

# Document d'accompagnement du référentiel de formation



## Inspection de l'Enseignement Agricole

**Diplôme :**  
BTSA AQUACULTURE

**Module M52 :**  
Les espèces élevées en aquaculture

**Objectif général du module :**  
Acquérir les savoirs scientifiques fondamentaux relatifs aux espèces élevées en aquaculture.

### Indications de contenus, commentaires, recommandations pédagogiques

Pour la mise en œuvre des différentes activités, l'enseignant doit privilégier une approche pratique au laboratoire et sur le terrain et utiliser les structures pédagogiques des établissements (ateliers, exploitation).

#### **Objectif 1: Observer et décrire les principales espèces élevées et cultivées en aquaculture**

Les sous objectifs 1.1 et 1.2 sont abordés sous forme de séances à effectif restreint (travaux dirigés) devant permettre aux étudiants d'élaborer des fiches descriptives. La mise en œuvre du sous-objectif 1.3 se fait sous la forme de travaux pratiques.

La classification des êtres vivants est présentée dans le module M 51.

#### **Objectif 1.1 : Reconnaître les principales espèces élevées et cultivées dans le monde**

Reconnaître et nommer les espèces élevées selon la nomenclature binomiale scientifique et citer leur nom vernaculaire :

- Nommer les espèces les plus représentatives de la production aquacole au niveau mondial,
- La liste des espèces est à établir en lien avec les enseignants de sciences et techniques aquacoles,
- Se limiter à quinze espèces.

Reconnaître et nommer les principales algues macrophytes cultivées :

- Nommer les principales espèces d'algues macrophytes cultivées au niveau mondial et et indiquer leur classe d'appartenance,

- Se limiter à six espèces.

**Mots clés :** algues macrophytes, mollusques, crustacés, poissons d'eau douce, poissons d'eau saumâtre, poissons d'eau de mer.

### **Objectif 1.2 : Reconnaître et situer dans la classification les principales espèces élevées et cultivées en France et en Europe**

Reconnaître et nommer les espèces selon la nomenclature binomiale et préciser leur position taxonomique :

- Établir une liste des espèces élevées en mentionnant les principaux poissons d'eau douce et d'eau de mer,
- Établir une liste des espèces de mollusques (*ostréidés, mytilidés, vénérédés, cardiidés, pectinidés, haliotidés*),
- Présenter au minimum un crustacé péneïde et un astacidé.

Reconnaître et nommer selon la nomenclature binomiale les microalgues et macroalgues exploitées. Indiquer leur classe d'appartenance. Nommer les principales espèces cultivées pour le nourrissage des espèces aquatiques. Une observation microscopique est préconisée.

**Mots clés :** algues macrophytes, crustacés, mollusques, poissons d'eau douce, poissons d'eau saumâtre, poissons d'eau de mer.

### **Objectif 1.3 : Décrire la morphologie et l'anatomie des espèces élevées**

Décrire la morphologie et l'anatomie des mollusques bivalves en identifiant les organes composant les différents appareils.

Cette étude s'appuie sur une dissection :

- La description comprend obligatoirement l'étude de la coquille, du manteau, des muscles adducteurs, des appareils digestif et respiratoire. Le contenu stomacal peut être observé au microscope.
- Une observation microscopique des branchies est réalisée en TP..

Décrire la morphologie et l'anatomie d'un poisson omnivore et d'un poisson zoophage en identifiant les organes composant les différents appareils. Cette étude s'appuie sur deux dissections. La description comprend obligatoirement :

- Le nom des nageoires, des organes sensoriels, l'étude du tégument grâce à une coupe.
- L'étude de la bouche (à mettre en rapport avec le régime alimentaire).
- La forme générale (à mettre en rapport avec le milieu de vie).
- L'identification des différents organes, des appareils digestif, respiratoire, reproducteur et excréteur.
- Une observation des otolithes et une observation microscopique des branchies.
- Une extraction d'hypophyse.

Décrire la morphologie et l'anatomie d'un crustacé décapode en identifiant les organes composant les différents appareils. Cette étude s'appuie sur une dissection qui comprend obligatoirement :

- Le nom, la position des appendices et leurs rôles respectifs.
- Le nom, la position des différentes parties du corps.
- Les organes sensoriels.
- L'identification des différents organes des appareils digestif, respiratoire et reproducteur.

**Mots clés :** mollusques bivalves, crustacés décapodes, poissons omnivores et poissons zoophages.

## **Objectif 2 : Décrire les mécanismes de reproduction et de sélection des espèces élevées et cultivées**

### **Objectif 2.1 : Décrire les mécanismes de reproduction des algues cultivées, des mollusques, des crustacés et des poissons élevés**

Décrire les principaux modes de reproduction asexuée et sexuée :

- Rappeler les étapes de la mitose.
- Rappeler les étapes de la méiose en précisant les mécanismes du brassage intra-chromosomique (crossing-over) et du brassage inter-chromosomique.
- Présenter la reproduction asexuée en s'appuyant sur un exemple de bouturage d'algue cultivée de son choix.

Décrire les différents types de sexualité des espèces aquacoles :

- Définir le gonochorisme et les différents types d'hermaphrodisme en s'appuyant sur les espèces concernées.

- Définir l'oviparité, l'ovoviviparité et la viviparité en s'appuyant sur des exemples.

Décrire la gamétogénèse chez les poissons, les mollusques et les crustacés. Pour chaque espèce, préciser le stade de maturation des gamètes femelles libérés.

Préciser l'influence des facteurs environnementaux sur la reproduction en insistant particulièrement sur l'influence de la température et de la photopériode sur la gamétogénèse et l'émission des gamètes. Les autres facteurs sont simplement évoqués.

Décrire le déroulement de la fécondation :

- S'appuyer éventuellement sur des documents vidéo et des exemples pris chez les poissons et/ou les mollusques.
- Envisager des observations microscopiques de gamètes et de fécondation chez un mollusque bivalve ou un fucus.

Identifier les différents stades du développement larvaire :

- Utiliser des schémas de cycle de développement.
- S'appuyer sur des documents vidéo ou des observations microscopiques.

**Mots clés :** *Reproduction asexuée, bouturage, reproduction sexuée, mitose, méiose, gonochorisme, hermaphrodisme, oviparité, ovoviviparité, viviparité, gamétogénèse, température, photopériode.*

## **Objectif 2.2 : Décrire le contrôle hormonal de la reproduction chez les mollusques, les crustacés et les poissons élevés**

Identifier les principaux organes endocriniens et les glandes endocrines. Traiter les cas d'un poisson et d'un crustacé.

Citer les principales hormones et décrire succinctement les principes de la régulation hormonale de la reproduction :

- Préciser l'organisation du complexe hypothalamo-hypophysaire et son rôle dans le contrôle du fonctionnement des gonades chez les poissons (spermatogénèse, ovogénèse et vitellogénèse). Des observations microscopiques de coupes d'ovaires et de testicules peuvent être envisagées afin de localiser les cellules cibles des hormones hypophysaires et les cellules sécrétrices des hormones gonadiques.
- Présenter le contrôle endocrinien de la reproduction chez un mollusque bivalve.
- Préciser le rôle du pédoncule oculaire et des centres neuro-endocriniens dans le contrôle de la mue et de la reproduction en identifiant la mue comme étape indispensable à la reproduction. On traite l'exemple des pénéides.

**Mots clés :** *photopériode, température, extraits hypophysaires, glandes et tissus endocrines, pédoncules oculaires, vitellogénèse.*

## **Objectif 2.3 : Présenter les différentes modalités d'amélioration des espèces**

Identifier les buts de l'amélioration génétique.

Préciser les notions de variabilité, additivité, interactions, héritabilité et progrès génétique pour comprendre les méthodes d'amélioration. Les méthodes concernées sont l'élevage sélectif, le croisement et l'hybridation, les manipulations du lot chromosomique, le contrôle des sexes, la transgénèse, les marqueurs génétiques et la sélection assistée par marqueurs.

Expliquer la notion d'effectif efficace (consanguinité) et l'intégrer dans la gestion d'un stock de reproducteurs.

**Mots clés :** *amélioration génétique, critères d'amélioration, additivité, interactions, héritabilité, sélections, croisement, hybridation, progrès génétique, hétérosis, effectif efficace, consanguinité, stock reproducteur, transgénèse, marqueurs microsatellites.*

## **Objectif 3 : Présenter les modalités de l'alimentation des espèces élevées**

### **Objectif 3.1 : Décrire la structure des biomolécules afin d'en expliquer leurs propriétés**

On aborde les glucides, les lipides, les protéides et les vitamines, en évitant de les présenter sous la forme d'un catalogue à partir de la classification.

Pour les glucides sont notamment traitées :

- la classification avec des exemples ;
- les fonctions organiques présentes ;
- les formes linéaire et cyclique du glucose et fructose ;
- la condensation et l'hydrolyse.

Pour les lipides sont notamment traités :

- la classification avec des exemples ;
- les fonctions organiques présentes ;
- les acides gras et leur écriture abrégée ; série des  $\omega$  ; isomérisation Z / E (cis / trans) ;
- les propriétés physiques et chimiques (caractère hydrophobe, état physique, rancissement,...).

Pour les protides sont notamment traités :

- la classification (peptide, polypeptide, protéine)
- les acides  $\alpha$  aminés (fonctions organiques présentes)
- la condensation et l'hydrolyse ; liaison peptidique ; test du biuret ;
- les structures d'une protéine (par exemple : l'insuline, l'hémoglobine,...) ; liaison hydrogène ;
- le phénomène de désamination ;
- les enzymes (caractéristiques, notion de catalyseur)

On classe les vitamines en fonction de leur solubilité.

**Mots clés :** *glucides, lipides, protides, vitamines*

### **Objectif 3.2 : Identifier et caractériser les composés présents dans les aliments aquacoles**

Identifier les différentes familles de molécules organiques et de composés minéraux présents dans les aliments :

- Cette partie est à traiter sous forme de rappels.
- Insister sur la composition des aliments artificiels éventuellement à partir d'analyses d'étiquettes.
- Connaître les produits de substitution aux huiles et farines de poisson (farines animales, protéagineux, huiles végétales ...)
- Connaître les produits de remplacement des proies vivantes
- Connaître les aliments contenant des probiotiques, des prébiotiques, des immunostimulants.
- Connaître les facteurs antinutritionnels.

**Mots clés :** *matières premières, aliments, nutriments, nutriments essentiels, AGPI, vitamines liposolubles, vitamines hydrosolubles, colorants, additifs, composés de substitution, probiotiques, prébiotiques, immunostimulants, appétant, facteurs antinutritionnels.*

### **Objectif 3.3 : Décrire les modalités de l'ingestion, de la digestion et de l'assimilation des nutriments**

Décrire les modalités de la prise alimentaire. Traiter le cas d'un mollusque filtreur, d'un poisson omnivore, d'un poisson zoophage et d'un crustacé. Cette étude est en relation avec les dissections réalisées pour illustrer l'objectif 1-3.

Décrire les étapes de la digestion des aliments et l'action des enzymes.

Préciser les principales enzymes digestives secrétées en relation avec le régime alimentaire. Montrer que les phytophages stricts n'existent pas en raison de l'absence de cellulases dans leur tube digestif.

Décrire les modalités d'assimilation des nutriments.

**Mots clés :** *prise alimentaire, digestion mécanique, digestion chimique, équipement enzymatique, assimilation, CUD.*

### **Objectif 3.4 : Identifier les principaux besoins nutritionnels des espèces**

Préciser les rôles biologiques respectifs des nutriments rentrant dans l'alimentation des organismes au cours de leur cycle de développement. Les aspects quantitatifs et le rationnement sont traités dans le module M53.

Étudier les rôles énergétiques, plastiques et fonctionnels des nutriments. Insister sur les rôles des acides aminés et des acides gras.

**Mots clés :** *rôles énergétiques, rôles fonctionnels, rôles plastiques, stades de développement, molécules essentielles et molécules indispensables.*

### **Objectif 3.5 : Décrire les mécanismes de production d'énergie chez les poissons**

Décrire les aspects fonctionnels des branchies et le principe des échanges gazeux chez les poissons.

Décrire le transport des gaz.

Citer la respiration comme voie métabolique aérobie productrice d'ATP et aussi la voie anaérobie dans le muscle blanc.

Identifier les molécules impliquées dans la respiration cellulaire.

Écrire le bilan énergétique de la respiration.

Insister sur l'importance du dioxygène dans la production d'ATP permettant de couvrir les besoins énergétiques :

- Établir le bilan énergétique de la respiration à partir du glucose d'un acide gras et d'un acide aminé.
- Insister sur les conséquences de l'oxydation de ces différentes molécules vis-à-vis des déchets produits.

**Mots clés :** *structure d'échange des gaz, structure de transport des gaz, bilan énergétique de la respiration cellulaire, ATP, déchets métaboliques.*

## **Objectif 4 : Présenter les modalités de l'excrétion et de l'osmorégulation chez les poissons**

### **Objectif 4.1 : Décrire la fonction d'excrétion chez les poissons et les crustacés**

Décrire les organes participant à l'excrétion. Insister sur le rôle des branchies, du rein et de la glande verte. Identifier la nature des rejets et leur origine.

L'enseignant explique comment l'ammonotélie chez un poisson permet un rendement du métabolisme énergétique supérieur aux autres stratégies d'excrétion. Cette particularité permet d'expliquer en partie la performance des indices de conversion obtenue en pisciculture.

**Mots clés :** déchets métaboliques, toxicité de l'azote ammoniacal, organes excréteurs, organismes ammoniotèles, diffusion.

### **Objectif 4.2 : Décrire les mécanismes d'osmorégulation et le phénomène de smoltification**

Citer les organes participant à l'osmorégulation. Insister sur le rôle des branchies et du rein. Expliquer les mécanismes intervenant dans l'osmorégulation. Les mécanismes d'osmose, de diffusion passive et de transport actif par les ionocytes intervenant dans l'osmorégulation sont décrits et expliqués. Décrire la smoltification. Le principe de la smoltification est traité en décrivant succinctement les aspects hormonaux.

**Mots clés :** osmose, ionocytes, poissons hyperosmotiques, poissons hypoosmotiques, poissons amphihalins, poissons euryhalins, anadrome, catadrome, tacon, civelle, smolt.

## **Objectif 5 : Présenter les processus de la défense immunitaire et caractériser les différentes pathologies des espèces élevées**

### **Objectif 5.1 : Identifier et décrire les principaux bio-agresseurs**

Citer les principaux groupes de microorganismes impliqués dans les maladies infectieuses. L'enseignant traite les caractéristiques générales des grands groupes de microorganismes et notamment la structure procaryote des bactéries. Il insiste sur le fait que les virus sont des parasites intra cellulaires obligatoires. Il présente la structure eucaryote des protozoaires parasites et des champignons.

Donner les caractéristiques des principaux groupes de microorganismes. Les notions de taille et de forme relatives à ces microorganismes sont abordées.

Citer les principaux groupes de parasites macroscopiques (helminthes, crustacés parasites) impliqués dans les infestations parasitaires :

- Les caractéristiques générales des grands groupes de macro parasites sont évoquées et notamment les notions de taille, forme et adaptation à l'hôte relatives à ces parasites.

Donner les caractéristiques des principaux groupes de parasites macroscopiques.

- Des TP seront mis en œuvre pour observer des parasites.

Décrire les étapes du cycle de développement des principaux parasites macroscopiques :

- Insister sur l'existence des hôtes intermédiaires.
- Étudier le cycle de développement d'un helminthe et d'un crustacé parasite.

**Mots clés :** prions, virus, bactéries, protistes, métazoaires parasites, champignons, endoparasite, ectoparasite, monoxène, hétéroxène.

### **Objectif 5.2 Décrire les principales pathologies infectieuses et les principales modalités d'infestations des élevages**

Décrire les modalités d'action des bactéries, virus et autres agents pathogènes :

- Les modalités d'action des agents pathogènes sont décrites en s'appuyant sur les exemples les plus représentatifs de bactériose, virose, mycose touchant les mollusques bivalves, les poissons et les crustacés. La cinétique du développement bactérien et la phase de latence des virus doivent être abordées.
- Des séances à effectifs restreints permettent aux étudiants d'élaborer des fiches descriptives.

Décrire les mécanismes des infestations parasitaires : les modalités d'action des parasites sont présentées en s'appuyant sur les exemples les plus représentatifs d'infestations parasitaires touchant les mollusques bivalves et les poissons.

**Mots clés :** viroses, bactérioses, mycoses, parasitoses, symptômes, transmission verticale, transmission horizontale, transmission vectorielle.

### Objectif 5.3 : Décrire les pathologies non infectieuses

Décrire l'influence des facteurs environnementaux (température, turbidité, salinité, et teneur en azote ammoniacal) sur les espèces en élevage :

- Ces notions sont à traiter en liaison avec le module M53.
- Décrire l'influence des facteurs cités sur les fonctions biologiques des organismes.
- Prendre comme exemple le cas des mollusques et des poissons.

Caractériser le stress et ses effets en décrivant les effets physiologiques du stress chez les poissons.

Décrire les pathologies liées à l'avitaminose.

Nommer les principales espèces phytoplanctoniques susceptibles de libérer des phycotoxines (à traiter en lien avec l'objectif 2.3 du M51):

- Citer les espèces de micro algues toxiques les plus représentatives.
- Caractériser les effets des phycotoxines sur les espèces en élevage.
- Illustrer les effets des phycotoxines sur la base d'un exemple.

**Mots clés :** *facteurs environnementaux, stress, symptômes, avitaminose.*

### Objectif 5.4 : Expliquer les processus de défense immunitaire chez les poissons

Citer les barrières immunitaires des organismes aquatiques. Les défenses naturelles telles que téguments, mucus sont à évoquer.

Expliquer le principe de la réaction immunitaire non spécifique. Le déroulement de la phagocytose est décrit et son mécanisme doit être expliqué.

Expliquer le principe de la réaction spécifique à médiation humorale. Ne pas détailler les phénomènes génétiques contribuant à la formation des anticorps.

Identifier les acteurs cellulaires de la réponse à médiation humorale :

- la notion de coopération cellulaire sera évoquée sans rentrer dans le détail de ce mécanisme.
- traiter ces notions en lien avec le module M53.

Expliquer le principe de la réaction spécifique à médiation cellulaire. La notion de coopération cellulaire sera évoquée sans rentrer dans le détail de ce mécanisme.

Présenter le principe de vaccination.

**Mots clés :** *anticorps, antigènes, macrophages, phagocytose, barrières immunitaires, réaction immunitaire non spécifique, réaction spécifique à médiation humorale, réaction spécifique à médiation cellulaire, vaccination.*

### Objectif 6 : Présenter les perspectives nouvelles en aquaculture

Les contenus et compétences attendues de ce module sont susceptibles de variations en fonction de l'avancée de la recherche scientifique.

Thèmes de recherche et de prospective proposés :

- Alimentation : connaître les produits de remplacement des proies vivantes. L'enseignant s'appuie sur les résultats des travaux de recherche et sur les données disponibles auprès des fournisseurs d'aliments.
- Zootechnie : présenter les techniques et espèces nouvelles en production. Il s'agit d'aborder les espèces ayant un potentiel économique marqué (aspects biologiques et technico-économiques) et les techniques d'avenir (offshore par exemple).
- Pathologie et prophylaxie : assurer une veille technologique des nouvelles molécules actives.
- Développement durable : Connaître les techniques de piégeage des fécès. Exemple : Le lagunage. Décrire quelques techniques de valorisation des effluents.

Les thèmes ci-dessus ne sont pas exhaustifs.

# Activités pluridisciplinaires

Thème : **ENVIRONNEMENT, AQUACULTURE ET SECURITE ALIMENTAIRE : 9 H**

Biologie-écologie : 9h

Sciences et techniques aquacoles : 9h

Mettre en évidence les risques environnementaux sur l'aquaculture. Mettre en évidence les conséquences des pratiques aquacoles sur l'environnement, le produit et le consommateur dans une logique de durabilité de l'activité aquacole.

Réaliser des études de cas.

## Références documentaires sitographiques et bibliographiques

### Ouvrages dans les domaines de la biologie et écologie :

- ADAM G., FEUNTEUN., PROUZEY P., RIGAUD C., *L'anguille européenne, Indicateurs d'abondance et de colonisation*. Quae, 2008. 392 p
- BARNABE G. *Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture*. Lavoisier, 1991. 520 p
- BEAUMONT A., CASSIER P. *Biologie animale, T1 Des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens*. DUNOD, 2004. 470 p.
- BEAUMONT A., CASSIER P. *Biologie animale, T2 Des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens*. DUNOD, 2004. 975 p.
- BRUSLE J., QUINIARD J-P., *Biologie des poissons d'eau douce européens*. Tec et Doc, 2006. 656 p
- Collectif . *Atlas de la Biologie*. Livre de Poche (La Pochothèque)
- Collectif. *Nutrition et alimentation des poissons et crustacés*. Quae, 2000. 489 p
- FERRA C., AUDEBERT JP, BITAUD G, BORIE F. *Aquaculture*. Vuibert, 2008. 1264 p
- GIRIN M. Les poissons d'élevage sont-ils stressés ? Quae, 2012. 143 p
- JALABERT B., FOSTIER A., COORD, *La truite arc-en-ciel, de la biologie à l'élevage*. Quae, 2010. 323 p
- MELLINGER Jean. *Sexualité et reproduction des poissons*. CNRS Éditions, 2002. 349 p
- RAVEN P-H., et al. *Biologie*. De Boeck, 2011. 1406 p.

### Sitographie dans les domaines de la biologie et de l'écologie :

Généraux :

Fao : <http://www.fao.org/fishery/fr>

OIE : <http://www.oie.int/fr/>

<http://aquaculture-aquablog.blogspot.fr/>

Espèces élevées et cultivées en aquaculture

Classification : <http://www.marbef.org/data/erms.php>

<http://www.fishbase.org/search.php>

Amélioration des espèces :

<http://www.fao.org/docrep/012/i0283f/i0283f00.htm>

Pathologie des espèces élevées :

<http://www.quae.com/fr/r176-sante-des-especes-aquacoles.html>

<http://agriculture.gouv.fr/maladies-des-animaux-aquatiques>

<http://www.sante-animale.eu/index.php?controller=niveau0&action=ressource&id=698&n0=2&n1=5&n2=19>

## Ouvrages dans le domaine de la biochimie :

Contrôle de la qualité des produits alimentaires: laits et produits laitiers, analyses physico-chimiques (recueil de normes) -Afnor, 1993

DURLIAT Guy, Biochimie structurale, Diderot Éditeur, Arts et Sciences ISBN : 2-84352-002-9

FRENOT M., VIERLING E., Biochimie des aliments, diététique du sujet bien portant, Doin, ISBN 2704011052

GAVRILOVIC M. et al., Manipulations d'analyse biochimique - -Doin Ed. (Collection bioscience et technique ), 1992, ISBN 2-7040-0836-1

GUILLAUME J., KAUSHIK S., BERGOT .P, MÉTALLER R., Nutrition et alimentation des poissons et crustacés, INRA / IFREMER, ISBN 9782738008107

GUILLOTON Michel– Bernadette QUINTARD, Biochimie, Dunod – Sciences SUP, ISBN : 9782100555376

JULIEN Raymond, GUILLOTON Michel, QUINTARD Bernadette, Biochimie, Masson, Amphi sciences 978-2225852626

LE MARECHAL Jean François, GARIEL Marie Alice, L'initiation à la biochimie comme cours transversal de formation des enseignants de sciences physiques. BUP, janvier 2009, N°910, p. 3-17.

VOET D., VOET J.G., Biochimie, De boeck Université, 2005. 1583 p. ISBN 2-8041-4795-9

Weil, Biochimie générale. Dunod, 2005. 726 p. ISBN 2-10-049298-5