

# Prospective sur les méthodes et expérimentations à mener sur le phénomène de l'agrégation des poissons pélagiques autour des DCP<sup>1</sup>

---

Animateurs: Pierre Fréon, Martin Hall - Rapporteur: Francis Marsac

---

Cette analyse prospective a été entreprise au cours d'une réunion qui s'est tenue le 19 octobre 1999. Elle avait pour but de discuter les différentes hypothèses proposées pour expliquer l'agrégation des poissons pélagiques (principalement) autour des objets flottant et d'établir une liste d'expériences génériques à conduire afin de les tester. On ne rentrera pas ici dans les détails méthodologiques de telles expériences, sinon pour indiquer quelques approches originales mais qui restent à développer. Une vingtaine de personnes assistait à cette réunion informelle animée par Pierre Fréon (IRD) et Martin Hall (IATTC), et dont Francis Marsac (IRD) était rapporteur.

Elle s'est déroulée en deux parties :

- d'une part, des discussions autour des principaux stimuli susceptibles d'intervenir dans le phénomène de l'agrégation, des facultés de mémorisation spatiale, suivies de propositions d'expériences destinées à comprendre leurs effets ;
- d'autre part, un passage en revue des principales hypothèses présentées par Pierre Fréon et Laurent Dagorn lors de l'exposé introductif session 5 (p. 483) et une réflexion sur les méthodes à mettre en œuvre pour les vérifier.

Dans les semaines qui ont suivi le colloque, des échanges portant sur certains aspects abordés au cours de la réunion ont eu lieu par voie de messagerie électronique. Le document présent intègre donc ces points de vue complémentaires qui ont permis d'enrichir le compte rendu initial de cette réunion.

## **Repérage des objets flottants par les poissons : modes de détection et mémorisation spatiale**

---

### **Modes de détection**

Le premier volet des discussions a eu trait aux modes de détection potentiellement impliqués dans le repérage de structures agrégatives flottantes. Le principe de l'expérimentation est de comparer les effets attractifs d'un DCP « blanc » (témoin) à ceux d'un DCP « transformé » en relation avec le stimulus à tester, ceci aussi bien à l'aide du marquage ultrasonique (actif

1. DCP : dispositif de concentration de poissons. On utilisera ici cette terminologie tant pour les objets artificiels (ancrés et dérivants) que pour les objets naturels dérivants.

ou passif) que grâce à l'écho-intégration. La « substitution de DCP » est une extension de ce type d'expérience. Elle consisterait d'abord à obtenir une fidélisation d'individus marqués à un DCP ayant une caractéristique donnée à tester. Ensuite, lorsque ce banc est en excursion loin du DCP, on lui substitue un DCP de caractéristique différente et on remet à l'eau le DCP initial à quelque distance. On vérifie ensuite si le banc reste associé au nouveau DCP ou, au contraire s'il s'en écarte pour se regrouper (éventuellement) sous le DCP initial.

Le cas particulier de l'immersion d'un DCP a été évoqué. C'est le devenir naturel des DCP dérivants que de couler après un certain laps de temps. Un certain nombre de DCP ancrés s'immergent également périodiquement, sous l'effet du courant. Dans l'hypothèse où les stimuli (en particulier le bruit) d'un DCP seront différents selon qu'il se trouve en surface ou en phase d'immersion, on pourrait étudier la réponse des poissons qui y sont associés face à ce changement d'état. Le comportement agrégatif se manifesterait-il de nouveau (et après quel délai) autour d'un DCP qui réapparaît en surface ? Ce test pourrait être conduit en marquant un groupe de thons à l'aide de « pingers » codés et en fixant une station d'écoute à un DCP, voire à plusieurs DCP d'un réseau maillé. Les DCP devraient être équipés de capteurs de pression permettant de reconstituer les différentes phases d'immersion. Une autre solution serait de déclencher à distance l'immersion par perforation d'un flotteur associé au DCP. Trois modes potentiels de détection ont été identifiés.

• Détection visuelle

Ce mode de détection n'est opérationnel qu'à proximité immédiate de l'objet. En effet, un thon aurait une distance de vision qui n'excéderait pas 40 m en eau claire. Trois cas d'étude ont été évoqués :

- l'effet d'ombre de la structure agrégative : ce test pourrait être effectué en comparant les effets attractifs d'un DCP standard et d'un DCP « transparent », par exemple une plaque de plexiglass ou une boule de chalut, placés dans la même zone. Ce test devrait être conduit par temps ensoleillé et par temps couvert ;

- le facteur « lumière » sur une structure agrégative artificielle et son caractère plus ou moins attractif de nuit : il y aurait lieu de comparer le processus d'agrégation en expérimentant, d'une part, des DCP sans lumière, d'autre part, des DCP équipés de lanternes telles que celles utilisées par les professionnels. L'effet de la source lumineuse doit aussi pouvoir être vérifié en considérant différents niveaux d'intensité ;

- la forme du DCP : des expériences de substitution de DCP de formes différentes peuvent être entreprises. On pourra également réaliser des expériences comparatives du pouvoir d'attraction de DCP de différentes formes, telles que celles initialement entreprises par Hunter *et al.* (1968)<sup>2</sup>.

2. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 31(3), 427-434.

- Détection olfactive

Il s'agit de tester l'attraction au DCP par un stimulus olfactif émis par l'odeur même du DCP ou par la faune associée. Plusieurs modes opératoires ont été proposés :

- comportement en présence d'un « jus » extrait de débris naturels<sup>3</sup>. Cet extrait serait émis dans le milieu à partir d'un DCP aussi petit et neutre que possible et doté d'un diffuseur. Connaissant la courantologie de la région (ou la mesurant par ADCP), on testerait alors la réponse des thons en vérifiant, par exemple, si cette substance est susceptible de modifier la trajectoire d'un thon marqué initialement associé au DCP dont on aurait extrait le « jus », ou d'un banc libre suivi par sonar. L'expérience complémentaire consisterait à observer, dans des conditions équivalentes, le comportement d'un thon solitaire dont on aurait supprimé les fonctions olfactives sous anesthésie. Une réponse positive du poisson suggérerait que le stimulus olfactif, même s'il existe (selon les résultats obtenus par le banc), est largement dominé par un autre type de phénomène attractif. La difficulté de cette expérience réside dans la nécessité d'effectuer de nombreux réplicats et observations de poissons témoins afin de prendre en compte la variabilité du retour vers un DCP en fonction de motivations mal connues ;

- test visant à comparer la réponse face à deux DCP de forme identique, l'un « blanc » en matériau synthétique et l'autre identique mais équipé d'un diffuseur. Ces DCP étant mis à l'eau dans la même zone, vers quel DCP se dirigeront les bancs de thons et, l'expérience étant répétée plusieurs fois de suite, existe-t-il une réponse statistiquement différente devant cette alternative ?

- une expérience équivalente pourrait être tentée en remplaçant le DCP diffusant l'extrait par un DCP garni de faune sessile (ou de fèces de faune vagile, ces dernières étant riches en acides aminés détectables par les thons) ;

- on a également envisagé de tester l'effet de la faune associée vagile en comparant l'effet attractif d'une cage contenant des petits poissons communément rencontrés autour des DCP à celui d'une cage vide.

L'évaluation de ces expérimentations ne devrait pas reposer uniquement sur la fréquence des réponses positives des bancs (ou d'individus solitaires) par rapport au cas traité, mais aussi sur les caractéristiques des thons qui ont répondu positivement (adultes ou juvéniles, état de satiété ou en chasse active...).

- Détection auditive

Il a souvent été avancé que le bruit d'un DCP ancré pourrait être un facteur permettant aux individus de le repérer à distance puisqu'il est vraisemblable que le stimulus sonore soit le seul dont la portée soit supérieure à plusieurs milles. Le bruit viendrait alors de la vibration (basse

3. Concernant les matériaux synthétiques (cordages ou autres), il est vraisemblable que ces matériaux deviennent relativement inodores après quelques minutes de lavage naturel en mer.

fréquence) de la ligne de mouillage sous l'effet du courant. Ce bruit devrait pouvoir être analysé de manière à en établir les principales caractéristiques et à les comparer dans des situations différentes (en particulier selon la direction et l'intensité du courant). Le clapot engendré par la présence d'un objet flottant en surface a des caractéristiques propres qui pourraient aussi être prises en compte. La réponse des poissons pourrait ainsi être interprétée en fonction des différents spectres sonores mis en évidence.

On recommande de réaliser des expériences comparant les capacités d'attraction de deux DCP dérivants identiques, l'un muni d'un émetteur de son enregistré près d'un objet ancré, l'autre muni d'un émetteur factice. Il en va différemment des DCP dérivants. Dans ces conditions, il y aurait lieu de tester différentes sources sonores émises artificiellement à proximité des DCP sur le comportement d'agrégation des poissons. Les outils et algorithmes de l'acoustique moderne permettent d'analyser et de différencier les différentes sources sonores dans le milieu aquatique (bruit de clapot, de chaîne, etc.).

### **Facultés de mémorisation spatiale**

Le second volet des discussions a porté sur la capacité des thons à retrouver un objet à des distances variables, réponse comportementale qui pourrait mettre en œuvre des facultés de mémorisation spatiale. La mémoire spatiale est une faculté qui permet à l'animal de prendre une direction pour se diriger vers un point spatial sans que l'animal ait pu détecter le moindre signal émis par ce point lui indiquant la direction à prendre. On se place donc hors du champ de détection d'un objet par un thon.

D'une manière générale, tester ces facultés s'accompagne d'une certaine difficulté de mise en œuvre expérimentale. Une expérience simple a été proposée pour tester la réponse des bancs ou d'individus marqués à des changements de localisation d'un DCP. Elle consisterait à déplacer un DCP ancré d'un point A à un point B et, lorsqu'un mouvement de retour vers A est amorcé, à étudier la dynamique de déplacement du banc. Celle-ci conduira-t-elle à une agrégation au point A (mémoire de la position du DCP) ou bien au point B ? Il y aurait lieu de tester les réponses face à des déplacements de l'objet à des distances de plus en plus grandes afin d'analyser l'évolution du comportement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du rayon d'action des différents stimuli déterminant l'agrégation. Ici encore, on devra effectuer de nombreux réplicats afin de travailler sur de grands nombres de thons permettant de s'affranchir de notre inaptitude à identifier les motivations (et surtout l'absence de motivation) du mouvement vers un objet flottant. De plus, les résultats resteront difficiles à interpréter si ceux présentés au point antérieur montrent que les thons sont capables de détecter à distance un objet. Dans ce cas, le poisson pourrait modifier sa trajectoire de retour vers le point A dès qu'il aurait détecté l'objet déplacé au point B.

## Hypothèses sur l'agrégation

---

Les discussions de cette deuxième partie se sont appuyées sur un résumé des diverses hypothèses avancées par différents auteurs (la plus ancienne remonte à 1952!) pour expliquer l'agrégation de poissons pélagiques sous les DCP (Fréon & Dagorn, *op. cit.*). Un document récapitulatif a d'ailleurs été distribué aux participants de cette réunion. Cinq des seize hypothèses, parmi les plus crédibles, ont ainsi été passées en revue.

### Refuge contre des prédateurs

Le test consisterait à placer deux objets flottants (éventuellement différents quant à leur capacité à offrir un refuge) espacés de quelques dizaines de mètres et d'observer le comportement d'un groupe de poissons face à une prédation réelle ou simulée : convergeraient-ils vers l'un des DCP (protection) ou se localiseraient-ils au hasard par rapport aux DCP (ou se répartiraient-ils en deux groupes) ?

Cette expérience est en fait peu adaptée aux thons, elle concernerait plutôt les « intranatants ».

### Concentration de nourriture

Compte tenu des fortes concentrations qui peuvent se trouver associées aux DCP, cette hypothèse ne peut pas être retenue pour des thons rassemblés en bancs. Elle pourrait, par contre, être examinée dans le cas de monts sous-marins en comparant différents monts et en étudiant les contenus stomacaux des thons capturés à différentes distances du mont. Cette hypothèse n'a pas paru constituer un degré de priorité élevé.

### Le DCP, indicateur de richesse du milieu

Cette hypothèse mérite certes des tests mais leur mise en œuvre semble complexe. La recherche d'objets flottants serait, pour les thons, un moyen pratique pour rester en contact avec des masses d'eau productives (ou s'y faire conduire). Suivre un objet permettrait en particulier de retrouver plus facilement des proies, alors que le contact entre prédateurs et proies risque d'être perdu en l'absence de DCP, une fois les prédateurs rassasiés. Toute expérience visant à coupler marquages soniques, écho-intégration des thons et des proies et mesure de l'activité nutritionnelle des thons (à l'aide de capteurs *ad hoc*) permettrait d'obtenir une meilleure idée du bénéfice potentiel apporté par le DCP dérivant sur la facilitation trophique des thons. On s'attachera en particulier à l'étude de la fidélité à un objet et à la durée de l'association selon l'évolution du potentiel trophique (pour les prédateurs) de la masse d'eau dans laquelle dérive l'objet. De plus, la comparaison du rayon d'action de détection des proies et des objets flottants naturels (voir « Le DCP, point de rencontre ») permettra d'éclaircir cette hypothèse. Enfin, la comparaison de la richesse en proies dans des zones avec ou sans objets naturels permettrait de conforter ou non l'hypothèse.

### Aide à l'orientation

Cette hypothèse est relativement facile à tester à partir de DCP ancrés, à l'aide de marquages soniques qui peuvent être couplés à des marques « pop-up » se déclenchant à différents laps de temps sur l'ensemble des poissons marqués. Si l'échelle d'observation est trop fine pour une utilisation des marques « pop-up » (localisation peu précise), on préférera équiper de manière exhaustive tous les DCP ancrés d'une zone de stations d'écoute et marquer les thons avec de simples « pingurs ». Cela correspondrait à l'expérience de Klimley & Holloway (1999)<sup>4</sup> ainsi qu'à celle de l'équipe japonaise sur les niraï, mais avec une observation exhaustive de tous les objets flottants d'une zone précise (en supposant qu'il n'y ait pas d'objets dérivants entrant dans la zone). Ce protocole permettrait de mieux comprendre les déterminismes d'une navigation récurrente (retour vers des zones habituellement riches en proies ?), avec des DCP visités dans des ordres précis. L'étude de la navigation d'un thon marqué à l'intérieur d'un réseau de DCP ancrés serait enrichissante, de même que la comparaison du comportement des thons entre DCP ancrés et dérivants d'une même zone. L'expérience serait particulièrement intéressante à conduire à proximité d'un mont sous-marin.

### Le DCP, point de rencontre

Dans cette hypothèse, le DCP faciliterait la rencontre d'individus évoluant isolément ou en petits groupes, permettant la constitution de bancs jusqu'à une taille critique au-delà de laquelle les bancs se libéreraient du DCP. Un certain nombre de tests avaient déjà été proposés par Fréon & Dagorn (*op. cit.*). Ils ont été considérés et détaillés :

- comparaison des rayons d'attraction des DCP et d'un banc de poissons congénères : on dispose d'ores et déjà d'estimations du rayon d'attraction d'un DCP au moyen de marquages acoustiques. Ceci constitue un point de départ qui méritera néanmoins des expériences complémentaires pour en affiner l'évaluation. Pour ce qui est des congénères, l'expérience consisterait à maintenir des poissons dans une cage et à étudier la réponse des thons évoluant librement dans les environs. Si un banc de thons avait un rayon d'attraction supérieur à celui d'un DCP, l'hypothèse perdrait de sa valeur comme facteur initial d'agrégation et, au mieux, les congénères tendraient à se regrouper préférentiellement autour d'un DCP ayant déjà agrégé des individus ;

- comparaison des réponses dans des zones à densités de bancs et d'objets différentes, pour répondre aux questions suivantes : si une espèce présente une faible densité dans une zone donnée, se concentrera-t-elle plus facilement sous un DCP ? La taille des bancs varie-t-elle en fonction de la densité en objets ? Cette approche pourrait s'appliquer aussi bien aux thons qu'aux petites espèces pélagiques (côtières et hauturières) ;

4. Mar. Biol., 133, 307-317.

- étude comportementale d'un individu marqué et remis à l'eau à égale distance d'un banc et d'un DCP : dans quelle direction se dirigera-t-il (nécessité ici encore de cumuler des observations)?
- comparaison simultanée de la dynamique de bancs associés et de bancs libres dans la même zone de manière à estimer le degré de similitude/dissembance des processus d'agrégation. Le problème est de trouver une zone où ces deux types de bancs cohabitent, et en quantité suffisante ! L'expérimentation s'appuierait sur des marquages soniques couplés à des mesures de densité par écho-intégration. Les bancs associés peuvent être étudiés à partir d'un sonar et d'une station d'écoute postés sur le DCP.

### **Conclusion**

---

Cette réunion, organisée de manière informelle à l'issue du colloque, a donc prôné une voie de recherche plus tournée vers l'expérimentation que vers l'observation afin de mieux comprendre le phénomène de l'agrégation. Il apparaît clairement que ce n'est pas chose facile, et ce pour plusieurs raisons :

- il est vraisemblable que les réponses des poissons soient dictées par une synergie de facteurs et non contrôlées par un facteur unique ;
- les réponses sont vraisemblablement non linéaires et l'identification de valeurs seuil apparaît comme une tâche à la fois importante et complexe à mener ;
- les protocoles expérimentaux les plus solides (et qui peuvent être répétés) sont principalement le fait des milieux dits « contrôlés ». Dans notre cas, il s'agit de mettre en œuvre des expériences dans le milieu naturel, qui peuvent être soumises à certains aléas d'échantillonnage et pour lesquelles rien n'est « égal par ailleurs ». Il est donc nécessaire d'identifier les expériences les plus simples, dans un premier stade, au risque même de paraître « simplistes ». Il convient également de se restreindre sur le nombre de paramètres à tester ;
- la méconnaissance actuelle des motivations du poisson pour se diriger vers un objet plutôt qu'ailleurs oblige à de nombreuses répétitions des observations afin de dégager des tendances statistiquement significatives. De ce point de vue, on ne peut qu'encourager le développement de capteurs sur l'état interne des individus (capteurs d'activités alimentaires, différents capteurs physiologiques) afin d'approfondir nos connaissances dans ce domaine.

Il a été reconnu que les avancées technologiques dans les marques constituent une plate-forme de progrès potentiels dans l'étude du comportement et du phénomène de l'agrégation, et que les méthodes couplées (observation simultanée du comportement, des facteurs physicochimiques et de l'environnement biologique) doivent être le plus possible mises en œuvre.

L'accent a été mis également sur la nécessité de recourir à des approches de type comparatif, mettant en œuvre des DCP « blancs » et d'autres « instrumentés ». Les progrès technologiques des capteurs permettent de mettre en place de véritables centrales d'acquisition dans un volume réduit ; des initiatives en ce sens devraient être prises. Les navires d'assistance à la pêche thonière constituent également des plates-formes tout à fait pertinentes qui ont été peu valorisées jusqu'à présent.