 | 0,017 | 234,523 | 36,916 | 19,765 | 0,231 | 0,364 | 0,403 | 2799,68 |
| 37.278 | 5,909 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,141 | 0,015 | 246,403 | 37,154 | 16,520 | 0,235 | 0,396 | 0,436 | 2674,68 |
| 37.450 | 8,267 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,096 | 0,015 | 241,137 | 37,219 | 17,668 | 0,235 | 0,435 | 0,530 | 2630,05 |
| 37.184 | 2,901 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,112 | 0,019 | 232,787 | 36,666 | 19,043 | 0,236 | 1,435 | 0,406 | 2746,98 |
| 37.370 | 6,120 | 61,000 | 4,656 | 0,061 | 0,125 | 0,013 | 238,687 | 36,788 | 19,895 | 0,239 | 0,659 | 0,385 | 2761,41 |
| 37.311 | 4,710 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,168 | 0,018 | 241,727 | 36,603 | 16,829 | 0,241 | 0,989 | 0,415 | 2770,38 |
| 37.280 | 6,180 | 61,000 | 4,656 | 0,061 | 0,176 | 0,027 | 240,087 | 36,937 | 19,170 | 0,250 | 0,432 | 0,277 | 2627,57 |
| 37.233 | 3,500 | 61,000 | 4,656 | 0,080 | 0,133 | 0,013 | 246,829 | 36,890 | 16,033 | 0,257 | 0,760 | 0,416 | 2677,02 |
| 37.233 | 3,500 | 61,000 | 4,656 | 0,080 | 0,133 | 0,013 | 246,829 | 36,890 | 16,033 | 0,257 | 0,760 | 0,416 | 2677,02 |
| 37.350 | 6,083 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,110 | 0,009 | 235,330 | 36,656 | 19,172 | 0,270 | 1,179 | 0,390 | 2772,65 |
| 37.350 | 6,083 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,110 | 0,009 | 235,330 | 36,656 | 19,172 | 0,270 | 1,179 | 0,390 | 2772,65 |
| 37.034 | 2,551 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,114 | 0,011 | 234,286 | 36,585 | 19,187 | 0,274 | 1,403 | 0,401 | 2672,21 |
| 36.968 | 2,367 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,116 | 0,013 | 235,351 | 36,564 | 19,041 | 0,279 | 0,939 | 0,358 | 2432,53 |
| 36.968 | 2,367 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,116 | 0,013 | 235,351 | 36,564 | 19,041 | 0,279 | 0,939 | 0,358 | 2432,53 |
| 36.802 | 2,213 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,103 | 0,008 | 240,454 | 36,658 | 17,815 | 0,282 | 1,763 | 0,205 | 2033,49 |
| 37.017 | 2,452 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,114 | 0,016 | 235,976 | 36,564 | 19,166 | 0,285 | 0,715 | 0,411 | 2696,93 |
| 37.035 | 2,284 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,107 | 0,010 | 240,730 | 36,859 | 17,518 | 0,285 | 0,975 | 0,429 | 2755,63 |
| 37.320 | 6,020 | 61,000 | 5,750 | 0,076 | 0,127 | 0,015 | 244,296 | 37,005 | 18,496 | 0,292 | 0,541 | 0,412 | 2738,40 |
| 37.250 | 6,167 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,178 | 0,028 | 239,360 | 36,853 | 18,819 | 0,293 | 1,364 | 0,260 | 2563,09 |
| 37.358 | 7,677 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,129 | 0,016 | 243,428 | 37,036 | 17,014 | 0,293 | 1,514 | 0,361 | 2689,73 |
| 37.200 | 3,367 | 61,000 | 4,656 | 0,044 | 0,105 | 0,008 | 232,723 | 36,928 | 17,717 | 0,296 | 0,722 | 0,408 | 2707,09 |
| 37.340 | 5,050 | 61,000 | 4,656 | 0,061 | 0,135 | 0,011 | 241,505 | 36,907 | 18,595 | 0,301 | 2,134 | 0,508 | 2740,54 |
| 37.383 | 4,933 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,089 | 0,010 | 241,661 | 36,595 | 17,505 | 0,302 | 1,291 | 0,516 | 2772,10 |
| 37.002 | 2,051 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,107 | 0,009 | 240,936 | 36,842 | 17,356 | 0,306 | 1,442 | 0,423 | 2770,82 |
| 37.300 | 4,083 | 61,000 | 4,656 | 0,111 | 0,139 | 0,012 | 241,045 | 36,605 | 17,777 | 0,310 | 1,444 | 0,404 | 2689,59 |
| 37.483 | 7,283 | 61,000 | 4,656 | 0,029 | 0,106 | \ | 240,697 | 37,189 | 17,387 | 0,322 | 2,440 | 0,398 | 2818,44 |
| 36.883 | 2,583 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,088 | 0,006 | 239,521 | 36,625 | 17,404 | 0,343 | 1,862 | 0,253 | 937,02 |
| 37.750 | 6,067 | 61,000 | 4,656 | 0,045 | 0,125 | 0,012 | 242,394 | 36,891 | 17,531 | 0,344 | 0,384 | 0,751 | 2840,45 |
| 36.600 | 0,767 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,135 | 0,009 | 234,047 | 36,679 | 19,311 | 0,345 | 0,847 | 0,230 | 2118,37 |
| 37.272 | 3,447 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,120 | 0,010 | 242,173 | 36,835 | 17,653 | 0,351 | 1,622 | 0,471 | 2739,04 |
| 37.383 | 7,733 | 61,000 | 4,656 | 0,080 | 0,121 | 0,012 | 245,345 | 36,732 | 17,263 | 0,373 | 0,709 | 0,404 | 2708,71 |
| 37.483 | 7,700 | 61,000 | 4,656 | 0,080 | 0,116 | 0,014 | 246,765 | 36,790 | 16,336 | 0,377 | 0,708 | 0,488 | 2780,54 |
| 37.133 | 4,833 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,098 | 0,007 | 240,814 | 36,618 | 17,568 | 0,383 | 1,975 | 0,249 | 2461,28 |
| 36.974 | 2,502 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,100 | 0,007 | 240,542 | 36,730 | 17,579 | 0,404 | 1,240 | 0,370 | 2484,01 |
| 36.974 | 2,502 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,100 | 0,007 | 240,542 | 36,730 | 17,579 | 0,404 | 1,240 | 0,370 | 2484,01 |
| 36.783 | 2,317 | 61,000 | 4,656 | 0,086 | 0,098 | 0,011 | 238,309 | 36,620 | 17,798 | 0,406 | 0,406 | 0,175 | 1544,05 |
| 37.185 | 3,252 | 61,000 | 4,000 | 0,040 | 0,121 | 0,013 | 234,726 | 36,746 | 19,499 | 0,409 | 1,638 | 0,395 | 2743,08 |
| 37.340 | 5,500 | 61,000 | 5,750 | 0,076 | 0,115 | 0,012 | 243,388 | 36,785 | 20,013 | 0,411 | 0,665 | 0,586 | 2739,24 |
| 37.270 | 3,470 | 61,000 | 4,656 | 0,061 | 0,146 | 0,011 | 244,974 | 36,728 | 18,126 | 0,412 | 0,893 | 0,461 | 2731,58 |
| 37.083 | 4,850 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,136 | 0,016 | 240,966 | 36,603 | 17,701 | 0,433 | 1,601 | 0,205 | 2269,38 |
| 37.283 | 7,800 | 61,000 | 4,656 | 0,045 | 0,102 | 0,014 | 244,754 | 37,056 | 16,714 | 0,443 | 1,342 | 0,343 | 2341,17 |
| 37.220 | 5,460 | 61,000 | 6,000 | 0,079 | 0,117 | 0,010 | 237,248 | 36,881 | 16,589 | 0,445 | 1,756 | 0,490 | 2680,32 |
| 37.233 | 3,550 | 61,000 | 4,656 | 0,080 | 0,110 | 0,011 | 246,113 | 36,787 | 16,512 | 0,486 | 0,893 | 0,397 | 2635,69 |
| 37.317 | 6,517 | 61,000 | 4,656 | 0,080 | 0,196 | 0,031 | 245,245 | 36,876 | 17,385 | 0,490 | 0,700 | 0,233 | 2744,98 |
| 37.267 | 6,667 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,132 | 0,014 | 241,374 | 36,819 | 17,806 | 0,492 | 1,345 | 0,255 | 2549,48 |
| 37.250 | 6,350 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,146 | 0,025 | 241,439 | 36,779 | 17,752 | 0,505 | 1,974 | 0,192 | 2647,61 |
| 36.984 | 2,233 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,115 | 0,012 | 236,605 | 36,689 | 18,906 | 0,519 | 0,628 | 0,384 | 2703,12 |
| 37.250 | 6,317 | 61,000 | 4,656 | 0,103 | 0,179 | 0,022 | 243,318 | 36,747 | 17,722 | 0,530 | 1,964 | 0,201 | 2614,67 |
| 37.567 | 6,000 | 61,000 | 4,656 | 0,045 | 0,130 | 0,013 | 240,884 | 36,837 | 17,637 | 0,565 | 1,077 | 0,615 | 2807,52 |
| 36.969 | 2,086 | 61,000 | 4,656 | 0,046 | 0,111 | 0,012 | 240,254 | 36,865 | 17,872 | 0,609 | 0,577 | 0,386 | 2659,17 |
| 37.367 | 6,767 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,111 | 0,012 | 241,472 | 36,877 | 17,100 | 0,027 | 1,273 | 0,396 | 2760,71 |
| 37.067 | 2,483 | 62,000 | 4,874 | 0,047 | 0,109 | 0,010 | 246,269 | 36,608 | 16,522 | 0,036 | 0,859 | 0,461 | 2776,91 |
| 37.283 | 7,950 | 62,000 | 4,874 | 0,084 | 0,161 | 0,014 | 244,345 | 36,730 | 17,504 | 0,050 | 0,765 | 0,405 | 1852,90 |
| 37.300 | 7,967 | 62,000 | 4,874 | 0,084 | 0,161 | 0,014 | 244,345 | 36,730 | 17,504 | 0,050 | 0,765 | 0,417 | 2070,85 |
| 37.300 | 8,100 | 62,000 | 4,874 | 0,047 | 0,135 | 0,013 | 237,833 | 36,879 | 18,200 | 0,051 | 0,648 | 0,391 | 2091,81 |
| 37.906 | 1,211 | 62,000 | 4,874 | 0,028 | 0,087 | 0,029 | 212,760 | 36,849 | 23,714 | 0,055 | 1,007 | 0,789 | 2556,73 |
| 37.500 | 7,467 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,128 | 0,010 | 236,751 | 36,851 | 18,826 | 0,062 | 0,478 | 0,441 | 2785,74 |
| 36.967 | 2,633 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,158 | 0,019 | 236,853 | 36,568 | 18,873 | 0,064 | 0,775 | 0,302 | 1984,56 |
| 37.083 | 3,517 | 62,000 | 4,874 | 0,108 | 0,163 | 0,023 | 242,181 | 36,536 | 17,654 | 0,073 | 0,794 | 0,270 | 2459,14 |
| 37.417 | 7,950 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,110 | 0,020 | 234,806 | 36,939 | 19,432 | 0,074 | 1,068 | 0,534 | 2677,02 |
| 37.083 | 3,667 | 62,000 | 4,874 | 0,108 | 0,143 | 0,032 | 240,162 | 36,542 | 18,039 | 0,093 | 0,547 | 0,215 | 2371,55 |
| 37.350 | 7,483 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,180 | 0,027 | 231,852 | 37,084 | 20,363 | 0,097 | 1,486 | 0,295 | 2732,84 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 37.350 | 8,100 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,113 | 0,014 | 240,930 | 37,219 | 17,806 | 0,100 | 0,300 | 0,440 | 2509,03 |
| 37.050 | 3,067 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,174 | 0,027 | 238,102 | 36,785 | 19,327 | 0,106 | 0,622 | 0,264 | 2626,16 |
| 37.050 | 3,067 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,174 | 0,027 | 238,102 | 36,785 | 19,327 | 0,106 | 0,622 | 0,264 | 2626,16 |
| 37.450 | 7,983 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,097 | 0,023 | 240,271 | 37,218 | 17,936 | 0,111 | 1,301 | 0,558 | 2739,34 |
| 37.268 | 5,219 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,118 | 0,009 | 235,317 | 36,970 | 18,956 | 0,120 | 1,187 | 0,512 | 2683,76 |
| 37.535 | 7,152 | 62,000 | 4,874 | 0,046 | 0,096 | 0,016 | 236,589 | 37,030 | 17,761 | 0,125 | 0,431 | 0,445 | 2866,26 |
| 37.210 | 5,370 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,107 | 0,008 | 247,428 | 36,864 | 17,904 | 0,127 | 0,975 | 0,515 | 2682,58 |
| 37.250 | 7,700 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,148 | 0,023 | 230,167 | 37,107 | 20,255 | 0,130 | 1,933 | 0,267 | 2378,80 |
| 37.067 | 3,550 | 62,000 | 4,874 | 0,108 | 0,175 | 0,031 | 239,595 | 36,530 | 18,303 | 0,131 | 0,664 | 0,242 | 2382,34 |
| 37.220 | 4,330 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,116 | 0,011 | 239,050 | 36,718 | 18,605 | 0,134 | 1,864 | 0,324 | 2732,08 |
| 37.017 | 2,833 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,162 | 0,020 | 235,990 | 36,604 | 18,970 | 0,143 | 1,103 | 0,266 | 2735,23 |
| 37.567 | 6,133 | 62,000 | 4,874 | 0,046 | 0,100 | 0,010 | 245,419 | 36,994 | 19,314 | 0,145 | 0,912 | 0,556 | 2801,50 |
| 37.220 | 5,120 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,129 | 0,012 | 244,702 | 36,811 | 17,287 | 0,150 | 1,146 | 0,426 | 2660,66 |
| 37.354 | 4,220 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,154 | 0,012 | 233,336 | 36,904 | 19,860 | 0,152 | 1,388 | 0,458 | 2733,19 |
| 37.150 | 3,533 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,127 | 0,010 | 232,603 | 36,615 | 19,256 | 0,158 | 0,476 | 0,326 | 2603,50 |
| 37.551 | 5,953 | 62,000 | 4,874 | 0,046 | 0,101 | 0,010 | 237,044 | 36,956 | 19,142 | 0,163 | 0,540 | 0,629 | 2805,57 |
| 37.392 | 5,540 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,109 | 0,010 | 235,078 | 37,052 | 19,215 | 0,164 | 0,594 | 0,620 | 2757,76 |
| 37.299 | 3,728 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,133 | 0,013 | 243,743 | 36,557 | 16,789 | 0,170 | 0,620 | 0,406 | 2667,56 |
| 37.283 | 7,767 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,163 | 0,021 | 238,516 | 37,060 | 19,413 | 0,170 | 0,410 | 0,325 | 2443,59 |
| 37.333 | 6,633 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,109 | 0,011 | 240,024 | 36,870 | 17,591 | 0,170 | 1,479 | 0,288 | 2772,11 |
| 36.900 | 2,650 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,117 | 0,013 | 245,132 | 36,683 | 16,547 | 0,184 | 1,626 | 0,236 | 805,86 |
| 37.385 | 3,950 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,118 | 0,006 | 230,428 | 36,820 | 18,983 | 0,187 | 0,524 | 0,489 | 2684,23 |
| 37.272 | 5,823 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,131 | 0,009 | 231,425 | 37,023 | 19,742 | 0,193 | 1,400 | 0,446 | 2703,46 |
| 37.433 | 6,283 | 62,000 | 4,874 | 0,047 | 0,149 | 0,016 | 244,724 | 36,846 | 17,234 | 0,195 | 0,663 | 0,387 | 2774,29 |
| 37.250 | 5,380 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,115 | 0,012 | 243,388 | 36,862 | 17,726 | 0,197 | 0,807 | 0,548 | 2704,61 |
| 37.140 | 7,430 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,163 | 0,030 | 238,898 | 36,994 | 18,701 | 0,198 | 0,435 | 0,080 | 553,52 |
| 37.408 | 5,171 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,118 | 0,012 | 230,782 | 37,024 | 20,135 | 0,206 | 1,040 | 0,618 | 2771,46 |
| 37.220 | 5,300 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,125 | 0,010 | 236,466 | 36,877 | 18,397 | 0,207 | 0,888 | 0,512 | 2644,61 |
| 37.368 | 4,785 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,105 | 0,007 | 230,588 | 37,100 | 19,995 | 0,208 | 2,542 | 0,472 | 2788,11 |
| 37.167 | 3,417 | 62,000 | 4,874 | 0,046 | 0,121 | 0,009 | 232,994 | 36,869 | 17,763 | 0,209 | 1,363 | 0,373 | 2580,10 |
| 37.260 | 6,150 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,129 | 0,028 | 246,481 | 36,887 | 19,424 | 0,214 | 0,456 | 0,278 | 2548,68 |
| 37.280 | 6,590 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,167 | 0,027 | 239,222 | 36,974 | 19,316 | 0,215 | 0,392 | 0,220 | 2707,08 |
| 37.167 | 4,330 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,107 | 0,008 | 240,297 | 36,619 | 19,535 | 0,217 | 1,338 | 0,271 | 2634,63 |
| 37.130 | 3,750 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,132 | 0,010 | 232,034 | 36,619 | 20,206 | 0,217 | 0,562 | 0,236 | 2407,07 |
| 37.238 | 6,973 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,122 | 0,010 | 237,329 | 36,955 | 17,499 | 0,223 | 1,272 | 0,273 | 2463,70 |
| 37.325 | 3,452 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,122 | 0,008 | 231,704 | 36,752 | 19,575 | 0,227 | 2,046 | 0,518 | 2790,98 |
| 37.250 | 5,020 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,130 | 0,010 | 237,276 | 36,742 | 19,486 | 0,230 | 0,467 | 0,413 | 2674,00 |
| 37.433 | 3,567 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,110 | 0,011 | 229,760 | 36,943 | 20,089 | 0,233 | 1,070 | 0,577 | 2793,87 |
| 37.184 | 2,901 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,112 | 0,019 | 232,787 | 36,666 | 19,043 | 0,236 | 1,435 | 0,406 | 2746,98 |
| 37.000 | 2,850 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,152 | 0,017 | 239,059 | 36,790 | 18,476 | 0,238 | 2,064 | 0,244 | 2731,81 |
| 37.000 | 2,850 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,152 | 0,017 | 239,059 | 36,790 | 18,476 | 0,238 | 2,064 | 0,244 | 2731,81 |
| 37.200 | 6,350 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,193 | 0,025 | 236,874 | 37,010 | 16,475 | 0,240 | 1,266 | 0,144 | 2536,27 |
| 37.350 | 7,017 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,136 | 0,015 | 245,921 | 37,293 | 16,205 | 0,244 | 0,561 | 0,319 | 2731,58 |
| 37.350 | 7,017 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,136 | 0,015 | 245,921 | 37,293 | 16,205 | 0,244 | 0,561 | 0,319 | 2731,58 |
| 37.379 | 4,069 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,161 | 0,012 | 235,684 | 36,836 | 19,919 | 0,246 | 1,498 | 0,483 | 2721,94 |
| 37.250 | 5,530 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,108 | 0,011 | 246,545 | 36,855 | 17,754 | 0,248 | 0,804 | 0,491 | 2700,14 |
| 37.231 | 2,951 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,101 | 0,013 | 230,036 | 36,590 | 16,124 | 0,249 | 1,153 | 0,447 | 2755,47 |
| 37.417 | 5,517 | 62,000 | 4,874 | 0,084 | 0,115 | 0,018 | 237,188 | 36,731 | 18,531 | 0,253 | 1,495 | 0,651 | 2761,79 |
| 37.600 | 6,600 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,111 | 0,027 | 231,929 | 36,932 | 19,555 | 0,254 | 1,428 | 0,527 | 2836,26 |
| 37.305 | 7,833 | 62,000 | 4,874 | 0,090 | 0,160 | 0,023 | 240,479 | 36,848 | 17,975 | 0,256 | 0,672 | 0,379 | 2346,48 |
| 37.250 | 6,060 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,110 | 0,012 | 246,936 | 37,063 | 18,174 | 0,256 | 0,909 | 0,337 | 2680,48 |
| 37.233 | 3,500 | 62,000 | 4,874 | 0,084 | 0,133 | 0,013 | 246,829 | 36,890 | 16,033 | 0,257 | 0,760 | 0,416 | 2677,02 |
| 37.201 | 2,935 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,115 | 0,016 | 231,550 | 36,619 | 19,584 | 0,266 | 1,058 | 0,418 | 2752,45 |
| 37.300 | 7,220 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,144 | 0,018 | 239,010 | 37,060 | 19,105 | 0,275 | 0,334 | 0,208 | 2659,91 |
| 37.320 | 7,410 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,172 | 0,030 | 238,861 | 37,009 | 17,931 | 0,276 | 0,899 | 0,255 | 2691,86 |
| 37.290 | 7,340 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,167 | 0,024 | 238,818 | 37,121 | 19,397 | 0,279 | 0,547 | 0,215 | 2292,81 |
| 36.968 | 2,367 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,116 | 0,013 | 235,351 | 36,564 | 19,041 | 0,279 | 0,939 | 0,358 | 2432,53 |
| 37.370 | 5,180 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,118 | 0,011 | 238,160 | 36,996 | 18,606 | 0,280 | 0,931 | 0,588 | 2744,22 |
| 37.152 | 2,652 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,108 | 0,010 | 239,948 | 36,874 | 17,887 | 0,281 | 0,975 | 0,457 | 2782,93 |
| 37.250 | 5,210 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,117 | 0,012 | 245,128 | 36,879 | 18,384 | 0,282 | 0,901 | 0,491 | 2670,78 |
| 37.250 | 6,110 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,144 | 0,014 | 242,642 | 37,015 | 18,460 | 0,282 | 0,814 | 0,298 | 2648,44 |
| 37.360 | 5,320 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,113 | 0,010 | 238,825 | 36,975 | 18,811 | 0,283 | 0,556 | 0,640 | 2639,81 |
| 37.450 | 3,567 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,102 | 0,008 | 230,065 | 36,956 | 20,391 | 0,285 | 0,895 | 0,593 | 2793,04 |
| 37.410 | 4,590 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,141 | 0,012 | 237,364 | 36,702 | 18,434 | 0,286 | 1,757 | 0,514 | 2780,67 |
| 37.190 | 5,580 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,107 | 0,011 | 246,820 | 36,870 | 18,841 | 0,287 | 0,480 | 0,417 | 2622,24 |
| 37.417 | 3,833 | 62,000 | 4,874 | 0,108 | 0,113 | 0,014 | 244,020 | 36,648 | 17,953 | 0,289 | 0,686 | 0,520 | 2716,85 |
| 37.200 | 3,550 | 62,000 | 4,874 | 0,116 | 0,121 | 0,010 | 235,418 | 36,615 | 19,228 | 0,295 | 0,753 | 0,366 | 2642,10 |
| 37.100 | 3,633 | 62,000 | 4,874 | 0,046 | 0,107 | 0,009 | 233,803 | 36,979 | 18,914 | 0,311 | 1,611 | 0,243 | 2313,98 |
| 37.083 | 3,917 | 62,000 | 4,874 | 0,108 | 0,140 | 0,026 | 241,467 | 36,627 | 17,369 | 0,311 | 2,065 | 0,187 | 2178,93 |
| 37.183 | 3,550 | 62,000 | 4,874 | 0,084 | 0,111 | 0,013 | 245,934 | 36,729 | 17,092 | 0,317 | 0,800 | 0,351 | 2633,20 |
| 37.240 | 5,350 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,125 | 0,010 | 236,466 | 36,823 | 18,890 | 0,319 | 0,505 | 0,550 | 2698,27 |
| 37.240 | 5,350 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,115 | 0,011 | 238,683 | 36,823 | 18,890 | 0,319 | 0,505 | 0,550 | 2698,27 |
| 37.130 | 3,357 | 62,000 | 4,874 | 0,090 | 0,111 | 0,013 | 243,033 | 36,737 | 17,799 | 0,321 | 0,742 | 0,338 | 2564,55 |
| 37.130 | 3,357 | 62,000 | 4,874 | 0,090 | 0,111 | 0,013 | 243,033 | 36,737 | 17,799 | 0,321 | 0,742 | 0,338 | 2564,55 |
| 37.410 | 5,240 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,113 | 0,012 | 238,308 | 36,918 | 19,389 | 0,321 | 0,671 | 0,649 | 2673,69 |
| 37.233 | 6,833 | 62,000 | 4,874 | 0,031 | 0,140 | 0,011 | 235,554 | 37,012 | 19,716 | 0,342 | 0,695 | 0,284 | 2337,15 |
| 37.750 | 6,067 | 62,000 | 4,874 | 0,047 | 0,125 | 0,012 | 242,394 | 36,891 | 17,531 | 0,344 | 0,384 | 0,751 | 2840,45 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 36,969 | 2,352 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,113 | 0,013 | 236,804 | 36,575 | 18,786 | 0,348 | 1,003 | 0,359 | 2451,13 |
| 37,230 | 5,260 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,123 | 0,010 | 237,304 | 36,730 | 19,549 | 0,353 | 0,432 | 0,498 | 2625,53 |
| 37,240 | 5,280 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,123 | 0,010 | 237,304 | 36,730 | 19,549 | 0,353 | 0,432 | 0,517 | 2661,70 |
| 37,320 | 5,060 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,124 | 0,011 | 238,203 | 36,719 | 19,266 | 0,355 | 0,712 | 0,493 | 2722,48 |
| 37,380 | 5,110 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,110 | 0,014 | 238,918 | 36,850 | 17,597 | 0,362 | 0,760 | 0,567 | 2751,13 |
| 37,633 | 7,617 | 62,000 | 4,874 | 0,046 | 0,093 | 0,029 | 239,279 | 37,062 | 17,994 | 0,366 | 0,496 | 0,603 | 2817,86 |
| 37,280 | 5,530 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,113 | 0,012 | 244,637 | 36,850 | 16,800 | 0,367 | 0,706 | 0,519 | 2710,19 |
| 37,340 | 5,350 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,115 | 0,011 | 238,683 | 36,767 | 19,794 | 0,384 | 0,616 | 0,639 | 2726,67 |
| 37,310 | 5,420 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,115 | 0,011 | 241,142 | 36,912 | 18,697 | 0,401 | 0,561 | 0,588 | 2719,53 |
| 37,200 | 2,717 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,100 | 0,009 | 230,645 | 36,625 | 19,265 | 0,403 | 1,483 | 0,478 | 2784,97 |
| 37,380 | 4,390 | 62,000 | 5,000 | 0,066 | | | | 36,692 | 18,945 | 0,407 | 0,545 | 0,484 | 2777,99 |
| 37,183 | 2,983 | 62,000 | 4,874 | 0,090 | 0,101 | 0,010 | 235,845 | 36,715 | 18,540 | 0,408 | 0,816 | 0,399 | 2750,18 |
| 37,330 | 5,210 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,125 | 0,010 | 236,466 | 36,739 | 19,291 | 0,415 | 0,666 | 0,564 | 2724,61 |
| 37,350 | 5,380 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,114 | 0,012 | 245,071 | 36,832 | 20,173 | 0,418 | 1,222 | 0,641 | 2735,13 |
| 37,150 | 2,230 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,121 | 0,013 | 245,234 | 36,658 | 17,396 | 0,420 | 0,510 | 0,549 | 2781,73 |
| 37,380 | 5,110 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,110 | 0,014 | 238,918 | 36,798 | 18,965 | 0,423 | 0,553 | 0,567 | 2751,13 |
| 37,320 | 4,500 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,158 | 0,013 | 243,619 | 36,644 | 19,394 | 0,423 | 0,537 | 0,424 | 2752,89 |
| 37,340 | 5,400 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,117 | 0,010 | 237,248 | 36,736 | 20,120 | 0,423 | 1,209 | 0,624 | 2732,45 |
| 37,263 | 4,264 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,149 | 0,011 | 235,010 | 36,615 | 16,477 | 0,436 | 1,285 | 0,367 | 2726,12 |
| 37,350 | 5,110 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,140 | 0,010 | 242,671 | 36,669 | 19,773 | 0,438 | 0,701 | 0,540 | 2731,32 |
| 37,195 | 4,187 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,168 | 0,033 | 234,786 | 36,838 | 19,032 | 0,448 | 0,882 | 0,299 | 2678,34 |
| 37,320 | 5,230 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,127 | 0,009 | 235,732 | 36,687 | 19,870 | 0,449 | 0,682 | 0,563 | 2715,82 |
| 37,294 | 7,342 | 62,000 | 4,874 | 0,090 | 0,124 | 0,017 | 243,169 | 36,991 | 17,156 | 0,457 | 1,228 | 0,219 | 2469,83 |
| 37,200 | 2,769 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,107 | 0,008 | 241,327 | 36,607 | 16,974 | 0,465 | 1,553 | 0,460 | 2782,67 |
| 37,300 | 7,333 | 62,000 | 4,874 | 0,084 | 0,149 | 0,021 | 244,239 | 36,837 | 17,437 | 0,477 | 0,816 | 0,224 | 2469,83 |
| 36,717 | 1,583 | 62,000 | 4,874 | 0,046 | 0,113 | 0,008 | 239,726 | 36,805 | 17,598 | 0,479 | 1,590 | 0,175 | 2507,75 |
| 37,283 | 6,417 | 62,000 | 4,874 | 0,084 | 0,191 | 0,030 | 244,593 | 36,906 | 17,402 | 0,479 | 0,897 | 0,209 | 2739,50 |
| 37,317 | 6,633 | 62,000 | 4,874 | 0,084 | 0,136 | 0,012 | 244,131 | 36,899 | 17,416 | 0,482 | 0,895 | 0,274 | 2750,07 |
| 37,451 | 5,583 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,106 | 0,012 | 239,187 | 36,779 | 18,862 | 0,515 | 0,532 | 0,667 | 2770,75 |
| 37,086 | 2,452 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,111 | 0,014 | 239,902 | 36,864 | 18,135 | 0,524 | 0,481 | 0,480 | 2779,45 |
| 37,264 | 4,630 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,110 | 0,010 | 237,180 | 36,809 | 18,960 | 0,540 | 0,483 | 0,368 | 2748,05 |
| 37,050 | 3,070 | 62,000 | 4,874 | 0,064 | 0,172 | 0,027 | 243,372 | 36,783 | 16,614 | 0,547 | 0,856 | 0,264 | 2626,16 |
| 37,733 | 5,917 | 62,000 | 4,874 | 0,047 | 0,122 | 0,012 | 240,960 | 36,833 | 17,583 | 0,553 | 1,057 | 0,801 | 2831,94 |
| 37,733 | 5,917 | 62,000 | 4,874 | 0,047 | 0,122 | 0,012 | 240,960 | 36,833 | 17,583 | 0,553 | 1,057 | 0,801 | 2831,94 |
| 37,017 | 2,800 | 62,000 | 4,874 | 0,108 | 0,125 | 0,014 | 232,214 | 36,603 | 19,587 | 0,555 | 1,159 | 0,277 | 2727,54 |
| 36,818 | 1,602 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,137 | 0,010 | 245,024 | 36,502 | 16,190 | 0,555 | 0,988 | 0,275 | 2679,15 |
| 37,218 | 4,118 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,118 | 0,006 | 230,428 | 36,689 | 17,586 | 0,555 | 2,070 | 0,322 | 2640,86 |
| 37,088 | 2,617 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,112 | 0,009 | 232,622 | 36,649 | 17,211 | 0,613 | 1,552 | 0,416 | 2778,20 |
| 36,968 | 2,209 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,111 | 0,018 | 239,597 | 36,644 | 18,293 | 0,624 | 0,613 | 0,371 | 2629,40 |
| 37,001 | 2,218 | 62,000 | 4,874 | 0,048 | 0,111 | 0,018 | 238,853 | 36,763 | 18,457 | 0,697 | 0,990 | 0,402 | 2775,86 |
| 37,320 | 4,320 | 62,500 | 4,700 | 0,062 | 0,151 | 0,011 | 242,493 | 36,703 | 18,529 | 0,211 | 1,471 | 0,424 | 2735,86 |
| 37,450 | 7,800 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,119 | 0,010 | 236,427 | 37,015 | 18,931 | 0,020 | 0,454 | 0,490 | 2814,57 |
| 37,717 | 6,083 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,109 | 0,009 | 232,778 | 37,039 | 19,527 | 0,044 | 0,730 | 0,714 | 2832,09 |
| 36,934 | 2,718 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,128 | 0,018 | 234,561 | 36,681 | 19,264 | 0,045 | 1,308 | 0,233 | 1324,62 |
| 37,533 | 7,500 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,124 | 0,011 | 237,723 | 36,915 | 18,228 | 0,049 | 0,808 | 0,479 | 2797,68 |
| 37,441 | 5,523 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,108 | 0,010 | 238,828 | 37,043 | 18,271 | 0,054 | 1,027 | 0,672 | 2765,13 |
| 37,717 | 6,100 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,108 | 0,009 | 233,314 | 37,080 | 19,269 | 0,057 | 1,714 | 0,708 | 2832,28 |
| 37,567 | 5,067 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,114 | 0,012 | 239,082 | 36,886 | 18,214 | 0,061 | 0,388 | 0,729 | 2801,99 |
| 37,133 | 6,817 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,127 | 0,010 | 240,010 | 36,745 | 17,940 | 0,062 | 1,317 | 0,182 | 1391,97 |
| 37,519 | 3,318 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,128 | 0,011 | 233,802 | 36,829 | 19,813 | 0,070 | 2,000 | 0,728 | 2786,22 |
| 37,214 | 6,099 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,181 | 0,011 | 236,812 | 37,109 | 19,315 | 0,073 | 0,718 | 0,284 | 2542,11 |
| 37,667 | 5,483 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,118 | 0,014 | 238,886 | 36,812 | 18,275 | 0,076 | 0,450 | 0,900 | 2824,88 |
| 37,367 | 7,967 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,132 | 0,021 | 235,790 | 36,966 | 19,654 | 0,081 | 0,645 | 0,482 | 2512,30 |
| 37,317 | 8,217 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,101 | 0,027 | 239,644 | 37,233 | 18,050 | 0,084 | 0,914 | 0,400 | 1901,94 |
| 37,373 | 3,518 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,115 | 0,009 | 230,620 | 36,575 | 16,856 | 0,100 | 0,584 | 0,539 | 2786,50 |
| 37,450 | 5,600 | 63,000 | 6,000 | 0,103 | 0,136 | 0,010 | 233,450 | 36,922 | 20,328 | 0,106 | 0,802 | 0,662 | 2771,77 |
| 37,800 | 6,333 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,120 | 0,009 | 233,982 | 36,957 | 19,585 | 0,115 | 0,849 | 0,731 | 2834,15 |
| 37,301 | 7,117 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,097 | 0,007 | 231,743 | 36,840 | 17,236 | 0,139 | 1,294 | 0,226 | 2684,16 |
| 37,353 | 6,768 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,128 | 0,014 | 238,732 | 37,028 | 17,970 | 0,139 | 1,718 | 0,384 | 2739,38 |
| 37,567 | 6,917 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,101 | 0,009 | 247,808 | 36,984 | 16,068 | 0,141 | 1,093 | 0,555 | 2836,48 |
| 37,000 | 2,283 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,105 | 0,009 | 235,425 | 36,926 | 17,857 | 0,143 | 0,996 | 0,394 | 2663,15 |
| 37,282 | 4,541 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,117 | 0,009 | 241,697 | 36,928 | 19,887 | 0,144 | 1,341 | 0,386 | 2741,78 |
| 37,617 | 8,217 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,094 | 0,032 | 236,733 | 37,071 | 18,674 | 0,155 | 0,985 | 0,700 | 2738,36 |
| 37,283 | 7,850 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,121 | 0,019 | 241,720 | 37,262 | 17,187 | 0,157 | 1,924 | 0,370 | 2143,17 |
| 37,533 | 4,267 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,109 | 0,028 | 235,889 | 36,777 | 19,028 | 0,159 | 1,599 | 0,637 | 2762,35 |
| 37,169 | 2,469 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,102 | 0,009 | 230,404 | 36,862 | 20,227 | 0,161 | 0,892 | 0,558 | 2795,49 |
| 37,350 | 6,983 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,143 | 0,012 | 243,719 | 37,250 | 16,555 | 0,162 | 1,303 | 0,339 | 2737,07 |
| 37,309 | 5,222 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,120 | 0,011 | 234,217 | 36,960 | 19,694 | 0,164 | 1,108 | 0,550 | 2715,82 |
| 37,433 | 7,783 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,098 | 0,010 | 240,974 | 37,239 | 17,652 | 0,169 | 0,486 | 0,468 | 2794,65 |
| 37,350 | 8,100 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,162 | 0,014 | 244,910 | 36,720 | 17,459 | 0,171 | 0,553 | 0,440 | 2509,03 |
| 37,450 | 5,200 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,103 | 0,007 | 246,550 | 36,972 | 16,363 | 0,171 | 2,307 | 0,669 | 2795,24 |
| 37,368 | 3,515 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,120 | 0,009 | 241,669 | 36,891 | 19,268 | 0,173 | 0,878 | 0,536 | 2776,05 |
| 37,633 | 7,617 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,099 | 0,016 | 234,075 | 37,044 | 19,163 | 0,173 | 0,735 | 0,603 | 2817,86 |
| 37,333 | 7,317 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,158 | 0,020 | 240,039 | 36,949 | 18,577 | 0,175 | 0,592 | 0,255 | 2722,55 |
| 37,267 | 7,833 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,127 | 0,020 | 244,610 | 37,227 | 16,666 | 0,180 | 1,537 | 0,347 | 2036,22 |
| 37,633 | 8,233 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,090 | 0,042 | 236,785 | 37,060 | 18,670 | 0,180 | 0,985 | 0,715 | 2720,50 |
| 37,283 | 5,883 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,145 | 0,011 | 247,691 | 36,864 | 15,912 | 0,188 | 1,445 | 0,446 | 2691,99 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 37,483 | 6,733 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,110 | 0,011 | 243,782 | 36,858 | 17,624 | 0,189 | 1,006 | 0,468 | 2804,09 |
| 37,389 | 5,938 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,126 | 0,010 | 235,807 | 37,016 | 19,105 | 0,196 | 0,574 | 0,519 | 2749,40 |
| 37,533 | 4,267 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,101 | 0,009 | 236,125 | 36,753 | 19,126 | 0,200 | 1,335 | 0,637 | 2762,35 |
| 37,283 | 7,433 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,206 | 0,022 | 238,801 | 36,927 | 19,732 | 0,210 | 0,660 | 0,222 | 2636,95 |
| 37,700 | 6,167 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,139 | 0,011 | 243,187 | 36,837 | 17,524 | 0,218 | 0,719 | 0,674 | 2830,31 |
| 37,700 | 6,167 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,139 | 0,011 | 243,187 | 36,837 | 17,524 | 0,218 | 0,719 | 0,674 | 2830,31 |
| 37,367 | 6,900 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,142 | 0,013 | 239,375 | 37,066 | 17,920 | 0,219 | 1,500 | 0,410 | 2759,09 |
| 37,133 | 6,180 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,137 | 0,019 | 236,475 | 36,565 | 17,280 | 0,227 | 2,336 | 0,171 | 2280,11 |
| 37,250 | 8,050 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,140 | 0,021 | 235,489 | 36,962 | 19,901 | 0,229 | 0,579 | 0,348 | 1409,01 |
| 37,503 | 6,051 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,106 | 0,008 | 240,735 | 36,778 | 18,845 | 0,231 | 1,213 | 0,534 | 2794,53 |
| 37,609 | 5,990 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,105 | 0,011 | 239,570 | 36,648 | 19,644 | 0,231 | 1,361 | 0,657 | 2810,67 |
| 37,417 | 3,302 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,109 | 0,013 | 231,667 | 36,755 | 19,681 | 0,235 | 1,025 | 0,626 | 2766,44 |
| 37,150 | 2,833 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,160 | 0,018 | 241,398 | 36,890 | 18,131 | 0,238 | 0,804 | 0,391 | 2758,20 |
| 37,283 | 7,667 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,117 | 0,027 | 244,854 | 37,061 | 16,993 | 0,241 | 0,531 | 0,287 | 2503,15 |
| 37,367 | 6,700 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,105 | 0,014 | 238,633 | 36,947 | 17,526 | 0,244 | 1,311 | 0,353 | 2777,16 |
| 37,350 | 7,633 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,133 | 0,025 | 247,451 | 37,217 | 16,120 | 0,244 | 1,837 | 0,340 | 2712,14 |
| 37,481 | 8,231 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,109 | 0,016 | 241,067 | 36,958 | 17,902 | 0,247 | 1,316 | 0,563 | 2701,31 |
| 37,287 | 3,882 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,128 | 0,010 | 237,290 | 36,876 | 19,823 | 0,260 | 1,399 | 0,391 | 2679,91 |
| 37,433 | 5,833 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,118 | 0,007 | 246,350 | 36,960 | 16,400 | 0,269 | 1,326 | 0,602 | 2798,54 |
| 37,034 | 2,551 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,114 | 0,011 | 234,286 | 36,585 | 19,187 | 0,274 | 1,403 | 0,401 | 2672,21 |
| 37,233 | 7,000 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,143 | 0,012 | 239,622 | 37,003 | 18,048 | 0,277 | 1,186 | 0,248 | 2485,72 |
| 36,968 | 2,367 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,116 | 0,013 | 235,351 | 36,564 | 19,041 | 0,279 | 0,939 | 0,358 | 2432,53 |
| 37,067 | 4,067 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,193 | 0,055 | 247,615 | 36,711 | 16,349 | 0,285 | 0,994 | 0,171 | 2082,47 |
| 37,517 | 7,483 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,106 | 0,013 | 247,215 | 37,332 | 16,295 | 0,302 | 0,388 | 0,460 | 2784,77 |
| 37,192 | 3,935 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,161 | 0,012 | 233,284 | 36,738 | 19,452 | 0,306 | 1,679 | 0,296 | 2552,49 |
| 37,267 | 2,867 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,103 | 0,034 | 235,959 | 36,646 | 19,159 | 0,306 | 1,706 | 0,494 | 2776,10 |
| 37,700 | 6,150 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,137 | 0,012 | 243,162 | 36,893 | 17,500 | 0,307 | 0,384 | 0,678 | 2830,27 |
| 37,333 | 7,200 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,169 | 0,020 | 238,100 | 36,926 | 19,328 | 0,322 | 0,419 | 0,241 | 2731,64 |
| 37,010 | 2,460 | 63,000 | 5,098 | 0,067 | 0,120 | 0,013 | 244,924 | 36,671 | 17,864 | 0,324 | 0,724 | 0,404 | 2696,93 |
| 37,533 | 4,267 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,116 | 0,008 | 238,545 | 36,979 | 19,215 | 0,326 | 1,495 | 0,637 | 2762,35 |
| 37,533 | 4,050 | 63,000 | 5,098 | 0,048 | 0,112 | 0,021 | 234,301 | 36,835 | 18,875 | 0,334 | 1,619 | 0,637 | 2747,36 |
| 37,133 | 3,728 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,162 | 0,010 | 232,711 | 36,577 | 16,605 | 0,338 | 0,427 | 0,242 | 2403,06 |
| 37,367 | 6,650 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,123 | 0,011 | 243,350 | 37,108 | 16,702 | 0,343 | 1,378 | 0,325 | 2790,61 |
| 37,300 | 5,600 | 63,000 | 6,800 | 0,117 | 0,139 | 0,010 | 236,277 | 36,578 | 19,043 | 0,347 | 0,495 | 0,516 | 2725,55 |
| 37,200 | 3,335 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,109 | 0,013 | 231,667 | 36,798 | 19,605 | 0,348 | 1,646 | 0,408 | 2760,86 |
| 37,406 | 5,720 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,103 | 0,009 | 241,638 | 37,041 | 17,716 | 0,353 | 1,206 | 0,596 | 2773,65 |
| 37,295 | 6,341 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,097 | 0,007 | 231,052 | 36,979 | 17,291 | 0,373 | 1,959 | 0,238 | 2701,49 |
| 37,140 | 2,590 | 63,000 | 5,098 | 0,067 | 0,120 | 0,012 | 244,454 | 36,654 | 17,406 | 0,379 | 0,531 | 0,475 | 2781,17 |
| 37,417 | 5,500 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,119 | 0,015 | 230,276 | 36,964 | 20,557 | 0,407 | 0,664 | 0,657 | 2761,31 |
| 37,270 | 3,470 | 63,000 | 5,000 | 0,066 | 0,157 | 0,011 | 244,204 | 36,728 | 18,126 | 0,412 | 0,893 | 0,461 | 2731,58 |
| 37,467 | 7,883 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,120 | 0,012 | 243,671 | 36,778 | 17,523 | 0,414 | 0,977 | 0,542 | 2801,17 |
| 37,117 | 4,784 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,143 | 0,009 | 244,740 | 36,692 | 18,787 | 0,438 | 0,887 | 0,222 | 2393,30 |
| 37,350 | 7,417 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,145 | 0,027 | 237,224 | 36,787 | 18,537 | 0,440 | 0,636 | 0,285 | 2726,59 |
| 37,283 | 6,383 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,196 | 0,031 | 245,245 | 36,894 | 17,386 | 0,463 | 0,700 | 0,217 | 2716,37 |
| 37,567 | 7,883 | 63,000 | 5,098 | 0,088 | 0,121 | 0,012 | 244,652 | 36,801 | 17,317 | 0,483 | 0,629 | 0,630 | 2814,76 |
| 37,233 | 6,883 | 63,000 | 5,098 | 0,049 | 0,111 | 0,007 | 245,585 | 36,969 | 16,134 | 0,487 | 2,015 | 0,295 | 2325,91 |
| 37,633 | 8,317 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,093 | 0,021 | 241,270 | 37,371 | 17,545 | 0,513 | 0,420 | 0,710 | 2683,96 |
| 36,968 | 1,841 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,130 | 0,008 | 244,674 | 36,524 | 16,152 | 0,528 | 1,492 | 0,408 | 2772,64 |
| 36,902 | 2,267 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,112 | 0,009 | 232,689 | 36,569 | 19,247 | 0,547 | 1,566 | 0,298 | 2119,36 |
| 37,219 | 3,836 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,151 | 0,009 | 236,582 | 36,867 | 20,198 | 0,588 | 0,760 | 0,323 | 2599,64 |
| 37,417 | 6,400 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,105 | 0,009 | 243,688 | 36,830 | 17,028 | 0,609 | 2,048 | 0,342 | 2783,35 |
| 36,968 | 2,209 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,111 | 0,018 | 239,597 | 36,644 | 18,293 | 0,624 | 0,613 | 0,371 | 2629,40 |
| 37,200 | 3,118 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,103 | 0,021 | 231,938 | 36,902 | 20,336 | 0,641 | 0,879 | 0,413 | 2748,41 |
| 37,267 | 3,569 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,110 | 0,011 | 229,760 | 36,816 | 20,141 | 0,675 | 0,821 | 0,422 | 2652,72 |
| 37,001 | 2,218 | 63,000 | 5,098 | 0,050 | 0,111 | 0,018 | 238,853 | 36,763 | 18,457 | 0,697 | 0,990 | 0,402 | 2775,86 |
| 37,451 | 6,035 | 63,000 | 5,098 | 0,032 | 0,112 | 0,010 | 239,959 | 37,040 | 17,521 | 0,777 | 2,357 | 0,500 | 2777,21 |
| 37,417 | 5,517 | 63,800 | 5,049 | 0,087 | 0,119 | 0,019 | 236,744 | 36,701 | 18,653 | 0,298 | 0,553 | 0,651 | 2761,79 |
| 37,117 | 3,667 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,163 | 0,038 | 240,227 | 36,534 | 18,131 | 0,014 | 0,343 | 0,246 | 2318,00 |
| 37,167 | 3,967 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,107 | 0,012 | 236,404 | 36,620 | 19,121 | 0,015 | 0,742 | 0,270 | 2489,54 |
| 37,317 | 7,117 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,136 | 0,010 | 234,781 | 36,652 | 19,492 | 0,025 | 1,017 | 0,241 | 2709,86 |
| 37,767 | 6,433 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,102 | 0,007 | 236,256 | 36,943 | 19,142 | 0,033 | 2,707 | 0,683 | 2841,17 |
| 37,417 | 4,550 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,098 | 0,086 | 235,406 | 36,822 | 19,843 | 0,033 | 1,913 | 0,520 | 2787,82 |
| 37,417 | 4,567 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,098 | 0,082 | 236,228 | 36,828 | 19,801 | 0,034 | 0,980 | 0,520 | 2786,40 |
| 37,083 | 3,533 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,175 | 0,015 | 233,511 | 36,577 | 19,281 | 0,034 | 1,399 | 0,264 | 2451,24 |
| 37,667 | 5,217 | 64,000 | 5,000 | 0,086 | 0,097 | 0,048 | 236,315 | 36,928 | 18,887 | 0,049 | 0,304 | 0,873 | 2787,60 |
| 37,583 | 7,167 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,099 | 0,011 | 240,595 | 36,808 | 18,335 | 0,054 | 0,472 | 0,492 | 2850,86 |
| 37,233 | 6,483 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,184 | 0,035 | 246,522 | 36,548 | 17,512 | 0,069 | 0,495 | 0,148 | 2643,51 |
| 37,083 | 3,517 | 64,000 | 6,000 | 0,133 | 0,163 | 0,023 | 242,181 | 36,536 | 17,654 | 0,073 | 0,794 | 0,270 | 2459,14 |
| 37,067 | 3,500 | 64,000 | 160,000 | 3,556 | 0,168 | 0,022 | 241,989 | 36,531 | 17,551 | 0,074 | 1,794 | 0,260 | 2428,00 |
| 37,350 | 3,868 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,122 | 0,013 | 246,209 | 36,730 | 17,245 | 0,097 | 0,522 | 0,454 | 2669,21 |
| 37,583 | 7,067 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,095 | 0,008 | 241,110 | 36,799 | 17,899 | 0,116 | 2,070 | 0,510 | 2866,10 |
| 37,650 | 6,817 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,101 | 0,010 | 239,347 | 36,896 | 18,768 | 0,119 | 1,388 | 0,654 | 2839,01 |
| 37,083 | 3,500 | 64,000 | 7,749 | 0,172 | 0,181 | 0,026 | 238,940 | 36,532 | 18,400 | 0,122 | 0,964 | 0,276 | 2466,75 |
| 37,083 | 3,500 | 64,000 | 6,600 | 0,147 | 0,181 | 0,026 | 238,940 | 36,532 | 18,400 | 0,122 | 0,964 | 0,276 | 2466,75 |
| 37,150 | 4,167 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,105 | 0,017 | 236,871 | 36,624 | 18,662 | 0,122 | 1,698 | 0,254 | 2547,88 |
| 37,250 | 6,517 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,192 | 0,032 | 246,343 | 36,559 | 17,525 | 0,124 | 0,872 | 0,167 | 2657,30 |
| 37,800 | 5,536 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,107 | 0,010 | 235,546 | 36,949 | 19,717 | 0,150 | 1,656 | 1,018 | 2861,52 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 37.583 | 8,417 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,094 | 0,011 | 241,031 | 36,738 | 17,312 | 0,162 | 1,390 | 0,655 | 2527,81 |
| 37.583 | 8,417 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,094 | 0,011 | 241,031 | 36,738 | 17,312 | 0,162 | 1,390 | 0,655 | 2527,81 |
| 37.583 | 8,417 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,094 | 0,011 | 241,031 | 36,738 | 17,312 | 0,162 | 1,390 | 0,655 | 2527,81 |
| 37.200 | 6,733 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,155 | 0,011 | 237,264 | 36,615 | 18,960 | 0,189 | 1,152 | 0,228 | 1745,76 |
| 37.417 | 3,767 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,104 | 0,011 | 242,448 | 36,609 | 17,383 | 0,203 | 0,756 | 0,521 | 2738,29 |
| 37.167 | 3,833 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,121 | 0,010 | 233,704 | 36,586 | 19,375 | 0,204 | 1,461 | 0,270 | 2431,46 |
| 37.167 | 3,833 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,121 | 0,010 | 233,704 | 36,586 | 19,375 | 0,204 | 1,461 | 0,270 | 2431,46 |
| 37.733 | 4,150 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,100 | 0,057 | 238,362 | 36,729 | 18,718 | 0,222 | 0,855 | 0,837 | 2755,24 |
| 36.800 | 2,367 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,123 | 0,014 | 246,198 | 36,699 | 16,174 | 0,234 | 1,603 | 0,190 | 1464,18 |
| 36.883 | 2,467 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,110 | 0,013 | 245,388 | 36,698 | 16,886 | 0,238 | 0,249 | 0,278 | 1370,46 |
| 37.183 | 4,767 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,100 | 0,008 | 241,460 | 36,669 | 17,681 | 0,266 | 2,055 | 0,287 | 2655,50 |
| 37.350 | 6,083 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,110 | 0,009 | 235,330 | 36,656 | 19,172 | 0,270 | 1,179 | 0,390 | 2772,65 |
| 37.183 | 3,550 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,111 | 0,013 | 245,934 | 36,729 | 17,092 | 0,317 | 0,800 | 0,351 | 2633,20 |
| 37.250 | 6,133 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,150 | 0,034 | 240,681 | 37,082 | 18,409 | 0,329 | 0,516 | 0,282 | 2577,79 |
| 37.233 | 3,667 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,125 | 0,015 | 245,392 | 36,749 | 17,303 | 0,339 | 0,870 | 0,355 | 2691,16 |
| 37.250 | 6,183 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,149 | 0,021 | 241,696 | 36,909 | 17,640 | 0,343 | 2,534 | 0,250 | 2578,80 |
| 37.133 | 3,500 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,133 | 0,013 | 246,829 | 36,863 | 16,071 | 0,360 | 0,749 | 0,322 | 2572,57 |
| 37.133 | 3,500 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,133 | 0,013 | 246,829 | 36,863 | 16,071 | 0,360 | 0,749 | 0,322 | 2572,57 |
| 37.450 | 5,850 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,104 | 0,010 | 235,337 | 36,847 | 19,400 | 0,363 | 1,052 | 0,616 | 2790,64 |
| 37.450 | 5,850 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,104 | 0,010 | 235,337 | 36,847 | 19,400 | 0,363 | 1,052 | 0,616 | 2790,64 |
| 37.133 | 3,500 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,124 | 0,014 | 246,899 | 36,820 | 16,023 | 0,371 | 1,676 | 0,322 | 2572,57 |
| 37.250 | 4,233 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,096 | 0,011 | 240,827 | 36,651 | 17,916 | 0,378 | 0,711 | 0,354 | 2717,87 |
| 37.333 | 3,717 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,125 | 0,015 | 245,392 | 36,793 | 17,352 | 0,391 | 0,887 | 0,442 | 2663,83 |
| 37.250 | 5,017 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,116 | 0,012 | 239,094 | 36,547 | 17,768 | 0,417 | 1,076 | 0,412 | 2675,74 |
| 37.317 | 7,250 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,150 | 0,024 | 245,755 | 36,724 | 17,540 | 0,430 | 0,748 | 0,229 | 2685,43 |
| 37.083 | 4,850 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,136 | 0,016 | 240,966 | 36,603 | 17,701 | 0,433 | 1,601 | 0,205 | 2269,38 |
| 37.250 | 5,083 | 64,000 | 5,200 | 0,090 | 0,122 | 0,014 | 239,217 | 36,636 | 18,280 | 0,482 | 0,549 | 0,438 | 2683,43 |
| 36.833 | 1,483 | 64,000 | 5,329 | 0,092 | 0,117 | 0,013 | 245,053 | 36,591 | 17,120 | 0,483 | 0,827 | 0,298 | 2725,84 |
| 37.250 | 6,317 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,179 | 0,022 | 243,318 | 36,747 | 17,722 | 0,530 | 1,964 | 0,201 | 2614,67 |
| 37.250 | 6,317 | 64,000 | 5,329 | 0,118 | 0,179 | 0,022 | 243,318 | 36,747 | 17,722 | 0,530 | 1,964 | 0,201 | 2614,67 |
| 37.067 | 3,800 | 65,000 | 5,567 | 0,133 | 0,208 | 0,040 | 241,845 | 36,626 | 17,758 | 0,021 | 1,037 | 0,170 | 2379,29 |
| 37.201 | 7,613 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,185 | 0,031 | 236,151 | 36,829 | 18,949 | 0,036 | 0,372 | 0,192 | 2142,78 |
| 37.133 | 3,467 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,115 | 0,009 | 235,997 | 36,695 | 18,659 | 0,100 | 1,337 | 0,335 | 2557,15 |
| 37.183 | 3,683 | 65,000 | 5,567 | 0,133 | 0,119 | 0,012 | 238,130 | 36,596 | 18,629 | 0,117 | 0,841 | 0,303 | 2601,64 |
| 36.750 | 2,333 | 65,000 | 5,567 | 0,124 | 0,099 | 0,010 | 236,872 | 36,487 | 18,689 | 0,127 | 0,634 | 0,140 | 989,04 |
| 37.150 | 3,533 | 65,000 | 5,567 | 0,133 | 0,127 | 0,010 | 232,603 | 36,615 | 19,256 | 0,158 | 0,476 | 0,326 | 2603,50 |
| 37.583 | 3,967 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,090 | 0,080 | 231,596 | 36,676 | 20,607 | 0,169 | 0,949 | 0,687 | 2782,73 |
| 37.000 | 3,433 | 65,000 | 5,567 | 0,133 | 0,157 | 0,025 | 236,674 | 36,669 | 19,498 | 0,176 | 1,098 | 0,207 | 2127,82 |
| 37.567 | 3,917 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,091 | 0,074 | 232,079 | 36,674 | 20,516 | 0,186 | 0,393 | 0,670 | 2780,57 |
| 37.567 | 3,917 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,091 | 0,074 | 232,079 | 36,674 | 20,516 | 0,186 | 0,393 | 0,670 | 2780,57 |
| 37.533 | 3,917 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,094 | 0,064 | 232,451 | 36,682 | 20,393 | 0,193 | 0,535 | 0,637 | 2764,96 |
| 37.253 | 7,628 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,167 | 0,022 | 240,014 | 36,823 | 18,108 | 0,199 | 1,034 | 0,246 | 2426,23 |
| 37.100 | 3,420 | 65,000 | 5,567 | 0,133 | 0,161 | 0,024 | 236,367 | 36,705 | 19,392 | 0,201 | 1,822 | 0,307 | 2491,78 |
| 36.967 | 3,233 | 65,000 | 6,000 | 0,143 | 0,176 | 0,025 | 237,472 | 36,672 | 19,468 | 0,202 | 1,805 | 0,177 | 2382,88 |
| 37.317 | 7,750 | 65,000 | 5,567 | 0,133 | 0,136 | 0,023 | 241,168 | 37,109 | 17,758 | 0,208 | 1,407 | 0,347 | 2504,02 |
| 36.800 | 2,433 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,093 | 0,008 | 238,406 | 36,638 | 17,497 | 0,236 | 1,647 | 0,193 | 1104,44 |
| 37.276 | 7,609 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,131 | 0,024 | 243,338 | 36,949 | 17,182 | 0,243 | 1,243 | 0,262 | 2515,30 |
| 37.400 | 4,300 | 65,000 | 5,567 | 0,133 | 0,104 | 0,019 | 240,272 | 36,563 | 18,000 | 0,246 | 1,997 | 0,504 | 2764,79 |
| 37.150 | 3,650 | 65,000 | 5,567 | 0,133 | 0,119 | 0,011 | 235,511 | 36,570 | 18,961 | 0,246 | 0,740 | 0,283 | 2459,04 |
| 37.000 | 3,267 | 65,000 | 5,800 | 0,138 | 0,187 | 0,027 | 239,051 | 36,642 | 18,721 | 0,246 | 0,758 | 0,210 | 2414,48 |
| 37.208 | 7,509 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,161 | 0,034 | 241,214 | 36,809 | 17,826 | 0,255 | 0,507 | 0,165 | 2029,74 |
| 37.225 | 7,687 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,129 | 0,016 | 243,428 | 37,017 | 17,039 | 0,277 | 1,435 | 0,239 | 1963,20 |
| 37.033 | 3,183 | 65,000 | 175,000 | 4,167 | 0,187 | 0,027 | 239,051 | 36,756 | 18,816 | 0,290 | 0,763 | 0,245 | 2471,35 |
| 37.389 | 7,692 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,103 | 0,036 | 238,423 | 36,873 | 18,369 | 0,295 | 1,752 | 0,396 | 2735,97 |
| 37.367 | 7,000 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,118 | 0,009 | 243,450 | 37,061 | 17,023 | 0,305 | 1,466 | 0,342 | 2749,41 |
| 36.883 | 2,567 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,096 | 0,009 | 240,195 | 36,701 | 17,510 | 0,310 | 1,120 | 0,261 | 991,54 |
| 36.750 | 2,200 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,094 | 0,007 | 238,902 | 36,636 | 17,420 | 0,318 | 1,802 | 0,155 | 1790,08 |
| 37.302 | 7,623 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,130 | 0,020 | 243,434 | 37,021 | 17,016 | 0,325 | 1,483 | 0,291 | 2616,67 |
| 36.900 | 2,283 | 65,000 | 5,567 | 0,124 | 0,109 | 0,012 | 245,004 | 36,483 | 16,898 | 0,326 | 0,436 | 0,295 | 2083,78 |
| 37.100 | 3,050 | 65,000 | 5,567 | 0,124 | 0,196 | 0,031 | 245,720 | 36,531 | 17,669 | 0,326 | 0,842 | 0,314 | 2665,66 |
| 36.883 | 2,719 | 65,000 | 5,567 | 0,124 | 0,125 | 0,015 | 233,557 | 36,514 | 19,348 | 0,332 | 1,434 | 0,188 | 742,96 |
| 37.195 | 3,803 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,122 | 0,010 | 242,207 | 36,868 | 17,435 | 0,359 | 0,983 | 0,299 | 2454,29 |
| 37.226 | 7,011 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,118 | 0,009 | 243,450 | 36,971 | 17,087 | 0,383 | 1,417 | 0,235 | 2374,35 |
| 37.279 | 7,411 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,131 | 0,024 | 243,338 | 36,920 | 17,205 | 0,395 | 1,221 | 0,214 | 2603,46 |
| 37.500 | 3,917 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,098 | 0,007 | 242,472 | 36,800 | 17,631 | 0,400 | 2,079 | 0,604 | 2776,88 |
| 36.974 | 2,502 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,100 | 0,007 | 240,542 | 36,730 | 17,579 | 0,404 | 1,240 | 0,370 | 2484,01 |
| 36.974 | 2,502 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,100 | 0,007 | 240,542 | 36,730 | 17,579 | 0,404 | 1,240 | 0,370 | 2484,01 |
| 36.800 | 2,300 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,097 | 0,009 | 239,851 | 36,676 | 17,510 | 0,417 | 1,071 | 0,193 | 1723,75 |
| 36.917 | 1,917 | 65,000 | 5,567 | 0,124 | 0,113 | 0,010 | 234,363 | 36,733 | 19,403 | 0,419 | 0,907 | 0,352 | 2680,72 |
| 36.917 | 2,000 | 65,000 | 5,567 | 0,124 | 0,106 | 0,007 | 232,025 | 36,587 | 19,341 | 0,420 | 1,272 | 0,344 | 2504,33 |
| 37.288 | 7,499 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,131 | 0,024 | 243,338 | 36,955 | 17,167 | 0,428 | 1,248 | 0,238 | 2648,90 |
| 36.800 | 2,333 | 65,000 | 5,567 | 0,103 | 0,101 | 0,012 | 237,937 | 36,628 | 17,928 | 0,447 | 1,444 | 0,190 | 1568,56 |
| 37.283 | 3,267 | 65,000 | 5,400 | 0,120 | 0,106 | 0,008 | 232,584 | 36,590 | 19,509 | 0,519 | 1,376 | 0,493 | 2773,81 |
| 37.283 | 3,267 | 65,000 | 5,000 | 0,111 | 0,106 | 0,008 | 232,584 | 36,590 | 19,509 | 0,519 | 1,376 | 0,493 | 2773,81 |
| 36.950 | 2,717 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,165 | 0,020 | 236,864 | 36,569 | 19,185 | 0,025 | 0,655 | 0,248 | 1668,55 |
| 36.950 | 2,717 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,165 | 0,020 | 236,864 | 36,569 | 19,185 | 0,025 | 0,655 | 0,248 | 1668,55 |
| 36.967 | 2,667 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,159 | 0,018 | 237,010 | 36,606 | 18,800 | 0,084 | 1,427 | 0,286 | 1862,17 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 36,983 | 2,850 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,165 | 0,020 | 236,864 | 36,597 | 19,276 | 0,086 | 0,667 | 0,229 | 2648,64 |
| 37,000 | 2,800 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,158 | 0,018 | 237,517 | 36,730 | 18,845 | 0,095 | 1,294 | 0,261 | 2722,45 |
| 37,150 | 2,700 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,117 | 0,010 | 235,319 | 36,558 | 19,005 | 0,095 | 0,629 | 0,436 | 2783,04 |
| 37,150 | 7,150 | 66,000 | 6,900 | 0,091 | 0,154 | 0,023 | 238,938 | 37,023 | 18,834 | 0,114 | 0,456 | 0,079 | 1276,71 |
| 37,367 | 3,050 | 66,000 | 5,600 | 0,133 | 0,123 | 0,011 | 232,258 | 36,687 | 19,757 | 0,138 | 0,798 | 0,581 | 2766,08 |
| 36,950 | 2,900 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,171 | 0,025 | 237,972 | 36,648 | 18,982 | 0,139 | 0,783 | 0,180 | 2481,52 |
| 36,967 | 2,683 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,153 | 0,018 | 238,395 | 36,703 | 18,614 | 0,141 | 1,051 | 0,278 | 1860,06 |
| 37,340 | 6,270 | 66,000 | 6,000 | 0,079 | 0,209 | 0,028 | 242,819 | 36,866 | 19,632 | 0,190 | 0,499 | 0,299 | 2715,68 |
| 37,340 | 7,000 | 66,000 | 175,000 | 2,303 | 0,144 | 0,016 | 238,702 | 37,066 | 19,574 | 0,191 | 0,506 | 0,321 | 2733,37 |
| 37,300 | 7,210 | 66,000 | 5,811 | 0,076 | 0,144 | 0,018 | 239,010 | 37,058 | 19,108 | 0,250 | 0,337 | 0,208 | 2659,91 |
| 37,033 | 3,183 | 66,000 | 4,000 | 0,095 | 0,187 | 0,027 | 239,051 | 36,756 | 18,816 | 0,290 | 0,763 | 0,245 | 2471,35 |
| 37,033 | 3,183 | 66,000 | 2,268 | 0,054 | 0,187 | 0,027 | 239,051 | 36,756 | 18,816 | 0,290 | 0,763 | 0,245 | 2471,35 |
| 37,183 | 3,067 | 66,000 | 6,250 | 0,149 | 0,123 | 0,011 | 232,258 | 36,700 | 19,765 | 0,291 | 0,773 | 0,397 | 2741,14 |
| 37,183 | 3,067 | 66,000 | 5,400 | 0,129 | 0,123 | 0,011 | 232,258 | 36,700 | 19,765 | 0,291 | 0,773 | 0,397 | 2741,14 |
| 37,250 | 7,420 | 66,000 | 5,811 | 0,076 | 0,157 | 0,026 | 238,858 | 37,021 | 18,789 | 0,292 | 0,376 | 0,187 | 2521,49 |
| 37,340 | 5,050 | 66,000 | 6,000 | 0,079 | 0,120 | 0,012 | 245,587 | 36,907 | 18,595 | 0,301 | 2,134 | 0,508 | 2740,54 |
| 36,917 | 2,917 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,181 | 0,023 | 239,205 | 36,667 | 18,539 | 0,310 | 1,028 | 0,143 | 2280,26 |
| 37,000 | 2,733 | 66,000 | 5,811 | 0,138 | 0,158 | 0,018 | 235,385 | 36,664 | 19,368 | 0,314 | 1,865 | 0,285 | 2582,01 |
| 37,233 | 3,433 | 67,000 | 6,063 | 0,057 | 0,106 | 0,011 | 244,943 | 36,954 | 18,142 | 0,128 | 0,861 | 0,440 | 2703,59 |
| 37,552 | 5,968 | 67,000 | 6,063 | 0,057 | 0,109 | 0,009 | 232,778 | 36,956 | 19,142 | 0,163 | 0,540 | 0,621 | 2806,61 |
| 37,340 | 4,010 | 67,000 | 6,063 | 0,080 | 0,209 | 0,027 | 243,407 | 36,788 | 18,464 | 0,433 | 0,911 | 0,444 | 2702,47 |
| 37,330 | 5,260 | 67,000 | 6,063 | 0,080 | 0,125 | 0,010 | 236,466 | 36,687 | 19,870 | 0,449 | 0,679 | 0,585 | 2691,29 |
| 37,233 | 3,802 | 67,000 | 6,250 | 0,062 | 0,162 | 0,010 | 232,711 | 36,740 | 17,803 | 0,463 | 1,354 | 0,337 | 2663,72 |
| 37,185 | 3,453 | 67,500 | 6,932 | 0,069 | 0,152 | 0,008 | 232,174 | 36,813 | 19,679 | 0,201 | 1,398 | 0,388 | 2641,60 |
| 37,169 | 2,469 | 68,000 | 5,000 | 0,050 | 0,102 | 0,009 | 230,404 | 36,862 | 20,227 | 0,161 | 0,892 | 0,558 | 2795,49 |
| 37,583 | 8,417 | 68,000 | 7,000 | 0,156 | 0,094 | 0,011 | 241,031 | 36,738 | 17,312 | 0,162 | 1,390 | 0,655 | 2527,81 |
| 37,467 | 7,667 | 68,000 | 6,500 | 0,063 | 0,108 | 0,012 | 243,607 | 37,091 | 17,548 | 0,164 | 0,668 | 0,461 | 2763,16 |
| 37,233 | 5,067 | 68,000 | 6,321 | 0,040 | 0,121 | 0,009 | 232,507 | 36,927 | 20,098 | 0,175 | 1,908 | 0,416 | 2672,85 |
| 37,117 | 3,917 | 68,000 | 22,000 | 0,489 | 0,185 | 0,036 | 243,119 | 36,643 | 17,911 | 0,237 | 1,353 | 0,220 | 2342,07 |
| 37,238 | 6,073 | 68,000 | 6,250 | 0,040 | 0,141 | 0,015 | 246,403 | 37,191 | 16,417 | 0,302 | 0,397 | 0,319 | 2663,61 |
| 37,052 | 2,552 | 68,000 | 4,500 | 0,045 | 0,115 | 0,013 | 236,244 | 36,583 | 19,041 | 0,305 | 0,451 | 0,416 | 2782,09 |
| 37,233 | 6,883 | 68,000 | 7,000 | 0,068 | 0,111 | 0,007 | 245,585 | 36,969 | 16,134 | 0,487 | 2,015 | 0,295 | 2325,91 |
| 36,984 | 2,233 | 68,000 | 6,000 | 0,059 | 0,115 | 0,012 | 236,605 | 36,689 | 18,906 | 0,519 | 0,628 | 0,384 | 2703,12 |
| 37,167 | 2,683 | 69,000 | 5,000 | 0,119 | 0,117 | 0,010 | 235,319 | 36,566 | 19,042 | 0,117 | 0,629 | 0,458 | 2783,01 |
| 37,325 | 5,439 | 69,000 | 7,200 | 0,071 | 0,107 | 0,009 | 236,618 | 36,909 | 20,039 | 0,130 | 1,479 | 0,595 | 2729,19 |
| 37,117 | 2,600 | 69,000 | 5,500 | 0,131 | 0,131 | 0,012 | 235,388 | 36,560 | 18,961 | 0,154 | 0,662 | 0,450 | 2780,22 |
| 37,436 | 5,502 | 69,000 | 6,700 | 0,063 | 0,097 | 0,009 | 235,915 | 36,875 | 19,044 | 0,192 | 0,738 | 0,674 | 2765,00 |
| 37,500 | 7,000 | 69,000 | 6,586 | 0,062 | 0,149 | 0,013 | 240,746 | 36,954 | 17,426 | 0,204 | 1,071 | 0,456 | 2822,84 |
| 37,183 | 3,067 | 69,000 | 4,500 | 0,107 | 0,123 | 0,011 | 232,258 | 36,700 | 19,765 | 0,291 | 0,773 | 0,397 | 2741,14 |
| 36,984 | 2,233 | 69,000 | 7,500 | 0,074 | 0,127 | 0,008 | 244,704 | 36,689 | 18,906 | 0,519 | 0,628 | 0,384 | 2703,12 |
| 37,068 | 2,483 | 69,000 | 7,200 | 0,071 | 0,111 | 0,021 | 238,168 | 36,752 | 18,644 | 0,667 | 0,501 | 0,463 | 2776,91 |
| 37,110 | 7,370 | 70,000 | 170,000 | 2,237 | 0,154 | 0,023 | 238,938 | 37,063 | 18,205 | 0,070 | 0,856 | 0,041 | 99,76 |
| 37,117 | 3,217 | 70,000 | 160,000 | 3,810 | 0,172 | 0,026 | 238,031 | 36,809 | 19,183 | 0,078 | 0,861 | 0,327 | 2573,51 |
| 37,467 | 8,450 | 70,000 | 7,600 | 0,169 | 0,108 | 0,010 | 242,062 | 36,763 | 17,312 | 0,080 | 1,405 | 0,536 | 1885,81 |
| 37,170 | 7,250 | 70,000 | 6,650 | 0,088 | 0,188 | 0,021 | 241,750 | 37,058 | 18,545 | 0,088 | 1,323 | 0,083 | 786,23 |
| 37,180 | 7,280 | 70,000 | 180,000 | 2,368 | 0,188 | 0,021 | 241,750 | 37,058 | 18,545 | 0,088 | 1,323 | 0,098 | 663,65 |
| 37,150 | 7,150 | 70,000 | 6,900 | 0,091 | 0,150 | 0,018 | 239,501 | 37,023 | 18,834 | 0,114 | 0,456 | 0,079 | 1276,71 |
| 37,067 | 3,167 | 70,000 | 6,000 | 0,143 | 0,176 | 0,025 | 237,472 | 36,804 | 19,541 | 0,115 | 1,927 | 0,278 | 2492,83 |
| 37,067 | 3,550 | 70,000 | 6,000 | 0,133 | 0,175 | 0,031 | 239,595 | 36,530 | 18,303 | 0,131 | 0,664 | 0,242 | 2382,34 |
| 37,585 | 7,134 | 70,000 | 7,200 | 0,067 | 0,139 | 0,018 | 239,830 | 37,008 | 18,862 | 0,131 | 1,704 | 0,498 | 2859,12 |
| 37,130 | 7,290 | 70,000 | 170,000 | 2,237 | 0,188 | 0,021 | 241,750 | 37,013 | 18,609 | 0,171 | 1,331 | 0,050 | 362,46 |
| 37,050 | 3,500 | 70,000 | 6,000 | 0,133 | 0,176 | 0,022 | 237,404 | 36,554 | 18,802 | 0,176 | 0,967 | 0,245 | 2374,98 |
| 37,233 | 8,433 | 70,000 | 6,000 | 0,058 | 0,107 | 0,011 | 247,983 | 36,827 | 15,922 | 0,185 | 0,598 | 0,304 | 608,29 |
| 37,568 | 6,018 | 70,000 | 7,300 | 0,068 | 0,100 | 0,011 | 236,542 | 36,961 | 19,259 | 0,202 | 0,609 | 0,606 | 2807,56 |
| 37,173 | 5,896 | 70,000 | 4,536 | 0,029 | 0,154 | 0,011 | 233,689 | 36,898 | 20,226 | 0,325 | 0,766 | 0,335 | 2470,00 |
| 37,310 | 4,500 | 70,000 | 6,900 | 0,091 | 0,146 | 0,014 | 244,703 | 36,759 | 18,285 | 0,426 | 0,809 | 0,414 | 2752,89 |
| 37,060 | 3,030 | 70,000 | 7,000 | 0,092 | 0,121 | 0,023 | 246,391 | 36,774 | 16,618 | 0,465 | 1,692 | 0,274 | 2649,86 |
| 37,200 | 7,010 | 70,300 | 6,100 | 0,080 | 0,172 | 0,013 | 236,346 | 37,012 | 19,388 | 0,180 | 0,329 | 0,222 | 2149,47 |
| 37,170 | 5,440 | 71,000 | 6,100 | 0,080 | 0,117 | 0,010 | 237,248 | 36,809 | 17,491 | 0,120 | 0,701 | 0,451 | 2657,06 |
| 37,270 | 5,330 | 71,000 | 6,750 | 0,089 | 0,117 | 0,012 | 245,128 | 36,862 | 17,716 | 0,184 | 0,807 | 0,570 | 2709,45 |
| 37,220 | 6,530 | 71,000 | 5,000 | 0,066 | 0,189 | 0,026 | 237,101 | 36,915 | 19,860 | 0,213 | 0,433 | 0,141 | 2540,16 |
| 37,240 | 5,200 | 71,000 | 7,500 | 0,099 | 0,124 | 0,011 | 242,559 | 36,869 | 17,913 | 0,295 | 0,998 | 0,478 | 2654,10 |
| 37,320 | 5,580 | 71,000 | 6,000 | 0,079 | 0,113 | 0,011 | 238,094 | 36,864 | 18,357 | 0,305 | 0,878 | 0,540 | 2720,06 |
| 37,330 | 5,310 | 71,000 | 6,850 | 0,090 | 0,125 | 0,010 | 236,466 | 36,743 | 19,763 | 0,383 | 0,624 | 0,609 | 2699,59 |
| 37,340 | 5,270 | 71,000 | 6,900 | 0,091 | 0,123 | 0,010 | 237,304 | 36,687 | 19,870 | 0,449 | 0,679 | 0,599 | 2627,78 |
| 37,717 | 6,533 | 72,000 | 8,400 | 0,079 | 0,102 | 0,015 | 233,675 | 37,071 | 19,040 | 0,101 | 0,821 | 0,633 | 2840,34 |
| 37,750 | 5,917 | 72,000 | 165,000 | 1,542 | 0,095 | 0,008 | 236,243 | 37,034 | 19,239 | 0,112 | 0,722 | 0,815 | 2847,81 |
| 37,800 | 5,983 | 72,000 | 8,400 | 0,079 | 0,108 | 0,009 | 233,314 | 37,111 | 19,355 | 0,120 | 1,708 | 0,829 | 2847,42 |
| 37,617 | 7,700 | 72,000 | 7,600 | 0,071 | 0,088 | 0,045 | 233,632 | 37,173 | 17,841 | 0,268 | 1,310 | 0,614 | 2808,09 |
| 37,517 | 7,850 | 72,000 | 7,424 | 0,069 | 0,094 | 0,028 | 233,922 | 37,047 | 18,020 | 0,269 | 0,486 | 0,571 | 2770,74 |
| 37,517 | 7,817 | 72,000 | 7,500 | 0,070 | 0,092 | 0,035 | 233,876 | 37,044 | 18,020 | 0,281 | 0,482 | 0,558 | 2766,02 |
| 37,110 | 3,410 | 72,000 | 6,150 | 0,081 | 0,152 | 0,011 | 244,605 | 36,687 | 17,834 | 0,305 | 0,616 | 0,317 | 2491,78 |
| 37,210 | 5,050 | 72,000 | 6,100 | 0,080 | 0,136 | 0,012 | 244,320 | 36,878 | 17,961 | 0,335 | 0,989 | 0,388 | 2654,02 |
| 37,633 | 7,617 | 72,000 | 7,800 | 0,073 | 0,092 | 0,046 | 235,733 | 37,062 | 17,994 | 0,366 | 0,496 | 0,603 | 2817,86 |
| 37,110 | 2,470 | 72,000 | 6,800 | 0,089 | 0,115 | 0,008 | 246,988 | 36,648 | 17,397 | 0,397 | 0,512 | 0,504 | 2783,83 |
| 37,260 | 3,380 | 72,000 | 6,500 | 0,086 | 0,121 | 0,013 | 245,480 | 36,773 | 17,644 | 0,409 | 0,550 | 0,468 | 2753,89 |
| 37,380 | 5,110 | 72,000 | 5,900 | 0,078 | 0,110 | 0,014 | 238,918 | 36,798 | 18,965 | 0,423 | 0,553 | 0,567 | 2751,13 |



Temporal analysis of the distribution of *thynnus thynnus* in relation to environmental factors along the Algerian coast

FIRAD Benyahia^{1*}, Bachari NOUR EL ISLAM², KHALID Amarouche³, GHOUAM ALLAH Kames⁴, Lamine Salim⁵.

¹ laboratory of marine and coastal ecosystems, SUPERIOR NATIONAL SCHOOL OF SEA SCIENCES AND COASTAL PLANNING, University Campus ‘Dély Ibrahim 16320, algiers, algeria,

² Laboratory of Biological Oceanography and Marine Environment, Faculty of Biological Sciences, University of Sciences and Technology Houari Boumediene (USTHB), BP. 32, El-Alia Bab-Ezzouar 16111, Algiers, Algeria.

³ Department of Civil Engineering, Bursa Uludağ University, Gorukle Campus, 16059 Bursa, Turkey.

⁴ Pelagic-ecosystem Laboratory, Faculty of Biological Sciences, University of Sciences and Technology Houari Boumediene (USTHB), BP. 32, El-Alia Bab-Ezzouar 16111, Algiers, Algeria.

⁵ Department of Geography and Earth Sciences, Aberystwyth University, Aberystwyth, SY23 2DB Wales, United Kingdom.

*Corresponding Author: firadbenyahia@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received: June 11,2021

Accepted: July 27,2021

Online:Oct.30,2021

Keywords:

Thunnus thynnus;
chlorophyll a, oxygen;
salinity; temperature;
Algerian coast.

ABSTRACT

The distribution of the large pelagic Atlantic bluefin tuna extends from the North Atlantic Ocean and its adjacent seas, particularly the Mediterranean. In this study, we integrate geo-referenced fisheries data with remotely sensed oceanographic datasets to answer our question, what are the environmental determinants that contribute to the temporal distribution of bluefin tuna along the Algerian coast? This tuna-environment research has three objectives: i) to understand the behaviour and distribution of tuna in the face of variability in environmental factors, ii) to assist the scientist in stock management, and iii) to assist fishermen in fishing their short-term quotas and to assist the competent authorities in controlling the fishermen. The results of this study Proved that the environmental factors: Temperature, Salinity, Chlorophyll a, Current speed, Wave height, Oxygen, and Nitrate, are the determining factors of bluefin tuna distribution along the Algerian coast. Multiple linear regression analysis defined the equation of the best linear correction model, chlorophyll a, dissolved oxygen, salinity and temperature explain 70.3% of the variability in the total length of bluefin tuna.

Introduction

The Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) is a valuable species, (Garcia and Gordon, 1992 ; Durrieu de Madron et al., 2011); and one of the most important fisheries resources in the Mediterranean Sea.

The distribution of the Atlantic bluefin tuna (*thunnus thynnus*), extends from the North Atlantic Ocean to its adjacent seas, in particular the Mediterranean (d'Ortenzio and Ribera d'Alcalà, 2009) , from Gibraltar to the Black Sea. (COMP, 1950).

The bluefin tuna have been studied since ancient times and have been considered a great migrator. However, over the last ten years, new research using tagging techniques has advanced the issue and shown that the tuna is capable of even greater movements than previously thought (Lutcavage et al., 2000a).

Bluefin tuna is also a shared resource, with high economic value and exploited on an ocean-wide scale by some 20 countries including Algeria. The quota granted to Algeria has been increasing exponentially over the last decade, in 2000 it was 130 tonnes and in 2019 it reached 1437 tonnes ("ICCAT·CICTA·CICAA," 2019), despite this, few scientific works interested in this species during the last decade, only six works along the Algerian coast namely (Neghli and Nouar, 2014 ; Labidi and Nouar (2013a , 2013b) ; Abdelhadi et al., 2011; (Nouar and Labidi, 2009).

In this study, we integrate geo-referenced fisheries data with remotely sensed oceanographic datasets to answer our questions, How does the environment contribute to the temporal distribution of bluefin tuna? We determined the conditions favourable to the temporal distribution of *Thunnus thynnus*, Bluefin Tuna (BFT) ; What are the environmental determinants that contribute to the temporal distribution of bluefin tuna along the Algerian coast ?

Changes in temperature, salinity, wind field and currents can affect the productivity and distribution of fish stocks (e.g. (Gushing and Dickson, 1977); Southward et al., 1988; (Dickson and Brander, 1993); (Lehodey et al., 1997);(Alheit and Hagen, 2001)).

This tuna-environment research has three objectives: i) to understand the behaviour and distribution of tuna in the face of variability in environmental factors, ii) to assist the scientist in the management of the stocks, and iii) to assist fishermen to fish their quotas in the short term and to assist the competent authorities in controlling the fishermen.

Materials and methods

Study Area

Algeria has a coastline of about 1622 km (Kacemi, 2013), from the Algerian-Moroccan border in the west to the Algerian-Tunisian border in the east.

Fig.1 shows the geographical limits of the study area and the sampling sites using the fishing gear (long surface longline). The study area is located in the southwestern part of the Mediterranean, the central and eastern part of the Algerian coast, between Ténès in the west and the Algerian-Tunisian border in the east.

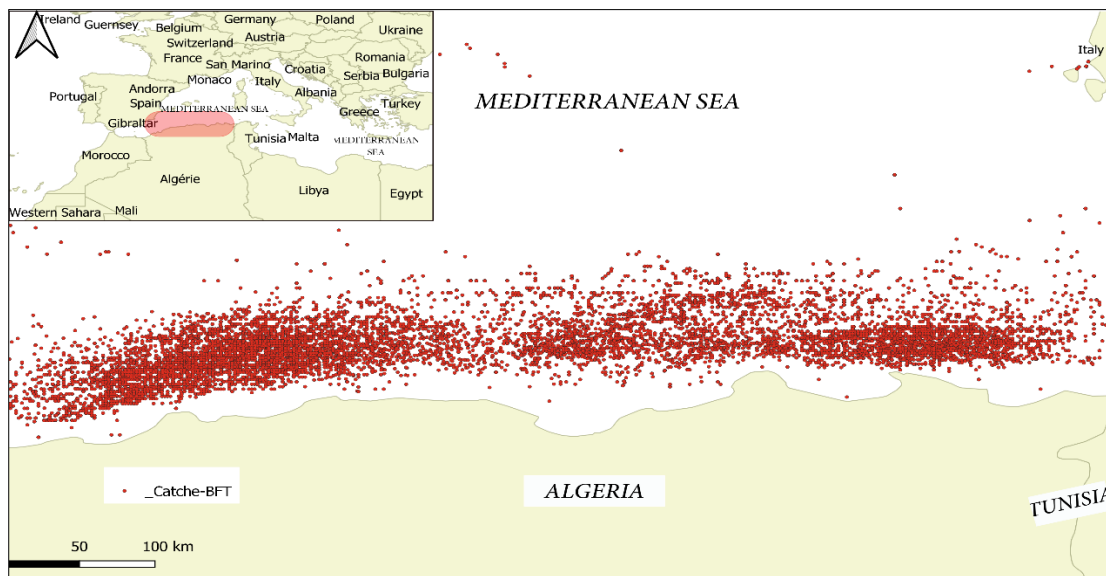


Fig.1. map of bluefin tuna fishing areas in the Algerian coast

The Algerian coast is characterised by these two superimposed water layers, the modified Atlantic water and the Mediterranean water. Indeed, the Atlantic water penetrates into the Alboran Sea where its initial characteristics begin to alter, thus giving rise to the modified Atlantic water (Millot, 1989b).

Data

The present work is based on two types of data, bluefin tuna catch data and environmental data over a period of nineteen years, from 2000 to 2019. Firstly, geo-referenced bluefin tuna catch data were collected, on the one hand, from the Algerian Ministry of Fisheries and Fishery Resources. These were recorded on board each vessel during the fishing period by the Ministry's inspectors, during the BFT fishing campaigns carried out each year by Japanese longliners. And on the other hand, from the official website of ICCAT ("ICCAT-CICTA-CICAA," n.d.). From the official website of ICCAT ("ICCAT-CICTA-CICAA," n.d.). Secondly, environmental data namely; temperature (T) in °C, salinity (S) in psu, chlorophyll (chl a) in $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, nitrate (NO_3), dissolved oxygen (O_2) in $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-3}$, the latter were downloaded from the official website of the European programme, COPERNICUS ("Marine | Copernicus," n.d.), is a programme that brings together all the data obtained from environmental satellites and on-site measuring instruments to produce a comprehensive global view of the state of our planet. Even the evolution of the occupation and finally the current speed in m/s, the wave height in m. have been calculated by the high resolution Swan model for the Mediterranean basin (Amarouche et al., 2019), (Amarouche et al., 2020). The data extraction is explained by a conceptual diagram in Fig.2.

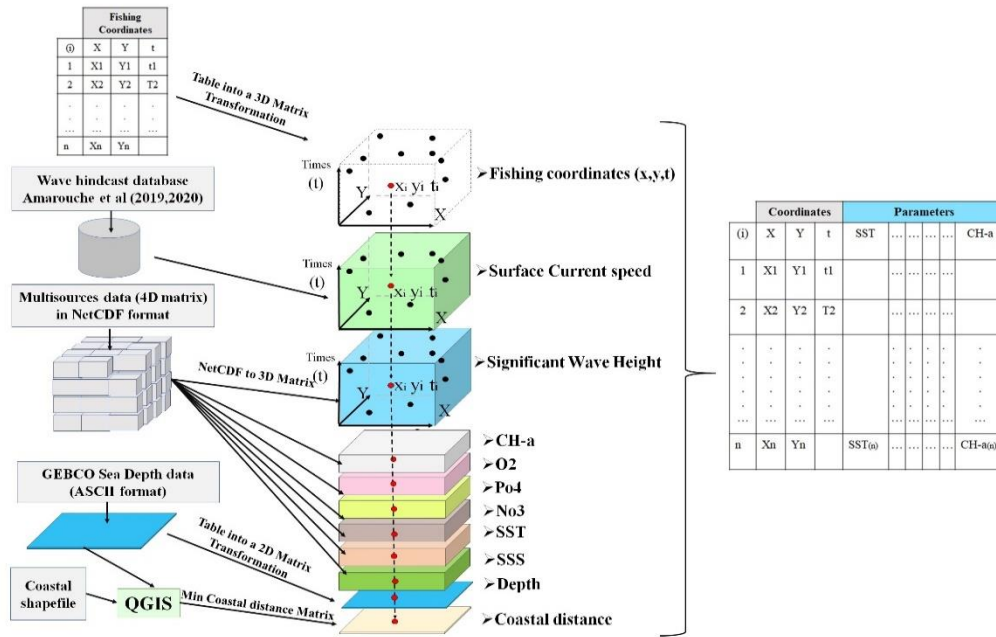


Fig.2. Conceptual diagram of environmental data extraction.

Data processing

The data processing is performed by R software version i386 3.6.3, in order to complete all statistical analyses of this study, namely: the size-weight relationship of the size frequency distributions for the study species (*Thunnus thynnus*), Bartlett's Sphericity Test, as well as Multiple Regression Analysis, as well as Analysis of Variance (ANOVA) and finally Principal Component Analysis (PCA) Data extraction was performed using MATLAB R2017a software.

Statistical analysis

Size-Weight Relationship

The relationship between the total length of the fish and their weight is generally exponential. It is represented by the relationship (Le Cren, 1951):

$W_t = a L_t^b$; W_t = total weight of the fish in kg; L_t = total length of the fish in cm; a and b are characteristic factors of the environment and the species.

The coefficient b varies between 2 and 4. It expresses the relative shape of a fish's body.

If $b = 3$, the growth is said to be isometric.

If $b \neq 3$ and different from 3, the growth is allometric.

A coefficient b greater than 3 indicates better growth in weight than in length and vice versa (Micha, 1973).

Bartlett Sphericity Test

Bartlett's sphericity test (BARTLETT, 1966) is used only in the case of Pearson correlation or covariance. It is used to validate or invalidate the hypothesis that the variables are not significantly correlated. The hypotheses are :

H0: There is no correlation significantly different from 0 between the variables.

Ha: At least one of the correlations between the variables is significantly different from 0.

Analyses of variance (ANOVA) (Saporta, 2006) used to compare bluefin tuna abundances between seasons. To do this, we asked the question:

Does the abundance of bluefin tuna in the Mediterranean change according to the season?

RESULTS AND DISCUSSION

1. Statistical analysis

The table below illustrates the descriptive statistical summary of the different environmental variables in more than 18,000 points along the Algerian coasts and the biological variables, size and weight of 2601 individuals of bluefin tuna.

Table 1. Summary of descriptive statistics by variable

| | <i>Lt</i> (cm) | <i>Wt</i> (kg) | <i>Chl a</i> (mg.m ⁻³) | <i>NO3</i> (mmol.m ⁻³) | <i>O2</i> (mmol.m ⁻³) | <i>S (psu)</i> | <i>T</i> (°c) | <i>Crrt spd</i> (m/s) | <i>Ht Vg</i> (m) | <i>Dist_cot</i> (degree) |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|
| <i>N</i> | 22601 | 22601 | 21192 | 21172 | 21172 | 19586 | 19586 | 19438 | 18448 | 22498 |
| <i>max</i> | 312.88 | 474.39 | 6.59 | 8.14 | 329.92 | 39.52 | 28.19 | 0.91 | 5.23 | 2.72 |
| <i>Min</i> | 39.00 | 2.00 | 0.06 | 0.01 | 203.29 | 31.74 | 9.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| <i>Avr</i> | 186.83 | 133.53 | 0.19 | 0.30 | 237.94 | 36.86 | 18.67 | 0.22 | 1.08 | 0.37 |
| <i>Dev-str</i> | 52.85 | 76.72 | 0.43 | 0.81 | 8.97 | 0.55 | 1.69 | 0.14 | 0.62 | 0.22 |
| <i>IC 5%</i> | 0.69 | 1.00 | 0.01 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| <i>m+ic</i> | 187.52 | 134.53 | 0.19 | 0.31 | 238.06 | 36.87 | 18.70 | 0.22 | 1.09 | 0.38 |
| <i>m-ic</i> | 186.14 | 132.53 | 0.18 | 0.29 | 237.82 | 36.85 | 18.65 | 0.22 | 1.07 | 0.37 |
| <i>CV</i> | 0.28 | 0.58 | 2.28 | 2.69 | 0.04 | 0.02 | 0.09 | 0.64 | 0.57 | 0.58 |

1.1. Analyse of variance

Table 2. Results of analyses of variance

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------------|-----|------------------|--------------------|--------|--------|
| Modèle | 3 | 10104715,7424 | 3368238,5808 | 7,7411 | 0,0002 |
| Erreur | 57 | 24801249,5035 | 435109,6404 | | |
| Total corrigé | 60 | 34905965,2459 | | | |

According to the analysis of variance Table 2, the calculated p-value (0.0002) is below the significance level $\alpha=0.05$, so we have to reject the null hypothesis H_0 and retain the alternative hypothesis H_1 , taking a 0.02% risk of being wrong. The effect of the season was measured using a variance ratio ($F = 7.7411$) Table 1, the higher this ratio the more significant the effect of the season. We conclude that there is a significant effect of season on the abundance of *thunnus thynnus* in the Mediterranean and particularly along the Algerian coast.



Fig. 3. Abundances of *Thunnus thynnus* according to seasons.

Table 3. Abundances (number of individuals) of *thunnus thynnus* by quarter

| | <i>Abundance</i> |
|--------------------|------------------|
| <i>Quarter 1</i> | 107 |
| <i>Quarter2</i> | 18402 |
| <i>Quarter3</i> | 3550 |
| <i>Quarter4</i> | 542 |
| <i>sum(season)</i> | 22601 |

1.2. Principal component analysis

Fig.3 and Table 3, show a significant difference in bluefin tuna abundance according to season, with quarter 2 (spring season) being the most frequent season, with an abundance of 18402 individuals out of a total of 22601. As well as quarter 3 (summer season) with 3550 individuals. The presence of BFT in the Mediterranean in May (spring season) and August (summer season) is related to breeding (Cort, 1990b) ; (MacKenzie and Mariani, 2012b) ; (Mylonas et al., 2007b); (Ottersen et al., 2004b) ; **Royer, 2005**). This significant difference in bluefin tuna abundances directed our work to be based on the two seasons (Spring and Summer), in order to answer the problematic of our study. Principal component analysis has allowed us to extract a lot of interesting information from the collected dataset, Fig. 4 and Table 5, summarize well the information on the correlation between the different variables. According to Bartlett's test of sphericity Table 4 , the calculated p-value (0.0001) is below the significance level $\alpha=0.05$, so we conclude that at least one of the correlations between the variables is significantly different from zero.

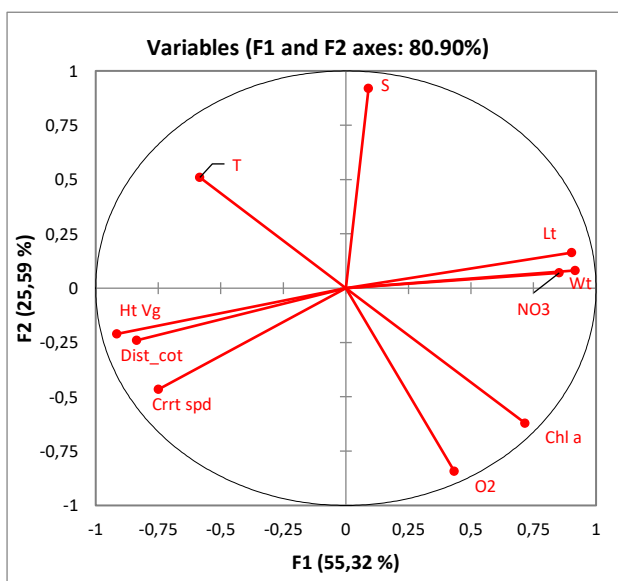


Fig. 4. Correlation circle between variables biotic and abiotic

Table 4. Bartlett sphericity test result

| | |
|------------------------------------|----------|
| <i>Chi-square</i> | 176.9874 |
| <i>(Observed value)</i> | |
| <i>Chi-square (critical value)</i> | 61.6562 |
| <i>DDL</i> | 45 |
| <i>p-value</i> | < 0.0001 |
| <i>alpha</i> | 0.05 |

Table 5. Correlation matrix :

| Variable s | Lt | Wt | Chl a | NO3 | O2 | S | T | Crrt-spd | Ht Vg | Dist_cot |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Lt | 1.00 | 0.97 | 0.47 | 0.72 | 0.23 | 0.24 | -0.52 | -0.68 | -0.79 | -0.71 |
| Wt | 0.97 | 1.00 | 0.57 | 0.68 | 0.32 | 0.20 | -0.55 | -0.67 | -0.79 | -0.71 |
| Chl a | 0.47 | 0.57 | 1.00 | 0.62 | 0.87 | -0.53 | -0.57 | -0.31 | -0.52 | -0.47 |
| NO3 | 0.72 | 0.68 | 0.62 | 1.00 | 0.28 | 0.04 | -0.27 | -0.68 | -0.83 | -0.71 |
| O2 | 0.23 | 0.32 | 0.87 | 0.28 | 1.00 | -0.65 | -0.64 | 0.01 | -0.22 | -0.11 |
| S | 0.24 | 0.20 | -0.53 | 0.04 | -0.65 | 1.00 | 0.31 | -0.49 | -0.28 | -0.24 |
| T | -0.52 | -0.55 | -0.57 | -0.27 | -0.64 | 0.31 | 1.00 | 0.13 | 0.43 | 0.34 |
| Crrt spd | -0.68 | -0.67 | -0.31 | -0.68 | 0.01 | -0.49 | 0.13 | 1.00 | 0.74 | 0.67 |
| Ht Vg | -0.79 | -0.79 | -0.52 | -0.83 | -0.22 | -0.28 | 0.43 | 0.74 | 1.00 | 0.84 |
| Dist_cot | -0.71 | -0.71 | -0.47 | -0.71 | -0.11 | -0.24 | 0.34 | 0.67 | 0.84 | 1.00 |

The positioning of the variables on fig.4 (80.90% inertia) as well as the values in table 5, suggest a definite link between the variables. Around the F1 axis (55.32% inertia), we see that the total length (Lt) of *Thunnus thynnus* is characterised by a linear relationship on the one hand, positive with respect to its total weight (Wt) ($r = 0.967$, $p < 0.0001$) and to the two parameters of its environment such as NO3 and chlorophyll (a) with a correlation coefficient ($r = 0.717$, $p < 0.0001$) and ($r = 0.470$, $p < 0.0001$) respectively. And on the other hand, negative to other parameters of its biotope such as: temperature ($r = -0.523$, $p < 0.0001$), current speed ($r = -0.681$, $p < 0.0001$), wave height ($r = -0.791$, $p < 0.0001$) and distance from the coast ($r = -0.710$, $p < 0.0001$) On the F2 axis (25.59% inertia), we can see that the Temperature factor is negatively related to the factors: Oxygen ($r = -0.652$, $p < 0.0001$) and chlorophyll (a) ($r = -0.568$, $p < 0.0001$). Studying the physico-chemical parameters of the bluefin tuna biotope aims to better understand the conditions of their distribution, migration, nutrition and reproduction.

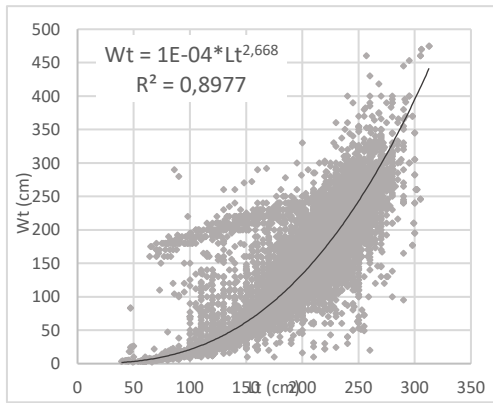
The results obtained by the PCA, let us be interested in determining the limits of the variations of each biotope factor that can influence the life cycle of the studied species.

1.3.Length -weight relationship

Fig. 5 shows the results of the analysis of the relationship between total length and total weight of *Thunnus thynnus*.

The study of fish growth requires the use of the weight-length method (Da et al., 2018c).

$$wt = 10^{-4} * Lt^{2,668} (r = 0.87; b = 2.668, p = 0.0001)$$



The correlation coefficient represents a functional relationship between the two biological parameters of the species studied. The coefficient $b = 2.67$ shows an allometric type of growth in favour of total length. Bluefin tuna length growth occurs in the first three years, followed by mass growth from the fourth year (Cort, 1990b). In fisheries ecology, growth is an indicator of fish habitat quality (Searcy et al., 2007b).

Fig.5. Biometric correlation in *Thunnus thynnus*

Multiple regression model

Table 6, provides details on the results of the multiple linear regression analysis. Multiple linear regression analysis allowed us to define the equation for the best linear correction model (equation 1) which expresses the relationship between the total length of the BFT and the environmental factors. In this study, **70.3%** of the variability is explained by chlorophyll a, dissolved oxygen, salinity and temperature. The rest of the variability may be due to effects (other explanatory variables) that are not taken into account in our study.

The Fisher F test is used. Since the probability associated with the F in this case is less than **0.0003939**, this means that we take a risk of being wrong of less than 0.05% in concluding that the explanatory variables bring a significant amount of information to the model.

Equation 1. Best model multiple linear regression analysis.

$$Lt = 75.90 (Cha) - 2.96 (O2) + 25.94 (Sal) - 11.60 (Temp) + 123.80$$

Table 6. The results of the multiple linear regression analysis

Multi-correlation with results of regression model

| | Coefficients: Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t) |
|-------------|---------------------------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 123,806 | 596,224 | 0,208 | 0,83872 |
| Chl.a | 75,905 | 18,442 | 4,116 | 0.00122 ** |
| O2 | -2,96 | 1,308 | -2,263 | 0.04137 * |
| Sal | 25,944 | 9,348 | 2,775 | 0.01576 * |
| Temp | -11,602 | 3,859 | -3,007 | 0.01011 * |

Djusted R-squared: 0.703; F-statistic : 11.06 on 4 and 13 DF, p-value : 0.0003939

2. Temporal analysis of bluefin tuna distribution in relation to environmental factors

The maximum and minimum values noted from the BFT height and weight data are (312.88 cm ; 474.38 kg) and (39 cm ; 2 kg) respectively Table 1, This fish can reach a size of 313 cm and a weight of 680 kg (Magnuson et al., 1994 ; Block et al., 2019). The total lengths of bluefin tuna vary seasonally, averaging 146-181 cm in the spring season and 244-255 cm in the summer season Fig.8, These were recorded in surface waters. Surface waters are characterised by

seasonally varying physical and chemical factors. Among these factors we were interested in the following: Temperature, Salinity, Current speed, Wave height, Chlorophyll a, Dissolved oxygen and Nitrate.

2.1. Physical factors

Temperature and salinity are the main hydrological factors describing water masses in a marine environment (Aminot and K erouel, 2004b). The important variations of the two factors are in function of the seasonal cycle, moreover fig.6, represents well this variation with the wire of the seasons, we noted a resemblance between the two curves, of temperature and salinity, the increase of the temperature followed by an increase of the salinity, in the same way in the opposite case. In the summer season, the temperatures are obviously very high (on average between 21.5 and 25.8 C), as is the salinity (on average between 36 and 39 psu).

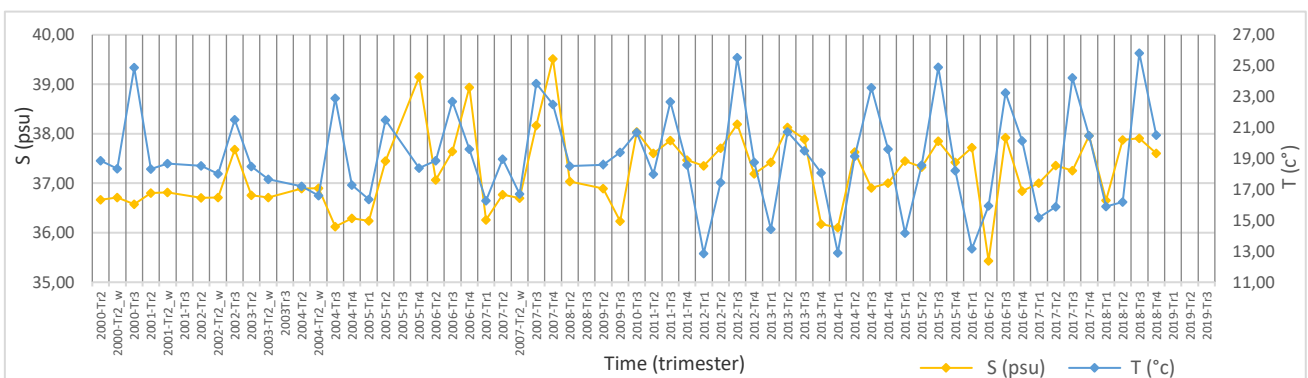


Fig. 6. Seasonal variation of physical factors: temperature and salinity.

In the winter season, the water masses cool down due to the effect of lower temperatures (on average 12.8 to 16 C), also for the salinity drops on average from 35.4 to 37 psu. According to Freon and Misund (Fréon and Misund, 1999b), the distribution of bluefin tuna depends on the environmental temperature, which averages 10-28 C. In Atlantic bluefin tuna farms, the temperature should be in the range of 18-26 C (Caill-Milly et al., 2002b). Bluefin tuna have been fished in surface waters of great variation in temperature and salinity Table 2, they can

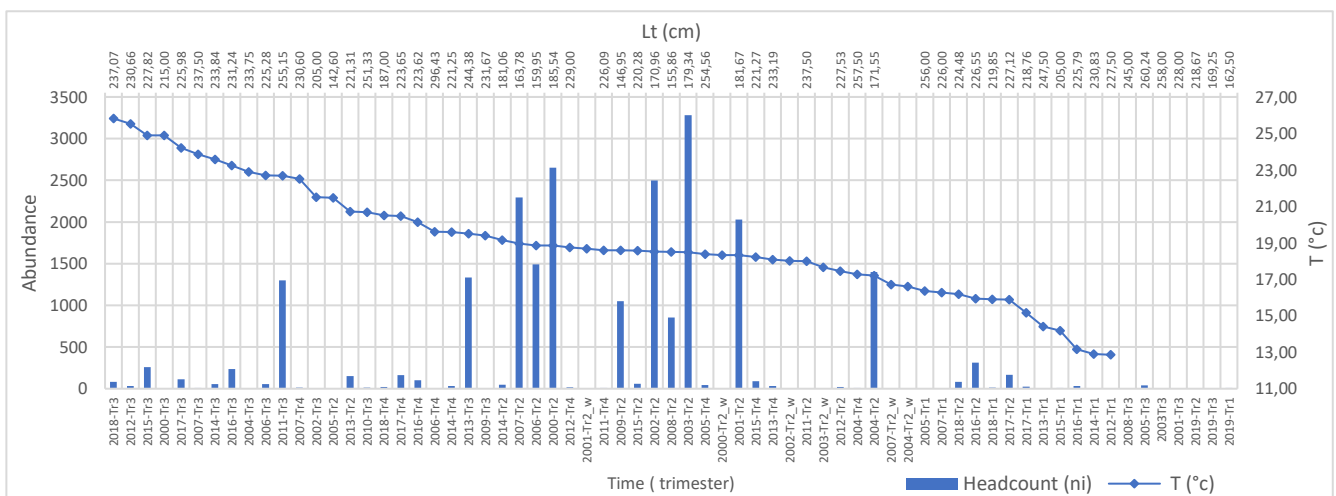


Fig. 7. Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, temperature.

withstand low water temperatures of 9.2°C and as well as having the ability to live in warm waters, up to 28.19°C. (Bleck *et al.* , 2001) cited: tagging and tracking data from the archives testified that the BFT can withstand cold (up to 3°C) as well as warm temperatures (up to 30°C) and it maintains a stable internal body temperature. The temperature in the spring season warms the marine water masses. These not very warm water masses (average temperature varies between 17 and 19.5°C) mark the presence of an overabundance of bluefin tuna (average total length from 146 to 181 cm), Fig.7. In addition to this, large individuals averaging 250 cm, they may frequent warmer waters (average temperature of 22°C) in the summer period. And the largest catches are recorded in areas with a temperature of between 17 and 20°C.

These are in agreement with the observations of Lozano **Cabo (1958) and Tiews K. (1963)**. They noted that the best catches of bluefin tuna from the Moroccan and Spanish traps were taken in areas with surface temperatures between 19.25 and 20.5 °C. According to (Ottersen **Geir et al**(Ottersen et al., 2004b) the temperature factor can influence the spawning periods. The spawning period of bluefin tuna in the Mediterranean Sea is June-July (Mylonas et al., 2007b) ; (MacKenzie and Mariani, 2012b) ; **Collette and Nauen, 1983** and (Cort, 1990b). Indeed, low temperatures slow down spawning because of the slow development of the gonads. Whereas high temperatures allow earlier spawning because of the rapid development of the gonads. The surface waters of fishing areas with high bluefin tuna productivity are characterised by stable salinity levels, which vary on average from 36.6 to 37.1 psu and from 37.8 to 37.9 psu in spring and summer respectively Fig.8. Bluefin tuna have demanding requirements, mainly for stable salinity and well oxygenated water (Caill-Milly et al., 2002b). Furthermore, there is a relationship between the total length of the species studied and the current speed.

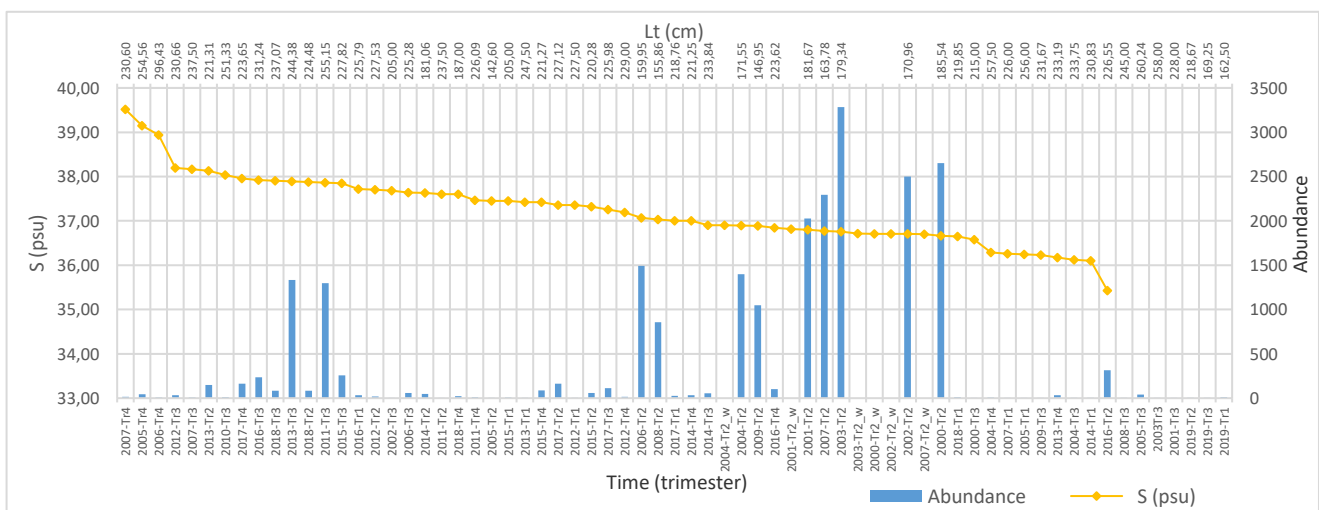


Fig. 8. Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, salinity.

Figs 9,10 clearly shows this relationship, and the presence of bluefin tuna is noted in areas with a current speed of 0.85 m/s. In the spring period, overabundances were found in water bodies with an average current speed between 0.17 m/s and 0.3 m/s. In contrast to the summer period, the current speed is very low, varying between 0.07 m/s and 0.15 m/s. (Arena, 1959a) when investigating the influence of different factors on the catch of a tuna trap near Trapani, on the west coast of Sicily, noted that low catches of bluefin tuna are associated with a south-westerly current speed of 0.49 m/sec, while the best catches were made in areas with a north-easterly current speed of 0.73 m/sec. The coefficient of variation is 0.60 Table 1, which means that the distribution of current speed values is heterogeneous. In fact, bluefin tuna have the ability to live in an environment of great variability with respect to the speed of the sea current.

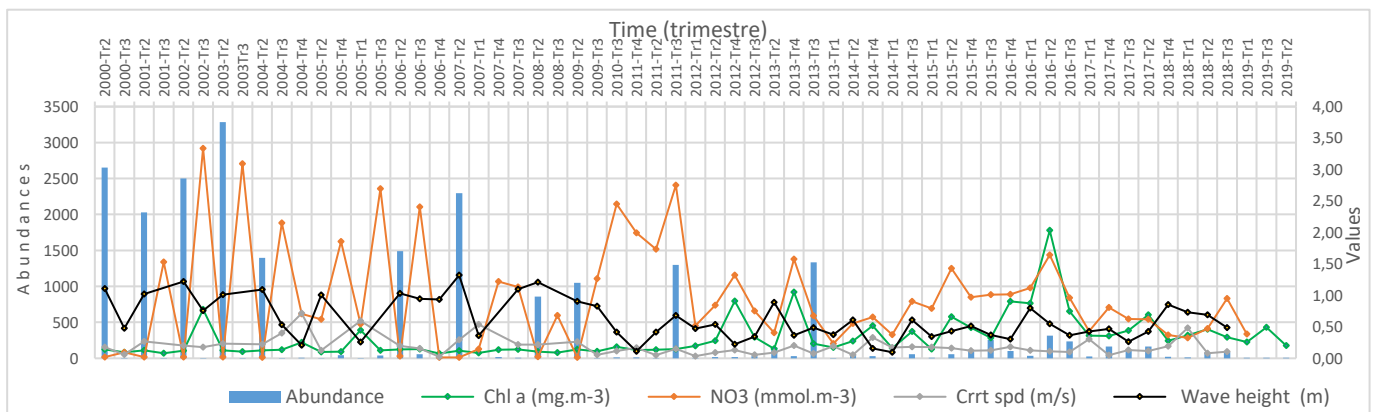


Fig. 9. Seasonal variations in bluefin tuna abundances in relation to environmental factors: Chlorophyll a, Current speed, Wave height, and nitrate (NO3).

The distribution of bluefin tuna is related to the oceanic front for several reasons: either for food needs, as oceanic fronts are favoured areas for energy transfer along trophic chains (Royer, 2005e); or for migration needs, as they are able to associate with the limits of the Gulf Stream current so that they can distribute in the European territory on the North Atlantic side (Lehodey et al., 1997); or for breeding requirements, as anticyclonic eddies or frontal areas are potentially favourable for the survival and development of eggs and larvae (Bakun, 1996b) (García et al., 2003b).

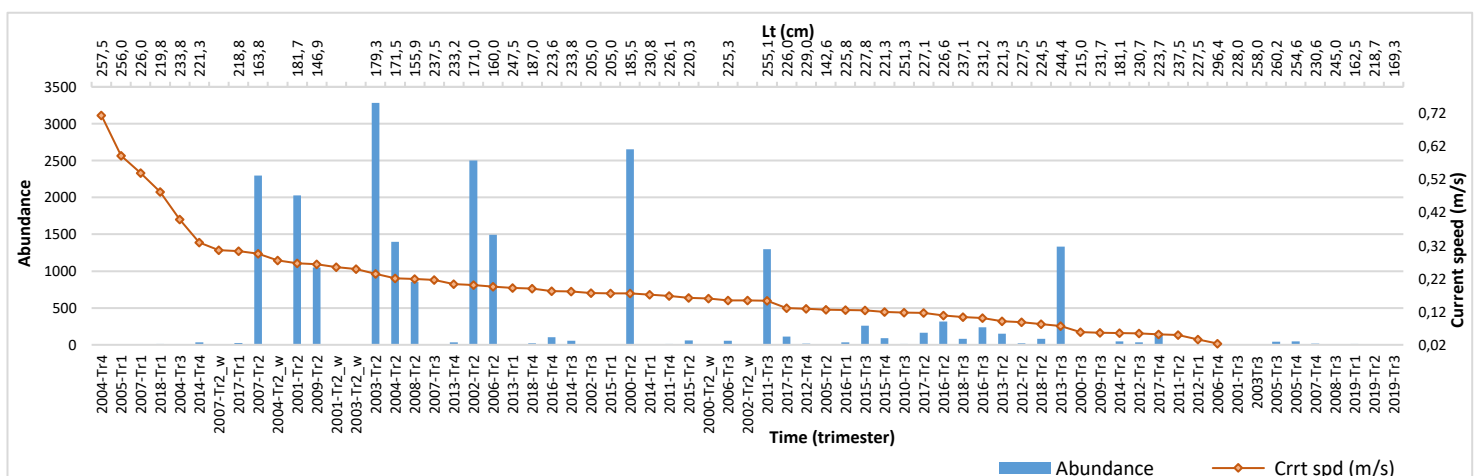


Fig. 10. Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, current speed.

In addition, Figs. 9,11 shows the abundance of *Thunnus thynnus* as a function of seasonal variability in sea state (wave height). The wave height in areas of high catch averages 0.9 to 1.33 m in spring and 0.49 to 0.62 m in summer. The coefficient of variation is high, at 0.57 Table 1, Bluefin tuna have the ability to swim in waters with a high variability in energy. It has been found in calm, low energy waters (about 0 m wave height on average) and even in very rough, high energy waters due to the effect of wind on the sea surface, with waves of 5.2 m in height. According to (Teo et al., 2007d). *Thynnus thynnus* in the breeding phase frequents areas with moderate wind speeds (5-7 m. s-1). Breeding Western Atlantic BFTs favour areas with moderate eddy kinetic energy, where mesoscale eddies are present (Teo et al., 2007d).

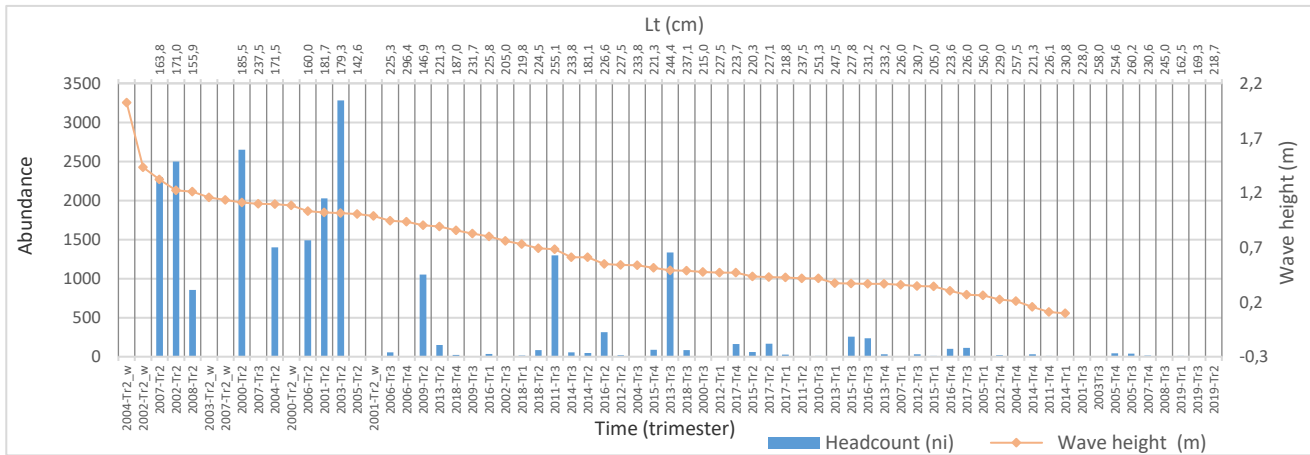


Fig.11. Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factor, wave height.

2.2. Chemical factors

Table 4, shows the link between the chemical and physical factors of the marine environment and the biotic parameters of the species (size and weight). Fig. 4 and Table 4 show that dissolved oxygen in seawater is correlated with temperature and salinity with correlation coefficients ($r = -0.64, p < 0.0001$), and ($r = -0.652, p < 0.0001$) respectively,

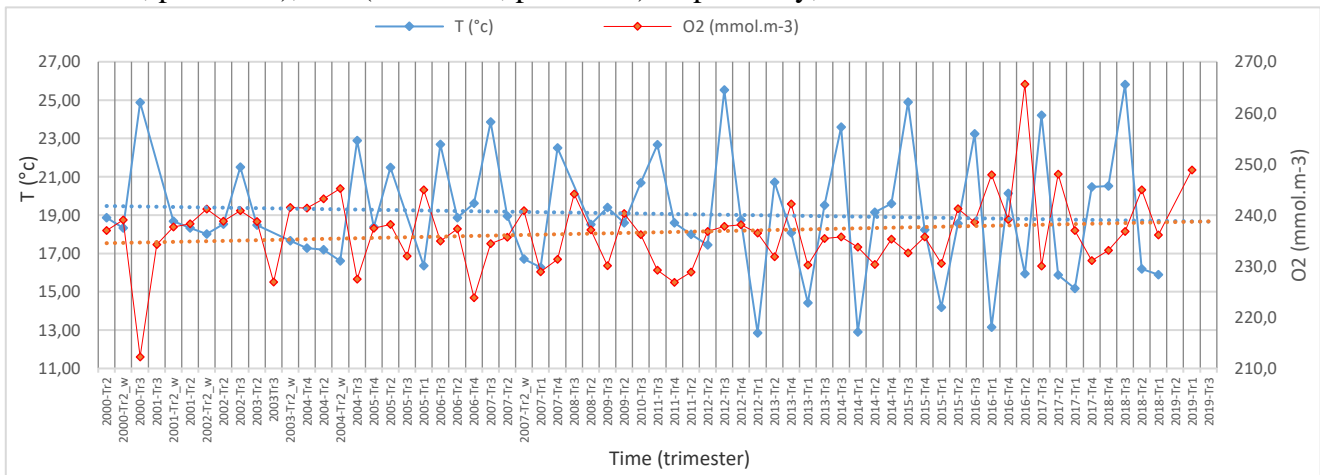


Fig. 12. Seasonal variation of the two factor: Temperature and dissolved oxygen.

as well as with chlorophyll (a) a, at a correlation coefficient of ($r = 0.86$, $p < 0.0001$). Fig.12 illustrates well the seasonal variation of the two factors: temperature and dissolved oxygen, it shows the inverse relationship between these two parameters during the seasons, the two curves in opposite direction, oxygen decreases with increasing temperature, the opposite is true.

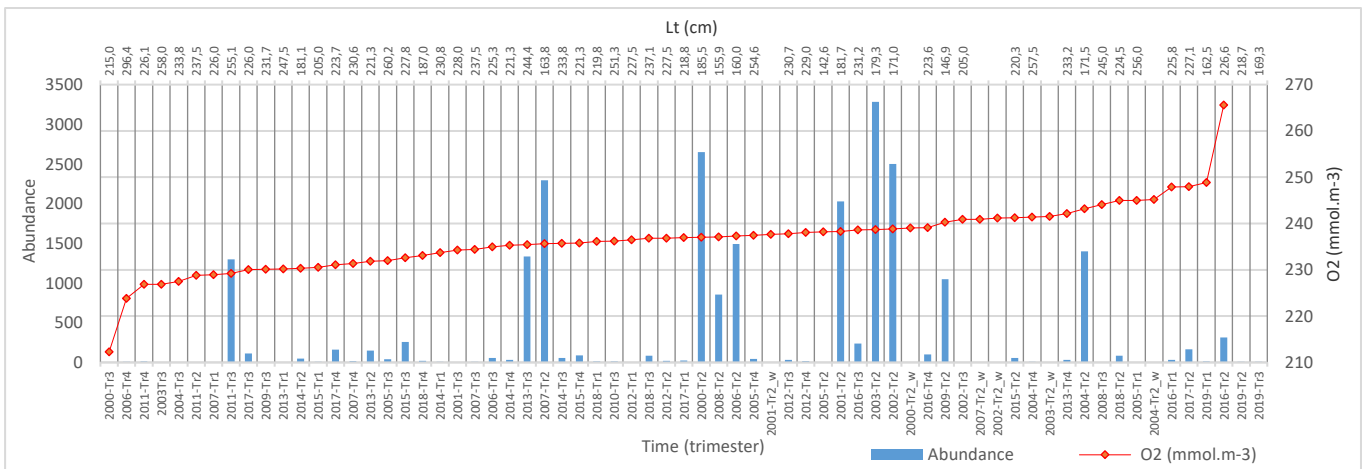


Fig. 13. Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, dissolved oxygen.

The temporal distribution of dissolved oxygen in bluefin tuna catch areas is homogeneous, as the coefficient of variation in these areas is 0.038. O2 concentrations in areas of high bluefin tuna catches vary from 235.6 to 243 mmol.m⁻³ in the spring season and from 229 to 235.4 mmol.m⁻³ in the summer season Fig.13, The temporal distribution of oxygen in seawater is a function of the biological activity and/or ventilation of the water mass (Lefèvre et al., 2012a). The BFT has a high aerobic capacity (Royer, 2005e), which would allow it firstly: to ensure gill ventilation and compensate for its negative buoyancy (Magnuson (1978,(Magnuson, 1973b); to meet the needs of the type I muscles (red muscles); to guarantee a high endurance and sustained swimming (Lutcavage et al., 2000a) ; Brill et al., 2002; Royer, 2005); and to limit energy conflicts. The seasonal variation in surface chlorophyll (a) concentration for the fishing areas is presented in figs. 14 , 9 as a seasonal average.

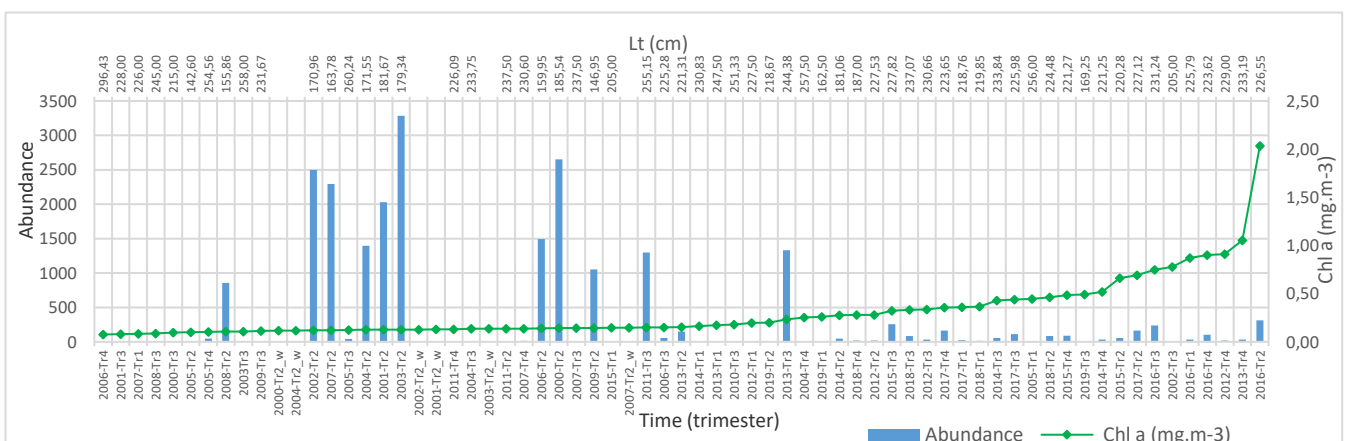


Fig. 14. Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, chlorophyll (a).

The search for areas of chlorophyll (a) concentration, which is the first link in the food chain, makes it possible to identify schools of fish that are prey to bluefin tuna such as: mackerel, herring, sardines, anchovies and krill. Moreover, (FURNESTIN, 1963; Marie-louise, 1957) explained that the third link in the food chain, that of the Chaetognaths: *Sagitta serratodentata* and *Sagitta elegans*, are indicators of mackerel and herring respectively. Moreover, sardines and anchovies use two feeding behaviours: by filtration (they consume phytoplankton), or by predation (planktonic prey) ((Chouvelon et al., 2014b); (Ganias, 2014b) ; (Palomera et al., 2007b);(Plounevez and Champalbert, 2000b)). Chlorophyll (a) concentrations in fishing areas were found to vary from 0.06 to 6.59 mg.m⁻³ Table 1.

Average chlorophyll (a) concentrations in areas of bluefin tuna overabundance are low, ranging from 0.11 to 0.14 mg.m⁻³ in spring seasons and 0.15 to 0.23 mg.m⁻³ in summer seasons fig.14, According to (Teo et al., 2007d), tagged adult BFT were located in areas with relatively low surface chlorophyll concentrations (0.10 to 0.16 mg.m⁻³).figs.12 , 9 PCA showed that nitrate (NO₃) levels in the fishing area are strongly related to the total length of bluefin tuna ($r = 0.717$, $p < 0.0001$). The limits of nitrate concentrations recorded in the biotope of this species vary between 0.005 and 8.15 mmol.m⁻³ Table 1. The nutrient element such as nitrate is important in plankton production (Tham, 1998c). Figs. 9,15 shows the average nitrate levels in areas of high bluefin tuna catches, these concentrations are seasonally delineated. Moreover, in spring seasons the average NO₃ concentrations vary between 0.01 and 0.04 mmol.m⁻³ and in summer seasons they are higher, varying between 0.68 and 2.75 mmol.m⁻³. The nitrate factor can play the role of an indirect indicator of the presence of bluefin tuna, as nitrate is a primordial nutrient in the development of the first link in the trophic chain, phytoplankton populations ((Abboud-Abi Saab et al., 2005c)

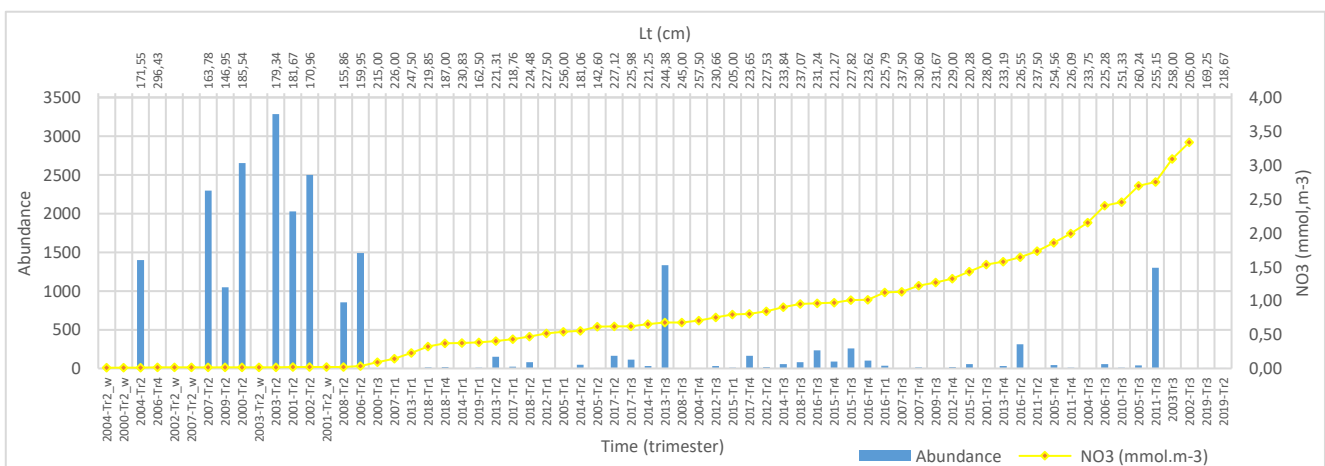


Fig. 15. Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, nitrate (NO₃).

CONCLUSION

The present study has shown that the presence of bluefin tuna along the Algerian coast is significantly seasonal, with the most frequent seasons of abundance of this species being spring and summer. BFT reproduction in the Mediterranean occurs in May (spring season) and August (summer season) (Cort, 1990b) (MacKenzie and Mariani, 2012b) ; (Mylonas et al., 2007b) ;

Royer, 2005 ; Ottersen et al., 2004 ; Cort, 1990). Furthermore, the size-weight analysis confirmed that the growth of the BFT is allometric in favour of the total length. In addition, the temporal analysis showed that there is a variation in total length according to the seasons, on average between 146 and 181 cm in the spring season and between 244 and 255 cm in the summer season.

The distribution of bluefin tuna along the Algerian coast is seasonal and governed by several physical and chemical factors. Indeed, the high abundances of bluefin tuna have been noticed in water masses with a seasonal variation in physical and chemical factors: first of all, in the summer season, the temperatures of the water masses are obviously very high (on average varies between 21.5 and 25.8°C), as is the salinity (on average varies between 36 and 39 psu). And in the spring season, the water masses cool down due to the effect of the temperature drops (on average from 12.8 to 16°C), also for the salinity drops on average from 35.4 to 37 psu. The BFT has a high aerobic capacity (Royer, 2005e), the O₂ concentrations in areas of high bluefin tuna catches vary from 235.6 to 243 mmol.m⁻³ in the spring season and from 229 to 235.4 mmol.m⁻³ in the summer season. Chlorophyll (a) is the first link in the food chain and is used to indirectly identify BFT schools. Average chlorophyll (a) concentrations in areas of bluefin tuna overabundance are low, ranging from 0.11 to 0.14 mg.m⁻³ in spring and 0.15 to 0.23 mg.m⁻³ in summer. According to Teo et al. (Teo et al., 2007d), tagged adult BFT were located in areas with relatively low surface chlorophyll concentrations. The average nitrate levels in areas of high bluefin tuna catches vary between 0.01 and 0.04 mmol.m⁻³ in spring, and between 0.68 and 2.75 mmol.m⁻³ in summer. The nitrate factor can play the role of an indirect indicator of the presence of bluefin tuna, as nitrate is a primordial nutrient in the development of the first link in the trophic chain, phytoplankton populations; (**Abboud-Abi Saab et al., 2005; Tham, 1998**) *Thunnus thynnus* has the ability to swim in waters of high energy variability. Wave height in areas of high catch averages 0.9-1.33m in spring and 0.49-0.62m in summer. Breeding BFT move to areas with moderate wind speeds and areas with moderate eddy kinetic energy (Teo et al., 2007d). The BFT has the ability to live in an environment of high variability with respect to the speed of the sea current. Particularly in spring and summer, it prefers water bodies with an average current speed ranging from 0.17 m/s to 0.3 m/s and 0.07 m/s to 0.15 m/s respectively. Multiple linear regression analysis defined the best linear correction model equation (equation 1), chlorophyll a, dissolved oxygen, salinity and temperature explain **70.3%** of the variability in total BFT length. Environmental factors, namely: Temperature, Salinity, Chlorophyll a, Current speed, Wave height, Dissolved oxygen, and Nitrate, are the determining factors of bluefin tuna distribution along the Algerian coast.

Prospects: To achieve this, it is important to carry out this research on an adequate spatio-temporal scale, which can be applied to different stages of studies: data, analyses, modelling. Projections and forecasts. Other variables must therefore be taken into account in the model to explain variations in the total length of the species studied.

Acknowledgements

The authors would like to thank the researchers of the Laboratoire d'Océanographie Biologique et Environnement Marin, Faculty of Biology of the Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene and the researchers of the Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et du Littoral of Algiers Algeria.

LIST OF ABBREVIATIONS

| | |
|------------|---|
| ANOVA | analysis of variance |
| Avr | Average |
| <i>BFT</i> | blue fine tuna |
| Chl a | chlorophyll a |
| Crrt-spд | current speed |
| CV | coefficient of variation |
| Dev-str | standard deviation |
| Dist_cot | distance from the coast |
| Ht Vg | wave height |
| IC | Confidence interval |
| ICCAT | International commission for the conservation of atlantic tunas |
| Lt | Total length |
| MAX | Maximum |
| MIN | Minimum |
| N | Sample size |
| NO3 | Nitrate |
| O2 | Oxygen |
| PCA | Principal Component Analysis |
| S | Salinity |
| T | Temperature |
| Wt | total weight |
| QGIS | quantum geographic information system |

The list of figure legends

Figure 1 :A map of bluefin tuna fishing areas in the Algerian coast.

Figure 2 :Conceptual diagram of environmental data extraction.

Figure 3: Abundances of thunnus thynnus according to seasons.

Figure 4 :Correlation circle between variables biotic and abiotic.

Figure 5 : Biometric correlation in Thunnus thynnus.

Figure 6: Seasonal variation of physical factors : temperature and salinity.

Figure7: Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, temperature

Figure 8: Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, salinity.

Figure 9: Seasonal variations in bluefin tuna abundances in relation to environmental factors : Chlorophyll a, Current speed, Wave height, and nitrate (NO3).

Figure 10: Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, current speed.

Figure 11: Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, wave height.

Figure 12 Seasonal variation of the two factors: Temperature and dissolved oxygen.

Figure 13: Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, dissolved oxygen.

Figure 14: Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, chlorophyll (a)

Figure 15: Seasonal variations in bluefin tuna abundances and mean lengths in relation to environmental factors, nitrate (NO₃).

The list of table legends

Table :1 Summary of descriptive statistics by variable.

Table :2 Results of analyses of variance.

Table:3 Abundances of thunnus thynnus by quarter.

Table :4 Bartlett sphericity test result.

Table:5 Correlation matrix.

Table:6 The results of the multiple linear regression analysis.

Bibliography

Abboud-Abi Saab, M.; Fakhri, M.; Kassab, M.T.; Mattar, N. (2005). Les sels nutritifs et le phytoplancton sur la côte sud du Liban : évaluation d'indices écologiques. *Leban. Sci. J.*, 6:27–43.

Abdelhadi, B.; Pilar, H. H.; Aitor Forcada. (2011). Étude de la distribution spatio-temporelle de la pêcherie du thon rouge (*Thunnus thynnus*) en Algérie avec l'utilisation du système d'information géographique (SIG). *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos* (ESP-1). <https://doi.org/10.14198/mdtrra2011.esp.04>

Alheit, J.; Hagen, E. (2001). The Effect of Climatic Variation on Pelagic Fish and Fisheries, in: Jones, P.D., Ogilvie, A.E.J., Davies, T.D., Briffa, K.R. (Eds.), *History and Climate: Memories of the Future?* Springer US, Boston, MA, pp. 247–265. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3365-5_12

Amarouche, K.; Akpınar, A.; Bachari, N.E.I.; Çakmak, R.E., Houma, F. (2019). Evaluation of a high-resolution wave hindcast model SWAN for the West Mediterranean basin. *Appl. Ocean Res.*, 84:225–241.

Amarouche, K.; Akpınar, A.; Çakmak, R. E.; Houma, F.; Bachari, N.E.I. 2020. Assessment of storm events along the Algiers coast and their potential impacts. *Ocean Engineering*, 210:107432. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107432>

Aminot, A. and Kérouel, R. (2004). *Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses.* Editions Quae.

Arena, P. (1959a). Notes on a recent experimental tuna fishing campaign around the Aeolian Islands and in the Straits of Messina. Presented at the General Fisheries Council for the Mediterranean, Rome, pp. 429–432.

Bakun, A. (1996). *Patterns in the ocean: Ocean processes and marine population dynamics.*

BARTLETT, M.S. (1966). An introduction to stochastic processes. *Math. Gaz.* 50: b1–b11. <https://doi.org/10.1017/S0025557200243313>

Block, B.A.; Dewar, H.; Blackwell, S.B.; Williams, T.D.; Prince, E.D.; Farwell, C.J.; Boustany, A.; Teo, S.L.; Seitz, A.; Walli, A.; Fudge, D. (2001). Migratory movements, depth preferences, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna. *Science*, 293:1310–1314. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1061197>

Block, B.A.; Whitlock, R.; Schallert, R.J.; Wilson, S.; Stokesbury, M.J.W.; Castleton, M.; Boustany, A. (2019). Estimating Natural Mortality of Atlantic Bluefin Tuna Using Acoustic Telemetry. *Sci. Rep.*, 9:4918. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40065-z>

- Brill, R.; Lutcavage, M.; Metzger, G.; Bushnell, P.; Arendt, M.; Lucy, J.; Watson, C.; Foley, D.** (2002). Horizontal and vertical movements of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*), in relation to oceanographic conditions of the western North Atlantic determined with ultrasonic telemetry. *Fish. Bull.*, 100:155–167.
- Caill-Milly, N.; Suquet, M.; G. Diez. Arrizabalaga, H.** (2002). Fattening of Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) caught by the French and Spanish bait boats in the Bay of Biscay. Domest. *Thunnus Thynnus – DOTT Proceeding First Int. Symp. Held Univ. Cartagena* 194.
- Chouvelon, T. ; Chappuis, A. ; Bustamante, P. ; Lefebvre, S. ; Mornet, F. ; Guillou, G.; Violamer, L. ; Dupuy, C.** (2014). Trophic ecology of European sardine *Sardina pilchardus* and European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Bay of Biscay (north-east Atlantic) inferred from $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values of fish and identified mesozooplanktonic organisms. *J. Sea Res.*, 85:277–291.
- Collette, B.B.; Nauen, C.E.** (1983). FAO species catalogue. Vol.2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date, *FAO Fisheries Synopsis*. ed.
- Cort, J.** (1990). Biología y pesca del atún rojo, "*Thunnus thynnus*"(L.), del mar Cantábrico. XF2006303440 4.
- D’Ortenzio, F.; Ribera d’Alcalà, M.** (2009). On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis. *Biogeosc.*, 6:139–148.
- Da, N. ; Ouédraogo, R. ; Ouéda, A.** (2018). Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12:1601. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.8>
- Dickson, R.R.; Brander, K.M.** (1993). Effects of a changing windfield on cod stocks of the North Atlantic. *Fish. Oceanogr.*, 2:124–153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.1993.tb00130.x>
- Durrieu de Madron, X.; Guieu, C.; Sempéré, R.; Conan, P.; Cossa, D.; D’Ortenzio, F.; Estournel, C.; Gazeau, F.; Rabouille, C.; Stemmann, L.; Bonnet, S.; Diaz, F.; Koubbi, P.; Radakovitch, O.; Babin, M.; Baklouti, M.; Bancon-Montigny, C.; Belviso, S.; Bensoussan, N.; Bonsang, B.; Bouloubassi, I.; Brunet, C.; Cadiou, J.-F.; Carlotti, F.; Chami, M.; Charmasson, S.; Charrière, B.; Dachs, J.; Doxaran, D.; Dutay, J.-C.; Elbaz-Poulichet, F.; Eléaume, M.; Eyrolles, F.; Fernandez, C.; Fowler, S.; Francour, P.; Gaertner, J.C.; Galzin, R.; Gasparini, S.; Ghiglione, J.-F.; Gonzalez, J.-L.; Goyet, C.; Guidi, L.; Guizien, K.; Heimbürger, L.-E.; Jacquet, S.H.M.; Jeffrey, W.H.; Joux, F.; Le Hir, P.; Leblanc, K.; Lefèvre, D.; Lejeusne, C.; Lemé, R.; Loÿe-Pilot, M.-D.; Mallet, M.; Méjanelle, L.; Mélin, F.; Mellon, C.; Mérigot, B.; Merle, P.-L.; Mignon, C.; Miller, W.L.; Mortier, L.; Mostajir, B.; Mousseau, L.; Moutin, T.; Para, J.; Pérez, T.; Petrenko, A.; Poggiale, J.-C.; Prieur, L.; Pujon-Pay, M.; Pulido-Villena, R. P.; Rees, A.P.; Ridame, C.; Rontani, J.-F.; Ruiz Pino, D.; Sicre, M.A.; Taillandier, V.; Tamburini, C.; Tanaka, T.; Taupier-Letage, I.; Tedetti, M.; Testor, P.; Thébaud, H.; Thouvenin, B.; Touratier, F.; Tronczynski, J.; Ulses, C.; Van Wambeke, F.; Vantrepotte, V.; Vaz, S.; Verney, R.** (2011). Marine ecosystems’ responses to climatic and anthropogenic forcings in the

- Fréon, P.; Misund, O.** (1999). Dynamics of pelagic fish distribution and behaviour: Effects on fisheries and stock assessment, *Science*.
- Ganias, K.** (2014). Biology and ecology of sardines and anchovies. CRC Press.
- García, A.; Alemany, F.; Velez-Belchi, P.; López-Jurado, J.; González-Pola, C.; Rodríguez, J.** (2003). Bluefin tuna and associated species spawning grounds in the oceanographic scenario of the Balearic archipelago during June 2001. *Collect. Vol. Sci. Pap. Int. Counc. Conserv. Atl. Tunas* 55.
- Garcia, H.E.; Gordon, L.I.** (1992). Oxygen solubility in seawater: Better fitting equations. *Limnol. Oceanogr.* 37:1307–1312.
- Gushing, D.H.; Dickson, R.R.** (1977). The Biological Response in the Sea to Climatic Changes. In: “Advances in Marine Biology” Russell, F.S. & Yonge, M. (Eds.). Academic Press, pp. 1–122. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60446-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60446-0)
- ICCAT·CICTA·CICAA** [WWW Document], 2019. URL <https://www.iccat.int/fr/> (accessed 2.16.21).
- Kacemi, M.** (2013). Protection et valorisation du littoral en Algérie : législation et instruments : Le cas des communes littorales d’Oran. *Études Caribéennes*. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.5959>
- Labidi, N. ; Nouar, A.** (2013a). Quelques indices de la biologie du thon rouge (*Thunnus thynnus*) en Algérie. *Collect Vol Sci Pap ICCAT.*, 69:603–620.
- Labidi, N.; Nouar, A.** (2013b). Evaluation Du Stock De Thon Rouge (*Thunnus Thynnus*) En Algérie. *Collect Vol Sci Pap ICCAT.*, 69:621–630.
- Le Cren, E.D.** (1951). The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, 20:201–219. <https://doi.org/10.2307/1540>
- Lefèvre, D.; Bentley, T.; Lafont, M.; Coppola, L.; Mousseau, L.** (2012). Etat Physique Et Chimique Caractéristiques chimiques 11.
- Lehodey, P.; Bertignac, M.; Hampton, J.; Lewis, A.; Picaut, J.** (1997). El Niño Southern Oscillation and tuna in the western Pacific. *Nature.*, 389:715–718.
- Lutcavage, M.E.; Brill, R.W.; Skomal, G.B.; Chase, B.C.; Goldstein, J.L.; Tutein, J.** (2000). Tracking adult North Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the northwestern Atlantic using ultrasonic telemetry. *Mar. Biol.*, 137:347–358. <https://doi.org/10.1007/s002270000302>
- MacKenzie, B.R.; Mariani, P.** (2012). Spawning of Bluefin Tuna in the Black Sea: Historical Evidence, Environmental Constraints and Population Plasticity. *PLoS ONE* 7, e39998. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039998>
- Magnuson, J.** (1973). Comparative study of adaptations for continuous swimming and hydrostatic equilibrium of scombroid and xiphoid fishes. *Fish Bull.*, 71:337–356.
- Magnuson, J.J.** (1978). Locomotion by Scombrid Fishes: Hydromechanics, Morphology and Behavior. In: “Fish Physiology”. Elsevier, pp. 239–313. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(08\)60166-1](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(08)60166-1)

- Magnuson, J.J.; Block, B.A.; Deriso, R.B.; Gold, J.R.; Grant, W.S.; Quinn II, T.J.; Sails, S.B.; Shapiro, L.; Don Stevens, E.** (1994). An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna. The National Academies Press, Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/4801>
- Marie-louise, F.** (1957). Chaetognathes et zooplancton du secteur atlantique marocain. Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit., 0035-2276 ISTPM 1957-0321 N 1-2 P 1-356 21.
- Marine | Copernicus** [WWW Document], n.d. URL <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/marine> (Accessed 2.16.21).
- Micha, J.C.** (1973). Etude des populations piscicoles de l'Ubangui et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture [WWW Document]. URL <http://agritrop.cirad.fr/344065/> (accessed 9.26.20).
- Millot, C.** (1989). La circulation générale en Méditerranée occidentale: Aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Ann. Géographie.*, 98. <https://doi.org/10.3406/geo.1989.20925>
- Mylonas, C.C. ; Bridges, C. ; Gordin, H. ; Ríos, A.B.; García, A.; De La Gándara, F.; Fauvel, C.; Suquet, M.; Medina, A.; Papadaki, M.; Heinisch, G.; De Metrio, G.; Corriero, A.; Vassallo-Agius, R.; Guzmán, J.-M.; Mañanos, E.; Zohar, Y.** (2007). Preparation and Administration of Gonadotropin-Releasing Hormone Agonist (GnRH α) Implants for the Artificial Control of Reproductive Maturation in Captive-Reared Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*). *Rev. Fish. Sci.*, 15:183–210. <https://doi.org/10.1080/10641260701484572>
- Neghli, N.; Nouar, A.** (2014). Estimation de l'âge des spécimens de thon rouge (*thunnus thynnus*) pêchés sur les côtes algériennes. *Collect Vol Sci Pap ICCAT.*, 70:232–240.
- Nouar, A.; Labidi, N.** (2009). Croissance du Thon Rouge *Thunnus Thynnus* (Linnaeus, 1758) Des Côtes Algeriennes.
- Ottersen, G.; Alheit, J.; Drinkwater, K.; Friedland, K.; Hagen, E.; Stenseth, N.C.** (2004). The Responses of Fish Populations to Ocean Climate Fluctuations, Marine Ecosystems and Climate Variation the North Atlantic a Comparative Perspective. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198507499.003.0006>
- Palomera, I.; Olivar, M.P.; Salat, J.; Sabatés, A.; Coll, M.; García, A.; Morales-Nin, B.** (2007). Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: An ecological review. *Prog. Oceanogr.*, Ecological Functioning of the Iberian Seas: A synthesis of GLOBEC Research in Spain and Portugal 74:377–396. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2007.04.012>
- Plounevez, S.; Champalbert, G.** (2000). Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus L.*) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *Oceanol. Acta.*, 23:175–192.
- Royer, F.** (2005). Contribution à l'étude de la dynamique du thon rouge atlantique : Approches écologiques et océanographiques (These de doctorat). Rennes, Agrocampus Ouest.
- Saporta, G.** (2006). Probabilités, Analyse Des Données et Statistique. [Http://st-liepiiep-Unescoorggi-Binwwwi32exeinepidoc lint2000010208100](http://st-liepiiep-Unescoorggi-Binwwwi32exeinepidoc lint2000010208100).
- Searcy, S.P.; Eggleston, D.B.; Hare, J.A.** (2007). Is growth a reliable indicator of habitat quality and essential fish habitat for a juvenile estuarine fish?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 64:681–691. <https://doi.org/10.1139/f07-038>

- Southward, A.J.; Boalch, G.T.; Maddock, L.** (1988). Fluctuations in the herring and pilchard fisheries of Devon and Cornwall linked to change in climate since the 16th century. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 68:423–445.
- Teo, S.; Boustany, A.; Block, B.** (2007). Oceanographic preferences of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, on their Gulf of Mexico breeding grounds. *Mar. Biol.*, 152:1105–1119. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0758-1>
- Tham, D.-H.** (1998). Déplacements verticaux des thons et contraintes liées à la profondeur dans l’océan Pacifique sub-tropical : approche de la gestion des gaz dissous.

| | |
|---|------------------------------------|
| Figure 1. Présentation des zones de pêches du thon rouge dans la côte algérienne. | 7 |
| Figure 2. Division du Bassin algérien en trois région (A : région Ouest ; B : région Centre ; C : région Est) Ainsi la côte peut se diviser en trois grands secteurs(Hemida, 2005)..... | 7 |
| Figure 3. Circulation de l'eau atlantique modifiée le long des côtes algériennes (FA = Flux Atlantique ; TA = Tourbillon Anticyclonique) (MILLOT, 1987b)..... | 7 |
| Figure 4. Circulation de l'eau atlantique modifiée le long des côtes algériennes (FA = Flux Atlantique ; TA = Tourbillon Anticyclonique) (MILLOT, 1987b)..... | Erreur ! Signet non défini. |
| Figure 5. Points clés de la biologie et de l'écologie de Thunnus thynnus ((Mather et al., 1995)in (Fromentin, 2006), (Fromentin and Fonteneau, 2001). | 7 |
| Figure 6. Caractères distinctifs de Thunnus. thynnus d'après les fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche de la F.A.O. 2008..... | 7 |
| Figure 7. Distribution et migrations du thon rouge thunnus thynnus (Ravier-Mailly and Fromentin, 2003)..... | 7 |
| Figure 8. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction de la salinité..... | 7 |
| Figure 9. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction du facteur vitesse du courant. | 7 |
| Figure 10. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne des thons rouges en relation avec la hauteur des vagues. | 7 |
| Figure 11. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en relation avec le facteur de la chlorophylle (a). | 7 |
| Figure 12. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en relation avec le nitrate (NO ₃). | 7 |
| Figure 13. Représentation graphique de la zone d'étude sur les deux axes, longitudinale et latitudinal. | 7 |
| Figure 8. Variations l'altitudinales le long des côtes algériennes des différentes variables étudiées. A : la longueur totale (Lt); B: le poids total (Wt); C: la vitesse du courant(crrt_spd); D:les teneurs en chlorophylle a (Chl_a); E: les profondeurs; F (Z): les salinités de surface (S); G: les Hauteurs des la vagues (Ht_vg); H: les températures de Surfaces (T); I : les distances de la côte(dist_cot); J : les teneurs en oxygènes (O ₂); K: les teneurs en nitrate (NO ₃). | 7 |
| Figure 15. Présentation des zones de pêches du thon rouge dans la côte algérienne. | 7 |
| Figure 17. Caractères distinctifs de Thunnus. thynnus d'après les fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche de la F.A.O. 2008..... | 14 |
| Figure 18. Distribution et migrations du thon rouge thunnus thynnus (Ravier-Mailly and Fromentin, 2003)..... | 15 |
| Figure 197. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction de la salinité. | 43 |
| Figure 208. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en fonction du facteur vitesse du courant. | 43 |
| Figure 219. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne des thons rouges en relation avec la hauteur des vagues. | 44 |

| | |
|--|----|
| Figure 22. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en relation avec le facteur de la chlorophylle (a). | 45 |
| Figure 23. Variations saisonnières de l'abondance et de la longueur moyenne du thon rouge en relation avec le nitrate (NO ₃). | 46 |
| Figure 245. Représentation graphique de la zone d'étude sur les deux axes, | 56 |
| Figure 256. Variations longitudinales le long des côtes algériennes des différentes variables étudiées A : la longueur totale (Lt); B: le poids total (Wt); C: la vitesse du courant(crrt_spd); D:les teneurs en chlorophylle a (Chl_a); E: les profondeurs; F (Z): les salinités de surface (S); G: les Hauteurs des la vagues (Ht_vg); H: les températures de Surfaces (T); I : les distances de la côte(dist_cot); J : les teneurs en oxygènes (O ₂); K: les teneurs en nitrate (NO ₃) | 58 |
| Figure 267. Variations l'altitudinales le long des côtes algériennes des différentes variables étudiées. A : la longueur totale (Lt); B: le poids total (Wt); C: la vitesse du courant(crrt_spd); D:les teneurs en chlorophylle a (Chl_a); E: les profondeurs; F (Z): les salinités de surface (S); G: les Hauteurs des la vagues (Ht_vg); H: les températures de Surfaces (T); I : les distances de la côte(dist_cot); J : les teneurs en oxygènes (O ₂); K: les teneurs en nitrate (NO ₃)...... | 59 |
| Figure 277. Variations temporelles des paramètres de croissance (k, Linf, Winf & Ø') du thon rouge estimées par méthode ELEFAN I au cours des périodes comprises entre 2000et 2019..... | 82 |
| Figure 288. Relation entre les paramètres de croissances et la longitude pour thunnus thynnus dans le bassin algérien. | 83 |
| Figure 299. Variation longitudinale de deux Paramètres asymptotiques (poids et taille). | 84 |
| Figure 4230. Cercle de corrélation des paramètres de croissance du thunnus thynnus avec les facteurs environnementaux au cours des périodes comprises entre 2000 et 2019 dans le bassin algérien. | 86 |
| Figure 4331. Variations temporelles des paramètres de croissance tel que Linf, Winf & Ø' du thon rouge en relation avec la chlorophylle-a, O ₂ et NO ₃ au cours des périodes comprises entre 2000 et 2019. | 88 |