

Technologie alimentaire

Cours N° 2: Besoins alimentaires chez les poissons d'aquaculture

Parmi les éléments entrant dans la ration alimentaire des animaux, les glucides, protéines et lipides forment une part majoritaire, à la fois en qualité et en quantité.

Ils apportent, entre autres, l'énergie nécessaire à tout le processus vital (métabolisme, croissance, mouvements, reproduction).

1. Les glucides

Les glucides regroupent un nombre important de substances, à l'intérieur desquelles oxygène et hydrogène se retrouvent généralement dans les mêmes proportions que celles de la molécule d'eau(H₂O), d'où leur nom d'hydrates de carbone.

Les hydrates de carbone assurent plusieurs fonctions importantes:

- ▶ Structures de soutien chez les végétaux: Cellulose
- ▶ Carapace des insectes et crustacés: Chitine
- ▶ Réserves énergétiques des plantes et graines: Amidon, Pectine
- ▶ Réserves énergétiques des animaux: glycogène.

1. Les glucides

Chez les animaux carnivores, le système digestif est mal adapté pour métaboliser les glucides. Leur énergie provient essentiellement des protéines et des lipides.

Les poissons carnivores représentent la majorité des espèces intéressantes pour l'aquaculture (Truite, Saumon, Bar, Daurade, Turbot), les hydrates de carbone doivent donc représenter une proportion minoritaire de la ration alimentaire, de l'ordre de 10 à 25% au maximum.

Ces niveaux relativement élevés ne sont pas requis pour les animaux, mais pour des raisons essentiellement technologiques de maintien physique de l'aliment et d'absorption des matières grasses.

2. Les lipides

Les lipides ou graisses sont des substances insolubles dans l'eau, solubles dans certains solvants organiques, présents dans les organismes vivants et qui contiennent pratiquement tous du glycérol.

L'hydrolyse des lipides (coupure en fragments plus petits) aboutit à la production d'acides gras. On distinguera les graisses et les huiles selon qu'elles sont solides ou liquides, à température ordinaire (20°C).

2. Les lipides

On trouvera donc les acides gras poly-insaturés plutôt chez les animaux à sang froid et les végétaux (acides gras $\omega 3$ dans les huiles de poisson et $\omega 6$ dans les huiles végétales) alors que les acides gras saturés présents chez les animaux à sang chaud, où la température corporelle les maintient à l'état liquide.

Les poissons ont un besoin vital d'acides gras de la série $\omega 3$ qui sont dits acides gras essentiels (0,5 à 1% dans l'aliment). Le métabolisme des poissons marins sera capable d'adapter la longueur des chaînes carbonées des acides gras à leurs besoins mais ne pourra pas modifier la structure des molécules (un $\omega 6$ ne pourra pas être transformé en $\omega 3$). Le profil d'acides gras contenu dans la chair du poisson révélera donc dans quelle mesure son aliment contenait des huiles de poisson, des huiles végétales ou des graisses animales.

3. Les protéines

Les protéines sont des constituants essentiels des organismes vivants où ils apparaissent sous différentes formes et pour un grand nombre de fonctions.

Ce sont des assemblages d'acides aminés et de leurs dérivés.

Les protéines sont digérées dans l'estomac et l'intestin. Les AA résultant de cette digestion passent la paroi intestinale et sont véhiculés par le sang jusqu'au foie où ils sont orientés vers la production d'énergie, la biosynthèse des enzymes, la croissance des tissus, etc.

Cette digestibilité (catabolisme) des protéines est très grande.

C'est l'anabolisme (construction) qui est beaucoup plus compliqué et si, dans les AA essentiels disponibles pour la construction de telle ou telle protéine, un seul vient à manquer, tous les autres seront inutiles et ne pourront être que brûlés par l'organisme, entraînant un gaspillage économique et une pollution azotée accrue dans les rejets (ammoniaque).

3. Les protéines

Les protéines peuvent être apportées par différentes matières premières dans les aliments pour poissons: la farine de poisson, les farines végétales (soja), les farines animales (viandes, sang,...). Selon les origines et les traitements de préparation, la digestibilité des protéines de telle ou telle matière première variera grandement de 60 à plus de 90%.

L'incorporation des protéines dans l'aliment pourra atteindre, selon les types d'aliment et pratiques d'élevage, de 40 à 55% pour les espèces communément élevées (Salmonidés, Bar, Daurade, Turbot).

Les protéines de farine de poisson obtenues par traitement à basse température présenteront les meilleures caractéristiques. Pour des raisons économiques, elles seront utilisées en mélange avec d'autres sources de protéines.

3. Les protéines

Il est admis que, au cours de sa vie, la couverture des besoins énergétiques du poisson devra être assurée pratiquement à 90% par les protéines dans les premiers jours pour diminuer rapidement vers 50 à 60% après quelques semaines. Cela milite en faveur d'un aliment presque équilibré en énergie des protéines (4,45 kcal/g) et énergie des lipides (9,45 kcal/g) pendant la majeure partie de l'élevage (grossissement), soit un rapport protéines/lipides de 2 à 3 selon les digestibilités respectives et les espèces élevées.

4. Le rôle des vitamines

Il existe deux catégories de vitamines: hydrosolubles et liposolubles, respectivement solubles dans l'eau et dans l'huile. Elles ont toutes des fonctions spécifiques. Leur incorporation dans les aliments aquacoles vise à prévenir toute carence qui pourrait survenir de teneurs trop pauvres dans les matières premières. Dans quelques cas, il s'agit d'apporter aux poissons des bénéfices supplémentaires (C et E).

Les besoins en vitamines sont variables en fonction des espèces et des phases de l'élevage.

Vitamines liposolubles

	Rôle	Conséquence d'une carence
A	<ul style="list-style-type: none">• Participe au mécanisme de la vision• Nécessaire au bon état de la peau et des muqueuses• Action sur la croissance	<ul style="list-style-type: none">• Faible croissance• Pathologie de la cornée et de la rétine• Exophtalmie
D	<ul style="list-style-type: none">• Régulation du métabolisme du calcium et du phosphore• Indispensable au développement normal du squelette	<ul style="list-style-type: none">• Anorexie, faible croissance• Tétanie des muscles
E	<ul style="list-style-type: none">• Antioxydant biologique• Contribue au bon état des tissus• Agent de désintoxication	<ul style="list-style-type: none">• Dystrophies musculaires• Lipides peroxydés• Problèmes sanguins• Baisse du taux de survie des alevins
K	<ul style="list-style-type: none">• Antihémorragique	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation du temps de coagulation

Vitamines hydrosolubles

	Rôle	Conséquence d'une carence
C	<ul style="list-style-type: none"> • Rôle multiples au niveau tissulaire ou cellulaire (métabolisme du collagène et du fer) • Stimule les défenses immunitaires antioxydant biologique 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse des réserves hépatiques • Anomalies du cartilage des nageoires et des branchies • Lordoses, scolioses • Léthargie, anémie
B1	(Thiamine) <ul style="list-style-type: none"> • Essentielle au métabolisme des glucides • Nécessaire au bon fonctionnement de système nerveux et du système musculaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Anorexie, retard de croissance • Instabilité et perte d'équilibre • Troubles nerveux
B2	(Riboflavine) <ul style="list-style-type: none"> • Essentielle au métabolisme des glucides, lipides, protides • Favorise la croissance 	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de la croissance, anorexie • Vision affaiblie, cécité • Pathologies du cristallin et de la cornée
B6	(Pyridoxine) <ul style="list-style-type: none"> • Essentielle au métabolisme des protéines et des acides aminés • Participe à la plupart des réactions biologiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Convulsions • Retard de la croissance • Respiration rapide et haletante • Fléchissement des enveloppes branchiales
B12	(Cyanocobalamine) <ul style="list-style-type: none"> • Nécessaire à la formation des globules rouges • Participe à de ombreuses réactions enzymatiques • Indispensable à la synthèse des acides nucléiques et des protéines 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu d'hémoglobine • Globules rouges fragmentés • Anémie

Vitamines hydrosolubles

	Rôle	Conséquence d'une carence
PP	(acide nicotinique) <ul style="list-style-type: none">• Participe à la fourniture d'énergie dans toutes les réactions métaboliques de l'organisme nécessaire à la croissance	<ul style="list-style-type: none">• Œdème de l'estomac et du colon• Retard de croissance, anémie, anorexie• Déplacements saccadés ou difficiles• Spasmes musculaires au repos
AP	(acide nicotinique) <ul style="list-style-type: none">• Aide à la cicatrisation des plaies• Nécessaire au maintien en bon état de la peau	<ul style="list-style-type: none">• Taux de mortalité élevé• Gonflement des branchies• Pathologies des tubes urinaires et du pancréas
AF	(acide folique) <ul style="list-style-type: none">• Nécessaire à la formation des acides nucléiques et à la reproduction cellulaire	<ul style="list-style-type: none">• Anomalies sanguines• Détérioration de l'efficacité alimentaire
H	(biotine) <ul style="list-style-type: none">• Métabolisme intermédiaire des glucides, lipides et protides• Participe au niveau cellulaire à de multiples réactions	<ul style="list-style-type: none">• Infiltration graisseuse du foie• Détérioration de l'efficacité alimentaire• Lésions de la peau et des lamelles branchiales

Les pigments

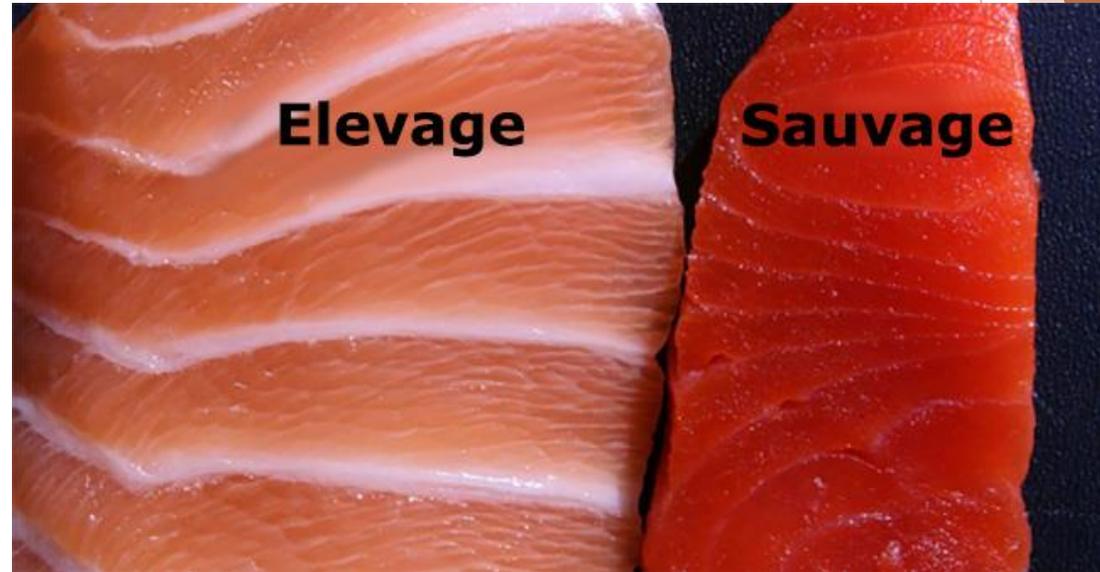
La coloration rose-rouge de la chair des Salmonidés est due à des pigments caroténoïdes qu'ils ont trouvé dans leur alimentation et qu'ils ont stocké. Le principal d'entre-eux est l'astaxanthine, naturellement présente dans de nombreux crustacés.

Elle peut représenter plus de 90% des pigments présents dans la chair des saumons sauvages qui se nourrissent de proies vivantes. On peut aussi trouver de la canthaxanthine.

Les pigments

En élevage, les pigments sont rajoutés à la ration.

Les caroténoïdes sont absorbés dans l'intestin et sont ensuite soit métabolisés, soit déposés dans les muscles. Cette dernière fonction sert de réserve en vue de la maturité sexuelle, période à laquelle les pigments sont mobilisés vers les œufs, où ils jouent un rôle protecteur contre la lumière et dans les mécanismes respiratoires.



Les pigments

L'emploi de caroténoïdes en élevage correspond au besoin d'obtenir des performances uniformes en matière de couleur dans les filets. Les pigments obtenues sont plus ou moins intenses en fonction de nombreux paramètres, parmi lesquels la quantité de pigments ingérés, la durée d'élevage, l'état sanitaire des animaux ou la teneur en matière grasse des aliments.

L'inclusion de pigments dans l'aliment aquacole est autorisée jusqu'à un taux maximal de 100 ppm dans le cas de l'astaxanthine.



L'utilisation des vitamines et des pigments dans les aliments aquacoles

Leur incorporation dans les aliments se fait la plupart du temps au stade de la fabrication. Pour faciliter cette opération qui expose les vitamines et les pigments à de nombreux facteurs destructeurs (comme la chaleur, la pression, l'humidité), des présentations spécifiques ont été élaborées. Il s'agit de poudres dans lesquelles les micro nutriments sont à la fois protégés et rendus faciles d'emploi. Leur concentration en matière active et leurs caractéristiques physiques sont conçues de façon à garantir une stabilité et une répartition optimales dans l'aliment fini, tout en conservant une biodisponibilité maximale.

Les aliments naturels

Micro-algues

Suspension liquide de micro-algues pour les alvins de daurade.

Plusieurs composants très riches en éléments nutritifs sont présents dans les suspensions de micro-algues. Il s'agit d'un mélange de *Spirulina spp* et d'autres micro-algues avec une teneur élevée en acide eicosapentanoïque (EPA) et en acides gras polyinsaturés (AGPI) ce qui protège, par exemple, contre le cholestérol. Ce complexe a une teneur élevée en protéines, vitamines et sels minéraux.

Les aliments naturels

Micro-algues

L'utilisation des algues dans la chaîne alimentaire vivante des poissons vertébrés, des mollusques et des crevettes est devenue un lien vital et un facteur limitatif dans le développement et la production de plusieurs espèces en aquaculture.

Les écloséries et les nurseries produisent des alevins ou des œufs où la production d'algues représente environ 40% du budget de la production d'aliment.



Les aliments naturels

Micro-algues

Les algues sont traditionnellement produites dans des sacs en plastique de forme cylindrique ou des petites cuves ou bassins ouverts dont les inconvénients sont nombreux:

- ▶ Le rendement est limité à cause d'un éclairage insuffisant des conteneurs;
- ▶ La production nécessite une main-d'œuvre importante due au processus de dosage;
- ▶ La productivité est faible;
- ▶ Besoin d'une eau stérilisée de très bonne qualité;
- ▶ Fréquents échecs des cultures
- ▶ Pollution de l'environnement;
- ▶ Système peu fiable.



Les aliments naturels

Micro-algues

Un nouveau système de réacteur entièrement tubulaire permet une production élevée de microalgues ; le réacteur comprend une phase d'éclairage (la photosynthèse), une phase d'obscurité (dans le réservoir général) et une phase de pompage.

Ce système permet une production continue d'algues pour l'aquaculture, une réduction conséquente des échecs de cultures, un contrôle simplifié des paramètres environnementaux, une réduction des besoins en consommables (les besoins en eau sont réduits de près de 95%).

Les algues les plus communes peuvent être produites selon ce procédé (*Isochrysis*, *Tetraselmis*, *Nannochloropsis*, *Chlorella*, *Spirulina*, *Chaetoceros*, *Haematococcus*).



Les proies vivantes utilisées en éclosionerie d'espèces marines

Dans les premiers stades de vie larvaire, les larves s'alimentent de proies vivantes avant de pouvoir se nourrir d'aliment artificiel. Selon les espèces de poissons élevées, il va y avoir des séquences d'alimentation différentes. Certains espèces comme le loup (*D. labrax*) ne vont être nourries qu'avec des Artemias, alors que la dorade (*S. auratus*) s'alimentera d'abord de rotifères puis d'Artemias.

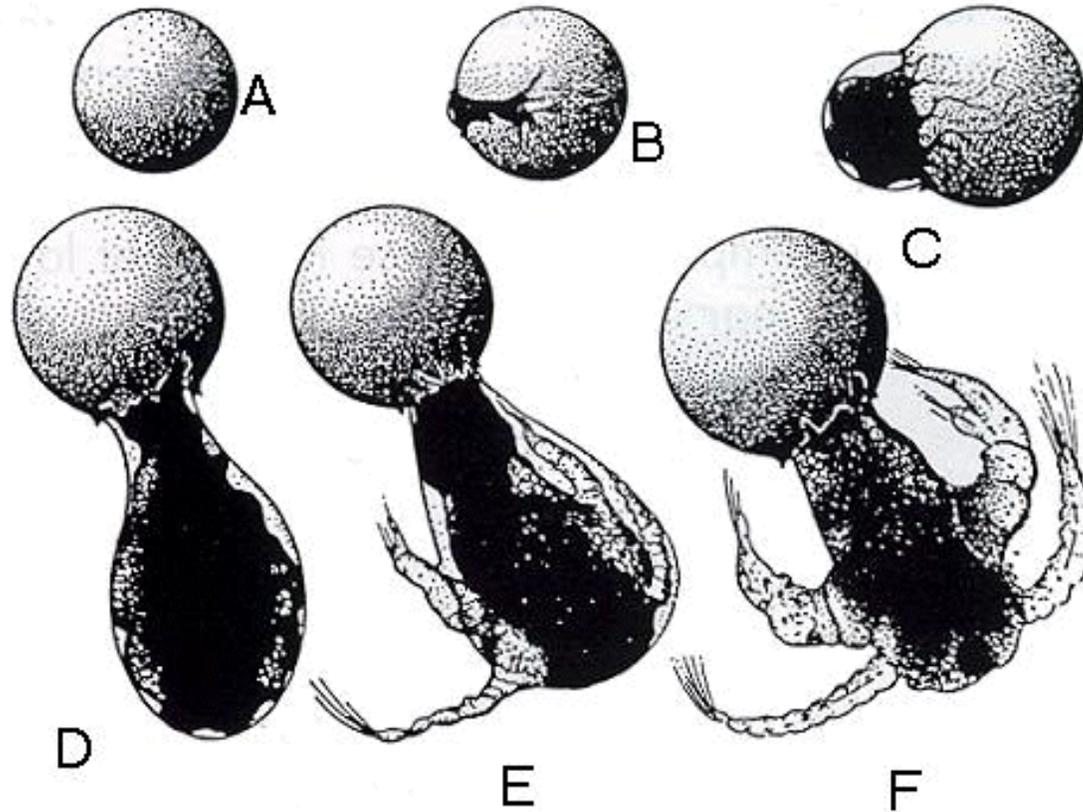


Les proies vivantes utilisées en éclosionerie d'espèces marines

Ces proies vivantes sont disponibles sous différentes formes:

- ▶ **Nourriture sèches:** c'est le cas des cystes d'artémias. Les cystes d'artémias sont des capsules contenant un *Artemia* en dormance. Il faut les faire éclore avant d'alimenter les larves. Ils sont récoltés en milieu naturel.
- ▶ **Nourriture vivante:** les proies comme l'*Artemia salinas*, les copépodes (*Eurytemorax velox*) ou les petites crevettes (*Palaemonetes varians*) sont récoltées dans le milieu naturel. Il est également possible de produire au sein de l'éclosionerie des espèces comme les rotifères *Brachionus plicatilis*.
- ▶ **Nourriture congelée:** L'artémia, les crevettes et les copépodes sont également disponibles sous forme congelée par cryogénéisation CO₂. Ils contiennent une forte teneur en protéines et favorisent la transition entre aliments vivants et inertes;

Cystes d'Artemia



A+B: éclosion
C+D+E: Evolution
F: naissance