

VOIES RAPIDES, GRANDS ET PETITS CHEMINS, SENTIERS DE TRAVERSE : DIVERSITE DES ITINERAIRES DE LA RECHERCHE EN HALIEUTIQUE, ENTRE "LE REEL" QU'ELLE ETUDIE ET "LES MODELES" QU'ELLE GENERE

François VALETTE^a

I - INTRODUCTION

Ayant côtoyé au CNRS, une grande diversité d'approches modélisées, ce n'est pas sans plaisir que j'ai retrouvé la même richesse dans ce forum. Elle s'impose, bien sûr, devant un objet scientifique aussi "impressionnant" que l'halieutique, lieu de préoccupations variées autour de ressources très diverses, se situant elles-mêmes dans un milieu fort complexe que l'homme, par nature, est de plus en plus apte à bien connaître.

II - LES SPECIFICITES DE L'HALIEUTIQUE

L'halieutique se distingue, pour le modélisateur, par deux caractéristiques aussi évidentes que lourdes de conséquences :

A - Sa ressource est issue d'un milieu difficile d'accès : on est "loin de tout", sur ou dans l'eau ; on est mal, il faut s'équiper ; tout bouge, avec le vent, les vagues et/ou les courants ; on risque sa vie, on ne voit pas grand chose et la pression monte vite, quand on descend...

Ces faits contribuent à ce qu'on connaisse ce milieu moins bien que ceux où les hommes sont à priori plus à l'aise et en sécurité. Cela veut dire, pour les chercheurs, que les données dont ils ont besoin sont souvent difficiles d'accès, donc chères et qu'ils doivent bien choisir celles qu'ils commandent à ceux qui sont à même de les obtenir.... sauf bien sûr si elles sont de toute façon relevées dans des buts autres que les leurs.

B - Sa problématique intègre de fait une grande diversité de questionnements sur les poissons et/ou leurs environnements, impliquant la collaboration de nombreuses sciences :

- des questions pour les sciences de la vie : qui sont-ils, d'où viennent-ils, que font-ils, que mangent-ils, de qui sont-ils les proies, comment dépendent-ils

^a CNRS - Université de Montpellier II

autrement de leur milieu, quelle part peut-on prendre sans compromettre ni leur survie, ni les équilibres de ce milieu ?...

- des questions pour les sciences dites "dures" : de quels paramètres physico-chimiques dépend le plus leur développement ?...

- des questions pour les sciences humaines et sociales : qui en mange, où, quand, comment, lesquels et en quelles quantités : comment et selon quels facteurs les demandes correspondantes vont-elles évoluer ?

- des questions pratiques, enfin : d'où viennent-ils, où sont-ils et où vont-ils, comment les prendre ?...

Au-delà de la diversité des questions, la diversité des espèces étudiées et des modes d'exploitation ne fait qu'aggraver ce constat de "richesse" de la problématique halieutique. Sans signifier qu'il faille renoncer à l'aborder par les modèles, ce constat peut aider à admettre, avant d'aller plus loin, l'idée qu'aucun modèle aussi "global" et "complexe" soit-il, ne saurait totalement la traiter...

III - ESSAI DE TYPOLOGIE DES MODELES ENVISAGEABLES

Les outils de modélisation pour aborder cette problématique sont également nombreux et divers. Ils le sont même de plus en plus dans le contexte actuel du développement très rapide de l'industrie logicielle.

La question qui se pose alors au chercheur est donc de plus en plus aigüe de repérer dans cette jungle le ou les outils dont il a besoin. A défaut d'en trouver, il peut toujours envisager de développer les outils "sur mesure" qui répondront à ses attentes. Mais cette démarche coûteuse en temps et en expertise informatique s'impose de moins en moins souvent, compte tenu de la variété des outils disponibles, et la question ne se pose plus comme dans les années 70 ou 80, quand la plupart des modèles étaient programmés par les scientifiques eux-mêmes. Il est souvent devenu possible et bien plus efficace d'envisager la construction des modèles en s'appuyant sur des *logiciels d'aide à la construction de modèles*.

Ainsi à titre d'exemples :

- les logiciels de statistiques et d'analyse des données en particulier qui furent les premiers de la "boîte à outils" du modélisateur se sont sensiblement perfectionnés et "convivialisés" ;

- en programmation (résolution de grands systèmes d'équations), la plupart des tableurs intègrent maintenant de puissants solveurs qui épargnent aux modélisateurs un long travail de recherche et test d'algorithmes ;

- en simulation (représentation de processus dynamiques), des logiciels fiables et faciles à mettre en oeuvre permettent la description de phénomènes quelconques, en accompagnant le modélisateur tout au long de son travail en amont et en aval des simulations :

Tableau 1.: Essai de typologie des modèles

APPROCHE	PRINCIPES OU EXEMPLES	BASES TYPES D'INFORMATION	TRAITEMENT	EXPLOITATION
STATISTIQUE (DYNAMIQUE)	REGRESSIONS ANALYSE DE DONNEES	DONNEES, SERIES (VS TEMPS, ESPACE OU AUTRES VARIABLES)	REGRESSIONS, TESTS DE RELATIONS QUELCONQUES ENTRE VARIABLES	IDENTIFICATION DE MECANISMES OU STRUCTURES
MECANISME	SIMULATIONS STOCHASTIQUES DETERMINISTES	RELATIONS ENTRE VARIABLES ET TEMPS (EQU. DIFFERENTIELLES)	ALGORITHMES D'INCREMENTATION DU TEMPS	REPRODUCTION DE MECANISMES, PREVISIONS
STRUCTURELLE	PROGRAMMATION (LINEAIRE OU NON) MODELES STATIQUES	EQUILIBRE SOUS CONTRAINTES ENTRE MULTIPLES VARIABLES	SOLVEURS, ALGORITHMES DE RESOLUTION DE SYSTEMES D'EQUATIONS	IDENTIFICATION D'EQUILIBRES, PROSPECTIVE
DYNAMIQUE GLOBALE	MODELES D'EVOLUTION	EQUATIONS D'EQUILIBRE ET RELATIONS DE CERTAINES VARIABLES/TEMPS	COMBINAISONS PROGRAMMATION/ SIMULATIONS	SIMULATION DE L'EVOLUTION DE STRUCTURES COMPLEXES
REPRESENTATION SPATIALE	SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE	BASE DE DONNEES ET DE RELATIONS VARIALES/ESPACE	GESTION DE DONNEES, TRAITEMENT GRAPHIQUE	VISUALISATION DES RELATIONS ENTRE VARIABLES ET ESPACE
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	SIMULATEURS, SYSTEMES EXPERTS	REGLES LOGIQUES, CORRELATIONS, INFERENCEES...	ENCHAINEMENT D'INFERENCEES LOGIQUES	REPRODUCTION DE COMPORTEMENTS, DIAGNOSTIC, DECISION
INTEGREE	COMBINAISON D'APPROCHES	QUELCONQUES (voir ci-dessus)	GESTION SEQUENTIELLE DE PLUSIEURS LOGICIELS	TACHES COMPLEXES NON INTEGRABLES EN UNE SEULE APPROCHE...

- enfin, face aux besoins d'un nombre croissant d'utilisateurs, d'autres outils sont apparus dans le domaine de l'intelligence artificielle et des systèmes experts :

voire, plus récemment, dans le domaine de la logique floue et des systèmes d'information géographique...

La typologie d'approches modélisées présentée par le tableau 1 ci-dessus a été conçue pour des problèmes de gestion des ressources naturelles⁽¹⁾. Elle s'applique donc assez bien à l'analyse évoquée à propos de l'halieutique, en s'attachant à reconnaître la diversité des traitements, des données et des résultats. Les six premières catégories qu'elle définit ont l'intérêt de pouvoir être en pratique associées à des logiciels disponibles représentant l'essentiel de la "boîte à outils" visée.

IV - DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Le programme de ce forum montre que la part de la recherche halieutique qui a recours à la modélisation n'a pas été monopolisée par une seule des disciplines concernées. Elle a au contraire assemblé des compétences de chercheurs de disciplines différentes, voire parfois suscité des coopérations inter-organismes, devant certaines questions qui ne semblaient pas à priori relever d'approches formalisantes. Elle semble ainsi aborder, déjà au vu de ce seul échantillon, une large part des questions posées au chapitre 1.

La portée de ces efforts est toutefois limitée par la complexité des milieux étudiés et par la lacunarité de l'information disponible sur eux, qui expliquent en même temps leur répartition inégale :

- les chaînes écologiques et filières économiques en cause, longues et complexes ne sont ainsi jamais envisagées en tant que telles, ni ensemble dans un espace donné, ni séparément dans tout leur champ.

- le fait que l'essentiel de l'information disponible pour évaluer les stocks corresponde aux quantités pêchées explique sans doute le poids des méthodes statistiques (pour reconstituer à partir de là, une information exploitable en termes d'aide à la décision).

Ces faits de segmentation ou de spécialisation des recherches ainsi que la diversité des sujets abordés et des méthodes employées rendent toutefois difficile leur mise en relation : la définition de problématiques fédératrices par exemple

(1)- Les outils de la recherche opérationnelle, analyse des fonctions et des complémentarités aux niveaux micro, meso et macro économiques. Contribution au colloque "Représentation, Modélisation, Développement", G.I.S. "Systèmes Energétiques et Utilisations de l'Espace", Montpellier, janvier 1990, pp. 315-335.

écologiques ou économiques limitées à certains espaces ou à certaines espèces serait souhaitable pour l'aider.

Globalement, la qualité, le volume et la diversité des recherches présentées ici montrent qu'un effort important est engagé dans la plupart des disciplines et organismes concernés pour tirer le meilleur parti de la modélisation. Il apparaît cependant que cet effort n'est pas engagé avec la même intensité sur tous les fronts où l'on pourrait s'attendre à le voir porter. De nombreux travaux sont en effet, en toute logique par rapport à la finalité des institutions impliquées, tournés vers l'évaluation de la ressource : en revanche, les milieux où cette ressource se développe et les marchés où elle est valorisée sont ici peu étudiés alors que de toute évidence, leur influence sur le "système pêche" est déterminante.

Cette remarque conduit naturellement à se demander si certains apports de l'écologie et de l'économie, développés dans d'autres cadres, ne seraient pas à prendre davantage en compte dans ce type de forum. La même question peut se poser pour la physique en vue de tirer parti de ses apports récents à l'étude des systèmes complexes : les théories du flou, du chaos et des ondelettes pour n'en citer que trois sauraient sans doute trouver ici de bonnes applications notamment pour mieux aborder respectivement les problèmes de régulation, d'instabilité des stocks et d'identification ou analyse des phénomènes cycliques.

Ces propositions d'ouvertures reposent cependant pour l'halieumétrie, les questions de positionnement que son nom suggère d'emblée :

- la fusion d'"halieutique" et de "biométrie" en citant des domaines scientifiques précis, évoque une forte spécialisation (application de la biométrie à la science halieutique)

- la juxtaposition d'"halieu..." et de "...métrie" définit un champ plus vaste (études quantitatives de l'évolution de l'activité halieutique)...

Les enjeux scientifiques sous-jacents sont donc importants. Je me contenterai ici de les illustrer par les deux figures qui suivent :

- la première (fig.1) place le débat sur le plan des disciplines scientifiques en considérant divers niveaux d'application de la modélisation ;

- la seconde (fig 2) montre autrement l'halieumétrie dans l'halieutique et cette dernière en tant qu'activité parmi d'autres.

Ces deux façons de voir les choses impliquent évidemment des stratégies différentes de "*cadre d'application de la biométrie*" dans la première ou de "*cadre de coopération interdisciplinaire*" dans l'autre, chacune ayant bien sûr un sens dans la communauté scientifique d'aujourd'hui...

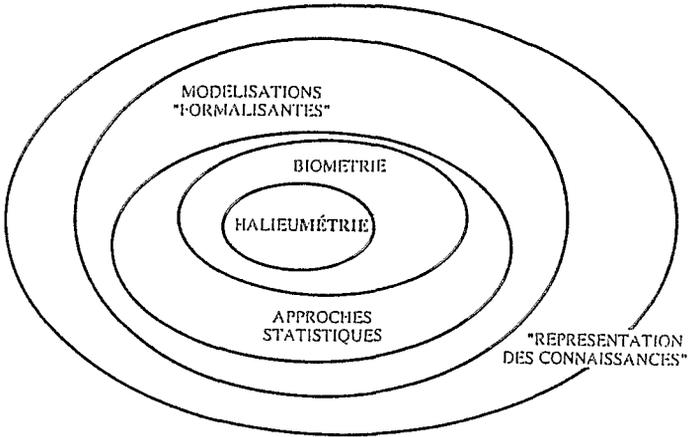


Figure 1 : Positionnement par rapport aux types de modèles (aspect "instrumental") (chaque type de modélisation pouvant s'appliquer à divers niveaux d'organisation)

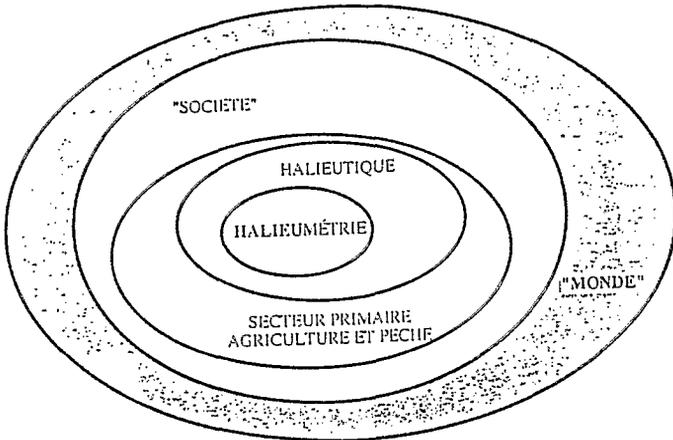


Figure 2 : Positionnement de l'halieumétrie par rapport aux niveaux d'organisation (à chaque niveau pouvant s'attacher diverses approches en modélisation...)

Sur le plan méthodologique enfin, on notera que la majorité des communications présentées ici relèvent soit des "approches statistiques", soit des "approches mécanistes" de la typologie proposée plus haut (Tab. 1).

Par rapport à une vision classique en systémique où l'on considère que tout système est un transformateur à la fois récepteur de flux quelconques (entrées) et un émetteur d'autres flux (sorties), ces deux démarches sont très complémentaires pour le système que l'halieutique étudie :

I >	S >	O >
Imputs (Entrées)	Système	Sorties (outputs)

- la démarche "statistique" tend en général à reconstituer de l'information sur le système et/ou sur ses entrées, sur la base de la connaissance d'une partie de ses sorties donc à résoudre soit des problèmes d'identification de système ($O+I>S$), soit des problèmes dits "inverses" ($O+S > I$), soit des problèmes hybrides.

- la démarche "simulation" elle, tend le plus souvent à décrire à des fins de vérification d'hypothèses sur le fonctionnement du système ou de prévision, une partie des sorties en connaissant une partie des entrées et certaines parties du système. Elle s'apparente donc aussi, souvent, à une résolution de problèmes dits "directs" ($I+S>O$).

Sur le plan instrumental comme sur le plan des démarches et cultures scientifiques mises en oeuvre, ces approches sont toutefois très différentes au point de pouvoir parfois sembler s'opposer :

- les approches statistiques exigeantes en termes de bases de connaissances en mathématiques du côté de leurs auteurs permettent de construire les assemblages d'équations et de logiques suffisamment complexes pour simuler des "comportements" eux-mêmes complexes des systèmes envisagés. La question qui peut alors se poser est de savoir si la complexité apparente de ces résultats ne vient pas de la complexité des modèles eux-mêmes plutôt que d'une réduction satisfaisante par les modèles de la complexité des propriétés du système. Ces risques d'artefacts sont parfois difficiles à maîtriser et, en tout état de cause, de nombreux scientifiques, faute de bases mathématiques suffisantes pour se forger une opinion sur ce plan se sentent quelque peu exclus des débats correspondants.

- les approches par simulation, en apparence plus faciles à mettre en oeuvre posent des problèmes de natures très différentes. Elles peuvent se fonder sur des perceptions plus intuitives des réalités à décrire en permettant commodément à

leurs auteurs de mettre en place autant d'éléments (stocks, transformateurs, flux...) que nécessaire pour rendre compte de leur vision des systèmes. Leurs limites ne se situent donc pas tant au niveau de la complexité des systèmes étudiés qu'à celui des capacités des auteurs à maîtriser le fonctionnement de leurs modèles... Ces approches sans doute moins exigeantes que les précédentes sur le plan des connaissances en mathématiques exigent donc vite, dès que les modèles deviennent complexes, d'autres talents pour les contrôler. En permettant en outre de contourner maintes difficultés d'information par recours à des paramètres de circonstance difficilement contrôlables ou interprétables dans la réalité, elles donnent parfois l'impression de permettre de simuler "n'importe quoi", ou d'obtenir n'importe quel résultat attendu en jouant sur ces paramètres.

Les risques d'artefacts, de "surparamétrage" et ou de perte de contrôle des modèles sont donc grands dans un cas comme dans l'autre, remettant en cause les vertus de démonstration, qualification d'hypothèses ou prévision qu'on aimerait parfois pouvoir accorder aux efforts correspondants.

Sur un autre plan, l'intervention de ces modèles et de leur support instrumental ouvre la voie à des dérives où les modèles tendent à se substituer, aux yeux de leurs auteurs et/ou utilisateurs, à la réalité qu'ils étudient : d'un côté, le risque principal est celui d'une certaine fascination par un appareillage mathématique sophistiqué dans un environnement culturel où le "poids" des mathématiques reste énorme ; de l'autre, il est celui de la séduction par la conformité apparente entre les "images" que l'on présente des modèles et celles que l'on peut par ailleurs percevoir de la réalité ; et dans les deux cas, le risque existe d'une fascination par le réalisme apparent des résultats autour de l'impression d'intelligence artificielle qui se dégage du fonctionnement de l'ordinateur quand il délivre avec la puissance de débit qu'on lui sait, une variété de résultats ou d'images aussi grande, voire plus grande que celle que l'on se voit soi-même capable d'émettre sur la réalité.

Les pièges donc ne manquent pas dans tous ces exercices où l'on peut perdre de vue les réalités autant que les intentions initiales de leur représentation pour ne plus voir les modèles qu'en tant qu'eux-mêmes objets d'étude, voire de jeux autour du réel.

Ces remarques "de précaution" ne sauraient cependant faire oublier les atouts que la modélisation apporte aux chercheurs. Quelle qu'en soient les voies, il y a assurément un grand intérêt à faire en sorte qu'elles coopèrent. L'idéal bien sûr serait que cette coopération se réalise au niveau de chaque chercheur, chacun s'efforçant d'intégrer dans sa recherche une grande diversité d'approches. Mais ce

n'est sans doute pas facile pour des questions de temps, de formation... Et ce n'est peut-être pas nécessaire : il peut suffire que les adeptes de chaque approche coopèrent entre eux.

Et dans cette imagerie, si on les voit séparés, il convient de réaliser que chacun pourrait souvent être, par rapport aux deux sortes de dérives évoquées, le "garde-fou" de l'autre.