

## POSSIBILITES DE FRANCHISSEMENT DU SEUIL DE BEUCAIRE PAR LES ALOSES DU RHONE (1)

M. LARINIER \*, B. RIVIER \*\*, J. ALLARDI \* et F. TROCHERIE \*

---

### RESUME

Douze barrages ont été construits depuis 1947 sur le Rhône à l'aval de LYON. Aucun des dispositifs de franchissement prévus pour les poissons migrateurs ne donne satisfaction, en particulier en ce qui concerne la remontée des aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax nilotica*).

De nombreuses observations réalisées sur le seuil de Beaucaire ont permis de déterminer la vitesse de nage et le comportement des aloses dans l'échelle à ralentisseurs de type LACHADENEDE installée sur cet ouvrage. Aucune alose ne s'engage dans la passe quand la vitesse moyenne y excède 1,5 m/s.

L'inefficacité de ce dispositif de franchissement s'explique par son manque d'attractivité et ses caractéristiques hydrauliques inadéquates, compte tenu des faibles capacités de nage des aloses.

### NATURE DES ETUDES

La biologie des aloses du Rhône (*Alosa alosa*, LINNE 1766, et surtout *Alosa fallax nilotica*, GEOFFROY, 1827) a été étudiée par GALLOIS (1946) à une époque où l'aménagement du Rhône n'était pas encore entrepris.

Une année plus tard, ce même auteur (GALLOIS, 1947) lance un cri d'alarme pour la sauvegarde de ces espèces alors que la Compagnie Nationale

---

(1) D'après une étude réalisée par la DIVISION QUALITE DES EAUX, PECHE ET PISCICULTURE du CTGREF, avec le concours financier du Ministère de la Qualité de la Vie et la collaboration technique de MM. ROGGER et BIOUSSE du Conseil Supérieur de la Pêche.

\* CTGREF : 14, avenue de Saint-Mandé, 75012 PARIS.

\*\* CTGREF : Le Tholonet, B.P. 92, 13603 AIX-EN-PROVENCE.

du Rhône (C.N.R.) entreprend l'équipement du site de DONZERE, premier des douzes ouvrages qui devront être réalisés sur les 310 km du Rhône entre LYON et la mer (GEMAEHLING, 1974).

Dans ces conditions, le maintien du stock d'aloses dont la migration a été signalée jusqu'au lac du Bourget (LEGER, 1943) ne pouvait être assuré que :

- si les aménagements réalisés n'entravaient pas la libre circulation des espèces migratrices entre les zones de grossissement et les frayères (VIBERT et LAGLER, 1961 ; NIKOLSKI, 1963) ;
- si l'intégrité des différents habitats et en particulier celle des frayères était respectée, d'autant que les essais de reproduction artificielle en vue du repeuplement sont restés sans lendemain (HOESTLANDT, 1948).

La construction de passes à poissons aurait pu permettre d'atteindre en partie cet objectif.

Des travaux effectués en Amérique du Nord (DECKER, 1967 ; SAILA *et al.*, 1972 ; DOMINY, 1973 ; LEGGETT, 1973 ; RICHKUS, 1974) ont montré que différents types de passes à poissons permettent aux aloses de franchir les barrages.

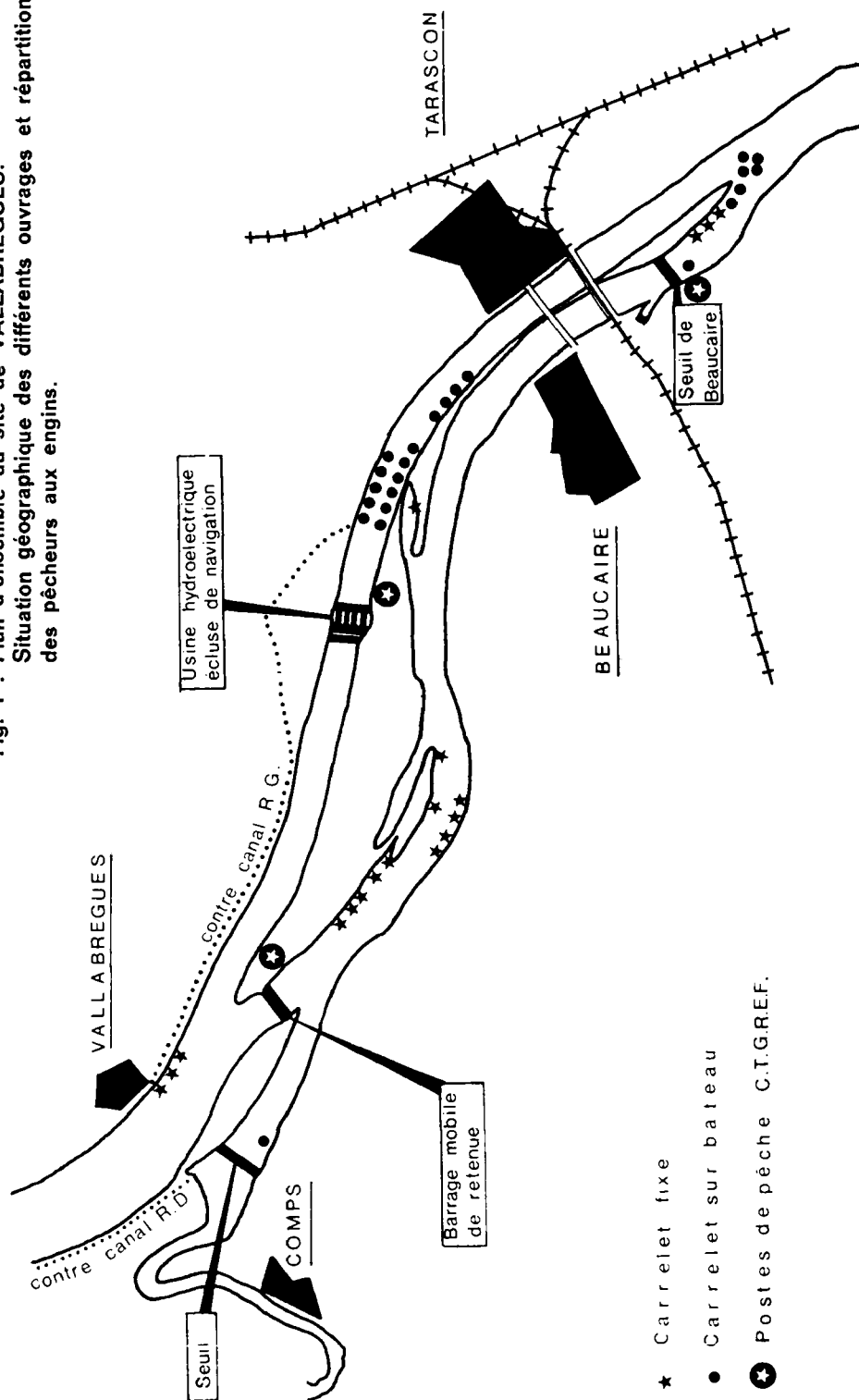
En France, des études sur modèle hydraulique ont été réalisées (C.N.R., 1968), mais sans étude biologique préalable pour déterminer les capacités de nage de l'alose.

Le but de cette note est d'apporter, s'il n'est pas trop tard, des éléments de réponse à cet aspect particulier de la biologie des aloses, un travail récent (RAMEYE *et al.*, 1976) faisant le point sur le comportement migratoire de ces espèces dans le bassin rhodanien.

## SITUATION GEOGRAPHIQUE ET DESCRIPTION DES OUVRAGES

L'aménagement de BEUCAIRE (fig. 1), situé à 58 km en amont de l'embouchure du Rhône, se trouve au niveau de la confluence du Gard, premier affluent important de la rive droite du Rhône. Un barrage mobile, établi dans le lit du fleuve, permet l'alimentation d'un canal de dérivation sur lequel sont implantées l'usine hydroélectrique et l'écluse de navigation. Pour des raisons locales particulières (alimentation du canal du Rhône à Sète, maintien du niveau de la nappe), le bras court-circuité du Rhône, ainsi que la confluence du Gard, sont verrouillés par deux seuils qui complètent l'aménagement du site. Quatre dispositifs de franchissement ont été installés afin de permettre la libre circulation des migrants :

Fig. 1 : Plan d'ensemble du site de VALLABREGUES.  
Situation géographique des différents ouvrages et répartition  
des pêcheurs aux engins.



- Une écluse à poissons de type BORLAND dans la culée rive gauche du barrage mobile. Cette écluse, contrôlée durant deux périodes de migration, s'est révélée d'une totale inefficacité.
- Deux orifices dans les portes aval de l'écluse de navigation pour attirer les migrateurs, ainsi qu'une prise d'eau au niveau du bloc d'alimentation permettant de créer un courant d'attrait pour inciter les migrateurs à pénétrer dans le sas lorsque l'écluse est vide. Du fait de la faiblesse relative des débits d'attraits créés par ces dispositifs par rapport au débit transitant par les turbines de l'usine hydroélectrique, le nombre des aloses utilisant l'écluse pour franchir le barrage est très réduit (C.T.G.R.E.F., 1975).
- Deux passes à ralentisseurs de fond de type LACHADENEDE sensiblement identiques dans la partie centrale du seuil du Gard et en rive droite du seuil de BEUCAIRE.

L'étude du franchissement du seuil de BEUCAIRE est d'une importance capitale dans la mesure où celui-ci commande l'accès à une zone de plusieurs kilomètres où le respect de l'intégrité de l'ancien lit du Rhône constitue une aire propice à la reproduction de l'aloise.

#### CARACTERISTIQUES DU SEUIL ET DE LA PASSE ETUDIEE

Le seuil, d'une largeur de crête de 180 m, calé à la cote + 4,00 NGF, est constitué d'une rangée de palplanches, d'une partie horizontale de 8 m de largeur et d'un talus de pente 1/5 en enrochements libres de 150 à 2 200 kg.

Le débit transitant par ce seuil dépend des débits du Gard et du contre canal rive droite ainsi que du débit de fuite des digues et de celui passant par les vannes ou les volets du barrage mobile.

Le niveau aval est fonction du débit total (débit turbiné à l'usine + débit transitant par le seuil).

La relation hauteur-débit caractérisant le seuil a été portée au tableau 1. Une échelle limnimétrique installée à l'amont immédiat du seuil permet de connaître de façon approchée les cotes et les débits au niveau de cet ouvrage.

**Tableau 1 : Relation hauteur-débit au seuil de Beaucaire**

Cote N.G.F.	Débit (m <sup>3</sup> /s)
4,05	3,8
4,10	11
4,15	20
4,20	31
4,25	44
4,30	58
4,40	92
4,50	132
5,00	300
5,50	560
6,00	860
6,50	1 200
7,00	1 600

La passe à poissons de type LACHADENEDE implantée en rive droite est constituée par un coursier de 12 % de pente et de 2,5 mètres de largeur sur le fond duquel sont disposés, tous les 80 centimètres, des obstacles en forme de chevrons ayant pour but de réduire la vitesse de l'écoulement (fig. 2). Celui-ci, relativement complexe, passe alternativement du régime fluvial au régime torrentiel au-dessus des ralentisseurs, les nombres de Froude restant néanmoins très proches de l'unité.

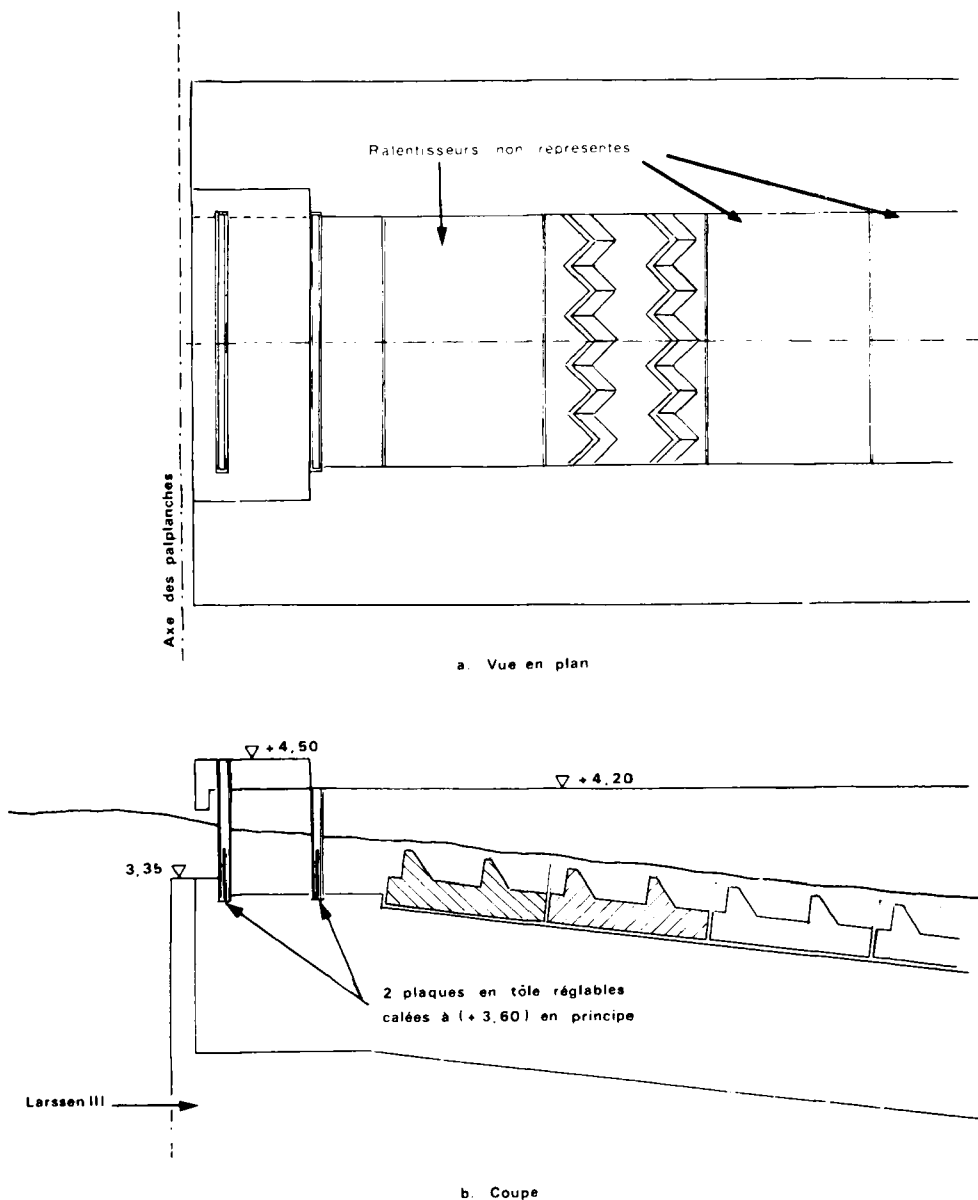


Fig. 2 : Passe à poissons du seuil de Beaucaire.

Cette passe diffère cependant de la passe LACHADENEDE originale par l'absence des plans bissecteurs dans les ralentisseurs et par le fait que ces derniers sont en béton armé et non en tôle, ce qui ne semble pas modifier la structure de l'écoulement.

Au cours des campagnes d'octobre 1974 et mai 1975, les vitesses moyennes, les hauteurs d'eau et le débit dans la passe ont été estimés en fonction de la cote amont (tableau 2).

**Tableau 2 : Caractéristiques hydrauliques de la passe de Beaucaire**

Cote N.G.F.	Débit dans la passe (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur d'eau dans la passe (m)	Vitesse moyenne (m/s)
4,00	0,95	0,25 - 0,30	1,35
4,10	1,25	0,30 - 0,35	1,55
4,20	1,70	0,35 - 0,40	1,80
4,30	2,05	0,40 - 0,45	1,95

Pour des niveaux amont supérieurs à 4,30 m, la partie amont de la passe fonctionne en orifice noyé, en créant dans le coursier un ressaut difficilement franchissable par les aloses.

#### **OBSERVATIONS ET RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE 1975**

Les deux conditions fondamentales à l'efficacité d'une passe sont :

- que les migrateurs trouvent rapidement son entrée lorsqu'ils parviennent au pied de l'obstacle (attractivité de la passe) ;
- que les vitesses dans la passe n'excèdent pas les capacités de nage des migrateurs.

La crête du seuil étant horizontale et aucune échancrure n'ayant été prévue pour concentrer le débit vers la partie aval de la passe, il semble que le débit transitant par celle-ci ne constitue pas un appel suffisant ; en effet, de nombreuses

aloses cherchent à remonter par le seuil lui-même en dehors de la passe, se faisant ainsi piéger dans les enrochements où elles meurent d'épuisement.



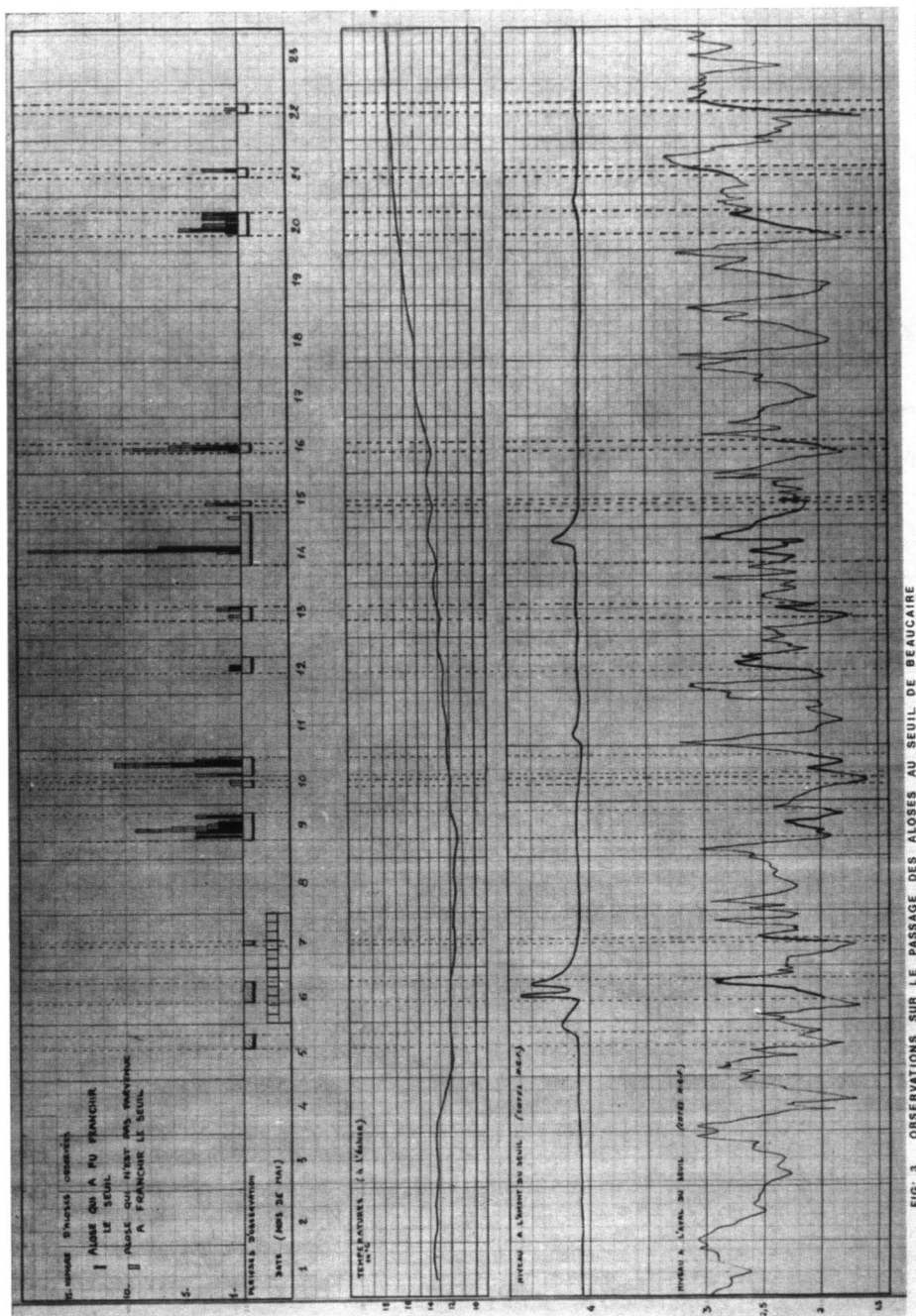
D'autre part, pour un niveau aval inférieur à la cote + 1,80 NGF, la présence de blocs situés à l'aval immédiat de l'échelle interdit l'entrée de la passe lorsque le débit du Rhône est faible (de l'ordre de 1 000 m<sup>3</sup>/s).

La faiblesse du débit du Gard pendant le mois de mai 1975 a favorisé les observations dans la passe du seuil de Beaucaire. En effet, la cote amont s'est maintenue entre 4,05 et 4,14 NGF, avec quelques courtes pointes atteignant 4,60 NGF, lors des essais des vannes et des volets du barrage de retenue.

A l'aide d'un dispositif de réglage mis en place dans la partie amont de la passe, il a été possible, en modifiant les conditions d'entonnement, de faire varier le débit, donc les vitesses et hauteurs d'eau dans le coursier.

Les niveaux amont, aval, ainsi que la température de l'eau et les périodes d'observations, ont été portés sur la figure 3.

Fig. 3 : Observations sur le passage des aloses au seuil de Beaucaire.



Aucune remontée d'aloise n'a été observée pour des vitesses moyennes dans la passe supérieures à 1,50 m/s.

En maintenant dans le dispositif une vitesse inférieure à 1,30 m/s, nous avons pu y observer plus de 100 tentatives de remontée dont 53 % seulement ont abouti (tableau 3).

Tableau 3 : Observations des Aloses dans la passe du seuil de Beaucaire.

Dates des observations	9-5	10-5	12-5	13-5	14-5	15-5	16-5	20-5	21-5	22-5	Total
Nombre d'aloses ayant franchi la passe	20	21	2	1	20	2	7	8	1	0	82
Nombre d'aloses n'ayant pu franchir la passe	13	13	—	4	7	3	10	8	2	1	61
Nombre d'aloses s'étant engagées dans la passe et se laissant dévaler											
— dès l'entrée	6	4	—	1	1	—	2	1	—	—	15
— dans le coursier	5	6	—	2	2	1	5	5	2	1	29
— dans la section critique (région des vitesses maximales)	1	1	—	—	3	1	1	1	—	—	8
— à la sortie	1	2	—	1	1	1	2	1	—	—	9

Les temps mis par les aloses pour franchir la passe ont varié entre 12 et 29 secondes. La longueur de remontée, fonction du niveau aval, et la vitesse moyenne de l'eau étant connues avec suffisamment de précision, il est possible d'évaluer les vitesses absolues de nage des aloses dans la passe (tableau 4).

**Tableau 4 : Vitesse de nage des aloses dans la passe du seuil de Beaucaire.**

Temps de remontée (secondes)	Distance (mètres)	Vitesse de remontée dans la passe (m/s)	Vitesse absolue de nage de l'aloise dans la passe (m/s)
29	10	0,34	1,50
25	14	0,56	1,70
22	14	0,64	1,80
23	14	0,61	1,80
19	14	0,74	1,90
24	18	0,75	1,90
17	14,6	0,86	1,95
20	14	0,70	1,95
18	14	0,78	2,00
17	14	0,82	2,00
19	17	0,89	2,05
15	14	0,93	2,10
16	15,5	0,97	2,10
14	14	1	2,15
13	14	1,08	2,30
12	14,6	1,22	2,30
12	14	1,17	2,30

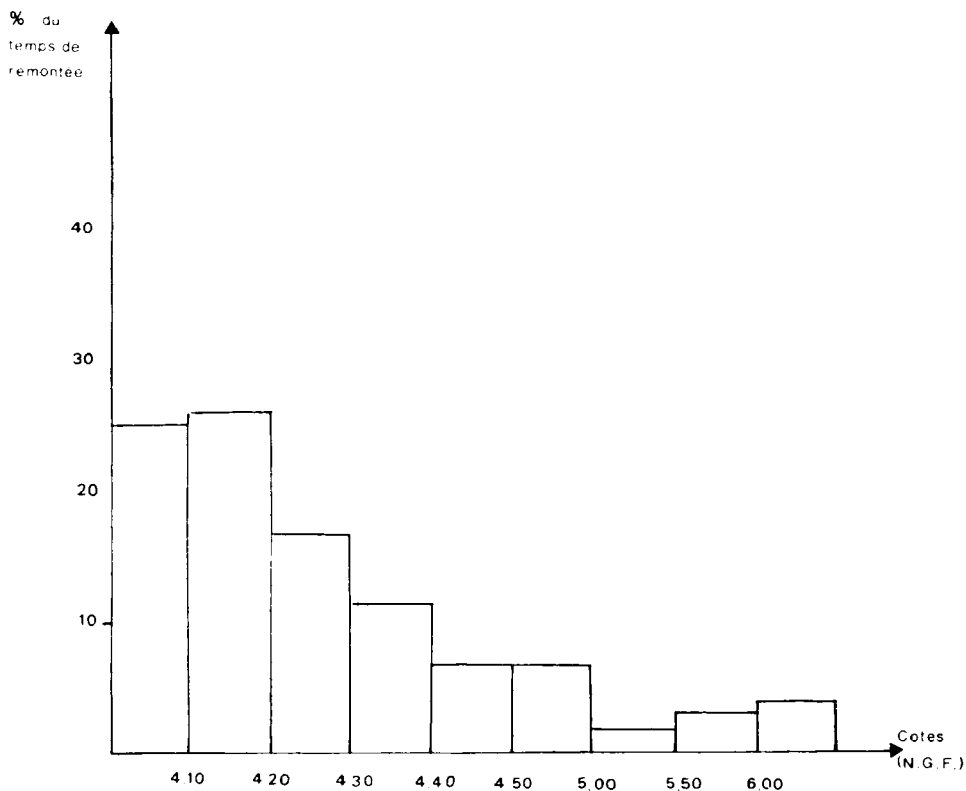
A la lecture de ces deux derniers tableaux, il apparaît que l'aloise peut difficilement fournir un effort prolongé au-delà de 30 secondes : 71 % des aloses ne pouvant franchir la passe sont « éliminées » avant d'avoir atteint la section critique.

D'autre part, les vitesses absolues relativement faibles, entre 1,50 m/s et 2,30 m/s, peuvent s'expliquer par les grandes turbulences provoquant un entraînement d'air important au sein de l'écoulement et réduisant en conséquence les capacités de nage du poisson. Il est possible de réduire l'entraînement d'air en augmentant le tirant d'eau, mais cela provoque parallèlement une augmentation des vitesses.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

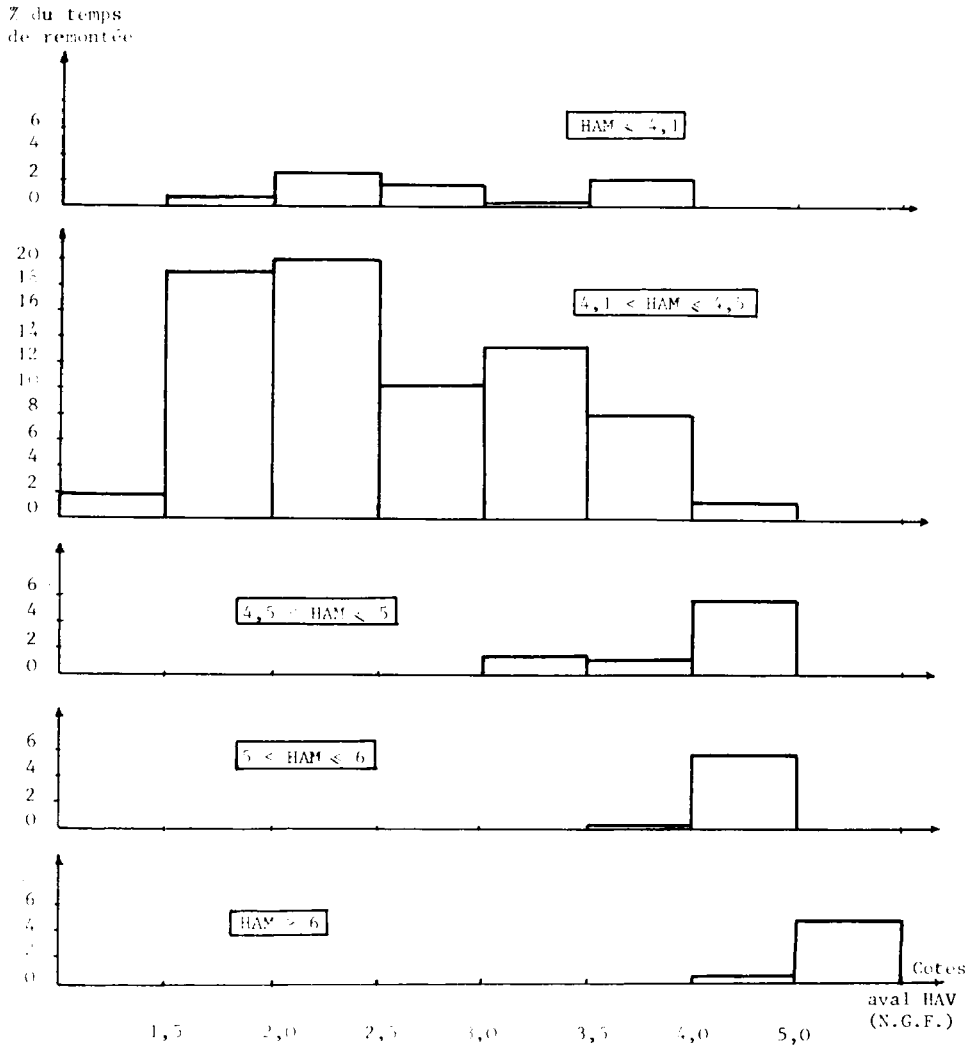
Des observations effectuées lors de la migration potamotoque des aloses au cours du mois de mai 1975, il ressort que la vitesse maximum (2 m/s) retenue pour la conception des ouvrages est beaucoup trop élevée, aucune alose n'ayant pu franchir l'obstacle pour des vitesses supérieures à 1,50 m/s. Cette surestimation de la vitesse de nage des aloses réduit considérablement l'efficacité de la passe.

Sur la figure 4, a été porté l'histogramme de la distribution des cotes amont du seuil de Beaucaire observées pendant la migration de 1974 : la passe n'a pu fonctionner de manière satisfaisante (cote amont inférieure ou égale à 4,10 NGF) qu'environ 25 % du temps. Pour la période 1970-1973, la passe n'aurait pu fonctionner qu'environ 8 % du temps.



**Fig. 4 : Histogramme de fréquence des cotes amont au seuil de Beaucaire.**

Pendant la période de remontée, le niveau aval peut également influencer le fonctionnement de la passe et les conditions de déversement sur le seuil. Sur la figure 5, nous avons reporté l'histogramme de distribution de fréquence des cotes amont et aval.



**Fig. 5 : Histogramme de fréquence des cotes aval HAV en fonction des cotes amont HAM au seuil de Beaucaire pendant les périodes de migration (15 mars - 30 juin) de 1970 à 1973.**

Pour les cotes amont inférieures à 4,50 NGF, il est peu probable que les migrateurs puissent franchir le seuil, étant donné la trop faible hauteur d'eau sur les enrochements ; or, pour les années 1970 à 1973, l'occurrence cote amont inférieure à + 4,50 NGF et cote aval inférieure à + 3,50 NGF s'est produite 64 % du temps correspondant à la période de remontée des aloses (15 mars - 30 juin).

Les observations précédentes confirment les travaux des auteurs américains (DECKER, 1967) qui conseillent de ne pas dépasser la vitesse de 1,20 m/s dans les passes à ralentisseurs et de prévoir des bassins de repos dès que la dénivellation dépasse 2,5 mètres.

Pour améliorer les conditions de franchissement du seuil de Beaucaire (\*), il est nécessaire à la fois :

- de rendre la passe plus attractive en faisant déboucher au voisinage de celle-ci un débit voisin du débit réservé (10 m<sup>3</sup>/s) ;
- de résoudre le problème du piégeage des aloses dans les enrochements en noyant par exemple ces derniers dans le béton, ce qui faciliterait également la descente des jeunes aloses et des géniteurs ;
- de modifier le type de passe afin d'obtenir pour des cotes amont comprises entre + 4,00 et + 4,50 NGF des vitesses moyennes ne dépassant pas 1,20 m/s.

Etant donné la situation géographique de ce barrage, le premier d'une longue série, et le peu d'efficacité des passes prévues, il est facile de comprendre pourquoi les vives blanchard se sont arrêtés de tourner le long des quais en Avignon, et comment l'aménagement du plus grand fleuve de notre pays se traduit entre autres par la disparition d'une espèce migratrice ô combien symbolique.

#### TRAVAUX CITES

- CTGREF Div. Qual. Eaux P. et Piscic., 1975. Les obstacles à la migration des poissons du Rhône dans le département du Gard. *CTGREF, Div. Qual. Eaux P. et Piscic.*, Etude n° 8, 54 p. Etude réalisée avec le concours du Minist. Qualité de la Vie, DPN, Serv. Pêche Hydrobiol.
- COMPAGNIE NATIONALE DU RHONE, 1968. Etude sur modèle de l'échelle à poissons du seuil de la dérivation du Gard. Rapport n° 50-00.
- DECKER L.F., 1967. Fishways in Maine. Maine Department of Inland Fisheries and Game. Augusta, Maine. 47 p.
- DOMINY L.C., 1973. Effect of entrance-pool weir elevation and fish density on passage of alewives (*Alosa pseudoharengus*) in a pool and weir fishway. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 102 : 398-404.
- GALLOIS C., 1946. L'alose du Rhône. *Bull. fr. Pisc.*, 141 : 162-176. 142 : 5-14 144 : 130-136.
- GALLOIS C., 1947. Aménagement du Rhône vivarais par la Compagnie Nationale du Rhône. Ses incidences sur l'économie piscicole. Mesures tendant à les atténuer. *Bull. fr. Piscic.*, 146 : 25-34.
- GEMAEHLING C., 1974. Vers l'achèvement de l'aménagement du Rhône. *Tech. Sci. Munic.*, 3 : 93-103.

---

(\*) Entre le moment où cet article a été rédigé et sa parution, une partie du seuil de Beaucaire, dont la passe à poissons, a été emportée, ce qui permet d'entrevoir la possibilité de reconstruction d'une passe plus efficace.

- HOESTLANDT H., 1948. Fécondation artificielle et incubation de l'aloise du Rhône : *Paralosa rhodanensis* Roule. *Ann. Stat. Cent. Hydrobiol. Appl.*, 2 : 223-228.
- LACHADENEDE S., 1931. Echelle à poissons. *Revue des Eaux et Forêts*, 9 : 763-770.
- LEGER L., 1943. Etude sur l'hydrographie et l'économie piscicole du département de la Savoie. *Trav. Lab. Hydrobiol. Pisc. Univ. Grenoble*, 34-36 : 51-66.
- LEGGETT W.C., 1973. The migration of the shad. *Am. Scient.*, 228 (3) : 92-98.
- NIKOLSKI G.V., 1963. The ecology of fishes. London and New York, Academic Press : 352 p.
- RAMEYE L., KIENER A., SPILLMAN C.P., BIOUSSE J., 1976. Aspect de la biologie des aloses du Rhône. Pêche et difficultés croissantes de ses migrations. *Bull. fr. Piscic.*, 263 : 50-76.
- RICHKUS W.A., 1974. Factors influencing the seasonal and daily patterns of alewife (*Alosa pseudoharengus*) migration in a Rhode island river. *J. Fish. Res. Board Can.*, 31 (9) : 1485-1497.
- SAILA S.B., PULGAR T.T., SHEEHY D.J., FLOWER J.M., 1972. Correlations between alewife activity and environmental variables at a fishway. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 101 : 583-594.
- VIBERT R., LAGLER K., 1961. Pêches continentales. Biologie et aménagement. Dunod, Paris, 720 p.