

## La complexification croissante des modèles de pêche.

Dans son ouvrage *“Pour une révolution dans la mer”*, Didier Gascuel consacre un chapitre à l'histoire des modèles et des modes de pensée qui ont progressivement permis d'appréhender l'impact des activités humaines sur les stocks de poissons puis les écosystèmes marins. Il ne s'agit pas ici d'une simple confrontation entre mode de pensée simpliste et mode de pensée du complexe, mais d'une complexification progressive des modèles et des modes de pensée, depuis une pensée statique et réductionniste, jusqu'à une pensée systémique dynamique, en passant par différents stades augmentant progressivement le degré de complexité atteint. L'évolution de ces modèles et de ces modes de pensée est, plus que dans bien d'autres domaines scientifiques, intrinsèquement lié, non seulement aux progrès technologiques et théoriques, mais aussi aux retombées pratiques en terme de gestion des pêches, et tentatives de suppressions des dégâts de la surpêche. L'ouvrage de Didier Gascuel se préoccupe principalement de cet aspect, et la présentation que j'en fais ici est délibérément focalisée sur l'aspect théorique, et la confrontation des différentes étapes de complexification des conceptions autour de la pêche et des écosystèmes marins.

Depuis le siècle des lumières jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, a prédominé l'idée que la nature avait été créée par Dieu pour servir les besoins humains, séparant au passage radicalement l'humain de la nature. Même Thomas Huxley, thuriféraire et ami de Darwin affirmait en 1883 que la quantité de poissons dans les océans était une ressource illimitée qu'il était donc possible de pêcher sans modération. Mais la conception sous-jacente était celle d'un équilibre, par exemple celui décrit pour les animaux en général par Malthus en 1798 selon qui le nombre d'animaux de chaque espèce est fixe et résulte d'un exact et immuable équilibre naturel entre les taux de naissances et de mortalités. Dans cette optique, les prélèvements dus à la pêche ne sont négligeables que s'ils sont marginaux par rapport au nombre total de poissons. De multiples variantes existent encore autour de cette idée d'équilibre défini et immuable, dans laquelle on retrouve les principaux éléments de la pensée réductionniste, l'aspect statique, et l'analyse de chaque constituant (espèce de poisson) sans tenir aucun compte des possibles interactions entre elles.

Le premier à le remettre en cause fut un mathématicien belge<sup>2</sup>, qui, dès 1838, montra que l'équilibre atteint dépend de la quantité de nourriture accessible, et donc de la compétition entre individus de la même espèce. L'équilibre n'est plus statique mais dynamique et résulte de *l'adaptation* (conception tout à fait nouvelle alors) des individus aux conditions et notamment à la disponibilité de nourriture. Mais cette théorie tombera dans l'oubli pendant plus d'un siècle.

Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle toutefois, l'idée d'une mer inépuisable ou d'un équilibre immuable est bien abandonnée par les scientifiques, et dans les années 1930 plusieurs modèles sont proposés, le terme de surpêche est lancé, et des modèles de dynamique des populations pour les poissons sont proposés. Le plus important de ces modèles est celui du biologiste britannique Michael Graham, s'appuyant sur des résultats obtenus en mer du nord. Il considère que l'âge des poissons est fondamental et que l'intensité de pêche optimale est donc celle qui conduit à un âge moyen des poissons où la production biologique est maximale. *« Ce que... beaucoup de scientifiques l'entre-deux guerres ont compris, c'est que la pêche est durable lorsque la capture est égale à la production biologique naturelle et que cette production dépend elle-même de... la taille du stock et donc de l'activité de pêche... Il y a donc une pression de pêche « optimale » qui maximise la production biologique naturelle et qui conduit à une capture à la fois durable et maximale<sup>3</sup>»*. On reste dans un modèle où chaque espèce est traitée indépendamment, mais on est sorti d'une vision statique, et l'idée que la pêche contribue à réguler la productivité, ce qui introduit une rétroaction, est assurément une première rupture épistémologique forte. ! Pour autant, le modèle de Graham n'est pas mis en équations et reste donc qualitatif. Il enclenche toutefois un effort de recherches tant pratiques que théoriques. Mais ce n'est qu'en 1954 que l'américain Milner Schaefer trouve une

<sup>1</sup> Pour une révolution dans la mer : de la surpêche à la résilience. Didier Gascuel, Actes Sud ed, 2019

<sup>2</sup> Pierre-François Verhulst. L'évolution qu'il décrit suit la courbe logistique.

<sup>3</sup> p174

formule permettant de quantifier l'effet de la pression de pêche. Cette formule, qui part de l'équation logistique (basée sur la compétition des individus pour la nourriture) en y rajoutant un terme de pêche, n'est en rien compliquée, et le temps considérable mis pour la découvrir illustre à mon sens le formidable obstacle épistémologique que représente la non-linéarité. Il n'y a pas un seul équilibre, mais des équilibres qui dépendent de la pression de pêche. Plus celle-ci est forte plus l'équilibre atteint correspond à une faible quantité de poissons (qui peut aller jusqu'à la disparition du stock). En dépit de controverses, et du fait que le modèle ne tient pas compte de la taille des poissons, il s'impose car il permet de calculer ce qui est devenu depuis le «*rendement maximum durable*»<sup>4</sup>, encore utilisé à l'heure actuelle pour l'établissement des fameux *quotas de pêche*<sup>5</sup>. La notion de surpêche, ou de surexploitation est difficile à comprendre avec le mode de pensée encore dominant de nos jours, car elle ne signifie pas que l'on est (sauf cas grave) en train de vider linéairement la mer de ses poissons mais seulement que la pression de pêche, en augmentant, entraîne des équilibres successifs où la pêche devient de moins en moins rentable, car la densité des poissons diminue. La complexité est cependant encore faible car le modèle reste monospécifique et ne prend en compte qu'un nombre limité d'interactions (concurrence entre les poissons pour la nourriture et pêche).

Depuis, les recherches ont continué, et progressivement permis l'élaboration de modèles de plus en plus pertinents, et de plus en plus complexes.

Une première série de complexifications a consisté à prendre en compte un nombre croissant de critères, autrement dit à modéliser un système de plus en plus large et des interactions de plus en plus nombreuses, tout en ne considérant encore qu'une seule espèce de poisson à la fois.

Le premier fut un modèle *bioéconomique* (contemporain du modèle de Schaefer) qui exprimait l'évolution des captures en fonction du capital et du travail mis en œuvre, et tenait compte aussi des prix du marché et des coûts d'exploitation. Il montrait, que, dans le cas de la pêche, l'accroissement des moyens de production (plus de bateaux plus puissants, plus de kilowatt.heures et d'heures de travail dépensés), conduit à une diminution des captures ! «*une aberration dont les pêcheurs sont à la fois les acteurs directs et les premières victimes*»<sup>6</sup>.

Une autre complexification des modèles, commencée dans les années 1950 et finalisée en 1965 a consisté à prendre en compte la dynamique démographique, c'est à dire l'âge des poissons, donc leur taille et leur masse, autrement dit à s'intéresser non seulement au nombre de poissons, mais à la masse des stocks et des captures (modèles démographiques). Il y a deux processus en jeu, le renouvellement du stock, lié à la naissance des poissons, et la structure démographique, c'est à dire la proportion de vieux et de jeunes poissons. Les modèles, confirmant l'expérience des pêcheries et permettant de la quantifier, montrent que la pêche fait disparaître les vieux (et gros) poissons, très longtemps avant de faire disparaître tous les poissons d'une espèce donnée<sup>7</sup>.

Les modèles présentés jusqu'ici ne prennent pas en compte les données de l'écologie, c'est à dire les interactions entre les poissons et leur milieu ni les interactions entre espèces. Les travaux concernant l'écologie marine se sont déroulés parallèlement, et ont donné lieu à d'autres types de modèles, là aussi de plus en plus complexes. Ils ont d'abord montré que les fluctuations de l'abondance de poissons dans un environnement donné ne dépend pas de migrations, comme on le supposait dans le cadre du modèle statique de l'équilibre unique, mais de la survie des larves (qui assure le recrutement de chacun des stocks locaux). Là encore une conception dynamique remplaçait le modèle statique, ce qui a ouvert la voie à d'innombrables travaux mettant en évidence

<sup>4</sup> *C'est un maximum obtenu lorsque y a suffisamment de poissons pour produire et suffisamment peu pour que la compétition interspécifique soit limitée p181*

<sup>5</sup> Encore faut-il noter que ces régulations furent mises en place très tardivement (surtout en Europe), et avec de la part des USA notamment des motivations géopolitiques plus qu'écologiques.

<sup>6</sup> Une conséquence de ce modèle est de montrer que le maximum durable n'est pas l'optimum économique

<sup>7</sup> Ce qui amène à distinguer une surexploitation de croissance et de recrutement, et a conduit aux réglementations de la taille des mailles des filets. Mais ces réglementations, sources de conflits, ont toujours été insuffisantes, et les régulations ont surtout porté sur l'effort de pêche, ce qui a conduit à un considérable appauvrissement des stocks en terme de biomasse.

les paramètres du milieu susceptibles d'affecter ce recrutement. Toutefois « à ce jour, la seule loi parfaitement générale que l'on puisse établir est que les processus qui déterminent le recrutement de la plupart des espèces exploitées sont extrêmement complexes...et hautement imprédictibles.<sup>8</sup> »

Une autre branche de l'écologie s'est intéressée aux interactions entre espèces, à partir du très célèbre modèle dynamique non linéaire dit *proie/prédateurs* des mathématiciens Lotka et Volterra, modèle publié dès 1925. La notion systémique de chaîne ou réseau trophique, qui relie les espèces animales et végétales par le biais de qui mange qui, date aussi de 1924, et fut suivie de très nombreuses recherches en écologie marine. Démarche systémique et modèles dynamiques non linéaires y sont devenus monnaie courante.

Mais en matière de gestion des pêches, les modèles monospécifiques ont continué à prédominer au moins jusqu'en 1990. « Jusqu'à une période assez récente, il y avait donc d'un côté des écologues qui étudiaient les espèces et les écosystèmes, pour la beauté de la connaissance encyclopédique, et de l'autre des biologistes des pêches qui étudiaient la biologie des seules espèces exploitées avec l'objectif...de fournir aux décideurs politiques des recommandations de gestion les plus précises possibles.<sup>9</sup> ». La séparation (binaire) entre recherche fondamentale et recherche appliquée régnait donc dans ce domaine, et confinait la complexité quasiment au rang de « supplément d'âme ».

Les choses vont changer dans les années 90, notamment parce que, en dépit de l'amélioration constante des modèles monospécifiques, la surexploitation ne régresse pas et devient même catastrophique dans certains cas, et parce que l'amélioration des méthodes de calcul et d'observation permettait aussi de réaliser que l'impact de la pêche se faisait sentir au niveau des écosystèmes et non des seuls stocks de poissons pêchés.

« Au cours des vingt dernières années, les études se sont multipliées sur les relations entre espèces, sur les impacts de l'environnement, sur la dynamique des écosystèmes. Progressivement un véritable renouvellement de la recherche s'est mis en place ;...Aujourd'hui des disciplines qui hier s'ignoraient multiplient leurs collaborations ; les océanographes et les biologistes, les écologues et les économistes, les généticiens et les chimistes...La recherche s'oriente vers l'étude des fonctionnements, vers l'analyse des processus, vers la compréhension des interactions, des niveaux d'organisation, des emboîtements d'échelles<sup>10</sup>»

Tout ceci a généré ce que l'auteur nomme des *ruptures conceptuelles* qui sont chacune une marche supplémentaire dans la *complexité*. La première provient de l'étude des réseaux trophiques, montrant l'importance des interactions entre espèces et donc d'une démarche systémique. Une autre remet en cause la notion même d'équilibre, remplacée par celle de l'évolution constante des écosystèmes, dans laquelle la pêche intervient d'une manière pas forcément prévisible à long terme, ce qui met l'incertitude en bonne place dans les raisonnements. Une rupture conceptuelle provient aussi de l'intersection entre la biologie et la sociologie, avec la notion de socio-écosystèmes. Les sociétés humaines ne sont pas des contraintes extérieures sur les écosystèmes, mais en font partie, elles les impactent et sont impactées par eux. « Il existe entre les écosystèmes et les sociosystèmes des interactions multiples, des effets de feed back, des boucles de rétroaction imbriquées.<sup>11</sup> ». Enfin, la dernière rupture a permis d'intégrer l'espace, avec la découverte de la très forte structuration des milieux marins, tant par la géographie sous-marine que par les courants. Cela a conduit à de nouveaux modèles spatialisés.

Il s'agit là d'une dialectique entre les moyens de recherche, tant numériques que dans les océans, et les avancées/ruptures conceptuelles. Et la question de l'incertitude devient prégnante. Plus on prend

<sup>8</sup> P202. Il s'en suit que ces modèles ne peuvent pas être exploités pour la gestion des pêches qui nécessitent de travailler sur une moyenne avec des objectifs chiffrables ;

<sup>9</sup> p204

<sup>10</sup> P207.

<sup>11</sup> P215. Ce qui n'est pas sans conséquences pratiques : « pour la gestion des pêches cette évolution devrait avoir des retombées concrètes. Elle nous indique clairement qu'on ne gère pas que des ressources naturelles, mais aussi les sociétés que en dépendent ». p216

en compte la complexité des processus, et moins il est possible de faire des prédictions fiables (et on a vu que les modèles qui croyaient permettre de faire de telles prédictions se sont avérés inefficients). C'est peut-être la rupture conceptuelle la plus importante, qui résulte de la prise en compte de la complexité. Peut-on gérer et comment si on ne peut pas prédire avec exactitude ? Et à quoi servent donc tous ces modèles de plus en plus complexes ? « *A analyser et comprendre le passé...à révéler les dynamiques que nous avons initiées...à cerner les futurs possibles...à repérer quelques leviers...à repenser le monde qui nous entoure, à l'heure où nous basculons dans l'anthropocène. Et finalement à nous dire que nous devons apprendre à vivre dans un univers incertain, à tenir compte du risque, à faire des prévisions pas à pas avec infiniment de modestie* <sup>12</sup>».

Mais si cette imbrication actuelle de la recherche fondamentale et des applications en terme de gestion des pêches a contribué à cette prise en compte de la complexité, cela ne signifie pas que ces démarches et ces concepts se soient transmis au-delà de la communauté scientifique, chez les décideurs et chez les pêcheurs, qu'ils soient industriels ou artisans, à de rares exceptions près. Dans le chapitre suivant, consacré à la gouvernance des pêches « *la longue bataille de la gestion des pêches* », l'auteur montre l'ampleur des réticences et leurs conséquences, et analyse par exemple les causes des réticences des pêcheurs eux-mêmes aux réglementations, alors même qu'elles ont pour objectif de les empêcher de « *travailler plus pour gagner moins* ».

On pourrait peut-être se demander si une **formation à une pensée du complexe dès l'enfance**, au sein de l'éducation nationale, faciliterait le dialogue, permettrait aux législateurs d'aller vers des modèles de gestion plus performants que ceux actuellement utilisés, et qui restent encore essentiellement monospécifiques et déterministes, et aux pêcheurs de mieux comprendre le but des réglementations et de s'y impliquer ? On peut le penser, à condition de ne pas oublier que les réglementations s'appuient sur des modèles écologiques mais aussi économiques. Les modèles ultralibéraux permettent certes une (partielle) diminution de la surpêche, mais au détriment de la vie des pêcheurs et du littoral. Il y a donc deux conceptions contradictoires de la société, en même temps qu'une nécessaire prise en compte de la complexité des processus en jeu autour de la pêche. Cependant les quelques expériences réussies d'autogestion par les pêcheurs (comme la pêche de la coquille Saint Jacques dans la baie de St Brioux) permettent d'être optimistes sur cette question, à condition de prendre la question à bras le corps, à la fois scientifiquement et politiquement. C'est en donnant des pistes pour dépasser cette contradiction que l'auteur conclue la troisième partie de l'ouvrage.

---

<sup>12</sup> P220. On voit donc que les ruptures scientifiques vers le complexe appellent une rupture de gestion, remplaçant la recherche d'une limite déterministe de l'impact maximum admissible, vers le principe d'une gestion en permanence adaptative à la recherche (éternelle) de l'impact minimum.