



Manuel de production d'alevins du silure africain,
Heterobranchus longifilis.

Auteurs :

Sylvain GILLES, Rémi DUGUÉ et Jacques SLEMBROUCK

SOMMAIRE:

Préambule.

Le principe d'élevage

Circuit fermé, circuit ouvert

Objectifs de production

Besoins en eau

Les structures

La prise d'eau

Le décanteur-filtreur principal

Les bâtiments

Plan d'ensemble

Gros œuvre

Distribution électrique

Les enceintes d'élevage et leurs annexes

Les circuits d'élevage larvaire

Les supports

Les auges d'élevage

Le décanteur

Le bac de filtration

Pompe et bac en charge

La distribution d'eau

Caractéristiques des différentes pompes utilisables

Le circuit de prégrossissement

Les bacs d'élevage

Le décanteur

Le bac de reprise

Le pompage

Le bac en charge

La distribution d'eau

Les équipements annexes

Auges de stockage des géniteurs

Bac de décapsulation des cystes d'*Artemia*

Incubateurs

Trieur

La technologie d'élevage

Présentation et organisation

Calendrier du cycle d'élevage

Le suivi

L'aliment

La préparation des cystes d'*Artemia* décapsulés

L'aliment composé

Tableaux de rations

Remplissage des circuits

La reproduction

Constitution du stock de géniteurs

Gestion du stock de géniteurs

Les femelles

Fécondité

Fréquence des pontes

Renouvellement des femelles

Les mâles

Sélection des géniteurs

Pêche

Distinction des sexes

Présélection

Choix des mâles

Choix des femelles

Sélection des femelles à induire

Transport et conditionnement des géniteurs

Induction des femelles

Calcul des doses d'hormones

Programmation de l'induction et du stripping

Calcul du temps de latence

Injection

Prélèvement et conservation du sperme

Prélèvement des testicules

Prélèvement du sperme

Prélèvement des ovocytes

Le stripping

Fécondation

Mise en incubation des oeufs

L'élevage larvaire

L'incubation

J0 l'éclosion

J1 la résorption vitelline

J2 , première alimentation

J3 , deuxième alimentation, premier nettoyage

J5 , le premier tri, les comptages et les répartitions

Intérêt

Le tri

Les répartitions par comptage pondéral

Entretiens, nettoyages et renouvellements d'eau

Nettoyage des auges d'élevage

Nettoyage des circuits fermés et renouvellement d'eau

Nettoyage du décanteur-filtreur principal

Le sevrage

J30, fin de l'élevage larvaire, transfert des larves en prégrossissement.

La pêche

Le tri

Evaluation du poids moyen

Comptage pondéral et transfert en prégrossissement

Le prégrossissement

Entretien et nettoyage

J60 , fin du prégrossissement

Le dernier tri

L'échantillonnage

Comptage et expédition

Prophylaxie et thérapeutique

Eléments de réflexion pour une étude économique

Investissements

Fonctionnement

Annexes

Liste du matériel

Adresses utiles

Pour en savoir plus

Photographies

PREAMBULE

Les premiers essais d'élevage du silure africain *Heterobranchus longifilis* ont été réalisés au début des années quatre vingt par l'équipe aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Il s'agit d'une espèce voisine de *Clarias gariepinus*, autre silure africain, domestiqué depuis plusieurs années.

L'aire de répartition de *Heterobranchus longifilis* est très vaste et couvre la quasi-totalité des grands bassins fluviaux de l'Afrique intertropicale. On le rencontre aussi en milieu lagunaire et il peut donc être élevé en eau saumâtre (jusqu'à 10 g/l de sel pour le grossissement et 5 g/l pour l'élevage larvaire). C'est un poisson rustique qui supporte bien les manipulations et résiste à de fortes valeurs en ammoniacque et nitrites. Grâce à un système de respiration aérienne accessoire, il peut être élevé dans des eaux stagnantes et pauvres en oxygène, et être transporté plusieurs heures hors de l'eau tant que sa peau reste humide. Ainsi il est souvent vendu vivant sur les marchés et représente, de ce fait, une source importante de protéines de qualité. Il est omnivore à tendance carnassière et à une croissance d'environ 1.5 kg par année, ce qui est environ deux fois la croissance de *Clarias gariepinus*. De plus, en captivité, il peut être reproduit toute l'année.

Heterobranchus longifilis est donc, un candidat idéal pour l'élevage en Afrique intertropicale.

L'induction des pontes à l'aide de hCG (hormone à usage humain largement commercialisée dans les pharmacies) a été maîtrisée par M. Legendre en 1984, qui, avec J. Slembrouck, a produit en 1988 un fascicule (repris dans ce manuel) traitant de l'aspect technique de la reproduction de ce silure.

L'obtention de larves d'*Heterobranchus longifilis* n'est plus un obstacle, la principale difficulté réside, alors, dans la mise au point d'une technique d'élevage qui aboutit à la production d'alevins transférables sans risques de mortalités massives dans les structures de grossissement (étangs, enclos). En effet, si les alevins sont transférés trop tôt en étang ils sont encore trop fragiles et sont exposés à des prédateurs (insectes, larves d'insectes, têtards, etc....) et à de fortes variations de qualité de l'eau (oxygène, température). De plus, dès son plus jeune âge, ce poisson demande une alimentation de qualité en quantité précise. Si tel n'est pas le cas, des individus plus gros que les autres apparaissent (ils accaparent la nourriture) et deviennent rapidement cannibales. Ainsi un élevage larvaire peut être décimé en peu de temps. Les essais de production d'alevins selon un mode extensif, par exemple en plaçant les alevins après éclosion

dans un étang aménagé, n'ont pas donné de résultats satisfaisants et reproductibles en routine. Il est donc préférable, si l'on veut optimiser la production d'alevins, de les maintenir dans des conditions qui permettent un contrôle précis de la prédation, de la qualité de l'eau et de l'alimentation.

La production de juvéniles en milieu contrôlé (jusqu'à 10 g) et le grossissement (production d'adultes pour la vente) en extérieur (bassins, enclos), dans des conditions proches du milieu naturel, peuvent être envisagés comme deux métiers différents. La production de juvéniles ne demande pas de savoir-faire traditionnel piscicole long à acquérir, elle est accessible à toute personne qui suivra précisément les instructions de ce manuel, qui aura de bonnes notions de gestion et un niveau d'études secondaires. Le grossissement s'adresse plus particulièrement au monde agricole.

Ce manuel traite essentiellement des techniques qui permettent de maîtriser le premier métier. Des indications seront données pour le grossissement, mais il faut savoir que les conditions socio-économiques locales sont à prendre en compte avant de se lancer dans une étape de production. La production d'alevins est envisageable dans un contexte périurbain, pour faciliter l'accessibilité aux techniques et aux matériaux, car une telle unité de production, nous le verrons plus loin, peut être implantée en tous lieux. C'est dans ce contexte que l'on rencontre facilement des personnes ayant le profil indiqué ci-dessus, pour cette activité.

Ces techniques permettent donc une production de masse de ce silure qui doit être envisagée dans la perspective de développement des marchés, liée à l'urbanisation explosive que l'on constate dans les pays du Sud. Une telle production peut se développer dans les lagunes côtières oligohalines (jusqu'à 10g/l de sel) qui souvent se trouvent à proximité des grands centres urbains du Golfe de Guinée. Ces lagunes sont généralement surexploitées par la pêche et pourraient être ainsi valorisées.

LE PRINCIPE D'ELEVAGE

Ce manuel propose donc une technologie qui permet la réalisation et l'utilisation en routine d'une unité fiable de production d'alevins de 10 g de *Heterobranchus longifilis*, selon le principe de l'élevage intensif en structures **hors-sol**, fonctionnant en **circuit ouvert** ou en **circuit fermé**. Nous allons le voir plus loin, l'une ou l'autre option sera prise en compte en fonction de la disponibilité en eau.

On appelle généralement "élevage hors sol" tout élevage dans lequel les animaux reçoivent une alimentation composée, dans des structures (bacs, cages) qui les

confinent sans qu'ils soient en relation (contact) avec le sol, contrairement à des bassins, des étangs ou des plans d'eau naturels (lagunes) ou semi-naturel (lacs de barrage). La totalité de l'aliment apporté est donc contrôlée par l'éleveur.

Dans notre cas, les structures d'élevage sont des auges (ou bacs) rectangulaires posées sur des tables (pour être à hauteur d'homme), qui bénéficient d'un renouvellement constant en eau. L'unité de production peut être implantée en tout lieu (hangar, garage) si elle peut bénéficier d'une adduction d'eau douce, ou saumâtre (jusqu'à 5 grammes de sel par litre), propre et claire (réseau d'eau potable domestique, retenue, lagune, source), dont le pH doit être compris entre 6 et 9, et qui ne doit pas contenir d'éléments métalliques dissous (oxydes de fer). Les eaux de forage doivent donc être analysées avant d'envisager leur utilisation. Il faut avoir aussi une possibilité d'écoulement des eaux usées (égouts, puisard, canal).

L'alimentation continue en électricité est indispensable. Si l'on se trouve dans une région où les coupures d'électricité sont fréquentes et de longue durée il sera nécessaire de s'équiper d'un groupe électrogène, si possible avec une mise en route automatique.

Ainsi l'implantation de cette unité peut être réalisée aussi bien en zone urbaine que rurale, toutefois, dans les installations décrites, il n'est pas prévu le maintien des géniteurs qui doivent être transférés (après sélection, voir le chapitre "reproduction") à partir d'une unité d'élevage adaptée à leur maturation sexuelle (bassins en terre ou enclos en milieu ouvert).

CIRCUIT FERME, CIRCUIT OUVERT

Nous l'avons vu plus haut, les auges d'élevage doivent être continuellement alimentées en eau, avec un débit plus ou moins fort selon l'étape du cycle d'élevage.

Si l'unité de production peut bénéficier d'un approvisionnement en eau aisé et bon marché comme à partir d'un plan d'eau (lac, retenue, lagune) ou d'une rivière, on peut envisager de faire un prélèvement par pompage, ou par gravité si l'implantation de l'écloserie se trouve en dessous du niveau du plan d'eau (barrage). L'eau est tout d'abord décantée puis filtrée avant de transiter dans les bacs d'élevage, puis elle est rejetée, soit dans un puisard, soit dans le plan d'eau, en un point suffisamment éloigné du point de captage, afin d'éviter une auto-pollution de l'écloserie. C'est ce que l'on appelle le circuit ouvert (voir figure 1, a). Il peut arriver que l'eau prélevée soit à une température trop basse pour que les larves aient un développement rapide, il sera donc

nécessaire de la réchauffer avant de l'envoyer dans les bacs d'élevage (voir chapitre sur la conduite de l'élevage).

Ainsi, pour résumer, le circuit ouvert se limite aux structures nécessaires au captage et à la filtration de l'eau et aux enceintes d'élevage (voir figure 1)

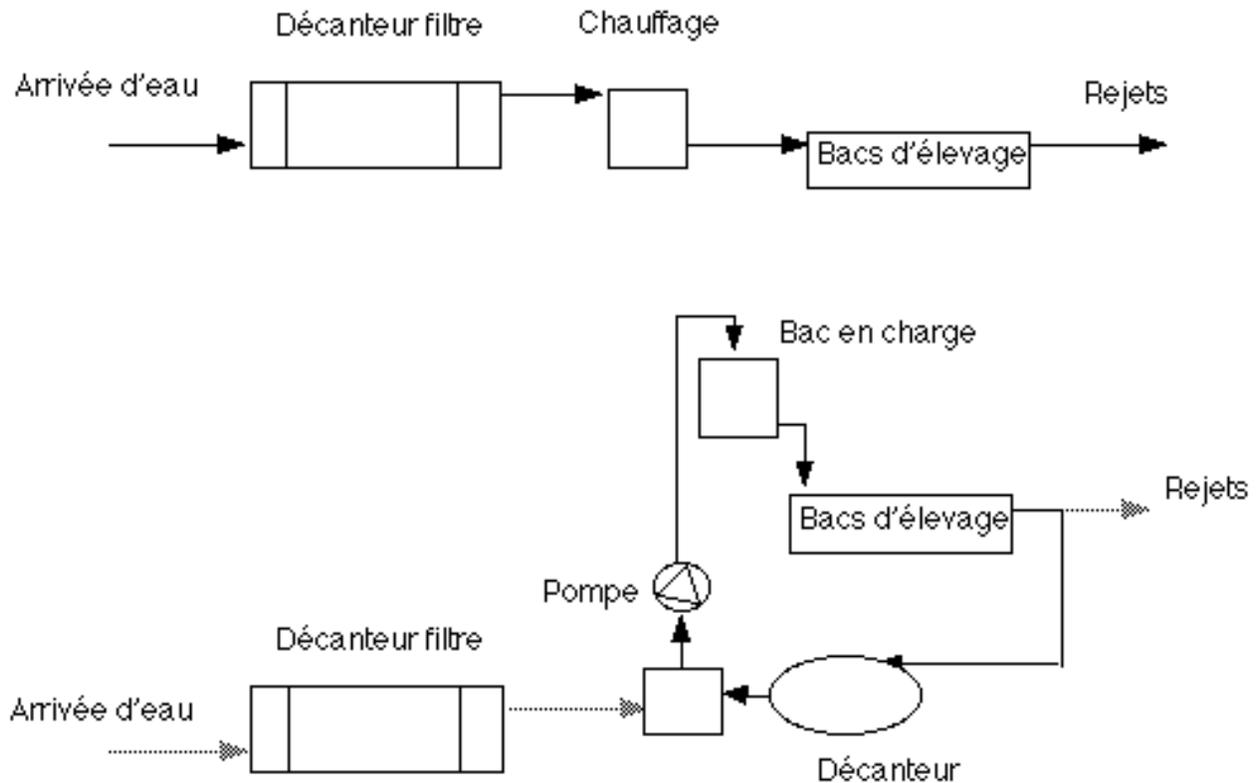


Figure 1: schémas d'un circuit ouvert et d'un circuit fermé

La technique du circuit fermé (voir figure 1, b) permet de réutiliser (recycler) l'eau polluée qui s'écoule des structures d'élevage, après l'avoir :

- Décantée pour éliminer les plus gros déchets,
- Filtrée mécaniquement pour éliminer les particules ou matières en suspension de l'eau,
- Filtrée biologiquement , grâce à l'action de bactéries qui transforment l'ammoniac dissous dans l'eau qui est toxique, en nitrates qui le sont beaucoup moins,
- pour les élevages d'espèces fragiles il est parfois adjoint un système de stérilisation de l'eau,
- oxygénée soit à l'aide d'une pompe à air, soit en provoquant un bouillonnement, une chute ou une cascade.

Tableau comparatif des avantages et inconvénients des deux types de circuits

	Circuit fermé	Circuit ouvert
Coût des installations	plus élevé	moins élevé
Technicité requise	forte	faible
Coût en main d'œuvre	moyen	faible
Débit d'eau nécessaire	faible	important
Coût de la thermorégulation éventuelle	faible	important
Maintien de la qualité d'eau	facile	difficile
Coût énergétique	important	faible
Pollution de l'environnement	contrôlable	difficilement contrôlable
Traitements prophylactiques	faciles	souvent difficiles

Même dans un circuit fermé, il est nécessaire d'apporter quotidiennement une certaine quantité d'eau neuve et propre pour maintenir la qualité de l'eau du circuit : plus l'eau recyclée sera polluée plus il sera nécessaire d'y avoir recours, dans de faibles proportions, toutefois, si les structures sont bien dimensionnées et si l'élevage est bien géré.

La qualité de l'eau du circuit dépend des rations d'aliment distribuées qui sont liées à la biomasse de poissons élevés, fonction de leur nombre et de leur poids, et de la capacité d'épuration du système qui dépend des performances du décanteur et des filtres.

L'élevage en circuit fermé est plus particulièrement adapté lorsque l'on ne dispose pas d'un approvisionnement en eau en quantité ou en qualité suffisante ou si l'on utilise de l'eau (payante) provenant d'un réseau urbain. Il permet, donc, des économies importantes en eau, et présente des avantages comme le maintien de la température de l'eau (la pompe de circulation permet généralement de réchauffer l'eau de quelques degrés, ce qui peut être suffisant). Il évite les brusques variations de la qualité du milieu d'élevage. De plus, en cas de problème d'approvisionnement en eau (coupure, pollution) le circuit fermé permet de maintenir l'élevage en fonctionnement. Les traitements sanitaires préventifs ou curatifs, en cas de maladies déclarées, sont plus efficaces.

Comparativement à la plupart des espèces aquatiques dont l'alevinage peut s'effectuer dans des structures hors-sol en circuit fermé, les larves de ce silure africain sont très peu sensibles à la pollution organique de l'eau, sous forme d'ammoniaque et de nitrites, liée aux déchets de l'élevage (excréments, nourriture non consommée). Agées de moins de deux semaines, elles supportent des doses de 10 mg/L d'ammoniaque (N-NH₄) et de 10 mg/L de nitrites (N-NO₂) pendant 48 heures alors que la plupart des espèces d'eau douce ne supportent pas des concentrations de l'ordre du milligramme par litre. Le filtre biologique n'est donc pas absolument nécessaire, comme nous le verrons plus loin dans la description des installations. Les changements d'eau quotidiens liés aux nettoyages des circuits et une bonne filtration mécanique suffisent à maintenir une qualité de l'eau satisfaisante pour cette espèce. Une surveillance attentive de l'état sanitaire des larves est cependant indispensable.

Dans le cas de coupures d'électricité de durée restreinte et si l'on dispose d'un approvisionnement en eau sous pression (réseau de distribution ou eau gravitaire), on peut envisager de renouveler temporairement une partie de l'eau des structures d'élevage, en remplissant directement les bacs en charge des circuits (voir le chapitre "enceintes d'élevage"). Un circuit fermé est ainsi temporairement transformé en circuit ouvert. Toutefois ce type de fonctionnement n'est pas envisageable dans le cas où la biomasse des poissons en élevage est forte, car les capacités de renouvellement en eau risquent d'être insuffisantes, la solution du groupe électrogène s'impose alors.

OBJECTIFS DE PRODUCTION

Il est difficile de fixer arbitrairement la taille minimale que peut avoir une telle unité de production. Si l'on veut utiliser la totalité de la ponte d'une femelle de 2,5 kg (poids correspondant au meilleur rendement) qui donne en moyenne 250 g d'ovules (œufs qui ne sont pas encore fécondés), cela correspond à l'éclosion d'environ 100 000 larves, et l'on devra disposer de 20 auges de 250 litres pour les élever. C'est le format type que nous proposons, avec les plans d'un bâtiment entièrement destiné à cette production. Il est certain que l'on peut utiliser seulement une fraction de la ponte, et sachant qu'il faudra 3000 UI d'hormone hCG pour une femelle de 2kg (voir la rubrique induction) pour un coût d'environ 3500 Fcfa (6 US\$) la perte induite est facilement calculée, et elle sera de toute façon négligeable.

Le coût du mâle sacrifié pour la fécondation (voir la rubrique fécondation) est nul étant donné que sa chair est commercialisable.

Le format proposé permet donc de produire 100 000 juvéniles d'environ 10 grammes par mois, soit un million de juvéniles par an compte tenu du temps nécessaire aux vides sanitaires (voir rubriques entretien). Mais les différents éléments de cette unité de production sont modulables ce qui permet d'adapter la production à la demande, et d'échelonner les investissements dans le temps. Ainsi, l'élevage larvaire proposé comprend cinq unités (circuits fermés ou ouverts), chaque unité possède quatre auges de 250 litres (une unité est représentée dans la figure 4). Etant donné que les indications qui vont suivre, sur la conduite de l'élevage, sont données par unité de quatre auges, il est envisageable de se limiter à une telle unité et de produire, donc, uniquement 20 000 larves par mois et par unité (ou par cycle de production).

L'objectif est de produire des juvéniles d'environ 10 grammes en deux mois et en deux phases :

Première phase, de l'éclosion (2mg) à 1g (élevage larvaire) en structures hors-sol (auges de 250 litres sur tables reliées à un circuit fermé, ou ouvert) durant un mois, à une densité de 20 larves par litre,

Deuxième phase, de 1g à 10g (pré-grossissement) qui peut être réalisé de deux façons,

- à une densité de 2,5 alevins par litre, en longs bacs extérieurs en béton (raceways) de 4000 litres alimentés en eau par un circuit fermé, ou ouvert,
- dans des étangs extérieurs (en terre) aménagés, à une densité de 10 à 25 alevins/m².

Elevage larvaire intensif de 2mg à 1g

En 30 Jours à 20 larves/litre



Ce planning de production correspond à un élevage effectué à une température qui se situe entre 28 et 31°C. Toutes les indications qui seront données ultérieurement, notamment en ce qui concerne les rations alimentaires, dépendent du respect de cette fourchette de température. Selon la situation géographique de l'écloserie il faudra envisager ou non, de chauffer l'eau d'élevage (il ne faut pas oublier que la pompe d'un circuit fermé chauffe l'eau).

Le choix d'un cycle de production en deux temps se justifie par la nécessité de trouver un compromis entre la volonté d'utiliser au maximum (rentabiliser) les volumes d'élevage (masse de poisson produite par unité de volume), et le souci de ne pas stresser les animaux par trop de manipulations. En effet les poissons mettent toujours un certain temps à s'habituer à un nouvel environnement durant lequel leur croissance est ralentie, voire stoppée.

BESOINS EN EAU

L'eau étant le support d'élevage, son approvisionnement est donc déterminant. Il est important de chiffrer les besoins en relation avec les étapes de l'élevage (élevage larvaire, prégrossissement) et la biomasse correspondante en poissons, et selon le mode de fonctionnement choisi (circuit ouvert ou fermé).

Si l'on fonctionne en circuit ouvert, le renouvellement moyen, aussi bien en élevage larvaire qu'en prégrossissement, doit être d'une fois le volume d'élevage toutes les deux heures. Ainsi, pour le format proposé, il faudra 2,5 m³/heure pour l'élevage larvaire et 20 m³/heure pour le prégrossissement.

Si l'on fonctionne en circuit fermé l'eau nécessaire à l'entretien et aux nettoyages représentera environ 20% du volume d'élevage par jour. Cela représente en moyenne, pour le format proposé, 1 m³/jour pour l'élevage larvaire et 8 m³/jour pour le prégrossissement.

LES STRUCTURES

LA PRISE D'EAU

Si l'approvisionnement en eau ne provient pas du réseau de distribution public, et que l'on a recours à un forage, un pompage, ou à une retenue (gravitaire), il sera nécessaire de prendre quelques précautions pour s'assurer de la qualité de l'eau et éventuellement l'améliorer. Il faut éviter que l'eau soit porteuse de gaz dissous (forage), ou de matières en suspension et d'animaux étrangers à l'élevage (rivière, lac ou lagune).

Dans le cas d'un forage, on doit veiller particulièrement à ce que l'eau ait une qualité chimique convenable (voir le chapitre sur le principe d'élevage). L'eau qui est pompée est exempte d'animaux susceptibles de nuire à l'élevage, elle doit être dépourvue de matières en suspension. Il arrive souvent qu'elle ait une teneur élevée en gaz dissous qu'il convient d'éliminer. Pour cela on prévoira un château d'eau (ou bac de mise en charge) ayant un volume suffisant pour permettre le dégazage (2 à 3 m³ pour le format proposé). Les circuits d'élevage pourront être approvisionnés directement à partir du château d'eau.

Dans le cas d'un pompage en rivière, lac ou lagune, il sera nécessaire, après stockage dans un château d'eau, de faire transiter l'eau dans un décanteur-filtreur (voir la description au paragraphe suivant), avant de l'envoyer dans les circuits d'élevage.

On s'assurera que le château d'eau est facilement vidangeable et nettoyable car une partie des particules sédimenteront à l'intérieur et devront être régulièrement éliminées.

Si l'approvisionnement en eau se fait à partir d'une retenue (barrage) en gravitaire, le château d'eau devient superflu, mais il est par contre indispensable de s'équiper d'un décanteur-filtreur.

LE DECANTEUR-FILTREUR PRINCIPAL

Ce bac a un double rôle : il doit éliminer les matières en suspension (sables, boues) dans l'eau captée, par décantation, et il doit empêcher la pénétration d'animaux étrangers à l'élevage (prédateurs), par filtration. Il semble que, dans tous les cas, la construction de ce bac (fig. 2) soit plus économique en béton armé qu'en résine polyester armée de fibre de verre, ou toute autre matière plastique. Il a une forme rectangulaire et comprend trois compartiments, deux réservés à la filtration et un à la décantation. Les grilles de filtration anti-prédateur sont constituées d'un cadre en bois sur lequel on va fixer un grillage plastique, généralement de type Nortene®. Afin que le grillage ne se déchire pas sous la pression de l'eau il sera nécessaire de construire le cadre en bois selon le principe du caillebotis, en aménageant de ouvertures de 10 à 20 cm en fonction de la maille du grillage. Dans le premier compartiment on placera un grillage de 4 mm de maille et dans le troisième un grillage de 2 mm de maille. Chaque compartiment de filtration dispose de deux grilles, cela permet d'effectuer les nettoyages tout en conservant une grille à poste. Ces grilles prennent place dans des glissières aménagées dans le béton des parois intérieures du bac. L'ensemble du bac doit être couvert de feuilles de tôles, afin d'éviter la pénétration de feuilles ou d'objets indésirables, mais aussi de la lumière qui provoque la pousse d'algues.

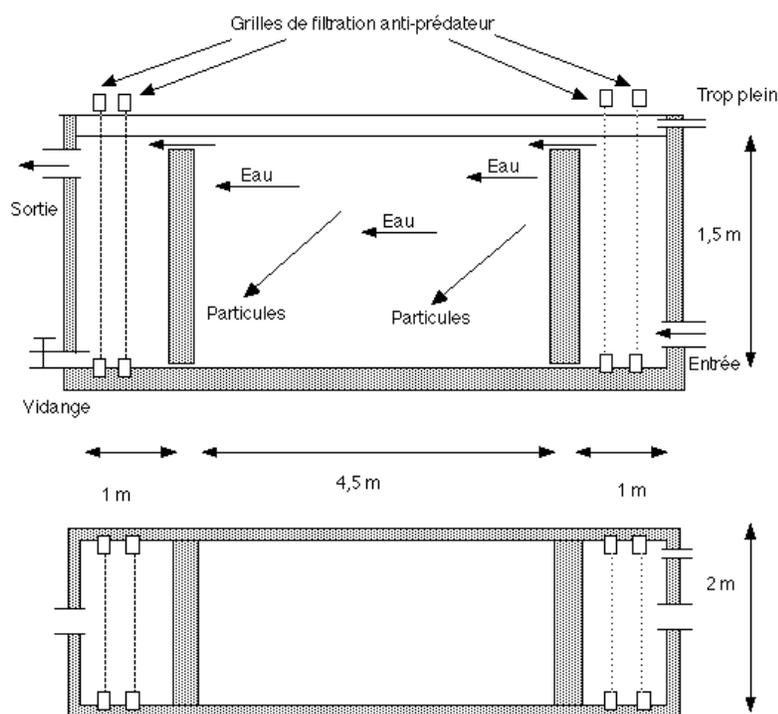


Figure 2: le décanteur-filtreur principal

Pour la construction en béton de ce bac il est nécessaire de coffrer et de ferrailer sur une semelle, elle aussi ferrailée, qui déborde d'environ 50 cm autour du bac. On ne doit pas oublier de prévoir des trous (trois à quatre ouvertures de 20 mm) sous les parois intérieures, pour la vidange complète au moment des nettoyages.

LES BATIMENTS

PLAN D'ENSEMBLE

Comme nous l'avons vu plus haut l'unité de production peut trouver sa place dans un hangar de type industriel ou agricole construit à cet effet ou déjà existant. De la surface disponible et des moyens financiers mobilisés dépendra la capacité de production de cette unité.

Le plan d'ensemble qui est proposé (figure 3) correspond à une production de 100 000 alevins par mois. Le bâtiment principal mesure 23 m de longueur par 20 m de largeur, à partir de ces valeurs on peut retrouver les dimensions des différents éléments quelle que soit l'échelle du plan.

Les aires (salles) de travail indispensables à prévoir en fonction des différentes activités sont les suivantes :

- emplacements des circuits d'élevage larvaire, (1) les traits sur la figure représentent les rigoles d'écoulement des eaux,
- aire de stockage individuel des géniteurs en auges de 100 litres, (2)
- table pour le traitement des géniteurs et la fécondation, (2)
- circuits de prégrossissement, (8)
- emplacement pour la décapsulation des cystes d' *Artemia* (6)
- stockage de l'aliment frais (congélateur), (7)
- stockage de l'aliment sec, (7)
- bureau, étagères ou armoires de rangement (3),
- sanitaires, (4, 5)
- atelier, hall de conditionnement pour l'expédition des juveniles, magasin, (9, 10, 11)

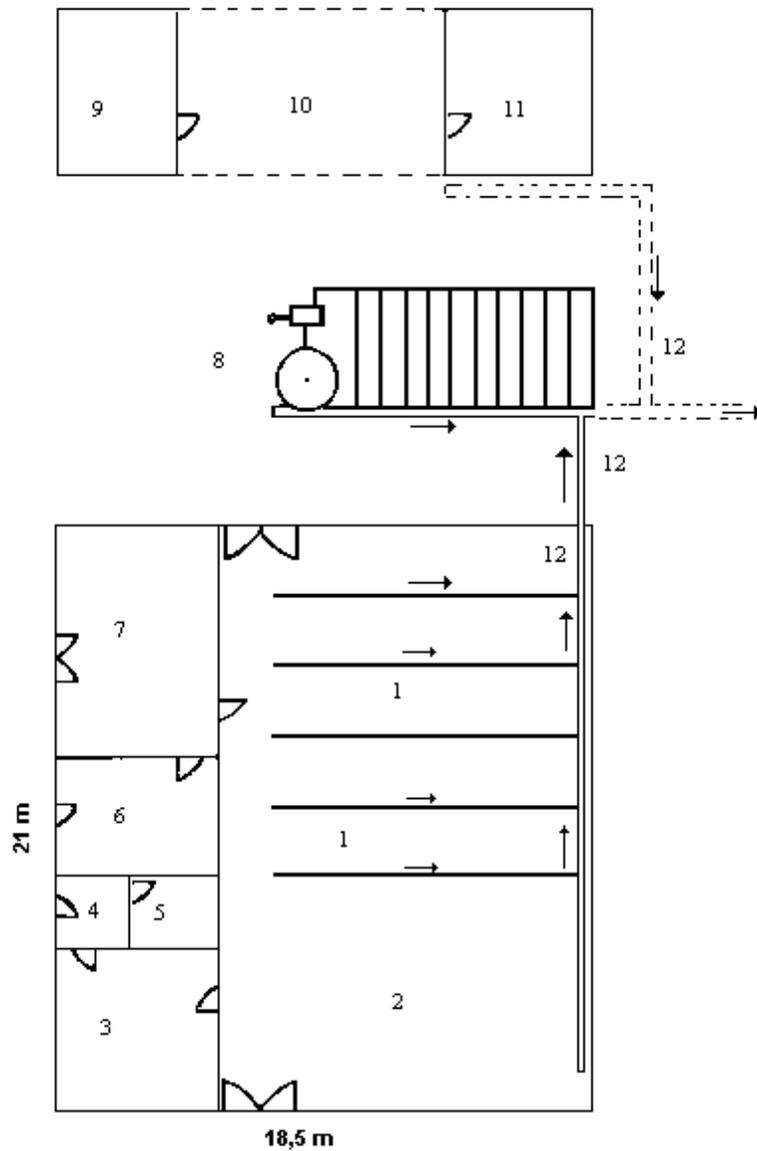


Figure 3: plan d'ensemble du bâtiment

La surface au sol du bâtiment principal est de 389 m², et l'ensemble du terrain nécessaire à l'implantation de l'unité de production représente une surface d'environ 1000 m².

GROS OEUVRE

Le sol des différentes pièces des bâtiments doit être cimenté (ou recouvert de gravier sur un sol perméable) et dans les aires consacrées aux manipulations des poissons une légère pente doit être orientée vers les rigoles de récupération des eaux usées (figure 3, 12). Ces rigoles doivent avoir une pente de (0.5 % et être assez profondes pour être rincées au jet s'il y a accumulation de déchets.

La hauteur sous plafond sera suffisante (supérieure à 3m) pour éviter les élévations de température. Dans les salles d'élevage un ou plusieurs murs donnant sur l'extérieur peuvent être pourvus de claustras (parpaings ou briques ajourés) ou remplacés par des ombrières à usage agricole de façon à favoriser la ventilation.

La salle principale qui reçoit les aires n°1 et 2 (figure 3) doit être équipée d'au moins deux robinets d'eau sous pression situés à chaque extrémité. Des tuyaux souples raccordés à ces robinets permettent d'apporter de l'eau en tous points de la salle.

La salle réservée à la préparation des cystes d'*Artemia* décapsulés (fig. 3, 6) doit être équipée d'un robinet d'eau et d'un système d'évacuation des eaux usées. Il est important que le lieu où l'on effectue cette préparation soit isolé du reste du bâtiment en raison des dégagements de vapeurs de chlore occasionnés (voir rubrique techniques de préparation de l'aliment).

Il est recommandé que les salles 6 et 7, réservées à la préparation et au stockage de l'aliment soient climatisées.

DISTRIBUTION ELECTRIQUE

Etant donné que l'essentiel du travail est effectué dans l'humidité et qu'il y a des risques de projections d'eau, le réseau de distribution électrique doit se trouver en hauteur. Dans les salles de travail le nombre de prises de courant sera réduit à l'indispensable et elles seront placées à 1,5 m de hauteur. L'alimentation électrique des pompes intérieures reliée aux circuits d'élevage va courir au niveau du plafond puis descendre à la verticale des pompes. Pour éviter les risques d'accident par électrisation ou électrocution (ce qui est plus grave) on placera sur chaque ligne électrique exposée à l'humidité un disjoncteur différentiel de 30mA. Les caractéristiques électriques des moteurs de pompes (voir la notice), et les disponibilités du réseau public de distribution d'électricité, permettront de faire un choix qui déterminera le câblage d'alimentation. Nous recommandons toutefois d'éviter le triphasé si le recours à un groupe électrogène

est envisagé car les groupes susceptibles de fournir ce type d'énergie sont très onéreux.

LES ENCEINTES D'ELEVAGE ET LEURS ANNEXES

LES CIRCUITS D'ELEVAGE LARVAIRE

La totalité des éléments de ces circuits (excepté la pompe) est constituée de deux matériaux : bois et matière plastique. Tous les supports des auges et réservoirs sont en bois traité contre le pourrissement par l'humidité, les volumes destinés à recevoir l'eau d'élevage sont en résine polyester armée de fibre de verre, les canalisations et les vannes sont en PVC (polychlorure de vinyle).

Les auges d'élevage larvaire restent les mêmes quelle que soit l'option retenue, circuit ouvert ou circuit fermé (fig. 5). Sur la figure 4 qui représente un circuit fermé dans son ensemble, on peut retrouver les dimensions des différents éléments en prenant pour référence la longueur d'une auge d'élevage (fig. 4, 1) qui est de 2 mètres.

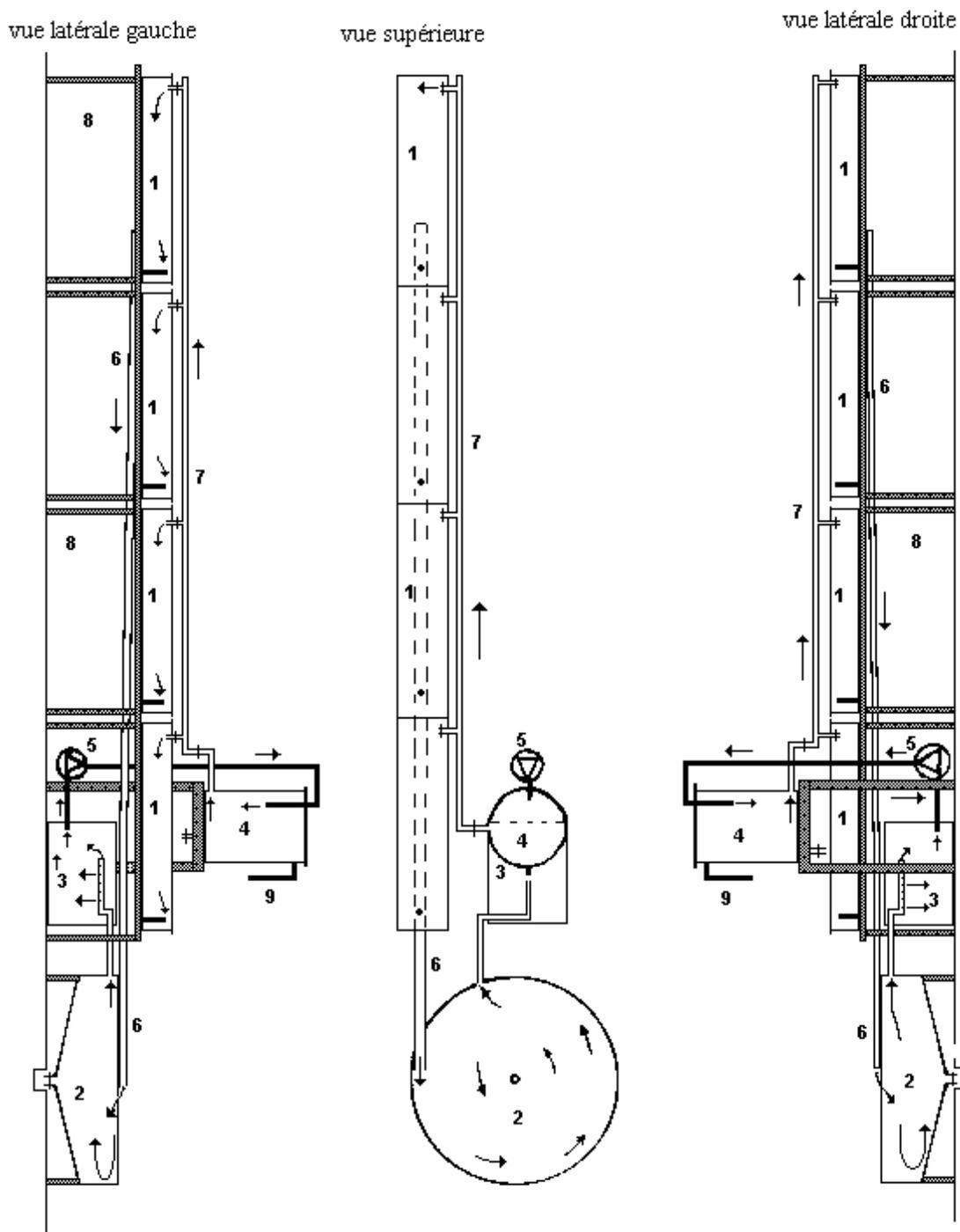


Figure 4: description d'un circuit fermé d'élevage larvaire.

LES SUPPORTS

Les supports (tables) des différents éléments du circuit (figure 4, 8) doivent être en bois rouge (ou en badi) de bonne qualité. Ce bois doit être traité contre les termites, et les pieds des différentes tables, en contact avec le sol, seront imprégnés d'huile de vidange pour prévenir la pénétration de l'humidité. Les supports sont assemblés selon le principe

des tenons et mortaises, en utilisant des chevilles aluminium ou des pointes galvanisées pour les fixations.

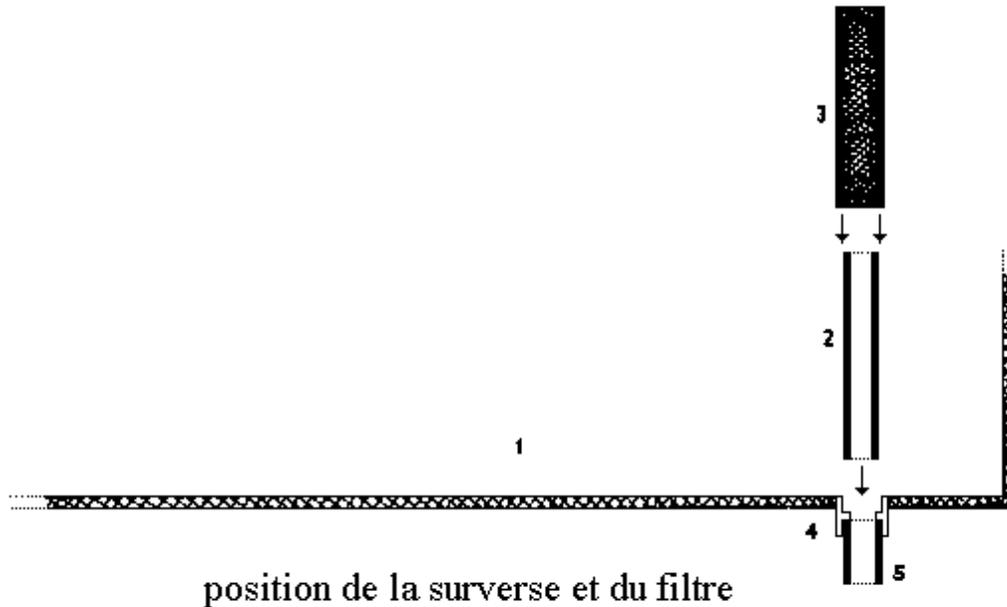


Figure 5 : le montage de l'évacuation de l'eau dans une auge d'élevage.

LES AUGES D'ELEVAGE

Les enceintes d'élevage larvaire proprement dites sont des auges de 200 cm de long, 40 cm de large et de 40 cm de hauteur pour une hauteur d'eau utile de 25 cm (volume d'eau : 200 litres). Ces auges peuvent être construites en contre-plaqué de bonne qualité de 20mm d'épaisseur, rendues étanches avec de la résine polyester armée de fibre de verre, et enduites intérieurement d'un gel-coat (résine polyester à laquelle on incorpore de l'oxyde de titane). On prendra soin, avant cette opération de bien imprégner le contre-plaqué de résine diluée au 2/3 dans de l'acétone, ceci afin de faciliter l'accrochage de la résine et du gel-coat. Ce mode de construction impliquera un entretien régulier des auges pour éviter un pourrissement du contre-plaqué : grattage au papier de verre et nouvelle couche de gel-coat tous les deux ans. Ces structures peuvent être entièrement réalisées en résine et fibre de verre mais cela implique de construire au préalable un moule, technique que seul un professionnel peut maîtriser.

L'idéal est de travailler avec des matériaux composites (type Nidaplast®) en utilisant des plaques de dimensions comparables aux feuilles de contre-plaqué, avec 15 mm d'épaisseur. Ces plaques ont une structure alvéolaire hexagonale de type "nid d'abeille" que l'on recouvre de fibre de verre (une couche de "mat" et une couche de "rowing") et de résine polyester. On les découpe ensuite aux dimensions voulues pour constituer les auges en assemblant les éléments avec un mastic de type "Aérosil®" recouvert de fibre de verre et de résine polyester. Ce matériau, très léger, a l'avantage d'être imputrescible et ne demande aucun entretien. Dans tous les cas, la partie des structures qui sera en contact avec l'eau doit être recouverte de gel-coat, qui est imperméable. On peut l'acheter préparé ou l'obtenir en mélangeant de la résine polyester avec de l'oxyde de titane (poudre blanche).

La figure 5 détaille le montage du système d'évacuation de l'eau des auges d'élevage. Il est composé des éléments suivants :

- la surverse ou trop plein (2) qui est un tuyau PVC pression de 40 mm de diamètre, qui sera placé en position verticale et dont la longueur, 30 cm à partir du fond de l'auge, va déterminer la hauteur de l'eau dans l'auge,
- le filtre (3) qui recouvre la surverse permet d'éviter la perte des larves lorsque l'eau s'écoule. Nous reviendrons plus loin sur le détail du montage de ce filtre. Il est important que le niveau supérieur de la surverse en place soit plus bas que le niveau supérieur du filtre, qui lui-même doit être plus bas que le bord de l'auge, ceci afin d'éviter les débordements.
- la surverse viendra se loger dans un manchon (4) de 40 mm qui lui-même a été fixé dans le fond de l'auge, à une extrémité, de façon à ce que le bord supérieur du manchon affleure avec le fond de l'auge. L'eau de l'auge pourra ainsi s'écouler totalement lorsqu'on voudra la vider. Pour mettre en place ce manchon, on le gratte de façon à le rendre rugueux, on perce le fond de l'auge puis on colle le manchon dans le trou à l'aide d'un mastic polyester de type "Aérosil®".
- une longueur de tuyau (5) de 40 mm permet de diriger l'eau vers la gouttière d'écoulement.

Pour plus de sécurité on peut placer un embout fileté mâle au bout de la surverse qui viendra se visser dans un embout fileté femelle qui lui prendra la place du manchon (4) fixé dans le fond du bac. On évite ainsi que la surverse s'en aille au moment de la manipulation des filtres.

La figure 6 détaille le processus de fabrication du filtre :

- un tuyau de 50 mm (1), dans lequel on a pratiqué des ouvertures (fenêtres), vient s'adapter (collé) autour d'un manchon de 40mm (2) que l'on a coupé en deux de façon à éliminer la butée qui se trouve à l'intérieur du manchon. On obtient ainsi une pièce (3) qui coulisse le long de la surverse sans laisser d'espace. De cette façon, lorsqu'on manipulera le filtre pour le nettoyer, aucune larve ne viendra se coincer entre le filtre et la surverse. La toile filtrante ou le grillage plastique, dont le diamètre varie au cours de l'élevage (0,5mm, 1,5mm, 4mm de vide de maille) vient s'enrouler autour du support (4) et sera collée au pistolet, à chaud, grâce à des bâtons de colle thermofusibles ou à l'aide de colle PVC. Il est indispensable de bien gratter le support de 50mm, et de le frotter avec un chiffon imbibé d'acétone de façon à ce que la colle adhère bien au tuyau PVC.

LE DECANTEUR

Le bac de décantation (fig. 4 , 2) reçoit l'eau qui s'écoule des auges d'élevage (1) par l'intermédiaire d'une gouttière (6) de largeur 17 cm légèrement en pente (4%). Le décanteur a la forme d'un cylindre aplati de 2 m de diamètre et 75 cm de hauteur. Il est de type cyclonique : l'eau, arrivant tangentiellement, se met en rotation et concentre les déchets au centre du bac. Le fond du bac étant légèrement conique les déchets se concentrent d'autant mieux et peuvent être évacués en soulevant la canne (ou trop-plein) située au centre du décanteur. Ce bac, en résine polyester armée de fibre de verre, peut être fabriqué à partir d'un moule par un artisan spécialisé. On peut utiliser aussi une petite piscine démontable de diamètre équivalent et dont le fond est constitué d'un « liner » souple, que l'on posera à même le sol, la forme conique du fond pouvant être obtenue avec un bac à sable circulaire. Il sera alors nécessaire de nettoyer le centre du bac à l'aide d'un siphon constitué d'un tuyau rigide prolongé d'un tuyau souple.

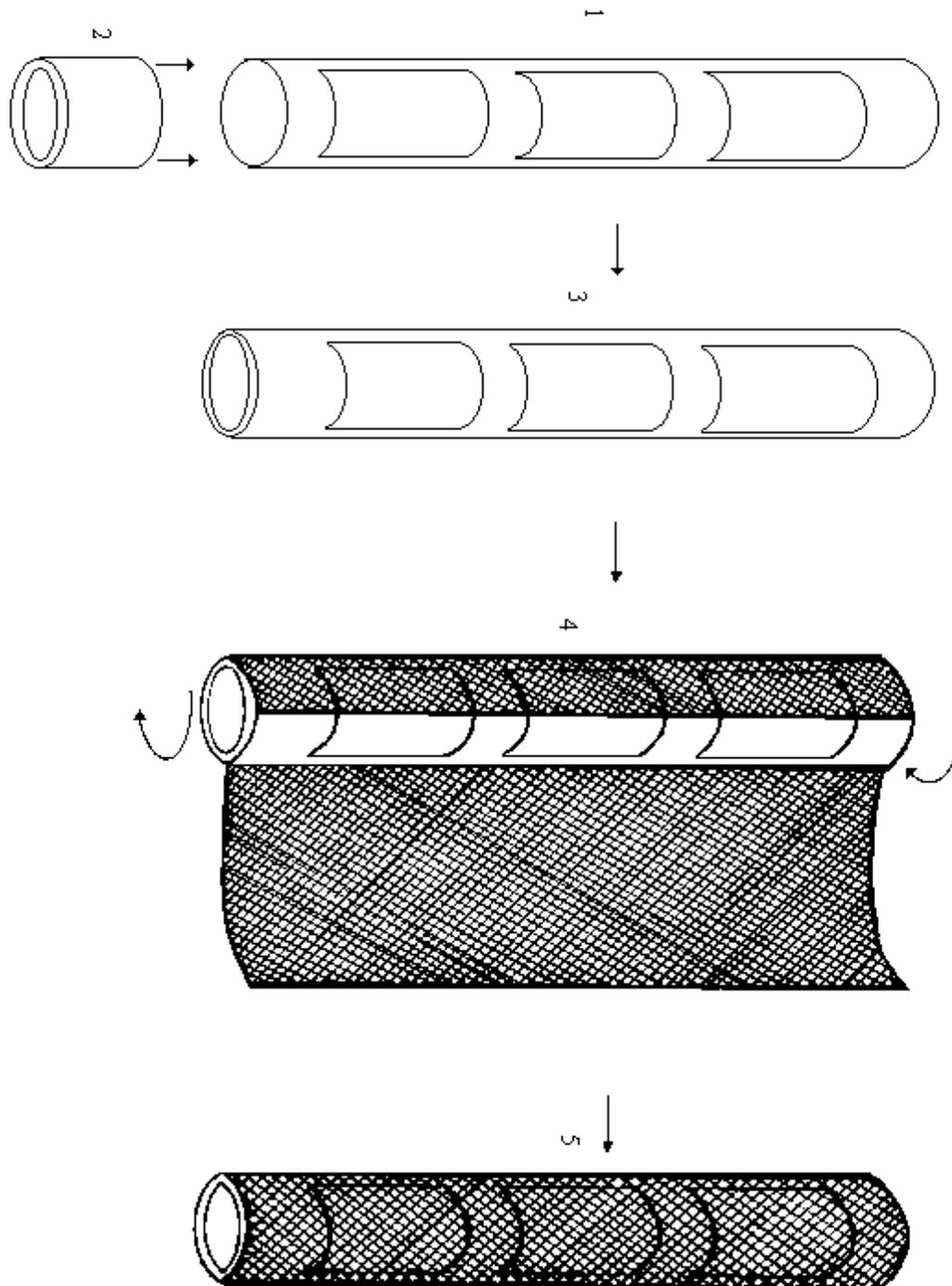


Figure 6: confection du filtre sur surverse.

LE BAC DE FILTRATION

L'eau s'écoule du décanteur vers le bac de filtration et de pompage (fig. 4, 3) en matière plastique de 100 cm de long, 75 cm de large et 75 cm de hauteur. La canalisation de

raccord entre le décanteur et le filtre (80mm) est percée de trous de 4 mm à son arrivée dans le bac de filtration de façon à constituer une rampe de répartition de l'eau. Elle s'écoulera ainsi en de multiples petits jets sur une caisse (bois ou plastique) dont le fond est constitué d'un caillebotis et emplit de plusieurs couches de mousse à matelas (qualité très dure) tout en conservant une hauteur de bord suffisante pour forcer l'eau à passer à travers les couches de mousse. Cette caisse (75 cm x 50 cm x 25 cm de hauteur) est montée sur pieds (25 cm) et posée à l'intérieur du bac (fig. 4 , 3). Lorsque l'eau déborde de la caisse pour s'écouler directement dans le bac, cela signifie que les mousses sont colmatées et qu'il est nécessaire de les nettoyer. De cette caisse, l'eau s'écoule dans le fond du bac de filtration, qui est le niveau le plus bas du circuit, puis elle est reprise par la pompe (fig. 4, 5).

POMPE ET BAC DE MISE EN CHARGE

La pompe remonte l'eau dans le bac de mise en charge (fig. 4, 4), ce dernier peut être réalisé avec un bidon en plastique (polyéthylène) de récupération, d'une capacité de 200 litres. Ce bac est très important car il permet de réguler la distribution d'eau dans les auges d'élevage et de ré-oxygéner ou de "dégazer" (éliminer les gaz dissous) l'eau d'élevage. Les gaz dissous dans l'eau, principalement à cause de la pression, peuvent provoquer des embolies gazeuses mortelles pour les poissons. Une vanne de 50 mm de diamètre, est placée au fond de ce bac, pour pouvoir le vidanger et le nettoyer. Un tuyau latéral (fig. 4, 9) extérieur permet l'écoulement du trop-plein d'eau vers le bac de filtration et de reprise. Ce bac est placé sur un support en bois (une table haute) de 1,5 m de hauteur.

LA DISTRIBUTION D'EAU

La canalisation (50 mm) d'alimentation en eau des auges d'élevage (fig 4 , 7) quitte latéralement le bac de mise en charge dans sa partie basse. Dès la sortie du bac elle est munie d'une vanne qui permet un arrêt total de la rampe d'alimentation en eau, puis d'un raccord trois pièces (embouts filetés mâle et femelle). Ce montage permet de désaccoupler la rampe d'alimentation du bac de mise en charge, en cours d'élevage, afin de la nettoyer. Au niveau de chaque auge (voir figure 4 pour les emplacements exacts), on place sur la canalisation principale un T de 50 mm, puis un réducteur de 50 mm \square 32 mm dans la partie du T dirigée vers l'auge. Viennent ensuite un tronçon de

tuyau 32 mm et une vanne du même diamètre. Cette vanne permet de réguler l'alimentation en eau de chaque auge d'élevage.

CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS TYPES DE POMPES UTILISABLES

On peut utiliser tous les types de pompe pour envoyer l'eau du bac de reprise dans le bac de mise en charge. Si l'on prend une pompe non immergée (située donc à l'extérieur du bac) on veillera à la placer en dessous du niveau de l'eau du bac de reprise comme indiqué dans la figure 4, afin d'éviter les problèmes d'amorçage. Alors qu'une pompe immergée sera placée directement dans le bac de reprise

Le volume utile d'élevage est constitué par le volume des auges, il est de 800 litres pour chaque circuit. En fin de cycle d'élevage, lorsque la biomasse est la plus importante, il est souhaitable de renouveler quatre fois le volume d'élevage (celui des auges) par heure. Le débit minimum que la pompe doit fournir est donc $4 \text{ m}^3/\text{h}$ à 2,5 m de hauteur, avec un léger excédent. Une telle pompe a une consommation d'énergie légèrement inférieure à 1 kw/h.

LE CIRCUIT DE PREGROSSISSEMENT

Nous l'avons dit plus haut, il est possible d'effectuer le prégrossissement du 30^{ème} au 60^{ème} jour, dans les auges de 200 litres du circuit d'élevage larvaire, mais, les contraintes d'élevage étant moins importantes durant cette nouvelle phase, et les volumes d'élevage nécessaires étant plus grands, il est plus économique de lui affecter des structures d'élevage spécifiques. Le circuit de prégrossissement peut être placé à l'extérieur des bâtiments et construit pour l'essentiel en béton armé, plus économique que le plastique et le bois. La figure 7 donne les détails d'un bac de prégrossissement, et la figure 8 montre l'ensemble du circuit. Nous pouvons constater sur cette dernière figure que l'on retrouve dans ce circuit les différents éléments du circuit d'élevage larvaire.

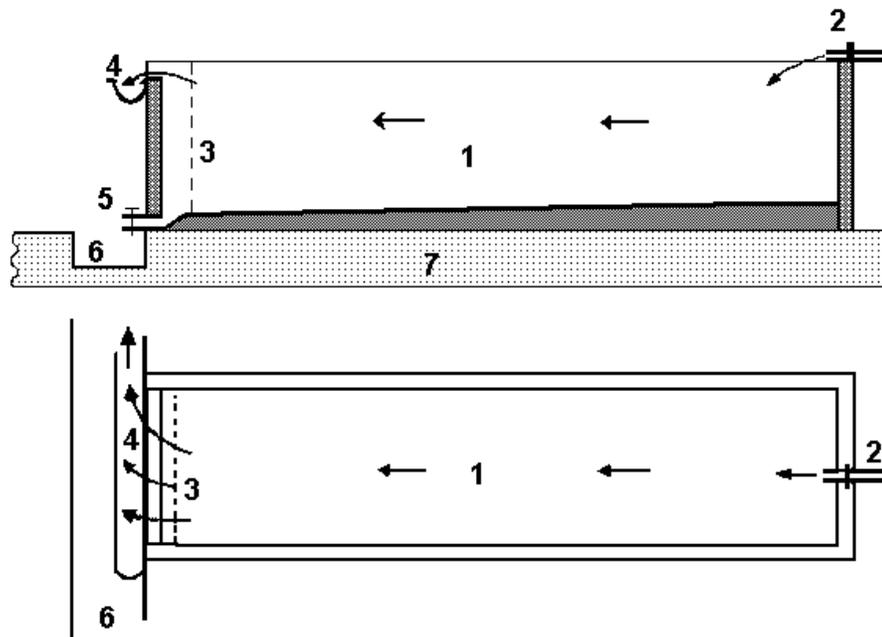


Figure 7: un bac de prégrossissement.

LES BACS D'ELEVAGE

Les dix bacs d'élevage sont construits d'un seul tenant afin d'utiliser au mieux les parois qui les séparent (une paroi est commune à deux bacs). Cette formule est la plus économique en matériaux et en place, mais certains éleveurs pourront cependant préférer un montage des bacs 2 à 2 pour permettre un accès plus aisé aux différents points de tous les bacs.

Les dimensions intérieures d'un bac (fig. 7 et 8, 1) sont les suivantes : longueur 4,5 m, largeur 1 m, hauteur 0,95 m à l'alimentation en eau et 1,05 m à l'évacuation. La pente du fond du bac est donc de 10 cm sur les 4,5 m correspondant à la longueur du bac (2,2%). La hauteur d'eau est en moyenne de 0,9 m, ce qui laisse une hauteur de 10 cm entre le niveau de l'eau et le bord du bac. L'eau s'écoule du bac en passant par un filtre en grillage plastique de 4 mm de maille, monté sur un cadre et placé verticalement (fig. 7, 3), puis en coulant au-dessus de la paroi (un seuil de 88 cm de hauteur) située à

l'opposé de l'alimentation en eau (fig. 7, 2). Le bord supérieur de cette paroi est situé 12 cm plus bas que les bords des autres parois du bac, ce qui permet l'écoulement de l'eau. On peut prévoir un arrondi de ce bord, incliné vers l'extérieur, avec un petit débordement, pour faciliter l'écoulement. Cette eau est récupérée par une gouttière (fig. 7, 4) qui court le long des bacs avec une pente de 2%. Une canalisation de 50 mm munie d'une vanne (fig. 7, 5) est placée au fond du bac de façon à pouvoir effectuer des chasses et vidanger la totalité du bac. L'eau de cette vidange s'écoule dans un canal (fig. 7, 6) hors circuit.

La construction de ce circuit doit s'envisager d'un seul tenant car il est préférable de placer la totalité des installations sur un chape en béton de 17 m de longueur et de 5 m de large (fig. 7, 7). Cette chape doit être bien ferrillée car elle devra supporter des poids d'eau importants. Un ferrillage vertical devra émerger aux emplacements correspondant aux angles des bacs d'élevage, et à mi longueur des parois les plus longues de ces bacs. On pourra ainsi élever les parois des bacs en parpaings sur une hauteur de 85 cm, en ménageant toutefois des espaces au niveau des ferrillages verticaux, qui sortent de la chape, de façon à couler des piliers aux angles et mi longueur des parois les plus longues. La bordure supérieure des bacs sera cerclée en étant ferrillée horizontalement et coulée sur une hauteur de 15 cm.

LE DECANTEUR

L'eau s'écoule des bacs d'élevage dans une gouttière en matière plastique inclinée à 2% (fig. 8, 6), puis est acheminée vers le bac décanteur (fig. 8, 2). Comme dans le circuit d'élevage larvaire ce décanteur est de type cyclonique. Il a un diamètre de 3 m et une hauteur de 70 cm en son centre, et des parois latérales de 60 cm. Le fond est donc incliné vers le centre, en forme de cône, où se trouve une canalisation amovible verticale de 80 mm maintenue dans la partie femelle d'un coude fixe (de même diamètre) placé au fond du bac. A ce coude est fixé un tuyau horizontal de 80 mm qui court sous le bac vers la canalisation de vidange du circuit (fig. 8, 8). La canalisation amovible verticale, dont la hauteur doit dépasser celle du décanteur, permet, lorsqu'on l'enlève, la vidange totale du bac ou une vidange partielle pour éliminer les déchets concentrés au centre. Il est recommandé de mettre dans le décanteur un grillage plastique de 4 mm de maille, enroulé en spirale autour du centre, d'une hauteur de 50 cm pour une longueur d'environ 27 m (trois tours de spirale), positionné sous la surface de l'eau (on peut le maintenir en suspension grâce à des traverses et de la cordelette).

On placera le grillage de façon à ce que l'eau qui s'écoule de la gouttière (fig. 8, 6) pénètre dans la spirale. Le décanteur peut être réalisé en béton, armé dans sa partie supérieure comme pour les bacs d'élevage, mais il paraît plus facile de le fabriquer en résine polyester armée, où d'utiliser une piscine circulaire démontable.

LE BAC DE REPRISE

Une canalisation de 110 mm quitte le bac décanteur dans sa partie supérieure pour amener l'eau par gravité dans un bac de reprise rectangulaire (fig 8 , 3) de 1,9 m de longueur, 0,9 m de large et 0,7 m de hauteur. Ce bac peut être construit en béton armé ou en résine. Il doit être suffisamment grand pour pouvoir accueillir plusieurs pompes immergées. Il n'est pas nécessaire d'inclure dans ce circuit une filtration mécanique sur mousse, telle qu'elle est utilisée dans le circuit d'élevage larvaire.

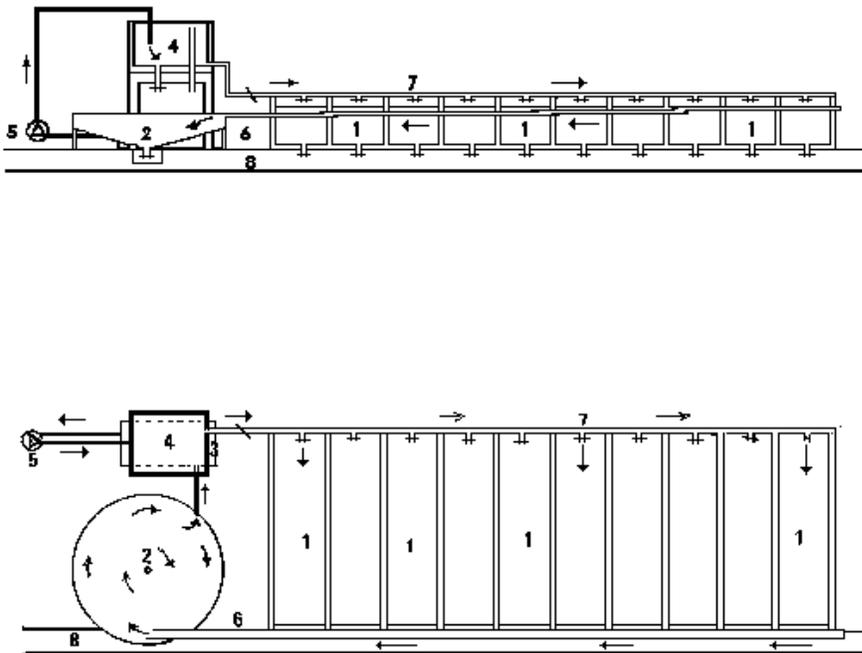


Figure 8: le circuit de prégrossissement, vue latérale et vue de dessus.

LE POMPAGE

Une ou plusieurs pompes (fig. 8, 5) peuvent être utilisées pour élever l'eau dans le bac de mise en charge. L'utilisation de plusieurs pompes permet de moduler le débit d'eau, et laisse la possibilité de garder le circuit en fonctionnement en cas de panne d'une des

pompes. L'achat de plusieurs pompes, par contre, est plus coûteux que celui d'une seule, à débit égal. Le débit de renouvellement du circuit doit varier de 40 à 80 m³/h, avec une élévation de 2,5 m, du début à la fin de la période de prégrossissement. On pourra, par exemple, utiliser deux pompes de 40 m³/h : on en utilise une en permanence, et l'autre que l'on mettra en service lorsqu'il sera nécessaire d'augmenter le renouvellement d'eau dans les bacs, avec un retour du trop-plein du bac en charge vers le bac de reprise (voir paragraphe suivant).

LE BAC DE MISE EN CHARGE

Le bac mise en charge (fig. 8, 4) qui peut être réalisé en résine ou en béton armé est placé sur un support de 1,5 m de hauteur en bois traité contre l'humidité ou en béton armé. Il a 1 m de hauteur, 1,5 m de longueur et 1,2 m de largeur. Il est équipé d'un trop-plein intérieur qui fonctionne selon le principe de la surverse.

LA DISTRIBUTION D'EAU

Un tuyau de 110 mm quitte le bac en charge et part alimenter les bacs d'élevage (rampe d'alimentation, figure 8, 7). Au niveau de chaque bac d'élevage un T de 110 mm est placé, muni d'un réducteur 110 > 50 mm dans sa branche orientée vers le bac, auquel s'ajoute un tronçon de tuyau de 50 mm et une vanne de même diamètre. Cette vanne permet de réguler l'alimentation en eau du bac d'élevage. L'extrémité de la rampe sera munie d'un bouchon qui permettra d'effectuer des chasses (ou de passer un goupillon) pour nettoyer la canalisation.

LES EQUIPEMENTS ANNEXES

LES AUGES DE STOCKAGE DES GENITEURS

Les géniteurs doivent être stockés individuellement lorsqu'ils sont amenés dans l'écloserie depuis les bassins de stabulation ou stockage (voir paragraphe "Conditionnement à l'écloserie" dans le chapitre "reproduction"). En effet le changement de milieu, d'un grand volume dans un petit, les rend agressifs. Deux ou trois géniteurs placés dans le même bac peuvent se battre jusqu'à la mort. Chaque bac (ou auge) de stockage doit être adapté à la taille d'un géniteur, soit : 1 m x 0,5 m (largeur) x 0,4 m (hauteur), avec une hauteur d'eau de 25 cm. Ces bacs étant destinés à être utilisés uniquement une à deux journées par cycle, leur confection pourra être réalisée en

contre-plaqué ordinaire de 20 mm, étanchéifié à l'aide de résine polyester et de gel-coat (comme pour les auges d'élevage larvaire). Il sera indispensable de placer un couvercle sur ces bacs avec un système de fermeture efficace, ceci afin d'éviter que les poissons ne s'échappent, ce qui est fréquent. Si l'on équipe ces bacs d'une surverse interne pour ajuster le niveau de l'eau, il est recommandé de faire en sorte qu'elle soit vissée dans le fond du bac (comme pour les auges d'élevage) afin d'éviter que les géniteurs ne la fassent tomber et se retrouvent à sec. Les géniteurs peuvent être stockés en eau stagnante, il suffira donc de remplir les bacs avec un tuyau souple "baladeur". Toutefois, si la température de l'eau demeure inférieure à 24°C (voir le paragraphe "Programmation de l'induction et du stripping, temps de latence" dans le chapitre "Reproduction") il faut envisager de relier les bacs de stockage à un circuit fermé dans lequel on inclura des résistances chauffantes.

RECIPIENTS POUR LA DECAPSULATION DES CYSTES D'ARTEMIA.

Pour effectuer cette opération décrite dans le paragraphe sur l'alimentation, il est préférable de disposer d'un récipient de forme particulière, dite cylindro-conique (fig. 9). La partie conique pourra être constituée d'un entonnoir de grande taille (20 à 30 cm de diamètre, du type utilisé pour les vidanges de camions) surmonté d'un seau de diamètre équivalent, dont on aura découpé le fond, les deux éléments étant soudés à la colle thermo-fusible (pistolet à colle). On place ensuite un bouchon ou une vanne à l'extrémité de l'entonnoir pour pouvoir vidanger le contenu du récipient. Une autre solution, plus onéreuse, consiste à utiliser un tronçon de tuyau PVC de 200 mm de 40 cm de longueur et de lui adjoindre un ou plusieurs réducteurs centrés pour finir à un diamètre de 32 mm, de façon à former un cône. On place ensuite une vanne de 32 mm après les réducteurs. La forme cylindro-conique est importante car elle permet un brassage homogène du volume d'eau, lorsqu'on place une arrivée d'air au fond du cône. De cette façon l'hydratation et la décapsulation sont homogènes pour tous les cystes d'*Artemia*.

La décapsulation peut toutefois être effectuée dans un seau, si l'on ne dispose pas d'un bac cylindro-conique; il sera alors nécessaire de déplacer en permanence le foyer de bullage au fond du récipient, durant la phase active de la décapsulation (voir chapitre "L'aliment"), de façon à éviter l'accumulation des cystes par endroits.

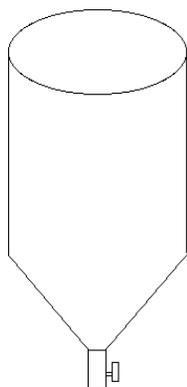


Figure 9: un bac cylindro-conique pour la décapsulation des cystes d'*Artemia*.

INCUBATEURS

Ce sont des tamis rectangulaires (150 cm x 35 cm) que l'on place à la surface de l'auge dans laquelle on veut obtenir l'éclosion (voir dans le chapitre "Reproduction" le paragraphe " Fécondation et mise en incubation"). Le cadre du tamis doit être plus léger que l'eau, on peut donc le réaliser en bois. La toile, en polyamide ou en polyéthylène, doit avoir 1 mm de vide de maille (adresse d'un fournisseur en annexe). La toile peut être maintenue tendue à l'aide de baguettes clouées ou visées, en prenant soin d'utiliser des clous ou des vis inoxydables

TRIEUR

Ce modèle de trieur dont nous décrivons la fabrication ci-après, n'existe pas dans le commerce. Il est utilisé à J5 (voir dans le chapitre "Technologie d'élevage" le paragraphe "L'élevage larvaire"). Ce trieur est en fait un tamis équipé d'un grillage de 2 mm de vide de maille. Le plus pratique est d'utiliser un grillage plastique de type Nortene® dont les mailles sont en forme de losange de 1,8 mm x 2,3 mm. Le corps du tamis est constitué d'un bac de manutention en plastique muni de poignées dont les dimensions intérieures sont approximativement 50 cm (longueur) x 30 cm (largeur) x 30 cm (hauteur), dont on a découpé le fond en conservant une bordure d'environ 5 cm. Le grillage plastique est collé au fond du bac à la colle thermo-fusible, et l'on peut ajouter des baguettes visées (vis inox) en renfort. Les baguettes étant fabriquées à partir de la chute de la découpe du fond du bac.

LA TECHNOLOGIE D'ELEVAGE

PRESENTATION et ORGANISATION.

Une écloserie, c'est à dire dans notre cas une unité de production d'alevins, doit fonctionner selon des "cycles d'élevage" qui se répètent dans le temps. Ils correspondent à une série de tâches répétitives, qui s'enchaînent dans un ordre précis durant un temps déterminé. L'unité de production d'alevins que nous proposons est constituée de deux sous-unités : élevage larvaire et prégrossissement. Pour chacune des sous-unités, le cycle dure 30 jours : de l'éclosion des œufs au transfert des alevins (1 gramme) pour la partie élevage larvaire et de l'arrivée des alevins (1 gramme) au départ des juvéniles (10 grammes) pour la partie prégrossissement.

Entre chaque phase il faut ajouter 4 à 5 jours d'arrêt complet des installations durant lesquels, les structures sont entièrement nettoyées, désinfectées et séchées, cet arrêt est appelé un assec. Un cycle complet dure en fait 35 jours (élevage + nettoyage). Le circuit de prégrossissement doit toujours être prêt à accueillir les alevins qui proviennent des structures d'élevage larvaire. Les deux cycles, élevage larvaire et prégrossissement doivent donc se dérouler avec un décalage qui correspond à la durée d'un assec. Pour respecter cette programmation, mais aussi pour éviter les risques de contamination, des lots successifs ou d'âges différents, de larves ou d'alevins en élevage, ne doivent jamais cohabiter dans le même circuit.

Un cycle d'élevage (phase d'élevage larvaire ou phase de prégrossissement) ne doit pas débuter si la totalité des éléments (matériel, aliment) qui interviennent dans son fonctionnement n'est pas réunie. Il est donc indispensable de faire un inventaire précis (liste) des équipements, et d'avoir la totalité des aliments préparée et stockée dans de bonnes conditions.

Pour rentabiliser au mieux les structures d'élevage il est fondamental qu'elles reçoivent des quantités précises de larves ou d'alevins. Il sera donc parfois nécessaire, au cours du premier cycle, de jeter des ovules ou des larves en excès, pour respecter les densités d'élevage. Des densités trop fortes ralentissent la croissance et favorisent l'apparition de maladies.

Trois tris interviennent, au début de chacun des deux cycles (larvaire et prégrossissement), ils permettent d'homogénéiser les lots de poissons qui se trouvent dans les différentes structures, et au moment de la vente afin de livrer des juvéniles

calibrés aux éleveurs. Lorsque des larves ou des alevins de tailles très différentes sont ensemble, les plus gros inhibent la croissance des plus petits, cela favorise le cannibalisme et on a, en fin d'élevage, des lots très hétérogènes difficilement commercialisables.

Si l'élevage larvaire et le prégrossissement sont menés correctement avec un aliment de qualité, la mortalité est négligeable, comprise entre 0 et 5%, car *H. longifilis* est une espèce rustique et robuste. C'est pour cette raison que les tableaux de rationnement qui sont présentés dans le chapitre "l'aliment" ne tiennent pas compte d'une éventuelle diminution des effectifs. Si par contre un "accident" technique provoque des mortalités, il sera nécessaire de pratiquer une nouvelle évaluation du stock par tri et comptage, puis de pratiquer de nouvelles répartitions (selon la technique développée dans le chapitre "l'élevage larvaire") avant de se reporter aux tableaux de rationnement.

Nous allons commencer par établir le calendrier du cycle d'élevage afin d'identifier les différentes actions à entreprendre et leur ordre chronologique.

CALENDRIER DES CYCLES D'ELEVAGE

Par convention **J 0** (le jour zéro) est le jour de l'éclosion des larves, cela permet de connaître en permanence l'âge des larves et des alevins au cours du cycle, chaque journée étant identifiée sur le cahier de suivi par la date et la lettre **J** suivie d'un numéro

J – 5 : préparation du matériel, assec des circuits d'élevage larvaire

J – 4 : préparation et stockage de l'aliment

J – 3 : préparation, remplissage des circuits et des bacs géniteurs

J – 2 : pêche et transport des géniteurs jusqu'à l'écloserie, induction

J – 1 : fécondation, incubation

J 0 : éclosion

J 1 : résorption

J 2 : première alimentation

J 5 : tri et répartition des larves dans les auges

J 9 : début du sevrage

J 11 : fin du sevrage

J 25 : assec du circuit de prégrossissement (fin du cycle précédent)

J 28 : remplissage du circuit de prégrossissement

J 30 : fin de l'élevage larvaire, tris et pesées, comptages et transferts dans les unités de prégrossissement, assec des circuits d'élevage larvaire.

J 60 : fin du pré-grossissement, tris et pesées, comptages et vente aux éleveurs, assec du circuit de pré-grossissement.

LE SUIVI

Le cahier de suivi est un outil indispensable. Il est la mémoire et l'instrument de contrôle de l'éleveur. L'idéal est de prendre un cahier pour chaque cycle d'élevage (plus exactement pour chaque lot de poissons), et pour chaque circuit, surtout si l'on travaille en circuit fermé, car dans ce cas-là chaque circuit a une "vie" autonome. On y suivra les différents lots d'alevins du cycle, de l'élevage larvaire au pré-grossissement. On y mettra la liste des équipements (imprimée ou photocopiée puis agrafée sur la première page), chaque élément présent étant coché, ainsi que les tables de rationnement. Chaque jour on y note :

- la température de l'eau des différents circuits,
- les observations sur la qualité de l'eau,
- toute opération effectuée sur le circuit (changement de débit, de filtre, nettoyages, etc.),
- toutes les distributions d'aliment,
- toute action effectuée sur les géniteurs et sur les larves (tris, prophylaxie, etc.).

Avec un cahier de suivi bien tenu on peut facilement retrouver la (ou les) cause(s) d'un problème, et ainsi y remédier.

On peut préparer à l'avance des feuilles vierges quotidiennes de suivi que l'on placera dans un classeur "à trous".

EXEMPLE DE FEUILLE QUOTIDIENNE DE SUIVI

.....

DATE.....

J (inscrire le n° du jour, voir le calendrier d'élevage)

T°C : (température de l'eau du circuit, à prendre tôt le matin)

Qualité de l'eau : (transparence, écume....)

Déchets : (noter s'il reste de l'aliment non consommé de la veille)

Maintenance : (noter si le nettoyage des bacs, des filtres, du décanteur a été effectué)

ALIMENT, qualité : (cystes décapsulés et/ou granulés) **quantité journalière** :

REPAS, Heures : (chaque jour le chef d'équipe fixe à l'avance le nombre et l'heure des repas)

*_

*_

*_

*- (la personne chargée des repas coche chaque heure indiquée lorsque la distribution a été faite, ainsi le responsable peut effectuer une vérification à tout moment).

OBSERVATIONS: (on note les modifications importantes telles que les changements de filtres, de débits d'eau, le tri, les mortalités ou l'apparition de maladies, les traitements préventifs et curatifs).

L'ALIMENT

Dans le milieu naturel, les larves et les alevins d'*Heterobranchus longifilis* se nourrissent de zooplancton (essentiellement des petits crustacés) puis de toutes sortes de petits animaux aquatiques, alevins, insectes. En captivité, nous l'avons vu plus haut, il est indispensable de leur apporter une nourriture de qualité en quantité suffisante pour favoriser la croissance et éviter le cannibalisme. Généralement, en alevinage, pour satisfaire de telles exigences, on a recours à des proies vivantes, la plupart du temps des larves d'*Artemia sp.* Il s'agit d'un petit crustacé qui vit dans les eaux sursalées qui, à une certaine période de l'année, pond des "œufs de durée" (cystes), destinés à

supporter la saison sèche. Ces œufs mesurent environ 1/5^{ème} de millimètre de diamètre et il y en a approximativement 250 000 dans un gramme. Ils ont une coquille (enveloppe ou capsule) qui leur permet de résister à la déshydratation, mais aussi qui les protège des attaques des sucs digestifs lorsqu'ils sont consommés. Dans une atmosphère sèche ils peuvent être conservés indéfiniment et lorsqu'on les met à incuber dans de l'eau salée on obtient facilement des larves (les *nauplii*) qui ont une haute valeur nutritive. Pour ces raisons, l'*Artemia* est l'aliment vivant le plus utilisé en aquaculture pour l'élevage des larves de poissons et de crustacés.

La décapsulation des œufs d'*Artemia* à l'eau de Javel, consiste à dissoudre la coquille sans endommager l'intérieur de l'œuf. L'utilisation directe de ces œufs décapsulés, qui ont une valeur nutritive équivalente aux *nauplii*, permet de satisfaire les exigences alimentaires des larves de silure durant les huit premiers jours, tout en évitant d'avoir recours à des proies vivantes. On évite ainsi d'avoir à préparer l'aliment au jour le jour, ce qui est obligatoire lorsqu'on doit faire éclore des œufs d'*Artemia*, avec un rendement parfois médiocre. On peut donc préparer à l'avance la totalité de l'aliment que l'on va utiliser au cours du cycle, en fonction du nombre d'alevins que l'on veut produire.

On utilise donc deux types d'aliment pour l'élevage larvaire d'*Heterobranchus* : les œufs d'*Artemia* décapsulés jusqu'à 8-10 jours et un aliment composé par la suite.

LA PRÉPARATION DES CYSTES D'ARTEMIA DECAPSULÉS.

On doit utiliser une eau de Javel de titre chlorimétrique connu (en général, 8° ou 12°) que l'on trouve facilement dans le commerce. L'attaque de la coquille par le chlore dégage de la chaleur, aussi il est recommandé de ne pas traiter plus de 200 g d'œufs à la fois. On verse cette quantité dans le bac cylindro-conique prévu à cet effet (décrits au chapitre MATERIEL ANNEXE, fig. 9) et l'on rajoute 3 litres d'eau douce. Un tuyau d'aération (Ø 3 mm de type "aquarium") provenant d'un bulleur (pompe à air d'aquariologie) est introduit dans le bac, son extrémité, dépourvue de diffuseur d'air (libre), est lestée de façon à se trouver bien au fond de la partie conique du bac. Ainsi les bulles d'air mettront la totalité de l'eau en mouvement, en évitant que les œufs ne décantent au fond du bac. L'hydratation (imprégnation par l'eau) des œufs sera donc homogène.

Si l'on doit décapsuler une grosse quantité d'œufs, on peut s'équiper de plusieurs bacs de décapsulation, et mettre à hydrater simultanément plusieurs lots de 200 g d'œufs, afin de les traiter successivement (un par un) à l'eau de Javel. Cela permet de gagner du temps.

Au bout d'une heure, environ, on ajoute 3 litres d'eau de javel à 8° de titre chlorimétrique (ou deux litres de javel à 12° auxquels on ajoute un litre d'eau) dans le bac. L'oxydation débute immédiatement. Les œufs vont changer progressivement de couleur, ils vont passer du marron-gris au blanc, puis à l'orange. La décapsulation dure de 7 à 10

minutes, et il est impératif de l'arrêter lorsque la coquille a été dissoute. Pour arrêter à temps il est préférable, au bout de cinq minutes, de prélever quelques œufs dans un verre, toutes les 30 secondes, pour observer le changement de couleur. La couleur orange indique que la coquille a été dissoute. On ouvre alors la vanne (ou le bouchon) du bac et l'on vide son contenu à travers un tamis équipé d'une toile de 100 microns (1/10^{ème} de mm) de vide de maille (voir adresse fournisseur en annexe), au-dessus d'un seau. L'eau de Javel que l'on récupère dans le seau placé en dessous du tamis doit être conservée car elle peut être utilisée, après décantation, pour désinfecter les circuits au moment de l'assec. On rince abondamment à l'eau douce le bac et la masse d'œufs dans le tamis, de façon à la débarrasser au plus vite de toute trace de chlore et de coquilles dissoutes. On place ensuite la masse d'œufs dans une saumure (eau salée à saturation, soit environ 250 g de sel par litre) avec un fort bullage. Au bout de 3 à 4 heures les œufs seront déshydratés. Après égouttage et séchage on les stockera au congélateur jusqu'à l'utilisation. Un kilogramme d'œufs secs donne environ 1,8 kg d'œufs décapsulés et déshydratés dans la saumure. Les rations qui sont données par la suite correspondent à des œufs décapsulés préparés et déshydratés selon cette méthode.

L'ALIMENT COMPOSE

Après le 8^{ème} jour d'élevage on passe progressivement des cystes d'*Artemia* décapsulés à un aliment composé. Cet aliment doit titrer 50 à 55% de protéines brutes et 12% de matières grasses brutes. Deux possibilités s'offrent à l'éleveur basé en zone inter-tropicale, soit importer un aliment spécialement destiné aux alevins de silure, en provenance d'un pays du Nord, soit effectuer une commande spéciale à un fabricant (provendier) local.

Nous reviendrons dans l'étude économique sur le coût de l'aliment fabriqué en Europe, et nous donnerons en annexe les adresses des fabricants, ses **caractéristiques** sont les suivantes :

- Matières protéiques brutes	55%
- Matières grasses brutes	12%
- Cendres brutes	10%
- Cellulose brute	0,5%
- Vit. A	23 000 UI/kg
- vit. D ₃	2 500 UI/kg
- Vit. E	250 mg/kg

Composition : produits de poisson, produits d'animaux terrestres, grains de céréales, produits de graines oléagineuses, huiles et graisses, vitamines et minéraux, antioxydant (Ethoxyquine).

Taille des particules alimentaires (miettes) :

Poids des poissons en g	0,07 à 0,5	0,5 à 1,0	1,0 à 3,0	3 à 10
Taille en mm	0,4 à 0,6	0,6 à 1,0	1,0 à 1,4	1,5

Ce type d'aliment donne d'excellents résultats. Il permet d'obtenir une croissance plus rapide que celle affichée dans le tableau de rationnement (voir plus bas) qui correspond à un aliment fabriqué localement. Il présente, de plus, l'avantage d'une très bonne tenue à l'eau et donc de moins salir les circuits qu'un aliment fabriqué localement.

En Côte d'Ivoire, par exemple, on peut faire fabriquer ce type d'aliment par un provendier à partir de matières premières locales. Le processus de fabrication demande beaucoup de soins et il sera délicat de demander au fabricant de le mettre en œuvre pour de petites quantités. Il est en effet indispensable de tamiser finement (à 0,2 mm) les matières premières, ceci afin d'améliorer la tenue et l'homogénéité de l'aliment, mais surtout d'éviter des problèmes digestifs. La farine de poisson, surtout si elle est fabriquée à partir de déchets de conserveries de thons, contient beaucoup de fragments d'arêtes qu'il convient d'éliminer avec soin car ils provoquent, chez les larves, des perforations intestinales.

Durant le tamisage de la farine de poissons on voit apparaître deux parties, l'une marron foncé qui correspond à la chair, l'autre blanche, qui correspond aux arêtes, et qui a tendance à rester en surface dans le tamis en mouvement. Il faudra arrêter le tamisage dès que les fragments d'arêtes commencent à passer. Il conviendra de choisir, pour le pressage, la plus petite filière dont on dispose, et l'on veillera à ce qu'il y ait injection de vapeur et refroidissement.

Si les granulés ont une bonne tenue et ne sont pas friables, on va les concasser et les tamiser. La granulométrie à respecter étant celle donnée plus haut (voir "Taille des particules alimentaires"). Une partie des granulés sera perdue sous forme de poudre (les "fines"), qui cependant pourra être réutilisée en étant réintroduites dans la presse.

La composition sera la suivante, pour 100 kg :

Matières Premières	Quantité	Protéines %	Matières grasses %
Farine de poisson	64 kg	64	7
Tourteaux de coton	15 kg	45	1,6
Tourteaux de coprah	13 kg	23	4
Mélasse (sucre)	3 kg	-	-
Sel	0,15 kg	-	-
Calcium	0,25 kg	-	-

Huile de palme	5 litres		100
Vitamine A	2 300 000 UI	-	-
Vitamine D ₃	250 000 UI	-	-
Vitamine E	2,5 g	-	-

Cet aliment titre 51% de protéines brutes et 12% de matière grasse brutes.

**TABLEAUX DE RATIONNEMENT (pour une température d'élevage de 30°C).
Elevage larvaire**

numéro du Jour	poids d'une larve en mg	nombre de repas	ration en mg / larve	ration en g /5000 larves	dont Artemia	dont alim. Compo.	granulo en mm.
2	2	3	3	15	15	0	
3	4	3	5	23	23	0	
4	7	3	6	32	32	0	
5	11	3	9	43	43	0	
6	17	4	11	56	56	0	
7	25	4	14	70	70	0	
8	34	4	17	86	86	0	
9	45	6	21	104	78	26	0,4-0,6
10	59	6	25	123	61	61	0,4-0,6
11	76	6	29	143	36	108	0,4-0,6
12	95	6	33	166	0	166	0,4-0,6
13	117	6	38	190	0	190	0,4-0,6
14	142	6	43	215	0	215	0,4-0,6
15	171	6	49	243	0	243	0,4-0,6
16	203	6	54	271	0	271	0,4-0,6
17	239	6	60	302	0	302	0,4-0,6
18	280	6	67	334	0	334	0,4-0,6
19	324	6	74	368	0	368	0,4-0,6
20	373	6	81	403	0	403	0,4-0,6
21	427	6	88	440	0	440	0,4-0,6
22	486	6	96	478	0	478	0,4-0,6
23	549	6	104	518	0	518	0,6-1,0
24	618	6	112	560	0	560	0,6-1,0
25	693	6	121	603	0	603	0,6-1,0
26	774	6	130	648	0	648	0,6-1,0
27	860	6	139	695	0	695	0,6-1,0
28	953	6	149	743	0	743	0,6-1,0
29	1052	6	159	793	0	793	0,6-1,0
30	1158				0		
					total art.		total compo.
					501g		8166g

Il est recommandé de réserver un récipient en plastique, si possible avec couvercle étanche, pour chaque auge d'élevage (chaque auge ayant un numéro qui sera reporté sur le récipient). La ration quotidienne doit être pesée chaque matin, et la quantité distribuée par repas peut être laissée à l'appréciation de la personne chargée de l'alimentation. Il est recommandé de réserver une fraction plus importante de l'aliment pour le dernier repas, qui précède la nuit.

Il est possible d'utiliser un distributeur automatique d'aliment. Le modèle le plus couramment utilisé est constitué d'un tapis roulant sur lequel on dépose l'aliment, qui se déplace grâce à un mécanisme d'horlogerie (voir adresse d'un fabricant en annexe).

Le tableau ci-dessus permet de prévoir la quantité exacte d'aliment qui sera nécessaire pour le cycle prévu, en fonction du nombre d'auges que l'on mettra en service, en sachant qu'il y aura 5000 larves par auge.

Prégrossissement

numéro du Jour	poids d'un alevin en mg	Nombre De repas	ration en mg / alevin	Ration totale en g /10000 alevins	Granulo En mm.
30	1158	6	169	1689	0,6-1,0
31	1270	6	180	1795	0,6-1,0
32	1390	6	190	1905	0,6-1,0
33	1517	6	202	2017	0,6-1,0
34	1651	6	213	2133	0,6-1,0
35	1794	6	225	2252	0,6-1,0
36	1944	6	237	2375	0,6-1,0
37	2102	6	250	2500	0,6-1,0
38	2269	6	263	2629	0,6-1,0
39	2444	6	276	2761	0,6-1,0
40	2628	6	290	2896	0,6-1,0
41	2821	6	303	3035	0,6-1,0
42	3023	6	318	3176	1,5
43	3235	6	332	3321	1,5
44	3457	6	347	3470	1,5
45	3688	6	362	3621	1,5
46	3929	6	378	3776	1,5
47	4181	6	393	3933	1,5
48	4443	6	409	4095	1,5
49	4716	6	426	4259	1,5
50	5000	6	443	4427	1,5
51	5295	6	460	4597	1,5

52	5602	6	477	4771	1,5
53	5920	6	495	4949	1,5
54	6250	6	513	5129	1,5
55	6592	6	531	5313	1,5
56	6946	6	550	5500	1,5
57	7313	6	569	5690	1,5
58	7692	6	588	5884	1,5
59	8084	6	608	6080	1,5
60	8490			Total aliment	
				110 kg	

REPLISSAGE DES CIRCUITS

On remplit les circuits d'élevage à partir d'un des points d'eau (robinets) de la salle d'élevage, à l'aide d'un tuyau souple, si l'écloserie est approvisionnée directement en eau douce. En effet l'incubation des œufs doit être réalisée en eau douce (voir chapitre "mise en incubation des œufs"). Si l'écloserie se situe en bord de lagune et qu'elle prélève de l'eau saumâtre (inférieure à 5‰ de salinité) il sera donc nécessaire d'importer de l'eau douce pour remplir les circuits, uniquement pour les besoins de l'incubation.

On place les surverses dans les auges d'élevage et on les équipe des filtres de 500 microns (0,5 mm), puis on remplit les auges une à une, ainsi que le bac de reprise. Lorsqu'ils sont pleins, on peut mettre la pompe en marche tout en continuant à remplir le bac de reprise. Lorsque le niveau de l'eau affleure la canalisation qui provient du décanteur on peut arrêter le remplissage.

Durant tout le cycle d'élevage on devra surveiller les éventuelles fuites du circuit, repérable par les flaques d'eau qui apparaissent sur le sol. Il est important de le remplir à l'avance, pour détecter les fuites éventuelles mais aussi, pour laisser le temps au chlore de se dissiper si l'on utilise l'eau du réseau urbain. Il est nécessaire de faire un traitement préventif de l'eau au bleu de méthylène, afin d'éviter les proliférations bactériennes et fongiques qui apparaissent sur les œufs morts durant la phase d'incubation. On achète le bleu de méthylène sous forme de poudre à la pharmacie et il est préférable de faire une première dilution de 0,1 g/litre de cette poudre dans un flacon avec de l'eau (ou mieux, de demander au pharmacien de préparer une solution), puis d'épandre cette solution dans le circuit à raison de 100 ml/100l d'eau.

LA REPRODUCTION.

Cette phase mène de l'obtention des premiers géniteurs à la production d'œufs viables. La première chose à faire est de constituer un stock de géniteurs (reproducteurs) mâles et femelles en nombre suffisant et de maintenir la variabilité génétique de ce stock (voir chapitres suivants).

Avant d'entreprendre l'opération de reproduction proprement dite, on s'assurera que tout est prêt pour accueillir les géniteurs puis les œufs et les larves dans l'écloserie, que tout le matériel nécessaire est disponible, que l'aliment (*Artemia* et aliment composé) est prêt pour tout le cycle d'élevage larvaire.

Les opérations de reproduction s'enchaînent comme suit :

Durant la première journée (**J-2**) : - Sélection des géniteurs.
 - Induction hormonale des femelles

Durant la deuxième journée (**J-1**) : - Prélèvement du sperme et stockage
 - Prélèvement des ovules
 - Fécondation des ovules
 - Mise en incubation des œufs

Nous présentons dans un premier temps la manière d'obtenir des géniteurs et d'en maintenir le stock tout au long de l'année.

Dans un deuxième temps nous détaillons les opérations de reproduction proprement dites, c'est à dire l'obtention d'œufs viables à partir des géniteurs disponibles. Ces opérations sont très ponctuelles et de leur réussite dépend le succès de l'élevage. On portera donc un soin particulier à leur préparation, y compris à l'obtention et à la disponibilité des géniteurs.

NB : on utilise dans le texte qui suit les termes d'ovocytes, d'ovules et d'œufs :

- l'ovocyte se trouve dans l'ovaire de la femelle, il est plus ou moins mature et donc plus ou moins apte à être ovulé puis fécondé,
- l'ovule est un ovocyte ovulé, c'est à dire expulsé dans la cavité de l'ovaire et prêt à être pondue et fécondé,
- l'œuf est un ovule pondue et fécondé par un spermatozoïde.

CONSTITUTION DU STOCK DE GÉNITEURS

Le premier stock de géniteurs est constitué de 10 femelles et de quinze mâles que l'on ira chercher dans des lieux les plus éloignés les uns des autres : lagunes, lacs, rivières,

élevages privés ou structures expérimentales publiques. Ce nombre d'individus fondateurs ayant des origines dispersées permettra de réunir l'essentiel du patrimoine génétique de l'espèce en profitant ainsi de toutes ses capacités d'adaptation à différents milieux et de toutes ses potentialités zootechniques.

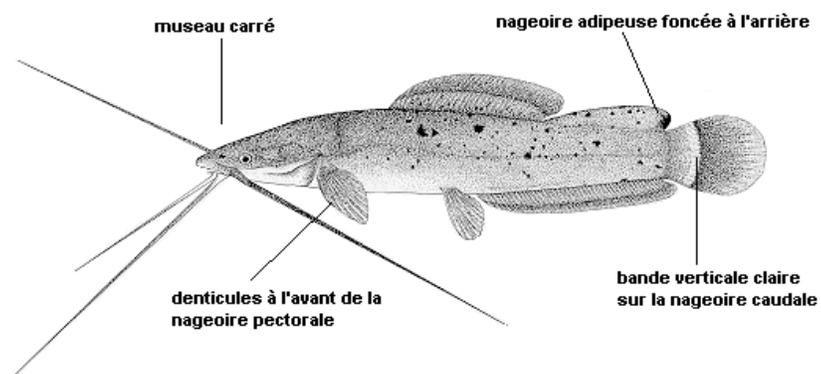
Il est possible que la réglementation évolue et limite les transferts de populations de poissons, d'un lieu à un autre, comme c'est généralement le cas pour les espèces. Dans ce cas, il sera nécessaire de constituer le stock initial de géniteurs uniquement à partir de la population (celle d'une rivière par exemple) qui se trouve à la plus proche de l'écloserie.

Nous verrons dans le chapitre suivant comment conserver le patrimoine génétique au fil des générations en élevage. Le choix se porte sur des femelles de taille moyenne (2 à 4 kg) pour faciliter la manipulation lors de la collecte des ovocytes et économiser les hormones (cf. chapitre INDUCTION), et sur des mâles dont le poids doit être compris entre 1 et 3 kg.

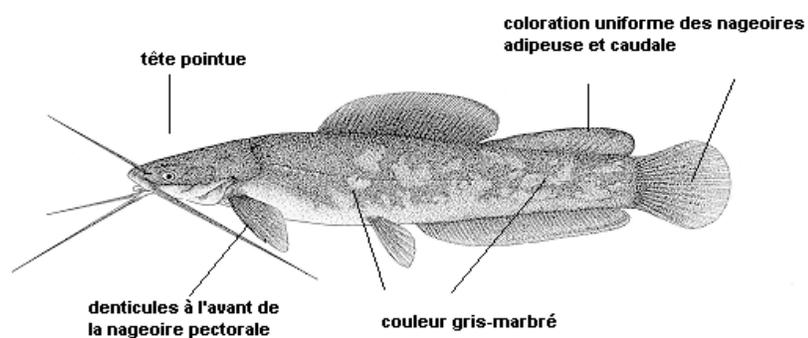
Au moment de la constitution du stock de géniteurs une grande attention sera portée à l'identification des poissons. Il est très important de choisir des géniteurs appartenant à l'espèce *Heterobranchus longifilis* (Fig 10) et non à une espèce proche telle que *H. bidorsalis* ou *H. isopterus*. En effet ces trois espèces ne présentent pas les mêmes performances de croissance et se reproduisent différemment.

Clé simplifiée de détermination des trois espèces :

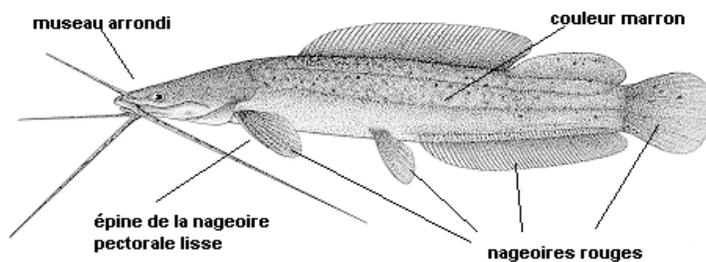
Caractères	<i>H. bidorsalis</i>	<i>H. isopterus</i>	<i>H. longifilis</i>
Denticules à l'avant des nageoires pectorales	Absence	Présence	Présence
Couleurs du corps	Marron	Gris marbré	Gris vert
Couleurs des nageoires	Rouges et uniformes	Grises et uniformes	Adipeuse plus foncée à l'arrière. Bande verticale claire sur la caudale.
Forme de la tête	Plus arrondie	Plus fusiforme	Plus carrée



Heterobranchus longifilis



Heterobranchus isopterus



Heterobranchus bidorsalis

Figure 10 : description des trois espèces du genre *Heterobranchus*

GESTION DU STOCK DE GÉNITEURS

Les géniteurs obtenus sont stockés dans des bassins, étangs ou enclos lagunaires, à une densité d'un individu au m², et on leur apporte un aliment de grossissement à 35% de protéines à raison de 1 à 2% par jour de la biomasse. Il est donc important de connaître le poids total de géniteurs stockés dans une structure.

Tout éleveur se trouve confronté, tôt ou tard, avec le problème de maintenir, éventuellement d'améliorer, les aptitudes à l'élevage des animaux qu'il produit. Des études ont montré que *Heterobranchus longifilis* est sensible à la consanguinité, et que la croissance et la survie des alevins ont tendance à diminuer au fil des générations, si l'on ne prend pas garde de conserver le patrimoine génétique du stock de reproducteurs.

Nous proposons donc une technique, résumée dans le calendrier ci-dessous, qui n'est pas trop contraignante, et qui permet de maintenir un bon niveau de variabilité génétique tout en sélectionnant les individus qui présentent la croissance la plus rapide.

Calendrier de gestion des géniteurs :

		PREMIERE ANNEE									
Cycles d'élevage n°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
géniteurs mâles		utilisation mâles F0									
géniteurs femelles		utilisation femelles F0					réutilisation femelles F0				
nouveaux géniteurs produits		F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1

		DEUXIEME ANNEE									
Cycles d'élevage n°		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
géniteurs mâles		utilisation mâles F0					utilisation mâles F1				
géniteurs femelles		réutilisation femelles F0					réutilisation femelles F0				
nouveaux géniteurs produits		F1	F1	F1	F1	F1	F2*	F2*	F2*	F2*	F2*

		TROISIEME ANNEE									
Cycles d'élevage n°		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
géniteurs mâles		utilisation mâles F1					utilisation mâles F1				

générateurs femelles nouveaux gérateurs produits	utilisation femelles F1					utilisation femelles F1				
	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F2

		QUATRIEME ANNEE									
Cycles d'élevage n°		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
gérateurs mâles		utilisation mâles F2*					utilisation mâles F2				
	gérateurs femelles	utilisation femelles F1					utilisation femelles F2*				
nouveaux gérateurs produits		F3*	F3*	F3*	F3*	F3*	F3*	F3*	F3*	F3*	F3*

La première génération de gérateurs, c'est à dire les dix femelles et les quinze mâles fondateurs dont on a parlé au chapitre précédent, est appelée F0. La seconde génération obtenue à partir de la première est appelée F1, et ainsi de suite. Les nouveaux gérateurs obtenus du 16^{ème} au 20^{ème} cycle sont issus de femelles F0 et de mâles F1, il s'agit donc d'une génération intermédiaire que l'on note F2*.

Il est nécessaire d'utiliser deux femelles par cycle, dans le cadre de production que nous proposons, pour obtenir suffisamment de larves. Le sperme d'un seul mâle pourrait féconder facilement les ovules provenant de deux ou plusieurs femelles, cependant, pour mieux conserver la variabilité génétique de la souche, il est important de n'utiliser qu'un seul mâle pour féconder les ovules d'un même femelle. Etant donné que l'on ne peut pas prélever le sperme par pression abdominale chez *Heterobranchus longifilis* on doit sacrifier les mâles et prélever les testicules. Ce n'est pas le cas pour les femelles dont les ovules peuvent être obtenus facilement par pression abdominale, elles peuvent donc être utilisées plusieurs fois, si nécessaire.

Les mâles atteignent leur maturité sexuelle à 10-14 mois et les femelles à 12-18 mois, en fonction des conditions d'élevage. Cette différence dans l'âge de maturation des deux sexes impose d'établir un décalage initial entre deux générations successives dans l'utilisation des mâles et des femelles.

Ainsi, après avoir obtenu la génération F1 à partir de la F0, les mâles F1 fécondent les femelles F0 durant 5 cycles (du 16^{ème} au 20^{ème}), puis les mâles F1 fécondent les femelles F1 durant 10 cycles, et ainsi de suite (voir le tableau).

Pour établir ce décalage l'utilisation de la génération F0 est particulière : les femelles sont toutes utilisées quatre fois au cours des 20 premiers cycles (il est donc nécessaire de les stocker dans une structure à part au fur et à mesure de leur utilisation), les mâles, par contre, ne sont utilisés qu'une fois (car ils sont sacrifiés au fur et à mesure de leur utilisation) au cours des quinze premiers cycles. Durant les quinze premiers cycles un mâle féconde deux femelles. Pendant les cycles suivants (à partir du 16^{ème}),

lorsqu'on commence à utiliser les mâles F1, un mâle féconde une femelle, on utilise donc deux femelles et deux mâles par cycle. A partir de ce moment là (16^{ème} cycle) les femelles ne sont plus utilisées qu'une fois.

Dès que l'écloserie produit le premier lot d'alevins de 10 grammes on prélève 10 individus provenant de chacune des deux génitrices. On les choisit parmi les plus gros, s'il n'y pas eu de cannibalisme, donc de mortalité dans l'auge d'élevage. Ces deux lots d'alevins sont stockés séparément dans deux structures différentes. On peut prévoir qu'ils soient conservés dans une cage-enclos (poche en filet de 6 mm de maille de 1 m de hauteur par 3 m de côté, posée sur le fond d'un bassin et maintenue par des piquets). Lorsque ces alevins atteignent un poids de 50 g on les transfère dans une poche en filet de 14 mm de maille de même dimensions que la précédente. Puis, lorsqu'ils atteignent un poids de 500 g, on choisit et l'on conserve parmi eux le plus beau couple que l'on transfère dans le bassin des géniteurs (différent du premier). Mais il est aussi possible de stocker ces futurs géniteurs dans des structures hors-sol, soit des bacs reliés à un circuit fermé indépendant des structures d'élevage larvaire et de prégrossissement. De 10 à 50 g les alevins sont placés dans des bacs de 40 litres, et de 50 à 500 g dans des bacs (auges) de 200 litres.

On a ainsi en permanence, dans le bassin réservoir de géniteurs, au moins 10 mâles et 10 femelles mûres, ceux-ci étant choisis au hasard on minimise les risques de consanguinité (accouplements fils-mère, frère-sœur, etc...).

Il peut arriver qu'un mâle ait les testicules vides de sperme, il aura donc été sacrifié en vain et on perdra avec lui un peu du patrimoine génétique. Qu'il s'agisse d'un mâle de la génération fondatrice F0 ou des générations suivantes on le remplacera par un individu provenant de l'extérieur (du milieu naturel ou d'une exploitation qui n'a pas reçu d'alevins de l'écloserie).

LES FEMELLES

FECONDITE

La fécondité de *H. longifilis* est variable d'une femelle à l'autre et surtout d'une saison à l'autre.

Des études ont montré que, dans le sud de la Côte d'Ivoire, on obtient en moyenne 28000 ± 5000 œufs par kg de femelle en début de saison sèche (décembre à février) et 68000 ± 7000 œufs par kg de femelle pendant la grande saison des pluies (mai à juillet). A Calabar, au Nigeria, les meilleures fécondités sont enregistrées entre avril et juillet (saison des pluies) et l'on observe une période creuse pour la reproduction en novembre et décembre (saison sèche). Dans tous les cas les plus hautes fécondités sont obtenues pendant la saison des pluies.

Dans le format de production proposé, on veut produire 100 000 alevins par cycle d'élevage. Pour obtenir ces alevins, il faut mettre 166 000 œufs à incuber compte tenu

du taux d'éclosion minimum et de malformation (cf. chapitre INCUBATION / ÉCLOSION).

Si l'on veut obtenir 166 000 œufs à chaque cycle, il faudra se baser sur les fécondités les plus faibles, observées en saison sèche. Ainsi on écarte le risque d'avoir un déficit en œufs quelle que soit la saison.

La fécondité minimale est de 28000 œufs /kg de femelle. Il faudra donc prévoir pour un cycle : $166000/28000 = 5,9$ kg de femelle soit par exemple :

- deux femelles de 3 kg : poids total 6 kg

ou

- une femelle de 2 kg et une de 3,9 kg : poids total 5,9 kg.

Toutefois, par mesure de précaution, il sera nécessaire de préparer trois femelles par cycle, au cas où une des femelles ne donnerait pas d'ovules satisfaisants.

On cherchera à utiliser des femelles dont le poids n'excède pas 4,5 kilogrammes pour économiser les hormones (cf. le chapitre INDUCTION) et pour faciliter les manipulations (cf. chapitre INDUCTION et STRIPPING).

LES MÂLES

La maturité sexuelle des mâles, permanente tout au long de l'année, est très variable d'un individu à l'autre et il n'existe pas de critère objectif permettant de savoir si un mâle peut fournir suffisamment de sperme avant de le disséquer. Cependant, plus un mâle est gros plus on aura de chance qu'il donne une grande quantité de sperme, mais on n'utilisera pas d'individus dont le poids excède 6 kg pour une raison de commodité.

Pour féconder **166 000 œufs**, il faut **4 ml de sperme (non dilué)**. Un mâle normalement constitué est capable de fournir cette quantité. Mais il faudra disposer d'au moins **trois mâles adultes en parfait état à chaque reproduction** au cas le premier mâle sacrifié ne donnerait pas le volume de sperme désiré. En effet, nous l'avons vu plus haut, un mâle doit féconder les ovules d'une seule femelle, sauf dans le cas de l'utilisation de la génération F0, où il fécondera deux femelles.

SÉLECTION DES GÉNITEURS

Lorsque l'on décide de commencer un nouvel élevage larvaire, la première étape est de choisir dans le stock de géniteurs les poissons qui seront utilisés.

PÊCHE

Les géniteurs sont pêchés à l'aide d'une senne. Au bord de l'étang ou de l'enclos d'élevage, une première sélection est effectuée (présélection).

DISTINCTION DES SEXES

Les mâles et les femelles sont aisément identifiables, du moins chez les adultes, puisqu'il existe un net dimorphisme sexuel des papilles génitales. Celles-ci protubérantes et arrondies chez les femelles, sont en forme de fer de lance chez les mâles. (PHOTO 1).

PRESELECTION

Une première sélection des géniteurs est effectuée au bord de l'eau sur les critères présentés ci-dessous. Certains parmi eux seront effectivement utilisés pour la reproduction, les autres viendront en appoint au cas où un ou plusieurs géniteurs parmi les premiers utilisés ne donneraient pas satisfaction.

CHOIX DES MALES

La papille génitale doit être bien développée.

CHOIX DES FEMELLES

Chaque femelle doit présenter un ventre légèrement mou et bien rebondi. La papille génitale doit être bien développée.

Pour obtenir la quantité d'ovules nécessaire, avec chacune des deux femelles à utiliser, on présélectionnera quatre ou cinq femelles prêtes à pondre.

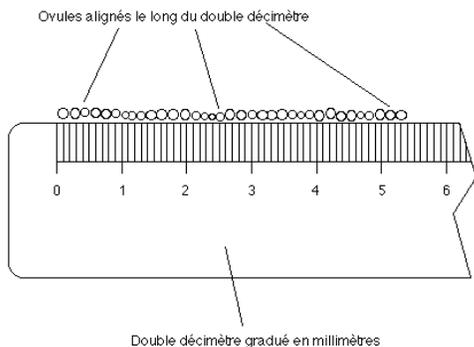
SELECTION DES FEMELLES À INDUIRE

Le but de cette opération est de choisir parmi les femelles présélectionnées celles qui répondront le mieux au traitement hormonal et donneront la plus grande quantité d'ovules. Ceci peut être réalisé à l'écloserie ou directement au bord des bassins, avant le transport des géniteurs vers l'écloserie.

METHODE

Chaque femelle est pesée et son poids est noté dans un cahier de suivi.

Un prélèvement d'ovocytes est effectué dans le ventre de la femelle à l'aide de la canule souple (PHOTO 2). La tête de la femelle est d'abord enveloppée dans une serpillière mouillée pour la calmer. L'extrémité biseautée de la canule est introduite délicatement dans la papille génitale de la femelle. L'opérateur aspire alors par l'autre extrémité du tuyau; 30 à 40 ovocytes sont ainsi prélevés. S'il est impossible de prélever des ovocytes, la femelle est écartée, car cela signifie probablement qu'elle n'est pas mature, ou qu'un problème au niveau de la papille gênera la sortie des ovules. Les ovocytes sont ensuite étalés en une ligne bien droite, contre le bord gradué du double décimètre, à l'aide d'une pointe d'aiguille, par exemple. On mesure la longueur de cette ligne en mm. Puis on compte le nombre d'ovocytes. Pour en calculer le diamètre moyen, on divise la longueur de la ligne par le nombre d'ovocytes (fig. 11).



EXEMPLE DE CALCUL :
 Nombre d'ovules le long de la règle : 35
 Longueur de la ligne d'ovules : 54 mm
 Diamètre moyen des ovules : $54 \text{ mm} / 35 = 1,54 \text{ mm}$

Figure 11 : estimation du diamètre moyen de ovocytes.

Le choix porte sur les femelles dont le diamètre des ovocytes est compris entre 1,4 à 1,6 mm et le plus homogène possible (tous les ovocytes devront avoir sensiblement la même taille).

Critères de sélection d'une femelle :

	Bonne femelle	Mauvaise femelle
Biopsie	Prélèvement facile	Difficile ou impossible
Diamètre moyen des ovocytes	1,4 à 1,6 mm	Inférieur à 1,2mm
Aspect des œufs	Tous de la même taille	Présence de petits ovocytes parmi les gros.

Chaque femelle ainsi sélectionnée est placée dans un récipient muni d'un couvercle (une grande poubelle en plastique est par exemple bien adaptée à cet usage) numéroté et le numéro est reporté dans le cahier, avec le résultat de la biopsie et le poids de la femelle.

Si la sélection des femelles se fait au bord de l'eau on sélectionnera une femelle de plus par précaution. Ainsi, si une femelle ne donne pas les résultats escomptés on disposera d'une remplaçante.

Si la sélection se fait à l'écloserie, on sélectionnera juste le nombre de femelles nécessaires. Toutes les femelles présélectionnées étant dans ce cas amenées à l'écloserie on dispose d'une remplaçante sur place.

TRANSPORT ET CONDITIONNEMENT DES GENITEURS

Les reproducteurs sont acheminés à l'écloserie dans les récipients bien fermés et dans lesquelles on aura mis un peu d'eau. On peut sans problème mettre plusieurs poissons les uns avec les autres. Cependant, si l'étape de sélection des femelles est effectuée au bord des étangs on fera attention à bien identifier les femelles, en leur faisant une marque ou en les transportant individuellement dans leur récipient numéroté.

Les femelles et les mâles qui ne sont pas retenus sont replacés leurs étangs d'origine.

Dans l'écloserie, pour éviter tout comportement agressif, les poissons sont stockés individuellement dans les bacs prévus à cet effet (cf. chapitre STRUCTURES ANNEXES). Ces structures sont munies chacune d'un système de fermeture pour éviter que les poissons ne sautent ou ne se blessent.

Un thermomètre (type thermomètre de bain pour bébé ou thermomètre maxima-minima) est préalablement immergé dans une structure, afin de calculer le temps de latence entre l'injection et la collecte des ovules.

La phase de sélection est alors terminée.

INDUCTION DES FEMELLES

Les femelles que nous avons choisies sont prêtes à être reproduites. Les ovocytes contenus dans leurs ovaires ne sont cependant pas totalement matures, un traitement hormonal est nécessaire, c'est l'induction. Pour cela, deux méthodes apparaissent comme les plus pratiques sur le terrain : l'injection de gonadotropine chorionique humaine (hCG), ou l'hypophysation.

Selon la première méthode, on injecte simplement une solution d'hormone (hCG) que l'on trouve dans toutes les pharmacies à un prix abordable.

Selon la deuxième méthode, on prélève l'hypophyse d'un mâle, on la broie et on l'injecte à la femelle que l'on veut reproduire, mais cette méthode est plus aléatoire que la première. Nous privilégions donc la première méthode.

Pour induire la ponte, il faut injecter à la femelle une quantité précise d'hormone, puis attendre la maturation des ovocytes durant un certain délai : c'est le temps de latence.

Un prélèvement trop précoce n'aboutira qu'à une collecte partielle des ovules qui ne seront pas tous suffisamment matures. A l'opposé, un prélèvement trop tardif peut conduire à la collecte d'ovules sur matures dont la qualité décroît rapidement. Il faudra donc programmer les opérations d'induction et de prélèvements des ovules avec précision.

CALCUL DES DOSES D'HORMONE.

L'hormone (hCG) se présente sous forme d'une poudre, contenue dans une ampoule en verre, que l'on dissout dans du sérum physiologique présenté également dans une ampoule en verre. La dose totale d'hormone est calculée en fonction du poids de la femelle à reproduire. Il est recommandé d'utiliser une dose comprise entre 1 et 2,5 Unités Internationales par gramme de poisson (UI/g). Pour une application en routine, on utilisera la valeur de 1,5 UI/g qui est une dose efficace et économique.

La concentration maximale à ne pas dépasser est de 6000 UI dans un millilitre de sérum physiologique, car s'il y a une trop grande quantité d'hormone dans la solution injectée, et que des gouttes se perdent au moment de l'injection, la dose totale envisagée ne sera pas atteinte et la femelle risque d'avoir une mauvaise ovulation.

Le volume de chaque injection ne doit pas excéder 1 ml. Lorsqu'une quantité d'hormone plus importante est nécessaire, une seconde injection doit être réalisée à proximité de la première.

On trouve dans le commerce des boîtes de 500, 1500 ou 5000 UI par ampoule.

Nous donnons ici un tableau qui indique la dose à injecter en fonction du poids de la femelle.

Poids de la femelle (kg)	Dose d'hormone (UI)	Ampoule de 500 UI	Ampoule de 1500	Ampoule de 5000	Volume de sérum physiologique
2 à 2,4	3500	1	2		1 ml
2,5 à 2,9	4000	2	2		1 ml
3 à 3,4	5000			1	1 ml
3,5 à 3,9	5500	1		1	1 ml
4 à 4,4	6500		1	1	1,5 ml
4,5 à 4,9	7000	1	1	1	1,5 ml
5 à 5,5	8000		2	1	2 ml

PROGRAMMATION DE L'INDUCTION ET DU STRIPPING.

Puisque l'action de l'hormone n'est pas instantanée, il va falloir programmer l'injection de façon à réaliser l'étape de fécondation le matin, lorsque la température ambiante n'est pas trop élevée. Le temps de maturation des ovocytes, ou temps de latence, dépend de la température de l'eau dans laquelle sont stockées les femelles, plus elle sera basse, plus le temps de latence sera long.

CALCUL DU TEMPS DE LATENCE

Le temps de latence est fonction de la température moyenne à laquelle les femelles sont soumises, le tableau suivant donne quelques valeurs :

Température moyenne (°C)	Temps de latence (heures)
26	16,5
27	15
28	13,5
29	12
30	11

La température est enregistrée le soir après l'injection et le matin dans les bacs individuels de conditionnement des géniteurs grâce au thermomètre.

Température moyenne = (Temp. soir + Temp matin) / 2

Si l'on possède un thermomètre maxima-minima on utilisera les valeurs de température maximale et minimale pour le calcul :

Température moyenne = (Temp. maxi + Temp mini) / 2

De la température moyenne durant la nuit précédant l'induction, on déduit le temps de latence. Ceci permet de programmer l'induction.

Si plusieurs femelles sont à programmer, on laissera au minimum entre les injections une durée de 1/4 h. Ce laps de temps permettra le lendemain d'avoir le temps de finir le travail avec la première femelle avant que le temps de latence de la deuxième ne soit écoulé.

EXEMPLE 1 :

On veut féconder 1 femelle à 8h.

Température moyenne de l'eau dans un bac de géniteurs: 29°C

Le temps de latence est donc : 12h.

On injectera la femelle la veille à 20h

EXEMPLE 2 :

On veut féconder 3 femelles à partir de 8h 30.

Température maximale la veille au soir : 30°C

Température minimale le lendemain matin : 28°C

La température moyenne est : $(30 + 28) / 2 = 29^\circ\text{C}$

Le temps de latence est donc : 12h

On injectera la veille la femelle N° 1 à 20h 30

la femelle N° 2 à 20 h 45

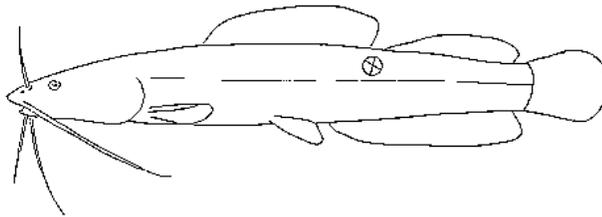
la femelle N° 3 à 21h 00

INJECTION

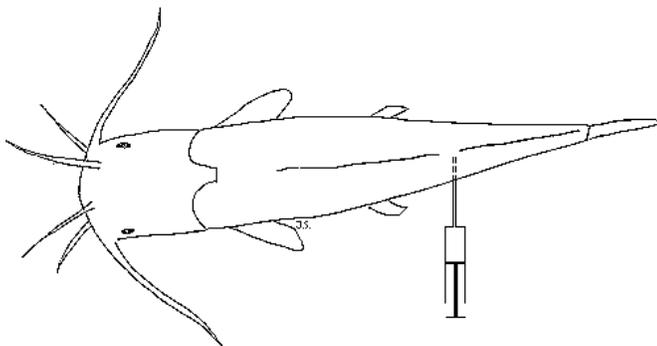
PROCEDURE

Cinq minutes avant la première injection, on prépare la solution d'hormone en mettant le volume voulu de sérum physiologique dans la seringue. On verse alors ce volume dans la première ampoule contenant la poudre d'hormone, puis on prélève cette solution et on la reverse dans la deuxième ampoule, ainsi de suite jusqu'à ce que toute l'hormone nécessaire soit complètement dissoute.

À l'heure déterminée, la femelle est posée à plat ventre sur la pailasse, le chiffon humide sur les yeux et la tête maintenue. L'injection est faite dans la musculature dorsale, approximativement à l'aplomb de la séparation des nageoires dorsale rayonnée et adipeuse (Fig.12). Lors du retrait de l'aiguille, il faut masser le point d'injection pour éviter que la solution ne ressorte.



Emplacement de l'injection de HCG



Position de l'aiguille au moment de l'injection

Figure 12 : point d'injection de la femelle

Cette femelle est remise dans son bac (numéroté) et ne sera plus dérangée jusqu'à la collecte des ovules.

On procède ensuite de même avec la deuxième femelle puis la troisième (etc....).

L'heure effective de chaque injection est notée dans le cahier de suivi avec l'identification de la femelle.

On veille bien à ce qu'un thermomètre soit plongé dans un des bacs accueillant une femelle et on notera la température.

Avant de collecter les ovules, il est très important de bien respecter le temps de latence qui est fonction de la température. La première opération à effectuer très tôt le matin est donc de mesurer la température de l'eau dans laquelle sont stockés les géniteurs de façon à calculer le temps latence réel en faisant la moyenne avec la température relevée la veille, après l'injection (voir § précédant). L'heure à laquelle doit être strippée chaque femelle est notée bien en évidence à proximité de son bac individuel.

PRELEVEMENT ET CONSERVATION DU SPERME

On commencera le prélèvement du sperme une heure au moins avant la fin du temps de latence de la première femelle injectée la veille, de façon à être prêt avant de commencer le travail sur les femelles.

Nous allons voir de quelle manière les mâles sont sacrifiés puis disséqués et comment les testicules sont ensuite incisés pour recueillir le sperme.

PRÉLÈVEMENT DES TESTICULES

La phase délicate de cette opération est de disséquer (opérer) le mâle et de recueillir les testicules sans les perforer accidentellement, ce qui aurait pour conséquence une perte de sperme dans la cavité générale du poisson. Mais le risque majeur, est que, s'il y a pénétration d'eau douce dans les testicules, les spermatozoïdes soient activés et s'épuisent très rapidement (en 1 minute environ); ils seraient alors immobiles au moment de la fécondation et aucun ovule ne serait fécondé

Pour des raisons éthiques et pratiques, il est nécessaire que les poissons soient bien morts avant de les disséquer. Le plus simple est de les tuer à l'aide d'une matraque ou d'un maillet en bois, en frappant la tête. Ensuite, avant de commencer la dissection, il faut que l'opérateur se sèche les mains et que le mâle soit posé dans un environnement sec et propre, de façon à minimiser les risques de contamination par l'eau.

Le ventre du poisson est alors ouvert à l'aide des ciseaux en partant de l'anus jusqu'au niveau des nageoires pectorales, on veillera à ne pas entailler les organes internes en glissant un doigt sous la peau que l'on incise. On cherche alors à repérer les testicules et les vésicules séminales de façon à reconnaître précisément les organes à prélever (PHOTO 3). La papille génitale est saisie avec une pince et légèrement tirée vers le haut. Une incision aux ciseaux est alors effectuée à l'arrière de la papille génitale (PHOTO 4). Cette incision est ensuite agrandie vers l'avant de chaque coté de la papille

de façon à la détacher. On soulève la papille pour couper les tissus conjonctifs qui la relie à l'animal. L'index et le majeur sont alors placés de chaque côté des vésicules séminales, le plus près possible de la paroi dorsale (PHOTO 5). Ceci permet de soulever la masse des organes génitaux pendant que l'on coupe avec les ciseaux les tissus conjonctifs (blanc) qui les relie au poisson. On fait alors glisser les doigts vers l'avant, toujours dans la même position de chaque côté des testicules et on entaille un peu plus vers l'avant les tissus conjonctifs. On procède ainsi jusqu'à détacher complètement l'ensemble constitué par les testicules et les vésicules séminales.

Les organes génitaux sont alors séchés et nettoyés avec le papier absorbant. On cherchera ensuite à éliminer le sang des vaisseaux sanguins présents à la surface des testicules. Les testicules sont alors individualisés et séparés des vésicules séminales en pratiquant une ligature à l'aide d'une ficelle. On coupe les vésicules au dessus de la ligature et on les jette (PHOTO 6). Chaque testicule est déposé sur du papier absorbant propre et sec.

PRÉLÈVEMENT DU SPERME

Chaque testicule est saisi à l'aide de la ficelle par son extrémité postérieure (l'endroit que l'on vient de couper pour séparer le testicule des vésicules séminales), et maintenu au-dessus d'un verre que l'on aura préalablement séché pour éviter que les spermatozoïdes ne soient activés au contact de l'eau. Des incisions transversales, rapprochées les unes des autres sont alors pratiquées sur le testicule en progressant du haut vers le bas (PHOTO 7). Le sperme doit s'écouler librement dans le verre.

À l'aide de la grande pince, on peut aider le sperme à s'écouler en pressant très légèrement le testicule tout en effectuant un mouvement de haut en bas.

Le sperme ainsi collecté est versé dans un tube sec gradué en ml ou prélevé doucement avec une seringue sèche graduée (sans l'aiguille) pour en connaître le volume précis.

Le sperme doit être dilué dans du sérum physiologique. La dilution maximale est de un volume de sperme pour neuf volumes de sérum, la dilution minimale est de un volume pour un volume. En fonction du volume de sperme obtenu, on le diluera plus ou moins de façon à disposer du volume de sperme dilué nécessaire à la fécondation. Pour une meilleure conservation cette solution est maintenue au froid au réfrigérateur, en prenant soin de ne pas contaminer la solution de sperme avec de l'eau douce.

Dans le cadre d'une production de 166 000 œufs, ce qui correspond à un objectif de production de 100 000 alevins de 10 g, il faudra obtenir au moins 40 ml de sperme dilué.

Si le premier mâle ne donne pas suffisamment de sperme on passe au second puis au troisième, etc...

PRÉLÈVEMENT DES OVULES

Le prélèvement des ovules se fait par massage abdominal de la femelle, c'est le "stripping" (PHOTO 8). On veillera à effectuer cette opération exactement à l'heure déterminée par le temps de latence que l'on a déjà calculé et affiché à proximité des bacs individuels de chaque femelle. Il ne faut pas stripper avant l'heure prévue.

Le problème le plus grave est sans aucun doute un retard dans le déroulement des opérations. Dès que l'on dépasse l'horaire déterminé, la qualité des ovules commence à se dégrader dans le ventre de la femelle (c'est le phénomène de surmaturation), et s'ils sont fécondés on observera une proportion plus élevée de larves anormales parmi les éclosions. Le retard maximum à ne pas dépasser est de 1/2 heure.

LE STRIPPING

Cette opération nécessite la participation de 2 ou 3 personnes :

- La première maintient la femelle contre sa poitrine en coinçant la tête sous le bras (gauche si elle droite) et pratique avec la main du bras opposé le massage abdominal orienté de la tête du poisson vers la papille génitale.
- La seconde tient la queue et positionne la cuvette (bien sèche) recevant la ponte qui est émise sous la forme d'un jet de consistance légèrement pâteuse. (PHOTO 8).
- Si une troisième personne est disponible, elle tiendra la bassine pour recueillir la ponte

Dans un premier temps, on presse légèrement le ventre de la femelle juste à l'avant de l'anus, on évacue ainsi l'urine et les excréments avant de nettoyer et de sécher la papille génitale et son pourtour avec du papier absorbant.

Le massage commence alors, il doit être doux, surtout dans la partie antérieure du poisson, car il y a risque d'éclatement du foie et de l'ovaire. Si le ventre devient sec, l'opérateur mouille légèrement sa main en veillant toujours à ne pas mettre d'eau ni dans la ponte ni sur la papille.

A la fin de ce "stripping" on doit sentir que les deux ovaires sont pratiquement vides, le ventre est alors flasque. Il ne faut cependant pas trop insister car un stripping prolongé peut entraîner un léger saignement, ce qui souillerait la ponte et blesserait la femelle. La femelle rejoint ensuite son bac individuel.

La masse d'ovules recueillie est pesée, le résultat est noté dans le cahier de suivi.

Toutes les femelles qui ont été induites doivent être strippées, même si la quantité œufs récoltée dépasse les besoins de l'écloserie. Une femelle induite et non strippée aura les ovaires engorgés d'ovules dont la dégradation rapide risquera d'entraîner la mort du poisson.

Lorsque plusieurs femelles sont utilisées, les pontes ne sont pas mélangées, chacune étant récoltée dans un récipient différent.

Pour la fécondation on choisira en priorité les ovules des femelles qui ont donné les pontes les plus importantes par rapport à leurs poids respectifs (fécondité maximale), et dont la masse est bien compacte. Si la masse des ovules est trop fluide, avec des tâches blanche, ce signifie que le temps de latence a été dépassé, et qu'il y a sur maturation.

On jettera les ovules en trop.

Dans le cadre d'une production de 100 000 alevins, on doit recueillir au minimum 350 g d'œufs.

FÉCONDATION

La ponte de chaque femelle est divisée en portions de façon à faciliter la fécondation et à disposer de la quantité d'œufs nécessaire à chaque circuit d'élevage larvaire. Chaque portion sera composée d'œufs d'une seule femelle.

Le tableau suivant donne les quantités d'ovules et les volumes de sperme en fonction du nombre de larves désiré.

Nombre d'alevins désiré	Quantité ovules à féconder	Nombre de portions	Poids d'une portion	Volume de sperme dilué Par portion	Volume total de sperme	Volume d'eau d'activation par portion
5 000	20 g	1	20 g	2 ml	2 ml	30 ml
10 000	35 g	1	35 g	4 ml	4 ml	50 ml
20 000	70 g	1	70 g	8 ml	8 ml	100 ml
30 000	100 g	2	50 g	6 ml	12 ml	75 ml
70 000	250 g	5	50 g	6 ml	30 ml	75 ml
100 000	350 g	5	70 g	8 ml	40 ml	100 ml

Par exemple, dans le cadre d'une production de 100 000 larves, on fait 5 portions de 70 g (correspondant à chaque circuit d'élevage larvaire), chacune sera fécondée comme suit :

- On verse 8 ml de sperme dilué à l'aide de la seringue.
- On agite doucement le bol qui contient le sperme et les ovules pendant 2 minutes pour bien mélanger le sperme avec les ovules,
- Tout en continuant à agiter le bol, on ajoute 100 ml d'eau environ pour activer les spermatozoïdes et donc provoquer la fécondation des ovules. L'agitation sera prolongée 1 minute, temps au bout duquel les spermatozoïdes ne sont plus actifs.

- Les œufs seront ensuite rincés avec de l'eau propre pour éliminer le sperme, en remplissant puis en vidant le bol les contenant au moins trois fois, mais on veillera à ne pas en perdre avec l'eau de rinçage.
- Dès l'opération de fécondation terminée on emmène immédiatement la portion d'œufs fécondés à l'incubation, dans la salle d'élevage larvaire, tout en continuant à l'agiter, puis on la répand rapidement, de façon aussi uniforme que possible, dans les incubateurs.

MISE EN INCUBATION DES ŒUFS.

L'incubation se fait dans les incubateurs décrits au chapitre MATÉRIEL ANNEXE. Grâce à ce dispositif, les œufs sont mieux oxygénés et l'incubation et l'éclosion se dérouleront dans de meilleures conditions. Après l'éclosion, les larves passent au travers des mailles du tamis et vont au fond de l'auge. Les premiers nettoyages seront grandement simplifiés car les œufs morts et les enveloppes vides resteront collés au tamis. De plus, on peut effectuer un contrôle des taux d'éclosion, et donc connaître la qualité des œufs et la quantité de larves écloses.

Si l'on ne dispose pas d'incubateurs, on pourra cependant déposer les œufs directement au fond des auges. Il sera alors plus difficile d'éliminer les œufs morts. Mais les larves sont photophobes, donc elles fuient la lumière, dans ce cas, si l'on éclaire une partie de l'auge tout en couvrant l'autre, les larves normales vont se regrouper dans le coin le plus sombre et il sera facile de siphonner le fond éclairé avec les larves anormales et les œufs blancs (morts). C'est aussi une technique efficace, mais plus fastidieuse.

Le circuit est déjà opérationnel, rempli d'eau douce traitée au bleu de méthylène. Les incubateurs sont en place dans un bac de chaque circuit. On préparera, en plus de l'incubateur principal, un petit incubateur témoin qui permettra d'évaluer la qualité de l'éclosion (Ces incubateurs sont décrits au chapitre MATÉRIEL ANNEXE). On vérifie aussi que le filtre sur surverse de 500 microns est bien en place dans l'auge d'incubation.

Chaque lot d'œufs est uniformément réparti sur toute la surface de l'incubateur. Le geste de répartition est délicat à maîtriser, car il faut éviter que les œufs ne se touchent, ou pire, soient empilés les uns sur les autres. Environ une centaine d'œufs sont déposés dans chaque incubateur témoin.

Une fois que tous les œufs sont en place dans leurs incubateurs respectifs, on compte précisément les œufs à l'intérieur de chaque incubateur témoin. Le nombre d'œufs mis à incuber dans chaque incubateur témoin est noté dans le cahier de suivi. Ce nombre sera comparé le lendemain à celui des œufs non éclos qui seront restés collés sur la maille (voir chapitre INCUBATION - RÉSORPTION).

Dans le cadre d'une production de 100 000 alevins (format proposé), un incubateur plus un incubateur témoin sont placés dans l'un des quatre bacs de chaque circuit. Les cinq

incubateurs reçoivent chacun 70 g d'œufs, les incubateurs témoin reçoivent une centaine d'œufs comptés précisément. Tous les bacs sont pleins d'eau propre et recouverts de feuilles de contre-plaqué résiné, et l'eau est mise en circulation dans le circuit (pompe en marche). On maintient un débit d'environ 6 litres/minute dans l'auge d'incubation.

La température d'incubation doit être comprise entre 27°C et 31°C, on pourra l'ajuster en réglant le débit d'alimentation en eau.

Tableau récapitulatif des besoins pour produire 100 000 alevins de 10 g

Nbre de femelles	2
Nbre de mâles	2 (conseillé)
Poids d'ovules	350 g
Volume de sperme dilué	40 ml

L'ÉLEVAGE LARVAIRE

La phase d'incubation dure 24 à 28 heures à 27-29°C. A l'éclosion l'organogénèse de la larve n'est pas achevée, certains organes sont juste ébauchés. Par exemple, elle est incapable de s'alimenter, son tube digestif n'est pas fonctionnel. Elle possède une poche vitelline, sorte de sac rempli de réserves qu'elle consomme pour finir son développement, c'est la phase de résorption.

Deux jours après son éclosion la larve a fini ses réserves et son tube digestif devient fonctionnel; elle a besoin de s'alimenter.

Dès l'éclosion, les larves de *Heterobranchus longifilis* sont photophobes, c'est à dire qu'elles fuient la lumière. Cette caractéristique les pousse à se regrouper et à former de véritables paquets très denses dans les parties les moins éclairées des bacs. Pour cette raison la totalité de l'élevage larvaire et du prégrossissement se fera à l'abri de la lumière, et l'on placera des couvercles en contre-plaqué résiné sur les auges et les bacs d'élevage. Cela a, de plus, l'avantage d'éviter les déperditions de chaleur, et de conserver une température constante dans les circuits. Celle-ci doit être comprise entre 28 et 31°C.

L'INCUBATION.

Pendant l'incubation, c'est à dire jusqu'à la fin de l'éclosion, les œufs ne doivent pas être dérangés. On ne fera donc aucun nettoyage ni changement d'eau important. Les bacs

d'incubation restent couverts. Tous les bacs des circuits sont pleins d'eau propre traitée au bleu de méthylène et reçoivent un filet d'eau.

On pourra réguler la température de l'eau du bac d'incubation en jouant sur le débit d'alimentation car la pompe chauffe l'eau. En augmentant le débit d'alimentation du bac, on augmentera la température de l'eau d'incubation, si nécessaire.

On peut effectuer un contrôle avant la nuit qui permet d'estimer le taux de fécondation. Les œufs normalement fécondés incubent et sont verts, les œufs non fécondés sont blancs. Dans une situation normale, on escompte que la proportion d'œufs blancs ne dépasse pas 10-20%. Si la proportion d'œufs blancs est importante (plus de 50%), il vaut mieux tout jeter et recommencer la reproduction.

L'ECLOSION, JO

Très tôt le lendemain matin de la mise en incubation, avant que l'éclosion ne débute, on vérifiera l'aspect de la surface de l'eau des auges d'incubation. Si les bulles créées par l'arrivée d'eau dans l'auge n'éclatent pas dans les dix secondes ou, pire, si de la mousse se forme à la surface de l'auge, il faut vérifier rapidement le nombre d'œufs blancs dans les incubateurs. Leur pourrissement peut provoquer une pollution importante de l'eau.

Si la proportion d'œufs blancs est intermédiaire (20-50%), cela peut provenir de la qualité initiale des ovules ou signifier qu'il y a trop d'œufs dans l'incubateur, que le traitement au bleu de méthylène a été oublié ou que le débit d'eau dans le bac d'incubation a été trop faible dès le départ. Il faut alors effectuer un renouvellement d'eau important et refaire un traitement au bleu de méthylène pour sauver la ponte. Lors du renouvellement, on veillera à ajouter de l'eau à la même température que celle du circuit.

Pour cela il faut :

- Fermer l'arrivée d'eau dans l'auge d'incubation
- Arrêter la pompe du circuit
- Vider le décanteur et le bac tampon
- Siphonner l'auge d'incubation en faisant attention à ne pas aspirer de larves, le niveau sera baissé jusqu'à laisser 15 à 20 cm d'eau. On veillera à ce que l'incubateur n'écrase pas les larves qui sont au fond de l'auge.
- Enlever les surverses des autres auges, petit à petit, jusqu'à remplir le décanteur et le bac tampon.
- Remettre la pompe en marche
- Ouvrir doucement l'arrivée d'eau l'auge d'incubation
- Enlever les surverses des autres auges, petit à petit, jusqu'à ce que l'auge d'incubation, le bac tampon et le décanteur aient retrouvé un niveau normal
- Si l'on n'arrive pas à récupérer le niveau normal, on peut ajouter de l'eau d'un circuit voisin, à partir des auges sans incubation.

Après 24 heures d'incubation, la plupart des œufs viables auront éclos.

Peu après l'éclosion la larve arrive à se glisser à travers les mailles de l'incubateur. Elle nage difficilement, alourdie par le sac vitellin contenant des réserves nutritives pour deux jours.

En fin de matinée, lorsque les larves sont toutes écloses, on effectue le comptage des œufs et larves morts dans les incubateurs de contrôle du taux d'éclosion (témoins). On compte tous les œufs et les larves mortes visibles (Fig. EL 1). Le taux d'éclosion est :

$$\frac{\text{Nombre d'œufs mis en incubation} - \text{Nombre d'œufs morts}}{\text{Nombre d'œufs mis en incubation}} \times 100$$

On calcule ainsi un taux d'éclosion pour chaque auge. Il est généralement compris entre 65 et 85 %.

On enlève ensuite les incubateurs en les soulevant doucement, tout en essayant de verser au fond de l'auge les larves bien vivantes qui n'auraient pas franchi les mailles. Puis on débarrasse les incubateurs de tous les œufs morts avec un jet d'eau puissant avant de les ranger.

Si le taux d'éclosion est inférieur à **65 %** dans toutes les auges, l'élevage doit être interrompu car un taux d'éclosion aussi faible ne permettra pas d'atteindre les objectifs de production, par manque de larves.

Une reproduction peut être relancée le soir même ou le lendemain, une fois que les géniteurs sont disponibles et que l'on a eu le temps de nettoyer et de remplir les circuits. S'il est inférieur à 65 % dans une ou deux auges, le ou les circuits en cause sont vidés de leurs larves, nettoyés, désinfectés et remplis avec de l'eau propre dans la journée. Le soir on induit le nombre de femelle(s) nécessaire pour recharger les circuits vidés. Cette deuxième reproduction doit impérativement être effectuée le soir même pour l'induction et le lendemain matin pour la fécondation.

Lorsque les taux d'éclosions sont supérieurs à 65 % dans toutes les auges, une deuxième reproduction n'est pas nécessaire, les géniteurs présents à l'écloserie peuvent alors être replacés dans leurs structures de stockage l'après-midi de J0.

Toutes les auges doivent être maintenues couvertes pour conserver une température élevée, et pour que les larves ne s'agglutinent pas et se répartissent sur toute la surface.

J1, LA RESORPTION VITELLINE

Les larves consomment leurs réserves vitellines, elles n'ont besoin d'aucune alimentation. On veille seulement à garder les auges propres en éliminant les larves mortes ou déformées (celles-ci se reconnaissent à leur nage anormale souvent en spirale) et les débris d'œufs. Pour cela on utilise une longueur de tuyau en plastique

souple transparent de 3 mm de diamètre (type aérateur d'aquarium) que l'on utilise comme aspirateur en plaçant une extrémité dans la bouche.

J2, PREMIERE ALIMENTATION

C'est la fin de la phase de résorption vitelline, on passe à la phase d'alimentation. Dans chaque circuit d'élevage larvaire toutes les larves sont dans la même auge. En fonction du poids d'œufs et du taux d'éclosion on en déduit le nombre approximatif de larves. En se reportant au tableau des rations du chapitre alimentation, à J2, on en déduit la quantité de cystes d'*Artemia* à distribuer.

Exemple : si l'on a mis 70 g d'œufs, soit 35000 œufs, à incuber et que l'on a obtenu un taux d'éclosion de 80%, on peut estimer le nombre de larves à $35000 \times 80 / 100 = 28000$. En se reportant au tableau des rations on lit que la ration pour une larve est 3 mg, soit pour 28000 larves : 84000 mg ou 84 g. Ce poids de cystes décapsulés sera réparti en trois repas de 28 g. Le premier étant à distribuer à 7h. Avant d'effectuer la seconde distribution on s'assurera que l'essentiel des cystes du premier repas ont bien été consommés (il y a toujours des pertes). Si tel n'est pas le cas on retarde le repas suivant, quitte à ne pas distribuer la totalité de la ration prévue pour la journée. Chaque auge d'élevage larvaire, qui a reçu un numéro, doit avoir un gobelet attiré dans lequel on met la ration de la journée, pesée au gramme près.

J3 et J4, ALIMENTATION et PREMIERS NETTOYAGES.

A partir du troisième jour d'élevage on doit systématiquement nettoyer les restes d'aliment de la veille, ainsi que les excréments. Avant d'alimenter à nouveau on fera donc le nettoyage très tôt le matin, de façon à ne pas laisser les larves trop de temps sans rien manger. C'est une opération délicate, surtout en début d'élevage. La méthode la plus rapide consiste à décoller les résidus du fond de l'auge en créant des tourbillons par des mouvements de la main à quelques centimètres au-dessus du fond, puis à passer rapidement une épaisseur rectangulaire à maille fine (type aquariophilie), toujours à quelques centimètres au-dessus du fond. Les larves ont tendances à fuir en restant collées au fond de l'auge, et on récupère ainsi les résidus dans l'époussette. On doit toutefois verser ces résidus dans une cuvette pleine d'eau car il arrive que des larves soient prises dans l'époussette. Il faut alors récupérer les larves une à une à l'aide du tuyau souple de 3 mm de diamètre en plastique transparent, en plaçant une extrémité dans la bouche et en aspirant.

On peut aussi découvrir une moitié de l'auge de façon à chasser les larves dans l'obscurité. Un éclairage assez violent (à l'aide d'une baladeuse) du côté non couvert favorise le processus. Une fois que la majorité des larves est dans la zone sombre, on peut nettoyer par siphonage la partie éclairée en prenant peu de larve. Cette technique présente l'inconvénient d'être longue.

Les surverses sont équipées de filtres de 0,5 mm de maille qui se colmatent facilement. Un bon indicateur du colmatage est l'augmentation du niveau de l'eau dans l'auge d'élevage larvaire, et, par voie de conséquence, une diminution dans le bac de reprise. Si le filtre n'est pas nettoyé, l'eau s'écoule par-dessus le filtre et des larves partent dans le circuit. On commence par fermer la vanne d'alimentation en eau, puis on attend que le niveau de l'eau se stabilise avant de retirer le filtre et de le décolmater au jet d'eau.

Dès qu'un bac est propre, il reçoit de l'aliment.

Le débit de renouvellement de l'eau dans une auge doit se situer entre 5 à 10 litres/minute.

J5, LE PREMIER TRI, LES COMPTAGES ET LES RÉPARTITIONS

INTERET

Les larves ne grossissent pas toutes à la même vitesse et cela crée des écarts de taille entre elles. Chez *Heterobranchus longifilis*, les larves sont très voraces et les plus grosses accaparent la nourriture : l'écart entre les grosses et les petites s'accroît et il y a un risque d'apparition de cannibalisme, les plus grosses larves mangeant les plus petites.

On risque aussi d'obtenir une population très hétérogène à la fin de l'élevage larvaire, les larves les plus petites ne grossissent plus car elles n'ont pas accès à la nourriture. Cela obligera l'éleveur à effectuer plusieurs tris simultanés en fin d'élevage larvaire, et va poser des problèmes de répartitions dans les structures de prégrossissement. Il faut donc séparer les grosses des petites, en deux catégories au début de l'élevage larvaire. On le fait cinq jours après l'éclosion car déjà, à cet âge-là, des différences de taille apparaissent, et les larves sont suffisamment vigoureuses pour supporter le tri et les pesées. Il est temps, aussi, de mettre en élevage la quantité prévue de larves par auge. En effet, depuis le début du cycle, chaque circuit n'a qu'une auge occupée, il faut donc répartir les larves en mettant 5000 larves par auge, ce qui correspond à une densité d'empeusement de 20 larves par litre. En fonction du taux d'éclosion on dispose d'un excès plus ou moins important de larves.

Par exemple nous avons vu qu'avec 70g d'œufs et 80% de taux d'éclosion nous obtenons 28000 larves, étant donné que nous devons placer 5000 larves par auge et que nous disposons de quatre auges par circuit, nous aurons besoin de 20000 larves. Il y a donc 8000 larves que nous devons éliminer et il est évident que nous allons les choisir parmi les plus petites. La perte induite en aliment sera faible car les petites

larves auront consommé peu d'aliment. Cette perte sera vite rattrapée par une meilleure conversion de l'aliment par les larves sélectionnées. Il est difficile de jeter des larves vivantes et en bonne santé, mais c'est un geste fondamental que tout pisciculteur expérimenté exécute, car la rentabilité des structures et la qualité des alevins qui seront vendus en dépendent en grande partie.

LE TRI

Le trieur est placé dans une auge pleine d'eau et sans larves (auge 2 de la Fig 13). Il est positionné pour que la maille soit recouverte de 10 à 20 cm d'eau. Deux seaux à surverse équipés de passoires sont remplis avec de l'eau du circuit et placé à côté de l'auge d'origine des larves (auge 1 de la Fig.13). Pour pêcher les larves que l'on veut trier, on ferme l'arrivée d'eau de l'auge puis on siphonne l'eau et les larves en même temps à l'aide d'un tuyau souple de 12 mm de diamètre. L'extrémité du siphon est maintenue dans une passoire (Position A) qui elle-même est placée sur les bords du seau. Ainsi le fond de la passoire reste plongé dans l'eau pendant que celle-ci s'écoule du seau à surverse, et les larves siphonnées restent immergées. Lorsque les larves forment une masse recouvrant tout le fond de la passoire, on passe le siphon dans l'autre passoire (Position B).

Les larves de la première passoire sont transférées dans le trieur. On applique alors au trieur, durant 2 à 3 minutes, un lent mouvement de haut en bas et de bas en haut qui force les larves à passer au travers de la maille. Seules les petites larves y parviennent, elles passent dans l'auge accueillant le trieur (auge 2 de la Fig. 13). Les grosses larves, qui restent dans le trieur, sont transférées dans une auge vide du circuit (auge 3 de la Fig. 13).

On répète ces opérations jusqu'à ce que l'on ait pêché toutes les larves de leur bac d'origine.

Une fois l'opération terminée, toutes les larves sont passées dans le trieur ; les petites sont dans l'auge où fut effectué le tri (auge 2) ; les grosses ont toutes été transférées du trieur dans une autre auge (auge 3). L'auge d'incubation et d'éclosion (auge 1) est donc vide, on en profitera pour bien la nettoyer.

Si les larves ont été nourries à saturation avec des cytes *Artemia* décapsulés, à une température comprise entre 28 et 31°C, et que la maille recommandée (Nortène® 1,8 X 2,3 mm) a été utilisée pour les trier, leur poids moyen à J5 est d'environ 7 mg pour les petites et 12 mg pour les grosses.

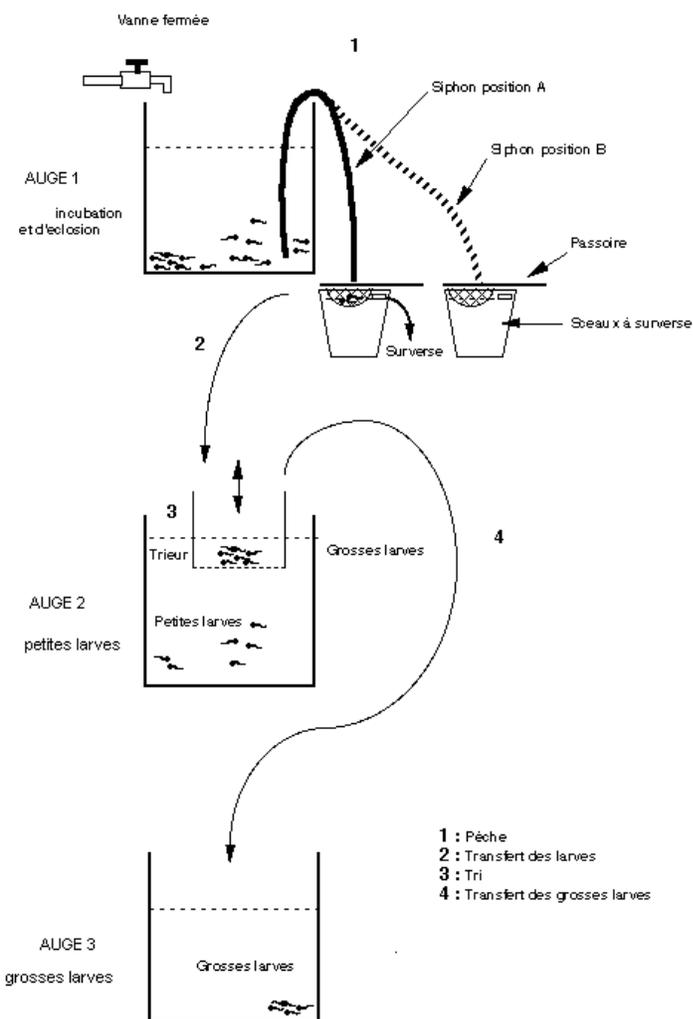


Figure 13 : le tri

LES RÉPARTITIONS PAR COMPTAGE PONDÉRAL

Une fois le tri effectué dans chaque circuit, il faut répartir les larves, et en mettre 5000 par auge de 250 litres. Il n'est pas envisageable de compter les larves une à une, on va donc utiliser le poids moyen d'une larve et le poids total (biomasse) des larves que l'on veut compter pour estimer leur nombre en faisant l'opération suivante :

Biomasse à transférer (en g) = Nombre de larves voulu x Poids moyen d'une larve (en mg) /1000

C'est le comptage pondéral. Le poids correspondant à 5000 grosses larves de 12 mg est 60 g, et à 5000 petites de 7 mg, 35 g.

Pour la pesée, on doit disposer d'une petite cuvette d'un diamètre légèrement supérieur à celui des passoire utilisées pour pêcher les larves et d'une balance dont la précision est le gramme. Cette petite cuvette est posée sur la balance et remplie d'eau. Un point d'appui est disposé à proximité de la balance, de façon à ce que l'on puisse y appuyer le manche de la passoire sans que, ni celle-ci, ni le point d'appui ne touche la balance et la

cuvette (Fig. 14). Le niveau d'eau est ajusté de façon à ce que la maille de la passoire baigne bien dans l'eau.

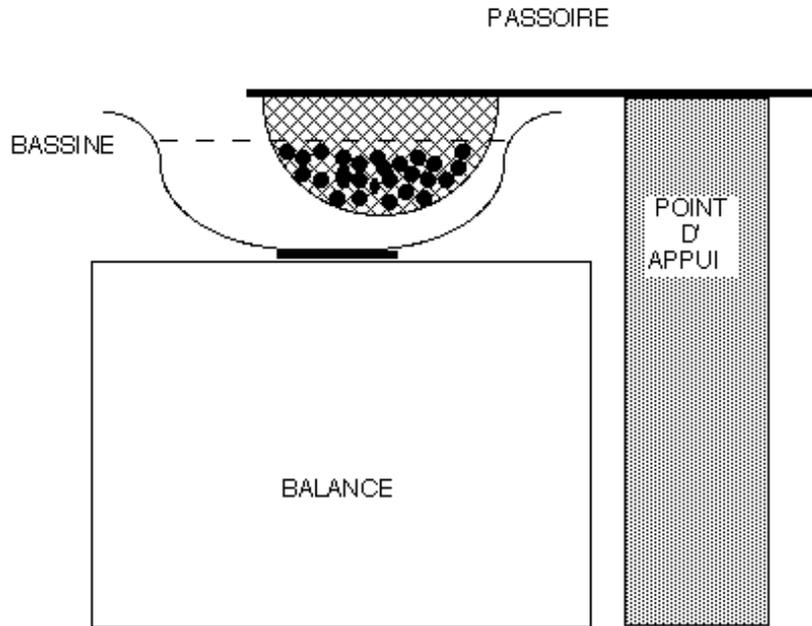


Figure 14 : le comptage pondéral

On pêche les larves selon la technique présentée pour le tri : siphonnage dans un seau à surverse équipé d'une passoire. Chaque fois qu'une passoire est suffisamment pleine de larves, on la sort du seau à surverse, on l'égoutte ensuite sur une serpillière préalablement mouillée puis essorée. Le poids de la cuvette pleine d'eau, indiqué par la balance, est noté avant la pesée (Pesée 1), puis la passoire est mise en position comme indiquée dans la Fig. 14. On veille bien à ce que toutes les larves nagent dans l'eau, à ce que le manche de la passoire repose bien sur le point d'appui sans toucher la cuvette et la balance et à ce que la passoire ne bouge pas. Le poids indiqué sur la balance est noté de nouveau (Pesée 2). Le poids de larves dans la passoire est égale à : Pesée 2 - Pesée 1.

On commencera par peser les grosses larves de manière à pouvoir remplir, dans chaque circuit, le plus grand nombre possible d'auges avec celles-ci. L'(es) auge(s) restante(s) recevra(ont) des petites larves. Il sera nécessaire d'effectuer des pesées successives avant d'atteindre le poids voulu. Les larves de chaque pesée sont mises en attente dans un seau, ainsi, en cas d'erreur, il sera plus facile de recapturer les larves pour pouvoir les peser à nouveau. On continue jusqu'à ce que le seau contienne 5000 larves, c'est à dire jusqu'à ce que la somme des pesées égale la masse désirée (60 g pour des larves de 12 mg). On verse alors le seau dans une auge inoccupée.

Cette opération est répétée, dans chaque circuit, jusqu'à ce que l'on ne puisse plus constituer de lot complet de 5000 grosses larves.

Le dernier lot, qui contient moins de 5000 larves, est remis dans l'auge initiale (auge 3 de la figure 13) et on note bien la masse de larves présente dans cette auge. Il sera complété éventuellement avec des larves provenant des autres circuits.

Une fois toutes les grosses larves réparties, l'(es) auge(s) restant(es) recevra(ont) 5000 petites larves. Le comptage est réalisé comme pour les grosses. Les petites larves en trop dans chaque circuit seront mises de côté, elles pourront éventuellement servir à compléter des auges de petites larves d'autres circuits.

On ne mélangera jamais de grosses et de petites larves dans une même auge, ce qui reviendrait à ne pas faire de tri.

On procède de même avec les autres circuits, en utilisant les lots incomplets de grosses larves pour compléter au mieux les auges des autres circuits. S'il reste à la fin des grosses larves en nombre insuffisant pour constituer un lot de 5000, on peut les répartir dans les bacs de grosses déjà complets, à condition de ne pas dépasser 5500 larves par bac (les rations seront ajustées).

A la fin de l'opération, chaque auge de chaque circuit contient 5000 larves, grosses ou petites. Il reste en général un certain nombre de petites larves qui devront être éliminées.

A la fin des tris et des comptages les larves seront alimentées. On appliquera les mêmes rations aux deux catégories de larves, en tenant compte uniquement du numéro du jour dans le tableau de rationnement (J5), et non pas du poids moyen, ceci jusqu'à la fin du cycle. De cette façon les lots de petites larves combleront leur retard par rapport aux grosses.

Le tri a provoqué des petites blessures il est donc souhaitable, pour éviter l'apparition de maladies, de désinfecter à nouveau le milieu d'élevage avec du bleu de méthylène à une concentration comparable à celle que l'on a utilisé au moment du remplissage des circuits.

ENTRETIENS, NETTOYAGES ET RENOUVELLEMENT D'EAU

A partir de J6, la routine, déjà commencée à J3 et J4, continue.

NETTOYAGE DES AUGES D'ELEVAGE

Très tôt le matin, les auges doivent être nettoyées. Tant que les larves sont alimentées avec des cystes d'*Artémia*, la technique de nettoyage à l'épuisette (présentée pour J3 et J4) est utilisable.

Dès le début du sevrage (J9), c'est la technique par siphonage d'une partie éclairée de l'auge, citée plus haut, qui s'impose. Elle est d'autant plus efficace que les larves sont alors plus rapides et fuient devant le tuyau d'aspiration. On veillera, après le siphonage

des auges, à compléter le niveau d'eau dans le circuit, en apportant un complément dans le bac de reprise.

A partir de J6 les auges qui contiennent les grosses larves peuvent être équipées de filtres sur surverse de 1,5 mm de maille, on fera de même avec les auges qui contiennent les petites larves à partir de J8.

A partir d'environ J20 les larves ont suffisamment grossi pour provoquer, avec leurs mouvements, la mise en suspension des excréments. En augmentant légèrement le débit d'alimentation en eau (de 10 litres à 20 litres/mn) et en plaçant sur les surverses les filtres de 4 mm de maille on met à profit ce comportement pour que les auges soient autonettoyantes.

L'aliment doit être pesé avant que le nettoyage commence, de façon à pouvoir distribuer la première ration dès que l'auge est propre. Chaque auge est alors recouverte et les larves ne sont plus dérangées, sauf au moment des distributions d'aliment.

L'observation du comportement des larves est importante. Elles doivent être vives et s'assembler en paquets aux moments des nettoyages. On peut prélever deux ou trois individus afin d'observer leur état de réplétion (l'estomac et le tube digestif doivent être pleins) et l'éventuelle apparition de nécroses sur la peau, les barbillons et les nageoires (surtout la caudale). L'apparition d'individus nettement plus gros que les autres (les "jumpers") sera le signal d'un déséquilibre dans l'élevage, généralement dû à une mauvaise qualité de l'aliment composé. Il est alors impératif d'éliminer ces gros individus et de changer de qualité d'aliment, après avoir effectué un nettoyage sévère du circuit.

NETTOYAGE DES CIRCUITS FERMÉS ET RENOUVELLEMENTS D'EAU

Une fois que toutes les auges de tous les circuits ont été nettoyées et alimentées, on procède au nettoyage des décanteurs et des filtres en mousse de tous les circuits. Pour cela on arrête la distribution d'eau en fermant la vanne principale de la rampe d'alimentation en eau, ou en mettant la canne en place dans le bac en charge, puis en arrêtant la pompe. On siphonne alors le fond du décanteur, (ou on ouvre la canne centrale du décanteur s'il en est équipé) jusqu'à ce que les déchets soient éliminés. Les mousses du filtre mécanique sont ensuite sorties et lavées, l'eau du bac tampon est changée si elle a été salie par la manipulation des mousses, ce qui est généralement le cas. La pompe est alors remise en marche et la vanne principale d'alimentation en eau est ouverte.

Lors du siphonage des bacs et du nettoyage du filtre et du décanteur, une partie de l'eau du circuit est renouvelée. En début d'élevage, ce renouvellement est largement suffisant une fois par jour. En fin d'élevage larvaire, un renouvellement plus important peut être nécessaire si l'eau se trouble. On procédera alors à un second nettoyage du décanteur et du filtre en mousse dans la même journée, cela augmentera leur efficacité et entraînera un renouvellement d'eau supplémentaire.

Si l'on travaille en circuit ouvert, seul le travail de nettoyage des auges d'élevage est à réaliser.

NETTOYAGE DU DÉCANTEUR-FILTREUR PRINCIPAL

Chaque jour il faut vérifier l'état du décanteur d'alimentation en eau de l'élevage. L'alimentation en eau du décanteur est arrêtée puis les grilles de filtration anti-prédateurs sont nettoyées. Pour limiter au maximum l'entrée de prédateurs et d'animaux indésirables, on commence par nettoyer la deuxième grille, que l'on remet en place avant de nettoyer la première. On passe ensuite à la quatrième puis à la troisième. Le fond du décanteur est nettoyé régulièrement par siphonage ou par vidange.

LE SEVRAGE

A partir de J9 on commence à modifier progressivement la nature de l'aliment : les cystes d'*Artemia* sont remplacés par l'aliment composé (voir tableau de rationnement). A J9 la ration est constituée pour un quart d'aliment composé, pour la moitié à J10, et les trois-quarts à J11. A J12 la ration ne contient plus de cystes d'*Artemia*. L'aliment composé a une tenue à l'eau moins bonne que celle des cystes décapsulés d'*Artemia*, pour cette raison on augmente le nombre de repas, l'idéal, nous l'avons vu plus haut, étant d'utiliser un distributeur automatique.

J30 : FIN DE L'ELEVAGE LARVAIRE, TRANSFERT DES LARVES EN PRÉGROSSISSEMENT.

A J30 la taille des larves (qui sont devenues des alevins) et leur consommation d'aliment sont telles que les capacités d'épuration des circuits d'élevage larvaire sont proches de la saturation. Il est impératif de transférer les jeunes poissons dans d'autres structures : un circuit ou un étang de prégrossissement. Nous rappelons donc que ces dernières structures doivent être prêtes à accueillir les alevins (assec puis remplissage). Si l'élevage larvaire s'est déroulé dans de bonnes conditions la mortalité est négligeable, et la taille des individus est relativement homogène, il n'y a pas d'apparition de "jumpers", ces gros individus cannibales. Toutefois il est indispensable de séparer les gros alevins des petits afin d'éviter les phénomènes de compétition qui ne manqueraient pas d'apparaître durant le prégrossissement. De plus le comptage pondéral est précis lorsque les poids individuels ne présentent pas une dispersion trop importante, ce qui est le cas avec des individus triés.

Le transfert en prégrossissement est très similaire au tri et répartition effectués à J5. Au minimum deux personnes doivent participer à cette opération, une qui manipule les

poissons, l'autre qui calcule et note les poids moyen et les biomasses puis qui estime les nombres d'alevins transférés.

Les poissons de chaque auge d'élevage larvaire sont pêchés, triés en deux catégories, puis les poids moyens des petits et des gros sont évalués. Un comptage pondéral est ensuite effectué au moment du transfert dans les bacs de prégrossissement.

LA PÊCHE

Il est impératif de ne pas alimenter les alevins avant des manipulations importantes. On les pêche grâce aux grandes épuisettes de taille adaptée à la largeur des auges, équipées d'un filet de 6 mm de maille. On commence par donner des coups d'épuisette dans l'auge, en prenant soin de ne pas écraser les alevins, puis on termine par la vidange de l'auge en plaçant l'épuisette entre le tuyau d'évacuation et la gouttière.

LE TRI

L'idéal est de pouvoir effectuer le tri à proximité immédiate de l'auge que l'on pêche. On peut utiliser deux auges amovibles qui servent à stocker les géniteurs, et que l'on remplira avec l'eau du circuit dans lequel on pêche. Pour faciliter les manipulations des alevins, on placera à l'intérieur de ces auges des poches en filet de 6 mm de maille. Il suffira de soulever ces poches pour pouvoir capturer les alevins triés afin de les peser et de les transférer.

Les alevins peuvent être triés de deux façons, soit manuellement, soit à l'aide de trieurs à barreaux (ou à grille arrondie) que l'on peut commander chez des fabricants spécialisés (voir les adresses de fournisseurs en annexe).

Le tri manuel s'effectue sur une table haute bien lisse munie de rebords sur les côtés et de deux ouvertures triangulaires dans deux angles situés du même côté. Les auges amovibles sont placées sous les ouvertures. Le poids moyen des alevins est proche de 1 gramme aussi peut-on prendre la taille correspondante à ce poids comme limite entre les deux catégories triées. On peut dessiner sur la table au feutre indélébile la longueur de référence pour pouvoir s'y reporter en cas de doute. Le tri manuel est long et fastidieux il est donc préférable de l'effectuer, les mains mouillées, à deux personnes qui se placeront en vis-à-vis de part et d'autre de la table.

Si l'on dispose de trieurs du commerce le tri s'effectue directement dans l'une des auges amovibles (ne pas oublier de placer la poche en filet de 6 mm au fond des auges amovibles). On équipe le trieur avec une grille dont les barreaux sont espacés de 3 mm. Les petits poissons passent dans l'auge où est effectué le tri, les gros sont envoyés dans l'auge voisine. Dès l'âge de 15 jours les alevins possèdent un système de respiration aérien fonctionnel, il n'est donc pas indispensable d'adjoindre aux auges un système de bullage d'air. Néanmoins une aération est toujours utile, car les alevins dépensent de l'énergie pour aller prendre l'air.

ÉVALUATION DU POIDS MOYEN

Il est préférable d'évaluer le poids moyen des deux catégories d'alevins pour chaque auge d'élevage larvaire, ceci afin de calculer précisément le nombre d'alevins que l'on va transférer en prégrossissement, mais aussi le nombre d'alevins que l'auge a produit et calculer ainsi une éventuelle mortalité survenue durant l'élevage larvaire.

A la fin du tri on prélève dans chaque auge amovible un échantillon d'une cinquantaine d'alevins (soigneusement comptés) que l'on va peser, après égouttage, tous ensemble dans une cuvette, sans eau, avec la balance dont la précision est le gramme. On divise le poids obtenu par 50 pour obtenir le poids moyen.

COMPTAGE PONDÉRAL ET TRANSFERT EN PRÉGROSSISSEMENT

Dès qu'un lot d'alevins, qui provient d'une auge d'élevage larvaire, a été trié en deux catégories puis échantillonné, on le transfère dans le circuit (ou les étangs) de prégrossissement.

On prendra bien soin de remplir un bac ou un étang de prégrossissement avec des alevins appartenant à la même catégorie, petits ou gros.

A l'aide de la poche en filet, que l'on soulève, on prélève à l'épuisette environ 500 grammes d'alevins (soit environ 500 individus) que l'on égoutte bien et que l'on place, à sec, dans une cuvette munie d'un couvercle, préalablement tarée. On pèse l'ensemble et l'on note le poids des alevins. Puis ceux-ci sont mis dans une bassine (ou récipient de type poubelle) avec de l'eau. On calcule immédiatement, à l'aide du poids moyen, le nombre d'alevins que l'on vient de peser (poids total / poids moyen) puis on les transfère dans une unité de prégrossissement. On procède ainsi par pesées successives et par ajustement jusqu'à atteindre le nombre d'alevins requis dans une unité de prégrossissement. Dans le modèle que nous proposons, soit des bacs de prégrossissement de 4 m³, il faudra peser 10 000 alevins. Environ deux auges d'élevage larvaire seront nécessaires pour remplir un bac de prégrossissement.

LE PRÉGROSSISSEMENT

Cette phase est beaucoup moins contraignante que l'élevage larvaire, car les alevins d'un mois sont rustiques et moins sensibles que les larves, aux maladies, aux variations de température et aux pollutions. Les opérations d'entretien sont réduites, il n'y pas, entre autres, de siphonnages des déchets à effectuer dans les enceintes d'élevage, aussi ces dernières peuvent-elles prendre place à l'extérieur. Il sera toutefois important de couvrir les bacs pour protéger les jeunes silures de la lumière et éviter le développement de phytoplancton (eau verte). Par contre, dans le cas du

prégrossissement en étangs en terre aménagés, la coloration verte de l'eau jouera le même rôle de protection.

Nous avons évoqué en introduction de cet ouvrage que la production intensive en structures hors-sol, et l'élevage en étangs (bassins extérieurs creusés à même le sol) devaient s'envisager comme deux métiers distincts, car se pratiquant dans des environnements différents, l'un artificiel (contrôle total des paramètres d'élevage), l'autre proche du naturel. Il en va de même pour les deux options : prégrossissement intensif en bacs en béton, ou extensif en étang.

Chaque option a ses avantages et ses inconvénients :

- Le prégrossissement intensif garantit une production stable en routine avec une survie excellente et une bonne homogénéité de la récolte, laquelle est facile à mettre en œuvre. Il représente une faible emprise au sol et peut être implanté en tout lieu. L'entretien est aisé. Cette option a toutefois pour inconvénient d'impliquer un investissement important (béton, pompes), et un coût de fonctionnement (électricité, aliment) élevé.

- Le prégrossissement extensif a pour avantage d'impliquer un investissement et un coût de fonctionnement relativement faibles et de faire bénéficier les alevins d'une productivité naturelle de l'étang (larves de batraciens, insectes...) qui est gratuite et qui favorise la croissance. Ce type d'élevage est cependant soumis aux variations saisonnières de l'environnement, et il est d'un entretien délicat si l'on veut conserver des conditions d'élevage stables. Une alimentation naturelle a tendance à favoriser une croissance différentielle au stade alevins. Elle aura pour conséquence une hétérogénéité de la population au moment de la récolte, et favorisera le cannibalisme. La survie est généralement moins bonne et plus aléatoire qu'en élevage intensif.

ENTRETIEN DES BACS DE PREGROSSISSEMENT

La pente générale du fond des bacs permet une accumulation des déchets les plus lourds au pied du cadre grillagé (fig. 7, 3). Les déchets légers sont évacués par la gouttière (fig. 7, 4), ceci d'autant plus facilement que les alevins, par leurs déplacements, les mettront en suspension dans l'eau.

La première opération consiste, chaque matin, à passer doucement un balai-brosse (poils souples) sur le cadre grillagé (fig. 7, 3), puis après quelques instants, la seconde opération est d'effectuer une chasse en ouvrant la vanne (fig. 7, 5) de façon à évacuer les déchets dans la rigole (fig. 7, 6).

L'idéal, uniquement sur le plan du rendement, est d'alimenter les alevins en continu durant la nuit à l'aide d'un distributeur automatique. Mais nous avons vu dans le chapitre alimentation que l'utilisation de distributeurs pose des problèmes de coût à l'achat, et d'entretien. En l'absence de distributeur, on partagera la ration journalière en 6 repas

équivalents avec un étalement le plus large possible (de 7 h à 20 h par exemple), après avoir effectué les opérations de nettoyage.

Le débit de renouvellement d'eau dans chacun des bacs varie de 1 à 2 litres/seconde durant les 30 jours de prégrossissement. Ce débit permet une bonne évacuation des déchets vers le décanteur.

J60, fin du prégrossissement

A ce stade, le responsable de l'écloserie risque d'avoir une importante quantité d'alevins (ou juvéniles) dont il ne sera que faire, s'il n'a pas programmé correctement leur évacuation vers les unités de grossissement. Il paraît donc important de disposer d'étangs de stockage provisoires, soit dépendants de l'écloserie, soit chez un éleveur, ceci pour palier aux imprévus liés aux commandes ou aux livraisons de juvéniles. Conserver des juvéniles dans un ou plusieurs bacs de prégrossissement, en attendant la vente, après la fin théorique de la période du prégrossissement, va retarder la totalité du travail qui est effectué dans l'écloserie, car, nous l'avons vu, toutes les activités dépendent les unes des autres. L'idéal est que la programmation de la commercialisation soit parfaitement en phase avec celle de l'élevage.

Il est préférable de ne pas alimenter les juvéniles la veille de leur expédition, ceci afin d'éviter qu'ils ne polluent l'eau dans laquelle ils vont voyager, avec leurs excréments.

Les opérations effectuées à J5 et J30 sont reprises dans le même ordre : pêche, tri, échantillonnage, comptage et répartition. Cette dernière opération se fait, cette fois, en fonction des commandes.

LE DERNIER TRI

Les juvéniles sont pêchés par vidange du bac en ouvrant la vanne (fig. 7, 5), en ayant au préalable arrêté l'alimentation en eau. Les poissons sont retenus par la grille (fig. 7, 3), et l'on conservera pour la pêche une hauteur d'eau de 15 cm afin de pouvoir les capturer à l'épuisette sans les blesser. Comme à J30, l'idéal est de pouvoir trier à proximité immédiate du bac que l'on pêche. On pourra donc utiliser les mêmes auges amovibles, initialement destinées à stocker les géniteurs, équipées des poches en filet de 6 mm. Si l'on dispose de trieurs à barreaux ou à grilles du commerce, on choisira un écartement de 7 à 8 mm. Un tri manuel pourra être effectué sur la table déjà utilisée à J30, en modifiant toutefois la marque étalon qui servira de référence.

L'ECHANTILLONNAGE

L'échantillonnage peut être effectué dès que les deux premières auges amovibles sont pleines, l'une avec les poissons les plus petits, l'autre avec les gros. Comme à J30, on pèse une cinquantaine d'individus de chaque catégorie, pour établir le poids moyen.

COMPTAGE ET EXPEDITION

Le comptage pondéral des juvéniles selon les commandes se fera donc toujours selon le même principe : par pesées successives du contenu de l'épuisette, estimation du nombre à l'aide du poids moyen, et par ajustement. Il n'est pas nécessaire de conditionner les juvéniles sous oxygène (sauf s'il faut les transporter en sacs fermés), car ils peuvent venir respirer à la surface, mais il ne faut pas qu'ils soient trop concentrés afin qu'ils puissent effectivement gagner la surface en nageant. Le plus pratique est d'utiliser des récipients en plastique de 100 litres munies de couvercles (type poubelle), que l'on remplira à moitié. On perce une couronne de petits trous (\varnothing 3 mm) à mi-hauteur de la poubelle, et de cette façon, durant le transport, on pourra effectuer des changements d'eau (toutes les deux heures environ) en versant de l'eau propre directement dans les poubelles. Il est recommandé de ne pas mettre plus de 500 juvéniles par poubelle, soit dans 50 litres d'eau.

PROPHYLAXIE ET THERAPEUTIQUE

Dans des structures hors-sol, c'est-à-dire en élevage intensif, des maladies peuvent apparaître rapidement lorsque des oublis ou négligences sont commis dans la conduite de l'élevage. Un mauvais assec, une accumulation des déchets dans les circuits, une densité d'élevage trop forte, un excédent d'aliment ou une variation trop forte de la température de l'eau peuvent avoir un impact négatif sur la qualité de l'élevage, provoquer un " stress " et engendrer des maladies.

Par contre, si la conduite de l'élevage est bien menée, conformément aux indications, il y a très peu de risques pour que des agents pathogènes se développent. Toutefois deux causes de mortalités peuvent être indépendantes de la volonté de l'éleveur : une mauvaise qualité de l'eau qui alimente l'écloserie (pollution, contamination) ou une mauvaise qualité de l'aliment (voir les chapitres concernant ces éléments). Il est donc essentiel de s'assurer de la fiabilité et de la qualité de ces deux intrants. La situation la plus confortable étant celle qui consiste à s'alimenter en eau à partir d'un réseau urbain de distribution, et à utiliser un aliment de haute qualité.

La période critique débute à l'âge de 8-10 jours, au moment du sevrage et de la formation de l'appareil respiratoire annexe (organe arborescent), et se termine à l'âge de 20-25 jours.

Une observation quotidienne du comportement des larves est essentiel et permet de voir apparaître les premiers signes d'une maladie. Il est donc recommandé d'en prélever deux ou trois que l'on place dans un verre d'eau afin de pouvoir les observer sous tous les angles. L'état de réplétion (quantité d'aliment contenue dans l'estomac et les intestins) est un bon indicateur de la qualité de l'eau (les poissons perdent leur appétit si l'eau est polluée). L'état des barbillons est aussi un très bon indicateur : s'ils sont rognés ou absents cela peut correspondre à une attaque des congénères (dans ce cas c'est

révélateur d'un déficit alimentaire), ou d'agents pathogènes (bactéries ou champignons). On peut à ce stade (encore) intervenir efficacement, pour cela il faut :

- soigner particulièrement le nettoyage des structures (auges, filtres, décanteurs),
- effectuer un renouvellement important de l'eau (3/4 du volume du circuit). Lors de cette opération on veillera à ne pas faire baisser la température brutalement dans les bacs d'élevage, un choc thermique risque de créer un stress supplémentaire et de provoquer l'effet contraire à celui désiré.
- réintroduire des cystes décapsulés d'*Artemia* (1/10^{ème} de la ration) dans les repas,
- s'assurer de la qualité de l'aliment composé, éventuellement changer de stock,
- diminuer temporairement les rations de 50% (jusqu'à ce que les poissons soient très actifs),
- appliquer un traitement au bleu de méthylène en introduisant 300 à 400 ml de la solution préparée à l'avance (0,1 g / litre) dans l'eau du circuit (concentration plus élevée que pour un traitement préventif).

Il est évident qu'une maladie détectée très tôt sera combattue plus efficacement, en particulier au sein d'un élevage intensif où la propagation des germes pathogènes est fulgurante. Généralement dans ce type d'élevage lorsqu'une mortalité importante est constatée (de l'ordre de 20%), et que celle-ci n'est pas due à une erreur de manipulation (vanne restée fermée par exemple) mais bien à un agent pathogène, on peut considérer que cette mortalité va se prolonger encore avant qu'un traitement efficace ait pu la stopper. La densité d'élevage qui va chuter, et la différence de comportement alimentaire entre les larves encore saines et celles qui sont malades, va augmenter l'hétérogénéité du lot, et favoriser l'apparition du cannibalisme. Même si l'on arrive à contenir la maladie, on se retrouvera en fin d'élevage avec un lot d'alevins disparates en taille, difficilement vendables. Manipuler et/ou trier des larves qui ont été malades, afin de les remettre dans des conditions d'élevage correctes, provoquent de nouvelles mortalités. Un cycle infernal est enclenché. Dans ces conditions (mortalité supérieure à 20%), il est donc préférable de recommencer un nouveau cycle, en se débarrassant du stock de larves encore vivantes tout en recherchant les causes de la contamination, puis en pratiquant un assec sévère.

Les agents pathogènes les plus fréquemment observés en élevage larvaire sont les champignons du genre *Saprolegnia*, les microparasites externes et les bactéries du genre *Aeromonas* qui peuvent apparaître à la suite d'une manipulation ou d'un stress.

Les champignons provoquent une nage dandinante de la larve et un duvet se développe sur les barbillons et les nageoires. Si un traitement unique au bleu de méthylène ne semble pas efficace on utilisera du FMC (développé par G. Bassler en 1978) qui est une combinaison de formol, de bleu de méthylène et d'oxalate de vert malachite (sans zinc), sa composition est la suivante :

- 1 litre de formol à 37-40%,
- 3,7 g de bleu de méthylène,
- 3,7 g d'oxalate de vert de malachite.

Cette solution de base est administrée à raison de 1 à 1,2 ml (20 à 25 gouttes) pour 100 litres d'eau du circuit (on fait fonctionner la pompe). Elle a l'intérêt d'être efficace pour lutter contre une large gamme de mycoses mais aussi contre les parasites externes unicellulaires, les vers de la peau et des branchies. Ce traitement est très efficace, à condition de ne pas considérer un traitement unique comme une garantie définitive. Il est donc recommandé de refaire un traitement à une semaine d'intervalle en circuit fermé et à 2-3 jours d'intervalle en circuit ouvert. Les produits de traitement seront peu à peu éliminés, en circuit fermé, par les changements d'eau liés aux nettoyages.

ELEMENTS DE REFLEXION POUR UNE ETUDE ECONOMIQUE

Ces éléments vont permettre d'effectuer une approche du niveau de rentabilité d'une unité de production d'alevins d'*Heterobranchus*, en prenant en compte les différents postes de dépenses en investissement et en fonctionnement. Mais les coûts vont considérablement varier d'un pays à l'autre, et il en sera de même pour les possibilités d'ouverture du marché pour ce produit. Il reviendra donc à l'entrepreneur de faire ce calcul de rentabilité en fonction des paramètres économiques locaux, en prenant en compte les éléments que nous lui fournissons. Pour illustrer notre propos nous donnerons quelques exemples en prenant pour modèle le contexte de la Côte d'Ivoire de la fin des années 90.

INVESTISSEMENTS

L'importance des investissements sera bien sûr fonction de l'objectif de production que l'on se fixe. Nous avons vu que les structures d'élevage sont modulables, le module étant un circuit fermé d'élevage larvaire de quatre auges qui produit 20 000 larves par cycle. Nous pouvons donc considérer que la taille minimale à retenir correspond à cette structure de base, et le dimensionnement des équipements que nous donnons dans cet ouvrage permet de trouver les références des prix, et par conséquent de calculer les coûts correspondants.

Il est certain que le montant des investissements sera considérablement réduit si l'on dispose déjà d'un local qui bénéficie d'un approvisionnement en eau et en électricité. C'est pour cette raison que nous recommandons l'installation dans une zone urbaine ou périurbaine reliée à des réseaux de distribution d'eau et d'électricité. L'idéal est de pouvoir utiliser un hangar (construction, achat ou location) dans une zone industrielle.

Si l'approvisionnement en eau se fait à partir d'un barrage (retenue collinaire), avec un écoulement gravitaire, le poste de dépense en eau sera nul. Mais il est rare que l'on puisse trouver un tel site qui bénéficie en même temps d'un réseau de distribution

électrique. Or l'approvisionnement permanent en électricité à partir d'un groupe électrogène est à proscrire, en raison des frais d'entretien.

FONCTIONNEMENT

Une façon d'avoir une bonne approche du coût de fonctionnement d'une unité donnée est de calculer le prix de revient d'un alevin, en calculant l'impact des différents postes de dépense. Ainsi en fonction de l'objectif de production on pourra calculer les charges, en admettant toutefois que les frais fixes (personnel, énergie, maintenance...) sont nécessaires et suffisants pour atteindre l'objectif de production, et que celui-ci sera respecté.

A titre d'exemple nous allons donc estimer le prix de revient d'un alevin dans le cadre d'un objectif de production de 100 000 alevins par cycle (10 cycles / an), tel que nous le proposons dans ce manuel, ceci dans le contexte de la Côte d'Ivoire de la fin des années 90, avec une parité 100Fcfa = 1FF.

Poste aliment.

Les cystes d'Artemia décapsulés.

Dans le tableau de rationnement de l'élevage larvaire nous voyons qu'il est nécessaire d'apporter 501g de cystes décapsulés pour 5000 larves, cela correspond à 0,056g de cystes secs par larve. Sachant que l'on peut utiliser des cystes de basse qualité (faible taux d'éclosion) dont le prix au kg avoisine 35 000Fcfa (350FF), cela correspond à 2Fcfa par larve auquel il faut ajouter 0,25Fcfa pour l'eau de Javel nécessaire au traitement.

L'aliment composé pour l'élevage larvaire.

Le tableau de rationnement indique que l'on doit apporter 8166g pour 5000 larves ce qui correspond à 1,63g par larve. Dans le cas de l'utilisation d'un aliment fabriqué localement (qualité variable), vendu à 300Fcfa/kg, cela représente 0,5Fcfa par larve produite. Si l'on utilise un aliment fabriqué en Europe pour l'élevage larvaire du silure glane dont le prix H.T. départ usine est de 1151Fcfa/kg cela représente 1,9Fcfa par larve produite, auquel on doit ajouter le coût du transport et des taxes. Nous avons vu dans le chapitre alimentation qu'une telle différence de prix peut être rattrapée par une meilleure croissance des larves, une moindre pollution du milieu, et par conséquent un entretien et des risques de pathologies moins importants.

L'aliment composé pour le prégrossissement.

Le tableau de rationnement indique que l'on doit apporter 11g d'aliment par alevin, décomposé, dans le cas de l'aliment fabriqué en Europe, en 2,7g de 0,6-1,0mm et de 8,3g de 1,5mm. Dans le cas d'un aliment fabriqué localement à 300Fcfa/kg cela représente 3,3 Fcfa par alevin produit, dans le cas d'un aliment produit en Europe cela représente 8,6 Fcfa auxquels il faut ajouter le prix du transport et des taxes.

Le poste aliment représente donc 5,45Fcfa par alevin produit dans le cas d'une fabrication locale de l'aliment, et environ 15Fcfa dans le cas d'une importation de la totalité de l'aliment (élevage larvaire et prégrossissement).

Poste électricité.

Chaque circuit d'élevage larvaire est équipé d'une pompe dont la puissance est d'environ 1Kw, cela représente 3600Kw/h par mois soit un coût de 210000Fcfa (tarif domestique). Le circuit de prégrossissement est équipé de deux pompes de 1,7Kw, cela représente une consommation de 2448Kw/h par mois soit un coût de 142000Fcfa. On peut estimer à 2Kw la puissance des équipements complémentaires (congélateur, climatiseur) pour un coût mensuel de 84000Fcfa. Cela représente un moment total de 436000Fcfa/mois, soit 4,36Fcfa par alevin produit.

Poste eau.

Nous nous plaçons dans le cas d'un approvisionnement en eau domestique à partir du réseau de distribution urbain. A partir des valeurs données dans le chapitre "besoins en eau" nous pouvons estimer les besoins à 40 m³ / mois pour l'élevage larvaire et à 320 m³ / mois pour le prégrossissement, soit un coût de 102 920 Fcfa, ce qui représente 1 Fcfa par alevin produit.

Poste salaires.

Nous estimons à 3 personnes (un cadre et deux ouvriers) le personnel nécessaire pour assurer le fonctionnement d'une unité telle que nous la présentons, en sachant qu'il y aura une grande variabilité dans l'intensité du travail à fournir (périodes de pointe au moment des reproductions, des tris, des expéditions). Le coût salarial d'un cadre, en Côte d'Ivoire, est d'environ 200000Fcfa/mois, et de 100000Fcfa/mois pour chaque ouvrier. Le montant total de la charge salariale peut donc être estimé à 400000Fcfa/mois, ce qui représente 4,8Fcfa par alevin produit.

Poste entretien et fournitures diverses.

On peut estimer le coût mensuel des différents produits d'entretien, des fournitures et pièces de rechange à 10% des charges variables.

Dotation aux amortissements

Généralement le gros œuvre (bâtiments) est amortissable sur 10 ans et les structures d'élevage (circuits, pompes) sur 5 ans. Il est difficile d'estimer le coût global correspondant à de tels investissements qui sont très variables selon les pays. En Côte d'Ivoire on peut penser que le coût du gros œuvre représente 40 millions de Fcfa et celui des structures 20 millions. Cela représente une dotation de 67 0000fcfa/mois, soit 8,04 Fcfa par alevin produit.

Tableau récapitulatif de la composition du prix de revient (en Fcfa) d'un alevin de 10g :

Postes de dépenses	Valeurs locales	Valeurs importées
	montant %	montant %
Aliments		
- <i>Artemia</i>	* 9%	2,25 6%
- Granulés (élevage larvaire)	0,5 2%	3 8%
- Granulés (prégrossissement)	3,3 13%	12,9 33%
Electricité	4,53 17%	* 12%
Eau	1,00 4%	* 3%
Salaires	4,8 18%	* 12%
Divers	1,64 6%	* 7%
Amortissements	8,04 31%	* 20%
TOTAL	26,06 100%	39,32 100%

Calculer les frais financiers, ou entreprendre des études économiques plus approfondies n'entre pas dans le cadre de ce manuel qui se veut avant tout technique. Les différents éléments apportés permettent d'avoir un aperçu de la rentabilité d'une telle unité, mais ne constituent qu'une estimation.

Ces éléments permettent d'estimer le prix de revient de l'alevin (hors frais financiers) à 26,06 Fcfa en utilisant de l'aliment local, et à 32,7 Fcfa avec l'aliment importé. Durant la période correspondante aux prix retenus, dans le contexte ivoirien, l'alevin de 10g était vendu 70Fcfa. Mais ce prix de vente de l'alevin ne laisse en rien préjuger de l'étendue du marché pour cette espèce, aussi une évaluation de cette étendue dans la zone où l'élevage doit être implanté, représente également une étape préalable essentielle.

ANNEXES

LISTE DU MATERIEL

Structures d'élevage

- surverses
- filtres sur surverse (0,5 mm, 1,5 mm, 4 mm de vide de maille)
- passoires
- tuyaux souples de siphonage (différents diamètres)
- seaux à surverse (décrits au chapitre MATERIEL ANNEXE)

Décapsulation des œufs d'*Artemia*

- pompe à air d'aquariologie et tuyaux plastiques d'aération
- sel
- eau de Javel à 8° ou à 12° chlorimétrique
- tamis de 0,1 mm de maille (100 microns)
- bac cylindro-conique (décrits au chapitre MATERIEL ANNEXE)
- seau
- congélateur

Pêche et présélection des géniteurs

- une senne à grande poche, dont la largeur est au moins égale à celle de l'enclos ou de l'étang
- des poubelles avec couvercle pour le transport des poissons à l'écloserie
- 1 épuisette à grande maille et poche profonde
- un peson (poids maximum : 10 kg)

Sélection des femelles à induire

- un peson
- une table de travail
- des serpillières
- un cathéter ou canule souple : petit tuyau de diamètre intérieur de 1,5 mm et de diamètre extérieur de 3 mm dont une extrémité est taillée en biseau
- un double décimètre

Induction des femelles

- une table de travail
- Seringues à insuline de 1 ml, graduées en ml ou cc (1 ml = 1 cc)
- Aiguilles pour injection intra musculaire (les aiguilles livrées avec les seringues à insuline sont trop petites)
- hCG (hormone chorionique gonadotrope) que l'on trouve en pharmacie sous la dénomination : Gonadotrophine Chorionique " Endo® "
- Sérum physiologique (en pharmacie)
- Papier absorbant
- Serpillières
- Table de travail
- Thermomètre minima-maxima placé à l'avance dans un bac individuel. Ce thermomètre sera protégé par un grillage plastique ou tout autre dispositif

Prélèvement et conservation du sperme

- Matraque
- Matériel de dissection : ciseaux, grande pince
- Papier absorbant
- Bêcher ou petit verre de 50 ml (= 50 cc)
- Seringue graduée au 1/10 ml

- Sérum physiologique
- Glace ou réfrigérateur

Prélèvement des œufs (ovules)

- Petites bassines en plastique de 2 litres
- Balance au gramme près (ou 10 g), une petite balance ménagère est satisfaisante
- Torchons
- Serpillières
- Papier absorbant

Fécondation et mise en incubation

- Bols en plastiques
- Petites cuillères
- Sérum physiologique
- Incubateurs (décrits au chapitre MATERIEL ANNEXE)
- Seringues de 5 ou 10 ml
- Circuit d'élevage larvaire prêt

Elevage larvaire

- Tuyaux plastique souple de diamètre 0,8 à 1,2 cm de 2 à 2,5 m de long
- Epuisettes d'aquariologie rectangulaires, toile souple de 0,5 mm de maille
- Trieur (décrits au chapitre MATERIEL ANNEXE)
- Seaux avec surverse (décrits au chapitre MATERIEL ANNEXE)
- Grandes passoires en plastique à usage domestique dont la maille fait 0,3 à 0,6 mm
- Plumes de poulet
- Pot en plastique cylindrique et haut de 1 ou 1,5 L
- Cuvettes en plastique
- Balance précise au gramme près
- Gobelets en plastique destinés à recevoir l'aliment

Prégrossissement

- Grandes épuisettes rectangulaires à maille de 6 mm
- Petits seaux avec couvercle pour l'aliment

ADRESSES UTILES

Cystes d'Artemia

COMPAGNIE DES SALINS DU MIDI ET DES SALINES DE L'EST.
 MIDISEL, Service des Pêches.
 BP49, 30240 LE GRAU DU ROI (France)
 Tél. 04 66 51 46 76, Fax. 04 66 53 45 50.

ACUAZUL

C/. Mogarizas 3, nº 14-A - 11130 Chiclana (CADIZ) – (Espagne)
 TELF/FAX: 34 956 494404 - Portable: 34 607 57 51 62
 E
 E-mail : acuazul@interbook.net

Aliment composé (spécial silure)

BioMar S.A.
 Zone Industrielle – BP1, 16440 NERSAC (France)
 Tél. 05 45 90 35 00, Fax. 05 45 90 99 03.
 E-mail : biomar@biomar.fr

Distributeurs d'aliment

AQUALOR
 42, rue de la porte d'Allemagne
 57930 FENETRANGE (France)
 Tél. 03 87 25 72 02
 E-mail : aqualor@heymann-aquaculture.com

Maille filtrante

FILTIS
 89, rue de la Vilette
 BP 3175
 69211 LYON cedex 03 (France)
 Tél 04 72 13 14 15
 E-mail : c.glasset@sesar-filtis.fr (commercial pour l'Afrique)

POUR EN SAVOIR PLUS

Manuel :

Manuel pratique de pisciculture du poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*), par W. Viveen, C. Richter, P. van Oordt, J. Janssen et E. Huisman. FAO, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Division des publications, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

Publications :

LEGENDRE M., 1983. Examen préliminaire des potentialités d'un silure africain *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) pour l'aquaculture en milieu lagunaire. Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 14 (2) : 97-107.

LEGENDRE M., 1986. Seasonal changes in sexual maturity and fecundity, and HCG-induced breeding of the catfish *Heterobranchus longifilis* Val. (Clariidae), reared in Ebrié lagoon (Ivory Coast). Aquaculture, 55 : 201-213.

SLEMBROUCK J. et M. LEGENDRE 1988. Aspects techniques de la reproduction de *Heterobranchus longifilis* (Clariidae). Centre de Recherches Océanographiques Abidjan, NDR 02/88.

LEGENDRE M., 1989.- Enquête préliminaire sur la consommation du silure *Heterobranchus longifilis* en Côte d'Ivoire. Arch. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 12 : 1-12.

TEUGELS G.G., DENAYER B. et LEGENDRE M., 1990. A systematic revision of the African catfish genus *Heterobranchus* Geoffroy-Saint-hilaire, 1809 (Pisces: Clariidae). Zool. J. Linn. Soc., 98 : 237-257.

KERDCHUEN N. et LEGENDRE M., 1991. Influence de la fréquence et de la période de nourrissage sur la croissance et l'efficacité alimentaire d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae). Aquat. living Resour., 4 : 241-248.

LEGENDRE M., 1991. Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II. 83 p. + 111 p. annexes. (publiée par l'ORSTOM sous la référence TDM 89, 1992).

LEGENDRE M. et G.G. TEUGELS, 1991. Développement et tolérance à la température des oeufs de *Heterobranchus longifilis*, et comparaison des développements larvaires de *H. longifilis* et de *Clarias gariepinus* (Teleostei, Clariidae). Aquat. living Resour., 4 : 227-240.

LEGENDRE M., SLEMBROUCK J., KERDCHUEN N. et Z. OTEME, 1991. Evaluation d'une méthode extensive d'alevinage des Clariidae en cages implantées en étangs. Document ORSTOM Montpellier, n°4, 35 p. + annexes.

KERDCHUEN N. et LEGENDRE M., 1992. Effet favorable des fortes densités pour l'adaptation d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Pisces, Clariidae), en bacs de petit volume. Rev. Hydrobiol. Trop., 25 : 63-67.

LEGENDRE M., 1992. Bilan des premiers essais d'élevage d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Clariidae), en milieu lagunaire (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). p. 211-232, In : BERNACSEK G.M. et H. POWLES (eds), Recherches sur les systèmes aquacoles en Afrique. Centre de Recherches pour le Développement International, IDRC-MR308e,f, Ottawa, Canada.

LEGENDRE M., TEUGELS G.G., CAUTY C. et JALABERT B., 1992. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). J. Fish Biol., 40 : 59-79.

TEUGELS G.G., OZOUF-COSTAZ C., LEGENDRE M. et M. PARRENT, 1992. A karyological analysis of the artificial hybridization between *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* (Pisces, Clariidae). J. Fish Biol., 40 : 81-86.

TEUGELS G.G., GUYOMARD R. et LEGENDRE M., 1992. Enzymatic variation in clariid catfishes. J. Fish Biol., 40 : 87-96.

SLEMBROUCK J. 1993. Aménagement d'une serre aquacole avec conception, réalisation et mise en fonctionnement de circuits fermés pour l'élevage de deux silures d'origine européenne (*Silurus glanis*) et africaine (*Heterobranchus longifilis*). Rapport de stage de technicien spécialisé en aquaculture, CREUFOP, 28 p.

HEM S., LEGENDRE M., TREBAOL L., CISSE A., OTEME Z. et MOREAU Y., 1994. L'aquaculture lagunaire. p. 367-398, In : DURAND J.R., P. DUFOUR, D. GUIRAL et S. G. ZABI (eds), Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. 2 - Les milieux lagunaires. Editions de l'ORSTOM, Paris, 546 p.

KERDCHUEN N. et LEGENDRE M., 1994. Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis* Val. (Teleostei, Clariidae) : a comparison between natural and artificial feed. Aquat. Living Resour., 7 : 247-253.

LAZARD J. et LEGENDRE M., 1994. La pisciculture africaine: enjeux et problèmes de recherche. Cahiers Agricultures, 3 : 83-92.

AGNESE J. F., Z. J. OTEME and S. GILLES, 1995. Effects of domestication on genetic variability, fertility, survival and growth rate in a tropical siluriform: *Heterobranchus longifilis* Valenciennes 1840. . Aquaculture .131 : 197-204.

LEGENDRE M. et OTEME Z., 1995. Effect of varying latency period on the quantity and quality of eggs after hCG-induced ovulation in the African catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae). Aquat. Living Resour., 8 : 309-316.

LEGENDRE M., KERDCHUEN N., CORRAZE G. et BERGOT P., 1995. Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae) : Effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. Aquat. Living Resour., 8 : 355-363.

NUNEZ RODRIGUEZ J., HEM S., OTEME Z. J., 1995. Comparative study of vitellogenesis of two African catfish species *Chrysichthys nigrodigitatus* (claroteidae) and *Heterobranchus longifilis* (clariidae). Aquatic Living Resources.8: 291-296.

OTEME Z. J., GILLES S., 1995. Elevage larvaire du silure africain *Heterobranchus longifilis* : évaluation quantitative des besoins en proies vivantes des larves. . Aquat. Living Resour., .8 : 351-354.

LEGENDRE M. et PROTEAU J.-P. (éditeurs), 1996. The biology and culture of catfishes. Aquat. Living Resour., Vol. 9, Hors série, 235 p.

LEGENDRE M., LINHART O. et BILLARD R., 1996. Spawning and management of gametes, fertilized eggs and embryos in Siluroidei. p. 59-80. In : Legendre M. et J.-P. Proteau (eds), The biology and culture of catfishes. Aquat. Living Resour., Hors série, 235 p.

OTEME Z., HEM S. et LEGENDRE M., 1996. Nouvelles espèces de poissons chats pour le développement de la pisciculture africaine. p. 207-217. In : Legendre M. et J.-P. Proteau (eds), The biology and culture of catfishes, Aquat. Living Resour., Hors série, 235p.

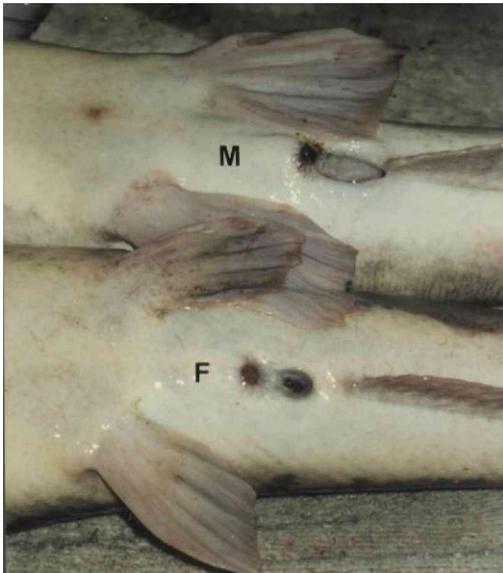
OTEME Z. J., J. NUÑEZ RODRIGUEZ, C.K. KOUASSI, J.F. AGNESE, S. HEM , 1996. Testicular structure and sperm cryopreservation of the african catfish *Heterobranchus longifilis* Clariidae. Aquaculture Res.. 27: 805-813.

NGUENGA D., TEUGELS G.G., LEGENDRE M. et OLLEVIER F., 1997. First data on the experimental evaluation of predation on *Heterobranchus longifilis* larvae (Siluroidei, Clariidae) by toad tadpoles (*Bufo regularis*). Aquaculture research, 28 : 335-339.

NUÑEZ J. RODRIGUEZ, R. DUGUE, Z. J. OTEME, S. HEM, AND F. LE MENN , 1997. Vitellogenin plasma levels in two cultured African catfish species, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Claroteidae) and *Heterobranchus longifilis* (Claridae). . Aquat. Living Ressor. .10: 231-238.

LEGENDRE M. et LEVEQUE C., 1998. L'aquaculture. In C. LEVEQUE et D. PAUGY (eds), Les poissons des eaux continentales africaines : diversité, biologie, écologie et utilisation par l'homme. ORSTOM. (sous presse).

FREUND F., HÖRSTGEN-SCHWARK and HOLTZ W., 1995. Seasonality of the reproductive cycle of female *Heterobranchus longifilis* in tropical pond culture. Aquat. Living Resour., 1995, 8, 297-302.



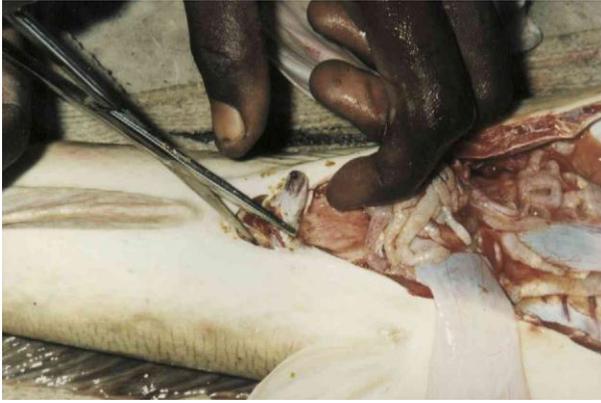
Photographie 1 : distinction des papilles génitales



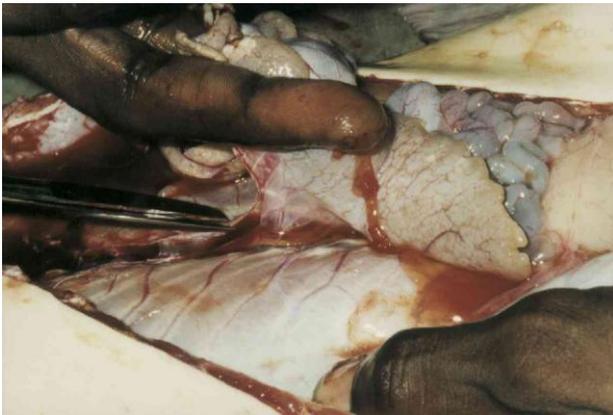
Photographie 2 : la biopsie.



Photographie 3 : identification des testicules



Photographie n° 4 : prélèvement des testicules



Photographie n°5 : ablation d'un testicule



Photographie n°6 : les vésicules séminales (V) et les testicules (T).



Photographie n°7 : le prélèvement du sperme.



Photographie n°8 : le prélèvement des ovules.