

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 et de Master en sciences de la mer

Option : Aquaculture

Thème :

Composition minérale (cas du calcium) de deux espèces aquacoles le tilapia rouge (*Oreochromis sp*) et la daurade royale (*sparus aurata*).

Présenté par :

Hamidi Walid

Kahlerras Merouane

Soutenu le 12 / 07 / 2023 devant la commission de jury :

Mme. ALOUACHE S	ENSSMAL	Présidente
Mme. AISSOU-AKROUR CH	ENSSMAL	Promotrice
Mme. AMROUCHE	ENSSMAL	Examinatrice
Mme. MAOUEL DJ	ENSSMAL	Examinatrice

Année universitaire 2022/2023

Remerciement

Avant tout, on remercie, Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté et la patience pour la réalisation et l'élaboration de notre projet de fin d'étude.

Nous tenons à remercier profondément notre promotrice Mme Aissou Akrou, qui malgré ses nombreuses activités nous a toujours réservé un accueil chaleureux, en nous donnant l'avantage de bénéficier de son esprit élevé de sagesse et de compréhension, de ses conseils et son encouragement. Nous sommes honorées d'avoir été ces étudiantes, c'est un vrai modèle de générosité et de savoir.

Nous tenons à remercier tous les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, de prendre le temps de lire ce manuscrit et d'évaluer ce travail : la présidente de jury Mme Alouache, les examinatrices Mme Amrouch et Mme Maouel.

Nous exprimons nos vifs remerciements à tous nos enseignants de l'Ecole national supérieur des sciences de la mer et l'aménagement du littoral, et particulièrement nos enseignants de spécialité, Aquaculture. Nous remercions également tout le personnel du laboratoire de Biochimie (Mme Houda, et Mr Youcef) pour sa disponibilité et pour leur accueil et précieux conseils. et je veux remercier Mr Laouedj enseignant de l'ENSSMAL pour leurs aides et conseils Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

À mes chers parents, mes sœurs, mes frères, mes amis et ma promotion Aquaculture, Je tiens aujourd'hui à vous adresser une dédicace spéciale pour exprimer ma profonde gratitude envers chacun(e) d'entre vous.

Chers parents, vous êtes mes piliers, ma source d'inspiration et mes modèles. Votre amour inconditionnel, vos encouragements et vos sacrifices ont façonné la personne que je suis aujourd'hui. Je vous suis éternellement reconnaissant pour tout ce que vous avez fait et continuez de faire pour moi.

Chères sœurs, chers frères, vous êtes mes compagnons de vie, mes alliés et mes amis les plus proches. Nos liens familiaux sont une source inépuisable de réconfort et de bonheur.

Chers amis, vous êtes les meilleurs. Votre présence, votre soutien indéfectible et votre amitié sincère sont des trésors inestimables. Merci d'avoir été là pour moi, d'avoir partagé des rires, des larmes et des aventures inoubliables.

Ma promo aquaculture, notre parcours ensemble a été marqué par des défis, des succès et des moments de complicité. Je suis reconnaissant d'avoir pu partager cette expérience d'apprentissage avec vous. Vos encouragements, votre esprit d'équipe et votre engagement ont été une source d'inspiration constante.

Je voudrais vous remercier du fond du cœur pour votre amour, votre soutien et votre présence dans ma vie. Chaque interaction, chaque moment partagé a été précieux et a contribué à mon épanouissement.

Avec toute ma reconnaissance et mon amour sincère,

HAMDI WALID

Avec toute ma reconnaissance et mon amour sincère,

KAHLERRAS MEROUANE

Sommaire

Liste des tableaux	iii
Liste des figures	viii
Liste des abréviations	x
Introduction	2
Chapitre 1 : Généralités sur les deux espèces étudiées.	3
I. Aperçu général sur la production du tilapia	4
I.1. Historique d'introduction du tilapia dans le monde	4
I.2. Production du tilapia	4
I.2.1. Dans le monde	4
I.2.2. En Algérie	5
II. Présentation de l'espèce étudiée	5
II.1. Définition	5
II.2. Taxonomie et position systématique du tilapia	6
II.3. Biologie et exigence écologique du tilapia	6
II.3.1. Biologie	6
II.3.1.1. Caractéristiques morphologiques	6
II.3.1.2. Caractéristiques morphologiques spécifiques	7
II.3.2. Exigences écologiques	8
II.3.2.1. Température	8
II.3.2.2. Potentiel hydrogène (pH)	8
II.3.2.3. Oxygène dissous	8
II.3.2.4. Salinité	8
II.3.2.5. Composés azotés	8
II.4. Valeur nutritionnelle du tilapia	9
III. Aperçu général sur la daurade royale	10
III.1. Présentation de la daurade royale (<i>sparus aurata</i>)	10
III.2. Systématique	10
III.3. Biologie et exigence écologique de la daurade royale	11
III.3.1. Biologie	11
III.3.1.1. Morphologie	11
III.3.1.2. Régime alimentaire	11
III.3.1.3. Reproduction et cycle de développement	12
III.3.2. Exigences écologiques	12
III.4. Valeur nutritionnelle de la daurade royale	13
IV. Rôle et importance d'eau et sels minéraux pour les poissons	14

IV.1. Calcium.....	14
IV.1.1. Définition.....	14
IV.1.2. Rôle	15
IV.1.3. Source	15
IV.2.Phosphore.....	15
IV.2.1. Définition	15
IV.2.2. Rôle	15
IV.3.Fer	16
IV.3.1. Définition	16
IV.3.2. Rôle	16
IV.4. Magnésium.....	16
IV.5. Sodium	16
IV.6. Zinc.....	16
V. Sources et normes des minéraux pour poissons	16
VI. L’impact au taux de calcium sur le poisson.	18
VI.1. Hypercalcémie	18
VI.2. Hypocalcémie	18
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	19
I. Travail sur terrain	20
I.1. Approvisionnement des poissons	20
II. Travail au laboratoire	21
II.1. Analyse des sels minéraux du poisson	21
II.1.1. Conditionnements du matériel	21
II.1.2. Prétraitements des poissons	21
II.1.2.1. Mesures biométriques	21
II.1.2.2 la dissection des poissons	21
II.1.2.3 Lyophilisation	22
II.1.2.4 Broyage et homogénéisation	22
III. Analyse des échantillons	23
III.1. Poids corrigé des échantillons biologiques	23
III.2. Dosage du calcium par la méthode compléxométrique	23
III.2.1. Principe	23
III.2.2. Le dosage du calcium	24
Étape 1 : Préparation des échantillons.....	24
Étape 2 : Titrage.....	25

Chapitre 3 : Résultats et discussions.	26
I. Poids corrigé des échantillons biologiques	27
I.1. Taux d’humidité et poids corrigé de tilapia rouge	27
I.2. Taux d’humidité et poids corrigé de la daurade royale.....	27
II. Traitement statistique	28
II.1. Tilapia rouge	28
II.1.1. Taille totale (LT)	28
II.1.2. Taille standard (LS)	29
II.1.3. Poids	31
II.1.4. Tailles et poids en fonction du sexe	33
II.1.4.1. Taille totale (LT) en fonction du sexe	33
II.1.4.2. Taille standard (LS) en fonction du sexe	33
II.1.4.3. Poids en fonction du sexe	34
II.1.5. Valeurs de calcium	34
II.1.5.1. Calcium extrait de la chair	34
II.1.5.2. Calcium extrait du (squelette +tête+ peau).....	35
II.1.5.3. Calcium extrait des viscères	36
II.1.6. Comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux des trois sous-groupes : petit, moyen et grand	36
II.1.6.1. Dans la chair	36
II.1.6.2. Dans le (squelette +tête+ peau)	36
II.1.7. Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium extrait de la chair, du (squelette+ tête + peau) et des viscères	37
II.1.7.1. Entre chair et (squelette+ tête +peau).....	37
II.1.7.2. Entre chair et viscères.....	37
II.1.7.3. Entre (squelette +tête+ peau) et viscères	37
II.1.8. Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair et de (squelette+ tête+ peau) en fonction du sexe de tilapia	38
II.2. La daurade royale	39
II.2.1. Mesures de taille totale (LT) et standard (LT) et du poids	39
II.2.2. Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette+ tête + peau) et viscères	39
II.3. Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette+ tête + peau) et viscères du tilapia et de la daurade	40
II.4. Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait des poissons tilapia et daurade	40

II.5. Relation entre les paramètres biométriques, et entre le calcium et les paramètres biométriques du tilapia	41
II.5.1. Relation entre les paramètres biométriques	41
II.5.2. Relation entre les paramètres biométriques et les valeurs du calcium	43
II.6. Relation entre les paramètres biométriques ; et entre le calcium et les paramètres biométriques de la daurade royale	46
II.7. Distribution des valeurs du calcium extrait de la chair, du (squelette +tête+ peau) par rapport au poids des poissons (tilapia et daurade).....	46
Discussion	47
Conclusion.....	53
Références bibliographiques	55
Annexes.....	60
Business Model Canvas	63

Liste des tableaux :

Tableau 1 : La composition chimique et les valeurs nutritionnelles du tilapia (<i>Oreochromis sp</i>) (NUTRAQUA, 2022).....	9
Tableau 2 : Valeur nutritionnelle de la daurade royale (<i>Sparus aurata</i>) (https://www.nutraqua.com).....	13
Tableau 3 : Propriétés atomiques et physiques du calcium (Perrone et Monteiro, 2015).	14
Tableau 4 : Les besoins d'aliment distribué (au poisson) en minéraux.....	17
Tableau 5 : Norme de qualité des eaux pour les poissons (laboratoire d'analyse des sols et eaux « BNEDER » Alger).....	17
Tableau 6 : Taux d'humidité et poids corrigé chez les espèces du tilapia étudiées	27
Tableau 7 : Taux d'humidité et poids corrigé chez les espèces de la daurade royale étudiées.....	27
Tableau 8 : Valeur moyenne de la longueur totale (LT) (Cm)	29
Tableau 9 : Tailles moyennes (longueur totale) (cm) chez les trois sous-groupes du tilapia.....	29
Tableau 10 : Valeur moyenne de la longueur standard (LS) (Cm)	30
Tableau 11 : Tailles moyennes (longueur standard) (cm) chez les trois sous-groupes du tilapia.....	30
Tableau 12 : Valeur moyenne de poids (g).....	32
Tableau 13 : Tailles moyennes (longueur standard) (cm) chez les trois sous-groupes du tilapia.....	32
Tableau 14 : Tailles moyennes (longueur totale) (cm) en fonction du sexe	33
Tableau 15 : Tailles moyennes (longueur standard) (cm) en fonction du sexe	33
Tableau 16 : Poids moyens (g) en fonction du sexe.....	34
Tableau 17 : Valeur de concentration moyenne de calcium (mg/g) extrait de la chair du tilapia	35
Tableau 18 : Valeur de concentration moyenne de calcium (mg/g) extrait du (squelette +tête+ peau) du tilapia.....	36
Tableau 19 : Comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux dans la chair	36
Tableau 20 : Comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux dans le (squelette +tête+ peau).....	36
Tableau 21 : Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium (mg/g) extrait de la chair, et du (squelette+ tête + peau).....	37
Tableau 22 : Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium (mg/g) extrait de la chair, et des viscères	37

Tableau 23 : Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium (mg/g) extrait de (squelette +tête+ peau), et des viscères	37
Tableau 24 : Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair et de (squelette+ tête+ peau) en fonction du sexe.....	38
Tableau 25 : Mesures de taille totale (LT) et standard (LT) et du poids	39
Tableau 26 : Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette +tête+ peau) et viscères de la daurade royale	39
Tableau 27 : Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette+ tête + peau) et viscères du tilapia et de la daurade	40
Tableau 28 : Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait des poissons entiers (tilapia et daurade).....	40
Tableau 29 : Les corrélations entre les paramètres biométriques (taille totale (LT), taille standard (LS) et poids).....	41
Tableau 30 : Les corrélations étudiées entre les paramètres biométriques et les valeurs du calcium	43

Liste des figures :

Figure 1 : Production mondiale d' <i>Oreochromis niloticus</i> [2000-2020] (FAO, 2022)	4
Figure 2 : Production du tilapia en Algérie (2008-2020) (FAO, 2022).....	5
Figure 3 : Caractéristique morphologique d' <i>Oreochromis sp</i> : 1 .Nageoire dorsale, 2. Nageoire caudale, 3. Nageoire anale, 4. Nageoires ventrales, 5. Nageoires pectorales, 6. Première ligne latérale, 7. Deuxième ligne latérale, 8. Opercules, 9. Bouche, 10. Narine, 11. Œil.....	7
Figure 4 : La papille urogénitale chez les deux sexes.....	7
Figure 5 : Carte de répartition de l'espèce <i>Sparus aurata</i> (Pechedorade.com).....	10
Figure 6 : Daurade royale <i>Sparus aurata</i>	11
Figure 7 : Cycle de production de <i>Sparus aurata</i> (FAO2023).....	12
Figure 8 : Localisation du calcium dans le tableau périodique (Weiss, 2006).....	14
Figure 9 : La pêche des poissons sur l'étang d'élevage.....	20
Figure 10 : Glacière pour le transport du poisson	20
Figure 11 : Les mesures biométriques de taille et du poids du poisson.....	21
Figure 12 : La dissection des poissons.....	21
Figure 13 : Lyophilisateur de type CHRIST BETA 1-8.....	22
Figure 14 : Broyage des échantillons avec un broyeur automatique en acier inoxydable	22
Figure 15 : Ajustement du pH=7	24

Figure 16 : Titration des échantillons (minéralisés) par l'EDTA.....	25
Figure 17 : Mesures de longueur totale (LT) (cm) du tilapia.....	28
Figure 18 : Mesures de longueur totale (cm) du tilapia	28
Figure 19 : Mesures de longueur standard (LS) (cm) du tilapia.....	29
Figure 20 : Mesures de longueur standard (LS) (cm) du tilapia.....	30
Figure 21 : Mesures du poids (g) du tilapia	31
Figure 22 : Mesures du poids (g) du tilapia	31
Figure 23 : Valeurs du calcium (mg/g) dans la chair.....	34
Figure 24 : Valeurs du calcium (mg/g) dans la chair.....	34
Figure 25 : Valeurs du calcium (mg/g) dans le (squelette + tête + peau).....	35
Figure 26 : Valeurs du calcium (mg/g) dans le (squelette + tête + peau).....	35
Figure 27 : Relation entre la taille totale (LT) et la taille standard (LS) du tilapia	41
Figure 28 : Relation entre la taille totale (LT) et le poids du tilapia	42
Figure 29 : Relation entre la taille standard (LS) et le poids du tilapia	42
Figure 30 : Relation entre la taille totale (LT) et les valeurs du calcium chair du tilapia.....	43
Figure 31 : Relation entre la taille totale (LT) et les valeurs du calcium (squelette +tête+ peau) du tilapia.....	44
Figure 32 : Relation entre la taille standard et les valeurs du calcium du chair du tilapia.....	44
Figure 33 : Relation entre la taille standard et les valeurs du calcium (squelette +tête+ peau) du tilapia.....	45
Figure 34 : Relation entre le poids et les valeurs du calcium chair du tilapia.....	45
Figure 35 : Relation entre le poids et les valeurs du calcium (squelette +tête+ peau) du tilapia.....	46
Figure 36 : Distribution des valeurs du calcium extrait de la chair, du (squelette + tête +peau) par rapport au poids des poissons (tilapia et daurade).....	46

Liste des abréviations :

C° : degré celsius

cm: centimètre

Ca : calcium

CNRDPA : Centre Nationale de Recherche et de Développement de Pêche et de l'Aquaculture.

D : daurade royale

EDTA : acide éthylène diamine tétra acétique.

ET : écart-type.

FAO: Food and Agriculture Organization

pH: potentiel d'hydrogène

g : gramme

G : groupe.

K : kelvin

LT : taille (longueur totale).

LS : taille (longueur standard).

mL : millilitre.

mg/g : milligramme par gramme

MPPH : ministère de pêche et des produits halieutiques

Moy : moyenne.

N : nombre d'effectifs.

PR : Patton-Reeder.

r : coefficient de corrélation.

T : tilapia

u : unité de masse atomique

vs. : versus.

‰ : pour mille.

Introduction



Introduction

La production aquacole est le secteur alimentaire connaissant la croissance la plus rapide à l'échelle mondiale. Elle offre une solution viable pour compenser l'insuffisance d'approvisionnement résultant de la pêche. (FAO, 2020).

La composition nutritionnelle des poissons est influencée par plusieurs facteurs, tels que la saison, l'alimentation, le lieu, le stade de la vie et l'âge. Chez les poissons d'élevage, tels que la daurade royale et le tilapia, la teneur en minéraux, notamment le calcium, peut être influencé par leur alimentation, et le milieu d'élevage. (FAO, 2013).

La comparaison de la composition minérale entre les poissons d'élevage et les poissons sauvages, ainsi qu'entre les espèces aquacoles d'eau de mer et d'eau douce, est couramment effectuée. Cependant, il serait plus pertinent de comparer la composition minérale des poissons d'élevage à celle des autres animaux (moutons, vaches et poulets) élevés pour leur viande. Cela permettrait de mettre en évidence la valeur nutritionnelle des produits aquacoles, qui fournissent des quantités significatives des nutriments essentiels. (FAO, 2013)

La daurade royale (*Sparus aurata*) et le tilapia rouge (*Oreochromis sp*) présente une importance halieutique et aquacole dans le monde et notamment en Algérie. Sont des espèces très appréciées pour ces potentialités aquacoles (assurer la sécurité alimentaire, développement économique et le contrôle des conditions d'élevage). Ces caractéristiques biologiques (croissance rapide, grande résistance au changement climatique et salinité) Ces poissons sont adaptés à diverses modes d'élevages, qu'il s'agisse de mode extensif, intensif et semi-intensif. (Prunet et Bornacin in Lazard, 1987). Ainsi, de nombreuses études ont été réalisées sur ces poissons, couvrant différents aspects tels que leurs reproduction et génétique, leurs régime alimentaire, leurs écologie, ainsi que leurs valeurs nutritionnelles (Chebel, 2018).

Ce travail consiste à mettre en évidence la composition minérale (cas de calcium) des différentes compartiments de poisson (chair, squelette +tête+ peau et viscères), de la daurade royale (*Sparus aurata*) et du tilapia rouge (*Oreochromis sp*) d'élevage et en comparant les résultats des analyses de calcium effectuées entre ces deux espèces et entre les différents compartiments de plusieurs échantillons.

On s'intéresse à l'étude de la relation entre les paramètres biométriques (taille et poids) et le sexe (mâle, femelle) et les concentrations de calcium de ces espèces.

Chapitre 1

Généralités

Chapitre 1 : Généralités

I. Aperçu général sur la production du tilapia

I.1. Historique d'introduction du tilapia dans le monde

La culture du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) remonte à l'époque égyptienne antique, comme le montre le bas-relief d'une tombe égyptienne datant de plus de 4000 ans, qui montrait les poissons détenus dans des étangs ornementaux. La production mondiale des tilapias, principalement *Oreochromis mossambicus*, s'est produite au cours des années 1940 et 1950. La production du tilapia du Nil, plus recherché, s'est produite au cours des années 1960 jusqu'aux années 1980. Le tilapia du Nil du Japon a été introduit en Thaïlande en 1965, et de Thaïlande, il a été envoyé aux Philippines. Le tilapia du Nil de Côte d'Ivoire a été introduit au Brésil en 1971, et du Brésil, il a été envoyé aux États-Unis en 1974. En 1978, le tilapia du Nil a été introduit en Chine, qui est le leader mondial de la production de tilapia et produit régulièrement plus de la moitié de la production mondiale chaque année de 1992 à 2003 (FAO, 2023).

La distribution naturelle de l'espèce comprend les bassins du Nil et du lac Tchad, les principaux lacs de la Vallée du Rift et des rivières d'Afrique de l'Ouest, notamment le Niger, la Volta, la Gambie et la Sénégal (Trewavas, 1983 ; Skelton, 2002). Le tilapia du Nil est devenu une espèce aquacole largement répandue à travers le monde (Welcomme, 1988 ; FAO 2023).

I.2. Production du tilapia

I.2.1. Dans le monde :

Les tilapias constituent l'un des groupes les plus importants d'espèces aquacoles. En 2018, sur les 82,1 millions de tonnes (MT) de production aquacole de poisson de consommation, 5,5 MT étaient attribués à la production du tilapia (FAO, 2020), dont 81 % du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) (FAO, 2020 in Trinh, 2021).

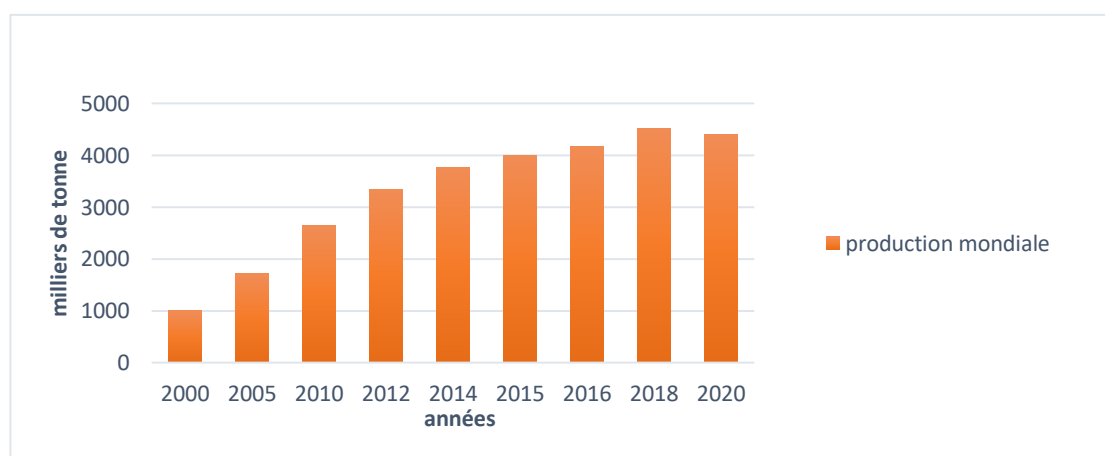


Figure 1 : Production mondiale d'*Oreochromis niloticus* [2000-2020] (FAO, 2022)

I.2.2. En Algérie

Après l'introduction du tilapia en Algérie 2001, sa production a connu une diminution de 2008 à 2013, passant de 296,7 tonnes à 1,95 tonne (voir figure 2). Cependant, à partir de 2014, il y a eu une croissance progressive suite à une campagne menée en 2013 par les chercheurs du CNRDPA. Cette campagne visait à réaliser des reproductions contrôlées, et les quantités obtenues ont été distribuées aux agriculteurs. Plus de 152 exploitants agricoles ont bénéficié de ces alevins du tilapia pour leurs bassins (Oussaid, 2022).

Selon le MPPH, il y avait 39 fermes aquacoles de tilapia opérationnelles à l'échelle nationale en 2022.

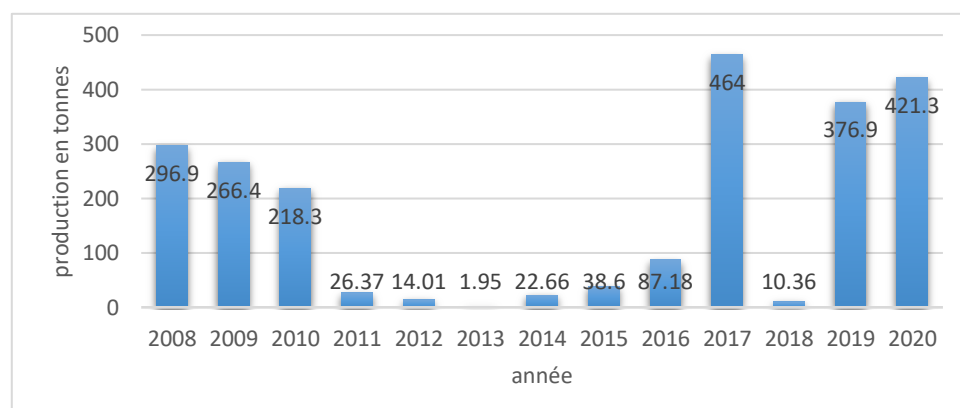


Figure 2 : Production du Tilapia en Algérie (2008-2020) (FAO, 2022)

II. Présentation de l'espèce étudiée

II.1. Définition

Les tilapias sont des poissons exotiques largement consommés à travers le monde. Le terme "tilapia" fait référence en réalité à plusieurs espèces de poissons blancs appartenant à la famille des Cichlidés. Trois de ces espèces font aujourd'hui l'objet d'élevages à grande échelle :

Oreochromis niloticus, *Oreochromis mossambicus* et *Oreochromis aureus* ainsi leurs croisement (Lazard., 2009). Les grandes espèces de tilapia sont disponibles : le tilapia « Red Florida » (*Oreochromis mossambicus* mutant rouge × *Oreochromis niloticus*) et le tilapia « Red Taiwan » (*Oreochromis mossambicus* mutant rouge × *Oreochromis niloticus*) (Lazard, et al., 2019).

Le tilapia est un poisson omnivore principalement phytophage, qui peut survivre et se reproduire dans des environnements aquatiques de qualité très variable. Il se distingue par sa grande fécondité et sa croissance rapide. Il a la capacité de s'hybrider avec d'autres espèces de tilapias et présente un potentiel d'invasion très élevé (Frédéric, 2019).

II.2. Taxonomie et position systématique du tilapia

Règne : Animalia (Linnaeus, 1758)

Embranchement : chordata (Haeckel, 1874)

Sous-embranchement : Vertebrata (Linnaeus, 1758)

Super-Classe : Gnathostomata (Gegenbaur, 1874)

Classe : Actinopterygii (Klein, 1885)

Infra-Classe : Teleostei

Ordre : Perciformes

Sous-Ordre : Labroidei

Famille : Cichlidae (Bonaparte, 1835)

Genre : *Oreochromis* (Günther, 1889)

Espèce : *Oreochromis sp* (Linnaeus, 1758)

II.3. Biologie et exigence écologique du tilapia

II.3.1. Biologie

II.3.1.1. Caractéristiques morphologiques

Le tilapia rouge possède un corps aplati, présentant différentes teintes telles que le gris, l'albinos, le rose et le rouge-orange (Moralee et *al.*, 2000). Parfois, il peut également présenter des taches grises sur la poitrine.

Dans la majorité des cas, les caractéristiques morphologiques du tilapia rouge sont intermédiaires, notamment en ce qui concerne la forme du museau, la largeur de la bouche et la longueur de la tête. Ces caractéristiques se situent entre celles des espèces utilisées dans le croisement.

Selon Leveque et Paugy (1984) les Cichlidés (dont les tilapias) sont de plus caractérisés par :

- Un corps couvert d'écailles imbriquées.
- Un œil de chaque côté du corps.
- Des nageoires ventrales rapprochées des pectorales et situées au-dessus de ces dernières.
- Trois épines à la nageoire anale.
- os operculaire non épineux.
- longue nageoire dorsale à partie antérieure épineuse.
- tête portant une seule narine de chaque côté.

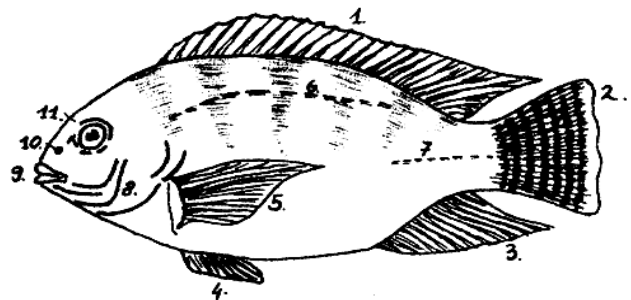


Figure 3 : caractéristique morphologique d'*Oreochromis sp* : 1 .Nageoire dorsale, 2. Nageoire caudale, 3. Nageoire anale, 4. Nageoires ventrales, 5. Nageoires pectorales, 6. Première ligne latérale, 7. Deuxième ligne latérale, 8. Opércules, 9. Bouche, 10. Narine, 11. Œil. (FAO, 2022).

II.3.1.2. Caractéristiques morphologiques spécifiques

Le pisciculteur reconnaîtra le sexe des tilapias (figure 4) en examinant la papille génitale qui chez le mâle est protubérante en forme de cône et porte un pore urogénital à l'extrémité, alors que chez la femelle, elle est petite, arrondie avec une fente transversale au milieu (pore génital) et un pore urinaire à l'extrémité (d'après Huet, 1970 in FAO).

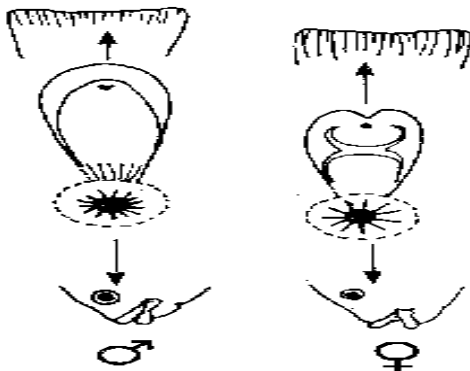


Figure 4 : La papille urogénitale chez les deux sexes

https://www.researchgate.net/figure/Caracteristiques-morphologiques-specifiques-de-Tilapia-nilotica-C-papilles-genitales_fig1_39014869

II.3.2. Exigences écologiques

II.3.2.1. Température

Oreochromis sp est une espèce thermophile et est réputée pour sa tolérance à une large gamme de température de l'eau. Dans son habitat naturel, elle peut être rencontrée dans des eaux variant de 14°C à 31°C (kraïm, et *al.*, 2007) . Cependant, sa gamme de température optimale pour l'élevage, comprenant la croissance, l'alimentation et la reproduction, se situe généralement entre 25°C et 30°C (Balarin et Haller 1982, Chervinski, 1982, Philippart et Ruwet, 1982) in (Moussaoui, 2022).

La température de l'eau à laquelle 50 % des *Oreochromis sp* (hybride de tilapia rouge) sont morts est respectivement de 8,2°C et 8,9°C après une exposition de 10 jours (El Gamal, 1987).

II.3.2.2. Potentiel hydrogène (pH)

Le tilapia est capable de survivre dans des eaux présentant une grande variation de pH, avec des valeurs allant de 5 à 11, ce qui démontre sa grande tolérance au pH (Kestemont, et *al.*, 1989).

Cependant, un pH compris entre 2 et 3 peut provoquer un stress physiologique chez cette espèce, se manifestant par une nage rapide (Malcolm et *al.*, 2000).

II.3.2.3. Oxygène dissous

Oxygène dissous est l'un des facteurs environnementaux limitant affectant l'alimentation, la croissance et le métabolisme des poissons (El-Sayed, 2006).

Pour l'*Oreochromis sp*, le taux d'oxygène dissous optimal est de 5 mg/L (Mélard, 2007).

II.3.2.4. Salinité

Les juvéniles du tilapia rouge exposés à des salinités de 0 à 10 g/L présentent un taux de survie supérieur à 97%, tandis que le pourcentage de survie varie autour de 34% à une salinité de 35 g/L (Robert., 2003).

II.3.2.5. Composés azotés

L'intoxication à l'ammoniaque est étroitement liée au pH de l'eau. La concentration des déchets métaboliques azotés excrétés par les branchies et les urines dépend de plusieurs facteurs, tels que la température, la taille des individus ainsi que la quantité et la qualité de l'aliment distribué. Pour maintenir ces concentrations dans les limites critiques pour *O. niloticus*, il est essentiel de ne pas dépasser les seuils suivants : 15 mg/L pour les nitrates, 2 mg/L pour les nitrites et 0,95 mg/L pour l'ammoniaque total (Malcolm et *al.*, 2000).

II.4. Valeur nutritionnelle du tilapia

La valeur nutritionnelle d'un poisson est directement liée à sa composition en macronutriments et en micronutriments dans sa chair (Belco Latifou, et *al.*, 2019).

Les données nutritionnelles révèlent que 100 g de viande du tilapia contiennent : 19 g de protéines (19%), 94 calories, une faible teneur en matières grasses (2 g, principalement des acides gras insaturés) et aucun glucide. De plus, il contient d'autres nutriments essentiels tels que des vitamines, du calcium et du phosphore (Bhujel, 2014).

Tableau 1 : La composition chimique et les valeurs nutritionnelles du tilapia (*Oreochromis sp.*) (NUTRAQUA, 2022)

	Pour 100 g de chair de tilapia	Moyenne	Min	Max
Valeur Nutritionnelle	Valeur calorique en Kcal / 100g	93	84	98
	Protides en g / 100g	18,1	17,4	19,4
	Glucides par différence en g / 100g	0,5	0,1	1,6
	Lipides totaux en g / 100g	2,1	1,5	2,7
Vitamines	Vitamine E (dl-alpha tocophérol) en mg / 100g	0,93	0,73	1,16
	Vitamine D en µg / 100g	15,61	<0,5	53,60
	Vitamine B12 en µg / 100g	1,07	0,13	1,77
Minéraux et oligoéléments	Calcium en mg / 100g	8,2	7,5	9,1
	phosphore en mg / 100g	131	118	148
	Potassium en mg / 100g	282	229	331
	Magnésium en mg / 100g	25,4	23,8	27,2
	Fer en mg / 100g	0,27	0,21	0,32
	Zinc en mg / 100g	0,32	0,28	0,35
Acides gras	Phosphore en mg / 100g	28,3	23,9	29,8
	Iode en µg/100g	6	3	13
	oméga 6 (mg/100g)	278	157	485
	oméga 3 (mg/100g)	158	75	271

III. Aperçu général sur la daurade royale

III.1. Présentation de la daurade royale (*sparus aurata*)

La Daurade royale *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) est une espèce côtière, euryhaline et eurytherme qui préfère les environnements marins tels que les fonds rocheux, sablo-vaseux et les herbiers à posidonies. On peut également la trouver dans l'Atlantique Est, depuis les îles Britanniques jusqu'aux îles du Cap Vert et aux Canaries (Bauchot et Hureau, 1986).

C'est un poisson très apprécié sur le plan commerciale présente une importance halieutique et aquacole, tant en Algérie que dans tout le pourtour méditerranéen. Ainsi, de nombreuses études ont été réalisées sur la daurade se concentrant principalement sur son régime alimentaire, tant en milieu marin, lagunaire ou estuarien (Chaoui et *al.*, 2005).



Figure 5 : Carte de répartition de l'espèce *Sparus aurata* (Pechedorade.com)

III.2. Systématique

Embranchement : Vertebrata.

Super-Classe : Gnathostomata (Gegenbaur, 1874).

Classe : Actinopterygii (Klein, 1885).

Sous-classe : Neoptergii (Regan, 1923).

Super-ordre : Teleostei.

Ordre : Perciformes.

Famille : Sparidae (Rafinesque, 1818).

Genre : Sparus (Linnaeus, 1758).

Espèce : *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758).

Noms communs : Daurade ou dorade ; Daurade royale ; Vraie daurade ; Belle aux sourcils.

III.3. Biologie et exigence écologique de la daurade royale

III.3.1. Biologie

III.3.1.1. Morphologie

La daurade royale possède un corps ovale, légèrement haut et comprimé. Sa tête présente un profil régulièrement convexe, avec de petits œils et des joues écailleuses et un préopercule nu. Ses lèvres sont épaisses et sa bouche est basse, légèrement inclinée. Chaque mâchoire est équipée de 4 à 6 dents caniniformes à l'avant, suivies sur les côtés de dents plus obtuses qui deviennent rapidement molariformes en 2 à 4 rangées. Chez les individus de plus de 20 cm, on observe une large molaire postérieure poussée par une zone rougeâtre. Le corps présente souvent une bande dorée (moins visible chez les jeunes) et parfois des lignes longitudinales sombres. La dorsale est marquée d'une ligne noire, tandis que la fourche de la caudale, les mâchoires et les pointes des dents sont bordées de noir.

La taille maximale est de 75cm et une taille commune entre (25 à 60 cm), hermaphrodite protandrique et sa période de reproduction est hivernale (Oudjane, 2017).



Figure 6 : Daurade royale *Sparus aurata*

III.3.1.2. Régime alimentaire

Les larves de daurade royale se nourrissent principalement de plancton (Ferra, 2008). Les juvéniles et les adultes sont des prédateurs benthiques. Leur régime comprend des mollusques, en particulier les moules dont ils broient les coquilles avec les molaires (Quéro et Vayne, 2005), ainsi que des crustacés (crabes, crevettes). Ils se nourrissent également des petits poissons et parfois d'algues.

III.3.1.3. Reproduction et cycle de développement :

La daurade est une espèce hermaphrodite protandrique, ce qui signifie qu'elle change de sexe au cours de sa vie. Les mâles atteignent leur maturité sexuelle vers l'âge de 2 ans (20-30 cm) et chez les femelles à l'âge de 2-3 ans (33-35 cm). La daurade se reproduit durant les mois novembre et décembre en méditerranée, et se déroule sur des fonds de 30 à 50 m (Guyennet et Pomélie, 2000).

Les juvéniles migrent au début du printemps vers des eaux côtières abritées, où ils peuvent trouver des ressources trophiques abondantes et des températures plus douces. Très sensibles aux faibles températures (inférieure à 4°C), à la fin de l'automne ils retournent en mer ouverte, où les adultes se reproduisent (FAO, 2023).

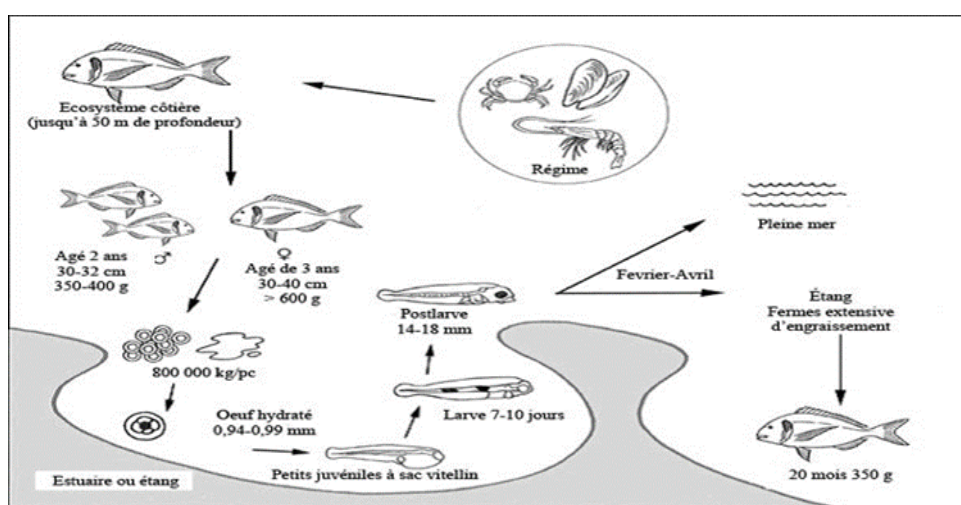


Figure 7 : Cycle de production de *Sparus aurata* (FAO, 2023)

III.3.2. Exigences écologiques

La daurade royale est présente dans des habitats où la salinité peut varier entre 5 à 60‰ mais l'optimale est comprise entre 20‰ à 30‰. Elle se trouve également dans des environnements présentant des concentrations saturées en oxygène dissous, cependant la concentration maximale est de 4 mg/L (Ferra, 2008 in Lounas, 2014).

Elle peut tolérer des températures allant de 4°C à 36°C, sa croissance optimale est de 25°C à 27°C mais, elle est très sensible aux basses températures (inférieures à 4°C). À la fin de l'automne, elles retournent en mer ouverte, où les adultes se reproduisent (Ferra, 2008 in Lounas, 2014).

Les alvins restent principalement dans des zones peu profondes atteignant jusqu'à 30 mètres, alors que les adultes peuvent se déplacer vers des eaux plus profondes, généralement pas plus que 50 mètres (Ferra, 2008 in Lounas, 2014).

III.4. Valeur nutritionnelle de la daurade royale

La daurade est un poisson qui présente une valeur nutritionnelle intéressante, mais elle varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment sa taille, son alimentation et son environnement :

Tableau 2 : Composition nutritionnelle de la daurade royale (*Sparus aurata*)
(<https://www.nutraqua.com>)

	100 g de chair de daurade	Moyenne	Min	Max
Valeur nutritionnelle	Valeur calorique en Kcal/100g	128	110	150
	Protide en g/100g	20,8	19,4	21,4
	Glucides par différence en g/100g	0,3	0,1	1,1
	Lipides totaux en g/100g	4,8	2,9	7,4
	Cholestérol en mg /100g	63,5	56,2	75,9
Minéraux	Calcium en mg/100g	7,5	1,4	25,8
	Phosphore en mg/100g	248	235	257
Acides gras	oméga 6 (mg/100g)	425	263	701
	oméga 3 (mg/100g)	1239	816	2020
Vitamine	Vitamine PP (amide nicotinique) en mg /100g	6,88	5,03	8,50
	Vitamine B12 (cyanocobalamine) en µg/100g	2,93	2,08	3,80

IV. Rôle et importance d'eau et sels minéraux dans les poissons

L'eau joue un rôle essentiel en tant que véhicule pour le transport des éléments nutritifs. Il facilite l'élimination des déchets du corps et contient également une variété de sels minéraux importants.

IV.1. Calcium

IV.1. Définition

Le nom de calcium est dérivé du mot latin « *calas* » qui signifie chaux. Il était connu dès les premiers siècles (Pravina et *al.*, 2013).

Le calcium, ayant le symbole de Ca, est un élément chimique de nombre atomique 20 (tableau 3). C'est un métal alcalino-terreux blanc cassé et assez dur qui n'existe jamais sous forme pure dans la nature. C'est le cinquième élément le plus abondant de la croûte terrestre (plus de 3%) et c'est un élément essentiel de la matière organique. Il est présent dans de nombreux composés, le plus important étant le carbonate de calcium (CaCO₃) (Budesínský, 1969).

Le groupe IIA du tableau périodique (figure 8) contient les métaux alcalino-terreux tels que Ca, Sr, Ba et Ra. Toutes les substances non métalliques sont insolubles dans l'eau (Pravina et *al.*, 2013).



Figure 8 : Localisation du calcium dans le tableau périodique (Weiss, 2006).

Tableau 3 : Propriétés atomiques et physiques du calcium (Perrone et Monteiro, 2015).

Numéro atomique	20
Masse atomique	40.078 u
Configuration électronique	4s ²

Électronégativité	1.00
Point d'ébullition	1757 K, 1484 °C
Point de fusion	1115 K, 842 °C (K=°C+273,5)

IV.1.2. Rôle

Le calcium joue un rôle structural au niveau du squelette et des dents des poissons grâce à sa solidification (formation de cristaux), ainsi il assure la résistance mécanique de ces tissus. Il joue aussi un rôle majeur au niveau neuromusculaire. Il est essentiel à la contraction musculaire, à l'activation des ovocytes, à la coagulation du sang, à la transmission des influx nerveux, à la régulation du rythme cardiaque et à l'équilibre des fluides dans les cellules. (Witten et Huysseune, 2009).

Il participe à la formation du potentiel d'action via des canaux calciques au niveau du tissu musculaire cardiaque et lisse. Est un Catalyseurs et activateurs enzymatiques et l'osmorégulation. (Jauncey, 1998)

IV.1.3. Source

Il est bien connu qu'une nutrition adéquate dépend d'un équilibre entre la quantité de nutriment absorbée par l'organisme à partir des aliments et la quantité de nutriment perdue par l'organisme (Titchenal et Dobbs, 2007).

Comme la biodisponibilité du Ca varie considérablement d'un aliment à l'autre, les informations nutritionnelles indiquant la quantité totale de Ca sont trompeuses (Yang et *al.*, 2012).

IV.2.Phosphore

IV.2.1. Définition

Le phosphore est un élément chimique avec le numéro atomique 15 et le symbole P. C'est un non-métal multivalent appartenant au groupe de l'azote (groupe 15).

Le phosphore minéral dissous est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire se rencontre sous orthophosphate, et qui est essentiel à la vie aquatique. (Aquaportail, 2021).

IV.2.2. Rôle

C'est l'élément essentiel des réactions cellulaires .Il agit sur l'ossification conjointement avec le calcium.

Le phosphore intervient à la régulation du métabolisme énergétique, la croissance et la reproduction. Un régime pauvre en phosphore, même s'il est accompagné de quantités appropriées de calcium, entraîne une diminution de la digestibilité apparente et de l'excrétion rénale du

phosphore, tandis que l'excrétion de calcium augmente de manière significative, ce qui peut indiquer que l'organisme est incapable d'utiliser ce minéral (Kiefer-Hecker et *al.*, 2018).

IV.3. Fer

IV.3.1. Définition

Le fer (symbole Fe) est un élément chimique du groupe des métaux. Il se présente comme un métal gris argenté magnétique fort et dur. (Aquaportail, 2022)

IV.3.2. Rôle

Le fer est un minéral joue un rôle essentiel dans la physiologie des poissons, dont les corps des organismes ont besoin pour de nombreuses fonctions. Un composant essentiel de l'hémoglobine, qui est présente dans les globules rouges du sang. Le fer joue également un rôle dans la formation des protéines musculaires. C'est pourquoi il revêt une grande importance pendant les périodes de croissance ou lorsque la production de globules rouges est accrue et il est nécessaire à leur maturation. Le fer provenant des sources animales est plus facilement absorbé que celui provenant des sources végétales. Cependant, une surdose chronique de fer peut perturber l'absorption du zinc et entraîner des anomalies cardiaques, hépatiques et pancréatiques (Harford et Sarkar, 1997)

IV.4. Magnésium

Le magnésium est essentiel à toutes les cellules et joue un rôle important dans l'activité musculaire et nerveuse. Il favorise également l'absorption du fer, joue un rôle indispensable dans l'utilisation de la vitamine C et est nécessaire à la formation de l'hémoglobine.

IV.5. Sodium

Il est impliqué dans la circulation de l'eau à l'intérieur de l'organisme, soutient le bon fonctionnement des muscles et du système nerveux, et joue un rôle essentiel dans la croissance.

IV.6. Zinc

Il est indispensable à la synthèse des protéines, il favorise la croissance.

V. Sources et normes des Minéraux au poisson

Les poissons ont besoin de minéraux, qui sont des éléments inorganiques, pour assurer le bon fonctionnement de leurs fonctions physiologiques et métaboliques. (Jauncey, 1998).

Ces minéraux proviennent de leur environnement d'élevage (eaux d'élevage) et de l'aliment distribué qui sont absorbés par les branchies les épitilums et les reins des poissons (Allen., et *al.*, 2009).

Tableau 4 : Les besoins d'aliment distribué (au poisson) en Minéraux

minéraux	Besoins (mg/kg d'aliment)	Références
Phosphore	4600	Haylor et <i>al.</i> (1988).
Calcium	6500	Robinson et <i>al.</i> (1987).
Magnésium	600-800	Dabrowska et <i>al.</i> (1989).
Fer	60	Kleemann et <i>al.</i> (2003).
Zinc	79	Do-carmoe-sa et <i>al.</i> (2004)

Tableau 5 : norme de qualité des eaux pour les poissons (laboratoire d'analyse des sols et eaux « BNEDER » Alger) :

paramètre	Valeur pour vie piscicole (eau douce) mg/L
Calcium (Ca)	150
Phosphore (PO4)	<0.30
Fer total (Fe)	<0.30
Sodium (Na)	<0.30
Potassium (K)	<0.10
Magnésium (Mg)	5 à 10
Nitrates (NO3)	<0.20
Nitrites (NO2)	<0.20
Ammoniums (NH4)	<0.30

VI. L'impact de taux de calcium sur le poisson

L'augmentation ou la diminution de taux de calcium chez les poissons peut avoir des impacts néfastes sur leur santé et leur comportement.

VI.1. Hypercalcémie

C'est l'augmentation excessive de taux de calcium dans le sang chez les poissons. Cela peut être dû à plusieurs facteurs tels que des taux de calcium élevés dans l'eau d'élevage, et l'aliment ou des problèmes de fonctionnement des glandes endocrines qui régulent le métabolisme du calcium. En conséquence cela peut entraîner des troubles de comportement et une faiblesse musculaire (Diercks et *al.*, 2004)

VI.2. Hypocalcémie

L'hypocalcémie produit lorsque la concentration de calcium dans le sang est anormalement diminuée. Cela peut causer des maladies de croissance et des malformations, une anorexie (perte d'appétit), et aussi peu entraîner une augmentation de l'excitabilité de neuromusculaire, conduisant à la tétanie (Bushinsky et Monk, 1998).

Chapitre 2

Matériel et méthodes

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

I. Travail sur terrain

I.1. Approvisionnement des poissons

Une sortie sur le terrain à la pépinière "Garden Aqua" située à « Chéraga » (Alger) a été réalisée pendant la saison hivernale de l'année 2023 (le 04/02/2023). La capture des poissons "tilapia rouge" a été effectuée manuellement à l'aide d'une pissette dans l'étang d'élevage.

La daurade royale nous avons achetés chez la poissonnerie d'Alger, provient de la ferme aquacole "Bni Ksila" située à Béjaia. Cette ferme se spécialise dans l'élevage de daurade royale et de loup de mer.



Figure 9 : La pêche des poissons dans l'étang d'élevage

Les échantillons sont placés dans une glacière contenant des packs réfrigérants et transportés au laboratoire de l'ENSSMAL.



Figure 10 : Glacière pour le transport du poisson

II. Travail au laboratoire

II.1. Analyse des sels minéraux du poisson

II.1.1. Conditionnements du matériel

Pour prévenir toute contamination, le matériel utilisé est soigneusement nettoyé et préparé avant chaque utilisation, en suivant le protocole suivant :

- Lavage aux détergents commerciaux, et rincer avec de l'eau courante (eau du robinet).
- Séchage à l'étuve à 70°C pour le matériel en verre et en téflon et à 40°C pour le matériel en polyéthylène et en matière plastique.
- Rinçage par l'eau acidulée à 10% préparée à partir d'acide nitrique (HNO₃) à 68%.
- Rinçage par l'eau distillée.
- Séchage à l'étuve.

II.1.2. Prétraitements des poissons

II.1.2.1 Mesures biométriques :

Avant de procéder à la dissection des poissons, les mesures biométriques de taille (longueur totale (LT) et longueur standard (LS)) et du poids, ont été effectués à l'aide d'un ichtyomètre et d'une balance de précision.



Figure 11 : Les mesures biométriques de taille et du poids du poisson

II.1.2.2 La dissection des poissons

Les poissons ont été disséqués, et la chair, les viscères, le squelette, peau et la tête ont été prélevés et placés individuellement dans des boîtes de pétri. Ensuite, les échantillons ont été placés au congélateur à une température de -20 °C en vue de la lyophilisation ultérieure.



Figure 12 : la dissection des poissons

II.1.2.3 Lyophilisation

Les échantillons de poissons congelés ont été soumis à un processus de lyophilisation dans un lyophilisateur de type CHRIST (Figure 13) à la station de "ENSSMAL" Sidi Fredj (Alger). Ce processus a duré 72 heures sous vide (10^{-1} bar) et à une température très basse comprise entre -50 °C et -60 °C. Cette méthode permet de préserver les minéraux les plus volatils et d'éviter leur perte (Aminot et *al.*, 1983).



Figure 13 : Lyophilisateur de type CHRIST BETA 1-8.

II.1.2.4 Broyage et homogénéisation

Les échantillons lyophilisés sont réduits en poudre fine à l'aide d'un broyeur automatique en acier inoxydable. La poudre obtenue est collectée dans des piluliers en verre et conservée dans un dessiccateur. L'homogénéisation est réalisée par agitation manuelle.



Figure 14 : Broyage des échantillons avec un broyeur automatique en acier inoxydable

III. Analyse des échantillons

III.1. Poids corrigé des échantillons biologiques

Après lyophilisation, les échantillons capturéés une certaine humidité à la période qui sépare la lyophilisation et l'analyse, par conséquent, les poids pesés ne sont pas les vrais poids secs, Pour cela, on doit les corriger par le calcul du taux d'humidité pour avoir les poids secs réels.

Le calcul se fait par l'application de la formule suivante (Rodier et *al.*, 2009) :

$$A(\%) = \frac{(Y - X) - (Z - X)}{Y - X} * 100$$

Avec :

A(%) : Taux d'humidité (%)

Y : poids humide de l'échantillon dans la coupelle en (g)

X : poids de la coupelle vide en (g)

Z : poids sèche de l'échantillon dans la coupelle après 24h dans l'étuve à 105 °C (g)

Pour corriger le poids des échantillons on utilise la formule suivante :

$$Pc = P - \left(\frac{A}{100} * P\right)$$

Avec :

Pc : poids de l'échantillon corrigé

P : poids de l'échantillon pesé pour la minéralisation

A : taux d'humidité (%)

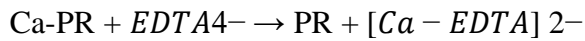
III.2. Dosage de calcium par la méthode complexométrique (Ait-Sali et Ghezali, 2022)

III.2.1. Principe :

La méthode de titrage complexométrique utilise une très grosse molécule appelée l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) qui forme un complexe avec les ions calcium. Un colorant bleu appelé indicateur de Patton et Reeder (PR). Ce colorant bleu forme également un complexe avec les ions calcium changeant de couleur du bleu au rose/rouge dans le processus, mais le complexe colorant-ion métallique est moins stable que le complexe EDTA-ion métallique. Par conséquent, lorsque le complexe ion calcium-PR est titré avec de l'EDTA les ions Ca^{2++} réagissent pour former un complexe plus fort avec l'EDTA. Pour le titrage, l'indicateur est ajouté à la solution contenant les ions calcium et forme le complexe rose/rouge ion calcium-indicateur (Ca-PR). Cette solution est ensuite titrée avec de l'EDTA.

Le point final se produit lorsque la solution devient bleue, indiquant que le Ca-PR complexe a été complètement remplacé par le calcium complexe ion-EDTA et l'indicateur PR revient à sa couleur bleue.

La réaction est :



Remarque : Ca-PR est rose/rouge et PR est bleu.

Pour ce dosage on a besoin de : Pipettes, fioles coniques, Fioles jaugées, pH mètre, éprouvettes, burette.

Concernant les réactifs on a utilisé l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA), indicateur de Patton-Reeder, hydroxyde de sodium, acide chlorhydrique.

III.2.2. Le dosage du calcium

Le dosage du calcium par titrage est divisé en deux étapes : la préparation des échantillons et le titrage.

Étape 1 : Préparation des échantillons

1. On pèse environ 0,5 g de chaque échantillon de poisson dans un petit bécher puis on ajoute 20 ml d'acide chlorhydrique.
2. On ajuste le pH de la solution avec l'hydroxyde de sodium dilué jusqu'à l'obtention d'un pH=7. (figure 15)
3. On transfère la solution dans une fiole jaugée de 100 ml.



Figure 15 : ajustement de pH=7

Étape 2 : Titrage

1. On prélève 10 ml de la solution, on ajoute 40 ml d'eau distillée, 4ml d'hydroxyde de sodium dans un erlenmeyer et on laisse la solution reposer pendant 5 minutes.
2. On ajoute une petite pincée d'indicateur de Patton-Reeder (acide calconcarboxylique).
3. On titre l'échantillon avec la solution d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) (figure 16)
4. Le point final est un changement de couleur du rose/rouge au bleu.

Calcul :

$$[Ca^{2+}] = \frac{V_E \times C_{EDTA}}{V \text{ prise d'essai}}$$

V_E : Volume d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA)

C_{EDTA} : Concentration d'acide éthylène diamine tétra acétique

On converti de mol /L au mg/L par la multiplication de la concentration par la masse molaire du calcium $M=40,078$ u

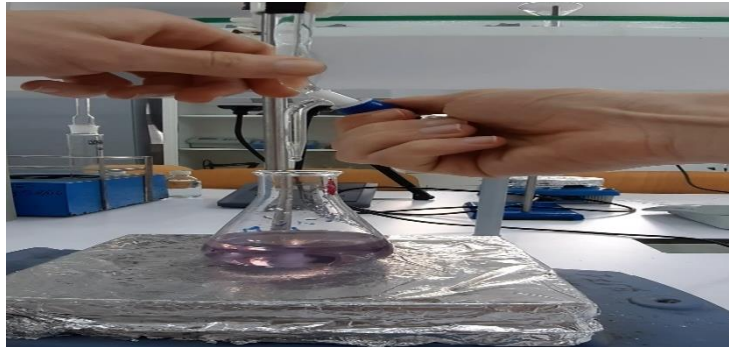


Figure 16 : Titrage des échantillons (minéralisât) avec l'EDTA

N.B : Traitement statistique

Le traitement des résultats d'analyses de calcium ce fait par le logiciel « statistica version 8 »

Chapitre 3

Résultats et discussions

Chapitre 3 : Résultats et discussions

I. Poids corrigé des échantillons biologiques

I.1. Taux d'humidité et poids corrigé du tilapia rouge

Le tableau 6 présente les différents taux d'humidité et poids corrigé.

Tableau 6 : Taux d'humidité et poids corrigé chez les espèces du tilapia étudiées

Espèce (tilapia rouge)	Taux d'humidité (%)			Poids corrigé (g)		
	chair	squelette +tête+ peau	viscères	chair	squelette +tête+ peau	viscères
T1	4.75	4.55	21.42	0.4761	0.4625	0.3720
T2	5.19	5.22		0.4966	0.4756	
T3	4.68	3.80		0.5312	0.5273	
T4	4.25	4.12		0.5733	0.4947	
T5	3.88	5.42		0.5133	0.5198	
T6	5.16	4.50		0.4889	0.5012	
T7	5.49	4.96		0.4767	0.4815	
T8	3.70	4.19		0.5361	0.5101	
T9	5.38	5.10		0.5422	0.4822	
T10	4.10	3.98		0.5233	0.5514	

Les viscères présentent le taux d'humidité le plus élevé avec 21.42%, suivi par un intervalle de [3.70-5.49]% de la chair et un intervalle de [3.80-5.42] % de (squelette +tête+ peau) de l'espèce de tilapia rouge.

I.2. Taux d'humidité et poids corrigé de la daurade royale :

Le tableau 7 présente les différents taux d'humidité et poids corrigé.

Tableau 7 : Taux d'humidité et poids corrigé chez les espèces de la daurade royale étudiées

Espèce (daurade royale)	Taux d'humidité (%)			Poids corrigé (g)		
	chair	Squelette +tête+ peau	viscère	chair	Squelette +tête+ peau	viscères
D1	3.58	4.49	1.85	0.5157	0.4932	0.5837
D2	3.30	5.85		0.5130	0.4665	

Le taux d'humidité est plus élevé dans le (squelette +tête+ peau) 4.49% de D1 et 5.85% de D2, par rapport à la chair qui est 3.58% de D1 et 3.30 % de D2, et on a enregistré un taux plus faible dans les viscères qui est 1.85%.

II. Traitement statistique

II.1. Tilapia rouge

II.1.1. Taille totale (LT)

Les différentes tailles du tilapia (N= 10) sont représentées dans les figures 17 et 18 :

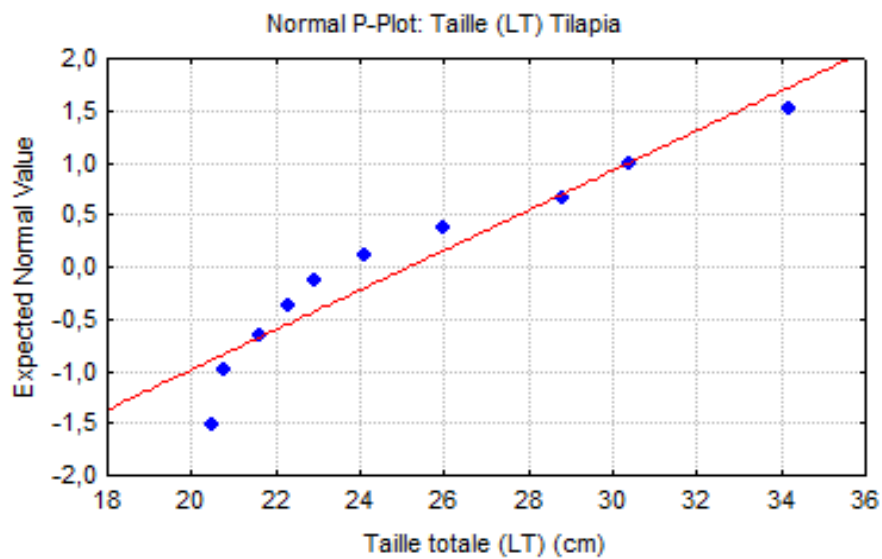


Figure 17 : Mesures de longueur totale (LT) (cm) du tilapia

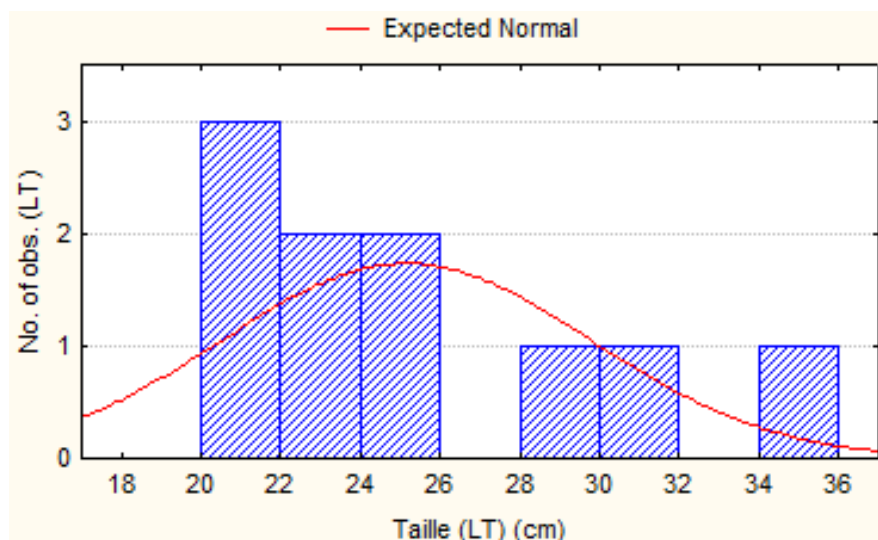


Figure 18 : Mesures de longueur totale (cm) du tilapia

La taille moyenne est de $25,160 \pm 4,606$ cm. La valeur minimale est de 20,500 cm et la valeur maximale est de 34,200 cm. (tableau 8)

Tableau 8 : Valeur moyenne de la longueur totale (LT) (Cm)

	Nombre d'individus(N)	Moyenne \pm E.T	Minimale	Maximale
Taille (LT)*(Cm)	10	$25,160 \pm 4,606$	20,500	34,200

*LT (longueur totale)

La comparaison des moyennes deux à deux de la taille totale chez les trois sous-groupes des individus créés du tilapia : petit (n=4), moyen (n=3) et grand (n=3), est donné dans le tableau 9.

Tableau 9 : Tailles moyennes (longueur totale) (cm) chez les trois sous-groupes du tilapia

Individus du tilapia	N	Taille (LT)* (cm) Minimum	Taille (LT)* (cm) Maximum	Taille (LT)* (cm) Moy \pm E.T	P
G1 (petits)	4	20,500	22,300	$21,300 \pm 0,812$	
G2 (moyens)	3	22,900	26,000	$24,333 \pm 1,563$	
G3 (grands)	3	28,800	34,200	$31,133 \pm 2,774$	
G1 vs. G2					0,019482
G1 vs. G3					0,000974
G2 vs. G3					0,020848

La comparaison des moyennes deux à deux de la taille totale a révélé que la différence est significative ($P < 0,05$) pour les sous-groupes du tilapia : G1 vs. G2 ; G1 vs. G3 ; G2 vs. G3.

II.1.2. Taille standard (LS)

Les différentes tailles du tilapia (N= 10) sont illustrées dans les figures 19 et 20 :

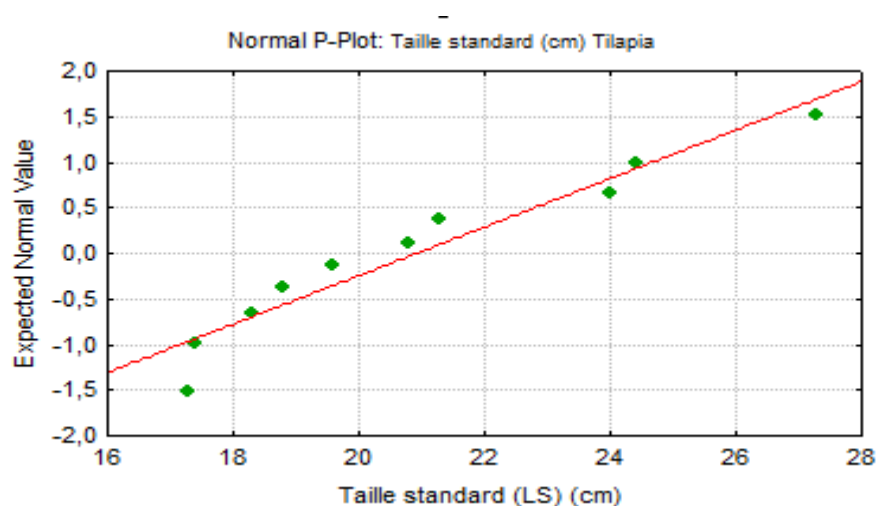


Figure 19 : Mesures de longueur standard (LS) (cm) du tilapia

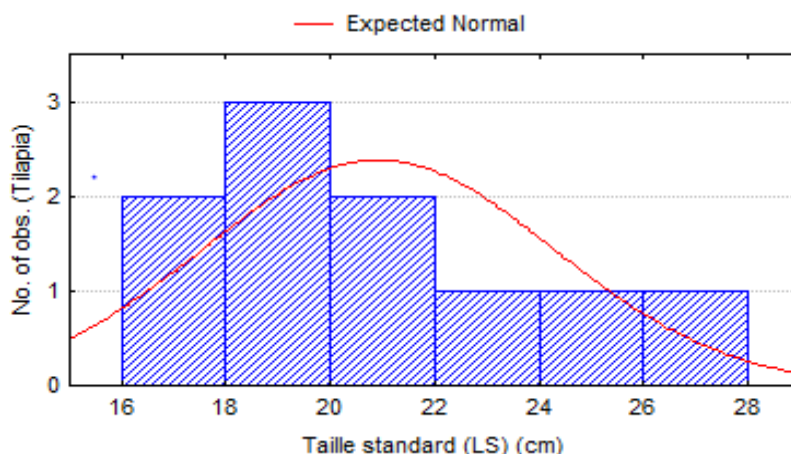


Figure 20 : Mesures de longueur standard (LS)(cm) du tilapia

La taille moyenne est de $20,920 \pm 3.351$ cm. La valeur minimale est de 17,300 cm et la valeur maximale est de 27,300 cm. (tableau 10)

Tableau 10 : Valeur moyenne de la longueur standard (LS) (Cm)

	Nombre d'individus(N)	Moyenne \pm E.T	Minimale	Maximale
Taille (LS)* (Cm)	10	20.920 ± 3.351	17,300	27,300

*LS (longueur standard)

La comparaison des moyennes deux à deux de la taille standard chez les trois sous-groupes des individus créés du tilapia : petit (n=4), moyen (n=3) et grand (n=3), est donné dans le tableau 11.

Tableau 11 : Tailles moyennes (longueur standard) (LS) (cm) chez les trois sous-groupes du tilapia

Individus du tilapia	N	Taille (LS)* (cm) Minimum	Taille (LS)* (cm) Maximum	Taille (LS)* (cm) Moy \pm E.T	P
G1 (petits)	4	17,300	20,800	$18,450 \pm 1,630$	
G2 (moyens)	3	18,800	21,300	$19,900 \pm 1,277$	
G3 (grands)	3	24,000	27.300	$25,233 \pm 1,801$	
G1 (LS) vs. G3 (LS)					0,003401
G2 (LS) vs. G3 (LS)					0,013868

La comparaison des moyennes deux à deux de la taille standard a révélé que la différence est significative ($P < 0,05$) seulement pour les sous-groupes du tilapia :

G1 (LS) vs. G3 (LS) **0,003401**

G2 (LS) vs. G3 (LS) **0,013868**

II.1.3. Poids

Les différents poids (g) du tilapia (N= 10) sont illustrés dans les figures 21 et 22 :

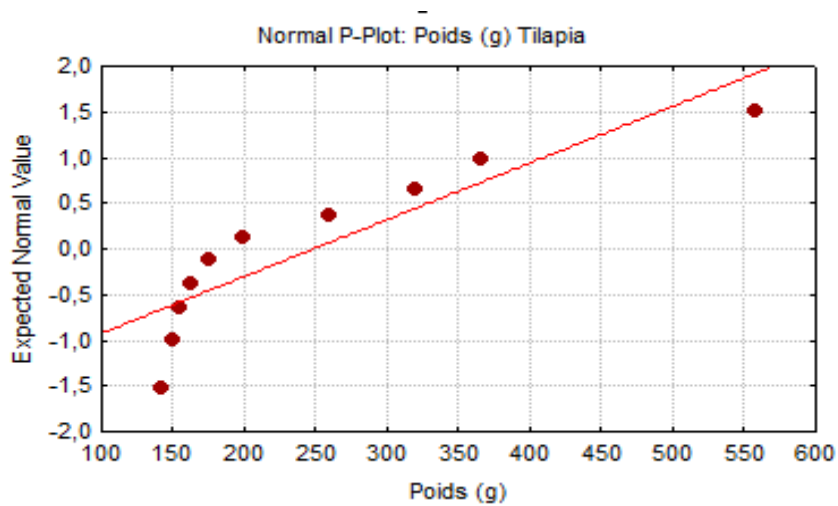


Figure 21 : Mesures de poids (g) du tilapia

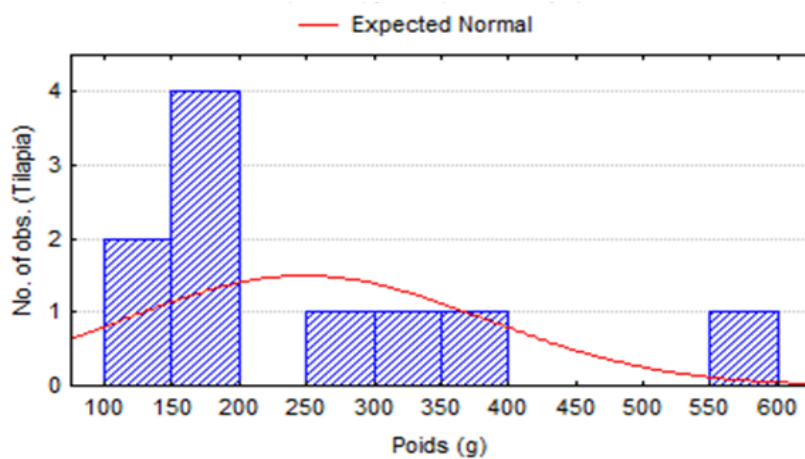


Figure 22 : Mesures de poids (g) du tilapia

Le poids moyen est de $248,850 \pm 133,240$ g. La valeur minimale est de : 142,000 g et la valeur maximale est de 557,500 g. (tableau 12)

Tableau 12 : Valeurs moyenne du poids (g)

	Nombre d'individus(N)	Moyenne \pm E.T	Minimum	Maximum
poids (g)	10	$248,850 \pm 133,240$	142,000	557,500

La comparaison des moyennes deux à deux de poids chez les trois sous-groupes des individus créés du tilapia : petit (n=4), moyen (n=3) et grand (n=3), est donné dans le tableau 13.

Tableau 13 : Poids moyens (g) chez les trois sous-groupes du tilapia

Individus du Tilapia	N	Poids Moy \pm E.T (g)	P
G1 (petits)	4	$152,1250 \pm 8,616$	
G2 (moyens)	3	$211,8333 \pm 43,475$	
G3 (grands)	3	$414,8333 \pm 125,676$	
G1 (g) vs. G2 (g)			0,039694
G1 (g) vs. G3 (g)			0,007626

La comparaison des moyennes deux à deux du poids a révélé que la différence est significative ($P < 0,05$) seulement pour les sous-groupes du tilapia :

G1 (g) vs. G2 (g) **0,039694**
 G1 (g) vs. G3 (g) **0,007626**

II.1.4. Tailles et poids en fonction du sexe

II.1.4.1. Taille totale (LT) en fonction du sexe

Les valeurs moyennes des tailles totales sont représentées dans le tableau 14

Tableau 14 : Tailles moyennes (longueur totale) (cm) en fonction du sexe.

Sexe Tilapia	N	Taille (LT)* (cm) Minimum	Taille (LT)* (cm) Maximum	Taille (LT)* (cm) Moy \pm E.T	P
Femelles	6	20,500	28,800	23,683 \pm 3,116	0,187563
Mâles	4	20,800	34,200	27,375 \pm 6,047	

* Longueur totale

Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée en ce qui concerne la comparaison des moyennes deux à deux de la taille totale des femelles ($n=6$) et des mâles ($n=4$).

II.1.4.2. Taille standard (LS) en fonction du sexe

Les valeurs moyennes des tailles standards sont représentées dans le tableau 15

Tableau 15 : Tailles moyennes (longueur standard) (cm) en fonction du sexe.

Sexe Tilapia	N	Taille (LS)* (cm) Minimum	Taille (LS)* (cm) Maximum	Taille (LS)* (cm) Moy \pm E.T	P
Femelles	6	17,300	24,000	20,083 \pm 2,446	0,223035
Mâles	4	17,400	27,300	22,175 \pm 4,496	

* Longueur standard

Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée en ce qui concerne la comparaison des moyennes deux à deux de la taille standard (LS) des femelles ($n=6$) et des mâles ($n=4$).

II.1.4.3. Poids en fonction du sexe

Les valeurs moyennes des poids sont représentées dans le tableau 16

Tableau 16 : Poids moyens (g) en fonction du sexe

Sexe Tilapia	N	Poids (g) Minimum	Poids (g) Maximum	Poids (g) Moy ± E.T	P
Femelles	6	142,000	320,500	202,500 ± 71,447	0,067542
Mâles	4	149,500	557,500	318,375 ± 184,416	

Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée en ce qui concerne la comparaison des moyennes deux à deux du poids des femelles ($n=6$) et des mâles ($n=4$).

II.1.5. Valeurs de calcium

II.1.5.1. Calcium extrait de la chair

Les différentes concentrations du calcium (mg/g) extrait de la chair du tilapia ($N= 10$) sont illustrées dans les figures 23 et 24 :

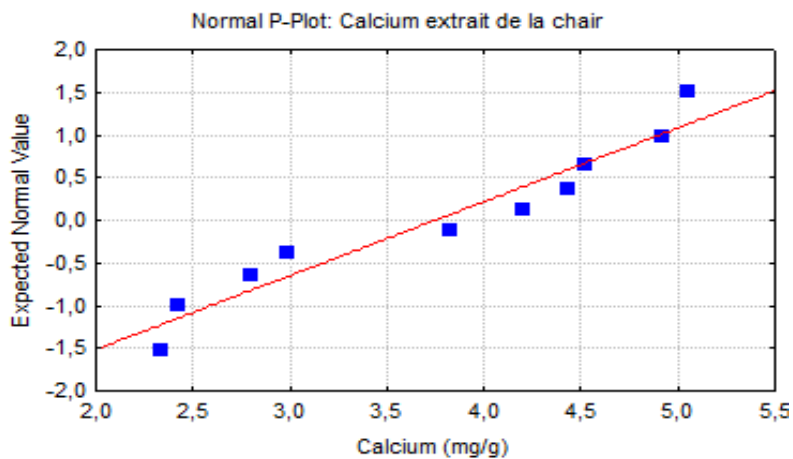


Figure 23 : valeurs du calcium (mg/g) dans la chair du tilapia

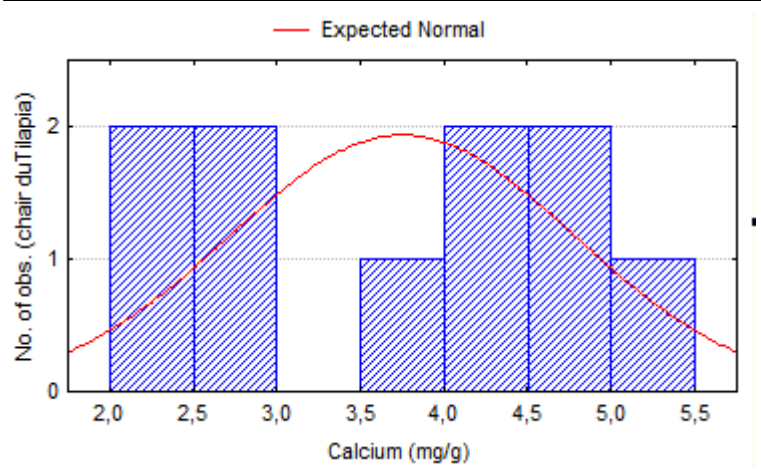


Figure 24 : valeurs du calcium (mg/g) dans la chair du tilapia

La concentration moyenne est de $3,750 \pm 1,031$ (mg/g). La valeur minimale est de 2,341 (mg/g) et la valeur maximale est de 5,049 (mg/g) (tableau 17).

Tableau 17 : concentration moyenne du calcium (mg/g) extrait de la chair du tilapia

	Nombre d'individus(N)	Moyenne \pm E.T	Minimale	Maximale
Calcium (mg/g) chair	10	$3,750 \pm 1,031$	2,341	5,049

II.1.5.2. Calcium extrait du (squelette +tête+ peau)

Les différentes concentrations du calcium (mg/g) extrait du (squelette +tête+ peau) du tilapia (N= 10) sont illustrées dans les figures 25 et 26 :

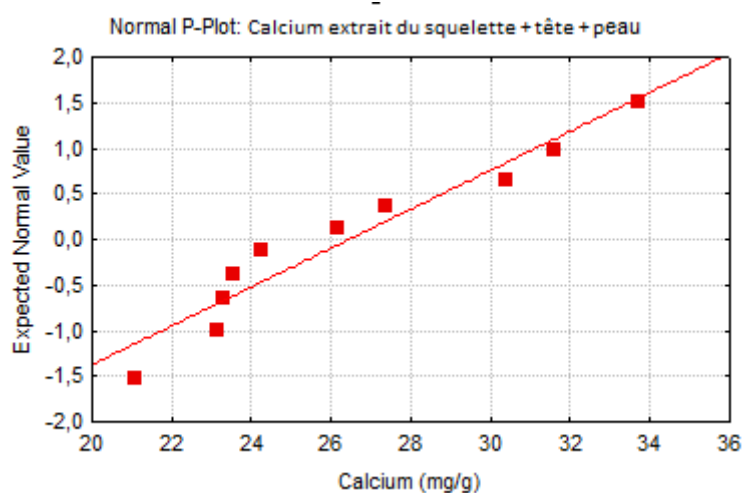


Figure 25 : Valeurs du calcium (mg/g) dans le (squelette + tête + peau) du tilapia

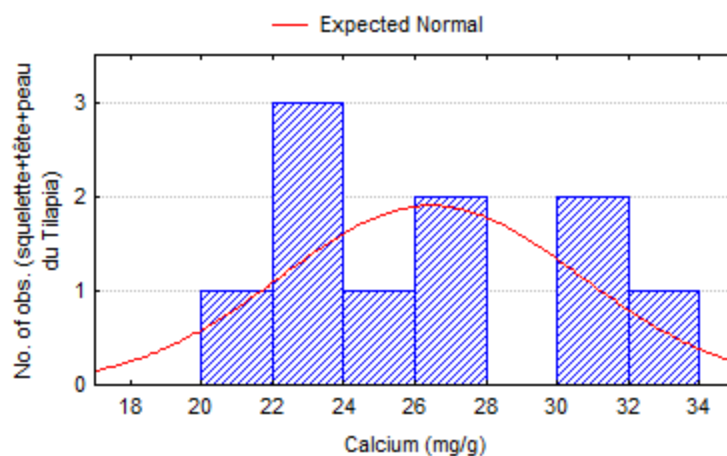


Figure 26 : Valeurs du calcium (mg/g) dans le (squelette + tête + peau) du tilapia

La concentration moyenne est de $26,453 \pm 4,195$ (mg/g). La valeur minimale est de 21,063 (mg/g) et la valeur maximale est de 33,706 (mg/g) (tableau 18).

Tableau 18 : concentration moyenne du calcium extrait du (squelette +tête+ peau) du tilapia

	Nombre d'individus(N)	Moyenne \pm E.T	Minimale	Maximale
Calcium (mg/g) chair	10	$26,453 \pm 4,195$	21,063	33,706

II.1.5.3. Calcium extrait des viscères :

Les valeurs du calcium extrait des viscères des 10 individus du tilapia est de : 6,462 (mg/g)

II.1.6. Comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux des trois sous-groupes : petit, moyen et grand

II.1.6.1. Dans la chair

Tableau 19 : Comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux dans la chair

chair	Nombre d'individus(N)	Concentration mg/g Minimum	Concentration mg/g Maximum	Concentration mg/g Moy \pm E.T	p
Calcium (G1)	4	2,341	4,433	$3,443 \pm 1,031$	P>0,05
Calcium (G2)	3	2,420	5,049	$3,766 \pm 1,316$	
Calcium (G3)	3	2,990	4,917	$4,144 \pm 1,018$	

Aucune différence significative ($P>0,05$) n'a été observée en ce qui concerne la comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux des trois sous-groupes : petit, moyen et grand.

II.1.6.2. Dans le (squelette + tête + peau)

Tableau 20 : Comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux dans le S+T+P

Squelette+ tête +Peau	Nombre d'individus(N)	Concentration mg/g Minimum	Concentration mg/g Maximum	Concentration mg/g Moy \pm E.T	p
Calcium (G1)	4	21,063	31,582	$24,770 \pm 4,654$	P>0,05
Calcium (G2)	3	24,263	33,706	$28,045 \pm 4,994$	
Calcium (G3)	3	23,569	30,385	$27,105 \pm 3,415$	

Aucune différence significative ($P>0,05$) n'a été observée en ce qui concerne la comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux des trois sous-groupes : petit, moyen et grand.

II.1.7. Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium extrait de la chair, du (squelette+ tête + peau) et des viscères

II.1.7.1. Entre chair et (Squelette+ Tête +Peau)

Tableau 21 : Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium (mg/g) extrait de la chair, et du (squelette+ tête + peau) (s +t+ p)

		Nombre d'individus(N)	Concentration mg/g Minimum	Concentration mg/g Maximum	Concentration mg/g Moy ± E.T	p
Calcium	Chair	10	2,341	5,049	3,750 ± 1,031	0,000000
	(s+t+p)	10	21,063	33,706	26,453 ± 4,195	

La différence est très significative ($P < 0,0005$) entre le calcium (mg/g) de chair et le calcium (mg/g) de (squelette +tête +peau).

II.1.7.2. Entre chair et viscères

Tableau 22 : Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium (mg/g) extrait de la chair, et des viscères.

		Nombre d'individus(N)	Concentration mg/g Minimum	Concentration mg/g Maximum	Concentration mg/g Moy ± E.T	p
Calcium	Chair	10	2,341	5,049	3,750 ± 1,031	0,033456
	Viscères	1	6,462			

La différence est significative ($P < 0,05$) entre le calcium (mg/g) de chair et le calcium (mg/g) des viscères

II.1.7.3. Entre (Squelette +Tête+ Peau) et viscères

Tableau 23 : Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium (mg/g) extrait de squelette +tête+ peau (s+t+p), et des viscères.

		Nombre d'individus(N)	Concentration mg/g Minimum	Concentration mg/g Maximum	Concentration mg/g Moy ± E.T	p
Calcium	(s+t+p)	10	21,063	33,706	26,453 ± 4,195	0,001399
	Viscères	1	6,462			

La différence est significative ($P < 0,05$) entre le calcium (mg/g) de squelette +tête +peau et le calcium (mg/g) des viscères

II.1.8. Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair et de (squelette+ tête+ peau) en fonction du sexe du tilapia

-La concentration moyenne de chair : chez les femelles est de $3,659 \pm 1,275$ (mg/g), chez les mâles est de $3,887 \pm 0.662$ (mg/g) (tableau 24).

-La concentration moyenne de Squelette+ tête+ peau : chez les femelles est de 27.355 ± 5.184 , chez les mâles est de 25.101 ± 1.985 (mg/g) (tableau 24).

Tableau 24 : Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair et du (squelette+ tête+ peau) en fonction du sexe

Calcium		Nombre d'individus (N)	Concentration mg/g Minimum	Concentration mg/g Maximum	Concentration mg/g Moy \pm E.T	P
Chair	Femelle	6	2,341	5,049	$3,659 \pm 1,275$	
	Mâle	4	2,990	4,525	$3,887 \pm 0.662$	
Squelette + tête+ peau	Femelle	6	21,063	33,706	27.355 ± 5.184	
	Mâle	4	23,306	27,362	25.101 ± 1.985	
Ca Chair femelle vs. Ca (squelette+ tête +peau) femelle						0,000001
Ca Chair mâle vs. Ca (squelette+ tête +peau) mâle						0,000001
Ca Chair femelle vs. Ca (squelette+ tête +peau) mâle						0,000000
Ca Chair mâle vs. Ca (squelette+ tête +peau) femelle						0,000021
Ca Chair femelle vs. Ca Chair mâle						0,754076
Ca (squelette+ tête +peau) femelle vs. Ca (squelette+ tête +peau) mâle						0,437655

-La différence est très significative ($P < 0,0005$) entre le calcium (mg/g) de :

Ca Chair femelle vs. Ca (squelette+ tête +peau) femelle.

Ca Chair mâle vs. Ca (squelette+ tête +peau) mâle.

Ca Chair femelle vs. Ca (squelette+ tête +peau) mâle.

Ca Chair mâle vs. Ca (squelette+ tête +peau) femelle.

- Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre le calcium (mg/g) de :

Ca Chair femelle vs. Ca Chair mâle.

Ca (squelette+ tête +peau) femelle vs. Ca (squelette+ tête +peau) mâle.

II.2. La daurade royale

II.2.1. Mesures de taille totale (LT) et standard (LT) et du poids

-La moyenne de longueur totale est de $28,950 \pm 4,313$ (cm). La valeur minimale est de : 25,900 (cm) et la valeur maximale est de 32,000 (cm) (tableau 25).

-La moyenne de longueur standard est de $24,500 \pm 4,243$ (cm). La valeur minimale est de : 21,500 (cm) et la valeur maximale est de 27,500 (cm) (tableau 25).

-Le poids moyen est de $418,000 \pm 166,877$ (g). La valeur minimale est de : 300,000 (cm) et la valeur maximale est de 536,000 (cm) (tableau 25).

Tableau 25 : Mesures de taille totale (LT) et standard (LT) et du poids.

Daurade royale	Nombre d'individus (N)	Minimum	maximum	Moyenne \pm E.T
Longueur totale (LT) (cm)	2	25,900	32,000	$28,950 \pm 4,313$
Longueur standard (LS) (cm)	2	21,500	27,500	$24,500 \pm 4,243$
Poids (g)	2	300,000	536,000	$418,000 \pm 166,877$

II.2.2. Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette+tête+ peau) et viscères

Tableau 26 : Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette +tête+ peau) et viscères de la daurade royale.

Calcium	Nombre d'individus(N)	Concentration mg/g Minimum	Concentration mg/g Maximum	Concentration mg/g Moy \pm E.T	P
Chair	2	2.330	3.124	$2,727 \pm 0,561$	
Squelette+ tête+ peau	2	17.877	22.336	$20,107 \pm 3,153$	
Viscères	1	-	-	$1,372 \pm 0.000$	
Ca chair vs Ca (squelette+ tête +peau) daurade					0,016558

La différence est seulement significative ($P < 0,05$) entre le calcium (mg/g) de chair et le calcium (mg/g) de (squelette +tête+ peau).

II.3. Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette+tête+ peau) et viscères du tilapia et de la daurade

La comparaison des moyennes deux à deux du calcium des deux espèces étudiées (le tilapia rouge et la daurade royale) est donnée dans le tableau 27.

Tableau 27 : Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette+tête+ peau) et viscères du tilapia et de la daurade

Tilapia \ Daurade	Chair	Squelette+ Tête +Peau	Viscères
Chair	DNS 0,213456	0,000017	DNS
Squelette+ Tête +Peau	0,000000	DNS 0,073752	DNS
Viscères	DNS 0,055424	0,000294	DNS

DNS : différences non significative ($P > 0,05$)

-La différence est très significative ($P < 0,0005$) entre le calcium (mg/g) de :

Ca chair de tilapia vs Ca (squelette +tête+ peau) de la daurade

Ca (squelette +tête+ peau) de tilapia vs Ca chair de la daurade

Ca (squelette +tête+ peau) de tilapia vs Ca viscères de la daurade

II.4. Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait des poissons entiers tilapia et daurade

La Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait des poissons entiers tilapia et daurade est donnée dans le tableau 28.

Tableau 28 : Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait des poissons tilapia et daurade

Calcium	Nombre d'individus (N)	Concentration mg/g Moy \pm E.T	p
Tilapia	10	14,690 \pm 11,866	0,367736
Daurade royale	2	9,408 \pm 9,912	
poissons tilapia vs. poissons daurade			

Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée par comparaison des moyennes deux à deux du calcium entre les deux poissons étudiés (tilapia et daurade).

II.5. Relation entre les paramètres biométriques et entre le calcium et les paramètres biométriques du tilapia

II.5.1. Relation entre les paramètres biométriques

Les différentes corrélations étudiées entre les paramètres biométriques (taille totale, taille standard et poids) sont résumées dans le tableau 29 :

Tableau 29 : Corrélations entre les paramètres biométriques (taille totale (LT), taille standard (LS) et poids)


Tilapia	Taille totale (LT) (cm)	Taille standard (cm)	Poids (g)
Taille totale (LT) (cm)	1,00	0,96	0,97
Taille standard (cm)	0,96	1,00	0,95
Poids (g)	0,97	0,95	1,00

À partir de ce tableau 29, on observe des corrélations positives et significatives entre les paramètres suivants :

- Taille totale (cm) et taille standard (cm) ($r = 0,96$, $p < 0,05$)
- Taille totale (cm) et poids (g) ($r = 0,97$, $p < 0,05$)
- Taille standard (cm) et poids (g) ($r = 0,95$, $p < 0,05$)

- Les distributions de ces différentes valeurs sont illustrées dans les figures (27,28 et 29)

$$\text{Taille standard (cm) tilapia} = 3,2939 + 0,70056 * \text{Taille totale (cm) tilapia}$$

Corrélation : $r = 0,96298$  95% confidence

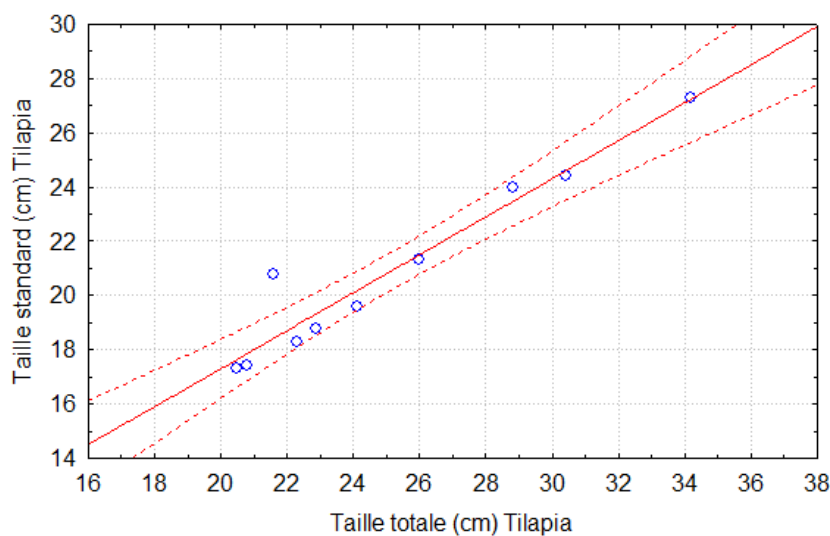


Figure 27 : Relation entre la taille totale (LT) et la taille standard (LS) du tilapia

$$\text{Poids (g) Tilapia} = -460,1 + 28,177 * \text{Taille totale (cm) Tilapia}$$

Corrélation : $r = 0,97407$ 95% confidence

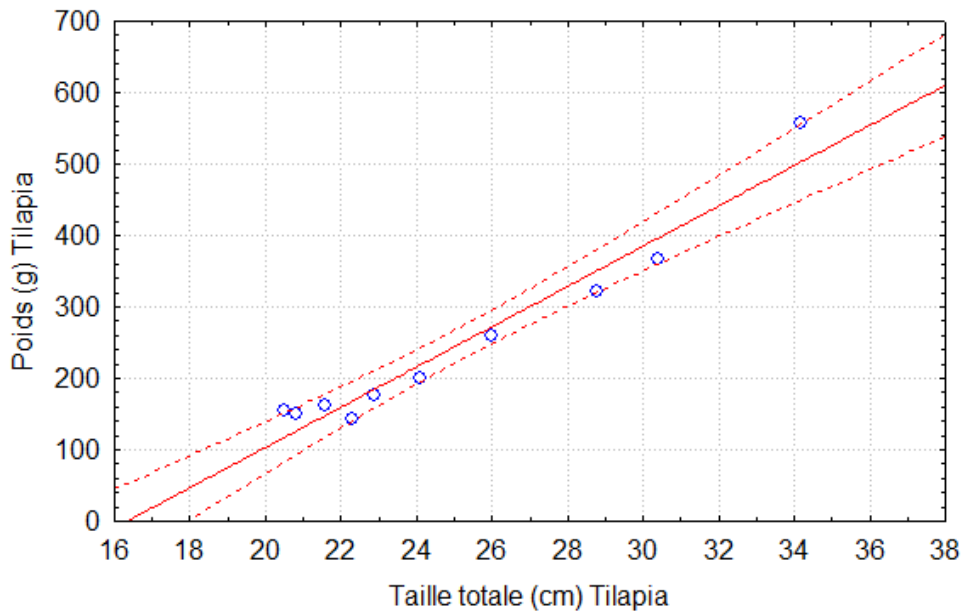


Figure 28 : Relation entre la taille totale (LT) et le poids du tilapia

$$\text{Poids (g) Tilapia} = -538,9 + 37,653 * \text{Taille standard (cm) Tilapia}$$

Corrélation : $r = 0,94695$ 95% confidence

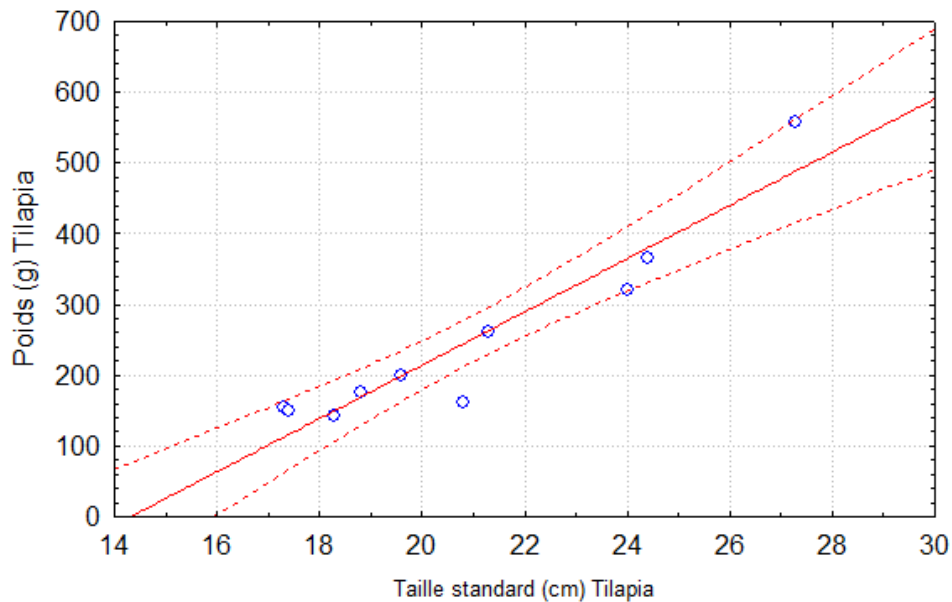


Figure 29 : Relation entre la taille standard (LS) et le poids du tilapia

II.5.2. Relation entre les paramètres biométriques et les valeurs du calcium du tilapia

Aucune corrélation positive et significative n'a été observée entre les paramètres suivants (tableau 30 et figures : 30, 31, 32, 33, 34, et 35).

- Taille totale et valeurs du calcium chair ($r = 0,37833$, $p > 0,05$)
- Taille totale et les valeurs du calcium (squelette + tête + peau) ($r = 0,09116$, $p > 0,05$)
- Taille standard et les valeurs du calcium chair ($r = 0,48320$, $p > 0,05$)
- Taille standard et les valeurs du calcium (squelette + tête + peau) ($r = 0,22651$, $p > 0,05$)
- Poids et les valeurs du calcium chair ($r = 0,38210$, $p > 0,05$)
- Poids et les valeurs du calcium (squelette + tête + peau) ($r = 0,08742$, $p > 0,05$)

Tableau 30 : les corrélations étudiées entre les paramètres biométriques et les valeurs du calcium du tilapia

Tilapia	Calcium (mg/g) chair	Calcium (mg/g) (squelette + tête + peau)
Taille totale (LT) (cm)	0,38	0,09
Taille standard (cm)	0,48	0,23
Poids (g)	0,38	0,09

La distribution de ces valeurs est illustrée dans les figures : 30, 31, 32, 33, 34, et 35.

$$\text{Calcium (mg/g) chair} = 1,6193 + 0,08470 * \text{Taille totale (cm)}$$

Corrélation : $r = 0,37833$ 95% confidence

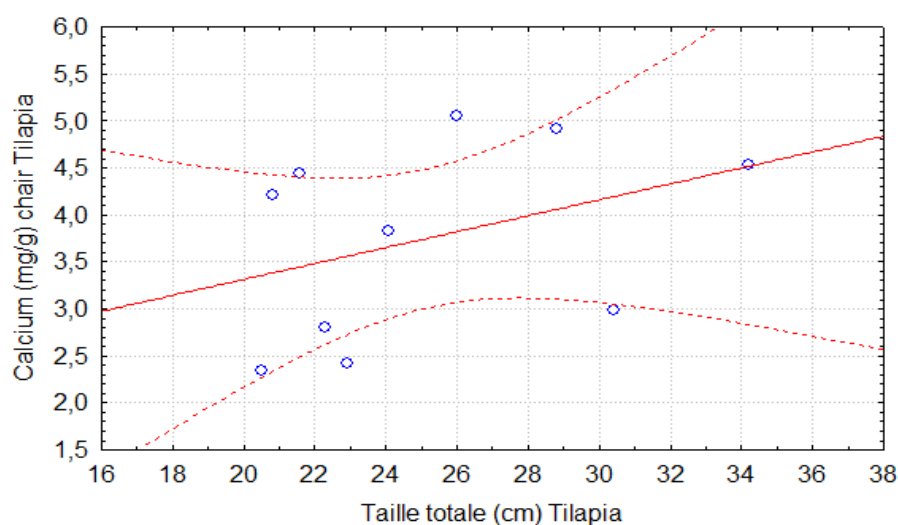


Figure 30 : Relation entre la taille totale (LT) et les valeurs du calcium chair du tilapia

$$\text{Calcium (mg/g) Squelette +Tête+ Peau} = 24,364 + ,08302 * \text{Taille totale (cm)}$$

Corrélation : r = 0,09116

95% confidence

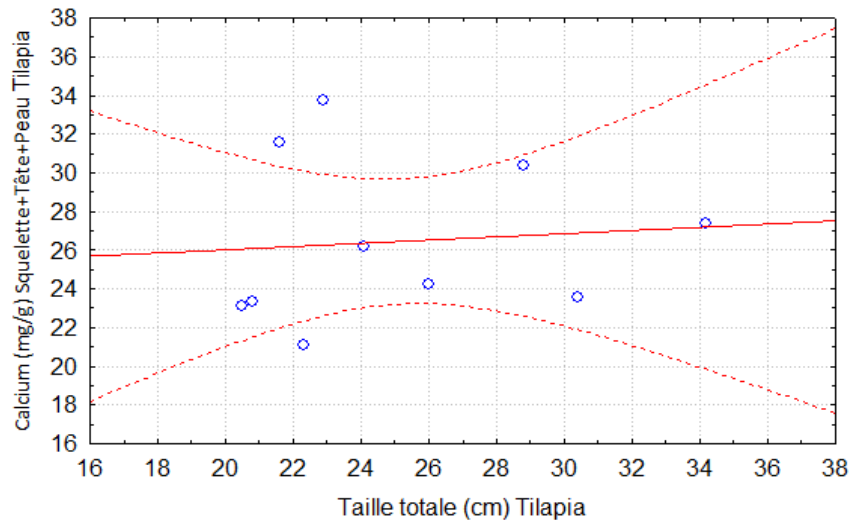


Figure 31 : Relation entre la taille totale (LT) et les valeurs du calcium (squelette +tête+ peau) du tilapia

$$\text{Calcium (mg/g) chair} = 1,63960 + ,14870 * \text{Taille standard (cm)}$$

Corrélation : r = 0,48320

95% confidence

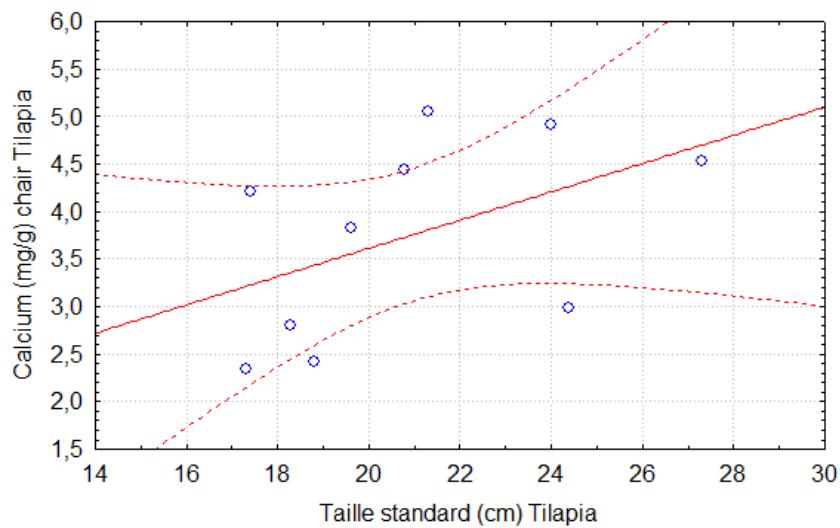


Figure 32 : Relation entre la taille standard et les valeurs du calcium chair du tilapia

$$\text{Calcium (mg/g) Squelette + Tête + Peau} = 20,521 + ,28358 * \text{Taille standard (cm)}$$

Corrélation : $r = 0,22651$

95% confidence

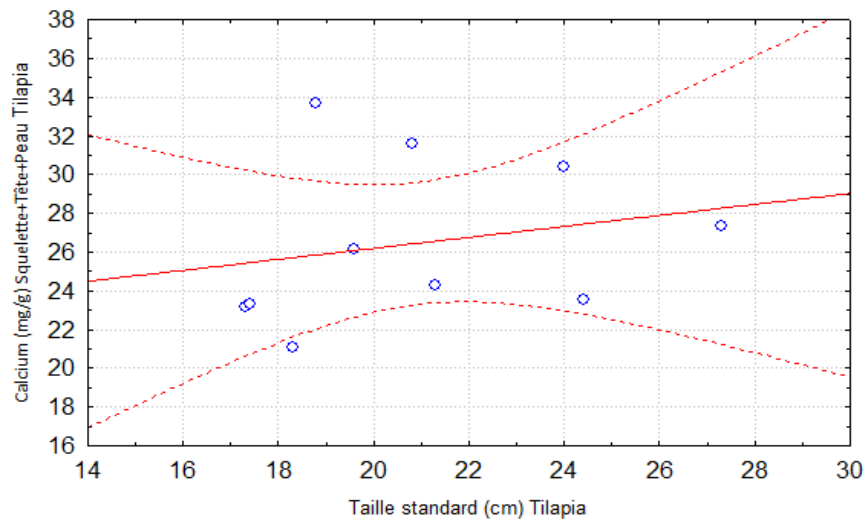


Figure 33 : Relation entre la taille standard et les valeurs du calcium (squelette +tête+ peau) du tilapia

$$\text{Calcium (mg/g) chair} = 3,0144 + ,00296 * \text{Poids (g)}$$

Corrélation : $r = 0,38210$

95% confidence

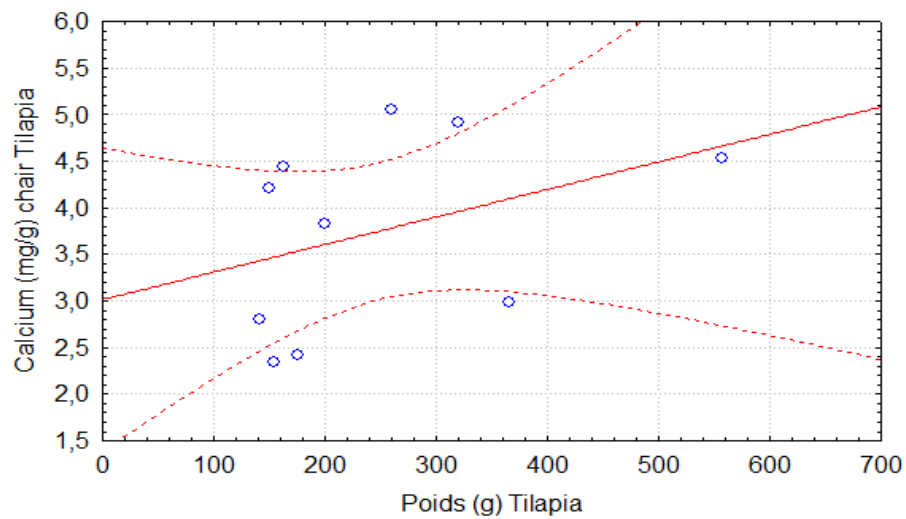


Figure 34 : Relation entre le poids et les valeurs du calcium chair du tilapia

$$\text{Calcium (mg/g) Squelette+ Tête +Peau} = 25,768 + ,00275 * \text{Poids (g)}$$

Corrélation : $r = 0,08742$

95% confidence

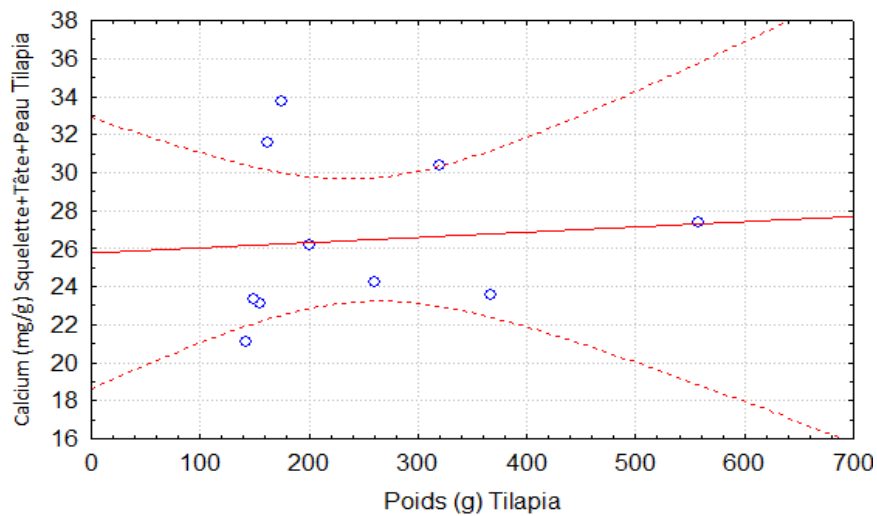


Figure 35 : Relation entre le poids et les valeurs du calcium (squelette +tête+ peau) du tilapia

II.6. Relation entre les paramètres biométriques et entre le calcium et les paramètres biométriques de la daurade royale

Vu le nombre d'individus de la daurade royale est égale à 2, on n'a pas pu étudier la corrélation des différents paramètres que nous avons mesurés, il faut un nombre supérieur à 3 selon le logiciel.

II.7. Distribution des valeurs du calcium extrait de la chair, du (squelette + tête +peau) par rapport au poids des poissons (tilapia et daurade)

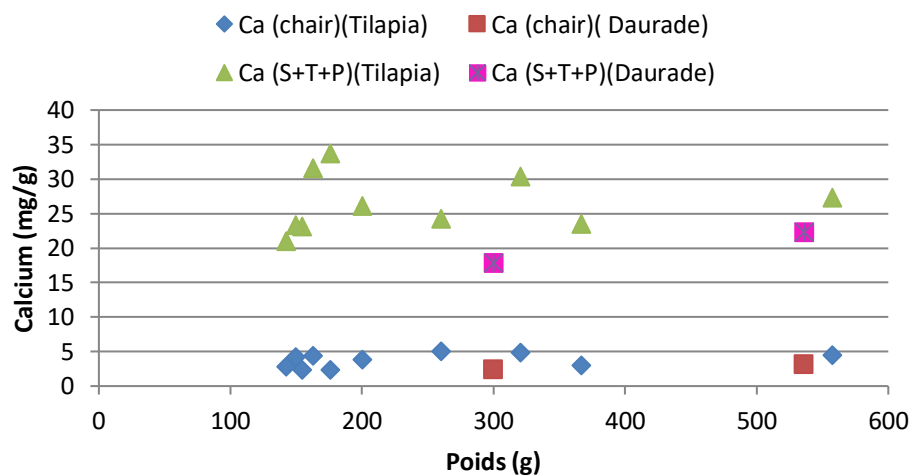


Figure 36 : Distribution des valeurs du calcium extrait de la chair, du (squelette + tête +peau) par rapport au poids des poissons (tilapia et daurade)

Discussion

La concentration des minéraux (cas du calcium) chez les poissons varie considérablement d'une espèce à une autre, et entre les différents compartiments des individus de poissons (chair, (squelette +tête+ peau), et viscères). Les analyses effectuées au niveau du laboratoire (ENSSMAL), nous ont permis de connaître les concentrations de calcium de la chair, le (squelette +tête+ peau), et les viscères, de deux poissons d'élevage (tilapia rouge « *Oreochromis sp* » et daurade royale « *sparus aurata* »).

1. Tilapia rouge

- Paramètres physico-chimiques :

Les valeurs des paramètres physico-chimiques déterminés au niveau de l'étang d'élevage du tilapia (la températures 24-29 °C, l'oxygènes dissous 5.2 mg/L, et le pH 6-7) correspondent aux seuils décrits dans la littérature : températures 25°C à 30°C (Balarin et Haller, 1982 ; Chervinski, 1982 ; Philippart et Ruwet, 1982) ; pH varie de 5 à 11 (Kestemont, et al., 1989) ; l'oxygènes dissous ≥ 5 mg/L (Mélard, 2007).in (Moussaoui, 2022)

- L'étude des paramètres biométriques (taille totale (LT), taille standard (LS), et poids) des individus du tilapia rouge à révéler des valeurs moyennes, des dix individus du tilapia qui ont été partagés en trois groupes : petit (n=4), moyen (n=3) et grand (n=3) selon leurs tailles totales, tailles standards et selon leurs poids.

-La taille totale (LT) (cm) :

La valeur moyenne de taille totale du groupe 1 (petite) est de $21,300 \pm 0,812$ cm, cette valeur est supérieure à la valeur de la littérature qui est inférieure ou égale à 14 cm.

La valeur moyenne de taille totale du groupe 2 (moyenne) est de $24,333 \pm 1,563$ cm, cette valeur est supérieure de la littérature qui est entre 14 et 20 cm.

La valeur moyenne de taille totale du groupe 3 (grande) est de $31,133 \pm 2,774$ cm, cette valeur est la même correspond aux valeurs de la littérature qui est à partir de 20 cm. (Guide des espèces 2023)

- La taille standard (LS) (cm) :

La valeur moyenne de taille standard du groupe 1 (petite) taille est de $18,450 \pm 1,630$ cm, cette valeur est supérieure à la valeur de la littérature qui est inférieure ou égale à 14 cm.

La valeur moyenne de taille standard du groupe 2 (moyenne) est de $19,900 \pm 1,277$ cm, cette valeur est la même que celle de la littérature qui est entre 14 et 20 cm.

La valeur moyenne de taille standard du groupe 3 (grande) est de $25,233 \pm 1,801$ cm, cette valeur est la même correspond aux valeurs de la littérature, qui est à partir de 20 cm. (Guide des espèces 2023)

-Poids (g) :

La valeur moyenne du poids du groupe 1 (petite) est de $152,125 \pm 8,615$ g.

La valeur moyenne du poids du groupe 2 (moyenne) est de $211,833 \pm 43,475$ g.

La valeur moyenne du poids du groupe 3 (grande) est de $414,833 \pm 125,675$ g.

D'après la littérature le poids de petits poissons est inférieur à 200 g, les poissons moyen est entre [200- 400] g (Badiane 2018).et les grands poissons à partir de 400 g (FAO, 2009)

Nos valeurs sont les mêmes ou sensiblement égales à celle présentée dans la littérature.

- La comparaison des moyennes deux à deux de (taille totale (LT), taille standard (LS), et poids chez les trois sous-groupes des individus du tilapia créés : petit (G1), moyen (G2) et grand (G3) :

La comparaison des moyennes deux à deux de la taille totale a révélé que la différence est significative ($P < 0,05$) pour les sous-groupes du tilapia : G1 vs. G2 ; G1 vs. G3 ; G2 vs. G3 (Tableau 9, page 29).

La comparaison des moyennes deux à deux de la taille standard a révélé que la différence est significative ($P < 0,05$) seulement pour les sous-groupes du tilapia : G1 (LS) vs. G3 (LS), et G2 (LS) vs. G3 (LS) (tableau 11, page 30).

La comparaison des moyennes deux à deux du poids a révélé que la différence est significative ($P < 0,05$) seulement pour les sous-groupes du tilapia : G1 (g) vs. G2 (g), et G1 (g) vs. G3 (g) (tableau 13, page 32)

Ceci montre que la création des groupes de petite, moyenne et grande taille est correcte

- Relation entre les paramètres biométriques (taille totale (LT), taille standard (LS), et poids) du tilapia :

À partir de (tableau 29 page 41, et figures 27, 28, et 29 page 41,42) on observe des corrélations positives et significatives entre les paramètres suivants :

Taille totale (cm) et taille standard (cm).

Taille totale (cm) et poids (g).

Taille standard (cm) et poids (g).

Ceci montre que nous avons effectué correctement les mesures de taille totale (LT), taille standard (LS), et poids

- Valeurs de calcium (mg/g) du tilapia rouge :

L'étude des différentes concentrations en calcium des différents compartiments du poisson (chair, (squelette +tête+ peau), et viscères) montré que la concentration moyenne de :

Calcium extrait de la chair est de $3,750 \pm 1,031$ (mg/g).

Cette valeur est inférieure par rapport aux valeurs de la littérature 8,200 (mg/g). (Nutraqua 2023).

Ceci s'explique par l'appauvrissement de l'alimentation ainsi que du milieu en calcium pendant la période où les individus ont été capturés.

Calcium extrait du (squelette, de la tête et de la peau) est de $26,453 \pm 4,195$ (mg/g),

Cette valeur est supérieure par rapport aux valeurs de la littérature qui est 15,810 (mg/g) (Maia, in Petenuci et al. 2008).

Calcium extrait des viscères est de $6,462 \pm 1,000$ (mg/g).

Cette valeur est légèrement inférieure par rapport aux valeurs de la littérature 8,160 (mg/g). (Anses. 2020)

Ceci s'explique par l'appauvrissement de l'alimentation ainsi que du milieu en calcium pendant la période où les individus ont été capturés.

- Relation entre les paramètres biométriques et les valeurs du calcium :

L'étude de la distribution des valeurs du calcium par rapport aux paramètres biométriques mesurés (longueur totale (LT), longueur standard (LS), et poids) n'a révélé qu'aucune corrélation positive et significative n'a été observée entre ces paramètres suivants : (tableau 30 page 43 et figures : 30, 31, 32, 33, 34, et 35 page 43, 44, 45,46).

Ceci montre que les concentrations en calcium sont indépendantes des paramètres biométriques.

- La comparaison des moyennes deux à deux de (la taille totale (LT), taille standard (LS), et poids) en fonction du sexe (femelles (n=6) et mâles (n=4)) :

Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée en ce qui concerne la comparaison des moyennes deux à deux de la taille totale (tableau 14, page 33), de la taille standard (LS) (tableau 15, page 33) et de poids (tableau 16, page 33).

- Comparaison des concentrations moyennes en calcium deux à deux des trois sous-groupes petit, moyen et grand :

Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée en ce qui concerne la comparaison des moyennes deux à deux des trois sous-groupes : petit, moyen et grand. Au niveau de la chair (tableau 19, page 36) et au niveau du (squelette + tête + peau) (tableau 20, page 36).

- Comparaison des concentrations moyennes deux à deux en calcium extrait de la chair, du (squelette+ tête + peau) et des viscères :

La différence est très significative ($P < 0,0005$) entre le calcium (mg/g) de chair et de (squelette +tête +peau) (tableau 21, page 37), et elle est significative ($P < 0,05$) entre le calcium (mg/g) de chair et le calcium (mg/g) des viscères (tableau 22, page 37), et entre le calcium (mg/g) de (squelette +tête +peau) et le calcium (mg/g) des viscères (tableau 23, page 37).

Ceci montre que le calcium est concentré au niveau du (squelette +tête +peau) du poisson.

- Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair et du (squelette+ tête+ peau) en fonction du sexe de tilapia :

Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée entre les mâles et les femelles en ce qui concerne les concentrations en calcium au niveau de la chair, et du (squelette +tête+ peau) (tableau 24, page 38). Par contre une différences très significative ($P < 0,0005$) a été observée au sein des femelles et au sein des mâle en ce qui concerne les valeurs du calcium de la chair comparées aux valeurs du calcium du (squelette + tête + peau) (tableau 24, page 38).

2. La daurade royale

- L'étude des paramètres biométriques (taille totale (LT), taille standard (LS), et poids) des individus de daurade royale ($N=2$) a révélé des valeurs moyennes : (tableau 25, page 39)

- La valeur moyenne de la taille totale (LT) est de $28,950 \pm 4,313$ cm

Cette valeur est la même ou sensiblement égale par rapport aux valeurs de la littérature [20-30] (cm) (FAO 2023)

-La valeur moyenne de la taille standard (LS) est de $24,500 \pm 4,243$ cm

Cette valeur est la même ou sensiblement égale par rapport aux valeurs de la littérature [20-30] (cm) (FAO 2023)

-La valeur moyenne du poids est de $418,000 \pm 166,877$ g

Cette valeur est supérieure par rapport aux valeurs de la littérature qui est (350g) (FAO, 2023).

- Relation entre les paramètres biométriques (taille totale (LT), taille standard (LS), et poids) :

Pour la daurade royale le nombre d'individus était de 2, donc on n'a pas pu effectuer l'analyse des moyennes deux à deux et la corrélation entre les trois paramètres biométriques mesurées.

- Valeurs du calcium (mg/g) de la daurade royale :

Les différentes concentrations en calcium, ont été étudiées sur différents compartiments du poisson (chair, squelette +tête+ peau, et viscères) les résultats montrent les valeurs moyennes suivantes : (tableau 26, page 39)

Calcium extrait de la chair : La concentration moyenne est de $2,727 \pm 0,561$ (mg/g), Cette valeurs est sensiblement égale par rapport aux valeurs de la littérature qui est 2,34 (mg/g) (Anses. 2020).

Calcium extrait du squelette, de la tête et de la peau : La concentration moyenne est de $20,107 \pm 3,153$ (mg/100g), Cette valeurs est inférieure par rapport aux valeurs de la littérature 33.30 (mg/g) (Anses. 2020).

Calcium extrait des viscères : La concentration est de $1,372 \pm 0.000$, Cette valeurs est inférieur ou par rapport aux valeurs de la littérature 7,5 (mg/g) (Nutraqua, 2023).

- Relation entre les paramètres biométriques et entre le calcium et les paramètres biométriques de la daurade royale :

Vu le nombre d'individus est égale à 2, on n'a pas pu étudier les corrélations de ces paramètres.

- Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, (squelette+ tête +peau) et viscères :

La différence est significative ($P < 0,05$) entre le calcium (mg/g) de chair et de (squelette +tête+ peau) (tableau 26, page 39)

3. Comparaison entre les deux espèces étudiées (daurade royale et tilapia rouge)

- La Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait de la chair, du (squelette +tête+ peau) et viscères du tilapia et de la daurade a révélé :

Une différence est très significative ($P < 0,0005$) entre le calcium (mg/g) de la chair du tilapia et le (squelette +tête+ peau) de la daurade, et entre la chair de daurade et le (squelette +tête+ peau) du tilapia, et entre les viscères de daurade et le (squelette +tête+ peau) du tilapia (tableau 27, page 40).

- Comparaison des moyennes deux à deux du calcium extrait des poissons entiers (tilapia et daurade) :

Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée par comparaison des moyennes deux à deux du calcium entre les deux poissons étudiés tilapia et daurade (tableau 28, page 40).

Conclusion

Conclusion

Les paramètres biométriques (longueur totale (LT), longueur standard (LS), et poids) sont indépendants du sexe des espèces étudiées, Aucune différence significative n'a été observée en ce qui concerne la comparaison des moyennes deux à deux de ces paramètres.

On a observé des corrélations positives et significatives entre les paramètres biométriques (longueur totale (LT), longueur standard (LS), et poids), Ceci montre que nous avons effectué correctement les mesures de taille totale (LT), taille standard (LS), et poids.

De même l'étude a révélé que les concentrations en calcium sont indépendantes des paramètres biométriques (longueur totale (LT), longueur standard (LS), et poids), aucune corrélation positive et significative n'a été observée par comparaison des moyennes deux à deux.

Il a été observé aussi que ces concentrations en calcium sont indépendantes du sexe des espèces étudiées, aucune différence significative n'a été observée.

Notre travail a montré que les concentrations en calcium sont beaucoup plus importantes au niveau du squelette+ tête +peau du poisson par rapport à la chair et les viscères, pour les deux espèces étudiées (tilapia rouge et daurade royale) donc, on peut valoriser ces compartiments du poisson (squelette+ tête + peau) pour extraire du calcium et l'utiliser dans la fabrication d'aliment et de farine pour poisson.

De même notre étude a montré que ces concentrations moyennes en calcium sont indépendantes de l'espèce étudiée, toutefois il serait souhaitable d'avoir le même nombre d'individus des espèces étudiées pour vérifier l'existence ou non d'une différence significative.

Et ces concentrations sont aussi étroitement liées à l'alimentation et le milieu d'élevage des poissons.

Il serait souhaitable de reprendre ce travail avec un nombre d'échantillons plus important et de faire l'analyse du calcium ainsi que d'autres minéraux avec d'autres méthodes comme la spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abdoul Aziz, B., (2018). Manuel de production des alvins de tilapia : Gestion de la qualité des eaux en aquaculture. DIVECO2. Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche.

Ait-Sali, I., , Ghezali, L., (2022). Etude de quelques algues marines de la région de Tipaza : Systématique et valorisation Mémoire d'ingénieur. Aquaculture. Dely Brahim : ENSSMAL 89 p.

Allen, P J., , al., (2009). Régulation du calcium dans les populations sauvages d'un poisson cartilagineux d'eau douce, l'esturgeon jaune *Acipenser fulvescens*. Biochimie et physiologie comparées Partie A : Physiologie moléculaire et intégrative, vol. 154, n° 4, p.p. 437-450.

Aminot, A, Chaussepied., , al., (1983). Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Brest : CNEXO, p.p. 285-295

Aquaportail, (2023). AquaPortail : aquariophilie et biologie [en ligne]. [Consulté le 29 juin 2023]. Disponible sur web : <https://www.aquaportail.com>

Anses. (2020). Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqual [en ligne]. [Consulté le 27 juin 2023]. Disponible sur web : <https://ciqual.anses.fr/>

Bauchot M.L. , Hureau J.C. (1986). Sparidae. In: Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean, vol. 2. UNESCO: United Kingdom, p.p. 883-907.

Belco Latifou, Akim, et al., (2019). Changements Post Mortem et Evaluation de la Qualité du Poisson Destiné à la Consommation Humaine : Revue de la Littérature. 2019, Vol. 17, p.p. 111-141

Bhujel, R C. (2014). A manual for tilapia business management. Cabi.

Buděšínský, B., (1969). Acidity of several chromotropic acid azo derivatives. *Talanta*, vol. 16, no 9, p.p. 1277-1288.

Bushinsky , Monk, (1998). Calcium. *The lancet*, vol 352, p.p. 306-311

Chaoui, L., Kara., , al., (2005). Alimentation et condition de la dorade *Sparus aurata* (Teleostei: Sparidae) dans la lagune du Mellah (Algérie Nord-Est). *CBM-Cahiers de Biologie Marine.*, 46(3), p.p. 221-226.

Diercks, D B., , al., (2004). Manifestations électrocardiographiques : anomalies électrolytiques. *Le journal de la médecine d'urgence*, vol. 27, n° 2, p.p. 153-160.

Dissi R.(2021). Evolution de la croissance de la daurade d'élevage au niveau de la ferme SRL AQUACAP (Beni Ksila, Béjaïa). Mémoire d'ingénieur. Aquaculture. Dely Brahim : ENSSMAL 65 p.

El-Gamal A. R. A. L., (1987). “Reproductive Performance, Sex Ratios, Gonadal Development, Cold Tolerance, Viability and Growth of Red and Normally Pigmented Hybrids of *Tilapia aurea* and *T. nilotica*”. Ph. D. Dissertation, Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama 36849, USA.

El-Sayed, A.-F.M., (2006). Culture du Tilapia. CABI, 2006. 1ère édition. p 277

FAO, (2009). *Oreochromis niloticus*. Dans Fiches d’information sur les espèces aquatiques cultivées. Rakocy. [En ligne]. [Consulté le 13 mai 2023]. Disponible sur web : https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/fr/fr_niletilapia.htm

FAO, (2022). la situation mondiale des pêches et de l’aquaculture 2022. vers une transformation bleue. Rome. p 244. [En ligne]. [Consulté le 14 mars 2023]. Disponible sur web : <https://doi.org/10.4060/cc0461fr>

FAO, (2023). Espèces aquatiques cultivées - *Sparus aurata* [en ligne]. [Consulté le 14 mai 2023]. Disponible sur web : https://www.fao.org/fishery/fr/culturedspecies/sparus_aurata_fr/fr

Frédéric Melki. (2019). INPN. Fondation Biotope, Tilapia du Mozambique, lapia [en ligne]. [Consulté le 13 mai 2023]. Disponible sur web : https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/419269/tab/fiche#:~:text=C'est%20un%20poisson%20omnivore,un%20tr%C3%A8s%20fort%20potentiel%20invasif

Guyennet, F , de la Pomélie, C. (2000). La pisciculture marine française, une activité récente et pionnière en Europe. Agreste Cahiers (France), 2000.p.p. 39-48

Guide des espèces, (2023). À l’usage des professionnels [en ligne]. [Consulté le 15 juin 2023]. Disponible sur web : <https://www.guidedesespeces.org>

Harford, C., Sarkar, B. (1997). Iron in the marine environment. Environmental geochemistry and health 19(2-3), p.p. 109-121

Jauncey, K., et al., (1998). Propriétés physiques et nutritionnelles des granulés d’ensilage de poisson fermentés humides comme supplément protéique pour le tilapia (*Oreochromis niloticus*). Science et technologie de l’alimentation animale. vol. 71, n° 1-2, p.p. 11-18.

Kestemont P., Micha, J C., et al., (1989). Les Méthode de Production d’Alevins de tilapia nilotica. ADCP/REP/89/46, PNUD-FAO, Rome, 132 p.

Kiefer-Hecker, B., et al., (2018). Effects of low phosphorus supply on the availability of calcium and phosphorus, and musculoskeletal development of growing dogs of two different breeds. Journal of animal physiology and animal nutrition, vol. 102, no 3, p.p. 789-798.

Kraïem M., Azaza M.S. (2007). Etude de la tolérance a la température et à la salinité chez le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L.) élevé dans les eaux géothermales du sud tunisien. Vol.34, p.p. 145-155.

Lazard, (2009). La pisciculture des tilapias. Cahiers Agriculteurs. Vol. 18, pp. 174-182.

Lazard, J., Azaza Mohamed Salah. (2019). Guide technique pour le développement de la pisciculture intégrée en Algérie. Alger : DIVECO 2 ; Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche.

Lounas, R. (2014). Extraction et dosage des protéines et des lipides à partir de la chair de la daurade sauvage-Sparus (Linné, 1758) .Mémoire d'ingénieur Aquaculture. Dely Brahim: ENSSMAL 52 p.

Malcom C., Beverid J. E. H. et al., (2000). Tilapias : biology and exploitation. Institut of aquaculture. Université of sterling, Scotland , kluwer Académie publisher .105 p.

Maria, E., Flávia, B S., et al., (2008). Fatty acid concentration, proximate composition, and mineral composition in fishbone flour of Nile Tilapia. Caracas mar. vol.58 n.1 p.p. 2309-5806.

Melard C., (2007). Base Biologique de l'aquaculture. Université de Liège (ULG) Belgique. Notes de cours de Master complémentaire en aquaculture

Mnhn & Ofb [Ed]. (2003-2023). Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), [en ligne]. [Consulté le 29 juin 2023]. Disponible sur web : <https://inpn.mnhn.fr>.

Mostefai, S L., (2019). Etude comparative d'un aliment commercial distribué en poudre et en granulé au cour de l'élevage du tilapia du Nil (tilapia nilotica). Mémoire d'ingénieur. Aquaculture. Dely Brahim : ENSSMAL 75 p.

Moussaoui, R. (2022). Evaluation d'une production piscicole dans un système d'alimentation associé. Mémoire d'ingénieur. Aquaculture. Dely Brahim : ENSSMAL . 61 p.

Nutraqua, (2022) .Projet « Composition nutritionnelle des produits aquatiques » <https://www.nutraqua.com>

Oussaid, M. (2023). FAO. Algérie. Texte par Division des pêches et de l'aquaculture [en ligne]. Rome. [Consulté le 29 juin 2023]. Disponible sur web : <https://www.fao.org/fishery/en/countrysector/dz/fr>

Oudjane, F. (2017). Ecologie et Biologie de la Sparus aurata (Linnaeus., 1758) du golfe de Skikda et de la baie d'Annaba (Nord-Est Algérien). Thèse de doctorat en sciences. Annaba : Université badji mokhtar.135p.

Perrone, D., Monteiro, M., (2015). Chapter 5. The Chemistry of Calcium, in: Preedy, V.R. (Ed.), Food and Nutritional Components in Focus. Royal Society of Chemistry.

Pravina, P., Sayaji, D., et al., (2013). Le calcium et son rôle dans le corps humain. Revue internationale de recherche en sciences pharmaceutiques et biomédicales , , vol. 4, n° 2, p.p. 659-668.

Quéro, J. C., &Vayne, J. J. (1997). Les Poissons de Mer des Pêches françaises.paris : Ifremer/Delachaux et niestlé. .p.304

Robert W N., (2003). Salinity tolerance of juveniles of four varieties of tilapia.

Rodier, J., Merlet, N., Coll. (2009). L'analyse de l'eau. Paris : 9^e éditions. Entièrement mise à jour Dunod.

Titchenal, C.A., Dobbs, J., (2007). A system to assess the quality of food sources of calcium. J. Food Compos. Anal. 20, p.p. 717–724

Touahria Nacira.(2020). Effet du type d'aliment sur quelques paramètres de production de tilapia rouge dans la région de Biskra. Mémoire master. Biskra : Université de Biskra. 65p.

Trinh., et al., (2021). Évaluation des performances des souches améliorées de tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) au Ghana. Aquaculture, vol. 530, p.p. 735-938.

Weiss, N., (2006). Neuronal voltage-gated calcium channels regulation by heterotrimeric G-proteins.

Witten,P.E.,et Huysseune, A. (2009). A comparative view on mechanisms and functions of skeletal remodelling in teleost fish, with special emphasis on osteoclasts and their function. Biological Reviews, 84(2), p.p.315-346.

Yang, J., et al., (2012). Plant Calcium Content: Ready to Remodel. Nutrients 4, p.p. 1120–1136.

Annexes

Annexes

Tableau : paramètres physico-chimique d'eau d'élevage de tilapia

Analyse	Unité	valeurs
pH	-	7,15
Température	°C	25
Oxygène dissous	mg/l	5,2
Calcium	mg/L	95,20
Nitrites	mg/L	<0,20
Nitrates	mg/L	<0,20
Ammonium	mg/L	<0,30

Tableau : les mesures biométriques de longueurs et de poids de « tilapia rouge »

Espèce (tilapia rouge)	Sexe	Longueur (cm)		Poids en (g)						
		totale	standar d	L'espèce (total)	la chair		Squelette + tête+ peau		viscères	
					Humide	Sèche	Humide	Sèche	Humide	Sèche
T1	F	26.0	21.3	260	66	15.30	131	47.10	149.5	40.61
T2	F	22.9	18.8	175.5	52	10.65	92	27.94		
T3	M	34.2	27.3	557.5	167	30.11	300.5	74.10		
T4	F	22.3	18.3	142	51.5	19.76	66	21.40		
T5	F	20.5	17.3	154.5	34	5.52	68.5	17.24		
T6	F	28.8	24.0	320.5	94	19.75	174.5	51.19		
T7	M	20.8	17.4	149.5	46	8.00	71.5	22.43		
T8	M	30.4	24.4	366.5	101.5	19.34	192.5	52.59		
T9	F	21.6	20.8	162.5	45	8.91	83.5	25.10		
T10	M	24.1	19.6	200	52	11.12	101.5	28.47		

Tableau : les mesures biométriques de longueurs et de poids de la « daurade royale »

Espèce (daurade royale)	sexe	Longueur (cm)		Poids (g)						
		total	standard	Espèce (total)	la chaire		(squelette +tête+ peaux)		viscères	
					humide	sèche	humide	sèche	humide	sèche
1	M	25.9	21.5	300.0	147	42	110	44	71	22.1
2	M	32.0	27.5	536.0	266	73	197	79		

Tableau : Concentrations en calcium chez les espèces de tilapia étudiées

Espèces (tilapia)	Concentration en Ca ²⁺ (mol/L)	Concentration en Ca ²⁺ (mg/L)	Concentration en Ca ²⁺ (mg/g)
T1 (squelette)	0.003	120.23	23.56
T1 (chaire)	0.0004	16.03	2.99
T2 (squelette)	0.0038	152.29	31.62
T2 (chaire)	0.0006	24.04	4.48
T (viscères)	0.0006	24.04	6.46

Tableau : Concentrations en calcium chez les espèces de la daurade royale étudiées

Espèces (daurade royale)	Concentration en Ca ²⁺ (mol/L)	Concentration en Ca ²⁺ (mg/L)	Concentration en Ca ²⁺ (mg/g)
D1 (squelette)	0.0022	88.17	17.87
D1 (chaire)	0.0003	12.02	2.33
D2 (squelette)	0.0026	104.20	22.33
D2 (chaire)	0.0004	16.03	3.12
D (viscères)	0.0002	8.01	1.37



Figure : Four à moufle



Figure : Dessiccateur



Figure : Etuve

Business Model Canvas

Business Model Canvas

Partenaires clés	Activités Clés	Propositions de valeur	Relation Client	Clients
<ul style="list-style-type: none"> -ANADE. -ASF. -L'incubateur de l'école(blue start). -ministères de (pêche,commerce,agriculture). -Fournisseurs d'aliment Pet food. -Fournisseurs geniteurs Aqupro (Oran),Aquacine (Alger). -Fournisseurs du matériels Bassins d'elevage el bahri (cap djenat boumerdas) Pompes d'eau med stor (Tebessa). -Fournisseurs végétaux pipinières chérage(Alger). 	<ul style="list-style-type: none"> -Production des poissons d'ornements « Carpe Koi ». -Production des végétaux bio(aquaponie). -Commercialisation. 	<ul style="list-style-type: none"> -Production des grandes pièce de la carpe koi (géniteurs). -Fournir un produit local et offrir des variétés de koï. -Exploitation des zones non adaptés à l'agriculture -Production des végétaux Bio (sans engrais chimiques sans pesticides). 	<ul style="list-style-type: none"> -Livraison à domicile. -Qualité. -Garantie. -Promotions. -Fiche technique des produits -Réseaux sociaux. -Les prix concurrentiels. -Paiement à domicile et par carte. 	<p>Marché cible:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les revendeurs de poissons d'ornement. -Les ferme aquacole(d'élevage de poisson d'eau douce). -Les agriculteurs. <p>Le marché potentielle :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les sociétés intéressées a la décoration par les poissons d'ornement(Hotels, restaurants, ect...). -Les passionnés par les poisson d'ornement. -Les gens qui sont intéressés par les produits Bio (les sportifs ...).
	Ressources clés		Canaux	
	<ul style="list-style-type: none"> Bassins , étangs , pompes d'eau, Aérateurs et diviseurs d'oxygène , groupe électrogène, géomembrane , aquariums, , Tubes en PVC et plaques en polyptères,aliment, hormones. 		<ul style="list-style-type: none"> -Les magasins de vente et les fermes ;les suppermaché) -En ligne. -Livraison. -Show room. - Alger. -Tipaza. - Blida. 	

Coûts	Revenus
<p>-3 étangs (géomembrane+les serre) : 2 700 000 DA. -Ecloserie(bassins+aquariumes+laboratoire) : 1 000 000DA. -Aérateurs et diviseurs d'oxygène : 90 000 DA. -Groupe électrogène : 100 000 DA. -La senne et les épuisettes(pour la récolte) : 300 000 DA. -Pompes d'eau : 200 000 DA. -Tubes en et plaques en polyptères (aquaponie) : 1 000 000 DA. -5 Salaries : 3 000 000 DA. Total : 9 500 000 DA.</p>	<p>Vente des alevin de koi (10-20 cm) par piece (32 400 000 DA). Vente des géniteurs (+25cm) (22 500 000 DA). Vente des différents végétaux (fraise , menthe ...) (460 000 DA).</p>

1. Projet :

L'intégration de l'aquaponie dans l'élevage de poisson d'ornement « la Carpe koï ».

Green-koï

2. Porteurs de projet :



Nom : Hamidi

Prénom : Walid

Spécialité : Aquaculture



Nom : Kahlerras

Prénom : Merouane

Spécialité : Aquaculture

3. Introduction :

80% des projets d'aquaculture en Algérie est principalement axé sur l'élevage traditionnel destiné à la consommation. L'utilisation du système aquaponique est également moins répandue.

Dans ce but notre projet se concentre sur l'intégration de deux domaines importants au sein d'un système innovant et non conventionnel, qui consiste à combiner l'élevage de poissons d'ornement « la carpe koi » et l'aquaponie.

Les « carpes koi » sont très prisées dans le commerce des poissons d'ornement, et l'aquaponie offre une méthode de production plus rentable.

Cette approche permet de créer un écosystème équilibré et durable où les poissons et les plantes se soutiennent mutuellement.

Notre objectif dans les 3 premiers ans c'est la réalisation d'une ferme aquacole d'une production de mille géniteurs de koi (+de 30cm) +36 mille alevins de koi (15-20cm)+1.5 tonne des végétaux (fraise, menthe, poivron, épinards...)

4. Problématiques :

- Le mauvais choix de l'espèce d'élevage car le coût d'aliment est plus élevé par rapport au prix de poissons comestibles et aussi le temps de la nature de reproduction.
- La demande croissante sur des différentes variétés de koi (qui ont une grande valeur esthétique), généralement importées.
- La présence de vastes surfaces rocheuses et désertiques non adaptées à l'agriculture.
- Le problème de sécheresse et de la rareté de l'eau douce
- Des endroits touristiques non exploités en Algérie
- La carence des grandes pièces de la carpe koi (les géniteurs)
- Le besoin des consommateurs à des produits bio

5. Valeurs ajoutés :

- Exploitation des zones non adaptés à l'agriculture par l'intégration de la culture des végétaux sans sol avec l'aquaculture.
- La réduction des pertes d'eau et leur filtration par l'aquaponie garantie la durabilité et la préservation de l'environnement et l'utilisation responsable des ressources.
- Fournir un produit local et offrir des variétés de koï qui sont élevés localement sans avoir à les importer.
- La carpe koï nous permet d'effectuer plusieurs cycle de production par an et aussi en peut le vendre par pièce donc le cout d'aliment n'affecte pas le prix de poisson.
- Création des espaces esthétiques pour le tourisme par exemple : des aquariums dans les musées, les jardins...
- La culture des végétaux sans pesticides et sans engrais chimique.

6. Activités Clés :

-Production des poissons d'ornements « Carpe Koi »

-Production des végétaux bio(aquaponie).

-Commercialisation.

7. Ressources clés :

Bassins , étangs , pompes d'eau, Aérateurs et diviseurs d'oxygène , groupe électrogène, géomembrane, , aquariums, , Tubes en PVC et plaques en polyptères,aliment, hormones.

8. Le marché :

Notre projet est focalisé d'abord au niveau régional dans les 3 ans premier puis nous étendrons notre présence à l'échelle régionale et nationale puis l'international

La commercialisation des poissons:

-Les magasins de vente des poissons d'ornement

-Les sociétés publiques et privés

-Les fermes aquacoles

-Le tourisimes

-Les agriculteurs

La commercialisation des végétaux (aquaponie):

-Pour les gens qui ont des maladies causé par les produits chimiques

-Pour les sportifs et toutes les catégories qui préfère le produit bio

9. Canaux de distributions :

-Les magasins de vente et les fermes ;les supermarché.

-En ligne (facebook, instegram...)

-Livraison.

-Show-room .

-distribution régionale: Alger, Tipaza, et Blida.

10. Relation clients :

-Livraison à domicile : assurer la livraison régionale aux clients et par les sociétés de livraison dans les 58 wilayas.

-Qualité : la satisfaction des clients est primordiale que ce soit en terme de produit ou de service.

-Garantie : assurer le bonne état de produit

-Promotions

-Fiche technique des produits : orienter nos client par des instruction pour faciliter les soins de ces produits aquacoles

-Réseaux sociaux.

-Les prix concurrentiels.

-Payement à domicile et par carte.

11. Les concurrents :

- Les magasins de vente : aqua-louka Fish, Aqua Cine.
- Les fermes aquacoles : Garden aqua, Bessaad Fish farm.
- En ligne : aqua pro d'Oran.
- L'aquaponie: les vendeurs dans les marchés publique.

12. Partenaires clés :

- ANADE.
- ASF.
- L'incubateur de l'école(blue start).
- ministères de (pêche,commerce,agriculture).
- Fournisseurs d'aliment (Pet food).
- Fournisseurs geniteurs Aqupro (Oran),Aquacine (Alger).
- Fournisseurs du matériels Bassins d'elevage el bahri (cap djenat boumerdas) Pompes d'eau med stor (Tebessa).
- Fournisseurs végétaux pipinières chéraga(Alger).

13. Estimation économiques pour la réalisation de projet :

coût d'investissement	Capacité	Les coûts
3 étangs (<u>géomembrane+les serre</u>)	750 m2	2 700 000 DA
Ecloserie(<u>bassins+aquariumes+laboratoire</u>)	4 de (2000L) 4 de (3000L) 20 de (200L)	1 000 000DA
Aérateurs et diviseurs d'oxygène		90 000 DA
Groupe électrogène	5 KVA	100 000 DA
La senne et les épuisettes(pour la récolte)		300 000 DA
Pompes d'eau	3	200 000 DA
Tubes en et plaques en polyptères (<u>aquaponie</u>)	500 m 250 m2	1 000 000 DA
Autres: (balance, <u>multiparamètre,véhicule</u>)		1 500 000 DA
Total		6 890 000 DA

14. Estimation économiques des coûts de production :

Coût		1 ^{ère} année (DA)	2 ^{ème} année (DA)	3 ^{ème} année (DA)
Coûts (fixes et variables)	-Local	- 500 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Electricité	- 500 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Eau	- 600 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Salarier	- 3 000 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Assurance	- 500 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Impôts	- -----		-
	-Transport	- 200 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Géniteurs	- 300 000	-	-
	-Aliments	- 1 000 000	950 000	950 000
	-Hormones	- 10 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Plantes	- 50 000	-	-
	-Marketing	- 100 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Abonnement	- 50 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Amortissements	- 690 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	-Autres	- 100 000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
TOTALE (DA)		7 600 000	7 200 000	7 200 000

15. Chiffre d'affaire et revenu de projet :

	1 ^{ère} année		2 ^{ème} année		3 ^{ème} année	
produit	Quantité	Revenu	Quantité	Revenu	Quantité	Revenu
Alevins (pièce)	16 500	13 200 000	12 000	9 600 000	12 000	9 600 000
Géniteurs (pièce)	-	-	-	-	1500	22 500 000
Végétaux(kg)	560	110 000	600	150 000	650	200 000
C.A (DA)		13 310 000		9 750 000		32 300 000
Résultat (DA)		5 710 000		2 550 000		25 100 000

Résumé

Etude de la composition minérale de quelques espèces aquacoles : le dosage de calcium dans le but de faire la comparaison entre deux espèces d'eau de mer et d'eau douce élevés en Algérie, qui sont respectivement la daurade royale (*Sparus aurata*) et tilapia rouge (*Oreochromis sp*), nous nous sommes intéressés à étudier les concentrations de calcium des différents compartiments de ces poissons (chair, squelette +tête+ peau et viscères) ,Ainsi la relation entre les paramètres biométriques(taille et poids) et le sexe (mâle, femelle) et les valeurs de calcium obtenus. Le nombre des échantillons analysés sont dix individus de tilapia rouge et deux individus de la daurade royale. Les résultats obtenus constituent une étape préliminaire pour l'étude et la valorisation de ces produits aquacoles pour la consommation humaine et la fabrication d'aliment et de farine pour poissons.

ملخص:

دراسة تركيب المعادن لبعض أنواع الأسماك المزروعة: قمنا بقياس مستوى الكالسيوم بهدف المقارنة بين نوعين من الأسماك المزروعة في الجزائر، وهما القاجوج الملكي (*Sparus aurata*) والبلطي الأحمر (*Oreochromis sp*)، واهتمنا بدراسة تركيز الكالسيوم في أجزاء مختلفة من هذه الأسماك (اللحم والهيكل العظمي + الرأس + الجلد والأحشاء). وبالإضافة إلى ذلك، درسنا العلاقة بين المعايير البيومترية (الحجم والوزن) والجنس (ذكر وأنثى) وقيم الكالسيوم المحصلة. تم تحليل عشرة عينات من البلطي الأحمر وقطعتين من القاجوج الملكي. وتأتي هذه النتائج كخطوة أولية لدراسة واستغلال هذه المنتجات المزروعة للاستهلاك البشري وصناعة الأعلاف وفريته الأسماك.

Abstract:

Calcium measurement for comparing two species raised in Algeria, namely the gilthead seabream (*Sparus aurata*) and red tilapia (*Oreochromis sp*). We were interested in studying the calcium concentrations in different compartments of these fish (flesh, skeleton + head + skin, and viscera). Additionally, we examined the relationship between biometric parameters (size and weight), sex (male, female), and the obtained calcium values. Ten samples of red tilapia and two samples of gilthead seabream were analyzed. The results obtained represent a preliminary step towards studying and valorizing these aquaculture products for human consumption, as well as for the production of feed and fishmeal.

