

Technologie alimentaire

Cours N° 6: Les grands principes de l'alimentation, distribution, conservation et stockage

Alimentation des poissons marins

L'aquaculture marine intensive a débuté bien après la salmoniculture et les besoins particuliers des poissons marins (Bar, Daurade, Turbot) sont moins bien documentés que ceux des Truites et Saumons.

Cependant, s'agissant de poissons carnivores stricts, les principes de base restent les mêmes mais les valeurs des différents paramètres ont été adaptées à la suite de recherches de laboratoire et de tests effectués par les fabricants d'aliments.

L'énergie et la croissance

Avec les aliments actuels, les niveaux énergétiques requis pour la croissance des poissons marins sont plus élevés que pour les salmonidés. Si on peut considérer que 17 à 18 mJ digérés par une Truite pourront générer une croissance de 1 kg, il faudra environ 33 à 35 mJ pour obtenir la même croissance chez le Bar et la Daurade, et 26 à 30 mJ chez le Turbot.

Les niveaux d'énergie digestible couramment rencontrés dans les aliments pour poissons marins se situent entre 17 et 20 mJ/kg.

Par ailleurs, les phénomènes de maturation sexuelle qui interviennent chez le Bar et la Daurade, dès 300 g parfois, ralentissent très significativement la croissance.

Quand ces phénomènes seront maîtrisés (génétique), les performances d'élevage se rapprocheront de celles de la Truite.

Protéines et lipides

Les aliments modernes pour salmonidés contiennent couramment 24 à 26% de lipides, le principe étant de faire utiliser l'énergie contenue dans les protéines pour la croissance et utiliser les lipides pour couvrir au maximum les autres besoins (épargne des protéines).

Le même principe est appliqué depuis quelques années pour les poissons marins avec plus ou moins de succès selon les élevages.

Il est certain que l'introduction de niveaux lipidiques élevés (plus de 20%) dans des aliments extrudés peut aboutir à des croissances plus intéressantes et des taux de conversion plus bas chez les poissons marins, avec une économie globale non négligeable pour l'élevage.

Protéines et lipides

Cependant, l'utilisation de tels aliments (chers) va de pair avec le contrôle des autres paramètres de l'élevage : systèmes de distribution, calculs de ration, niveau d'oxygène, qualité globale de l'eau.

Les niveaux rencontrés dans les aliments modernes (Bar, Daurades) se situent entre 45 et 48% de protéines pour 12 à 22% de lipides.

Le Turbot semble moins bien utiliser le principe d'épargne des protéines et des niveaux lipidiques supérieurs à 15% entraînent des dépôts graisseux indésirables (bourrelets périphériques).

Une évolution du rapport protéines/lipides de la ration est nécessaire au cours de la vie du poisson et probablement au cours des saisons, les aliments les plus protéiques étant distribués aux jeunes stades.

Vitamines et sels minéraux

Les niveaux vitaminiques incorporés pour les poissons marins sont supérieurs à ceux des poissons d'eau douce, notamment en ce qui concerne la vitamine A, généralement présente à 25.000 UI/kg (UI: Unité Internationale).

La vitamine C, sous forme stabilisée, ajoutée en quantités importantes pourrait avoir un rôle anti-stress. Les sels minéraux sont généralement considérés comme non-limitants en milieu marin.

Rejets

Les taux de conversion alimentaire couramment observés chez les poissons marins se situent entre 1,7 et 2,5 selon les aliments utilisés et les conditions d'élevage. De tels niveaux, conjugués à des aliments fortement protéiques entraînent des rejets azotés (ammoniacque) et phosphorés non négligeables dans le milieu naturel. Ces niveaux sont de l'ordre de 120 kg d'azote et 25 kg de phosphore par tonne de poisson produite (Bar) avec un aliment de type 46% protéines / 14% lipides. L'utilisation d'aliments plus lipidiques avec des protéines hautement digestibles (45% protéines / 20% lipides) réduit considérablement ces rejets (80 kg d'azote et 8 kg de phosphore par tonne de poisson produite). Nul doute que l'évolution de l'alimentation des poissons marins doit suivre cette voie.

Les immuno-stimulants

Un certain nombre de molécules sont réputées avoir un effet d'amélioration des réponses immunitaires des animaux. Parmi ces produits (extraits membranaires bactériens, extraits cellulaires, polysaccharides, enzymes,...) certains carbohydrates (glucans) et certaines protéines (protéines lactiques) additionnés à l'aliment, sont utilisés sur les poissons avec un certain succès. Avec les limitations à venir sur l'utilisation des antibiotiques, la voie immunitaire via l'aliment pourrait s'avérer très intéressante.

Aquaculture en eaux douces

Guide nutritionnel pour le choix raisonné d'un aliment

Carpes

1. Elevage intensif (4/5 T/ha de production nette)

La carpe doit trouver l'ensemble des nutriments dans l'aliment.
Couverture des besoins nutritionnels de la carpe :

- Protéines Brutes : 25 - 30 %,
- Lipides : 6-10 %,
- Hydrates de carbone : 30-40 % (la carpe n'a pas réellement besoin de glucides, mais les tolère bien).
- Acides gras essentiels : 1 % d'acide linoléique (C18:3 w3) abondant dans les huiles végétales et 0,5 % d'acides gras longs poly-insaturés (C20:5 w3 et C22:6 w3) présents dans les huiles de poisson,
- Phosphore disponible : La carpe est dépourvue d'estomac à sécrétion acide. Elle n'est donc pas capable d'hydrolyser le phosphore apporté par les farines animales, en particulier les farines de poisson. Il est donc essentiel de compléter les aliments pour Cyprinidés en phosphore disponible comme le phosphate bicalcique, digestible à 98 %,
- Equilibre en acides aminés : La farine de poisson incorporée à 30 % de l'aliment apporte la quantité nécessaire de Lysine et Méthionine (acides aminés les plus limitants) à la croissance de la carpe. Toutefois, le prix de la farine de poisson reste prohibitif et l'utilisation des protéines végétales est possible sous réserve d'un rééquilibrage du profil en acides aminés de l'aliment; grâce, par exemple, à l'incorporation d'acides aminés de synthèse.

Carpes

2. Elevage semi-intensif (500-1500 kg/ha)

La carpe trouve une partie de ses besoins dans le milieu. Dans ce cas là, une fertilisation raisonnée de l'étang suffit et peut être accompagnée d'un aliment à base de céréales comme complément énergétique.

Silures

Le silure appartient au large groupe des poissons chats. Ce n'est donc qu'un cousin éloigné du poisson-chat américain (*Ictalurus punctatus*) et sa biologie et ses besoins nutritionnels lui sont propres. Les meilleures croissances et indices de conversion sont obtenus avec des taux croissants de protéines (jusqu'à 50 %) et, contrairement aux salmonidés, capables d'épargner des protéines en utilisant la matière grasse comme source énergétique, le silure ne semble pas valoriser les lipides de cette manière.



Silures

Cette question a été partiellement étudiée par des spécialistes hongrois du Silure Glane qui ont testé différents niveaux de lipides chez le silure: Des expérimentations incontournables pour cerner les besoins du silure sont en cours sur différents sites.

% MG	IC	Tx croiss./J
3,5	2,08	1,14
7,0	3,12	0,73
10,5	1,47	1,51
14	5,71	0,45

Silures

L'alimentation hivernale du silure est conditionnée par la qualité de son alimentation estivale. En effet, lorsque la température du corps du poisson passe de 20°C à 8°C, les fonctions vitales de l'animal seront d'autant favorisées que les membranes cellulaires seront fluides, soit riches en acides gras longs polyinsaturés (bas point de fusion).

Des poissons destinés à passer l'hiver ne devront donc pas être particulièrement engraisés au cours de l'été, mais devront recevoir une alimentation enrichie en huile de poissons, tandis que, pour des silures destinés à être vendus avant l'hiver, des huiles végétales pourront couvrir les besoins en acides gras essentiels et en énergie.

Salmoniculture

Optimisation du rationnement de la truite Arc-en-ciel :

L'expérience du pisciculteur permet généralement d'apprécier le potentiel de croissance permis par son site.

Sachant qu'une truite doit digérer 17 à 18 MJ d'énergie pour grossir de 1 kg (sous réserve d'un apport équilibré des autres nutriments, en particulier des acides aminés), la courbe prévisionnelle de sa croissance permet d'estimer son besoin en énergie digestible pour atteindre cet objectif. La connaissance du contenu en énergie digestible de l'aliment permettra donc au pisciculteur d'ajuster les apports nutritionnels aux besoins des poissons. L'énergie digestible d'un aliment dépend de la nature des matières premières utilisées. Elle est donc variable d'un fabricant à l'autre mais peut tout à fait être approchée. Elle permet ainsi d'évaluer l'indice de conversion théorique de l'aliment, donnée essentielle à la gestion raisonnée du nourrissage des truites.

La distribution d'aliments

Aussi, pour survivre, se développer et se reproduire, les **poissons doivent se nourrir de matières organiques** tels que végétaux, autres animaux ou aliments préparés contenant des substances végétales et/ou animales. Vous devez donc veiller tout particulièrement à ce que vos poissons reçoivent la nourriture dont ils ont besoin, aussi bien sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif.

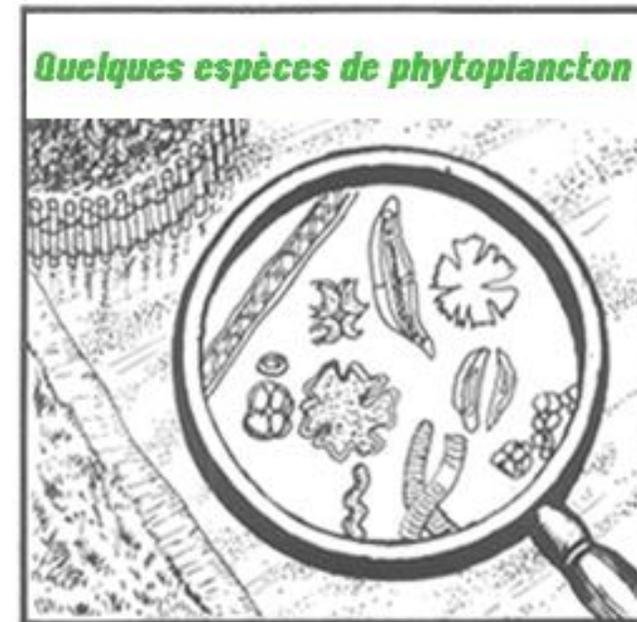
Trois types d'aliments sont utilisés dans les étangs piscicoles:

- Aliments naturel;
- Aliments de compléments;
- Aliments complets.

a. Les aliments naturels

Ils sont présents naturellement dans l'étang. Ils peuvent comprendre **détritus***, **bactéries***, **plancton***, vers, insectes, mollusques, plantes aquatiques et poissons. Leur abondance dépend dans une large mesure de la qualité de l'eau.

- Ils peuvent être de taille microscopique ou relativement grande;
- Ils peuvent être vivants ou morts (détritus produits par décomposition bactérienne);
- Ils sont généralement présents dans les différentes zones de l'étang.



b. Les aliments de compléments

Il y a plusieurs raisons de **compléter l'alimentation naturelle disponible** dans l'étang par des **aliments artificiels** provenant de l'extérieur, par exemple:

- ▶ lorsque les **aliments présents naturellement** ne suffisent plus pour assurer une alimentation et une croissance adéquate;
- ▶ lorsque vous **souhaitez élever un plus grand nombre de poissons** dans l'étang pour obtenir une récolte plus importante tout en ayant une croissance satisfaisante

Lorsque vous utilisez davantage d'aliments de complément, vous passez d'un **système extensif** de production à un **système semi-intensif**.

b. Les aliments de compléments

Quand vous optez pour l'utilisation d'aliments de complément, préférez les produits présentant les caractéristiques suivantes:

- ▶ **valeur nutritive adéquate: teneur élevée en protéines* et en hydrates de carbone*** et faible teneur en fibres;
- ▶ **bonne acceptation** par les poissons auxquels ils sont destinés;
- ▶ **motifs économiques:** pour une qualité donnée, choisissez de préférence le coût le moins élevé;
- ▶ **aliments disponibles** pendant la plus grande partie de la période de croissance des poissons;
- ▶ **coût additionnel minimal** de transport, de manutention et de traitement;
- ▶ **facilité de manutention et d'entreposage**

b. Les aliments de compléments

De nombreux types de substances peuvent constituer des aliments de complément pour les poissons, par exemple:

- **végétaux terrestres:** herbacés, feuilles et graines de légumineuses arbustives, fruits, légumes;
- **végétaux aquatiques:** jacinthe d'eau, laitue d'eau et lentille d'eau;
- **petits animaux terrestres:** vers de terre, termites, mollusques;
- **animaux aquatiques:** vers, têtards, grenouilles, poissons;
- **riz:** brisures, issues de polissage, son, balle;
- **blé:** balayures, remoulages, son;
- **maïs:** gluten, farine de gluten;
- **tourteaux** après extraction de l'huile des graines de moutarde, de noix de coco, d'arachide, de palme, de coton, de tournesol, de soja;
- **canne à sucre:** molasses, tourteaux filtrés, bagasses;
- **pulpe des cerises de caféier;**
- **graines de coton;**
- **déchets de brasserie:** drèche et levure;
- **déchets de cuisine;**
- **déchets d'abattoir:** abats, sang, contenu de rumen ou de panse;
- **pupes de vers à soie;**
- **fumier:** fientes de poule, lisier de porc.

b. Les aliments de compléments

Les aliments de complément se présentent sous deux formes: sèche et humide.

- Les **aliments secs** tels que céréales et tourteaux sont faciles à stocker, à transporter et à distribuer aux poissons.
- Les **aliments humides** tels que sang, contenu de rumen, molasses et drèche de brasserie exigent un traitement spécial avant d'être distribués aux poissons; il faut par exemple les **mélanger avec des ingrédients secs** afin d'absorber une partie de l'humidité, ou les **sécher** pour accroître leur durée de stockage

c. Les aliments complets

Ils sont aussi distribués de façon régulière. Ils se composent d'un mélange d'ingrédients soigneusement choisis, destinés à fournir tous les éléments nutritifs nécessaires à une bonne croissance des poissons. Ils doivent se présenter sous une forme facilitant leur absorption et leur digestion. Ce type d'aliment est très difficile à fabriquer sur place et s'avère généralement très coûteux à l'achat.

Les techniques de distribution d'aliments

Il existe plusieurs façons de distribuer les aliments de complément. L'une des plus couramment employées est la **distribution manuelle**, qui consiste à lancer à la volée (à la main ou à la pelle) les aliments. Elle présente l'avantage considérable de permettre d'observer régulièrement le **comportement alimentaire des poissons**. En cas d'anomalie, les causes éventuelles peuvent être étudiées immédiatement et des mesures correctives être adoptées.



Les techniques de distribution d'aliments

Nous ne traitons, dans tout ce qui suit, que de l'alimentation par granulés des poissons usuels (bar, daurade, salmonidés...), à l'exception d'espèces particulières telle que l'anguille, ou du problème particulier des crustacés. Hormis les techniques manuelles de distribution qui ne sont plus adaptées dès que la taille de l'exploitation grossit, toutes les techniques actuelles permettent de répartir de manière plus ou moins régulière l'aliment tout au long d'une période de temps. Pour cela, les systèmes se composent de trois éléments essentiels :

- Le réservoir d'aliment, dont la taille sera fonction de la quantité d'aliment à distribuer,
- Le dispositif de projection de l'aliment, qui va dépendre de la nature et du calibre du granulé utilisé,
- L'organe de pilotage de l'ensemble, qui déclenchera à intervalles réguliers la distribution, et améliorera les performances de l'élevage.
- Eventuellement, le dispositif de transport de l'aliment depuis le silo jusqu'au réservoir d'aliment.

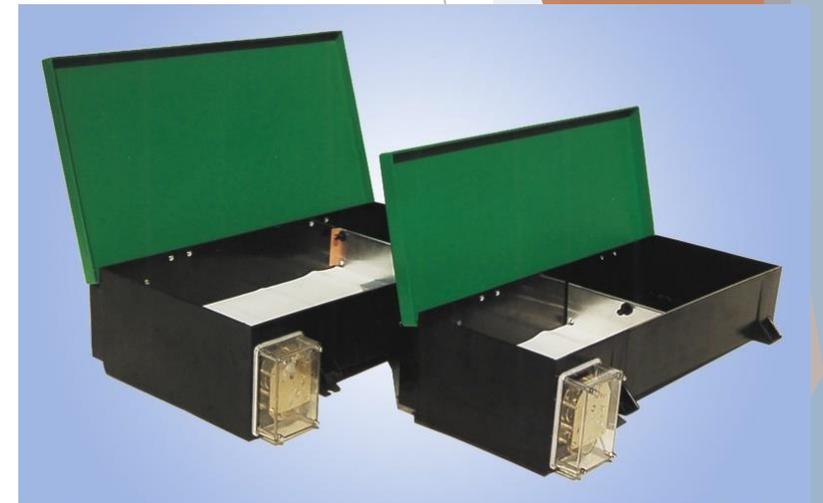
En règle générale, les dispositifs de distribution comprennent le réservoir d'aliment et le dispositif de projection.

a. Dispositif à tapis roulant

Ce dispositif très simple permet de distribuer une petite quantité d'aliment à une faible cadence. Il est surtout utilisé en éclosion, avec des granulés très fins.

Il est constitué d'un tapis roulant tournant entre deux cylindres mus par un système d'horlogerie mécanique que l'on remonte manuellement grâce à un ressort. L'aliment est disposé sur un tapis placé à la verticale du bac d'élevage, et lors du passage du tapis sur le cylindre, l'aliment tombe simplement dans le bac. Un capot plastique permet de protéger des éclaboussures, et d'un colmatage trop rapide.

Si l'atout de ce système est sa simplicité, son inconvénient est le manque de finesse de la distribution, dû à l'aliment qui a tendance à s'agréger et à tomber en paquet dans le bac.



Nourrisseur à tapis

b. Dispositif à trémie

Ce sont les dispositifs électromécaniques les plus couramment utilisés qui présentent différentes tailles de réservoirs pouvant ainsi être utilisés, aussi bien en écloserie, qu'en grossissement, en site fermé ou sur des cages en mer.

Ils comportent un réservoir ouvert par le haut pour permettre le remplissage, protégé par un couvercle, et dont la base cônique aboutit sur un dispositif de projection du granulé qui peut être soit rotatif (plateau tournant mû par un moteur électrique), soit vibrant (plateau couplé à un excentrique, lui même mû par un moteur électrique).



Système de nourrissage à trémie

c. Distributeurs pneumatiques

Ces dispositifs sont utilisés pour des sites de grossissement de taille importante pour lesquelles de grandes quantités d'aliments doivent être distribuées.

Ils comportent des silos de granules, à la base desquels le granulé tombe dans un réceptacle et est projeté par de l'air ou de l'eau sous pression au travers d'un tuyau jusqu'à la cage d'élevage.

Ce type de distributeur pneumatique est utilisé pour les cages en mer et dans les étangs. C'est un principe déposé qui garantit une grande précision et la fiabilité du process d'alimentation.

d. Mini distributeur de nourriture

Conception simple et robuste. Quantité de nourriture distribuée réglable avec précision.

Grande capacité de stockage de nourriture (1 mois d'autonomie avec la rehausse).

Pour tous types d'aliments (particulièrement étudié pour la nourriture en paillettes).

Système anti-colmatage des aliments.

Deux orifices sont prévus pour adapter une ou deux pompes à air afin de ventiler la nourriture et éviter tout colmatage dû à l'humidité.

Le réglage du volume de nourriture à distribuer s'effectue en rapprochant plus ou moins l'obturateur du piston.

La vibration produite par l'électro-aimant à chaque distribution agite la masse de nourriture, la descente des paillettes dans la trémie est donc régulière, sans vide et sans colmatage. La quantité de nourriture distribuée à chaque impulsion est toujours la même.

Le distributeur étant de hauteur réduite, peut se loger sous une galerie. Des modèles sont munis d'un coussin en caoutchouc auto-adhésif permettant de fixer l'appareil à l'endroit souhaité.



e. Dispositifs hydropneumatiques

Ils fonctionnent selon le même dispositif que précédemment. La commande s'effectue par l'ouverture d'une électrovanne actionnée par un système de déclenchement traditionnel, et l'énergie peut être soit de l'air comprimé fourni par des bouteilles et un compresseur, soit une pompe à eau.

Conservation et stockage de l'aliment

La valeur nutritionnelle d'un aliment complet ne peut que **diminuer** au cours du stockage.

Tout aliment renferme en effet un certain nombre de composés organiques plus ou moins labiles (composés chimiques peu stables), qui vont devenir soit inactifs, soit même plus ou moins néfastes aux animaux.

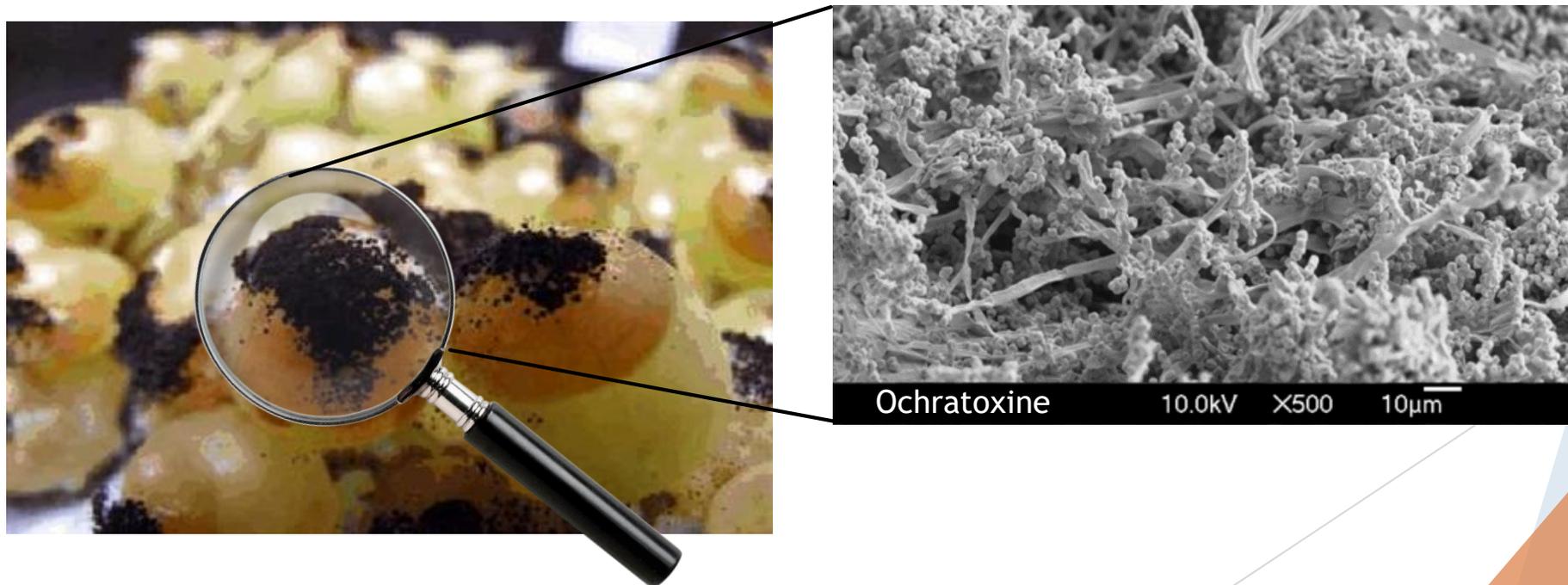
Au cours du stockage, les aliments sont sujets à un autre type de dégradation de la qualité : l'apparition de toxines d'origine bactérienne ou fongique (moisissures).

Des dégradations de qualité physique peuvent aussi se produire. Elles peuvent résulter de la manipulation ou du transfert (émiettement de granulés), ou bien indiquer une altération due à l'action des micro-organismes.

La toxicité des moisissures ne peut être appréciée facilement; il faut bien entendu rejeter les agglomérats de granulés moisissés et même les granulés gris, verts ou bleus, mais seule une analyse détaillée des **mycotoxines** peut renseigner sur un risque potentiel. De plus, ces toxines peuvent provenir aussi bien de l'altération de l'aliment que de celle, bien antérieure, des matières premières qui ont servi à sa fabrication; c'est-à-dire que, selon les cas, la présence des toxines pourra résulter, soit d'un mauvais stockage (chez le fabricant, l'aquaculteur, voire l'intermédiaire), soit d'une fabrication à partir d'ingrédients de qualité défectueuse. De toute façon, le dosage de nutriments labiles (vitamines A, E et C en particulier), d'indices d'altération des acides gras (ils sont nombreux), et surtout de la teneur en humidité sont utiles en cas de litige.

Zoom sur la « mycotoxine »

Les mycotoxines sont des toxines produites par des moisissures contenues dans les grains avant la récolte ou au moment de leur stockage. Lorsqu'elles sont présentes en trop grande quantité dans l'alimentation des animaux, elles peuvent s'avérer toxiques, notamment chez les poissons d'élevage.



Zoom sur la « mycotoxine »



Il n'existe pas un seul mais plusieurs types de mycotoxines :

- ▶ celles des **champs** qui se développent au cours de la croissance de la plante
- ▶ celles de **stockage**, émergeant au cours du stockage des grains ou des aliments dans de mauvaises conditions
- ▶ quelques mycotoxines sont à la fois produites au **champ** et au cours du **stockage**

Tab. Classification des mycotoxines selon origine (source : Guide interprofessionnel de gestion des mycotoxines dans la filière céréalière, Intercéréales)

Mycotoxines des champs	Mycotoxines de stockage	Mycotoxines des champs et de stockage
Déoxynivalénol	Ochratoxine	Aflatoxines
Zéaralénone		
Fumosinine		

Mycotoxines en élevage de poissons : un risque sous-estimé

Les effets des mycotoxines varient en fonction de leur concentration et des espèces de poissons qui les ingèrent. Leur risque est d'autant plus sournois que leur présence est difficilement décelable, sans recours à des analyses spécifiques.

Ainsi, l'apparition de champignons sur un grain n'est pas nécessairement un indicateur de leur présence. A contrario, **l'absence de champignons visibles ne signifie pas non plus que le grain en est exempt**. Leur particularité - et leur danger - tient aussi à une forte résistance à la chaleur et à la pression, même après l'extrusion de l'aliment.

De plus, les effets des mycotoxines varient selon les espèces de poissons. Par exemple, l'**aflatoxine B1**, l'une des plus courantes, est rapidement excrétée par le poisson-chat américain (*Ictalurus punctatus*) mais pas par **la truite arc-en-ciel** (*Onchoryncus mykiss*), qui la métabolise en une molécule très toxique.

Précaution à prendre

Avant tout achat, l'aquaculteur doit vérifier :

- la date de fabrication (éviter d'acheter des aliments de plus d'un mois);
- le type d'emballage (les emballages étanches, c'est-à-dire en sacs de plastique étant de loin préférables) et ;
- le taux d'humidité garanti: les aliments à base de farines animales utilisés pour les poissons carnivores ne tolèrent guère plus de 10 % d'humidité alors que les aliments à base de céréales et tourteaux tolèrent aisément 12 %.

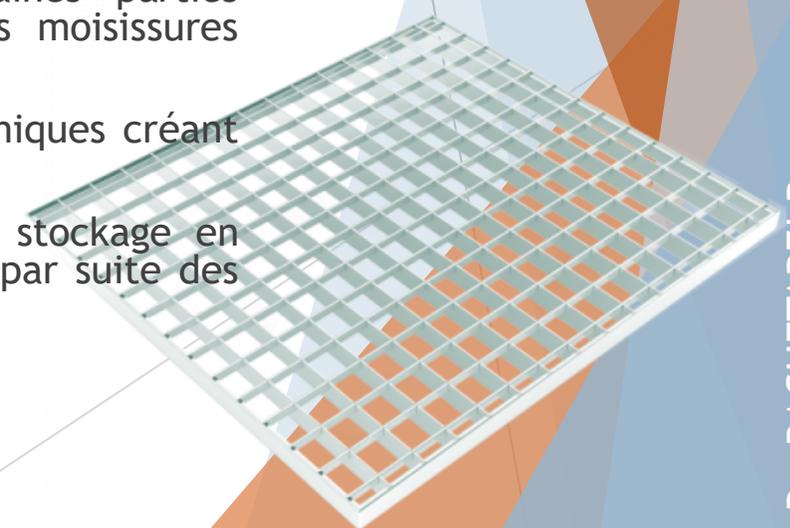
Il faut noter aussi que pour cette caractéristique les fabricants ont l'habitude de majorer la valeur réelle (ils ne sont tenus d'indiquer qu'un maximum) afin de se couvrir en cas de petites variations de leurs produits.



Règles à suivre

Pour le stockage proprement dit, les règles suivantes doivent être suivies :

- ▶ Eviter la présence de rongeurs, oiseaux ou insectes même, ces derniers perçant les sacs de plastique.
- ▶ Choisir un local relativement frais, sec, à l'abri des rayons du soleil; ce dernier peut agir, soit directement (destruction de la vitamine B2 par exemple), soit indirectement par échauffement des parties superficielles des sacs éclairés.
- ▶ Dans la plupart des cas, les variations de température sont en effet plus nocives que la température elle-même. Les condensations de vapeur peuvent se produire à l'intérieur des sacs étanches, déplaçant en quelque sorte l'humidité et rendant certaines parties suffisamment riches en eau pour que des populations bactériennes ou des moisissures puissent se développer.
- ▶ Eviter les contacts directs avec le sol et les murs, c'est-à-dire les ponts thermiques créant des points chauds ou froids. Utiliser des **caillebotis** ou protections similaires.
- ▶ Le cas des sacs ouverts est délicat, l'altération devenant alors rapide. Le stockage en chambre réfrigérée du sac en cours d'utilisation peut être plus nocif qu'utile par suite des phénomènes de condensation.



Références bibliographiques

- ▶ https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709f/x6709f10.htm
- ▶ <http://www.aqualog-international.com/aquaculture-et-fermes-aquacoles/alimentation-r-3.html>
- ▶ <https://www.aquaneo-techna.com/fr/nutrition/poisson/mycotoxines-elevage-poisson>