

PRESENTATION D'UN SIMULATEUR INDIVIDUS-CENTRE DE MIGRATION ESTUARIEENNE DE CIVELLES

Patrick Lambert, Eric Rochard, Pierre Elie ^a

I- INTRODUCTION

La compréhension de la migration estuarienne des civelles d'anguille (*Anguilla anguilla*) constitue actuellement un enjeu écologique, économique et scientifique important compte tenu de l'apparente diminution du stock continental. Du fait de la complexité du phénomène à observer et de l'impossibilité de reproduire en laboratoire des conditions naturelles, l'approche par modèle semble être une voie d'investigations complémentaires des travaux menés sur le terrain et intéressante pour proposer des mesures de gestion. La modélisation individus-centrée correspond à une approche mécaniste du fonctionnement d'un système (LEPAGE, 1995) et est à même de répondre à la volonté de compréhension des phénomènes complexes. Ce type de modélisation cherche avant tout à intégrer les mécanismes sous-jacents gouvernant le système afin de parvenir à le décrire dans sa globalité (SCHOENER, 1986). Elle complète donc l'approche phénoménologique, la plus souvent adoptée dans les différentes modélisations de la migration des civelles (LAMBERT, 1995) et dont le principe est de modéliser les données directement observables d'un système. Un simulateur basé sur une approche individus-centrée permet d'organiser les connaissances acquises sur un sujet, de progresser dans la compréhension du phénomène en testant des hypothèses et éventuellement de réaliser quelques prévisions en fonction de scénarios.

II- METHODE UTILISEE

Le simulateur individus-centré de migration de civelles en estuaire repose sur le couplage entre les fluctuations spatio-temporelles des caractéristiques du milieu estuarien et le comportement migratoire d'un individu en cours de

^a - CEMAGREF de Bordeaux, Division Aquaculture et Pêche, BP 3, 33611 Gazinet cedex

migration. Pour sa réalisation nous avons utilisé la programmation orientée-objet. Cette technique est adaptée à la représentation d'une part, de processus basés sur des comportements individuels et d'autre part, d'une hétérogénéité spatiale. L'engouement actuel pour ce type de modélisation réside dans un parallélisme entre objet du programme et agent du modèle, la traduction des différents comportements se faisant alors naturellement (LE PAGE, 1995).

A- Les constituants du simulateur

La zone estuarienne peut être simulée par une succession d'arrangements spatiaux de différents fragments plus homogènes d'habitats (LE PAGE, 1995) appelés cellules ou "patches". La simulation a été réalisée pour la moitié droite de l'estuaire de la Gironde correspondant à la rive directrice de la migration. Pour cela nous avons défini : 1 cellule " océan ", 8 cellules estuariennes de surface, 8 de fond et une cellule " rivière ". Ce simulateur s'appuie sur une importante base de connaissances ayant trait à la migration anadrome de la civelle en zone estuarienne (ELIE et ROCHARD, 1995). La migration repose sur une utilisation préférentielle par les civelles du courant de flot pour migrer vers l'amont et sur un comportement de recherche d'abris lors du jusant. La civelle dans sa phase de migration peut donc être considérée comme un agent réactif. Ses déplacements sont bloqués par exemple pour des températures inférieures à 4 - 4.5 °C ou des vitesses contraires de 0.50 ms⁻¹.

B- Principe de fonctionnement

Les civelles virtuelles sont injectées selon une loi normale dans la cellule océan qui constitue l'entrée du système. Chaque civelle migre ensuite dans les cellules selon des méthodes traduisant la connaissance que l'on a actuellement de son comportement. A chaque pas de temps horaire, en fonction de ses caractéristiques propres et des caractéristiques de la cellule où elle se trouve, une civelle peut migrer vers le haut ; vers l'amont ; vers le bas ou mourir. Le calage se fait, par comparaison entre le cumul journalier des abondances calculées par le modèle dans certaines cellules et les indices d'abondance (CPUE) issus des déclarations journalières d'un ou plusieurs pêcheurs professionnels de la zone. Les premiers essais de simulation ont été réalisés pour la saison 1987-1988, année pour laquelle nous disposons des paramètres environnementaux nécessaires aux calculs et d'un bon suivi de la pêcherie de civelle sur cette zone.

III - RESULTATS

La durée moyenne de la traversée estuarienne simulée, pour les conditions environnementales testées, est de 175 h, ce qui est cohérent avec les résultats d'expériences de marquage (CANTRELLE, 1981) ou de suivis de " vagues de migration " effectués sur le même site (ROCHARD, 1992).

Des courbes d'abondance (figure 1) ont été calculées, de façon à pouvoir être comparées à l'activité de pêche d'un navire durant une journée, en supposant que la capture qu'il réalise est négligeable par rapport au stock présent dans la cellule. On remarque d'une part, que ces courbes sont encore proches de la courbe d'entrée, la déformation induite par les méthodes de migration reste faible. D'autre part, des densités plus faibles sont calculées pour la cellule amont ceci est dû à la morphologie de l'estuaire qui, en se resserrant vers l'amont entraîne une augmentation des vitesses de courant et donc une durée de séjour plus faible des civelles sur les cellules amont.

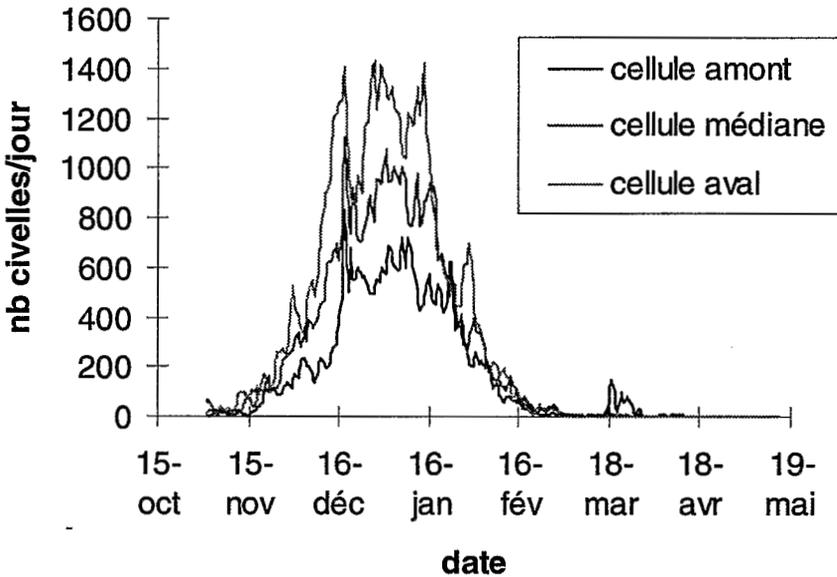


Figure n° 1. Courbes d'abondance issues de la simulation (en nombre de civelles comptées par jour dans une cellule), pour trois cellules de surface.

IV - DISCUSSION

Cette approche en synthétisant l'ensemble des connaissances concernant l'écologie de la civelle en migration, permet grâce à des simulations avec des jeux de données environnementales réelles, de tester le mode d'action des différents facteurs du milieu. En organisant dans un cadre unique des résultats issus de disciplines différentes, ce type de modèle constitue un point de rencontre entre les chercheurs et permet assez rapidement de faire progresser la réflexion sur des phénomènes complexes. Il ne s'agit pour l'instant que de la première version fonctionnelle de ce simulateur, l'action d'autres facteurs importants pour la migration doit être prochainement intégrée, et un nouveau modèle hydraulique de l'estuaire de la Gironde devrait améliorer la pertinence des calculs. Cependant les premiers résultats incitent à la poursuite du projet, en particulier à la réalisation d'expérimentations pour confirmer ou préciser les méthodes de migration. Très satisfaisant au niveau conceptuel, cette approche admet comme principe que tous les individus diffèrent par leur comportement et leur physiologie, ceux-ci résultant d'une combinaison unique d'influences génétiques et environnementales (HUSTON *et al.*, in LEPAGE, 1995). Il s'agit d'un type de modélisation relativement accessible et très évolutif, par contre, par son absence de cadre mathématique rigoureux il semble relativement difficile à ajuster.

BIBLIOGRAPHIE

- CANTRELLE (I.), 1981. *Etude de la migration et de la pêche des civelles Anguilla anguilla L. 1758 dans l'estuaire de la Gironde*, Thèse de doctorat de 3ème cycle. CEMAGREF de Bordeaux, Div. A.L.A./ Université de Paris VI, 237 p.
- ELIE (P.) et ROCHARD (E.), 1995. Migration des civelles d'anguilles (*Anguilla anguilla L.*) dans les estuaires, modalité du phénomène et caractéristiques des individus. *Bull. Fr. Pêche et Pisc* (sous presse).
- LAMBERT (P.), 1995. Synthèse des concepts de modélisation du phénomène de migration des civelles d'*Anguilla anguilla* en estuaire. *Bull. Fr. Pêche et Pisc*. (sous presse).
- LE PAGE (C.), 1995. Variabilité environnementale et structuration spatiale de la reproduction. in. GASCUEL D., DURAND J.L. et FONTENEAU A. *Les*

recherches françaises en évaluation quantitative des ressources et des systèmes halieutiques, Ed. ORSTOM, pp 127-139.

ROCHARD (E.), 1992. *Mise au point d'une méthode de suivi de l'abondance des amphihalins dans le système fluvio-estuarien de la Gironde, application à l'étude écobioologique de l'esturgeon *Acipenser sturio**. Thèse de doctorat, Université de Rennes I/CEMAGREF, 315 p.

SCHOENER (T.W.), 1986. Mechanistic approaches to community ecology : a new reductionism ? *Amer. Zool.* 26, 81-106.