

CALCUL DE LA RÉPARTITION DES SURFACES D'ÉTANG EN CYPRINICULTURE

J. WIENIAWSKI*, B. LANOISELEE**

* Institut des Pêches Continentales, Division Pisciculture, Zabieniec, 05-500 PIASECZNO, Pologne.

** CEMAGREF, Groupement de Montpellier, Section Aménagements Littoraux et Aquaculture, B.P. 5095, 34033 MONTPELLIER CEDEX, France.

Reçu le 2 décembre 1985
Accepté le 8 avril 1986

Received 2 december 1985
Accepted 8 april 1986

RÉSUMÉ

Il n'existe, à l'heure actuelle, aucune méthode précise et rapide pour calculer à l'avance la répartition rationnelle des surfaces d'étang destinées aux différentes phases d'élevage de la carpe. Cet article présente un mode de calcul satisfaisant au point de vue de la pratique et quatre exemples sont envisagés représentant différents programmes d'aménagement d'une pisciculture.

COMPUTATION OF SURFACE-AREA ALLOCATION IN CARP POND FARMING

SUMMARY

Nowadays, there is no rapid and precise method for calculating a rational allocation of pond area for different stages of carp culture. This report gives a method technically valuable and four different strategies of production are described in example.

1 - INTRODUCTION

La production de carpe en pisciculture d'étang se déroule en plusieurs étapes, chacune réalisée dans différentes catégories d'étangs selon la technologie utilisée. Pour assurer la continuité et la stabilité d'un programme de production au sein d'une exploitation, il est nécessaire d'adapter la production d'une phase d'élevage aux nécessités de la mise en charge de la phase suivante ; ces lots de poissons de peuplement doivent correspondre à des critères qualitatifs et quantitatifs bien définis.

Ceci nécessite donc une répartition rationnelle du potentiel de production des surfaces disponibles. Le problème se pose de façon cruciale pour un projet de création de pisciculture, mais aussi lors de la réorganisation d'une installation existante (WIENIAWSKI, 1980). Dans la littérature, de telles méthodes de calculs n'existent pas ou restent très imprécises (WALTER, 1912, 1934 ; SPICZAKOW, 1932 ; SCHÄPERCLAUS, 1934), ou encore demandent des calculs prolongés (WIENIAWSKI, 1963).

Ce document a pour but de proposer une méthode simple et rapide pour ce calcul prévisionnel de répartition des surfaces destinées aux différentes phases d'élevage en carpiculture : alevinage, 1^{er}, 2^e été ou grossissement, 3^e été ou engraissement et hivernage.

2 - PRINCIPE DE LA MÉTHODE

La quantité de poissons obtenue à la fin d'un cycle de production composé de plusieurs phases dépend de la **croissance individuelle** et du **taux de survie** des sujets au cours de chacune des phases d'élevage ainsi que des **rendements moyens** observés dans les étangs où se déroulent ces phases (par rendement, il faut entendre biomasse totale récoltée).

Pour assurer la continuité des approvisionnements en sujets de peuplement de taille adaptée, il faut donc prévoir pour chaque étape une mise en charge tenant compte de ces trois paramètres inhérents au système de production (cycle de 2 ou 3 étés) et à la technicité mise en œuvre (fertilisation, alimentation, alevinage en 1 ou 2 phases, ...).

Ces trois paramètres sont intégrés dans une série de calculs et de simples opérations arithmétiques permettent d'obtenir les résultats désirés selon les options retenues sur l'exploitation.

3 - DÉROULEMENT DES CALCULS (tableau 1)

Les paramètres propres à l'exploitation sont précisés dans le tableau en majuscules aux lignes 1, 3 et 6 :

- 1 POIDS INDIVIDUEL DES POISSONS A LA FIN DE LA PHASE D'ÉLEVAGE,
- 3 TAUX DE SURVIE AU COURS DE LA PHASE D'ÉLEVAGE,
- 6 BIOMASSE TOTALE RÉCOLTÉE A LA FIN DE LA PHASE D'ÉLEVAGE.

Les phases intermédiaires apparaissent en minuscules et les résultats recherchés sont encadrés: lignes 8, 8' et 8''.

- 8 taille relative des étangs de chaque catégorie,
- 8' pourcentage de la superficie totale,
- 8'' surface réelle des étangs de chaque catégorie pour une superficie totale de A ha.

1 * POIDS INDIVIDUEL DES POISSONS A LA FIN DE LA PHASE D'ELEVAGE (INDIVIDUAL WEIGHT AT THE END OF REARING STAGE)	p_n
2 Taux de croissance individuel (individual growth rate)	$C_n = \frac{p_n}{p_{n-1}}$
3 * TAUX DE SURVIE AU COURS DE LA PHASE D'ELEVAGE (SURVIVAL RATE)	S
4 Taux de croissance de la population (population growth rate)	H = C x S
5 Taux de croissance cumulé (gross growth rate)	$K_n = H_n \times K_{n-1}$
6 * BIOMASSE TOTALE RECOLTEE A LA FIN DE LA PHASE D'ELEVAGE (TOTAL FISH BIOMASS HARVESTED)	B_n
7 Taux d'augmentation de la biomasse par rapport à la première catégorie d'étang (rate of fish biomass increase)	$E_n = \frac{B_n}{B_1}$
8 Taille relative des étangs de chaque catégorie (relative size of each kind of pond)	$f_n = \frac{K_n}{E_n}$
8' Pourcentage de la superficie totale (percent of total area)	$F_n = 100 \times \frac{f_n}{\sum f_n}$
8'' Surface réelle des étangs de chaque catégorie pour une superficie totale de A ha (real size of each sort of pond for a total area of A ha)	$a_n = A \times \frac{F_n}{100}$

Tableau 1 : Déroulement du calcul de la répartition des surfaces.

Table 1 : Computation of surface allocation.

Une fois le calcul de la répartition des surfaces effectué, il est facile de vérifier le résultat et d'estimer les quantités de poissons de chaque classe d'âge (tableau 2). Le nombre et la biomasse des poissons récoltés à la fin d'une phase d'élevage doivent être peu différents du nombre et de la biomasse nécessaires pour l'empeisonnement de la phase suivante. Les différences qui peuvent apparaître sont dues à l'utilisation de valeurs arrondies dans le calcul.

9 Biomasse récoltée dans chaque catégorie (harvested biomass)	$O_n = a_n \times B_n$
9' Nombre de poissons récoltés dans chaque catégorie (number of fish harvested)	$L_n = \frac{O_n}{p_n}$
10 Nombre de poissons mis en charge (number of fish stocked)	$M_n = \frac{L_n}{S_n}$
10' Biomasse mise en charge dans chaque catégorie (stocked biomass)	$N_n = M_n \times p_{n-1}$

Tableau 2 : Calcul des flux de poissons.

Table 2 : Fish flow computation.

4 - EXEMPLE D'UTILISATION.

Quatre exemples reprenant différentes stratégies d'exploitation sont présentés sur le tableau 3 et la figure 1.

La connaissance de ces chiffres pour la répartition des surfaces d'une pisciculture en fonction de son projet d'exploitation en liaison avec son programme d'aménagement permet d'examiner à l'avance plusieurs points critiques, tels que :

- le bilan de son alimentation en eau,
- le choix d'un emplacement fonctionnel des différents étangs, compte tenu des caractéristiques du terrain disponible,
- les analyses prévisionnelles de l'efficacité économique du cycle de production, etc.

Tous ces calculs permettent au pisciculteur d'analyser avec une certaine précision les choix techniques et technologiques liés à son projet.

Paramètres (parameters)	Catégories d'étangs (Pond type)	Cycle de production (production scheme)			
		3 ans		2 ans	
		Intensité de production (degree of intensification)		Intensité de production (degree of intensification)	
		moyenne n°1 (medium)	basse n°2 (low)	moyenne n°3 (medium)	basse n°4 (low)
Poids individuel des poissons à la fin de la phase d'élevage /kg/ (ind. weight)	1er alevinage	0,003	0,003	0,003	0,003
	2ème alevinage	0,04	0,04	0,08	0,08
	1er hivernage	0,04	0,04	0,08	0,08
	grossissement	0,25	0,25	-	-
	2ème hivernage	0,25	0,25	-	-
	engraissement	1,25	1,25	1,25	1,25
Coefficient de survie %/	1er alevinage	0,5	0,5	0,5	0,5
	2ème alevinage	0,5	0,5	0,5	0,5
	1er hivernage	0,85	0,85	0,85	0,85
	grossissement	0,85	0,85	-	-
	2ème hivernage	0,9	0,9	-	-
	engraissement	0,9	0,9	0,9	0,9
Rendement moyen biomasse finale des poissons /kgha ⁻¹ / (fish yield)	1er alevinage	150	150	150	150
	2ème alevinage	600	300	600	300
	1er hivernage	3 000	3 000	3 000	3 000
	grossissement	800	350	-	-
	2ème hivernage	3 000	3 000	-	-
	engraissement	1 000	350	1 000	350

Tableau 3 : Paramètres techniques d'élevage appliqués au calcul.

Table 3 : Technical parameters used in surface computation.

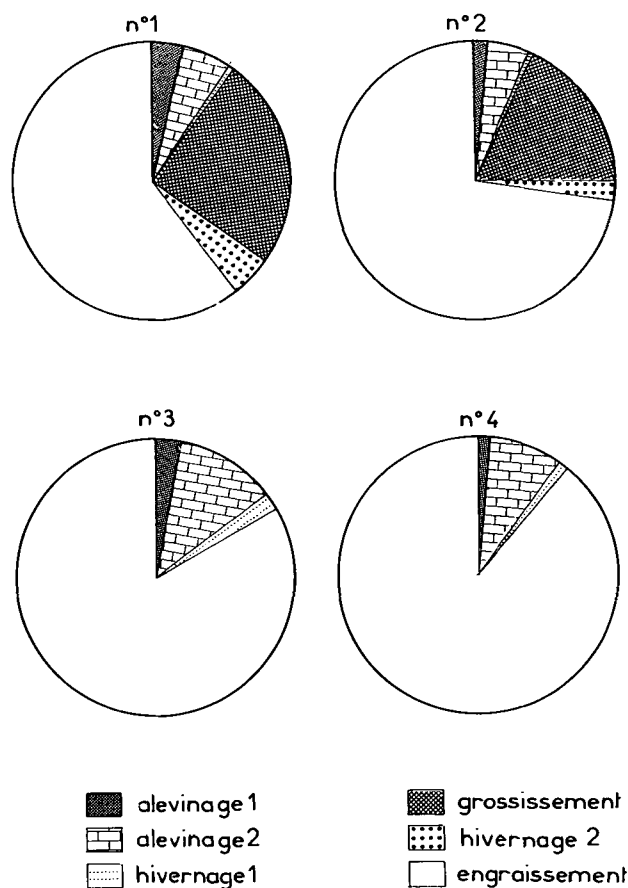


Figure 1 : Répartition des surfaces de chaque catégorie d'étang selon les différents modèles techniques exposés au tableau 3.

Figure 1 : Surface allocation of each sort of ponds with the different technical parameters shown in table 3.

BIBLIOGRAPHIE

- SCHÄPERCLAUS W., 1933. Lehrbuch der Teichwirtschaft. Paul Parey. Berlin, 289 p.
- SPICZAKOW T., 1932. Racjonalny stosunek powierzchni stawowych przy roznych systemach gospodarowania. Przegląd Rybacki 5 (8). Związek Organizacji Rybackich. Warszawa.
- WALTER E., 1934. Grundlagen der allgemeinen fischereilichen Produktionslehre. In Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas 4 (5) pp. 484-544.
- WIENIAWSKI J., 1963. Organizacja produkcji w gospodarstwie stawowym. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne. Warszawa. pp. 511-536.
- WIENIAWSKI J., 1980. Conception et construction des étangs. In Billard R., La Pisciculture en Étang, INRA Publ., Paris, 383-395.

ANNEXES

Exemples de calculs

Ce travail permet de proposer un modèle de gestion technique simple à mettre en œuvre et d'optimiser la répartition des surfaces destinées aux différentes phases d'élevage dans le cas précis d'une pisciculture au sein de laquelle la filière de production d'une espèce est totalement maîtrisée. Ce type de calcul permet les mêmes évaluations que celles obtenues avec des formules plus classiquement retenues pour l'évaluation des empoissonnements: $N = \frac{(P-E) \times 100}{(p_2 - p_1) \times S}$, où (P-E) est la production nette, soit la différence de biomasse entre la pêche et l'empoissonnement, $(p_2 - p_1)$ la croissance individuelle des poissons, soit la différence entre le poids moyen au début et à la fin de l'élevage et S le taux de survie.

Cette méthode permet de travailler plus simplement en ne tenant compte que de la biomasse totale pêchée, du poids final des poissons et de leur taux de survie et, surtout, en pouvant replacer ces calculs dans une exploitation intégrée. Elle permet, de plus, de simuler les effets d'une technique d'élevage différente, tant sur les quantités de poissons produites que sur le plan de la rentabilité économique.

En développant le calcul avec des paramètres propres à une exploitation particulière (survie, croissance et production totale à l'ha), il permet d'évaluer avec une certaine précision l'ensemble des productions et les contraintes de surfaces qui lui sont liées (exemple 1).

En France, plus particulièrement, rares sont les exploitations qui assurent cette maîtrise totale de toutes les phases d'élevage. Ce modèle de calcul peut, cependant, être adapté aux techniques employées sur l'exploitation : absence d'étang d'hivernage, absence de phases d'alevinage, cycle débutant avant l'achat de C_0 ou C_1 , utilisation de bassins-frayère, pratique de l'étang de pose, ..., (exemple 2); l'élevage en classes d'âge mélangées ou la polyculture peuvent, de même, être pris en compte (exemple 3). Tout ceci, bien sûr, sous réserve que le pisciculteur connaisse bien les 3 paramètres d'élevage : production, survie et croissance pour chaque espèce et chaque classe d'âge.

Il est aussi possible de prendre ce calcul à l'envers : à partir d'un fichier regroupant l'ensemble des étangs d'une pisciculture avec leurs caractéristiques de surface selon les phases d'élevage, il est possible d'optimiser l'affectation de ces étangs à une phase d'élevage particulière. Tout cela en étant en mesure de chiffrer à l'avance l'excédent ou le déficit d'une classe d'âge à la fin de la saison d'élevage, et ainsi de prendre des dispositions pour programmer des ventes ou des achats avant les empoissonnements de la saison suivante (exemples 4 et 5).

Tous ces éléments calculables au sein d'une exploitation peuvent bien sûr être calculés chez un ensemble de producteurs décidés à mettre en commun leurs étangs pour assurer la maîtrise d'une filière sans avoir recours à des achats ou des ventes répétées à chaque saison de production.

EXEMPLES

Exemple 1 : Stratégies techniques différentes

Considérons le cas d'une pisciculture d'étang en France, où l'élevage de la carpe se déroule en 3 ans, avec une succession étang d'alevinage → étang de grossissement (2^e été) → étang d'engraissement (3^e été) sans phase d'hivernage en étang spécialisé (l'empoissonnement a lieu juste après la pêche). Les étangs d'alevinage sont mis en charge avec des alevins de 5 semaines achetés à l'extérieur.

Les paramètres d'élevage dans cet exemple seront :

	1er été	2ème été	3ème été
poids individuel à la pêche	0,02	0,2	1,2
taux de survie	30	60	80
rendement	100	150	200

Le calcul permet de fixer les surfaces nécessaires pour chaque phase d'élevage : (Cf. tableau 1)

- alevinage : 5,1 %
- grossissement : 20,6 %
- engraissement : 74,2 %

Les quantités de poissons mis en jeu pendant le cycle d'élevage sur une exploitation de ce type disposant d'une surface totale de 100 ha sont alors (voir tableau 2) :

	Empoisonnement		Récolte	
	Nombre u	Biomasse kg	Nombre u	Biomasse kg
Alevinage	85 000 C ₀	-	25 700 C ₁	510
Grossissement	25 700 C ₁	510	15 450 C ₂	3 100
Engraissement	15 450 C ₂	3 100	12 300 C ₃	14 800

Ces chiffres arrondis permettent d'évaluer un ensemble de contraintes liées à la bonne réalisation du programme de production :

- l'achat de 85.000 alevins de 5 semaines,
- la prévision des pêches où un volume connu de poisson sera en transit ($\approx 26.000 C_1$ et $16.000 C_2$), ce qui permet de prévoir le matériel nécessaire pour le stockage et le transport,
- la production finale commercialisable ($\approx 12.300 C_3$ pour une quinzaine de tonnes), ce qui permet d'effectuer un calcul de rentabilité estimatif.

Exemple 2 : Utilisation de bassins-frayère

Considérons le type d'élevage décrit dans l'exemple 1, dans lequel la production des larves, servant à la mise en charge des étangs de premier été, est assurée par des bassins-frayère.

Les caractéristiques de ces bassins-frayère où l'on place une "pose" de géniteurs dans 50 m² sont les suivantes : considérant qu'une femelle produit en moyenne 60.000 œufs par kg dont 70 % sont fécondés et 30 % donnent des larves et que les géniteurs pèsent 4 kg :

- survie : 20 %
- poids final : 0,000,003 kg (330 larves par ml)
- production : 30 kg ha⁻¹

Le calcul repris avec cette série de bassins supplémentaires donne des résultats très peu différents de ceux de l'exemple 1 : les bassins-frayère ne représentent que 0,009 % de la superficie totale, soit 90 m² sur 100 ha. Bien que ne faisant varier que dans une infime proportion les surfaces et les quantités de poissons en élevage, l'introduction de ce type de bassins dans le calcul permet d'estimer le nombre de géniteurs nécessaires pour approvisionner l'exploitation : dans ce cas 2 femelles sur 4 mâles semblent suffisants ; il est cependant nécessaire d'en prévoir le double pour tenir compte d'un pourcentage d'ovulation des femelles de 50 %.

Exemple 3 : Pratique de la polyculture

Considérons maintenant une exploitation où est pratiquée une polyculture de carpes et tanches de même classe d'âge.

Les caractéristiques de chaque production seraient par exemple :

	carpes			tanches		
	1er été	2ème été	3ème été	1er été	2ème été	3ème été
P _n (kg)	0,02	0,2	1,2	0,005	0,05	0,3
S _n (%)	30	60	80	20	60	80
B _n (kg ha ⁻¹)	100	150	200	30	50	80

Pour calculer la surface nécessaire pour une production en polyculture, il faut considérer que chaque espèce occupe des parties d'étangs différentes qu'il faut ensuite additionner. Le calcul n'est cependant valable que si l'on tient compte des effets réciproques des espèces les unes sur les autres dans l'énoncé des paramètres retenus : ainsi, dans les cas de polyculture avec des carpes chinoises, on peut considérer que les rendements en carpes communes sont augmentés de 20-30% pour tenir compte de l'effet positif des carpes chinoises sur le milieu et donc sur la productivité de l'étang.

Inversement, dans le cas d'une polyculture de poissons de petite taille avec des carnassiers, il est nécessaire pour faire varier le taux de survie par rapport à une monoculture pour tenir compte de la prédation.

Dans le cas de la polyculture carpe + tanche prise en exemple, les résultats en surfaces nécessaires sont les suivants :

- 5,8% pour le 1^{er} été ($C_0 + T_0 \rightarrow C_1 + T_1$)
- 22,2% pour le 2^e été ($C_1 + T_1 \rightarrow C_2 + T_2$)
- 72,0% pour le 3^e été ($C_2 + T_2 \rightarrow C_3 + T_3$)

Les quantités de poissons mises en jeu sur une exploitation de ce type disposant d'une surface totale de 100 ha sont alors, en valeurs arrondies :

	Empoissonnement				Pêche			
	Carpe		Tanche		Carpe		Tanche	
	N	B	N	B	N	B	N	B
1er été	96 600	-	175 000	-	28 000	550	34 000	180
2 ^e me été	28 000	550	38 000	180	16 600	3 200	24 000	1 200
3 ^e me été	16 600	3 200	24 000	1 200	12 000	14 500	19 000	5 800

N = nombre d'individus ; B = biomasse totale (kg)

Exemple 4 : Application à une pisciculture existante

Dans le cas d'une pisciculture existante disposant d'une dizaine d'étangs sur lesquels les paramètres d'élevage applicables sont ceux décrits à l'exemple 1, le problème posé est d'assigner à chaque étang une phase d'élevage afin qu'il s'intègre dans la filière de production.

Ces dix étangs ayant des surfaces de :

a: 20 ha, b: 20 ha, c: 10 ha, d: 8 ha, e: 5 ha, f: 30 ha, g: 60 ha, h: 45 ha, i: 15 ha, j: 7 ha, soit : 220 ha de surface totale,

les superficies nécessaires à chaque phase d'élevage sont : *

- 1^{er} été : 5,1% soit 11,2 ha,
- 2^e été : 20,6% soit 45,3 ha,
- 3^e été : 74,2% soit 163,2 ha.

(* : voir exemple 1)

Différentes répartitions peuvent être alors adoptées pour approcher au mieux ces valeurs calculées :

répartition des étangs	1er été	2ème été	3ème été
option 1	e + j = 12 ha	h = 45 ha	a + b + c + d + f + g + i = 163 ha
option 2	c = 10 ha	f + i = 45 ha	a + b + d + e + g + h = 165 ha
option 3	d + e = 13 ha	b + i + j = 47 ha	a + c + f + g + h = 160 ha
etc .			

Exemple 5 :

Dans ce cas, au contraire, l'exploitation ne dispose que de peu d'étangs qui ont, de plus, des surfaces similaires :

a : 30 ha, b : 45 ha, c : 60 ha, d : 35 ha, soit : 170 ha.

Avec les paramètres retenus pour l'exemple 1, les surfaces affectées à chaque phase devraient être :

1^{er} été : 5,1 % soit : 8,7 ha,

2^e été : 20,6 % soit : 35,1 ha,

3^e été : 74,2 % soit : 126,2 ha.

Dans ce cas, il n'apparaît pas possible d'affecter à chaque étang une phase d'élevage intégrée au processus de production. Plusieurs possibilités peuvent alors être retenues :

a) ne pas effectuer la phase 1^{er} été et acheter les C₁ nécessaires à l'empoissonnement de l'étang "d" (≈ 45.000 C₁ pour 900 kg), et utiliser les étangs "a", "b" et "c", soit 135 ha pour le 3^e été.

b) réaliser l'alevinage sur l'étang "a" ; il reste donc 140 ha que l'on peut répartir ainsi : "b" pour le 2^e été (soit 35 ha au lieu de 29 calculés), et "c" et "d" pour le 3^e été (soit 105 ha au lieu de 104 calculés), en prévoyant une vente de 75 % des C₁ récoltés dans l'étang "a" (≈ 29.000 C₁, pour 580 kg).

c) etc.