



HAL
open science

Conception d'installations d'élevage de poissons de type hors-sol avec régénération partielle ou totale de l'eau

Jean Petit

► **To cite this version:**

Jean Petit. Conception d'installations d'élevage de poissons de type hors-sol avec régénération partielle ou totale de l'eau. 1987. hal-02858274

HAL Id: hal-02858274

<https://hal.inrae.fr/hal-02858274>

Submitted on 8 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONCEPTION D'INSTALLATIONS D'ELEVAGE DE POISSONS DE TYPE "HOURS-SOL" AVEC REGENERATION PARTIELLE OU TOTALE DE L'EAU

Mr. J.PETIT

1. LE VOLUME D'ELEVAGE
 - 1.1. - Dimensionnement
 - 1.2. - Conception des structures -un exemple-
2. LES DEBITS D'EAU
 - 2.1 - Dimensionnement du réseau hydraulique
 - 2.2 - Dimensionnement des traitements d'eau

AVERTISSEMENT

Le conférencier n'a pas expérience en écloséries marines. Les méthodes exposées se rapportent à toutes les formes de piscicultures intensives où l'éleveur tente de s'affranchir des contingences du milieu (hors-sol). C'est le cas des écloséries et alevinages de Salmonidés, et des espèces où la vitesse de croissance doit être accélérée par chauffage pour atteindre la rentabilité économique (anguilles).

L'éclosérie marine se rattache à ce type de pisciculture.

La description des fonctions de l'eau et des équipements qui y sont liés ont, été exposés a MOTTA DI LIVENZA (MEDRAP - TD/86/03). Cette description permet l'élaboration d'un cahier pour la réalisation d'une installation.

Les méthodes de calcul des équipements ont été exposées à TUNIS (Session "ingénierie en Aquaculture marine" 24 mars – 4 avril 1986 - MEDRAP.

Nous nous proposons ici d'examiner les relations entre choix techniques et coût d'investissement, qui vont guider le concepteur. L'analyse des coûts de fonctionnement et des gains d'exploitation liés a chaque type de structure reste a décrire.

INTRODUCTION

Les coûts d'investissement vont être étroitement dépendants des choix effectués au niveau des structures d'élevage (bassins) et des débits d'eau (eau neuve, eau recirculée).

Le VOLUME d'élevage dépend du stock de poissons maximum au cours du cycle, il va donc découler d'une étude de gestion des stocks à partir des vitesses de croissance et de leur dispersion.

Les DEBITS D'EAU dépendent des consommations d'oxygène et des seuils de pollution supportées par les poissons.

Bien qu'il soit possible de minimiser de façon importante l'investissement par certains choix techniques, la contrepartie est en général un coût de fonctionnement plus élevé.

Ainsi l'utilisation d'oxygène pur permet de réduire le débit, et de faire d'importantes économies sur le réseau hydraulique et les postes de traitement d'eau: en contrepartie on aura un coût de fonctionnement supplémentaire dû au paiement du gaz.

De même le chauffage de l'eau en accélérant la croissance réduit le volume de bassin nécessaire pour une production donnée, mais induit un coût d'énergie supplémentaire.

Structure d'élevage et débit ayant été choisis, on pourra rechercher poste par poste les EQUIPEMENTS les plus efficaces pour l'oxygénation, l'épuration, la thermorégulation, lorsque ces fonctions ne peuvent être obtenues à partir du milieu naturel.

1 - LE VOLUME D'ELEVAGE:

1.1. - Dimensionnement

Le volume d'élevage est déterminé par des facteurs zootechniques et par l'organisation des achats et des ventes. On se reportera aux modélisations de la production notamment celle de FAURE *.

Pour une même production annuelle on peut mettre ainsi en place des installations de taille très différentes.

- LA TAILLE de l'installation va être déterminée par:
 - le stock maximum en cours d'année
 - la rotation du stock (temps de séjour des poissons dans l'installation).

L'étude de la pisciculture commence donc par une étude de gestion des stocks.

- LE STOCK MAXIMUM déterminant le VOLUME d'élevage dépend:
 - de la planification des entrées de poissons; plus elles seront étalées plus la production sera importante pour une même installation.
 - de la variabilité de croissance: plus l'arrivée des animaux à la taille de sortie est étalée, plus la production sera importante pour un même stock.
 - de la taille de sortie des animaux: plus elle est importante plus le stock augmente pour une même production (surtout si l'on a des recouvrements de cycles).

* Séminaire organisé par le GEDITS (Groupe d'Etude et Diffusion de l'Information Technique en Salmoniculture) sur la production de grosses trutes (Oct. 1986).

Le stock maximum dépend donc surtout de facteurs biologiques et de la planification des achats-ventes.

- LA ROTATION DE STOCK va déterminer l'AMORTISSEMENT de la structure d'élevage. Cette rotation dépend de la VITESSE de CROISSANCE, qui est maitrisable par la TEMPERATURE, la rotation des stocks dépend aussi des tailles d'entrée et de sortie des animaux dans l'élevage.

C'est cette notion de rentabilité de la structure d'élevage, par accélération de la vitesse de croissance par le chauffage, qui a conduit à l'élevage en eau recirculée pour économiser les calories. L'analyse du projet consiste à mettre en balance les frais liés au (recyclage + chauffage), avec le gain rapporté par une vitesse de croissance plus élevée

1.2. - Conception des structures: un exemple -

La possibilité d'obtenir des densités élevées réduit l'investissement en bassins pour une production donnée.

On peut jouer sur différents tropismes de façon positive ou négative pour améliorer la répartition des animaux dans le volume d'élevage: aliment, oxygène, lumière.

Les résultats les plus spectaculaires sont obtenus avec des poissons ayant naturellement un comportement "de fond" tel que la truite fario, le saumon, l'anguille, le silure, le machoiron.

En effet, l'obtention d'une bonne répartition des animaux dans le volume d'élevage permet de limiter les phénomènes de compétition vis à vis de l'eau, l'oxygène, l'aliment la lumière des croissances plus homogène et des animaux plus "beaux" (phénomène d'agressivité). On peut améliorer encore les résultats en spécialisant certaines parties du bassin: alimentation, habitat, etc...

On trouvera ci-dessous un schéma de principe communiqué par P. MAUREL et mis en pratique par un éleveur d'anguilles.

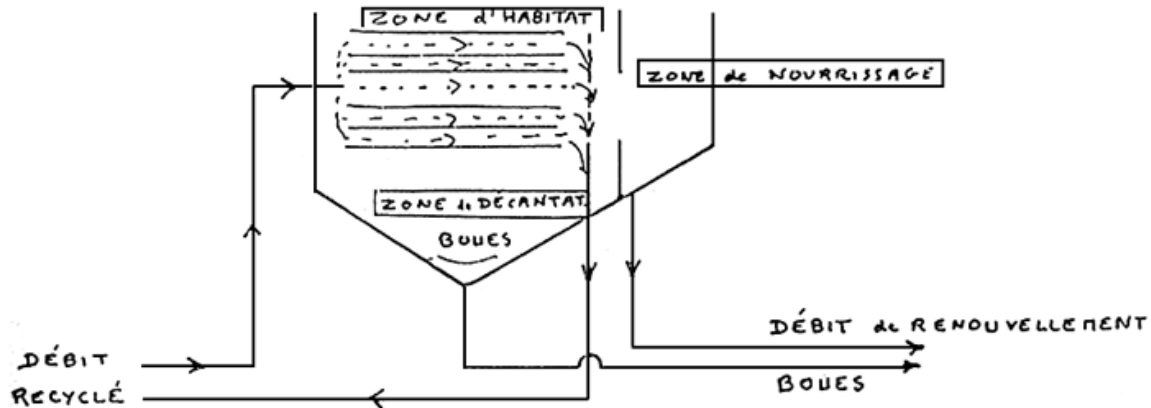
Dans le cas de l'anguille, il était connu qu'en offrant aux animaux des supports (grilles, tubes), la densité pouvait être sensiblement accrue (jusqu'à 150 kg/m³).

L'inconvénient de ces supports est d'être des zones privilégiées d'encrassement et de développement d'algues et champignons filamenteux.

Une telle structure n'est possible que si l'eau est maintenue parfaitement claire par un traitement d'eau poussé, une distribution de l'aliment, séparée de la zone d'habitat, et une collecte rapide des boues fraîches.

Le coût de l'aménagement du bassin est à mettre en balance avec l'amélioration de la qualité d'eau, l'allégement du système d'épuration général et l'augmentation de la densité.

PRINCIPES D'UN BASSIN A ANGUILLES SELON P. MAUREL (1)



- La zone d'habitat est réalisée en fonction des tropismes dominants de chaque espèce: support (anguille), limière (silure). Elle est bien oxygénée par le débit d'eau recyclée.
- La zone de nourrissage est alimentée en eau perdue pendant la prise alimentaire. Les résidus d'aliment ne contaminent pas le recyclage.
- La zone de décantation est maintenue sans renouvellement d'eau, les tropismes pour l'oxygène et le courant maintiennent les poissons dans la zone d'habitat. Les boues soutirées sont denses (temps de séjour faible, pas de brassage mécanique, boues de fèces uniquement, pas de remise en suspension par les animaux).
- Intérêt: • eau clarifiée, permettent des traitements sanitaires et des passages rapides sur filtre.
 - pas de décanteur
- Inconvénient: Surcoût du bassin

(1) AQUIMOVE, 8 rue d'Ouessant 8P 40 - 3570 St GREGOIRE - FRANCE

2 - LES DEBITS D'EAU

La détermination du volume d'élevage relève de facteurs zootechniques et commerciaux, que nous avons rappelés ci-dessus.

Le reste des infrastructures de la pisciculture est relatif au RESEAU HYDRAULIQUE et aux TRAITEMENTS d'EAU oxygénation, chauffage, épuration, stérilisation.

Leur détermination comporte le calcul et le choix:

- des dimensions de chaque structure (plus c'est "gros", plus cela coûte cher) qui vont être dépendantes des débits circulants,
- de la puissance de chaque dispositif: quantité d'oxygène à fournir, quantité de polluants à éliminer, type de germes pathogènes à détruire. Elle va varier avec les espèces et catégories d'animaux.
- du type d'appareillage à choisir: aérateur de surface ou puit profond, chauffage gaz ou fuel etc...pour lequel le choix dépendra de critères d'efficacité, mais aussi de critères locaux (disponibilité par exemple).

2.1. - Dimensionnement du réseau hydraulique:

Il est déterminé par le débit circulant.

En diminuant le débit circulant par certains artifices techniques on diminue considérablement le coût de l'installation.

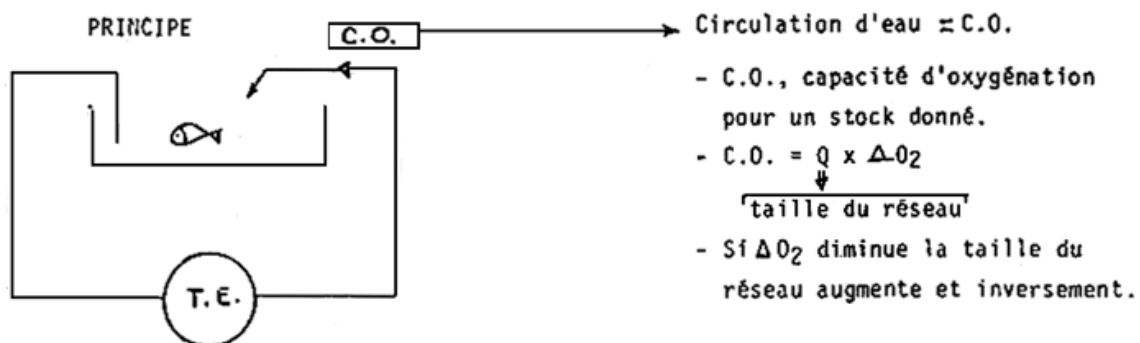
Le débit circulant peut être chargée de différentes fonctions:

- apporter l'oxygène
- évacuer les déchets
- apporter les calories ou frigories
- apporter la nourriture (élevages bivalves).

L'impact sur le coût d'investissement du débit circulant étant important on aura intérêt à étudier des solutions de substitution, ou d'allègement de charge pour les fonctions affectées au débit:

- Le débit peut ainsi être diminué, par rapport au besoin en oxygène:
 - par étalement des périodes de nourrissage
 - par augmentation de la teneur en oxygène d'entrée: utilisation d'oxygène pur (v. exemple ci-dessous)
- Le débit peut être diminué par rapport au besoin d'épuration:
 - par aménagement des bassins (v. ci-dessus)
 - par épuration dans le bassin: système BIOMACO (voir exposé MEDRAP - TUNIS)
 - par utilisation d'aliment à haute digestibilité.
- Les besoins en calories ou frigories peuvent être limités par isolation, pose de couvercle.

EXEMPLE DE RECHERCHE DE REDUCTION DE TAILLE DU RESEAU HYDRAULIQUE PAR RAPPORT A LA FONCTION OXYGENE



- Avec: - Q, débit d'eau
 - ΔO_2 = concentration d'oxygène dans l'eau diminuée du seuil tolérable pour l'espèce

- TE = traitement d'eau (oxygénation - épuration)
- CO = Capacité d'oxygénation à fournir au bassin

Un APPORT en OXYGEN donné, peut être obtenu par différents moyens. Le choix du débit est déterminant pour l'investissement, le choix de la concentration en O₂ est déterminant pour le coût de fonctionnement.

Ainsi dans l'exemple ci - dessous, le débit nécessaire passe 2,25m³/H à 5m³/H pour un même stock:

EXEMPLE NUMERIQUE:

- HYPOTHESES: - Oxygénation de bassins pour 100kg de cheptel, soit 25g/H d'oxygène dissous à fournir
- température 25° C (saturation: 8mg/l)
 - seuil d'oxygène en bassin: 5mg/l
 - présence d'un filtre biologique, qui nécessite 20g/H d'oxygène.

- Débit avec un système d'aération restituant l'eau à 90 % de la saturation:

$$Q = \frac{\text{consommation}}{\text{oxygène disponible}} = \frac{45}{8,9 - 5} = 11,5 \text{ m}^3/\text{H}$$

Débit avec une aération avant le filtre et une seconde avant les bassins:

$$Q = \frac{25}{8,9 - 5} = 6,4 \text{ m}^3/\text{H}$$

Débit avec un oxygénateur (oxygène payant) fournissant de l'eau à 25ppm

$$Q = \frac{45}{20} = 2,25 \text{ m}^3/\text{H}$$

2.2. - Dimensionnement des traitements d'eau

Le débit circulant est composé:

- d'un débit d'apport extérieur,
- d'un débit recirculé,

Chacun de ces débits peut représenter tout ou partie du débit circulant dans les bassins.

- Le débit d'apport peut s'il est de bonne qualité, assurer toutes les fonctions dévolues à l'eau en pisciculture. Dans de nombreux cas l'obtention du débit d'apport extérieur est peu coûteuse: prise d'eau gravitaire, sur rivière, utilisation de la marée.

- La recirculation de l'eau s'accompagne elle d'une dégradation de ses qualités, qui implique un ou plusieurs traitements d'eau.

Lorsque l'on est amené à recirculer l'eau suite à une insuffisance quantitative ou qualitative de l'approvisionnement deux groupes de questions se posent à nous:

- quelle quantité d'eau d'apport est-il souhaitable de conserver ?
- quels dispositifs choisir pour satisfaire les besoins en oxygénation, chauffage, etc ... de l'élevage ?

ELIMINATION DES POLLUANTS

L'eau d'apport va entraîner hors de l'élevage les déchets produits.

La quantité éliminée est le produit du débit par la concentration en bassin.

Plus on sera exigeant sur la qualité d'eau plus le débit d'apport devra être important, et s'il est insuffisant on devra investir dans des filtres, (élimination de l'ammoniac, et des matières organiques en suspension essentiellement).

Pour étudier l'effet sur l'investissement des choix que l'on peut faire, il est commode d'utiliser la formule suivante:

$$R = \frac{W/Q_0 - C}{C \times Q_p/Q_0}$$

- R est le rendement d'épuration nécessaire pour obtenir une concentration C en bassin (g/m³)
avec un apport d'eau neuve Q₀ (m³/H)
avec un débit recirculé Q_p (m³/H)
et une émission de polluant W (g/H)
- Plus R sera élevé, plus le dispositif sera coûteux à débit égal. pour un dispositif donné (décanteur, filtre, stérilisateur), il est facile de suivre l'évolution des coûts en fonction des choix de seuils et de débits.

EXEMPLE :

HYPOTHESES - 100kg de cheptel

nourri à 2 % avec un aliment sec granulé

- Objectif: 10g/m³ max. de matières en suspension.
- charge: 50kg/m³, et pas de décantation possible en bassin.
- alimentation à 2 % engendrant 300g de MES par kg d'aliment (ce qui correspond à un indice de transformation de 1,5–1,6)
- 0, l/m³/l d'eau neuve disponible.

- Débit recyclé:

Pour maintenir 10g/m³ de MES en valeur moyenne dans les bassins, il faut un débit minimum de:

$Q_p \times 10g / m^3$	=	$\frac{300 g \times 2}{24}$
pollution éliminée par l'eau neuve		pollution engendrée par les Poissons

SOIT, Q_p=2,5m³/H

Un débit d'eau neuve de 2,5m³/H suppose une eau ne contenant aucune MES à l'entrée du bassin. C'est donc soit de l'eau neuve, soit de l'eau issue d'un filtre avec un rendement de 100 %. Un tel filtre s'il était réalisable coûterait très cher.

On testera donc des débits supérieurs à 2,5m³/H et on calculera les rendements avec la formule citée ci-dessus, en entrant les valeurs de l'exemple, soit:

W=25g/H
Qo=0,1m3/H
C=10g/m3

Débit recirculé m3/H	3	5	10
Rendement nécessaire au décanteur	80 %	50 %	25 %
Surface de décanteur m2	3,7	2,5	2,5

La surface de décanteur est donnée pour un coefficient de sédimentation de (2).
Voir exposé J.PETIT/MEDRAP TUNIS.

On remarque:

- que ce n'est pas le plus petit débit qui permet la plus grande économie sur le décanteur,
- qu'au delà d'un certain débit on ne gagne plus rien en surface d'ouvrage bien que le rendement admissible soit moindre.

On peut ainsi étudier les coûts d'investissement et de fonctionnement engendrés par un apport plus ou moins important d'eau neuve pour chaque problème à traiter:

- élimination de l'ammoniac et des MES
- élimination de germes pathogènes.

Nous proposons ci-dessous un exemple sur la détermination de la puissance à installer par rapport à un traitement d'eau.

Cette puissance qu'il s'agisse d'un oxygénateur ou d'un filtre va varier avec les choix de seuils minimum ou maximum du paramètre physico-chimique concerné: oxygène, ammoniac, MES, etc...

BESOINS EN OXYGENE

Le calcul des besoins en oxygène peut se faire à partir de diverses modélisations (LIAO, SPARRE, etc Une évaluation peut être obtenue, pour un aliment "type-truite", en considérant que le ratio oxygène/aliment consommé a une valeur de 250–300g d'oxygène par tonne d'aliment (280g/T aliment pour la truite).

Le choix des seuils minimum d'oxygène à maintenir est déterminant sur la puissance à fournir pour dissoudre la quantité d'oxygène nécessaire au cheptel.

EXEMPLE:

Hypothèse: • eau d'apport 2m3/l à 25°C (8mg/10₂ max.)

- cheptel 100kg de poissons nourris à 2 % du poids vif par jour, soit 2kg/j entraînant une consommation d'oxygène d'environ 25g/H.

Seuil toléré en bassin	7mg/l	5mg/l	3mg/l
Oxygène apporté par l'eau	1g/H	6g/H	10g/H
Oxygène à dissoudre	24g/H	19g/H	15g/H
Puissance par kg d'O ₂ dissous	8 KW	2,7 KW'	1,6 KW
Puissance à installer	200 W	50 W	27 W

Bases: - 1kg d'oxygène dissous par KWH à 0mg/l d'oxygène (turbines rapides, hydroéjecteurs) en standard (Oppm - 20°C).

- Quantité d'oxygène dissous dans une eau à la concentration C:

$$CO = \boxed{\begin{array}{c} \text{Quantité dissoute à} \\ 20^{\circ}\text{C} \\ \text{et } 0\text{mg/l} \end{array}} \times \frac{C_s - C}{C_s}$$

C_s, concentration maximum en oxygène (saturation)

$$\text{- Puissance nécessaire} = (\text{O}_2 \text{ à dissoudre en kg}) \times \frac{C_s}{C_s - C} \times \left[\begin{array}{l} \text{Rendement} \\ \text{O}_2 / \text{kw II} \\ \text{de la machine} \end{array} \right]$$

On constate ainsi que la puissance à installer varie d'un facteur 7,5 lorsque le seuil retenu pour l'oxygène en bassin passe de 3 à 7mg/l, et ceci pour une MEME QUANTITE d'OXYGÈNE DISSOUS DISPONIBLE. pour les poisson.

CONCLUSION

Le dimensionnement des différentes parties d'un élevage et donc le coût est fortement influencé par le choix de certains paramètres.

Il est possible d'obtenir des réductions sensibles d'investissement en analysant cas par cas les situations, une optimisation entre investissement et coût de fonctionnement est ensuite à faire, pour trouver le "bon choix".