

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهينة الساحل

Ecole 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 en Sciences de la Mer
Option : aquaculture

Sujet :

**Formulation, fabrication et essai d'un aliment pour
les poissons d'ornement**

Présenté par : **YAHIAOUI Zineb**

Soutenu le : 02/11/2014.

Mme DJEGHRI.B (Professeur)

Présidente

Mme AMROUCHE. L (Maitre de conférences A)

Examinatrice

Mme AISSOU.CH (Maitre de conférences B)

Examinatrice

M.BELHASNAT.K (Maitre de conférences A)

Promoteur

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes chères mères (LOUIZA et YAMNA)

À mes chers pères (MUSTAPHA et BELKACEM)

Pour tous les sacrifices qu'ils ont faits pour m'offrir le climat idéal de travail, et qui m'ont apporté leurs soutiens et leurs encouragements, leurs conseils depuis toujours.

À mes chers frères : YOUNES et YAHIA

*À mes chères sœurs : AMINA, HANANE et leur mari Yacine
QUE dieu les protège « **inchallah** »*

Ainsi qu'à ma grand-mère et toute ma famille

*À mes chères amies RYHANE, CHALABIA, Siham et sans oublier
AISSA AMINE qui ont été toujours présents pour moi pendant
toutes ces années*

*Et en fin à tous mes chers amis, à toute la promotion
AQUACULTURE (2013-2014) et à tous les enseignants de
l'ENSSMAL.*

Merci

Remerciements

Je rends grâces à Allah, pour nous avoir accordés santé et courage jusqu'à l'aboutissement de nos études, et l'accomplissement de ce modeste travail.

Au terme de ce travail, c'est avec émotion que je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

*Qu'il me soit tout d'abord permis d'exprimer ma profonde gratitude à Mr **BELHASNAT .K** pour l'enthousiasme qu'il m'a communiqué tout au long de cette étude, et pour avoir bien voulu placer ce travail sous leur parrainage en acceptant de m'encadrer et ce nonobstant leurs multiples occupations.*

*Je tiens, à remercier les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail : Mme **AMROUCHE. L**, Mme **AISSOU CH** d'avoir accepté d'évaluer ce travail et Mme **DJEGHRI .B** d'avoir accepté de présider le jury*

*Je tiens particulièrement à remercier le responsable de la ferme Aquacole d'**ENSSMAL M.HANICHE HASSANE**, et les techniciens du **CNRDPA** pour leurs aides précieuses.*

Je tiens également à remercier le personnel de la bibliothèque.

Sommaire

Sommaire

INTRUDUCTION.....	13
-------------------	----

Première partie : Etude bibliographique.

Chapitre I : BIOLOGIE ET ECOLOGIE :

I.1.Systématique.....	16
I.2. Morphologie.....	16
I.3. Anatomie.....	17
I.4.Répartition Géographique.....	18
I.5.Exigences écologiques.....	18
I.6. Régime alimentaire	20
I.7.Mécanisme de digestion	21
I.8. Croissance	21
I.9. Reproduction.....	22
I.9.1. Période de reproduction.....	22
I.9.2. Maturation	22
I.9.3. dimorphisme sexuel	22
I.10. Pigments naturels et les colorants.....	23
I.11. Comportement	24

CHAPITRE II : Notion générale sur la nutrition des poissons.

II.1 Protéines.....	26
II.2.Lipides.....	27
II.3.Glucides.....	28
II.4.Vitamine	29
II.5.Minéraux.....	30
II.6.Besoins énergétiques.....	30
II.7.Facteurs Antinutritionnels.....	31
II.8.Additifs et Produits Purifiés.....	31

CHAPITRE III : Valeur des aliments.

III.1.Source de Protéines	33
III.1.1.Farine de Poisson.....	33
III.1.2.Soja.....	33

III.2. Source d'Énergies.....	34
III.2.1.Maïs.....	34
III.2.2.Huile végétale.....	35
III.2.3.Son de blé	35
III.3.Les micro-ingrédients (méthionine, lysine, enzymes et CMV) et les macro-ingrédients	37
III.3.1.DL-Méthionine.....	37
III.3.2.CMV.....	37
III.3.3.Phosphate bi-calcique.....	38
III.4.Divers produits.....	39
III.4.1. Piment Doux.....	39

DEUXIEME PARTIE : Matériel et méthode

1. Présentation de la station expérimentale	41
2. Objectif.....	41
3. Matériel utilisée	41
3.1. Matériel Animal	41
3.2. Matériel Végétal	41
3.3. Equipement.....	42
4. Qualité de l'eau	42
5. Echantillonnage	42
6. Préparation de l'aliment	42
7. La formulation	42
8. protocole de Fabrication d'aliment	44
8.1. Fabrication de farine de poisson	44
8.2. Formulation l'alimentaire pour poissons.....	45
9. Essai.....	47
9.1. Distribution d'Aliment.....	47
9.2. Mesure de la croissance.....	48

Troisième partie : Résultats et Discussion.

1. Qualité de l'eau	50
2. La valeur alimentaire des deux régimes	51

2.1. La valeur alimentaire du régime 1	51
2.2. La valeur alimentaire du régime 2	52
3. Estimation de la valeur énergétique digestible	53
4. Observation du comportement des individus dans chaque aquarium.....	53
5. Les poids et tailles des alevine	53
5.1. Mesures Effectuée dans l'aquarium 01(aliment sans pigment).....	53
5.2. Mesures Effectuée dans l'aquarium 02(aliment avec pigment).....	54
6. La mortalité.....	38
Discussion.....	55
Conclusion.....	55
Référence bibliographie.....	58

La liste d'abréviations :

AA : Acide animé.

AAI : Acide amine indispensable.

AG: Acide gras.

AGE : Acide gras essentiels.

AGPI : Acide gras polyinsaturé.

Aqu 01 : Aquarium 1.

Aqu 02 : Aquarium 2.

°C : Degré celcius.

CMV : Compléments Minéraux Vitaminés.

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

DLM : DL-méthionine.

ENSSMAL : Ecole nationale supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral

FAO : Food and agriculture organization (organisation pour alimentation et l'agriculture).

g : gramme.

GPI : gain de poids journalier.

J : jour.

Kcal : kilo calorie.

Kj : kilo joule

MHA : Méthionine hydroxyanalogue.

moy : moyenne.

ND : Indispensable, mais besoins non déterminé.

NH₃: l'Ammoniac.

NO₂: Nitrites.

NO₃: Nitrates.

pH : Potentiel hydrogène.

Psu : practical salinity unit ou l'unité de salinité pratique.

T : Température.

UCN: Union de la Conservation de la Nature

% : pourcentage.

‰ : pour mille.

μ : micro

Liste des Figures :

Figure 01 : Morphologie externe de la carpe koi.	17
Figure 02 : Caractéristiques anatomiques de la carpe.....	17
Figure 03 : Répartition géographique des cyprinidés. (in Berkaine et Bouyakoub, 2011)	18
Figure 04 : Le dimorphisme sexuel des Koi.....	23
Figure 05 : Aquarium utilisé.....	42
Figure 06 : Cuisson des poissons décongèle.....	44
Figure 07 : Pressage et séparation des deux phases liquides et solide.....	45
Figure 08 : Broyage des matières premières.....	45
Figure 09 : Mélange des matières premières sans pigment.....	46
Figure 10 : Mélange des matières premières avec pigment.....	46
Figure 11 : Machine à granulée	47
Figure 12 : Séchage d'aliment	47
Figure 13 : Mesure de la taille.....	48
Figure 14 : Mesure du poids.....	48
Figure 15 : Analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans l'aquarium 01	50
Figure 16 : Analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans l'aquarium 02.....	51
Figure 17 : valeur alimentaire des deux régimes (en %)......	52
Figure 18 : Les moyennes des poids enregistrés dans les deux aquariums.....	54
Figure 19 : Les moyennes des tailles enregistrées dans les deux aquariums.....	55

Liste des tableaux :

<i>Tableau 1</i> : les besoins en acides aminés essentiels (AAE) de la carpe commune adulte..	27
<i>Tableau 2</i> : Besoins en acide gras essentiels de la carpe commune.....	28
<i>Tableau 3</i> : Besoins en vitamines de la carpe commune.....	29
<i>Tableau 4</i> : Besoins(%MS) en macro-minéraux et oligo-éléments de quelques poissons..	30
<i>Tableau 5</i> : Composition chimique des matières premières.....	36
<i>Tableau 6</i> : Composition de CMV.....	38
<i>Tableau 7</i> : Composition chimique du Phosphate bi-calcique.....	38
<i>Tableau 8</i> : Composition chimique du Paprika.....	39
<i>Tableau 9</i> : Composition alimentaire régime 01.....	43
<i>Tableau 10</i> : Composition alimentaire régime 02.....	44
<i>Tableau 11</i> : Fréquence de distribution des aliments.....	48
<i>Tableau 12</i> : Analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans l'aquarium 01.....	50
<i>Tableau 13</i> : Analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans l'aquarium 02.....	50
<i>Tableau 14</i> : Composition chimique du régime 1 (aliment sans pigment).....	51
<i>Tableau 15</i> : Composition chimique du régime 2 (aliment avec pigment).....	52
<i>Tableau 16</i> : Valeur énergétique de régime 01.....	53
<i>Tableau 17</i> : Valeur énergétique de régime 02.....	53
<i>Tableau 18</i> : Les moyennes des poids et des tailles des alevins dans aquarium01.....	54
<i>Tableau 19</i> : Les moyennes des poids et tailles des alevins dans l'aquarium 02.....	54

Introduction

Introduction

Introduction

La famille des Cyprinidés est l'une des plus grandes familles de poissons, il existe pour *Cyprinus carpio* près de 1500 sous-espèces dans le monde. Leur classification se base sur les variations du nombre de rayons à la nageoire dorsale, sur le nombre de branchiospines ainsi que sur le nombre d'écailles sur la ligne latérale (**Guillet, 2002**).

Les **carpes Koïs** ont été reproduites à partir de la carpe commune, puis croisées pour obtenir différentes couleurs. C'est un poisson rare dans la nature, les carpes Koi ont été sélectionnées par les japonais, au début du XIXème siècle à cause de développement d'une couleur rouge sur certains poissons. Bien qu'étant issues d'une seule et même espèce, *Cyprinus carpio* (la carpe commune), les Koï se déclinent en un nombre presque illimité de variétés. Elles sont réparties dans 16 groupes principaux définis selon la couleur, ou combinaisons de couleurs et de motifs, la texture et la brillance des écailles, autant de critères de jugement. La carpe koï est une espèce de carpe originaire de Japon existant aussi en Europe. C'est un poisson qui a différentes couleurs : (blanc, orange, bleu, jaune, rouge). Cette espèce de carpe n'est pas vouée à la consommation, mais est réservée pour l'ornementation dans les aquariums.

On distingue deux formes principales de Carpe Koï: l'une, d'allure élancée, est originaire d'Asie, probablement sélectionnée à partir de la sous-espèce *C. carpio haematopterus*; l'autre, plus massive, est d'origine européenne, provenant essentiellement d'Allemagne (**Hay, 1991**).

Aujourd'hui la carpe Koï est passée de mode de production extensive au mode de production intensif qui rend impératif la disponibilité d'un aliment composé sous forme de granulés qui répond aux besoins des poissons, à moindre coût et polluant le moins possible l'environnement.

L'objectif de notre travail est de tester deux formules pour la fabrication d'aliments dans le but d'améliorer la coloration des poissons exotique notamment la carpe Koi.

Le travail consiste à faire :

- recueil de la valeur alimentaire des matières premières (bibliographique).
- La formulation d'un aliment pour l'espèce : *Cyprinus carpio*

Introduction

- La fabrication de l'aliment composé et granule.
- L'essai de l'aliment au laboratoire.

Dans ce document, on distingue 4 parties

La première partie concerne des généralités sur l'espèce étudiée, la deuxième partie regroupe matériel et méthodes, la troisième partie présente les résultats et discussions. Le document se termine par une conclusion.

Partie Bibliographique

Chapitre I : Généralités

I.1. Systématique

La carpe koi est un poisson d'eau douce d'élevage, qui est élevé comme animal de compagnie, ou d'ornement.

Taxonomie	
Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Classe	Actinopterygii
Sous-classe	Neopterygii
Super-ordre	Teleostei
Ordre	Cypriniformes
Famille	Cyprinidea
Genre	<i>Cyprinus</i>
Nom scientifique <i>Cyprinus carpio</i> Nom(s) Commun(s) Koï, Carpe koï (Linnaeus, 1758)	

La FAO et l'IUCN et de nombreux autres organismes ne font plus de distinction en sous-espèce avec *Cyprinus carpio*, alors qualifiée de carpe sauvage, par opposition à la carpe d'ornement (**Fortier, 2013**).

I.2. Morphologie :

- Les carpes koï sont recouvertes d'écailles cycloïdes.
- La bouche, très préhensile est entourée de deux paires de barbillons, 2 longs et 2 courts. Les deux grands barbillons contiennent près de 8000 terminaisons nerveuses et les deux petites 3000 terminaisons nerveuses.
- La carpe koï possède 2 paires de narines de part et d'autre du museau, couplées et reliées entre elles par un tube en U (Nerf olfactif) (**Administrateur, 2013**).
- Les yeux de la carpe koï sont capables de voir de tous les cotés le moindre mouvement; en effet la position de ses yeux lui permet d'avoir un champ de vision très large, environ 180° par œil.
- la présence d'un petit os (le kinéthmoïde) permet à la bouche de la carpe d'être protractile.
- La nageoire dorsale est longue avec une arête épineuse sur sa base (**Administrateur, 2013**).



Figure 01 : morphologie externe de la carpe koi.

I.3. Anatomie:

- La carpe koi, ne possède pas d'estomac, comme 15% des poissons.
- une partie qui est légèrement enflée entre l'œsophage (segments dans le tube digestif antérieur) et l'intestin produit des enzymes gastriques.
- L'intestin le plus souvent long avec plusieurs anses intestinales faisant des boucles complexes (Guillet, 2002).

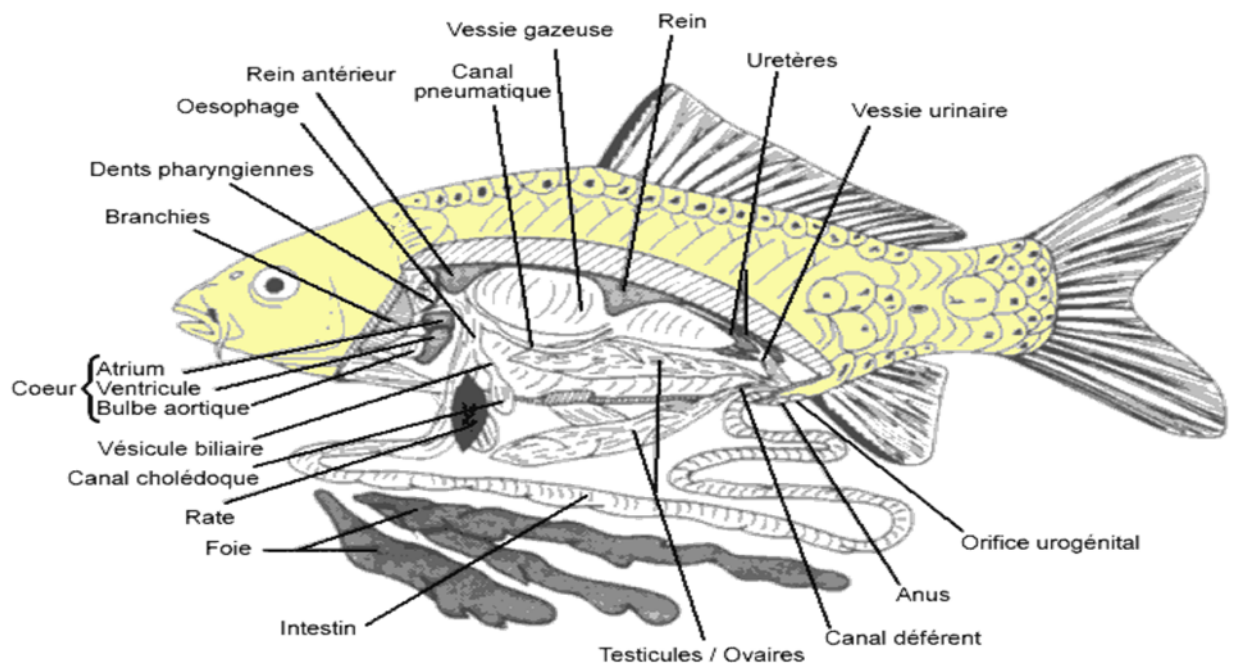


Figure 02 : Caractéristiques anatomiques de la carpe (Guillet, 2002).

I.4. Répartition Géographique :

Les cyprinidés constituent l'une des familles la plus importantes et la plus connue parmi les Cypriniformes, présente à l'origine en Afrique, en Eurasie et en Amérique du Nord. La Carpe provient des fleuves côtiers de la mer Noire et de la mer Caspienne. C'est vers le III^{ème} siècle avant notre ère qu'elle a été introduite en Grèce, en passant par Chypre. Au III^{ème} siècle on parle de Carpes bleues, rouges et blanches. Elle arrive en Europe (XIV^{ème} siècle), en Russie (XVIII^{ème} siècle), au Japon et en Amérique du Nord (XIX^{ème} siècle). C'est dans les années 1800 que fut produite au Japon la première Carpe avec une tache rouge sur la tête. Au début du XIX^{ème} siècle, les carpes Koi ont été introduites en Europe après la seconde guerre mondiale. Aujourd'hui, on trouve la carpe Koi un peu partout dans le monde.



■ La présence de la carpe

Figure 03 : répartition géographique des cyprinidés. (in **Berkaine et Bouyakoub, 2011**).

I.5.Exigences écologiques :

➤ **Température :**

Beaucoup d'espèces des cyprinidés tolèrent une large gamme de température à l'état adulte. Une espèce comme la carpe supporte une température allant de 1 à 35°C. L'optimum thermique pour l'élevage des juvéniles étant supérieur à 30°C. Ils supportent

aussi de fortes et rapides fluctuations (**Billard, 1995**). A ces températures, le métabolisme de la carpe est à son maximum, et toute la nourriture absorbée est utilisée par l'organisme (**Barnabé, 1991**).

Les cyprinidés *cyprinus carpio* a une grande résistance thermique, supporte des températures d'eau allant de 4 à 40°C :

- elle a une croissance optimale à une température d'eau de 23 à 25°C.
- elle se reproduit quand la température de l'eau est supérieure à 18 à 20°C (FAO, 2014).

Aux basses températures les Cyprinidés continuent à s'alimenter faiblement même si le plan d'eau est gelé en surface (**Schlumberger, 2002**) car leur métabolisme est fortement réduit (**Rabelsi-zouari, 2011**).

➤ Oxygène :

Bien que les exigences en oxygène des cyprinidés (supérieure à 3 mg/L) soient moindres que celles des espèces d'eau froide comme les salmonidés (supérieure à 5-6 mg/L), ce paramètre revêt une importance primordiale. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend principalement de la température : si elle augmente, la solubilité de l'oxygène diminue. sa solubilité dépend aussi de la pression atmosphérique : si cette dernière augmente, la solubilité de l'oxygène augmente. L'oxygène peut provenir de la diffusion à partir de l'air, mais cette voie est peu efficace dans les étangs où l'apport dû à la photosynthèse par le phytoplancton est le plus important (**Billard. et Marcel, 1986**).

Selon **Schlumberger (2013)** les cyprinidés *cyprinus carpio* dépendent des teneurs en oxygène dissous :

- 0.5mg/ L Pour la survie,
- 5mg/ L pour la prise de nourriture.

➤ Salinité :

On entend par la salinité des eaux, la concentration totale en ions dissouts (Na^+ , k^+ , Mg^{2+} , Cl^-) ; C'est un paramètre important qui conditionne les échanges osmotiques (**Barnabé, 1991**).

Les *cyprinidés* d'eau douce peuvent supporter des salinités allant jusqu'à 0.9‰. (**Schlumberge, 2011**). La croissance est satisfaisante a une salinité que dépasse pas les 5mg/ L (**Billard, 1995**).

➤ **Photopériode :**

La carpe est photophobe (ou lucifuge), sélectionnant les habitats à faible intensité lumineuse, avec des variations saisonnières. Elle recherche les habitats riches en végétation, conformément à un comportement phytophile (**Guillet 2002**).

➤ **Potentiel hydrogène « pH » :**

Le potentiel hydrogène ou le pH caractérise le nombre d'ions hydrogène (H⁺) contenu dans l'eau. Il dépend de l'alcalinité (correspond à sa teneur en bases, carbonates et bicarbonates) et de la dureté de l'eau indique la teneur en ions métalliques divalents (principalement Ca²⁺ et Mg²⁺) (**Billard, 1995**).

Les cyprinidés supportent une gamme de pH entre 6,5 et 9,0 (**FAO, 2014**). La gamme de pH supportée de 5 à 9 pour la carpe (**Billard et Marcel, 1986**).

➤ **L'Ammoniac NH₃ :**

L'eau ne doit pas contenir de l'Ammoniac, car ce produit est très nocif et rapidement mortel en circuit fermé. A très faible dose, il favorise la sensibilité aux maladies chez le Koi. (Maximum 1 mg/ L) (**Browse, 2012**) (Hyperplasie branchier, hypersécrétion de muqueuse...).

➤ **Les nitrites NO₂ :**

La quantité maximale de nitrites dans l'eau d'élevage est de 0.25 mg/ L car ce produit est toxique. Les nitrites s'attaquent à l'hémoglobine des globules rouges et entraînent l'asphyxie, ainsi que l'augmentation de la sensibilité aux maladies (**Browse, 2012**) (Méthémoglobine...).

➤ **Les nitrates NO₃ :**

C'est un produit issu de la transformation des nitrites qui sont oxydés, grâce aux bactéries "Nitrobacter ». La quantité maximale à ne pas dépasser est de 45 mg/ L (**Barnabé, 1991**).

I.6. Régime alimentaire :

Les carpes koï sont omnivores, elles mangent des petits poissons, des insectes, des mollusques et de toutes sortes d'invertébrés. Les larves se nourrissent d'algues et de micro-organismes. En élevage, les carpes peuvent manger du surgelé (poissons, moules,...) et de la verdure (légumes) (**Rabelsi-zouari, 2011**).

I.7.Mécanisme de digestion :

Le système digestif a trois rôles :

1. la décomposition physique et le mélange des nutriments (par les dents), rôle mécanique par le broyage.
2. la décomposition chimique par les enzymes digestives :
 - La Trypsine dont la fonction est de décomposer les protéines.
 - L' Amylase qui catalyse la décomposition les glucides en sucres simple (glucose).
 - la Lipase qui a comme rôle de scinder les lipides en acides gras.
3. l'absorption de substances digestives.

Comme la carpe koi n'a pas d'estomac, la nourriture est digérée dans le long intestin. Les éléments nutritifs ont été extraits par le système digestif, restent les matières solides qui sont indigestes et sont évacuées par l'anus.

La digestion chez les poissons est liée aux températures, une augmentation de la température de 10° C rend la digestion de deux à quatre fois plus rapide. A l'inverse, un abaissement de 10°C rend la digestion de deux à quatre fois plus lente (**Barnabé, 1989**).

I.8. Croissance :

La croissance des carpes est dépendante des caractéristiques du biotope. Deux facteurs limitent les performances de croissance : la température et la teneur en oxygène dissous (**Ranson, 2003**). La meilleure croissance est obtenue quand la température de l'eau oscille entre 23 et 30 °C (**FAO, 2014**) car la température agit sur le coefficient de rétention de l'azote, et donc, sur la croissance pondérale des poissons.

La croissance de la carpe Koi est rapide mais elle ralentit si l'animal vit dans un aquarium ou si le bassin est dépourvu d'un système de filtration éliminant les déchets du métabolisme.

Dans de bonnes conditions, la carpe koi peut atteindre 70 à 75 cm, mais en général, la plupart des mâles ne dépassent pas 70 cm. Seule exception, le grand koi du Japon (de son nom chagoi et magoi) peut atteindre facilement 1 mètre.

I.9. Reproduction :

I.9.1. Période de reproduction :

- La plupart des pontes ont lieu au début du printemps (FAO, 2014).
- la ponte a lieu naturellement dans la végétation. Les œufs y adhèrent. une femelle pond environ 100000 œufs par Kg (Schlumberger, 2002). Les œufs sont immédiatement fécondés par le mâle.
- Le ratio sexuel idéal est de deux ou trois mâles pour une femelle.

I.9.2. Maturation :

La carpe femelle a besoin d'environ 11 000 à 12 000 degré-jours pour atteindre la maturité. Les mâles arrivent à maturité dans une période plus courte de 25-35 pour cent jours (FAO, 2014).

Selon Maouche (1976) la maturation sexuelle des femelles est de 2 ans et d'une année pour les mâles. Quand un élevage en permanence à 23° C, les mâle deviennent matures dès 6 mois et les femelles à partir de 10-12 mois .Dans ces conditions, leur reproduction est possible 3-4 fois par an (Schlumberger, 2002).

I.9.3. Dimorphisme sexuel :

La différence entre les mâles et femelles :

A. En dehors de la période de fraie (Avant la maturation) :

- Les nageoires pectorales sont lisses, plus fines, courtes et rondes pour une femelle. Le mâle a une nageoire pectorale rugueuse, qui s'allonge en pointe (Administrateur, 2013).
- une vue de coté du ventre montre un orifice urogénital en forme de **T** pour une femelle, et en forme de **I** pour le mâle (Administrateur, 2013).
- Les nageoires pectorales sont plus grandes et plus massives chez les mâles.

B. Fertilité :

Les signes de la fertilité sont :

- Les mâles portent des boutons nuptiaux blancs sur la tête et autour de la bouche.
- La forme du corps et de la région ventrale de la femelle est plus arrondie. Le mâle est plus longiligne.

- L'apparition de petits tubercules blancs discrets sur la tête du mâle (**Shahabuddin et al., 2007**).



Figure 04 : Le dimorphisme sexuel des carpes kois

I.10. Pigments naturels et les colorants :

La nature regorge d'organismes vivants riches en pigments caroténoïdes. La carpe koi en consomme dès la naissance. Après un processus interne, les cellules stockent le pigment. Ce stock de pigments s'épuise tout au long de la vie du koi et donc même si la couleur de la carpe koi est principalement génétiquement déterminée, l'alimentation joue un rôle crucial dans l'obtention des couleurs du poisson. Certaines couleurs ne peuvent être produites par le poisson lui-même et donc certains pigments doivent donc être ajoutés à l'alimentation (**De Vries, 2003**).

Les pigments sont des substances assimilées par le cyprin d'ornement (pas par la carpe commune) qui l'utilise notamment pour colorer la peau (en cas de carence en pigments, le koi ne peut développer ses belles couleurs) (**Jacobs, 2001**).

Les colorants ne servent qu'à colorer les aliments dans un but commercial. Ils sont inutiles (et certains néfastes) pour le poisson. Il faudra donc choisir un aliment riche en pigments (caroténoïdes essentiellement) et idéalement sans colorant (la couleur d'un aliment sans colorant varie en général du jaune au brun) (**De Vries, 2003**).

Les pigments caroténoïdes les plus souvent utilisés et ajoutés à l'aliment sont **l'asthaxanthine, la canthaxanthine, la zéaxanthine et la rutine**. Leur couleur (celle qu'ils donnent au poisson) varie du rouge au jaune suivant le pigment utilisé (**De Vries, 2003**).

Les pigments sont liposolubles, leur absorption est donc liée à celle des lipides et leur digestibilité est influencée par la teneur de l'aliment en lipides. La fixation des pigments dans le muscle est d'autant plus élevée que la quantité ingérée augmente (jusqu'à un seuil de 100 mg/kg pour la canthaxanthine).

Selon **Choubert (1992)** Plusieurs facteurs sont susceptibles d'affecter la pigmentation des poissons, dont la taille du poisson, la génétique, les facteurs sexuels, l'âge, le temps de supplémentation en pigments, la composition des aliments, la source et la concentration des caroténoïdes dans celui-ci. La température de l'eau et la photopériode sont des facteurs environnementaux pouvant aussi influencer la pigmentation.

I.11. Comportement :

Les poissons ne se comportent pas toujours en aquarium comme dans leur milieu naturel, car le fait d'être en aquarium (très petit volume) les met souvent en concurrence alimentaire ou territorial. En aquarium, on constate toujours une dominance des plus gros envers les petits, chose qui ne se produit pas en nature, car ils ne se trouvent pas dans le "même m²", par contre, il n'y a pas, ou peu de prédation comme dans la nature, car l'aquariophile ne met pas d'espèces incompatibles. Pendant la période de reproduction, il y a une tension entre les habitants du bac, car les parents protègent sévèrement leur progéniture (suivant les espèces) alors que les autres ont repérés la proie facile que sont les alevins.

Le comportement est un indicateur de l'état de santé du poisson car l'aquariophile connaît ses poissons et leur caractère, et lorsqu'un habitant est malade, son comportement ne trompe pas, un poisson qui passe son temps à pourchasser les autres qui devient calme et craintif, un poisson toujours au premier rang pour la nourriture qui ne vient pas se nourrir ... il faut chercher la cause, car s'il y a un changement de comportement, il y'a forcément quelque chose qui le provoque.

Chapitre II :

Notion générale de l'alimentation et les besoins nutritionnel

II.1 Protéines :

Les protéines sont constituées d'unités de base, les acides aminés(AA) qui sont au nombre d'une vingtaine, certains de ces AA peuvent être synthétisé par les poissons lui-même à partir des éléments de base ; par contre les autres AA, qualifiés d'essentiels, doivent être procurés par son alimentation. **(De la Noue et Ouellet. 1996).**

Les aliments naturels ingérés par les poissons (autres poissons, crustacés, moules ...etc.) contiennent des concentrations élevées de substances protéiques (de 50 à 70% de la substance sèche).

Les aliments artificiels prévus pour les poissons carnivores sont également composés de façon à apporter au moins 40% des protéines brutes **(Amerio, 1986).**

La Carpe présente un régime omnivore à tendance carnivore. Les proies capturées sont constituées principalement de protéines **(Ranson, 2003)** Selon **Billard (1995)** dans la ration de la carpe adulte on trouve **32%** de protéine.

Le besoin des poissons en Protéines paraît extrêmement élevé comparativement à celui de vertèbres supérieures. La teneur optimale de l'aliment en protéine est à peu près deux fois plus élevée que chez les mammifères ou les oiseaux ou cours des semaines qui suivent leur naissance (stade le plus exigeant). **(Ranson, 2003).**

Une larve aura des besoins en protéines plus importants qu'un jeune ou un adulte. Chez le discus juvénile, le besoin a été estimé à 45% de Protéine. Le mucus parental, dont se nourrissent ses larves, contient 73% de protéines **(Ranson, 2003)**. La Carpe possède des enzymes nécessaires à leur digestion.

La digestion transforme les protéines alimentaires en petits peptides et acides aminés qui, absorbés par l'intestin sont transportés par le sang vers le foie et les cellules. Les acides aminés ainsi procurés au poisson dépendent de la qualité de la protéine ingérée et peuvent avoir des conséquences non négligeables sur le comportement du poisson.

Tableau 1 : Besoins en acides aminés essentiels(AAE) de la carpe commune adulte (New 1987, Nose 1979, Ogino 1980 in Ranson 2003)

Acides aminés	Besoins de la carpe en pourcentage de la teneur protéique.		
	New (1987) in RANSON, 2003	Nose (1979) in RANSON, 2003	Ogino (1980) in RANSON, 2003
Arginine	4,2	4,3	4,4
Histidine	2,1	2,1	1,5
Isoleucine	2,3	2,5	2,6
Leucine	3,4	3,3	4,8
Lysine	5,7	5,7	6,0
Méthionine	3,1	2,1	1,8
Phénylalanine	6,5	3,4	3,4
Thréonine	3,9	3,9	3,8
Tryptophane	0,8	0,8	0,8
Valine	3,6	3,6	3,4
Tyrosine	ND	2,6	2,3
Cystine	ND	5,2	0,9
ND : Valeur non disponible			

II.2. Lipides

Les lipides sont les corps gras (huiles et graisses animales ou graisses végétales) et contrairement aux protéines, une grande partie des lipides va être utilisée pour ses apports en énergie. Leur qualité est également essentielle car ils sont indispensables pour la structure et le bon fonctionnement de l'organisme (**De Vries, 2003**). Elles ont un rôle énergétique et entrent dans la formation des graisses de réserve (**Ferrando, 1964**).

Les lipides sont une source d'énergie-importante (8 Kcal d'énergie nette /g) ; leur taux d'assimilation dépend de leur origine (huiles de poisson de préférence à des graisses animales) (**Schlumberger, 2002**). C'est la source d'énergie par excellence car leur métabolisme est extrêmement efficace chez les poissons.

Les lipides permettent d'économiser l'utilisation des protéines dans la production d'énergie. Ils doivent provenir de végétaux ou de farine de poisson pour contenir suffisamment d'acides gras essentiels (acides gras insaturés). Les taux de lipides tolérés dans les rations des carpes communes vont de 5% à 20%, l'important étant surtout le rapport protéines/lipides (**Ranson, 2003**).

L'apport lipidique est bien sûr très important pour la fourniture des acides gras essentiels à l'organisme mais, également pour assurer des fonctions métaboliques importantes

(structures des membranes cellulaires, absorption des vitamines et des caroténoïdes, synthèse des molécules à caractère hormonal...)

L'apport des lipides dans l'alimentation des poissons est d'abord indispensable pour satisfaire les besoins en acides gras essentiels (AGE), acides gras non synthétisés par l'organisme et nécessaires au métabolisme cellulaire (pour la synthèse des prostaglandines et composés similaires) ainsi qu'au maintien de l'intégrité des structures membranaires (**Iga - Iga 2008**).

Tableau 2 : besoins en acide gras essentiels de la carpe commune.

Dénomination de l'acide gras	Formule chimique abrégée
<u>Acide gras de la série 3:</u>	
Acide linoléique	C18 :3n-3
Acide éicosapentaénoïque	C20 :5n-3
Acide docosahéxaénoïque	C22 : 6n-3
<u>Acide gras de la série 6 :</u>	
Acide linoléique	C18 : 2n-6
Acide arachidonique	C20 : 4n-6

Les besoins en acides gras varient selon le stade physiologique du poisson, la température. Les besoins en lipides de la carpe vont jusqu'à 18% si, parallèlement, la teneur protéique est élevée (**New, 1987 in Ranson, 2003**). Concernant les acides gras essentiels, les besoins de la carpe sont :

- C18 : 2n-6, acide linoléique, 1% de la ration ;
- C18 : 3n-3, acide linoléique, 1% de la ration.

II.3.Glucides

Le troisième composant majeur des rations de poisson est constitué par les glucides, qui sont peu abondants dans les alimentations naturelles des poissons qui n'ont pas les enzymes nécessaires à leur digestion. Ils fournissent en moyenne 1.6 Kcal d'énergies nette /g (**Schlumberger, 2007**) Ils sont essentiellement constitués par des amidons sous la forme alpha et par des dextrans. L'ensemble des glucides représente à peu près plus de 50% de la ration pour les cyprinidés (**Bilard, 1995**).

Le coefficient d'assimilation des glucides est assez bas chez tous les poissons, il est seulement de 60% pour l'amidon pour la carpe (**Ferrando, 1964**). Après la digestion les glucides jouent

un rôle énergétique, un rôle dans le métabolisme des graisses et un rôle dans la désintoxication (**Ferrando, 1964**).

II.4. Vitamines

Les vitamines sont des substances indispensables au développement, à l'entretien et au fonctionnement de l'organisme, agissant à dose très faible.

La croissance des poissons nécessite un apport de vitamines dont certaines sont liposolubles et seront donc absorbables par le tube digestif grâce aux lipides présents. L'apport de vitamine C est également indispensable pour un bon développement de tout le poisson (**Billard, 1995**).

Tableau 3 : besoins en vitamines de la carpe commune. (In **Ranson, 2003**)

Vitamines		Recommandations de la carpe commune		
		Lowel (1988)	Satoh (1993)	Guillaume et al (1991)
A	UI	ND	4000	1000-2000
D	UI	?	??	??
E	mg	ND	100	80-300
K	mg	??	??	??
Thiamine (B1)	mg	1	0.5	2-3
Riboflavine (B2)	mg	8	7	4-5
Pirydoxine (B6)	mg	6	6	4-10
Acide pantothénique (B5)	mg	30-50	30	25-40
Niacine (pp) (B3)	mg	28	28	30-50
Acide folique (B9)	mg	??	??	35
Vitamine B12	mg	??	??	1-1.5
Biotine (B8)	mg	ND	1	??
Acide ascorbique	mg	ND	ND	??
Inositol (B7)	mg	10	440	200-440
Choline (B6)	mg	4	500	500-3000

Les larves de poisson nécessitent un taux de vitamines de l'aliment au moins 8 fois supérieur à celui préconisé pour les juvéniles, pour optimiser leur croissance, leur survie et leur morphogénèse (**Ranson, 2003**).

Les vitamines et les minéraux renforcent le système immunitaire des poissons et les protègent contre les maladies (érosion des nageoires, Déformations squelettiques, Déséquilibres nerveux, Anémie, Fragilité aux Myxobactéries, Opacification de la cornée, Lipidose dégénérative du foie, Pathologies musculaires).

II.5.Minéraux

La carpe à l'instar de tous les poissons, a besoin de minéraux qui sont des constituants de certains tissus (formation squelettique surtout) ou de certaines molécules, servant de cofacteurs enzymatiques et participant à l'équilibre ionique intra- et extracellulaire ainsi qu'à la régulation des fonctions endocrines. Ces besoins sont en partie satisfaits grâce à leur capacité d'absorber des minéraux continus dans l'eau (**Iga-Iga ,2008**). Le rapport minéral dans l'alimentation de la carpe est également indispensable (**Billard, 1995**).

Tableau 4 : Besoins (%MS) en macro-minéraux et oligo-éléments du poisson.

Minéraux	Recommandations
Ca	0,5%
P	0,7%
Mg	0,05%
Na	0,3-0,4%
K	0,1-0,3%
S	0,3-0,5%
Cl	0,4-0,5%
Fe	50-100 mg/kg
Cu	1-4 mg/kg
Mn	20-50 mg/kg
Co	5-10 mg/kg
Zn	30-100 mg/kg
I	100-300 mg/kg
Mo	Trace
Cr	Trace
F	Trace

II.6.Besoins énergétiques

Le besoin énergétique de croissance peut être défini comme la quantité d'énergie nécessaire pour produire un kilogramme de poisson (**Guillaume et al., 1999**).

L'efficacité dans l'utilisation des nutriments d'un régime chez le poisson est généralement appréciée en termes de pourcentage de rétention des protéines ou d'énergie. Les auteurs rapportent que le taux de fixation des protéines et d'énergie est supérieur à 55% chez le tilapia, contre 30-50 % chez la truite arc-en-ciel, le poisson-chat américain ou la carpe (**Iga-Iga, 2008**).

Le métabolisme énergétique constitue la somme des réactions qui libèrent l'énergie utile pour le fonctionnement physique et chimique de l'individu.

II.7. Facteurs antinutritionnels :

Ce sont des éléments chimiques qui limitent les capacités de digère l'aliment par les poissons. Les fibres et certains sucres indigestibles tels que le glucosinolate contenu dans les graines de crucifères constituent des facteurs anti nutritionnels. Le colza contient un facteur anti-thyroïdien puissant.

Certaines protéines telles que des enzymes sont aussi des facteurs anti- nutritionnels non négligeables. La dégradation des matières premières qui constituent l'aliment, ne sont pas à négliger, en effet, un poisson légèrement avarié utilisé pour fabriquer des farines possède une concentration plus importante de facteurs antinutritionnels (**Joncour, 2005**).

II.8. Additifs et produits purifiés :

Les acides aminés de synthèse tels que la méthionine et la lysine sont utilisés pour équilibrer les aliments déficients. Ces molécules sont très solubles donc facilement perdues dans le milieu aquatique. Afin de limiter les pertes dans le milieu aquatique, il est important de réduire le temps de séjour des aliments et la quantité de granulés perdus dans l'eau.

Les additifs sont : (**Audic, 2006**)

- les substances ayant des effets antioxygènes.
- les émulsifiants, stabilisants, épaississants ou gélifiants. Ces substances sont presque toujours des polysaccharides.
- les vitamines et provitamines.
- les oligo-éléments.
- les substances aromatiques et apéritives ou attractants.
- les agents conservateurs tels le sorbate de potassium.
- les agents liants, antimottants et coagulants.
- les microorganismes et les probiotiques.
- les enzymes.
- les matières colorantes y compris les pigments : les caroténoïdes avec la canthaxanthine, l'astaxanthine.

CHAPITRE III:

Valeur des aliments

Les diverses matières premières utilisées pour la fabrication des aliments destinés aux poissons et crustacés peuvent être classées de plusieurs manières selon que l'on se réfère à leur origine, leur composition, à certaines propriétés nutritionnelles ou physico-chimiques, et des critères économiques.

Une matière première est généralement un aliment en soi c'est -à- dire une source de nutriments. Toutefois certains ingrédients sont utilisés dans le but, non pas de rendre la formule mieux équilibrée, mais de lui conférer des propriétés particulières : meilleur appétitif, couleur attrayante ou stabilité à l'eau par exemple. Dans l'autre cas, à l'inverse, les matières premières présentent des propriétés négatives. Elles contiennent en effet une certaine quantité de composés plus ou moins nocifs (Les composés indésirables des matières premières il peut s'agir de polluants, en principe étranger à la matière première elle-même, comme les pesticides ou les métaux lourds) (**Guillaume et al., 1999**).

III.1.Source des protéines

III.1.1.Farine de poisson :

La farine de poisson est le produit obtenu par transformation de poisson entier ou de morceaux de poisson dont une partie de l'huile peut être enlevée, mais auquel on peut restituer les solubles de poissons.

Les farines de poisson ont l'avantage de procurer une source d'alimentation virtuellement identique à celle des populations des poissons sauvages.

➤ **Avantage : (Guillaume et al., 1999).**

- Très riche en AAI.
- La présence des sources de protéine bien adaptées aux poissons.
- Riche en AGE.
- Riche en vitamine A.
- Très bonne source de minéraux essentiels.

➤ **Inconvénient :**

- Elles pauvre souvent en caroténoïdes.

III.1.2.Soja :

Le soja est un produit très adaptable et polyvalent, utilisé dans le monde entier comme source de protéines pour la consommation humaine et animale, ainsi que pour de nombreux usages industriels. Considéré comme « alternative verte » à des ressources non-

renouvelables, le soja représente un potentiel largement inexploité. Le tourteau de soja est peut-être utilisé comme premier source de protéines chez la plupart des poissons omnivores dans le monde, car ce produit est constant, facile à obtenir et bien utilisé par les poissons (**Rex Newkirk, 2010**).

➤ **Avantage :**

- Bonne valeur nutritionnelle.
- Riche en Protéines.
- Bon profil des AAI avec une déficience en Méthionine.
- Soja contient du tryptophane en proportion satisfaisant.
- La présence de nombreuses substances anti-nutritionnelle et en particulier des facteurs anti-trypsiques.

➤ **Inconvénient :**

- Pauvre en Cellulose et en Glucides complexes.
- Pauvre en lactose.

III.2. Source d'énergie :

III.2.1. Maïs

- le maïs est la principale céréale utilisée en alimentation animale de façon générale, Il existe plusieurs variétés de maïs qu'on peut regrouper en deux (les variétés blanches, et les variétés rouges ou jaunes).

➤ **Avantage :**

- Riche en acide gras polyinsaturés n-6 (acide linoléique), et phosphore
- Bonne source d'énergie en raison de sa richesse en amidon et en matière grasse.
- Disponible sur le marché.
- Bonne source de vitamine E et B (**Guillaume et al., 1999**).

➤ **Inconvénient :**

- Pauvre en Protéines.
- Pauvre en AAI.
- Pauvre en minéraux sauf en phosphore.
- Prix élevé.

III.2.2. Huile végétale :

Elles contiennent des sources d'énergie très importantes et la présence de facteurs antinutritionnels synthétisés par les plantes. Elles sont généralement trop chères pour l'alimentation animale. Leur intégration dans les rations est cependant capable de modifier la qualité de la chair des poissons.

➤ Avantage :

- Bonne source d'énergie d'origine lipidique.
- Elles sont riches en AGE linoléique et linoléinique.
- Bon pouvoir liant.

➤ Inconvénient :

- Elle ne renferme ni vitamine A ou D ni astaxanthine.
- Pas d'AGPI à très longue chaîne.
- Très chères. (**Guillaume et al., 1999**).

III.2.3. Son de blé

Il est essentiellement constitué de l'enveloppe de grain de blé qui est après séparation traitée par un aplatisseur. Il se présente sous la forme de petites écailles. En fonction de la taille de ces écailles, on distingue les sons gros et les sons fins.

➤ Avantage :

- Très riche en fibre alimentaire.
- Disponible dans le marché avec un Prix raisonnable.
- Relativement, Riche en matières azotées.
- Contient de vitamine B et E (**Guillaume et al., 1999**).

➤ Inconvénient :

- Moyennement riche en cellulose (10%) (**Guillaume et al., 1999**).

Les valeurs nutritives des matières premières présentes dans le **tableau 5**.

Tableau 5 : composition chimique des matières premières :

Caractéristique (produit brut)	Farine poisson	Tourteau de Soja	Maïs	Son de blé	Huile Végétal
Matière sèche	92	88	86	88	99
Extractif non azoté	-	28.5	69	53	--
Amidon (Hydrolyse acide)	-	3.1	60.5	53	-
Amidon (Hydrolyse enzymatique)	-	-	-	19	-
Sucre	-	8.7	2.1	-	-
Cellulose	-	3.4	2.2	10	-
Protéine brute	64.4	48.0	9.0	15.6	-
Lysine	5.04	3.05	0.25	0.65	-
Méthionine	1.84	0.66	0.19	0.25	-
Méthionine et Cystéine	2.39	1.43	0.39	0.62	-
Tryptophane	0.65	0.65	0.06	0.19	-
Thréonine	2.73	1.88	0.32	0.54	-
Leucine	4.81	3.68	1.13	0.99	-
Isoleucine	3.04	2.42	0.35	0.53	-
Valine	3.55	2.46	0.46	0.73	-
Histidine	1.88	1.19	0.26	0.38	-
Arginine	3.71	3.59	0.43	1.04	-
Phénylalanine+Tyrosine	4.81	4.12	0.85	1.10	-
Matières grasse	5.5	1.9	4.20	6.5	98.7
AG sature	1.19	0.24	0.46	-	-
AG monosaturé	3.07	0.35	0.98	-	-
AGLPAI n-6	0.03	0	0	0	-
AGPI n -6	0.11	0.90	2.11	-	-
AGLPI n-3	0.80	0	0	0	0
AGPI n-3	0.87	0.2	--	-	-
Cholestérol	-	0	0	0	-
Cendre brute	21.4	6.2	1.6	4.4	-
Calcium	6.03	0.27	0.01	0.15	-
Phosphore totale	3.50	0.69	0.27	0.93	-
Sodium	1.00	0.01	0.01	--	-
Potassium	0.70	2.02	0.33	1.00	-
Chlore	1.30	Trace	0.05	0.06	-
Magnésium	0.23	0.28	0.11	0.35	-
Energie brute (kcal/kg)	4600	4200	3860	4000	9450
Energie digestible (kcal/kg)	3730	3223	3590	3700	-
Protéines digestibles	58.1	41.1	7.8	13.9	-
Phosphore disponible	3.00	0.10	0.05	-	-
(Guillaume et al., 1999).					

III.3. Les micro-ingrédients (méthionine, lysine, enzymes et CMV) et les macro-ingrédients :

III.3.1. DL-Méthionine (AA Purifiée) :

La méthionine est l'un des acides aminés les plus importants. Il est synthétisé par voie chimique. La DL-méthionine se présente sous une forme cristallisée blanche, avec un contenu actif de quasiment 100 % (**Van milgen et al., 2013**).

➤ **Avantage :**

- AA produits par synthèse ou génie biologique.
- Le tonnage utilisé dans ce secteur reste faible.
- également utilisé pour augmenter l'acidité de l'urine (convertir l'excès des acides aminés restants en dioxyde de carbone, qui est transformé en urée, qui est excrété dans l'urine)
- le traitement des troubles du foie, et l'amélioration de la cicatrisation des plaies (**Echikh et al., 2006**).

➤ **Inconvénient :**

- La solubilité des molécules (facilement soluble) lorsque le granulé séjourne longtemps dans l'eau.

III.3.2. CMV :

Le complément vitamine et minéraux contiennent des éléments qui participent à des réactions biochimiques, et interagissent entre eux. Il est essentiel que l'apport de ces différents micronutriments soit équilibré, pour que toutes ces réactions puissent s'effectuer dans de bonnes conditions.

Le CMV est un aliment très chargé en minéraux (plus de 40% de matières minérales ou « cendres ») et possédait un fort taux de vitamines (**Benoit et Wolter, 1992**).

Tableau 6 : Composition de CMV (Abadli, 2010)

Composition au Kg de CMV			
Vit A (UI)	900000	Fer (mg)	3200
Vit D3(UI)	270000	Iode (mg)	300
Vit E (mg)	2300	Cobalt (mg)	5
Vit K3 (mg)	400	Cuivre (mg)	2500
Vit B2 (mg)	500	Manganèse (mg)	8000
Panfrotenate de Ca (mg)	800	Zinc (mg)	8000
A.nicotique (mg)	4000	Sélénium (mg)	45
Vit B12 (mg)	0.7	Magnésium (mg)	3000
Vit B6 (mg)	200	Méthionine (mg)	100000
A.folique (mg)	40	Lysine (mg)	65000
Vit B1 (mg)	130	Antioxydant (mg)	10000
Biotine (mg)	12	SEL (mg)	330000
Chlorure de choline (mg)	40000		

III.3.3.Phosphate bi-calcique :

Produit issu de la réaction entre des minéraux calcaires et de l'acide chlorydrique ou phosphorique. Appartient à la famille des minéraux.

Les minéraux sont autorisés uniquement si leur emploi dans les denrées alimentaires (aliments pour animaux de compagnie) dans lesquelles ils sont incorporés est permis par la loi (Leroy, 2006).

Tableau 7 : compositions chimiques du Phosphate bi-calcique.

Composition de 100 g du Phosphate bi-calcique	
Calcium (Ca)	21 %
Phosphore (P)	17,5 %
Rapport Ca/P	> 1,3 < 1,6
Arsenic (As) < 4 ppm	< 4 ppm
Fluor (F)	< 2 000 ppm
Cadmium (Cd)	< 10 ppm
Plomb (Pb)	< 15 ppm
Mercure (Hg)	< 0,1 ppm
Chlore (Cl)	0 ppm
Humidité	< 1,4 %
pH	3,3 - 4,3
Solubilité Citrate	2 % > 96 %
Densité apparente (poudre)	0,67 g/cm3
Densité apparente (compacté)	1 g/ cm3
Cendres	83,6 %
Granulométrie inférieure à 400 µm 90 %	

III.4. Divers produits :

III.4.1. Piment doux (Paprika = *capsaicine*) :

Le paprika s'utilise comme une poudre de piments rouges déshydratée. Il contient des pigments alimentaires naturels.

- Le paprika est une épice qui a la particularité d'aider à faire passer à travers la paroi intestinale des éléments plus gros et donc de faciliter la digestion.
- Ils augmentent le métabolisme lié à la libération de l'histamine.

Présente une action très marquée sur les neurotransmetteurs comme l'ail.

Tableau 8 : composition chimique du Paprika. (Fichiers canadien sur les éléments nutritifs, par **Glouchkoff en 2010**)

Valeurs nutritionnelles pour une portion de 100 g	
Énergie	1209 kJ 289 kcal
Protéine	18
Glucide	67
Lipide	16

DEUXIEME PARTIE :

Matériel et méthode

1. Présentation de la station expérimentale :

L'expérience s'est déroulée en deux étapes, la première est sur la fabrication d'aliments et elle a lieu au niveau du Centre Nationale de Recherche et Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA) à Bou-Ismaïl (situé à 50 Km à l'ouest d'Alger, wilaya de Tipaza), elle a duré environ une semaine. La deuxième étape de l'expérimentation a été réalisée sur les alevins de carpe koi a lieu au niveau de l'école (ENSSMAL).

2. Objectif :

L'objectif de notre travail est de faire une comparaison sur l'influence sur la croissance et la pigmentation des carpes Koi de deux régimes alimentaires

Régime 01 sans pigment (Tableau 10).

Régime 02 avec pigment (Tableau 11).

3. Matériel utilisé**3.1. Matériel animal****➤ Alevins**

L'expérience a été faite sur 100 alevins du carpe koi *cyprinus carpio*, âgés de 01 mois, partagés dans 02 aquariums :

- Aquarium 01 : contient 50 alevins alimentés par un aliment sans pigments.

- Aquarium 02 : contient 50 alevins alimentés par un aliment avec pigments.

➤ Farine de poissons

La fabrication de la farine de poissons a été faite à partir des carpes communes, pêchées au niveau du barrage de Boukerdane (wilaya de Tipaza).

3.2. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé est constitué de :

- Maïs ;
- Soja ;
- Son de blé ;
- Piment doux.
- CMV
- Acide amine (méthionine)

3.3. Equipement:

- Appareils de la fabrication d'aliment (Broyeur, séchoir, machine à granulés, Balance de précision).
- 02 aquariums identiques ((1.07 * 0.40* 0.40) m) avec un dispositif d'aération
- Multiparamètre ;
- Epuisette ;
- Ichtyomètre
- Balance de précision.

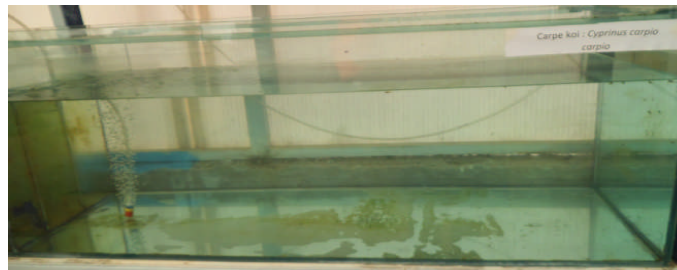


Figure 05 : l'aquarium utilise

4. Qualité de l'eau :

L'analyse physico- chimique de l'eau d'élevage a été suivie d'une manière journalière à l'aide d'un multiparamètre où on a pris la salinité, la température, le pH et l'oxygène dissous.

5. Echantillonnage

Le poisson était pêché à l'aide d'une épuisette après avoir vidé la moitié de l'aquarium. Les poissons étaient manipulés (pesé et mesuré de taille) soit avec ou sans anesthésiés.

6. Préparation de l'aliment :

Les ingrédients utilisés dans la préparation du régime alimentaire expérimenté sont :

- un CMV de volaille (acheté du marché).
- Farine du poisson (issue des broyages de poissons séchés ou niveaux du ENSSMAL).
- les matières végétales (acheté du marché).

7. La formulation

La formulation d'aliments pour animaux aquatiques repose sur les mêmes principes que celles des aliments pour animaux terrestres, c'est spécialement la formulation linéaire au moindre coût qui est l'outil le plus utilisé. Il s'agit de la méthode la plus économique. (Guillaume et al., 1991).

Une formule alimentaire doit répondre à :

- L'efficacité du point de vue physiologique, d'une manière ou l'indice de conversion soit le plus bas possible.
- L'efficacité du point de vue économique, d'une part, l'aliment ne sera pas chère et de l'autre part, il sera de bonne qualité.

Afin de répondre à ces critères et pour que la formule soit équilibrée, il faudra prendre en compte les éléments suivants:

- le prix et la disponibilité des aliments simples sur le marché ;
- le prix du concentré à utiliser ;
- les besoins de l'animal (alevin, juvénile ou adulte) et de sa destination (chair ou ponte).

Pour la formulation et la composition des aliments composés on doit considérer un certain nombre de paramètres dont les principaux sont :

- Les besoins alimentaires des espèces d'élevage.
- La taille et l'âge du poisson.
- Les catégories de poisson : alevins, juvéniles ou adulte.
- Les valeurs nutritives la disponibilité et le coût des ingrédients utilisés.

Les formules utilisées pour la fabrication d'aliments expérimentés sont présentées dans les tableaux 9 et 10 :

Tableau 9 : Composition alimentaire régime 01.

Matière première	Pourcentage dans l'aliment	Quantité
Farine de poisson	20%	20
Soja	55%	55
Maïs	10%	10
Son de blé	5%	5
Phosphate bi-calcique	2%	2
DL- Méthionine	0.5%	0.5
CMV	1%	1
Huile de soja	25ml	25
Total	980%	98 g

Tableau 10 : Composition alimentaire régime 02.

Matière premier	Pourcentage dans l'aliment	Quantité
Farine du poisson	20%	20 g
Soja	55%	55 g
Maïs	10%	10 g
Son de blé	5%	5 g
Phosphate bi-calcique	2%	2 g
DL- Méthionine	0.5%	0.5 g
CMV	1%	1 g
Huile du soja	25ml	25 ml
Pigment doux)	5%	05 g
Total	980%	98

8. protocole de Fabrication d'aliment

8.1. Fabrication de farine de poisson :

La fabrication de la farine de poisson est le résultat des opérations successives suivantes :

Les Etapes de fabrication :

➤ Décongélation :

La décongélation c'est fait dans un bac d'eau de robinet pour tous les carpes communs congelés.

➤ Cuisson :

La cuisson entraîne la coagulation des protéines du poisson en une masse compacte et l'éclatement des cellules qui libèrent l'huile et l'eau liée.



Figure 06 : Cuisson des poissons décongelés.

➤ Pressage :

Le pressage permet de récupérer :

- Une phase liquide : le jus de presse, composé d'huile, de matières dissoutes et de Particules en suspension (15 % de protéines non coagulées, minéraux et vitamines) ;
- Une phase solide à 40 – 45 % de matière sèche : le gâteau de presse.

Le pressage est réalisé manuellement en mettant la matière première cuite entre les mains, puis on provoque une force entre les mains pour libérer l'eau et récupérer la matière solide.

Figure 07 : Pressage et séparation des deux phases liquides et solide



➤ Séchage

Après le pressage la phase solide est étalée sur un support pour le séchage. Le séchage est fait à l'air libre une semaine. Pour un bon séchage il faut que la phase solide soit mélangée de temps à autre (mois de Mai à des températures entre 23 et 27°C).

➤ Broyage :

La matière sèche est passée dans un broyeur électrique par petite quantité, afin d'avoir une farine fine et homogène.

8.2. Fabrication d'alimentaire pour poissons

Le processus de fabrication des aliments consiste en une série d'opérations dont le but est d'associer plusieurs matières premières dont les proportions sont fixées à l'avance, pour un objectif nutritionnel précis

La préparation du mélange s'est faite comme suit :

➤ Le broyage

Le broyage des matières végétales (**Maïs, soja, son de blé,...**) et des poissons séchés est effectué au niveau du laboratoire du CNRDPA à l'aide d'un broyeur électrique on a obtenu des ingrédients sous forme de poudre (farineuse). Dans cette phase on transforme les matières premières, pour obtenir une farine.

Le produit à broyer pénètre dans une chambre où il est violemment percuté par des marteaux fixés sur un rotor.



Figure 08 : broyage des matières premières.

Les particules générées sont reprises à nouveau jusqu'à ce qu'elle peut passer par le tamis de l'appareil. Une dépression d'air aide les particules à traverser les trous de la grille. (Guillaume *et al.*, 1999).

➤ **Pesée et Dosage :**

Les différentes matières premières qui seront utilisées doivent être mesurées et pesées ; cette étape est faite à l'aide d'une balance de précision pour la matière sec et les verreries graduées avec précision afin d'avoir les quantités ou le volume indiqué dans la composition de l'aliment.

➤ **Prémélange :**

Certaines matières premières sont incorporées en petite quantité dans le mélange. Pour que ces matières premières soient réparties uniformément dans l'aliment, il faudrait d'abord les mélanger avec une petite quantité d'un autre aliment simple.

➤ **Mélange(Homogénéisation) :**

L'homogénéisation, opération essentielle à l'élaboration d'un aliment composé, consiste à associer les matières premières préalablement broyées et dosées en les répartissant uniformément dans la masse du mélange. (Guillaume *et al.*, 1999).

Après la pesée de tous les ingrédients, mélangé à la main ont été réalisés en respectant les proportions, c'est-à-dire 20% Farine du poisson,55% Soja ,10% Maïs ,5% Son de blé ,2% Phosphate bi-calcique ,0.5% DL- Méthionine ,1% CMV ,et 25ml Huile du soja en ajouton 5%de piment doux dans un des deux aliment.



Figure 09 : Mélange de matière première sans pigment



Figure 10 : Mélange de matière première avec pigment

➤ **Pressage (Agglomération) :**

Le mélange sous forme de farine est forcé par des galets (rouleaux) à travers les perforations d'une filière plate ou annulaire, Il ressort de la presse sous forme de petits cylindres (les agglomérés ou granulés) de longueurs et de diamètres déterminés.

Le diamètre varie de 2,5 à 6 mm selon le type et la taille de l'animal. La longueur est ajustée grâce à des couteaux disposés à la périphérie de la filière. L'eau ou de vapeur est ajoutée au préalable à l'aide d'un conditionneur (**Guillaume *et al*, 1999**).



Figure 11 : Machine à granule

➤ **Séchage et refroidissement :**

Séchage à permet de réduire le taux d'humidité, il a été réalisé au niveau d'un séchoir, l'aliment a été placé dans des tamis dans le séchoir à 60°C pendant 8 heures, afin d'atteindre un maximum de 9 à 10% d'humidité à la sortie.



Figure 12 : Séchage d'aliment.

9. Essai

L'expérimentation s'est déroulée dans la ferme de l'ENSSMAL à Daly Brahim.

9.1. Distribution d'aliment :

Les aliments (régime avec pigment et régime sans pigment) sont distribués aux poissons, à la main.

Tableau 11 : Fréquence de distribution des aliments.

Régime	Durée d'élevage (jours)	Taille moy Initiale (cm)	Densité d'élevage (individu/m3)	Fréquence fois/jour
Régime sans pigment	45	0.7-1	50	4-8
Régime avec pigment	45	0.7-1	50	4-8

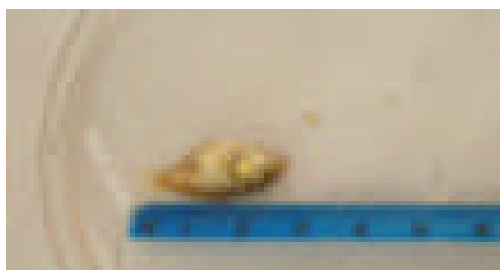
9.2. Mesure de croissance :

La croissance est un facteur majeur en aquaculture ; c'est celui qui détermine la production et par conséquent la rentabilité de l'élevage.

L'estimation de la croissance des individus élevés en aquarium **01** (aliment sans pigment) et en aquarium **02** (aliment avec pigment) a été faite chaque 10 jour en notant le poids et la longueur de 10 des individus dans les deux aquariums présents. Les mesures ont été effectuées sans Anesthésiés dans les premiers temps car les poissons sont de petite taille. Par contre les 2 derniers prélèvements ont été fait avec Anesthésiés.

Les données de poids sont les plus couramment utilisées pour l'appréciation de la croissance.

Les mesures effectuées sont présentées dans **l'annexe A**

**Figure 13** : Mesure de la taille**Figure 14** : Mesure du poids

Troisième partie : Résultats et Discussion.

1. Qualité de l'eau

Les paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans l'aquarium 01.

	04/06/2014	09/06/2014	15/06/2014	19/06/2014	26/06/2014	01/07/2014	07/07/2014	12/07/2014	17/07/2014
T°C	25	24,6	26	23,3	25,9	26,7	25	23	26,9
pH	7,0	7,5	6,8	7,0	7,08	7,5	7,4	7,88	7,48
S (psu)	0,3	0,17	0,1	0,15	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1

Tableau 13 : Analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans l'aquarium 02.

	04/06/2014	09/06/2014	15/06/2014	19/06/2014	26/06/2014	01/07/2014	07/07/2014	12/07/2014	17/07/2014
T°C	25	26	23,5	24,6	23,9	26,9	25,9	25,4	25,9
pH	7,80	7,0	6,9	7,5	7,88	7,48	7,7	7,6	7,88
S (psu)	0,1	0,3	0,1	0,2	0,15	0,29	0,3	0,17	0,1

Les résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans les deux aquariums sont présentés dans les figures 15 et 16.

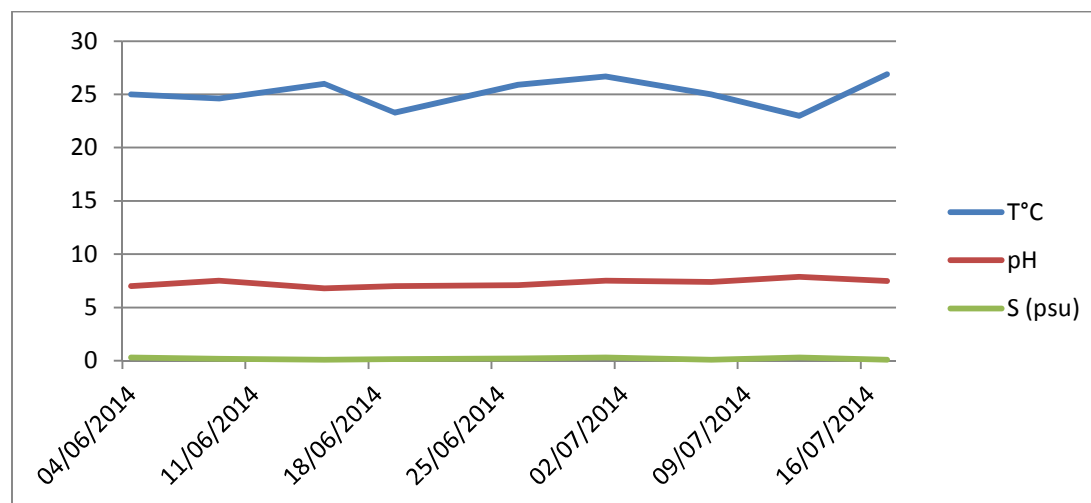


Figure 15 : Analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans l'aquarium 01.

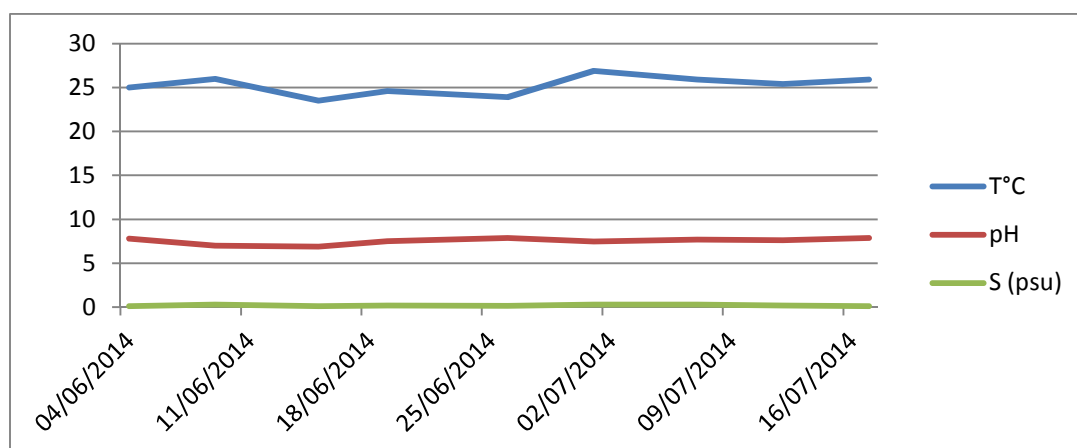


Figure 16 : Analyse physico-chimique de l'eau d'élevage dans l'aquarium 02.

La qualité physico-chimique de l'eau d'élevage des aquariums est adéquate pour l'élevage des cyprinidés. Le taux de salinité varie de 0,1 à 0,3‰. Le pH fluctue entre 6,8 et 7,88. Selon **Schlumberger (2002)**, Les cyprinidés *cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) est une espèce rencontrée dans des eaux où la salinité varie entre 0 et 0,9‰. La tolérance aux variations de pH est très grande. En effet, selon **Billard (1995)**, le *cyprinus carpio* se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 9.

La température des eaux d'aquariums est entre 23 à 26,9°C. Selon **Billard (1995)**, la température influe sur les activités biologiques de l'espèce. L'optimum de la croissance pour les cyprinidés se situe dans une gamme allant de 20°C à 30°C.

2. La valeur alimentaire des deux régimes.

Le calcul de la teneur d'ingrédients en éléments nutritif sous fais comme suivent :

100 g farine de poisson → 10 g de protéine

20 g → X= 12,88

2.1. La valeur alimentaire du régime 1:

La composition chimique d'aliments sans pigment est résumée dans le tableau 14 ci-dessous :

Tableau 14 : Composition chimique du régime 1 (aliment sans pigment)

Ingrédient	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Ms (g)
Farine de poisson	12,88	1,1	0	18,4
Soja	2,4	0,095	1,425	4,4
Mais	0,9	0,42	6,9	8,6
Son de blé	8,58	3,575	29,15	48,4
Huile	0	2,4675	0	2,475
Total	24,76	7,6575	37,475	82,275

2.2. La valeur alimentaire du régime 2 :

La composition chimique du régime expérimental est récapitulée dans le tableau 15.

Tableau15: Composition chimique du régime 2 (aliment avec pigment).

Ingrédient	protéines	Lipides	Glucides	Ms
Farine de poisson	12,88	1,1	0	18,4
Soja	2,4	0,095	1,425	4,4
Mais	0,9	0,42	6,9	8,6
Son de blé	8,58	3,575	29,15	48,4
Huile	0	2,4675	0	2,475
Paprika	0,9	0,8	3,35	4,3
Total	25,66	8,4575	40,825	86,575

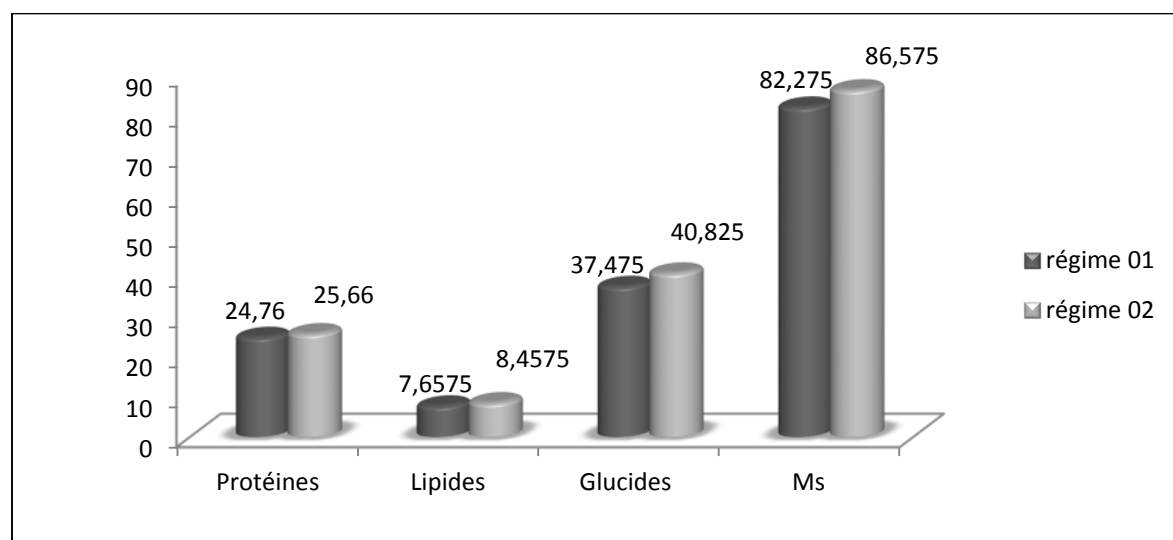


Figure 17 : valeur alimentaire des deux régimes (en %).

Pour la détermination de la valeur alimentaire des deux régimes ont été faits en se basant sur les travaux de **Guillaume et al., (1999)**. Le régime 1 est composé de 24.8 % de protéines, 37.48% de glucide et de 7.66% de lipide, par contre le régime 2 est composé de 25.7% de protéines, 40.9% de glucide et 8.5 % de lipide.

Selon **Ranson (2003)**, Les besoins de la larve de carpe sont mal connus et les pisciculteurs se basent de manière empirique sur des recettes qui a fait leurs preuves dans le passé. Toutefois il a signalé que le taux de lipides toléré dans les rations des carpes va de 5% à 20%.

3. Estimation de la valeur énergétique digestible

Chaque aliment apporte une certaine quantité d'énergie (énergie calorifique: kcal/kg du poids sec d'aliment) dont l'animal en élevage a besoin pour ses mouvements et sa croissance somatique journalière. Ainsi, sur la base des informations ci-dessous, relatives à l'énergie calculée contenue dans chacun de ces ingrédients on peut apprécier la qualité de l'aliment composé en rapport avec les besoins énergétiques de l'espèce en élevage.

Tableau 16 : Valeur énergétique de régime 1.

ingrédient	farine de poisson	Soja	Maïs	Son de blé	Huile	Totale
Energie digestible (kcal/kg)	746	1772.65	359	185	0	3062,65

Tableau17 : Valeur énergétique de régime 2.

ingrédient	farine de poisson	Soja	Maïs	Son de blé	Huile	Paprika	Totale
Energie digestible (kcal/kg)	746	1772.65	359	185	0	14,45	3315,6

Les deux régimes 01 et 02 testés fournissent respectivement 306265 et 3315.6 Kcal/Kg d'aliments. D'après **Guillet (2002)** la densité énergétique recommandée pour un aliment pour carpes doit être comprise entre 2700 et 3100 kcal énergies métabolisables/kg d'aliment. Donc les résultats de notre expérience se rapprochent des résultats figurant dans la littérature

4. Observations du comportement des individus dans chaque aquarium

Une observation visuelle a été faite une à deux fois par jour sur le comportement des poissons dans les différents aquariums. Cette observation montre que l'aliment testé était accepté par les poissons et les poissons ne présentent aucun signe pathologique et n'ont pas subi de mortalité.

5. Les poids et tailles des alevins

5.1. Mesures effectuées dans l'aquarium 1(régime 1)

Tableau 18 : Les moyennes des poids et des tailles des alevins en aquarium01.

date	Jour	Tailles	poids	GPJ (g/j)
04/06/2014	0	0.6	??	-
15/06/2014	10	1.91	0,47	-
26/06/2014	21	3,09	0,661	0,01736364
07/07/2014	32	4,08	1,358	0,06336364
17/07/2014	45	4,85	2,53	0,09766667

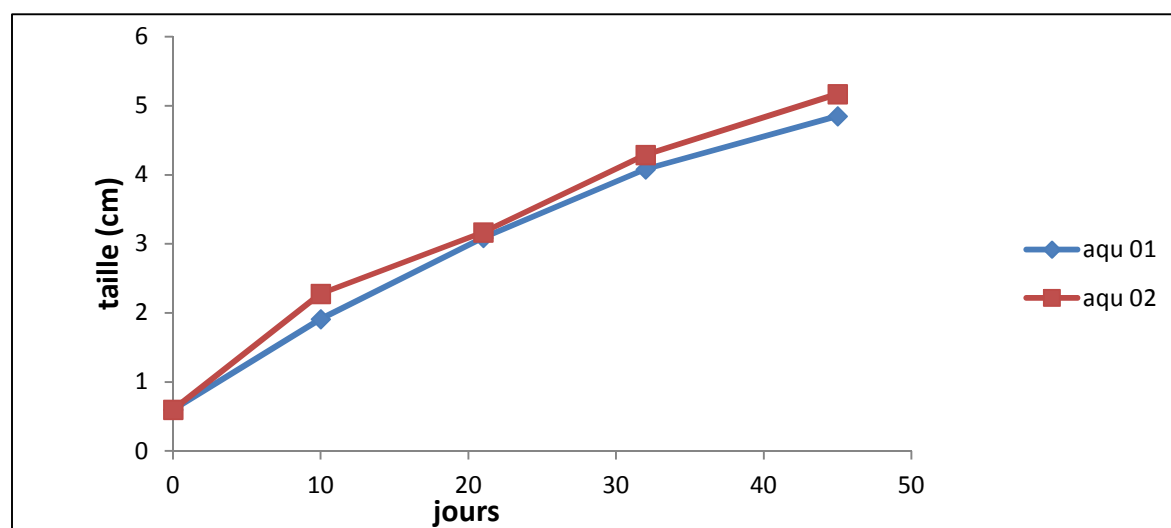
5.2. Mesures effectuées dans l'aquarium 2 (régime 2)

Tableau 19 : Les moyennes des poids et tailles des alevins dans l'aquarium 02.

date	Jour	Tailles	poids	GPJ (g/j)
04/06/2014	0	0,6	??	-
15/06/2014	10	2,28	0,448	-
26/06/2014	21	3,17	0,831	0,03481818
07/07/2014	32	4,29	1.509	0,06163636
17/07/2014	45	5.17	3.179	0,13916667

Les résultats obtenus pour la croissance des alevins des deux aquariums sont illustrés dans les figures 18 et 19.

L'échantillonnage pour la mesure du poids et de la taille a été effectué pour chaque 10 à 11 jour, où un nombre de 10 alevins ont été prélevés pour chaque lot d'alevins. La durée totale du test : 45 jours.

**Figure 18** : Les moyennes des tailles enregistrées par les deux régimes.

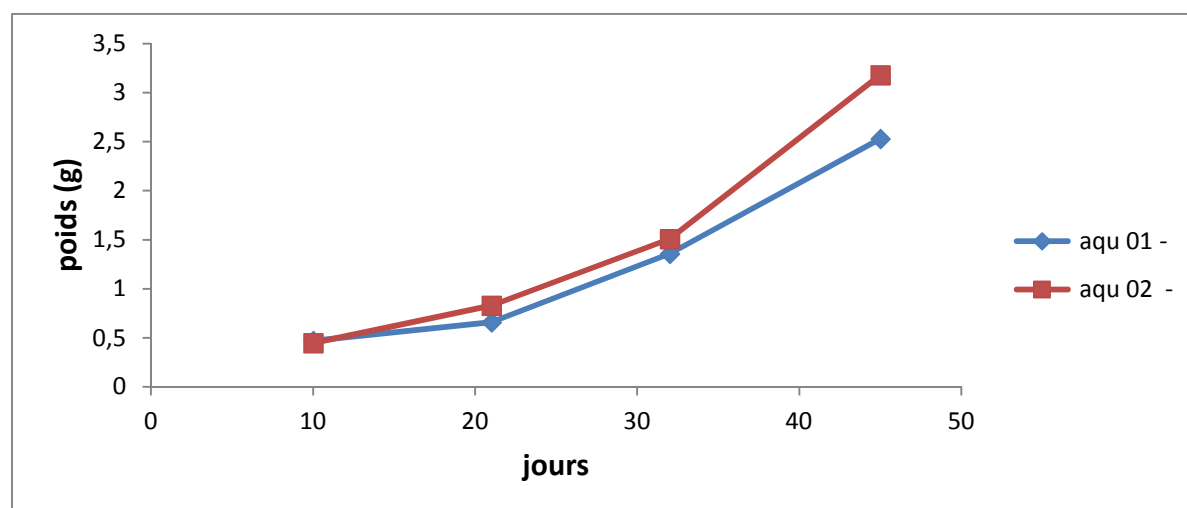


Figure 19 : les moyennes des poids enregistrés par les deux régimes.

Les résultats des moyennes des poids de croissance obtenus montrent qu'il y a une différence entre les alevins alimentés avec le régime avec pigment et les alevins nourris avec aliment sans pigment. Par ailleurs, la différence observée entre la croissance des alevins de régime 01 et de régime 02 peut être due surtout à la composition des régimes.

6. La mortalité

Une mortalité de 03 individus dans l'aquarium 02 a été enregistrée.

DISCUSSION

➤ Survie

Au regard des valeurs obtenues, il ressort que nous n'avons pas enregistré des problèmes majeurs au niveau de la mortalité ; le pourcentage de survie est de 100%. Quelques mortalités dénombrées au cours du dernier jour de l'expérience ne semblent pas être liées à l'alimentation. Les décès survenaient quelques secondes ou minutes après les manipulations ou à la suite des blessures infligées par la pêche. La mortalité serait donc due au stress des manipulations.

D'après les résultats des mortalités n'ont déduit aucun des aliments ne présente donc de toxicité pour la carpe Koi *Cyprinus carpio*.

➤ Performances de croissance des poissons

La figure 19 illustre les courbes de croissance (moyenne des poids) obtenus dans les deux régimes, la croissance comparée des deux courbes montre une différence importante en gain de poids entre les deux courbes de croissance.

En effet, on a enregistré un gain de poids journalier entre 0,017 à 0,097 g/j en fin de durée d'élevage pour le régime 1 (sans pigment) et de 0,034 à 0,139 g/j pour le régime deux.

Par ailleurs, la différence observée entre la croissance chez les individus dans Aqu 01 et Aqu 02 peut être due surtout à la composition des régimes, car le régime 2, et plus riche que le régime 1 dû à la présence du paprika.

➤ **caractérisation de l'aliment :**

La flottabilité	Acceptabilité	Stabilité
L'aliment est plongeant	Très bonne, l'aliment est consommé dans un délai de quelques secondes à partir de sa distribution	Délitement total en faible temps

➤ **La pigmentation des poissons :**

La pigmentation ou la coloration chez les poissons est un indice très important surtout pour l'aquariophile. Selon **De Vries (2003)** l'alimentation joue un rôle crucial dans la couleur du poisson.

L'observation et le contrôle au niveau des deux aquariums déterminent que l'aliment testé est accepté par les poissons, mais dans les deux aquariums on n'a observé aucune amélioration de la coloration que soit en présence ou en absence du pigment.

Selon les différentes recherches sur la composition de paprika, elle renferme de nombreux pigments colorés dont 3 principaux (**caroténoïdes, capsanthine, capsorbine**) malgré cette présence de pigments dans l'aliment testé ce dernier n'a pas eu d'influence sur les poissons. Cela est dû peut-être à la courte période de l'expérience ou à la concentration des caroténoïdes dans le régime. On ne peut pas affirmer que les pigments de paprika n'ont pas des effets sur la pigmentation car la couleur des poissons peut-être génétiquement déterminée. Selon **Choubert (1992)** au-delà d'un certain niveau, l'augmentation de l'ingestion de pigments n'a pas d'effet supplémentaire. Cette saturation pourrait correspondre soit à une impossibilité de la part du poisson à absorber plus de caroténoïdes, soit à une saturation des transporteurs sanguins (caroténo-lipoprotéines) comme cela a été noté pour le β -carotène.

CONCLUSION

CONCLUSION

L'objectif majeur poursuivi par cette étude était d'identifier parmi les aliments formulés à partir d'intrants locaux, celui qui soit zootechniquement et économiquement intéressant. Ceci pour tenter de résoudre le problème posé par le coût élevé et d'approvisionnement des aliments pour nourrir les poissons exotiques.

L'essai réalisé nous a permis de maîtriser le processus de fabrication d'aliment (broyage, pesage, mélange, homogénéisation, pressage, séchage, ensachage) et de connaître la conduite d'élevage des cyprinides (condition d'élevage, quantité et fréquence de distribution d'aliments).

Les résultats obtenus montrent une meilleure croissance chez les alevins alimentés par le régime 02 avec un GPJ moyen de 0.0865 g, et cela peut être due à la présence des pigments ces derniers dont laquelle on trouve le B-carotène, un pigment précurseur de la vitamine A. Une vitamine indispensable et qui joue un rôle très important pour la croissance. Aussi la couleur de l'aliment joue un rôle très important pour attirer le poisson.

Aucun développement de couleur n'a été observé chez les individus testés soit pour le premier ou pour le deuxième aliment, toutefois il faut signaler que les pigments jouent différents rôles autres que la pigmentation et aussi qu'à période de reproduction, ces derniers migrent aux gonades chez les femelles et à la peau chez les mâles et les individus utilisés dans l'expérience sont de petite taille dont le maximum de taille est de 5.1cm.

Cependant, cette étude présente des limites telles que la saison et la courte durée des expérimentations (45 jours) qui ne sont pas suffisantes pour que les individus puissent déjà s'habituer aux aliments.

Enfin et pour augmenter les performances de la croissance, on recommande de refaire d'autres études plus étudiées composées à base d'aliment sélectionné, pouvant couvrir les besoins nutritionnels et dans les meilleures conditions permettant de maîtriser les paramètres de production tels que la qualité de l'eau, la charge par m³ ...etc.

Référence Bibliographie :

Référence Bibliographie

- **ABADLI, M-R.(2010).** *Contribution à l'étude de fabrication d'aliment extrudé pour tilapia au niveau de la ferme « Pescado de la Duna » Ouargla.* Mémoire d'ingénieur en aquaculture, ENSSMAL: Alger. 48 p.
- **ADMNISTRTEUR, B.(2013).** *bassin a koi faune et flore aquatique Anatomie de la carpe Koi,* [En ligne]. Sam 2 Novembre 2013 [consulte le 24 avril 2014] disponible à l'adresse :< <http://www.aquakoi.fr/le-site-de-la-carpe-koi-et-du-bassin.htm>>.
- **AMERIO,M. (1986).** *Techniques d'élevage intensif et d'alimentation de poissons et de crustacés, contrôle de la qualité des aliments en pisciculture.* Villanova di motta di livenza - ITALIE - Vol. II, FAO. pp 423-442.
- **AUDIC, M. (2006).** *Étude de la Nutrition des Saumons et Contribution à la Création d'une filière de Production de Saumons Label rouge.* Thèse du docteur Vétérinaire, l'école nationale vétérinaire de TOULOUSE. 138 p.
- **BADI, Kh. (2012).** *Reproduction artificielle de la carpe Koi cyprinus carpio (linné,1758).* mémoire d'ingéniere en sciences de la mer, ENSSMAL: Alger. 49 p.
- **BARNABE, G. (1989).** *Aquaculture.* 2ème édition Paris, France. Vol 2. 1389 p.
- **BARNABE, G. (1991).** *Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture.* Paris : Tec & doc Lavoisier. 500 p.
- **BENOIT, P. et WOLTER, R. (1992).** *Pratique de la complémentation minérale et vitaminique chez le cheval .* EquAthlon- vol.4 n°14. 75 p.
- **BERKAINÉ, D. et BOUYAKOUB, I. (2011).** *Reproduction artificielle de la carpe Koi (cyprinus carpio carpio)* DEUA en sciences de la mer, ENSSMAL: Alger. 49 p.

Référence Bibliographie :

- **BILLARD, R. (1995).** *Les carpes : biologie et élevage*. Paris : INRA. 387 p.
- **BILLARD, R. et MARCEL, J. (1986).** *Aquaculture of cyprinids*. Paris: INRA. Vol. 524. 500 p.
- **CHOUBERT, G. (1992).** *La pigmentation des Salmonidés : dynamique et facteurs de variations*. Paris : INRA Prod. Anim. pp, 235-246.
- **DE LA NOUE, J. et OUELLET, G. (1996).** *Nutrition : élevage des salmonidés Fascicule 5*. France : MAPAQ, pp, 5-27.
- **DE VRIES, Ph. (1999).** *Les aliments du commerce pour poissons – Aquajardin*. [En ligne]. Aquajardin, [consulte le 17 juin 2014] disponible à l'adresse : < www.aquajardin.net/dos_alimentation_commerce.htm>.
- **DUMAY, J. (2006).** *extraction de lipides en voie aqueuse par bioreacteur enzymatique combine à l'ultrafiltration : application a la valorisation de co-produits de poisson (sardina pilchardus)*. Thèse de doctorat bioprocédés et biotechnologies marines, Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes. 303 p.
- **ECHIKH, F. KHALIL, M-Kh. et BOUKETTA, K. (2006).** *Formulation, fabrication, et essai d'un aliment composé pour tilapia*. Mémoire d'ingénieur en sciences de la mer, ENSSMAL, Alger. 64 p.
- **FAO, (2014).** *Fisheries & Aquaculture - Cultured aquatic species fact sheets Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758)*. [En ligne]. activé par FIGIS [consulte le 14juin2014] disponible à l'adresse : < www.fao.org / Accueil FAO/ Pêches et aquaculture>.
- **FERRANDO, R. (1964).** *Les Bases de l'alimentation :deuxième édition*, école de médecine 23. Paris : Vigotfrères. 388 p.

Référence Bibliographie :

- **FORTIER, J-F. (2013).** *Cyprinus carpio : fiche poisson de maintenance en aquarium.* [En ligne]. ed: AquaBDDcréation le 08/06/13 [consulte le 4 juin 2014] disponible à l'adresse : < <http://www.aquaportail.com/fiche-poisso-3164-cyprinus-carpio.htm>>.

- **GLOUCHKOFF, A. (2010).** *Fichier Canadien sur les Eléments Nutritifs.* ministère de la Santé du Canada. [En ligne] .Canada : [consulte le 16 juin 2014] disponible à l'adresse : < www.i-dietetique.com/composition-nutritionnelle/airelle/html>.

- **GUILLAUME, D. (2008).** *Effet des pigments xanthophylles jaunes du gluten de maïs et utilisation de différents niveaux de lysine dans la moule d'élevage; impacts sur les performances et la coloration de la truite arc-en-ciel (ONCHORYNCHUS MYKISS).* Thèse en maîtrise en sciences animales, l'université Laval. 40 p.

- **GUILLAUME, J. Kaushik, S. Bergot, P. et Metailler, R. (1999).** *Nutrition et Alimentation des poissons et crustacés,* Paris : INRA. 480 p.

- **GUILLET, Ph. (2002).** *Poissons de bassin - l'alimentation des koi : aqua koi travaux aquatique du sud-ouest guérisseur des eaux malades.* [En ligne]. Copyright [consulte le 17 avril 2014] disponible à l'adresse : < www.passiobassin.com/dossier/sponsor/aqu_koi.php>.

- **IGA-IGA, R. (2008) .** *Contribution à la mise au point d'aliments pour tilapia Oreochromis niloticus à base d'intrants locaux : cas du Gabon. Mémoire du Master Sciences agronomiques et agroalimentaires en sciences halieutiques et aquacoles dominante aquaculture,* IRAF et Centre de Rennes. 47 p.

- **JONCOUR, C. (2005).** *Alimentation des poissons Famille des Cichlidés ,* 8 p.

Référence Bibliographie :

- **LEROY, S. (2006).** *La Nutrition avec sera Koï International. Journées Biologiques du Parc Phoenix– Nice, Mém. Inst. Océano. P. Ricard, pp 21 – 34.*
- **MAOUCHE, Y (1976).** *Élevage des cyprinidés et l'élevage de la crevette marine. Penaeus orientalis. . Alger : ISMAL. 117 p.*
- **RABELSI-ZOUARI, A (2011).** *Effet intra-ponte du moment d'éclosion sur la morphologie, la croissance et l'efficacité métabolique des larves de brochet *Esox lucius* et de carpe commune *Cyprinus carpio*. Thèse de docteur de l'université henri poincare, Faculté des Sciences Agronomiques de Sfax. 163 p.*
- **RANSON, S-ph. (2003).** *l'Alimentation de la Carpe (*Cyprinus carpio*) Dans son Biotope et en élevage. Thèse de doctorat vétérinaire, faculté de médecine de Créteil, 120 p.*
- **REX NEWKIRK, Ph. (2010).** *SOJA Guide de l'industrie de l'alimentation animale 1 re édition, Institut international du Canada. 53 p.*
- **SCHLUMBERGE, O. et Girard, P. (2013).** *Mémento de pisciculture d'étang 5é édition. France : Quae 222 p.*
- **SCHLUMBERGER, O. (1997).** *Mémento de pisciculture d'étang 3é éd. France : CEMAGREF. 238 p.*
- **SCHLUMBERGER, O. (2002).** *Mémento de pisciculture d'étang 4é éd. France : CEMAGREF. 238 p.*
- **SHAHABUDDIN, A-M. HABIB1, K-A. AFFAN, M-A. AHMED, M-R. YASMIN, M-S. (2007).** *Nutrition requirements of common carp (*cyprinus carpio*) cultured. Bangladesh. J. Prog. Sci. & Tech. 5(2): pp. 417-420.*
- **VAN MILGEN, J. NOBLET, J. LOOTEN, FUERTES, Ph. DELPORTE, Ch (2013).** *Efficacités comparées de la L-méthionine et de la DL-méthionine chez le porcelet. Journées Recherche Porcine. Parie : INRA, pp. 165-166.*

Annexes

Annexé A

Tableau : Mesure effectuée dans l'aqu 01

Date	15/06/2014		26/ 06/2014		07/ 07/2014		17/07/2014	
Individu	Taille (cm)	poids (g)	Taille (cm)	poids (g)	Taille (cm)	poids (g)	Taille (cm)	poids (g)
1	2.4	0.63	3.4	0.96	3,8	1,23	5,5	3,18
2	2.6	0.82	3.0	0.73	3,7	0,98	4,8	2,11
3	2.0	0.94	2.8	0.48	3,9	1,36	5,1	2,96
4	2	0.13	3.6	1.12	3,7	0,74	4,9	3,73
5	1.9	0.58	3.5	0.71	4,5	2,17	5,1	2,15
6	1.8	0.66	2.9	0.50	4	1,02	4,9	2,49
7	1.7	0.22	2.8	0.44	4,5	1,26	4,2	2,4
8	1.6	0.07	3.0	0.43	4,4	1,02	4,7	1,97
9	1.5	0.57	2.7	0.40	4,3	2,25	4,5	2,07
10	1,6	0,08	3.2	0.84	4	1,55	4,8	2,24

Annexé A

Tableau : Mesure effectuée dans l'aqu 02

Date	15/06/2014		26/06/2014		07/07/2014		17/07/2014	
	Taille (cm)	Poids (g)	Taille (cm)	Poids (g)	Taille (cm)	Poids (g)	Taille (cm)	Poids (g)
1	2.4	0.26	3.5	0.95	4,1	1,67	5,2	3,18
2	1.5	0.10	3.2	1.27	4,6	1,4	5,3	2,98
3	2.6	0,82	3.5	0.97	4,8	2,1	5,7	3,89
4	2.5	0.61	3.1	0.68	4,2	1,51	5,6	2,85
5	2.3	0.62	3.4	1.04	4,3	1,88	5,1	3,27
6	2.4	0.42	3.3	1.03	4,9	1,7	5,1	3,37
7	2.2	0.38	3.2	0.80	3,8	1,3	5,4	2,92
8	2.4	0.68	2.7	0.51	3,9	0,95	4,9	3,13
9	2.3	0.41	2.8	0.53	4,4	1,41	4,7	3,7
10	2.2	0.18	03	0.53	3,9	1,17	4,7	2,5