

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique 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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme

D'Ingénieur d'Etat en Sciences de la Mer

Option : Halieutique

Thème :

Effet des paramètres du milieu sur la dynamique des populations des petits pélagiques (Linnaeus, 1758) des côtes algériennes selon la théorie DEB « Dynamic Energy Budget ».

Réalisé par :

Belkacem Salim et Tadjine Mohamed Reda

Encadré par - Promotrice : Boufersaoui Samira

Co-promotrice : Handjar Houria

Présidente des jurés : - Lahmer Nahla

Examinatrice : - Bedairia Assia

Année Universitaire 2022/2023

Remerciements

*Nous tenons à remercier « DIEU » qui m'ont donné
le courage, la volonté et les moyens de mener à
Terme nos travail.*

*A nos parents qui n'ont jamais cessé de croire en
Nos capacités.*

*Aux Promotrice et Co-promotrice,
Membres des jurys qui évaluerons mon modeste
Travail.*

*A tous les professeurs qui ont contribué à nos
Formations.*

*Je tiens à remercier aussi tout le personnel de
L'administration pour le
Bon déroulement des choses, sans oublier les
Personnels de la bibliothèque.*

*A tous ceux qui ont contribué à ce travail de près
ou De loin.*

Merci à tous.

Table des matières

<i>Remerciements</i>	1
Table des matières	2
Liste des figures :	3
Liste des tableaux :	3
Chapitre I : Généralités.....	2
1. Description de la zone d'étude :	3
1.1. Délimitation géographique.....	3
1.2. Caractéristiques des fonds	5
1.3. Hydrologie	6
2. Présentation des espèces étudiées	6
2.1. La taxonomie et diagnose des espèces étudiées.....	6
2.2. Habitat et biologie	11
2.3. Pêche et utilisation	11
Chapitre II : Matériel et méthodes.....	13
1. Source des données.....	14
2. Description du model DEB	15
2.1 Définition des variables du modèle DEB	17
3.1. Description des données d'entrées pour l'obtention des paramètres DEB :	20
3.4.3. Pseudos donnés.....	25
Chapitre III : Résultats et discussions	26
1. Présentation des données et des pseudo-données	27
2. Paramètres bioénergétiques des petits pélagiques	29
3. Estimation des paramètres DEB	31
3.1. Paramètres relatifs à la taille et forme individuelle	31
3.2. Paramètres relatifs à la nourriture et assimilation.....	33
3.3. Les coûts énergétiques de la maintenance	34
3.4. Fraction d'allocation à la croissance et à la maintenance somatique :	35
3.5. Effet de la température sur la croissance et la consommation d'O ₂ et la masse humide :	36
3.6. Effet de la disponibilité trophique sur la dynamique de populations des petits pélagiques	39
Conclusion.....	41
Références bibliographiques	42

Liste des figures :

Figure 1.I: Carte du bassin algérien (région Ouest ; région Centre ; région Est).....	3
Figure I. 2. Morphologie et critères de reconnaissance de <i>S. pilchardus</i> (Handjar, 2020).	7
Figure I. 3. Morphologie et critères de reconnaissance de	8
Figure I. 4. Morphologie et critères de reconnaissance de <i>E. encrasicolus</i> (Alejandro Cosín, 2014).....	9
Figure I. 5. Morphologie et critères de reconnaissance de <i>S. aurita</i> . (Handjar, 2020).....	10
Figure I. 6. Morphologie et critères de reconnaissance de <i>T. trachurus</i> (Handjar, 2020)	11
Figure II. 7. Flux d'énergie à travers un individu au stade adulte suivant la théorie DEB	19
Figure III. 8. Les valeurs de la conducteur énergétique ($T_{ref}=20^{\circ}C$) en fonction de la longueur structurelle maximale.....	33
Figure III. 9. coût pour la structure [EG] et coût somatique spécifique [P_M] en fonction de la longueur structurelle maximale pour les cinq petits pélagiques.....	35
Figure III. 10. Simulation de l'effet de la température sur la croissance et la dynamique des petits Pélagique	38
Figure III. 11. Simulation de l'effet de la disponibilité trophique sur la croissance et la dynamique des petits pélagique.....	40

Liste des tableaux :

Tableau : 1 Systématique de <i>Sardina pilchardus</i>	7
Tableau 2 Systématique de <i>Boops boops</i>	8
Tableau 3 Systématique d' <i>Engraulis encrasicolus</i>	9
Tableau 4 Systématique de <i>Sardinella aurita</i>	10
Tableau 5 Systématique du <i>Trachurus trachurus</i>	10
Tableau 6: Définition des paramètres du modèle DEB standard (Meer et al, 2014).	20
Tableau 7: Données à variation nulle.....	24
Tableau 8: Pseudo-données (paramètres généralisés de l'animal).....	25
Tableau 9: Les données d'entrée : données à variation nulle (zero-variate data), les pseudos donnés obtenu pour les cinq petits pélagique	28
Tableau 10: Paramètres bioénergétiques primaires pour les cinq petits pélagiques.	30
Tableau 11: Facteur de forme, facteur accélérateur et facteur de zoom des cinq petits pélagique ($T_{ref}= 20^{\circ}C$, $f=1$). δM : Facteur de forme, Z : facteur de zoom.....	32

Tableau 12: Les coûts énergétiques pour la maintenance somatique [PM], pour la structure. (EG) et les valeurs de l'investissement énergétique dans les transitions du cycle de vie..... 34

Tableau 13: Les coûts énergétiques pour de la maintenance somatique[PM], les coûts pour la structure (EG) et les valeurs de l'investissement énergétique dans les transitions du cycle de vie E_H^b , E_H^j et E_H^P les petits pélagique..... 35

Introduction

La plupart des poissons marins, y compris ceux communs en Méditerranée, ont des cycles de vie complexes avec plusieurs stades de développement distincts (œuf, larve, juvénile, adulte). La durée entre les deux phases dépend de l'espèce et des conditions environnementales. Les stades larvaire et juvénile peuvent avoir un impact crucial sur la structure et la dynamique des populations de poissons (Di Franco et al., 2013) et sur le succès reproducteur des espèces (Ronnestad et al., 2013). Les conditions biotiques (par exemple la disponibilité des proies) et abiotiques (par exemple la température) ont un impact majeur sur le développement larvaire. Au stade larvaire, les organismes subissent des changements morphologiques, biochimiques et physiologiques extrêmes pour se développer en juvéniles (Pittman et al., 2006). Comme il est courant chez la plupart des poissons osseux marins, les larves passent par trois stades distincts au début de leur développement en : Un stade autotrophe de l'éclosion à l'ouverture de la bouche, au cours duquel la larve se développe avec épuisement complet du vitellus, en utilisant des nutriments et de l'énergie de l'ouverture des réserves vitellines (stade très court voire absent chez certaines espèces) et le stade exotrophe où les larves doivent trouver et capturer des proies planctoniques. Au fur et à mesure que la larve grandit, elle développe des écailles, des nageoires et des capacités sensorielles. Au cours de ces premiers stades de développement, les hauteurs relatives des différentes parties du corps varient, ce qui entraîne une croissance allométrique (Kendall et al., 1984 ; Koumoundouros et al., 1999). La recherche montre que malgré des similitudes importantes dans la biologie et le développement des larves, il existe des différences entre les espèces et certaines se développent plus rapidement que d'autres selon les espèces (Papadakis et al., 2013 ; Parra et Yúfera, 2001, Yufera et al., 2011).

Cette étude a été réalisée sur quelques espèces des familles Sparidae, Clupeidae et Engraulidae pour évaluer les paramètres du modèle bioénergétique DEB (Dynamic Energy Budget) afin d'étudier la croissance et la reproduction de ces espèces, qui ont une valeur commerciale importante. Pêche. L'objectif de ce travail est de comprendre l'influence de l'environnement vécu par l'individu sur l'énergie disponible pour la reproduction et son impact sur la croissance.

Comprendre les processus métaboliques impliqués ; La théorie du bilan énergétique dynamique est un outil particulièrement utile ; Cette théorie permet d'identifier les processus communs et les particularités de chaque phase et de comparer et discuter de manière écophysiologique les modèles de développement des différentes espèces de poissons. Pour ce faire, nous avons estimé tous les paramètres du modèle Dynamic Energy Budget (DEB) (Kooijman, 2010), y

compris accélération métabolique, et nous nous sommes concentrés sur la modélisation de la croissance et de la reproduction.

Le manuscrit se compose de trois chapitres principaux ; Nous parlerons dans le premier chapitre de la zone d'étude, qui est le bassin algérien. Puis la présentation des espèces examinées. Le deuxième chapitre définit les différentes sources de données et fournit une description complète et exhaustive de la théorie DEB et de tous ses paramètres. La présentation et l'interprétation des résultats sont présentées en détail dans le troisième chapitre. Enfin, nous concluons avec idées et perspectives pour des travaux futurs.

Chapitre I : Généralités

1. Description de la zone d'étude :

1.1. Délimitation géographique

Le présent travail intéresse Le bassin algérien, le bassin est localisé au Sud du bassin occidental méditerranéen à une latitude de 35° à 40° Nord pour une longitude de 2° Ouest à 7° 45 Est (Benzohra et Millot, 1995).

L'Algérie dispose d'une large façade maritime qui se situe au cœur de la Méditerranée. Du point de vue écologique, le littoral algérien est riche et diversifié. Sa façade maritime longue alterne rivage rocheux, plages sablonneuses et zones humides. Ce littoral est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception de la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Est. La côte algérienne est définie par ces deux couches d'eaux superposées, l'eau Atlantique modifiées et l'eau méditerranée (Benzohra et Millot ,1995).

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 côtés occidentale et orientale du littoral. Ces deux bandes séparées par une zone centrale ou les aires de pêche sont limitées (Hemida ,2005).

Ainsi la cote peut se deviser en trois grands secteurs (Fig.1) :

- 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.

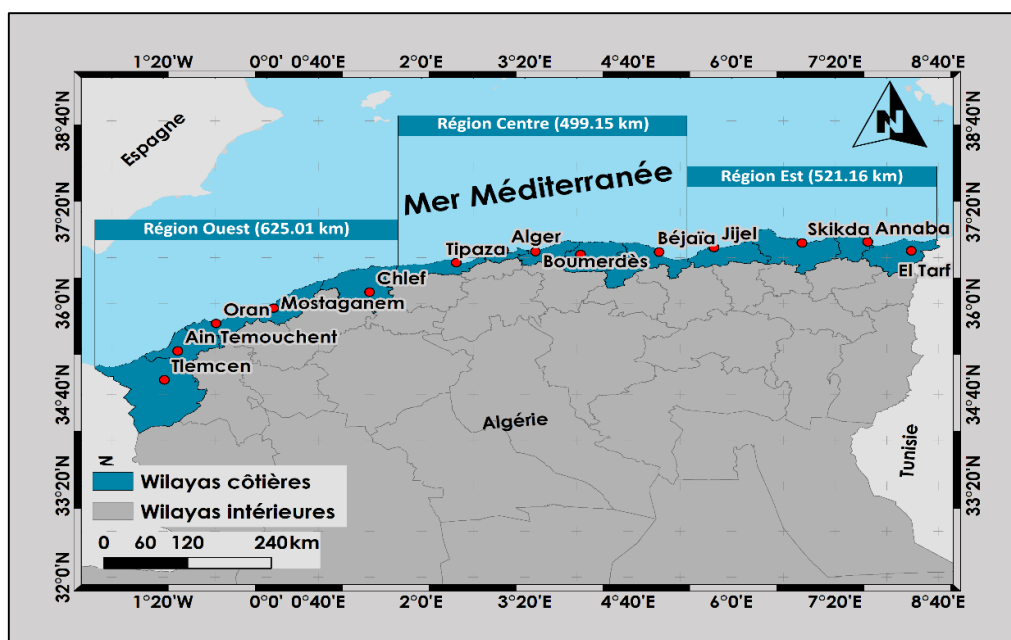


Figure 1.I: Carte du bassin algérien (région Ouest ; région Centre ; région Est)

1.1.1. 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 400 à 600m de profondeur à 200 m de la surface. Les fonds sont caractérisés par des vases sableuse à *Pennatula rubra* , *Alcyonium palmatum* et des vases profondes à funiculines fréquentées par *Parapeneaus longirostris* , des sables et graviers grossiers, des sables vaseux à *Brisengella* (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 700 m les fonds sont nettement plus vaseux et à faciés à *Isidella*. On y trouve les crustacés décapodes *Aristeus antennatus* et *Palinurus mauritanicus* .

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

- Entre 80 et 280 m un fond de vase terrigène côtière à *Alcyonaire* ;
- 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. (Hemida ,2005)

1.1.2. Le secteur central

Dans la baie de Bou ismail, région d'Alger, existent trois types de fond :

- Fond à vase collante terrigène à *Pennatula* entre 200 et 400 m ;
- Fond à vase plus au moins argileuse à funiculines et *Brisopsis lyrifera* entre 350 et 500 m ;
- Fond vaseux à *Isidella* à partir de 500 m ;

À 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. (Hemida ,2005)

1.1.3. Le secteur Est

Dans la baie de Bejaia 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 à alcyonnaires et une vase sableuse assez profonde à funiculines. C'est une zone à crevettes (*Parapeneaus longirostris*, *Plesionka edwardsii* , *Aristeus antennatus*).

La baie de Skikda est comparable topographiquement à celle de Béjaia. 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 400 m la pente se stabilise et le talus présente l'aspect d'une plate-forme. Au large entre 300 et 400 m le fond est à vase profonde sableuse à funiculines ; puis viennent les fonds à Isidella situé entre 400 et 700 m. Sur la plate-forme du Cap Toukoush le fond est rocheux mais recouvert d'une vase vase grise sableuse entre 300 et 370m sur laquelle vit l'éponge *Thena muricata*.

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 ou on rencontre des formations coralligènes. Les fonds sont à vase sableuse détritique (entre 160 et 300m) puis à vases profondes à Isidella (300 et 450m) ; au-delà ce sont des vases à funiculines. (Hemida ,2005)

1.2. Caractéristiques des fonds

La côte algérienne se caractérise par une nature essentiellement rocheuse. De petites chaînes de montagne séparent certaines plaines (comme la Mitidja et la plaine de Annaba) du rivage. La topographie sous-marine correspond à celle de la cote (Lalami ; 1979) :

- Une succession de baies d'importance inégale présentent un fond à substrat meuble, favorable aux arts trainants. Ces fonds s'étendent en pente douce jusqu'à l'isobathe 800m bien que souvent interrompue de vallées sous-marine ;

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

- L'étude de la bionomie benthique des fonds de bassin algérien reste très fragmentaire. Ce sont surtout les travaux des anciens auteurs qui ont décrit ces différents fonds. Nous empruntons à Seridji (2000), l'essentiel de leurs résultats. (Hemida, 2005)

1.3. Hydrologie

Du point de vue hydrologique, le plateau continental algérien et son talus sont baignés par des eaux correspondant aux principales formations dont la présence est relevée dans le bassin occidental méditerranéen. L'hydrologie de la Méditerranée occidentale est déterminée par l'importance du flux d'eau atlantique qui s'écoule à travers le détroit de Gibraltar vers l'Est. Ce flux entrant comble les pertes en eaux de la Méditerranée, dues à l'évaporation et à la faiblesse des apports continentaux et des précipitations (Hemida, 2005).

2. Présentation des espèces étudiées

Le groupe des petits pélagiques est généralement constitué par l'ensemble des poissons de petite taille qui passent la majeure partie sinon la quasi-totalité de leur phase adulte en surface ou en pleine eau. Ces espèces sont totalement libres à l'égard du fond et sont indépendantes de la Nature du substrat. Elles vivent en pleine eau et sont caractérisées par des migrations horizontales et verticales importantes. L'influence de l'environnement sur leur biologie et les fluctuations de leur disponibilité et leur abondance a été mise en évidence dans de nombreuses populations du globe. L'analyse de la dynamique des petits pélagiques nécessite donc des programmes de recherche à long terme et pluridisciplinaires combinant éco-biologie, halieutique et hydrologie. Ces espèces constituent la plus grande part des captures marines mondiales. Ils représentaient, selon la FAO (2005), 26% des captures mondiales totales en 2002 soit 22,5 millions de tonnes. En Méditerranée, les petits pélagiques exploités totalisent presque 50% des débarquements totaux annuels de pêche.

2.1. La taxonomie et diagnose des espèces étudiées

2.1.1. La sardine européenne *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

La sardine d'Europe *Sardina pilchardus* est un poisson marin osseux à nageoires rayonnées répandu et commun dans la mer Méditerranée et l'océan Atlantique Centre-Est. Dans la Manche et ailleurs dans le monde, elle est appelée pilchard. La sardine est un poisson migrateur et est normalement une espèce d'eau froide ». La sardine commune *Sardina pilchardus* est une espèce pélagique, océanodrome et littorale. Cette espèce forme d'imposants bancs de poissons, généralement à des profondeurs de 25 à 55 ou même 100 m par jour, atteignant de 10 à 35 m la nuit. En France, le pilchard est la grande sardine de la Manche qui se vend en boîtes comme les harengs ou les maquereaux. Le mot sardine est un nom lié à l'île de Sardaigne.

L'identification de La sardine ou *Sardina pilchardus* (Figure2) se fait à l'aide des charters suivants :

- Dos vert, parfois bleuté, avec irisations contrastées.
- Flancs argentés, ventre clair et brillant.
- Nageoires pelviennes implantées en arrière de l'origine de la nageoire dorsale.
- Deux derniers rayons de la nageoire anale plus longs que les autres.
- Opercule strié. (CHAPPUIS Alexis, BARRABES Michel, DON Jérémy in : DORIS, 10/01/2021: *Sardinapilchardus*(Walbaum,1792

Tableau : 1 Systématique de *Sardina pilchardus*

Règne :	Animalia
Embranchement :	Chordata
Classe :	Actinopterygii
Ordre :	Clupeiformes
Famille :	Clupeidae
Genre :	<i>Sardina</i>
Espèce :	<i>Pilchardus</i>



Figure I. 2. Morphologie et critères de reconnaissance de *S. pilchardus* (Handjar, 2020).

2.1.2. La bogue *Boops boops* (Linnaeus, 1758)

Une bogue est aussi le nom commun du poisson de l'espèce *B. boops* qui est un petit poisson osseux de la famille des Sparidés, présent en mer Méditerranée.

- Corps fusiforme et de section ovale
- Nageoire dorsale couvrant les 3/4 du corps
- Grands yeux et petite bouche terminale protractile
- Ligne latérale nettement démarquée par une couleur sombre
- Tache noire à la naissance des pectorales (COUDRE Christian, LE BRIS Sylvain, ANDRÉ Frédéric in : DORIS, 05/03/2023 : *Boops boops* (Linnaeus, 1758),

Tableau 2 Systématique de *Boops boops*

Règne :	Animalia
Embranchement:	Chordata
Classe :	Actinopterygii
Ordre :	Perciformes
Famille :	Sparidae
Genre :	<i>Boops</i>
Espèce :	<i>Boops</i>



Figure I. 3. Morphologie et critères de reconnaissance de *B. boops* (Zeroual, 2018)

2.1.3. L'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758)

L'anchois est un poisson Téléostéen appartenant à l'ordre des Clupéiformes et la famille des Engraulidés. Cette espèce est un élément essentiel pour les écosystèmes marins du fait de sa biomasse importante et de sa position dans les réseaux trophiques en occupant un maillon central assurant un lien crucial entre la production planctonique et les grands piscivores (Palomera *et al.*, 2007).

L'anchois se présente comme un poisson ayant un corps très élancé, mince, à section transversale ovale. Ce poisson possède un museau conique, proéminent et pointu, dépassant une très longue mâchoire inférieure. La bouche dépasse très nettement le bord postérieur de l'œil.

L'espèce possède une seule nageoire dorsale courte, insérée à peu près au milieu du corps (Fig-04). La ligne latérale est invisible et les écailles sont caduques. Caractérisé surtout par l'allongement du museau en rostre au-dessus d'une bouche infère largement fendue (Fisher *et al.*, 1987)

L'anchois, est un petit poisson pélagique grégaire se rassemblant en bancs immenses ; il est présent de la côte jusqu'à 150 m de fond. Cette espèce présente une très large répartition géographique, elle a été signalée depuis la mer du nord (Norvège) jusqu'aux côtes de l'Afrique occidentale Nord où elle fréquente tout le bassin de la Méditerranée (Kadri, 1988).

Une aussi large dispersion fait apparaître des caractères propres aux anchois d'une région déterminée (Hemida, 1987). L'abondance et la croissance de l'anchois est corrélée au facteur température (Pauly, 1980 ; Basilone *et al.*, 2004) et au facteur production primaire (Iverson, 1990).

- Poisson subcylindrique élancé, longueur commune voisine de 13 cm atteignant 20 cm au maximum.
- Museau conique proéminent, bouche largement fendue en partie inférieure de la tête.
- Mâchoire inférieure plus courte que la supérieure se prolongeant loin en arrière de l'œil.
- Œil de grande dimension positionné très à l'avant de la tête.
- Nageoire dorsale unique à l'arrière des nageoires pelviennes, caudale homocerque fourchue.
- Dos bleu à bleu-vert, flancs argentés, petite tache noire visible en arrière de l'œil

Marque dorée soulignant le museau. MODRAK Gaël, CARO Valérie, MENUT Thomas *in*: DORIS,13/09/2022: *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus,1758),

Tableau 3 Systématique d'*Engraulis encrasicolus*

Règne :	Animalia
Embranchement :	Chordata
Classe :	Actinopterygii
Ordre :	Clupeiformes
Famille :	Engraulidae
Genre :	<i>Engraulis</i>
Espèce :	<i>Engraulis encrasicolus</i>



Figure I. 4. Morphologie et critères de reconnaissance de *E. encrasicolus* (Alejandro Cosín, 2014)

2.1.4. L'allache *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847)

L'allache ou sardinelle ronde *Sardinella aurita*, est une sardine mais qui est bleue-verte, argentée/cuivrée et blanche et sans aucune strie verticale, ni tache, sur le corps ni sur les opercules. Une ligne horizontale dorée jaune vient couper les flancs en deux, caractérisant le nom de l'espèce. Elle ressemble beaucoup à la sardine commune mais peut être reconnue par une ligne dorée voyante sur les côtés, une forme plus trapue. (aquaportail.com/fiche-poisson-2796-sardinella-aurita3html)

L'Allache se différencie de la Sardine par une absence de stries radiales sur les opercules, dont les bords inférieurs sont échancrés. Les derniers rayons de l'anale sont plus allongés et le nombre de branchiospines varie entre 200 et 230. Présence d'une tache noire en haut de l'opercule et absence de taches sur le corps. Le dos est bleu à bleu vert, les flancs argentés et le

ventre blanc. Une ligne longitudinale jaunâtre située à mi-flancs caractérise également l'espèce. (Côte bleue - Christian Coudre)

Tableau 4 Systématique de *Sardinella aurita*

Règne :	Animalia
Embranchement :	Chordata
Classe :	Actinopterygii
Ordre :	Clupeiformes
Famille :	Clupeidae
Genre :	<i>Sardinella</i>
Espèce :	<i>Sardinella aurita</i>



Figure I. 5. Morphologie et critères de reconnaissance de *S. aurita*. (Handjar, 2020)

2.1.5. Le chinchard *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758)

Le chinchard cette appellation vient de l'ancien français [chinche] qui signifie punaise, ce dernier est un poisson fusiforme aux flancs nacrés et au dos plus sombre. Des éclats métalliques sont caractéristiques de ce poisson qui appartient à la famille des Carangidés.

Il se reconnaît à la présence d'environ 75 écailles épaissies appelées scutelles, qui font bien apparaître le tracé en baïonnette de la ligne latérale. Une deuxième ligne latérale, accessoire, est peu visible. Elle court le long du dos atteignant presque la queue. Une tache noire est généralement bien visible sur l'opercule. L'œil est très gros et la bouche est protractile*. Les nageoires dorsales sont au nombre de deux. La première est haute mais étroite, alors que la deuxième va du milieu du dos pratiquement jusqu'à la queue. La nageoire caudale est très fourchue, le pédoncule* caudal est étroit, les nageoires pectorales sont plus longues que la tête.

- Tracé en baïonnette de la ligne latérale.
- Tache noire bien visible sur l'opercule.
- Œil gros.
- Nageoires transparentes. (COLOMBEY Marine, LE BRIS Sylvain, ANDRÉ Frédéric, PEAN Michel in : DORIS, 30/11/2022 : *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758),

Tableau 5 Systématique du *Trachurus trachurus*

Règne :	Animalia
Embranchement :	Vertebrata
Classe :	Osteichthyes
Ordre :	Perciformes
Famille :	Carangidae
Genre :	<i>Trachurus</i>
Espèce :	<i>Trachurus</i>



Figure I. 6. Morphologie et critères de reconnaissance de *T. trachurus* (Handjar, 2020)

2.2. Habitat et biologie

Les six espèces sont des poissons pélagique côtier qui vivent sur tous les fonds (vase, roche, herbier) Jusqu'à 180 m mais au cas de la bogue elle peut descendre jusqu'à 350m de profondeur. Vit en bancs parfois très importants et effectue de grandes migrations. Ils peuvent remonter en surface surtout la nuit.

Pour la reproduction ça change d'une espèce à un autre, concernant la sardine elle se reproduit de septembre à juin en méditerranée, la bogue de février à avril, l'anchois en été et au début de l'automne, l'anchois de mi-juin jusqu'à la fin septembre et le Saurel de printemps jusqu'à l'été, la maturité sexuelle est à 1 an identique pour les cinq espèces.

Ils se nourrissent essentiellement de zooplancton (surtout de copépodes), de larves et alevins de poissons mais aussi de phytoplancton mais pour la bogue le type de nourriture se diffère, pour les jeunes surtout carnivores et les adultes surtout herbivores.

2.3. Pêche et utilisation

2.3.1. La sardine

Pêche semi-industrielle et artisanale. Engins : sennes coulissantes et de plage, filets lamparos, chaluts de fond et pélagiques, filets maillants, pélagiques et barrages. Régulièrement présente sur les marchés, est commercialisée fraîche, réfrigérée, salée, fumée, marinée, en conserves et sous forme d'huile ou de farine de poisson ; est aussi utilisée comme appât (FAO2020).

2.3.2. La bogue

Prises accessoires de la pêche semi-industrielle et pêche artisanale et sportive. Engins sennes de plage et coulissantes, filets lamparos et filets maillants de fond et pélagiques, chaluts de fond et pélagiques, palangres de fond et dérivantes, pièges et lignes à main. Régulièrement présent sur les marchés, est commercialisé frais ou mariné et est utilisé comme appât (FAO2020)

2.3.3. L'anchois

Pêche industrielle, semi-industrielle ou artisanale. Engins : sennes coulissantes et de plage, chaluts, filets lamparos, barrages et madragues. Régulièrement présent sur presque tous les marchés, occasionnellement ou rarement en Israël, Sicile, Tunisie, Egypte et à Chypre, est commercialisé frais, congelé, salé, salé-séché, fumé, mariné, en conserves et sous forme de farine ; est également utilisé comme appât. Ensilage dans les pays riverains de la mer Noire (FAO2020).

2.3.4. L'allache

Pêche semi-industrielle (Espagne, Tunisie, Maroc et Chypre) et artisanale. Engins : sennes coulissantes et de plage, filets lamparos et filets maillants de fond, chaluts de fond et pélagiques, barrages. Régulièrement présente sur les marchés en Espagne, au Maroc et en Tunisie, occasionnellement à rarement ailleurs ; est commercialisée fraîche, congelée, salée, en conserves, ou sous forme d'huile ou de farine de poisson ; est également très utilisée comme appât pour la pêche aux palangres (FAO2020).

2.3.5. Le saurel

Les sennes coulissantes et de plage, filets lamparos, chaluts de fond et pélagiques, filets maillants et palangres de fond, barrages et lignes à main. Régulièrement présent sur les marchés sauf en mer Noire, est commercialisé frais, réfrigéré, salé ; est aussi utilisé comme appât (Fischer *et al* 1987).

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Source des données

Alors que la théorie du bilan énergétique dynamique (DEB) s'applique à tous les organismes, la collection AmP (Add My Pet) ne s'applique qu'aux animaux. La raison en est que les animaux mangent d'autres organismes dont la composition chimique n'est pas très différente. Compte tenu de l'habitat, leur environnement peut être caractérisé en première approximation par les variables de disponibilité alimentaire et de température. Cette caractérisation est difficile à rendre "complet" pour d'autres organismes, ce qui rend les comparaisons difficiles. La comparaison est la ressource la plus utile de cette collection.

Pour faciliter la comparaison, toutes les estimations de paramètres sont exprimées à une température corporelle de référence de 20 °C, 12 h 16, même pour les animaux endothermes et les animaux des grands fonds ou polaires, qui peuvent être très morts à cette température. Par conséquent, la correction de température comporte parfois des éléments académiques qui doivent être pris en compte lors de la prédiction. Le modèle d'Arrhenius étendu est utilisé pour prendre en compte l'influence de la température : c'est-à-dire que le modèle d'Arrhenius simple s'applique entre les limites inférieure et supérieure de température, mais des valeurs (significativement) inférieures s'appliquent en dehors de cette plage de tolérance. Dans certains cas (par ex. Polaire), lorsqu'il était nécessaire de quantifier la diminution du taux d'augmentation de la température en dessous de la température de référence, une température de référence différente (c'est-à-dire inférieure) devait être choisie, ce qui affecte la comparabilité entre les espèces ; La température de référence doit se situer dans la tolérance de température pour assurer la cohérence. L'extension n'est utilisée que lorsque suffisamment de données sont disponibles ; Le facteur de correction appliqué est répertorié sur la page Caractéristiques cachées, vous pouvez donc annuler la correction de température à tout moment. Au 1er janvier 2018, lorsque la collection contenait 1 000 entrées, il y avait 112 types de données à variance nulle et 153 types de données unidimensionnels dans 588 combinaisons écrites par 125 auteurs. Lorsque peu d'entrées ont la même combinaison de types de données et que le nombre de types de données est beaucoup plus grand que le nombre de paramètres. Cela soutient une comparaison basée sur les paramètres puisque tous les paramètres ont été estimés pour toutes les espèces. De plus, comme les modèles DEB sont mécanistes (= basés sur des principes de base), ils interprètent les données au lieu de simplement les décrire, de sorte qu'ils peuvent découvrir des incohérences dans les données et prédire les propriétés non mesurées des espèces en fonction de paramètres.

2. Description du model DEB

Il existe une longue tradition de modèles bioénergétiques simples en écologie. Les écologistes utilisent des modèles bioénergétiques pour aborder des questions à des niveaux uniques d'organisation biologique les propriétés physiologiques et comportementales des organismes individuels, la dynamique des populations et des communautés. Ou des processus éco systémiques mais les modèles comportant des composantes bioénergétiques peuvent également établir des liens entre des processus à différents niveaux d'organisation (Brown et coll., 2004 ; Nisbet et al., 2000). Par exemple, des travaux récents ont montré que les contraintes énergétiques peuvent en partie déterminer la façon dont la niche d'une espèce réagit aux changements environnementaux (Buckley et al., 2008 ; Buckley et al., 2010 ; Kearney et al., 2010 ; Kearney et al., 2012).

Les modèles bioénergétiques traditionnels d'animaux individuels décrivent l'acquisition d'énergie par l'alimentation et son partage entre des processus comme la croissance, la reproduction, la respiration, l'excrétion et l'activité. Ces processus sont généralement définis sur le plan opérationnel ; par exemple, la croissance et la reproduction peuvent être mesurées directement et converties en unités d'énergie, l'activité peut être définie par des changements de la fréquence respiratoire, et d'autres termes peuvent se rapporter aux données sur le bilan thermique ou les travaux mécaniques effectués. Par conséquent, les modèles bioénergétiques traditionnels sont de puissants outils de synthèse de données avec une base empirique solide. Pourtant, ils sont généralement riches en paramètres (Ney, 1993), et d'autres hypothèses sont nécessaires pour établir des liens entre les paramètres de différentes espèces (Chipps et Wahl, 2008 ; Ney, 1993).

En revanche, une approche beaucoup plus théorique connue sous le nom de théorie du dynamique énergétique budget (DEB) considère bon nombre des mêmes processus que les modèles empiriques, mais dans une perspective différente. L'approche la plus sophistiquée de la théorie du DEB (Kooijman, 1993 ; Kooijman, 2010 ; Nisbet et al., 2000) part d'un ensemble d'hypothèses bien définies et fournit une caractérisation du cycle de vie complet (embryon, juvénile et adulte) d'un animal grâce à un modèle « standard » avec 12 paramètres. Il prédit à la fois la variation interspécifique et intraspécifique dans des flux d'énergie et de masse dans tout environnement biologiquement pertinent. Le prix payé pour cette généralité accrue est une abstraction plus grande : les variables d'état du modèle lui-même ne sont pas directement

mesurables, et les flux observables tels que la fréquence respiratoire ou la perte de chaleur sont généralement des combinaisons linéaires de flux non observables individuellement.

Dynamique énergétique budgets (DEB) est utilisé pour la description du flux d'énergie à travers les organismes individuels de l'assimilation des aliments l'utilisation pour la maintenance, la croissance, le développement et la reproduction. À la fin des années 1980, Kooijman (1986a) a publié la théorie dite de la règle κ DEB et, au fil des ans, ce modèle a été appliqué avec succès pour décrire l'allocation d'énergie à la croissance et à la reproduction d'une variété d'espèces (pour un aperçu, voir Kooijman, 2000).

L'aspect puissant de la théorie DEB de Kooijman est que les différences entre les espèces peuvent être capturées dans le même modèle en utilisant un ensemble différent de valeurs de paramètres seulement (pour un aperçu récent, voir Kooijman, 2001). Cependant, l'estimation de ces paramètres est compliquée et ne peut souvent pas être effectuée directement (Van der Meer, 2006-cette question).

La théorie DEB est un puissant cadre pour relier les processus sub-organismes (biochimiques, génétiques et physiologiques théorique) aux performances des organismes et, par conséquent, aux populations, aux écosystèmes et à leur évolution temporelle à de nombreuses échelles de temps. La théorie de DEB se concentre sur l'organisme individuel, avec des équations différentielles décrivant les taux auxquels l'organisme assimile et utilise l'énergie et la matière élémentaire de la nourriture pour son maintien, sa croissance, sa reproduction et son développement (Kooijman, 1986 ; Kooijman, 2000 ; Kooijman, 2001 ; Kooijman, 2010 ; Nisbet et al., 2004 ; Nisbet et al., 2010 ; Nisbet et al., 2000).

Il existe un certain nombre d'approches différentes pour la formulation du modèle DEB, mais le modèle DEB « standard » (Kooijman, 2010 ; Sousa et coll., 2010) est le seul modèle connu des auteurs qui décrit les interconnexions entre les processus d'assimilation, de maintien, de développement, la croissance et la reproduction d'un organisme à toutes les étapes de son cycle de vie et dans un environnement dynamique. Dans cette section, nous décrivons le modèle standard pour un ectotherme hétérotrophe et renvoyons le lecteur au livre de Kooijman (Kooijman, 2010) pour une discussion sur d'autres types d'organismes.

Dans la théorie DEB, un organisme est divisé en trois principaux composants du corps :

Le biovolume structurel ou le tissu somatique

Le réserve d'énergie emmagasinée

Les gonades et/ou les réserves d'énergie emmagasinées affectées à la maturité et à la reproduction (Kooijman, 2000).

De plus, dans la théorie, on distingue trois stades de vie :

Les embryons qui ne se nourrissent pas et ne se reproduisent pas.

Les juvéniles qui se nourrissent mais ne se reproduisent pas.

Les adultes qui se nourrissent et se reproduisent.

La théorie du DEB décrit une larve comme étant juvénile parce que les larves se nourrissent et que leurs ressources ne sont pas encore affectées à la reproduction, mais à d'autres processus de développement. Par conséquent, l'énergie provenant des aliments est stockée directement sous forme de réserves et est ensuite dirigée vers la croissance, le développement et leur maintien. Le modèle DEB a donc été simplifiée pour le stade larvaire, par rapport au stade adulte (Pouvreau et al. 2006), en raison de l'absence de reproduction.

Dynamique énergétique budget (DEB) sont utilisés pour la description du flux d'énergie à travers les organismes individuels de l'assimilation des aliments l'utilisation pour la maintenance, la croissance, le développement et la reproduction. À la fin des années 1980, Kooijman (1986a) a publié la théorie dite de la règle κ DEB et, au fil des ans, ce modèle a été appliqué avec succès pour décrire l'allocation d'énergie à la croissance et à la reproduction d'une variété d'espèces (pour un aperçu, voir Kooijman, 2000). L'aspect puissant de la théorie DEB de Kooijman est que les différences entre les espèces peuvent être capturées dans le même modèle en utilisant un ensemble différent de valeurs de paramètres seulement (pour un aperçu récent, voir Kooijman, 2001). Cependant, l'estimation de ces paramètres est compliquée et ne peut souvent pas être effectuée directement (Van der Meer, 2006-cette question).

2.1 Définition des variables du modèle DEB

Une variables d'état et les flux d'énergie sont illustrés à la figure. La biomasse de l'animal est la somme des contributions de trois compartiments :

E : l'énergie dans la réserve,

V : le volume de la structure

Er : la quantité d'énergie investie dans développement pour atteindre le stade juvénile

La réserve : elle désigne l'ensemble des constituants de l'organisme disponibles pour un usage métabolique. Ce terme ne désigne pas une quantité de matière stockée pour une utilisation future.

La dynamique de l'énergie dans la réserve, E , et peut être décrit comme

$$\frac{dE}{dt} = p\&A - p\&c$$

$p\&A$: Le taux d'assimilation surface-spécifique ($J\ cm^{-2}\ d^{-1}$) ;

$p\&c$: Le taux d'utilisation, appelé aussi flux catabolique. $P\ \&$

La structure : elle désigne l'ensemble des constituants de l'organisme qui sont nécessaires au fonctionnement de l'organisme et nécessitent un entretien (dégradation- synthèse des protéines par exemple, (in Handjar 2019). Elle peut être exprimé par :

$$\frac{dV}{dt} = (\kappa\dot{p}_C - \dot{p}_M)/[E_G]$$

La maturité : La maturité ne concerne pas seulement le système reproducteur. Le système immunitaire et le système hormonal par exemple sont des éléments que l'individu acquiert au cours de son développement. Aux stades embryon et juvénile, la structure et la réserve participent au poids de l'individu tandis que la maturité correspond à une énergie dissipée. Elle a le statut d'acquérir la capacité de se reproduire au stade adulte ; la dynamique des réserves énergétiques allouées à la maturité E_H , et à la reproduction E_R s'écrit de la façon suivante :

$$\frac{dE_H}{dt} = (1-\kappa)\dot{p}_C - \dot{p}_J \quad \frac{dE_R}{dt} = (1-\kappa)\dot{p}_C - \dot{p}_J$$

\dot{p}_J : Coûts de maintenance de la maturité.

Les relations entre les différents processus sont résumées schématiquement à la figure 7 La nourriture est ingérée par un animal post-embryonnaire, transformée en fèces et éjectée ;

La défécation est un cas particulier de formation de produit. Le taux d'alimentation dépend de la disponibilité des aliments et de la quantité de structure. L'énergie, sous forme de métabolites, est dérivée de la nourriture et ajouté à la réserve. La réserve est mobilisée à un rythme qui dépend de la quantité de réserve et la quantité de structure, et utilisés à des fins métaboliques. Une fraction κ du flux de réserve mobilisée est utilisée pour l'entretien somatique et la croissance, le reste pour le maintien de la maturité et la maturation (chez les juvéniles) ou la

reproduction (chez les adultes). L'entretien somatique a priorité sur la croissance, de sorte que la croissance cesse si toute l'énergie disponible pour entretien plus croissance est utilisé pour l'entretien somatique. De même, l'entretien de maturité a une priorité sur la maturation ou la reproduction. Réserve allouée à la reproduction est d'abord recueilli dans une zone tampon ; la zone tampon de reproduction a des règles de manipulation propres à chaque espèce pour la transformation en œufs qui quittent généralement le corps lors de la formation. Les œufs consistent initialement presque exclusivement de réserve, le montant de la structure, et le niveau de maturité La densité de réserve à la naissance (éclosion) est égale à celle de la mère. à la formation des œufs, un effet maternel La structure et la réserve obéissent à certaines règles. Leur composition est constante :

Il s'agit de l'hypothèse d'homéostasie forte. La composition totale de l'individu peut varier en fonction des conditions environnementales rencontrées mais lorsque les conditions sont constantes, le ratio réserve sur structure reste constant ; il s'agit de l'hypothèse d'homéostasie faible. Ce ratio définit la densité de réserve de l'individu, qui est une notion importante de la théorie. Elle intervient dans les étapes qui ont permis de définir la dynamique de la réserve.

Les paramètres du modèle DEB (Dynamics Energy Budget)

Les différents paramètres DEB sont répertoriés dans le tableau 5. La plupart des renseignements énumérés ci-dessous sont tirés de Kooijman (2000) et Nisbet et al. (2000). Pour un aperçu détaillé, voir Van der Meer (2006-ce numéro). La notation et symboles suivent ceux de Kooijman (2000), où là les principales règles suivantes s'appliquent :

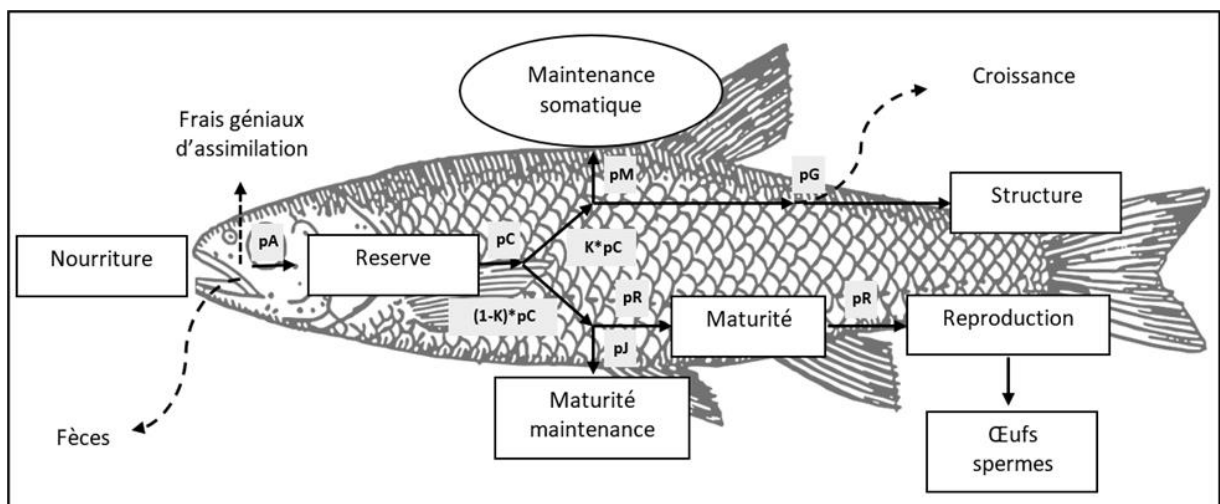


Figure II. 7. Flux d'énergie à travers un individu au stade adulte suivant la théorie DEB

- les variables sont indiquées par des symboles et des minuscules symboles se rapportent souvent aux majuscules via mise à l'échelle ;
- les quantités sont exprimées par unité de volume avec crochets []; par unité de surface biologique avec les accolades {}; et par unité de masse avec angles <>;
- les taux ont des points, indiquant la dimension par temps.

Tableau 6: Définition des paramètres du modèle DEB standard (Meer et al, 2014).

Symboles	Unités	Description
T_A	K	Température Arrhenius
P_AM	J/d.cm ²	Flux d'assimilation des spécifications
F_M	J/d.cm ²	Taux maximal de recherche de spécifications
KAP_X	-	Efficacité de la digestion des aliments à réserver
KAP_P	-	Efficacité fécale des aliments pour les selles
V	Cm/d	Conductance d'énergie
KAP	-	Fraction d'allocation à soma
KAP_R	-	Efficacité de reproduction
P_M	J/d.cm ³	Vol-spec somatic maint
P_T	J/d.cm ²	Surf-spec somatic maint
K_J	1/d	Coefficient de taux de maint somatique
E_G	J/cm ³	Coût spécifique de la structure
E_HB	J	Maturité à la naissance
E_HJ	J	Maturité à metam
E_HP	J	Maturité à la puberté
H_A	1/d ²	Weibull vieillissement accélération
S-G	-	Coefficient de contrainte de Gompertz

3.1. Description des données d'entrées pour l'obtention des paramètres DEB :

Données utilisées pour ajuster le modèle de bilan énergétique dynamique. Données dans la partie supérieure de la table sont de vraies données de dimension zéro, la partie du milieu donne des pseudo-données. Ces pseudo-données sont des estimations a priori des paramètres et pourraient être nécessaires pour éviter le débordement. La partie inférieure donne les vraies données univariées. La dernière colonne donne les équations de modèle qui lier les données aux paramètres du modèle.

Le modèle DEB standard prédit que dans des conditions alimentaires constantes la croissance suit le von bien connu Modèle de croissance Bertalanffy (Von Bertalanffy, 1934). Mais qui plus est, le modèle DEB montre également comment les deux paramètres de la von Modèle de croissance Bertalanffy, longueur ultime L_w , et Von Bertalanffy coefficient de croissance r_B , dépend de sous-jacent plus basique physiologique paramètres, les paramètres dits primaires de la norme DEB modèle. La longueur physique ultime est donnée par l'équation suivante :

$$L_{w,\infty} = \frac{f * L_m^{ref} * z}{\delta_M}$$

- f : varie entre 0 et 1 et dépend de la disponibilité des aliments et dépend de la disponibilité de la nourriture.
- L_m^{ref} : est une longueur de référence définie à 1 cm.
- z : est un facteur de zoom sans dimension qui donne la longueur maximale de la structure de l'animal par rapport à la longueur de référence.
- δ_M : est le coefficient de forme qui relie la longueur de la structure à une certaine mesure de longueur physique, qui dans ce cas est la longueur du corps du poisson.

Le facteur de zoom z est lié aux paramètres primaires du modèle DEB et est calculé par :

$$z = \frac{L_m}{L_m^{ref}} = \frac{\kappa \{P_{Am}\}}{P_M} \frac{1}{L_m^{ref}}$$

- L_m est la longueur volumétrique maximale ;
- κ est la fraction de l'énergie mobilisée à partir des réserves qui est dépensée pour la maintenance et la croissance du corps structural de l'animal ;
- $\{P_{Am}\}$ est le taux d'assimilation maximale spécifique à la surface qui concerne l'assimilation à la surface du corps structural ;
- $[P_M]$ est le taux d'entretien spécifique au volume qui lie le taux de maintenance au volume du corps structural ;
- Les paramètres κ , $\{P_{Am}\}$ et $[P_M]$ sont des paramètres primaires dans la théorie DEB, mais L_m est ce que l'on appelle un paramètre composé.

Le coefficient de croissance de von Bertalanffy est également un paramètre composé et dans des conditions alimentaires optimales, il est donné par :

$$\dot{\gamma}_B = \frac{1}{3} \frac{[P_M]}{\kappa \{P_{Am}\} \dot{\nu}^{-1} + [EG]}$$

- $\dot{\nu}$ est la conductance énergétique, un paramètre qui indique plus ou moins la vitesse à laquelle l'énergie peut être mobilisée dans les réserves.
- $[EG]$ donne les coûts de croissance spécifiques au volume.

Les paramètres $\dot{\nu}$ et $[EG]$ sont également des paramètres primaires. Ces paramètres primaires se retrouvent également dans de nombreuses autres relations, par exemple la relation entre la respiration et la masse corporelle contient également les paramètres : $\{P_{Am}\}$, κ , $[P_M]$, $\dot{\nu}$ et $[EG]$. En étudiant le taux de respiration des œufs de saumon, Smith (1957) a déjà observé que la respiration est proportionnelle à une somme pondérée du volume et du taux de croissance en volume, et cette relation est confirmée par la théorie DEB.

La théorie DEB offre donc la possibilité de prédire les taux de croissance en réponse aux aliments et à la température, même si la croissance n'a jamais été mesurée, mais seulement s'il existe suffisamment d'autres types de données, dont certains doivent être des taux, sont des paramètres disponibles. Nous utilisons cette possibilité pour prédire la croissance et l'âge à la maturité de l'espèce étudiée, en utilisant une variété d'autres informations disponibles dans la littérature.

3.2. Données à variation nulle (Zero variate data)

Les données à variation nulle (points de données uniques) comprennent les caractéristiques physiques générales (âge, longueur et poids humide) à des stades particuliers du développement des espèces étudiées : i) naissance, le moment où elles peuvent se nourrir ; ii) la puberté, le moment où elles peuvent se reproduire et iii) le stade adulte.

3.4. Age et taille à la puberté

La taille à la première maturité sexuelle peut être définie d'une manière statistique ou biologique. Une fonction logistique reliant les proportions des individus matures à la longueur totale du poisson a été utilisée. Selon Ghorbel *et al.* (1996), cette fonction de forme sigmoïde

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta L_T)}}$$

permet de suivre le degré de maturité sexuelle selon la taille et d'estimer avec précision la longueur L_{Tm50} à partir de l'équation suivante :

Avec P = proportions d'individus matures ; LT = longueur totale (cm) ; α et β = constantes. Après linéarisation de la fonction logistique, les tailles L_{Tm50} par sexe ont été déduites en calculant le rapport suivant :

L'âge à la première maturité sexuelle est obtenu par la suite en convertissant la taille de maturité au moyen de l'équation inverse de von Bertalanffy.

$$L_{Tm50} = -\alpha/\beta$$

$$t_{Tm50} = t_0 + \frac{1}{k} \cdot \ln\left(\frac{L_{Tm50}}{L_\infty}\right)$$

3.4.1. Age, longueur et poids maximaux

Au stade adulte, l'âge maximal a_m (la longévité) est le plus grand âge observé pour chaque espèce,

3.4.2. Age et poids à la naissance

L'âge à la naissance (time at Birth) t_b est défini comme étant la durée d'incubation des œufs avant l'éclosion. La longueur à la naissance L_b est la longueur de la larve à la naissance ; Concernant le poids à la naissance on le calcule à partir de la longueur par la relation taille poids :

$$W_w^b = aLb^b$$

3.4.2.1 Reproduction maximale par jour (Ri)

C'est le nombre maximum d'ovocytes émis dans une année par les femelles au moment de la ponte, pour le calculer il nous faut une étude de fécondité. La fécondité absolue correspond au nombre d'ovocytes matures contenus dans l'ovaire d'une femelle à la veille de la ponte (Kartas et Quignard, 1984). Cependant, les problèmes de l'évaluation de la fécondité dépendent de plusieurs facteurs : le nombre absolu d'œufs produits, si l'espèce est un reproducteur total ou partiel ; du degré de différenciation qui existe entre la taille des œufs qui seront pondus cette saison et les œufs immatures présents qui seront reportés à la prochaine saison de ponte .

Tableau 7: Données à variation nulle

Données	Unités	Description
ab	jrs	Âge à la naissance
ap	jrs	Âge à la puberté
ap2	jrs	Âge à la puberté
am	jrs	Durée de vie
Lb	cm	Longueur totale à la naissance
Lp	cm	Longueur totale à la puberté
Lp2	cm	Longueur totale à la puberté
Li	cm	Longueur totale ultime
Wb	g	Poids à la naissance
Wp	g	Poids à la puberté
Wp2	g	Poids à la puberté
Wi	g	Poids ultime
Ri	jrs	Taux maximal de reprogrammation

3.4.2.2 Données uni-variées (Univariate data)

Les données unidimensionnelles sont un vecteur de variables dépendantes, mais comme chaque point de données est généralement associé à un point de données indépendant, les données unidimensionnelles sont spécifiées comme un ensemble de paires de valeurs pour une variable dépendante indépendante et associée. Les données auxiliaires peuvent être associées à n'importe quelle donnée, de même qu'aux données univariées.

Les données uni-variées comprennent :(i)les donnée âge-longueur,(ii)les données longueur poids.

3.4.3. Pseudos donnés

Les pseudo-données sont un ensemble de valeurs de paramètres fixes (fonctions de) pour une espèce animale généralisée qui est traitée comme des données dépendantes mais avec des coefficients de faible poids.

Le tableau suivant présente une description de pseudo-données utilisées par défaut dans la procédure AmP. Dans le fichier mydata, les valeurs courantes peuvent être modifiées par l'utilisateur, les coefficients de pondération peuvent être mis à zéro si l'utilisateur choisit de ne pas inclure de pseudo-données dans l'estimation et d'autres pseudo-données peuvent être prises en compte.

Toutes les données et résultats obtenus ont été vérifiés, validés puis publiés par Kooijman, l'inventeur de la théorie DEB dans la base de données dédiée au modèle DEB : add-my-pet (https://www.bio.vu.nl/thb/deb/deblab/add_my_pet/).

Tableau 8: Pseudo-données (paramètres généralisés de l'animal)

Données	Unités	Description
v	cm/d	Conductance d'énergie
kap	-	Fraction d'allocation à soma
kap_R	-	Efficacité de reproduction
p_M	J/d.cm ³	Vol-spec som maint
k_J	1/d	Coefficient de taux maint maturité
kap_G	-	Taux de croissance

Chapitre III : Résultats et discussions

1. Présentation des données et des pseudo-données

Les données à variation nulle ; les pseudos donnés, pour les 6 espèces étudiés sont illustrées dans le tableau (08).

Certaines informations tels que l'âge et la longueur à la naissance utilisés pour la procédure

D'estimation des paramètres DEB ont été tirés de la littérature. Les données à variation nulle ont été obtenues pour trois stades de vie :

- A la naissance, le moment où l'alimentation commence ; pour *la bogue* et *l'allache* l'éclosion commence 96 heures après la fécondation de l'ovocyte, la larve a une longueur de 0,26 cm et un poids humide à la naissance de 0,000524 g. Par contre les autres espèces des petits pélagiques (*la sardine* et *le chinchard*), la durée d'incubation de l'œuf est plus importante, elle est de l'ordre de 8 et 6 jours respectivement ; la larves a une longueur de 0.26 cm son poids humide est de 0,00016 g pour *la sardine* et une longueur de 0,43 cm et un poids humide de 0,001 g pour *le chinchard*,
- A la puberté, au début de la reproduction des animaux. L'âge à la première maturité sexuelle de *la bogue* est de 540 jours, sa taille touche 13 cm de longueur et son poids humide b est de 44,5 g. Pour *l'allache*, la maturité commence juste après 396 jours, il atteint à une taille de 14 cm et un poids de 17g. Pour la 3-ème espèce *le chinchard*, elle peut se reproduire à partir de l'âge de un an (365 jours) avec une taille de 12 cm et un poids humide de 30 g. A propos de *la sardine*, la maturité de commence à partir de 328 jours avec une taille de 15,5 cm et un poids humide de 20 g.
- Au stade adulte, l'âge maximal de la bogue est de 2920 jours, la plus grande longueur atteinte est de 28,42 cm et un poids humide maximal de 216 g. l'âge le plus élevée est chez la saurel est de 2920 jours et sa longueur maximale est de 30 cm avec un poids humide maximal égale à celle de la bogue, pour *l'allache* et *le chinchard*

Tableau 9: Les données d'entrée : données à variation nulle (zero-variate data), les pseudos donnés obtenu pour les cinq petits pélagique

Espèces	Clupidae		Engrulidae	Sparidae	Caragidae	
	<i>S. pilchardus</i>	<i>S. aurita</i>	<i>E. encrasicolus</i>	<i>B. boops</i>	<i>T. mediteranus</i>	
Donnés à variation nulle						
a_b : âge à la naissance (j)		8	4	6	4,254	1,2
a_s : âge à la première maturité sexuelle (j)		234	450	365(DORIS)	540	730
a_m : longévité (j)		2920	2190	1825	2920	1,46E+04
l_b : longueur à la naissance (cm)		0,5	0,3	0,3	0,26	0,4
l_p : longueur à la 1 ère maturité sexuelle (cm)		13	16	9	17	16
l_i : longueur maximale (cm)		23,8	28,42	18	28,42	60
w_w^b : poids à la naissance (g)		0,00025	0,0001984	2,42E-06	0,000524	0,000278
w_w^p : poids à la puberté (g)		16,1	20	4,74	44,5	33,4
w_w^i : poids maximal (g)		112	166	43,86	216	1672
R_i : reproduction maximale (/j)		2300	200	900	430	383,6
Pseudo-données						
	Valeur standards	<i>S.pilchardus</i>	<i>S.aurita</i>	<i>E.encrasicolus</i>	<i>B. boops</i>	<i>T.mediterranus</i>
\dot{v} : conductance énergétique	0,02	0,01718	0,02895	0,01944	0,06279	0,3648
k : fraction d'allocation à la maintenance somatique	0,8	0,945	0,8	0,8	0,8	0,8
k_R : efficacité de la reproduction	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
[PM]: volume spécifique à la maintenance somatique	18	396,2	18	18	18	18
k_j : coefficient de maintien de la maturité	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
k_G : efficacité de la croissance	0,8	0,805	0,8	0,8	0,8	0,8

2. Paramètres bioénergétiques des petits pélagiques

Le tableau illustre les paramètres bioénergétiques pour nos 5 espèces étudiées ces paramètres sont prise de deb « shiny app » et « add my pet » selon leur disponibilité.

Les valeurs des Paramètres primaires à une température de référence de 20°C.

Température d'Arrhenius : ça valeur est mesurée en Kelvin, chez la sardine, l'allache, et la bogue les valeurs sont égale à 8000K par contre elle est presque 450k plus chez le chinchard. la température d'Arrhenius chez l'anchois marque une valeur plus intéressent égal à 9800k.

Flux d'assimilation spécifique : La valeur la plus élevée est celle de *la sardine* 846,432 J/d.cm² par contre la basse valeur est celle d'anchois 11,137 J/d.cm². les trois autres valeurs varie entre 171 et 328 J/d.cm².

Conductance d'énergie : Les valeurs de la conductance d'énergie pour les quatre petits pélagique *la sardine, l'allache, la bogue, l'anchois* sont moins du 0.1cm/d par contre chez le chinchard une valeur importante de 0.36cm/d.

Volume spécifique à la maintenance somatique : Les deux valeurs les plus basses partent de la plus petite sont du chinchard et la bogue par un volume moins du 50 J/d.cm³. Puis devient la valeur d'anchois et l'allache, la plus grande valeur du volume est celle de la sardine 250 J/d.cm³.

Maturité :

- A la naissance : Les espèce sont classés dans l'ordre de la valeur la plus faible à la valeur la plus élevée dans un intervalle [10⁻³-0,3J]. L'anchois, l'allache, le chinchard, la bogue, et la sardine.
- Métamorphose : Dans le même ordre de classement les valeurs varient dans un intervalle [0,01-2,48J]. L'allache, le chinchard, la bogue, l'anchois, et la sardine.
- Puberté : les valeurs varient entre 244J et 74890J, la sardine à le plus grand volume pour la maintenance somatique.

Les valeurs des autres paramètres bioénergétique primaires telle que Taux de recherche de spécifications maximum, efficacité de digestion des aliments à réserver, efficacité de la défécation des aliments aux fèces, coefficient de maintien des échéances, le coût de la structure sont presque égale où la sardine a le plus grand chiffre concernant la bioénergie.

Tableau 10: Paramètres bioénergétiques primaires pour les cinq petits pélagiques.

Paramètres primaires à une température de référence de 20°C			Valeurs				
Code	Unité	Description	<i>S.pilchardus</i>	<i>S.aurita</i>	<i>B.boops</i>	<i>T.mediterranus</i>	<i>E.encrasicolus</i>
T_A	K	Température d'Arrhenius	8000	8000	8000	8448	9800
p_Am	J/d.cm ²	{p_Am}, flux d'assimilation spécifique	846,432	328,043	297,552	171,109	11,1372
F_m	I/d.cm ²	{F_m}, Taux de recherche de spécifications maximum	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
kap_X	-	Efficacité de digestion des aliments à réserver	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
kap_P	-	Efficacité de la défécation des aliments aux fèces	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
v	cm/d	Conductance d'énergie	0,021442	0,02895	0,06279	0,3648	0,01944
kap	-	Fraction d'allocation au soma	0,33175	0,9514	0,78854	0,3648	0,9901
kap_R	-	Efficacité de reproduction	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
p_M	J/d.cm ³	[p_M], volume spécifique la maintenance somatique	250,807	93,78	49,3983	21,3956	54,67
k_J	-	Coefficient de maintien des échéances	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
E_G	1/d	[E_G], Coût de la structure	5225,01	5210	5221,44	5226,61	5077
E_Hb	J	Maturité à la naissance	0,2901	0,01307	0,3018	0,03251	0,0001223
E_Hj	J	Maturité chez Métamorphose	2,487	0,01573	0,3021	0,1046	0,6741
E_Hp	J	Maturité à la puberté	74890	3859	58480	4414	244
h_a	1/d ²	Accélération du vieillissement de Weibull	5,05E-08	5,55E-08	2,24E-08	7,08E-11	8,46E-08
s_G	-	Coefficient de contrainte de Gompertz	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
z	-	Facteur zoom	1,1196	3,328	4,7498	7,8044	0,2017
del_M	-	Forme du coefficient	0,082458	0,1287	0,17089	0,19321	0,1656

3. Estimation des paramètres DEB

3.1. Paramètres relatifs à la taille et forme individuelle

La base de l'argument en faveur de la covariation des valeurs des paramètres primaires est que les paramètres qui se rapportent à la conception physique de l'organisme dépendent de la taille maximale de l'organisme, tandis que les paramètres qui dépendent de l'environnement biochimique local sont indépendants de la taille, tant pendant l'ontogenèse qu'entre les espèces.

Ces derniers paramètres se rapportent aux processus moléculaires, qui sont donc essentiellement basés sur la densité. La différence entre la conception physique et les paramètres basés sur la densité.

En outre, il est possible de comparer les quantités intensives et les quantités importantes. La différence entre la conception physique et les paramètres fondés sur la densité se rapportent à la différence entre les quantités intensives et les quantités étendues. (Kooijman, 2010).

Trois paramètres dépendent de la taille maximale dans le modèle DEB standard et tous les autres principaux les paramètres ne dépendent pas de la taille maximale.

- Le taux d'assimilation spécifique à la surface spécifique $\{PAM\}$,
- Le seuil de maturité à la naissance $E_H b$.
- Le seuil de maturité à la puberté $E_H p$.

Étant donné que la taille maximale diffère selon les espèces, un facteur de zoom sans dimension z est appliqué et est utilisé pour comparer les paramètres physiques d'un organisme à un « organisme de référence » de longueur maximale (LM_{ref}) = 1 cm (Kooijman, 2010).

Les paramètres étendus s'échelonnent directement avec un « facteur de zoom » z , qui est défini comme le rapport entre la longueur maximale de l'espèce d'intérêt et la longueur maximale de l'espèce de référence $z=L_m/L_{m,ref}$.

Ceci rend $\{PAM\}$, proportionnel à L_m et fournit également une interprétation simple du facteur de zoom z : c'est le rapport des longueurs maximales (structurelles) des espèces comparées.

La raison pour laquelle $E_H b$ et $E_H p$ sont des paramètres de conception est que les densités de maturité E_H/V_m et E_H/V_m sont des paramètres intensifs, avec $V_m = L^3$.

La plupart des paramètres composés sont dérivés d'une certaine façon en utilisant le facteur de zoom. Les facteurs de zoom entre les espèces des petits pélagiques sont comprise entre 0.2017 chez *E. encrasicolus* à 7.8044 pour *T. mediteranus*.

On peut conclure que les tailles maximales que les individus peuvent atteindre pour *E. encrasicolus* sont inférieures à celles des autres espèces.

Chaque mesure de longueur L_w a besoin d'une explication comment la longueur est prise en compte. Si nous établissons un lien entre les quantités de performance d'un individu et sa longueur, les valeurs des paramètres dans la description peuvent différer considérablement entre deux espèces, non pas parce qu'elles différeraient en performance, mais parce qu'ils diffèrent en forme.

Le coefficient de forme M convertit la longueur physique à longueur structurale : $L = ML_w$.

On a fait une petite comparaison entre les coefficients de forme de pour les diverses espèces pour , *S. pilchardus* (0,11521) et *T. mediteranus* (0,19321) avaient le coefficient de forme le plus élevé, suivies de *B. boops* (0,171), *S. aurita* de (0,1287) et de *E. encrasicolus* (0,1656).

Tableau 11: Facteur de forme, facteur accélérateur et facteur de zoom des cinq petits pélagique ($T_{ref} = 20^\circ C$, $f=1$). δM : Facteur de forme, Z : facteur de zoom.

Espèces	δm	S_m	z
<i>Sardina pilchardus</i>	0,11521	3,09	0,94456
<i>Sardinella aurita</i>	0,1287	1,06	3,328
<i>Boops boops</i>	0,171	1	4,750
<i>Trachurus mediteranus</i>	0,19321	1,47	7,8044
<i>Engraulis encrasicolus</i>	0,1656	17,3829	0,2017
<i>Trachurus tarchurus</i>	0,1615	2,1371	4,246

3.2. Paramètres relatifs à la nourriture et assimilation

Le taux maximum d'assimilation spécifique $\{PAM\}$ résultant de la relation :

$$zLmref = \{PAM\} / [PM].$$

Avant accélération, la valeur maximale de 297,55 J/d.cm² du a l'espèce (*la bogue*), et pour le taux minimum est de 18 J/d.cm² pour *l'anchois*

Les valeurs à ce stade montrèrent une grande variabilité de $\{PAM\}$, ce qui peut être attribuée au changement de densité de nourriture dans le milieu.

Les valeurs au stade de post-métamorphose de la conductance énergétique (\dot{v}) dépendent de la nourriture et le mode vie ensuite différent entre les cinq espèces étudiées.

En effet la valeur la plus élevée est retrouvée chez le chinchard d'un nombre égale à (0,3648 cm/jr), concernant les autres 4 espèces on a trouvé que la valeur la plus proche de la valeur standard de la conducteur énergétique est détecté chez *l'allache* (0,02895 cm/jr) et varie entre (0,01718 et 0,06279 cm/jr) pour les autres espèces.

D'après la figure (08) on observe que la conducteur énergétique dépend de la longueur asymptotique pour les petits pélagique.

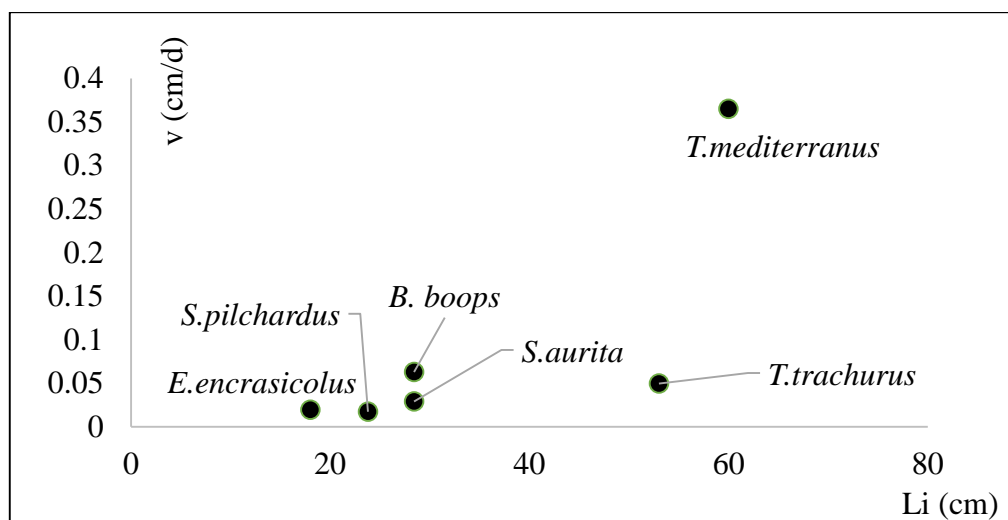


Figure III. 8. Les valeurs de la conducteur énergétique ($T_{ref}=20^{\circ}C$) en fonction de la longueur structurelle maximale.

Tableau 12: Les coûts énergétiques pour la maintenance somatique [PM], pour la structure. (EG) et les valeurs de l'investissement énergétique dans les transitions du cycle de vie

Familles	Espèces	Symboles				
		p_Am	v'	Sm	Habitat	T0(Min-Max)
Clupidae	<i>Sardina pilchardus</i>	23,8	0,01718	3,09	Pélagique	15 °C
	<i>Sardinella aurita</i>	28,42	0,02895	1,06	Pélagique	19 °C
Sparidae	<i>Boops boops</i>	297,552	0,06279	1	Pélagique	18 °C
Caragidae	<i>Trachurus mediteranus</i>	60	0,3648	1,47	Pélagique	17 °C
	<i>Trachurus trachurus</i>	195,973	0,04962	2,1371	Pélagique	17°C
Engrulidae	<i>Englauris encrasicolus</i>	18	0,01944	17,3829	Pélagique	15 °C

3.3. Les coûts énergétiques de la maintenance

Le coût d'entretien somatique [P_M] pour *la sardine* a été estimé pour être 396 J cm⁻³, c'est la valeur la plus élevée par rapport aux autres espèces par exemple celle de *chinchard*(21,39) elle est trop petite par rapport à la sardine .

En effet, Chez les espèces qui ont à peu près la même taille maximale, Les coûts d'entretien somatique sont bas et proches. Chez les espèces de petite taille, les valeurs sont les plus élevées.

Le paramètre [EG] est la quantité d'énergie de réserve nécessaire pour synthétiser un volume unitaire de structure, y compris l'énergie stockée dans les tissus et les dépenses énergétiques pour l'anabolisme. Cette valeur ne diffère pas grandement entre les espèces.

Les taux de la quantité d'énergie sont approximatifs elles sont comprises entre (5226,61 et 5077 J.cm⁻³).

La valeur la plus élevée de l'énergie investie dans les transitions du cycle de vie (de maturité) E_H^b E_H^{jet} E_H^P a été observée chez *la bogue* .

Il convient de signaler que la différence entre la maturité à la naissance E_H^b et la maturité à la puberté E_H^P pour *la bogue* est la plus faible ; donc le temps passé entre ces deux phases est plus court pour cette espèce à cause des valeurs faibles de sM .

Tableau 13: Les coûts énergétiques pour de la maintenance somatique[PM], les coûts pour la structure (EG) et les valeurs de l'investissement énergétique dans les transitions du cycle de vie E_H^b , E_H^j et E_H^P les petits pélagique

Familles	espèces	Symboles				
		P M	E _G	E _H ^b	E _H ^j	E _H ^P
Clupidae	<i>Sardina pilchardus</i>	396,195	5197,37	0,01119	0,3478	3013
	<i>Sardinella aurita</i>	93,78	5210	0,01307	0,01573	3859
Sparidae	<i>Boops boops</i>	49,4	5221,44	0,3018	0,3021	54840
Caragidae	<i>Trachurus mediteranus</i>	21,3956	5226,61	0,03251	0,1046	4414
	<i>Trachurus trachurus</i>	43,33	5109	0,1196	1,179	18370
Engrulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	56,67	5077	0,0001223	0,6741	244

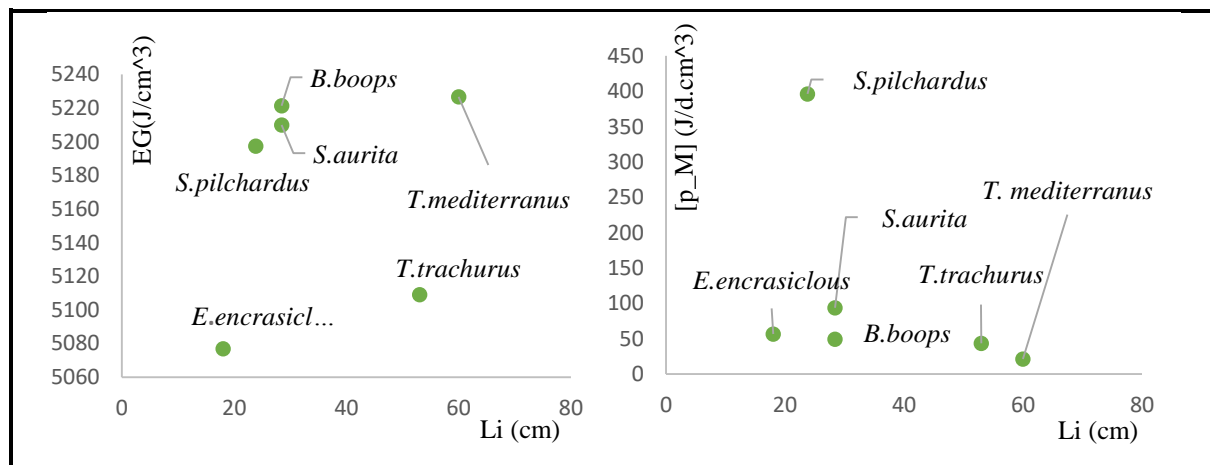


Figure III. 9. coût pour la structure [EG] et coût somatique spécifique [P_M] en fonction de la longueur structurelle maximale pour les cinq petits pélagiques

3.4.Fraction d'allocation à la croissance et à la maintenance somatique :

La théorie DEB suppose que l'énergie assimilée à la nourriture pénètre directement dans la réserve, qui est ensuite dépensée en croissance et en maintien somatique à une fraction fixe (κ). Le montant restant ($1-\kappa$) est consacré à la maturation / reproduction et le maintien de la maturité

La valeur de supérieur de κ est de 0,95 vu chez *la sardine* les autres valeurs des autres espèces des petits pélagique sont complètement les mêmes fixé à 0,8

Comparons ces résultats prise de (Handjar ,2020) a la valeur standard de La fraction d'allocation à la croissance et au maintien somatique on voit que c'est la même pour *le chinchard* et les autres espèces et un peu basse par rapport à la valeur de la sardine .

Ces espèces ont une forte capacité fécondité on peut conclure que l'énergie est consacrée à la maintenance somatique qu'à la reproduction.

3.5. Effet de la température sur la croissance et la consommation d'O₂ et la masse

humide :

En utilisant une programmation sur une feuille Excel et DEB Shiny App pour faciliter l'étude des effets de la température sur la croissance et le poids humide et la consommation de l'O₂ en fixant la disponibilité trophique a f=1.

Selon (Sousa et al., 2008 ; Kooijman,2010 ; Jusup et al., 2017) la température n'affecte pas la longueur maximale atteinte par l'espèce.

A cause de la similitude des résultats en a décidé de prendre la sardine comme prototype pour notre étude.

D'après la figure (5) a des basses températures le taux de croissance diminue qui peut causer une morte de l'espèce avant qu'elle atteigne sa longueur maximale en effet la longueur maximale est affecté à des faibles température.

A des hautes températures le taux de croissance augmente et l'espèce atteint sa longueur asymptotique dans une courte durée.

Les courbes de croissance créditées de la figure () montrent une croissance rapide à une disponibilité et une température plus élevée, avec une différence notable, la température n'affecte pas la longueur totale. Cependant, à des températures plus basses, il faut plus de temps pour devenir un individu adulte

En outre le poids humide a une corrélation positive avec la température une augmentation de la température est suivie d'une augmentation du poids humide selon la figure () le poids humide maximale (15000 mg) est signalé à une température de 30C°. Mais à des températures basses on voit des diminutions de poids jusqu'à environ 500 mg.

En outre l'effet de la température n'affecte pas la longueur maximale mais elle a un effet sur la vitesse de croissance qui affecte le poids total de l'espèce.

Cela affirme qu'avec la variation des températures, la croissance du poisson est limitée. Un environnement favorable (, température élevée) affecte donc la masse corporelle ultime à travers deux mécanismes :

- en permettant aux individus de croître à une plus grande taille,
- en fournissant plus d'énergie pour la reproduction.

L'effet de la température sur la consommation d'O₂ est complètement identique à celle de la masse humide.

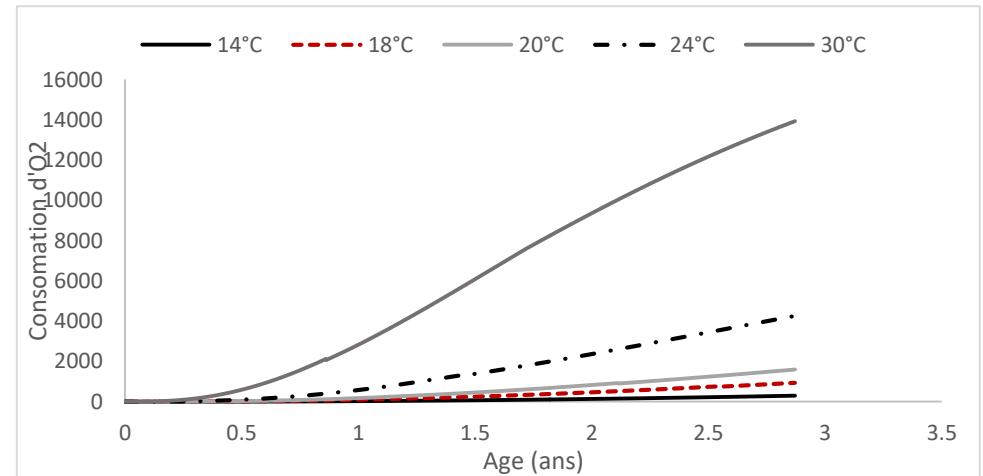
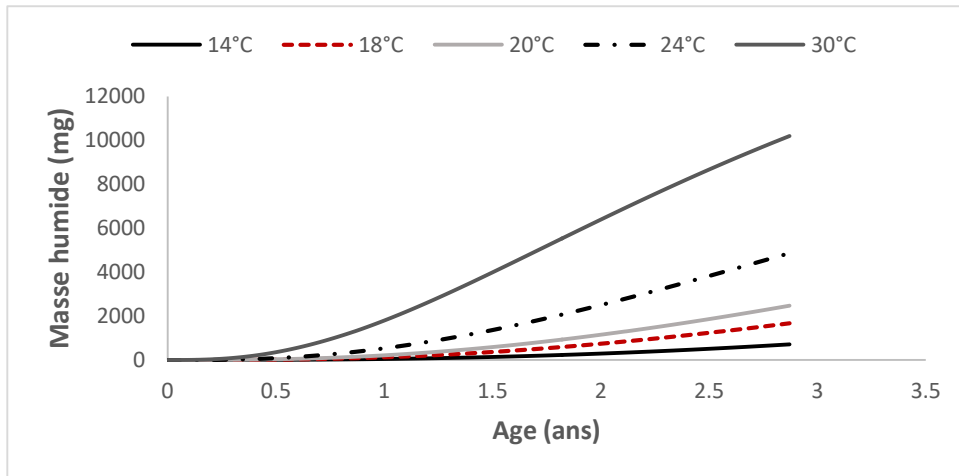
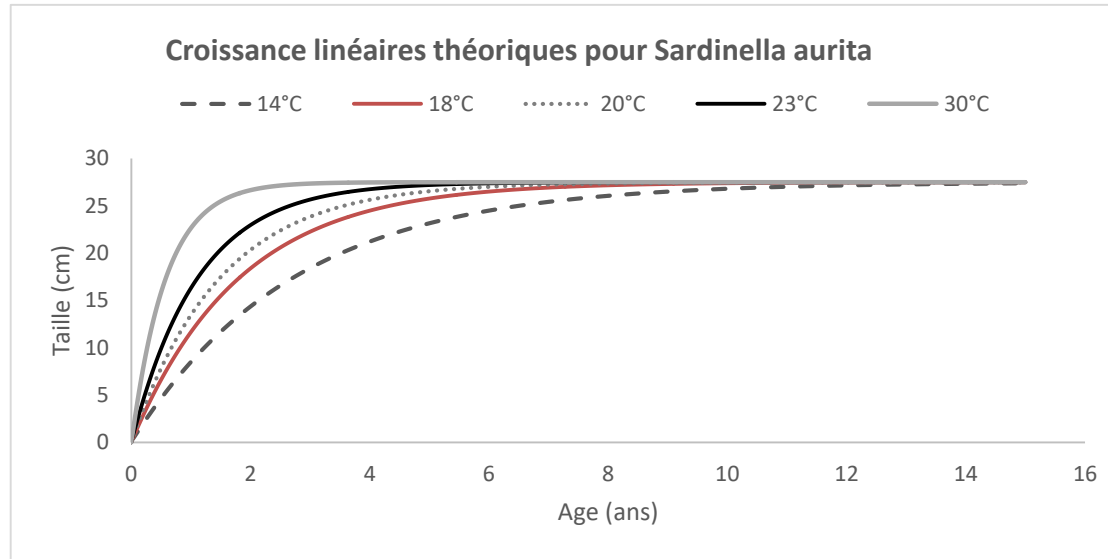


Figure III. 10. Simulation de l'effet de la température sur la croissance et la dynamique des petits Pélagique

3.6. Effet de la disponibilité trophique sur la dynamique de populations des petits pélagiques

Selon la théorie du DEB, la longueur volumétrique maximale dépend de processus tels que l'énergie allouée à la croissance et l'énergie requise pour la maintenance ; cependant, l'énergie assimilée réelle est représentée par la réponse (f) (Pecquerie, 2008).

La disponibilité des aliments affectent la longueur maximale des petits pélagiques qui se varie entre (5cm et 25cm) chez *la bogue* et (10 et 60cm) chez *le chinchard* et (5cm et 20cm) pour *la sardine* selon la disponibilité trophique.

La longueur a la puberté généralement présente une variation limitée avec la disponibilité de la nourriture. Selon la figure () les faibles valeurs de f empêchent quelque espèce d'atteindre leur puberté Comme *la bogue* et *le chinchard* et *l'anchois*.

Le modèle a également saisi qu'à des réponses fonctionnelles plus faibles, c'est trois derniers produits moins de lots d'œufs au cours de leur cycle de vie.

L'anchois nécessite une ingestion continue de nourriture en raison de sa stratégie de reproduction en série, qui est très énergivore et rend la disponibilité de nourriture essentielle pour une reproduction réussie (Melo 1994a, Richardson et al. 1998).

Contrairement *la sardine* et *l'anchois* atteint leur puberté même dans des basses disponibilités de nourriture. La disponibilité des aliments influe positivement la taille des six espèces étudiées.

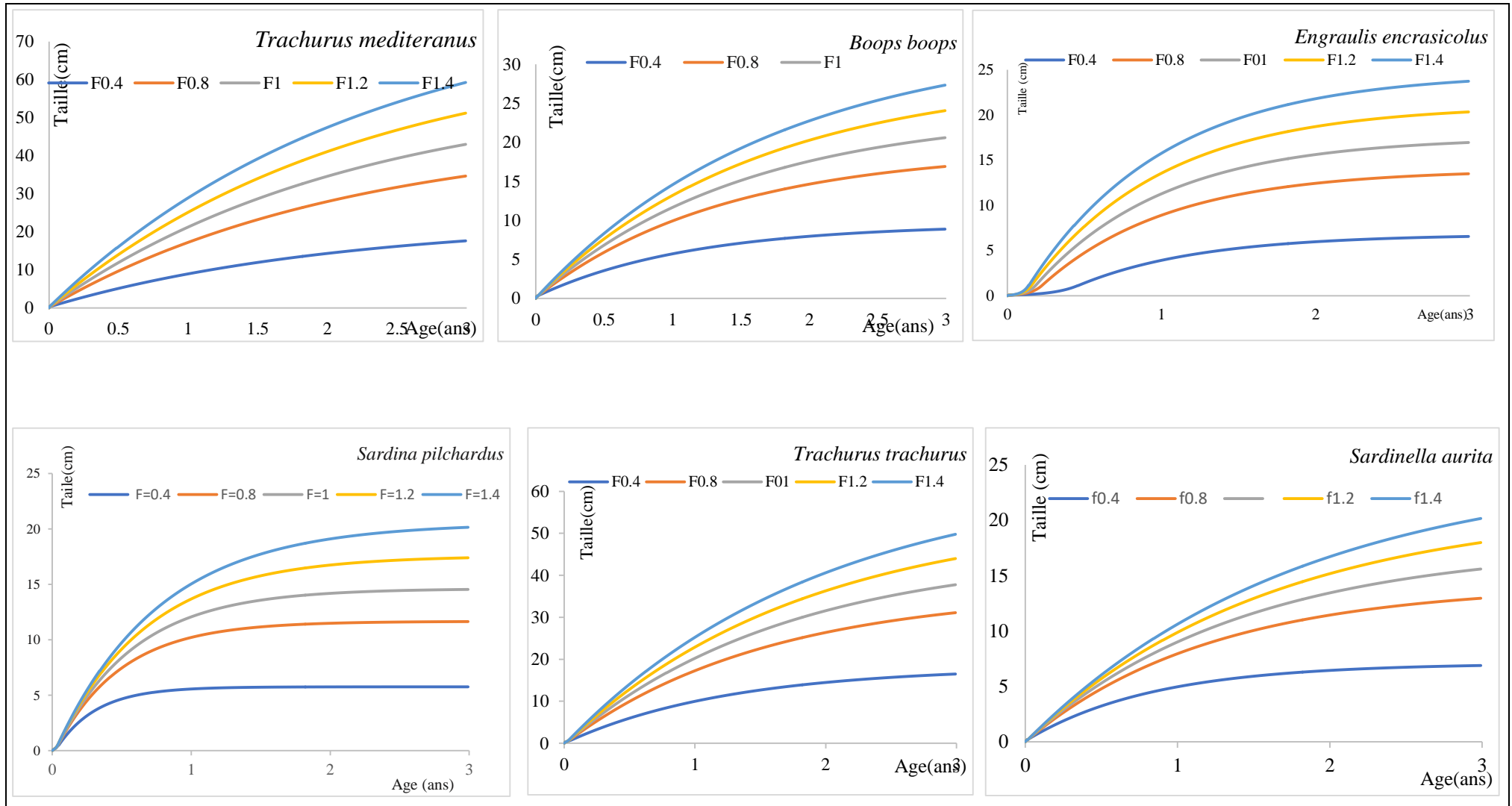


Figure III. 11. Simulation de l'effet de la disponibilité trophique sur la croissance et la dynamique des petits pélagique

Conclusion

Ce travail est basé sur dans quelle mesure les six principaux petits poissons pélagiques dans l'écosystème de la côte algérienne grandiraient et survivraient dans des conditions environnementales différentes. L'un des objectifs était d'examiner les différences entre les paramètres de base, en identifiant cinq lacunes importantes paramètres (la fraction allouée à la croissance et à l'entretien κ , la densité de stockage maximale $[E_m]$, le taux de maintenance spécifique au volume p_M , le taux d'assimilation spécifique à la surface $\{P \cdot A_M\}$ et le coût volumique spécifique de la structure $[EG]$), leurs effets sur la croissance et la reproduction dans le modèle des six espèces, et la comparaison de leurs valeurs.

L'hypothèse clé étudiée était que les paramètres de base du DEB ne sont pas tous spécifiques aux espèces et que l'environnement devrait également influencer les valeurs des paramètres. Un deuxième objectif était d'étudier les effets sur la croissance et la reproduction des intrants environnementaux tels que :

- a) les réponses fonctionnelles à l'échelle (f) en fonction de la densité des aliments
- b) de la température.

La théorie déterministe DEB établit un lien entre l'environnement et l'individu de manière précise. Les règles d'allocation de l'énergie sont en nombre restreint et fondées sur certaines propriétés. Le trait de cette théorie est qu'elle se rapporte aux qualités internes d'un individu plutôt qu'à ses circonstances externes.

Le nombre de paramètres à prendre en compte pour décrire les différences est fascinant. Selon l'étude de Kooijman en 2000, le modèle de production nette donne des résultats plus élevés que les fonctions d'un modèle individuel. Comprendre la réaction d'une espèce au niveau individuel est une première étape. Garantir l'exactitude des prédictions concernant les réponses des écosystèmes aux changements dépendent d'une étape essentielle.

Pour comprendre l'impact des facteurs environnementaux sur les êtres vivants, il faut comprendre le fonctionnement des populations d'organismes. Les changements dans l'environnement peuvent avoir un impact sur la façon dont les différentes espèces interagissent les unes avec les autres.

Références bibliographiques

- ABOUSSOUAN, A. ET LAHAYE, J. (1979)** « Les potentialités des populations ichtyologiques. Fécondité et ichtyoplancton », *Cybiurn*, 6, p. 29-46.
- AHLSTROM, E. H. ET AL. (1984)** « Pleuronectiformes: development », *Ontogeny and systematics of fishes*, 1, p. 640-670.
- ALILI, D. E. (1988)** Contribution à la systématique des soleidés (poissons, téléostéens d'Algérie). Alger.
- AMARA, R. (2011)** « Impact de la pollution sur les écosystèmes côtiers : exemple de la Manche orientale », *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, (Hors-série 9).
- AUGUSTINE, S. ET AL. (2011)** « Developmental energetics of zebrafish, *Danio rerio* », *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 159(3), p. 275-283.
- BACHARI, N. E. I. ET AL. (2011)** « Contribution à l'évaluation de la pollution des eaux marines sur la côte Ouest d'Alger en utilisant l'imagerie satellitale », p. 339-344. doi: 10.5150/cmcm.2011.071.
- BAGENAL, T. B. (1957)** « The breeding and fecundity of the long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (Fabr.) and the associated cycle in condition », *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 36(2), p. 339-375.
- BAKALEM, A. (2008)** Contribution à l'étude des peuplements benthiques du plateau continental algérien. Alger.
- BENSLAMA-HABIKI, H. (2007)** « apports de l'oued isser et rôle du canyon d'alger dans la dynamique des sédiments du plateau continental de la baie de zemmouri el-bahri Dans Hanifa Benslama-Habiki », p. 2007.
- BILECENOGLU M, M. ET AL. (2014)** « An updated checklist of the marine fishes of Turkey », *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), p. 901-929.
- BLACHE ET AL. (1970)** Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental entre le 20° parallèle nord et le 15° parallèle sud. IRD Editions.
- BOUFERSAOU, S. ET ZEROUAL, H. (2018)** « Estimation des paramètres du modèle bioénergétique (DEB) pour étudier la croissance et la reproduction de quelques espèces des côtes algériennes. Technical report, ENSSMAL Univ., Algiers. »

-
- BOULAHIDJ, M. ET AL. (2003)** « les eaux de la Baie d'Alger Quelques aspects physico-chimiques et environnementaux », Annales de l'institut National Agronomique, 24(1 et 2), p. 39-54. Disponible sur : <http://rist.cerist.dz/?Les-Eaux-de-la-Baie-d-Alger>.
- BRADAI, M. N. (2000)** Diversité du peuplement ichthyique et contribution à la connaissance des sparidés du golfe de Gabès. Sfax (Tunisia).
- BRANDT, S. B. ET HARTMAN, K. J. (1993)** « Innovative Approaches with Bioenergetics Models: Future Applications to Fish Ecology and Management », Transactions of the American Fisheries Society, 122(5), p. 731-735.
- CHAKOUR, A. ET EL OUIZGANI, H. (2016)** « La variabilité morphométrique et méristique des populations de sole pole [*pegusa lascaris*] de la zone Centrale Atlantique du Maroc/The morphometric and meristic variability of populations of sole pole (*pegusa lascaris*) of the Atlantic Central zone of Moro », International Journal of Innovation and Applied Studies, 18(3), p. 846.
- CHANTRE, C. ET AL. (2019)** « Guide de prélèvements et d'envoi des pièces calcifiées ».
- CHAVANCE, M. ET AL. (1986)** « Thyroxine-binding prealbumin, overnutrition and apolipoprotein A1. », Human nutrition. Clinical nutrition, 40(5), p. 359-364.
- CHEMROUK, O. ET CHABBI, N. (2016)** « Vulnerability of Algiers Waterfront and the New Urban Development Scheme », Procedia Engineering, 161, p. 1417-1422.
- DENIEL, C. (1981)** Les Poissons plats (Téléostéens, Pleuronectiformes) en baie de Douarnenez : reproduction, croissance et migration des Bothidae, Scophthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae. Université de Bretagne occidentale-Brest.
- DERKIANI, C. (2013)** « Table des matières Table des matières », Réforme, Humanisme, Renaissance, 15(2), p. 83.
- FEHRI-BEDOUI, R., DINIS, M. ET MAAMOURI, F. (2000)** « Étude histologique du développement de l'appareil digestif et de la vessie gazeuse de la sole, *Solea senegalensis* (Soleidae) », Cybium, 24(4), p. 343-358.
- FISCHER, W., SCHNEIDER, M. ET BAUCHOT, M. (1987)** « Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche. (Rev 1). Mediterranee et mer Noire. Zone de Peche 37. », Vertebres, 2.
- FØRE, M. ET AL. (2016)** « Modelling growth performance and feeding behaviour of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in commercial-size aquaculture net pens: Model details and validation through full-scale experiments », Aquaculture, 464, p. 268-278.

-
- FOREST, M. G. ET AL. (1974)** « Hypophyso-gonadal function in humans during the first year of life: I. Evidence for testicular activity in early infancy », *The Journal of clinical investigation*, 53(3), p. 819-828.
- FRY, D. W. ET AL. (1947)** « Travelling-wave linear accelerator for electrons », *Nature*, 160(4063), p. 351-353.
- Golani, D. (2005)** « Checklist of the Mediterranean fishes of Israel », *Zootaxa*, 947(1), p. 1-90. Disponible sur : <https://www.mapress.com/j/zt/article/view/1355>.
- GUYONDET, T. ET AL. (2010)** « Integrating multiple spatial scales in the carrying capacity assessment of a coastal ecosystem for bivalve aquaculture », *Journal of Sea Research*, 64(3), p. 341-359.
- HARCHOUCHE, K. (2006)** Contribution à la systématique du genre *Spicara*, écologie, biologie et exploitation de *Spicara maena* (Poisson, Téléostéen) des côtes Algériennes. Alger.
- HEMIDA, F. (2005)** « Les sélaciens de la cote algérienne : Biosystématique des Requins et des Raies. Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées », PH Thesis, Faculty of Biological Sciences, University of Sciences and Technologies Houari Boumedienne of Algiers, Algeria, 272p.
- HUEY, R. B. ET KINGSOLVER, J. G. (1989)** « Evolution of thermal sensitivity of ectotherm performance », *Trends in ecology & evolution*, 4(5), p. 131-135.
- IRVINE, T. N. (1974)** Petrology of the Duke Island ultramafic complex, southeastern Alaska. Geological Society of America.
- J. Daget (1976)** « Dynamique des populations de poissons. », *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*. Édité par ISTPM, p. 425-437. Disponible sur : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1999/>.
- JUSUP, M. ET AL. (2011)** « A Full Lifecycle Bioenergetic Model for Bluefin Tuna », *PLOS ONE*, 6(7), p. 1-17. doi: 10.1371/journal.pone.0021903.
- KARTAS, F. ET QUIGNARD, J.-P. (1984)** « La fécondité des poissons téléostéens ».
- KOOIJMAN et al. (2010)** *Dynamic energy budget theory for metabolic organisation*. Cambridge university press.
- KOOIJMAN, S. A. L. M. (2000)** *Dynamic energy and mass budgets in biological systems*. Cambridge university press.
- LAHAYE, J. (1972)** « Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes bretonnes. », *Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes*, 36(2), p. 191-207.

-
- LALAMI-TALEB (1970)** Facteurs de répartition verticale du phytoplancton au large d'Alger. Université d'Alger.
- LAMBERT, Y. ET DUTIL, J.-D. (2000)** « Energetic consequences of reproduction in Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to spawning level of somatic energy reserves », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(4), p. 815-825.
- LECLAIRE, L. ET OTHERS (1972)** « LA SEDIMENTATION HOLOCENE SUR LE VERSANT MERIDIONAL DU BASSIN ALGERO-BALEARES. (PRECONTINENT ALGERIEN) ».
- LEE, R. M. (1920)** A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. HM Stationery Office.
- LIKA ET AL. (2014)** « Metabolic acceleration in Mediterranean Perciformes », *Journal of Sea Research*, 94, p. 37-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2013.12.012>.
- LIKA, K. ET AL. (2011)** « The “covariation method” for estimating the parameters of the standard Dynamic Energy Budget model I: Philosophy and approach », *Journal of Sea Research*, 66(4), p. 270-277. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2011.07.010>.
- LIPEJ, L. ET DULČIĆ, J. (2010)** « Checklist of the adriatic sea fishes », *Zootaxa*, 2589(2589), p. 1-92. doi: [10.11646/zootaxa.2589.1.1](https://doi.org/10.11646/zootaxa.2589.1.1).
- LLORIS, D. ET RUCABADO, J. (1998)** Guide d'identification des ressources marines vivantes du Maroc. Food & Agriculture Org.
- MARINARO, J.-Y. (1991)** « Eggs and larvae in some species of the genus *Solea* (Pisces, Soleidae) of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean », *Italian Journal of Zoology*, 58(2), p. 163-169.
- Marinaro, J. Y. et Bouabid, M. (1983)** « Ecologie alimentaire de deux soles d'Algérie *Pegusa nasuta* (Pallas) et *P. lascaris* (Risso) (Téléostéens soléidés) », *Rap Commun Int Mer Médit*, 28, p. 73-75.
- MCGREGOR, I. A., THOMSON, A. M. ET BILLEWICZ, W. Z. (1968)** « The development of primary teeth in children from a group of Gambian villages, and critical examination of its use for estimating age », *British Journal of Nutrition*, 22(2), p. 307-314.
- MEER, J. VAN DER ET KOOLJMAN, S. B. A. L. M. (2014)** « Inference on energetics of deep-sea fish that cannot be aged: The case of the hagfish », *Journal of Sea Research*, 94, p. 138-143.

-
- MEHANNA, S. F. (2007)** « Stock assessment and management of the Egyptian sole *Solea aegyptiaca* Chabanaud, 1927 (Osteichthyes: Soleidae), in the southeastern Mediterranean, Egypt », *Turkish Journal of Zoology*, 31(4), p. 379-388.
- MESSILI, A. (2004)** « THESE Présentée pour l'obtention du diplôme de : »
- MOULFI-EL-HOUARI, L., AMBROISE, D. ET MATHIEU, R. (1999)** « Distribution des foraminifères benthiques actuels sur la marge continentale Algéroise (Baie De Bou-Ismaïl) », *Revue de Micropaléontologie*, 42(4), p. 315-327. doi: 10.1016/s0035-1598(99)90058-2.
- NEILL, W. H. ET AL. (1994)** « Ecophysiology of marine fish recruitment: a conceptual framework for understanding interannual variability », *Netherlands Journal of Sea Research*, 32(2), p. 135-152.
- NISBET, R. M. ET AL. (2012)** « Integrating dynamic energy budget (DEB) theory with traditional bioenergetic models », *Journal of Experimental Biology*, 215(6), p. 892-902.
- ORESTIS, S.-Z. ET AL. (2019)** « Declarations of interest: None ».
- Oudard et al. (2012)** « Utilisation du logiciel TNPC : Acquisition automatique d'images de pièces calcifiées à partir d'un scanner ».
- PAPAKONSTANTINO, COSTAS ET OTHERS (1988)** « Check-list of marine fishes of Greece ».
- PECK, M. A. ET AL. (2012)** « Thermal windows supporting survival of the earliest life stages of Baltic herring (*Clupea harengus*) », *ICES Journal of Marine Science*, 69(4), p. 529-536.
- PECK, M. A. ET BUCKLEY, L. J. (2008)** « Measurements of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*) routine metabolism: temperature effects, diel differences and individual-based modeling », *Journal of Applied Ichthyology*, 24(2), p. 144-149.
- PECQUERIE, L. (2007)** « Modélisation bioénergétique de la croissance, du développement et de la reproduction d'un petit pélagique : l'anchois du golfe de Gascogne », p. 250.
- PECQUERIE, L., PETITGAS, P. ET KOOLJMAN, S. A. L. M. (2009)** « Modeling fish growth and reproduction in the context of the Dynamic Energy Budget theory to predict environmental impact on anchovy spawning duration », *Journal of Sea Research*, 62(2-3), p. 93-105.
- PHILIPPE, C. (2002)** « Etude comparative sur la réglementation en matière de pêche maritime dans les pays de la méditerranée occidentale participant au projet COPEMED ».
- POUSSE, É. (2017)** « Modélisation basée sur la théorie des budgets d'énergie dynamiques (DEB) de la cinétique de bioaccumulation des toxines paralysantes (PST) par l'huître creuse *Crassostrea gigas* », p. 212.

-
- QUÉRO ET AL. (1986)** « Soleidae, in Fishes of the North-Western Atlantic and the Mediterranean », Whitehead, P.J.P., Eds., Paris: UNESCO, 3, p. 1308–1324.
- QUERO, J.-C. (2003)** « Guide des poissons de l'Atlantique européen ».
- RIJNSDORP, A. D. ET AL. (2009)** « Resolving the effect of climate change on fish populations », ICES journal of marine science, 66(7), p. 1570-1583.
- RIJNSDORP, A. D. ET PASTOORS, M. A. (1995)** « Modelling the spatial dynamics and fisheries of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) based on tagging data », ICES journal of Marine Science, 52(6), p. 963-980.
- ROSLAND, R. ET AL. (2009)** « Applying Dynamic Energy Budget (DEB) theory to simulate growth and bio-energetics of blue mussels under low seston conditions », Journal of Sea Research, 62(2-3), p. 49-61.
- SARÀ, G. et al. (2013)** « Parameterisation of bivalve functional traits for mechanistic eco-physiological dynamic energy budget (DEB) models », Marine Ecology Progress Series, 480, p. 99-117.
- SERIDJI, R. (1989)** Etude des larves de crustacés Décapodes. Alger.
- SERPA, D. ET AL. (2013)** « Modelling the growth of white seabream (*Diplodus sargus*) and gilthead seabream (*Sparus aurata*) in semi-intensive earth production ponds using the Dynamic Energy Budget approach », Journal of sea research, 76, p. 135-145.
- STEQUERT, B. ET RAMCHARRUN, B. (1995)** « La fécondité du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'ouest de l'océan Indien », Aquatic Living Resources, 8(1), p. 79-89.
- TOUS ET AL. (2015)** « *Pegusa lascaris*, in The IUCN Red List of Threatened Species, Gland ».
- VAISSIERE, R. ET FREDJ, G. (1963)** « Contribution à l'étude de la faune benthique du plateau continental de l'Algérie », Bull. Inst. Océanogr. Monaco, 60(1272), p. 83p.
- VEER, VAN DER ET AL. (2006)** « The estimation of DEB parameters for various Northeast Atlantic bivalve species », Journal of Sea Research, 56(2), p. 107-124.
- WILSON ET AL. (2009)** « The back-calculation of size and growth from otoliths: validation and comparison of models at an individual level », Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 368(1), p. 9-21.

Annexes

Tableau 1. Données utilisées pour s'adapter au modèle de budget énergétique dynamique standard avec leurs équations

Variable	Explication	Model
a_m	Durée de vie maximale	Sn 6.1.1
L_{wb}	Longueur physique à la naissance	Sn 2.6.2 ; EQS. 2.32, 2.46
L_{wp}	Longueur physique à la puberté	Sn 2.6.3 ; Eq. 3.54
$L_{w,\infty}$	Ultime longueur physique	$fL_m^{ref} z/\delta_M$
W_b	Masse humide à la naissance	Sns 1.2.3, 2.6.2 ; Eq. 3.2
W_p	Masse humide à la puberté	Sns 1.2.3, 2.6.2 ; Eq. 3.2
W_∞	Ultime masse humide	Sns 1.2.3, 3.2.1 ; Eq. 3.2
\dot{R}_∞	Ultime taux de reproduction	Eq. 2.58
\dot{V}_∞	La conductance énergétique	
κ	Fraction d'allocation en soma	
κ_R	Efficacité de la reproduction	Pseudo-données : ce sont des estimations a priori des paramètres et pourraient être nécessaires pour éviter le sur-ajustement
$[\dot{P}_M]$	Taux de maintenance somatique spécifique au volume	
$\{\dot{P}_T\}$	Taux de maintenance somatique spécifique à la zone	
$\dot{\kappa}_j$	Coefficient du taux de maintien de la maturité	
κ_G	Efficacité de la croissance	
W_w, L_w	Masse humide en fonction de la longueur physique	Sns 1.2.3, 3.2. 1 ; Eq. 3.2
\dot{J}_0, W_w	Consommation d'oxygène par rapport à la masse humide	Sn 4.4
\dot{R}, L_w	Taux de reproduction en fonction de la longueur physique	Eqs. 2.56, 2.57

(Sn : Section et Eq : équation ; la référence des numéros est Kooijman (2010), $L_m^{ref} = 1$ cm : longueur de référence, z : facteur de zoom, et δ_M : modèle d'explication de variable).

Tableau 2. Relation entre les paramètres du modèle deb pour les espèces 1 et 2 en fonction de la propriété d'invariance (panneau supérieur) et en fonction des relations d'échelle principales (panneau inférieur). Le rapport entre les longueurs volumétriques ultimes des espèces 1 et 2 est égal au facteur de zoom z (Kooijman, 2010).

$X_{K2} = X_{K1}z + X(z - 1)$	$\{j_{Xm}\}_2 = \{j_{Xm}\}_1 z$	$[\dot{P}_M]_2 = [\dot{P}_M]_1$	$\{\dot{P}_T\}_2 = \{\dot{P}_T\}_1$
$V_{b2}^{1/3} = V_{b1}^{1/3}$	$\{\dot{P}_{Am}\}_2 = \{\dot{P}_{Am}\}_1 z$	$[EG]_2 = [EG]_1$	$\ddot{h}_{a2} = \ddot{h}_{a1}$
$V_{p2}^{1/3} = V_{p1}^{1/3}$	$[E_m]_2 = [E_m]_1 z$	$\kappa_2 = \kappa_1$	$\kappa_{R2} = \kappa_{R1}$
$X_{K2} = X_{K1}z$	$\{j_{Xm}\}_2 = \{j_{Xm}\}_1 z$	$[\dot{P}_M]_2 = [\dot{P}_M]_1$	$\{\dot{P}_T\}_2 = \{\dot{P}_T\}_1$
$V_{b2}^{1/3} = V_{b1}^{1/3} z$	$\{\dot{P}_{Am}\}_2 = \{\dot{P}_{Am}\}_1 z$	$[EG]_2 = [EG]_1$	$\ddot{h}_{a2} = \ddot{h}_{a1}$
$V_{p2}^{1/3} = V_{p1}^{1/3} z$	$[E_m]_2 = [E_m]_1 z$	$\kappa_2 = \kappa_1$	$\kappa_{R2} = \kappa_{R1}$

Résumé : Ce travail est basé sur dans quelle mesure les six principaux petits poissons pélagiques dans l'écosystème de la côte algérienne grandiraient et survivraient dans des conditions environnementales différentes. Le trait de cette théorie est qu'elle se rapporte aux qualités internes d'un individu plutôt qu'à ses circonstances externes.

Dans la présente étude, nous avons construit un modèle de simulation basé sur la théorie du bilan énergétique dynamique (DEB) pour évaluer la croissance et le potentiel de reproduction des petits pélagique dans différentes conditions de température et différentes disponibilités trophique. Le nombre de paramètres à prendre en compte pour décrire les différences est fascinant. Garantir l'exactitude des prédictions concernant les réponses des écosystèmes aux changements dépendent d'une étape essentielle.

Les paramètres bioénergétiques sont Calculés dans la plateforme (ADD MY PET). Nous obtenons de bons ajustements entre les valeurs théoriques et les observations, ainsi le modèle DEB reproduit avec succès le poids et la longueur, La température favorable pour une bonne maintenance somatique [PM] pour les six espèces étudiier varie entre 16°C et 19°C.

Pour comprendre l'impact des facteurs environnementaux sur les êtres vivants, il faut comprendre le fonctionnement des populations d'organismes.

Mots clés : Petits pélagiques, Dynamic Energy budget, Croissance, modèle bioénergétique.

Abstract: This work is based on the extent to which the six main small pelagic fish in the Algerian coastal ecosystem would grow and survive under different environmental conditions. The feature of this theory is that it relates to an individual's internal qualities rather than to his external circumstances.

In this study, we constructed a simulation model based on the theory of dynamic energy balance (DEB) to assess the growth and reproductive potential of small pelagics under different temperature conditions and trophic availabilities. The number of parameters to consider when describing differences is fascinating. Ensuring the accuracy of predictions about ecosystem responses to change depends on a critical step.

Bioenergetic parameters are calculated in the platform (ADD MY PET). We obtain good adjustments between theoretical values and observations, so the DEB model successfully reproduces weight and length, The temperature favorable for good somatic maintenance [PM] for the six species studied varies between 16°C and 19°C.

To understand the impact of environmental factors on living things, we need to understand how populations of organism's function.

Keywords: Small pelagic, Dynamic Energy budget, Growth, bioenergy model.

المخلص: يستند هذا العمل إلى مدى نمو الأسماك البحرية الصغيرة الست الرئيسية في النظام الإيكولوجي الساحلي الجزائري والبقاء على قيد الحياة في ظل ظروف بيئية مختلفة. سمة هذه النظرية هي أنها تتعلق بالصفات الداخلية للفرد بدلاً من ظروفه الخارجية

لتقييم النمو والإمكانات (DEB) في هذه الدراسة، قمنا ببناء نموذج محاكاة يعتمد على نظرية توازن الطاقة الديناميكي التناسلية لسواحل البحر الصغيرة في ظل ظروف درجات حرارة مختلفة وتوافر غذائي. عدد المعلمات التي يجب مراعاتها عند وصف الاختلافات رائع. يعتمد ضمان دقة التنبؤات حول استجابات النظام الإيكولوجي للتغيير على خطوة حاسمة نحصل على تعديلات جيدة بين القيم النظرية (ADD MY PET). يتم حساب معلمات الطاقة الحيوية في المنصة بنجاح الوزن والطول، وتتراوح درجة الحرارة المواتية للصيانة الجسدية الجيدة DEB والملاحظات، لذلك يتكاثر نموذج

للأنواع الستة التي تمت دراستها بين 16 درجة مئوية و19 درجة مئوية [PM]

لفهم تأثير العوامل البيئية على الكائنات الحية، نحتاج إلى فهم كيفية عمل مجموعات الكائنات الحية

الكلمات الرئيسية: سمك السطح الصغير، ميزانية الطاقة الديناميكية، النمو، نموذج الطاقة الحيوية.