

4.6 Marquage

De nombreuses Organisations des Pêches, établies dans le monde entier, marquent actuellement des thonidés et des istiophoridés, ce qui explique que les pêcheurs et les conserveries de nombreux pays différents ont la possibilité de trouver des poissons marqués. L'ICCAT a mis au point un programme international de marquage dans l'océan Atlantique et dans les mers adjacentes. Une série de pays membres participent aujourd'hui à ce programme et libèrent de nombreux thonidés, istiophoridés et espèces voisines après leur avoir apposé des marques soit « conventionnelles » soit électroniques de différents types (émetteurs acoustiques, marques-archives, marques-archives pop-up (voir section 4.7)). Les thonidés et les istiophoridés sont marqués pour obtenir des informations concernant leurs déplacements, leurs migrations, la structure du stock, leur croissance, la taille de leur population, leur mortalité, leur comportement en banc et leur physiologie, ainsi que pour examiner les effets de différents modes de pêche sur les poissons et sur les pêcheries.

Le marquage de ces poissons – grands et très actifs – n'étant pas une tâche facile, les scientifiques qui possèdent une expérience limitée dans ce domaine pourront bénéficier de l'expérience de ceux qui pratiquent le marquage depuis un certain temps.

Ce programme ne sera couronné de succès que si l'on garantit la collaboration entre les pêcheurs et l'industrie pour récupérer ces marques. On pourra prévoir de fortes récompenses associées à la récupération de poissons marqués, en particulier s'il s'agit d'une marque électronique. Ces récompenses seront versées par l'institut de recherche impliqué dans la campagne de marquage. En outre, l'ICCAT procède chaque année à des tirages au sort de récompenses sur la base des marques récupérées (voir le point 4.6.4 ci-dessous) dans le but d'inciter les pêcheurs à reporter la découverte des marques. Ceci dit, bon nombre des marques qui ont été renvoyées par le passé ne contenaient pas de données ou des données incomplètes, ce qui indique la nécessité d'améliorer les systèmes de collecte de l'information requise pour les poissons marqués qui sont recapturés.

Cette section du Manuel d'opération récapitule les méthodes utilisées pour marquer les thonidés et les istiophoridés ainsi que pour garantir la restitution des marques issues de poissons recapturés et de l'information recherchée.

4.6.1 Expériences de marquage dans l'évaluation et la gestion des stocks de thonidés dans la zone ICCAT

Les thonidés sont très appréciés par les pêcheurs commerciaux et récréatifs. Cependant, leur taille et leur vitesse de déplacement font en sorte que l'étude de leur comportement et de leur biologie est une tâche difficile, en particulier lorsqu'ils sont en liberté. Leur physiologie thermorégulatoire et leur taille leur permettent de se déplacer entre les eaux polaires et les eaux chaudes ou tropicales pendant des semaines ou des mois. En revanche, de nombreuses incertitudes persistent sur leur schéma migratoire, de l'endroit où ils fraient ou de la structure de leurs populations. Cette absence d'information s'est accompagnée de la disparition récente de certains stocks de thonidés (par ex. le thon rouge de l'Atlantique). Le rapport du Comité de l'US National Research Council (NRC, 1994) sur la situation du thon rouge de l'Atlantique indiquait que les recherches menées sur la biologie de cette espèce étaient insuffisantes pour aborder les principales questions biologiques concernant la gestion de cette pêcherie. Ce rapport recommandait notamment d'utiliser de nouveaux outils tels que les marques électroniques pour résoudre la question de la structure de la population.

L'ICCAT gère actuellement les ressources de thons rouge de l'Atlantique nord-ouest et de l'Atlantique nord-est/Méditerranée comme étant deux unités de gestion distinctes. On considère qu'il existe un stock dans l'Atlantique Est, avec une zone de reproduction en mer Méditerranée, et on présume l'existence d'un second stock dans l'Atlantique Ouest avec une zone de reproduction dans le Golfe du Mexique (Metcalf *et al.*, 2002). Le rapport du NRC recommandait de réexaminer cette hypothèse des deux stocks (NRC, 1994). La principale incertitude soulignée dans ce rapport concernait l'étendue des déplacements du thon rouge entre l'Atlantique Est et Ouest et à l'intérieur de chaque zone, la fidélité à la zone de frai et les répercussions que ces déplacements transocéaniques ont sur le choix d'une stratégie de gestion.

Pour comprendre le cycle vital du thon rouge et des autres espèces de thonidés et pour développer des stratégies de gestion efficaces, il faut identifier et quantifier les caractéristiques temporelles et spatiales de leurs déplacements dans les océans. La résolution des questions relatives à la structure du stock de thon rouge de l'Atlantique est cruciale pour la gestion de l'espèce. Il est difficile d'obtenir des informations sur les schémas de dispersion des poissons pélagiques ayant une grande répartition géographique étant donné la faible résolution offerte par les outils analytiques disponibles pour étudier ces poissons en liberté.

Les résultats des études de marquage conventionnel montrent que toutes les classes de thon rouge ont tendance à effectuer des traversées atlantiques (NRC, 1994). On a cependant besoin aujourd'hui de technologies qui permettent d'augmenter le volume de données concernant le marquage conventionnel afin d'améliorer la définition des délimitations géographiques des stocks. Un problème essentiel qui se pose dans la gestion des thonidés, en ce qui concerne la fidélité à la zone de frai, consiste à déterminer si les individus qui traversent l'Atlantique fraient dans une seule zone (par ex. dans le Golfe du Mexique ou en Méditerranée) ou dans les deux zones indiquées. Les recherches récentes menées avec des marques électroniques pour étudier les déplacements et la structure de la population du thon rouge de l'Atlantique soutiennent l'hypothèse de deux stocks et prouvent l'existence de différentes zones de frai qui se chevauchent dans des aires trophiques de l'Atlantique Nord. Les résultats montrent également l'existence de zones très actives de frai du thon rouge dans les eaux du talus nord du Golfe du Mexique (Block *et al.*, 2005).

4.6.2 Programmes de marquage

De nombreuses organisations de recherche mènent des programmes de marquage destinés à collecter des données sur les thonidés et espèces voisines dans différentes régions de l'Atlantique. On trouvera une liste des programmes récents ou en cours d'exécution sur le site : www.iccat.int/tagging.htm

L'ICCAT dresse l'inventaire des marques qui sont apposées sur les poissons. Les scientifiques qui réalisent des campagnes de marquage doivent transmettre les informations utiles (type de marque, numéro, zone, engin, date, espèce, taille, etc.) à l'ICCAT afin que l'inventaire soit constamment mis à jour.

4.6.3 Expériences de marquage opportuniste ou dirigé ?

Le choix de l'approche particulière utilisée pour capturer et marquer des thonidés dépend de l'objectif du programme de marquage.

S'il s'agit de faire participer les pêcheurs aux activités de marquage afin d'accroître leur prise de conscience et leur responsabilité quant à la conservation des poissons (par ex. en encourageant les pêcheurs sportifs à relâcher les poissons vivants au lieu de les tuer), le marquage opportuniste sera approprié, mais limitera considérablement la possibilité d'obtenir des données scientifiques utiles. Cette limitation ne concerne pas uniquement les lieux de marquage et le nombre de poissons marqués dans une population (car aucun objectif n'est posé par rapport aux objectifs scientifiques), mais peut également entraîner de faibles taux de récupération des marques soit parce que les poissons ne sont pas manipulés avec le soin voulu pour garantir une longue survie après le marquage, soit – et c'est plus probable – parce qu'on n'a pas fait les efforts suffisants pour établir un bon programme de récupération des marques, soit parce qu'on n'a pas fait la publicité adéquate ou suffisante au sujet des remises à l'eau de poissons marqués et/ou qu'il n'existe pas de système structuré pour transmettre les informations issues des récupérations aux responsables du marquage et pour payer les récompenses. La récupération dans de bonnes conditions des poissons marqués et la collecte de données précises concernant la récupération constituent la clef du succès de n'importe quel programme de marquage.

Cette constatation indique que les programmes de marquage doivent être soigneusement planifiés en définissant clairement leurs objectifs (par ex., estimation de l'abondance de la population ; estimation des taux de mortalité ; identification des stocks/routes migratoires ; évaluation des pêcheries qui exploitent un stock concret, et.).

Au moment de planifier un programme de marquage, il est important d'avoir une idée de la taille du « stock », de l'étendue de sa distribution géographique et du taux probable de récupération des marques. Ces facteurs sont importants pour estimer le nombre de poissons qui doit être marqué, les lieux et les moments du marquage, afin d'obtenir des résultats solides du point de vue statistique. Il est également important de se demander qui sera susceptible de capturer ces poissons, de savoir s'ils peuvent être utilisés à des fins de marquage ou s'il faut réaliser une pêche expérimentale pour marquer un nombre suffisant de poissons dans le(s) lieu(x) approprié(s).

4.6.4 Récupération des marques, publicité et récompenses

Les expériences de marquage sont d'habitude des opérations coûteuses qui requièrent l'utilisation de bateaux, un personnel expérimenté et, si on utilise des marques électroniques, l'embarquement d'instruments coûteux. Il est donc indispensable d'utiliser les ressources suffisantes pour encourager les pêcheurs à restituer les marques avec les données précises concernant leur récupération et, le cas échéant, la carcasse des poissons. Ces considérations sont particulièrement importantes lorsque les thonidés possèdent une valeur commerciale élevée. Il arrive souvent, surtout dans le cas du marquage opportuniste, que les programmes de marquage n'obtiennent pas tout le

succès escompté parce qu'on n'alloue pas les ressources suffisantes à la publicité et au paiement des récompenses visant à garantir la récupération maximale des marques.

Publicité et récompenses

Le nombre de marques récupérées augmentera de façon considérable si l'on effectue une bonne publicité et si l'on prévoit des systèmes de récompenses associés à un bon programme d'étude de la prise/stock (voir plus bas). À cet effet, les programmes de récupération des marques doivent comprendre :

- la recherche de la zone géographique probable de récupération des marques
- la publicité du programme de marquage dans la zone géographique appropriée et dans la/les langue(s) locale(s)
- des programmes adéquats d'étude des marques et des échantillons d'une taille suffisante
- des instructions claires à l'attention des pêcheurs
- une incitation à déclarer les marques et à envoyer l'information correspondante.

Recherche de la zone géographique probable de récupération

Les programmes de marquage doivent tenir compte de la probabilité de récupération des poissons marqués. Dans les pêches maritimes, la zone de récupération peut être très vaste, mais peut être réduite de façon considérable grâce aux informations issues des données de prise ou des études de marquage antérieures. Dans le cas des programmes de marquage électronique, il faudra réaliser des études avec des marques conventionnelles, avant le marquage, afin d'obtenir une estimation grossière de l'endroit où seront récupérées les marques électroniques et du type de pêcheries qui sera ciblé. Ensuite, on pourra appliquer les techniques de pêche standard pour récupérer les marques ou examiner les prises comme pour les marques conventionnelles.

Publicité du programme de marquage

Au départ, il est important d'annoncer clairement les objectifs, le type de marque, le type de marque secondaire (si elle est utilisée) et les éventuelles récompenses offertes. Les personnes qui pourraient récupérer les marques ou apprendre qu'une récupération s'est produite (pêcheurs, manipulateurs de poisson, pêcheur sportifs, etc.) doivent être informés que le poisson qu'elles manipulent peut contenir des marques de différents types. Il est important de souligner la valeur scientifique du programme de marquage et l'importance des données contenues dans les marques électroniques (si elles sont utilisées) ainsi que les avantages globaux qu'offrent les données pour protéger et, probablement, pour améliorer l'évaluation et la gestion des stocks.

Cette publicité peut comprendre :

Des **annonces** dans des journaux internationaux, nationaux et locaux. Si le programme de marquage a une base locale, il sera probablement plus efficace de l'annoncer uniquement dans la presse locale afin d'insister sur la probabilité de récupérer à cet endroit les poissons marqués.

Des **affiches**. Elles devront montrer les caractéristiques qui permettront d'identifier un poisson marqué (présence d'une marque externe, d'une attache sur une nageoire, d'une marque, etc.) et une adresse de contact clairement identifiée pour restituer le poisson ou la marque. Les affiches ont été largement utilisées dans des études de marquage conventionnel et électronique et ont été exposées à des endroits visibles dans les établissements de transformation des poissons et dans les ports de pêche. La langue dans laquelle l'affiche est imprimée devrait être personnalisée pour les régions dans lesquelles il est prévu de récupérer des marques.

Des **présentations publiques**. L'expérience a montré que les relations directes entre les scientifiques et les pêcheurs commerciaux ou le public améliorent le taux de récupération des marques et laissent une impression plus durable des objectifs du programme. Les présentations publiques doivent être dirigées aux pêcheurs, aux organisations halieutiques, aux centres de transformation, aux groupes de représentation locale et à tous les utilisateurs des ressources sous étude. Le contact direct avec les pêcheurs ou d'autres contacts locaux à travers des entretiens locaux permet de résoudre rapidement les questions éventuelles et d'établir un dialogue précieux entre les scientifiques et le public.

Un **rappel ultérieur**. On a constaté que le rappel du message original et des contacts initiaux est une mesure efficace pour obtenir des marques qui n'auraient probablement pas été récupérées dans le cas contraire, surtout si les marques peuvent être récupérées pendant plus d'une saison de pêche.

Programme de recherche des marques et dimension de l'échantillon

Le problème de la récupération des marques subsiste même si la zone générale d'activité a été identifiée. Dans les pêches maritimes où les bancs peuvent avoir une grande dimension par rapport au nombre de poissons marqués, il se peut qu'on doive capturer un nombre élevé de poissons pour garantir la récupération d'une seule marque. En général, les programmes de marquage en mer sont associés aux pêcheries commerciales dans lesquelles on peut examiner un nombre élevé de poissons. L'idéal serait de pouvoir examiner la capture complète pour trouver les marques. Si ceci n'est pas possible, on examinera une proportion suffisante de la capture. Les nombres d'individus dépendront de la taille estimée des bancs, de leur distribution temporelle et spatiale et du nombre de poissons marqués et remis à l'eau au départ. On pourrait obtenir de meilleurs résultats s'il était possible de soumettre des captures complètes à un examen de routine à bord des bateaux de pêche ou dans les usines de transformation. Ceci pourrait être réalisé par le personnel scientifique au port, par des observateurs scientifiques à bord des bateaux ou par certains pêcheurs dûment formés à cet effet.

Instructions claires aux pêcheurs et aux manipulateurs de poisson

Les instructions relatives à l'extraction des marques et aux procédures à suivre pour enregistrer les informations utiles ou pour retenir le poisson doivent être publiées avant la période de marquage, puis être rappelées lorsque la pêcherie est en cours. Dans certains programmes de recherche, il peut être important de récupérer la carcasse du poisson pour examiner sa croissance et son état ou pour déterminer si le frai a eu lieu. Dans le cours des opérations intensives de pêche commerciale et dans des usines de transformation ayant une grande activité, la récupération des marques ne doit pas interférer outre mesure avec le travail de routine ou avec les opérations commerciales. Si le retrait de la marque est une opération simple, il sera plus facile d'obtenir la collaboration des pêcheurs ou des manipulateurs de poisson qui auront le plus de chance de trouver des poissons marqués. Ceci peut se faire dans le cadre d'un contrat ou en prévoyant le paiement d'un prix pour chaque marque récupérée. Dans certains cas, le temps dont disposeront les pêcheurs ou les manipulateurs pour récupérer les marques sera très limité et il sera préférable de faire appel à un personnel dûment formé pour examiner les débarquements et retirer les poissons marqués.

Incitation à déclarer les marques

Les données de marquage sont surtout utiles si elles impliquent l'utilisation de marques électroniques étant donné que les données enregistrées, ne fût-ce que par une seule marque-archive, peuvent être très importantes. Il est par conséquent essentiel d'offrir une bonne récompense à la récupération des marques, à plus forte raison si celle-ci est le fait de pêcheurs commerciaux ou de manipulateurs de poisson. Les récompenses suivantes ont été utilisées dans le programme de récupération des marques conventionnelles avec des degrés variables de succès :

(a) Récompenses monétaires

Il s'agit d'une coutume ancienne, mais il est souvent difficile de fixer le montant de la récompense monétaire. S'il s'agit de récupérer des marques de transmission pour les réutiliser, le montant doit être inférieur au coût d'une nouvelle marque. Dans le cas des marques qui enregistrent des données, la valeur doit être déterminée par rapport au coût du programme de marquage, à la valeur des données et à l'effort requis pour obtenir les récupérations des marques, bien que ceci soit parfois difficile à estimer en termes de coût/rendement. L'ICCAT offre une récompense de 1 000 US\$ pour la restitution de chaque marque-archive implantable et 500 US\$ pour chaque marque-archive pop-up par satellite externe dans le cadre de ses programmes de marquage de thon rouge et d'istiophoridés de l'Atlantique (Prince & Cort, 1997).

(b) Cadeaux

On préfère souvent les cadeaux parce qu'ils sont plus faciles à administrer et souvent mieux reçus, à plus forte raison s'ils ont une grande « popularité ». Des organismes établis dans de nombreux pays du monde offrent des T-shirts, des survêtements, des badges et des casquettes qui se prêtent tous à la pratique des collections.

(c) Information

La restitution des marques peut souvent être rendue plus attrayante s'il existe un retour d'information à la personne qui a récupéré la marque, en particulier si celle-ci travaille dans l'industrie halieutique. En général,

l'information sera transmise sous forme d'une brochure décrivant les objectifs de l'étude de marquage et contenant des informations sur le poisson marqué qui a été récupéré et sur les résultats généraux du programme.

(d) Reconnaissance

La publication de la liste des personnes qui ont récupéré des marques dans un institut ou dans un bulletin de pêche est souvent utile pour faire la publicité du programme de marquage et pour promouvoir la récupération des marques.

(e) Tirages au sort

Un tirage au sort est une mesure générale qui peut être utile pour améliorer les taux de restitution des poissons marqués. L'ICCAT organise trois tirages au sort annuels - pour les istiophoridés, pour les thonidés tempérés et pour les thonidés tropicaux - qui octroient chaque fois un prix de 500 US\$ au vainqueur. Le tirage au sort des marques de l'ICCAT a lieu chaque année pendant la réunion du SCRS.

4.6.5 Méthodes de capture du poisson

De nombreuses méthodes visant à capturer des thonidés vivants, comme la pêche à la ligne, au filet et à la madrague, peuvent être utilisées dans les programmes de marquage et remise à l'eau à l'aide de marques conventionnelles ou électroniques. Les poissons peuvent être marqués quelques secondes ou minutes après avoir été pris, c'est-à-dire pendant l'opération de capture (canneur, ligneur ou engin de pêche sportive). Dans d'autres circonstances, une période plus longue peut s'écouler entre la prise et le marquage, auquel cas le marquage n'a pas lieu pendant l'opération de capture (sennes, madragues, filets maillants ou palangres). Les expériences dans lesquelles le poisson est marqué quelques secondes ou minutes après avoir été capturé sont nettement plus productives. Les taux de récupération des thonidés pris à la senne pour être marqués sont inférieurs à ceux des thonidés pris par des canneurs pour être marqués, et les taux de récupération diminuent au fur et à mesure qu'augmente le temps que passe le poisson dans le filet avant d'être marqué et remis à l'eau (Bayliff, 1973). Il arrive dans certains cas qu'une partie importante des poissons marqués et remis à l'eau dans des madragues soit recapturée quelques jours plus tard dans les mêmes madragues.

Des méthodes spéciales ont été mises au point pour capturer et marquer les espèces de grands pélagiques telles que les requins, les thonidés, les istiophoridés et les voiliers, qui sont difficiles à manipuler et à endormir à bord du fait de leur taille et de leur force. La principale technique de capture est la pêche à la canne menée par des bateaux qui utilisent des leurres avec des hameçons spéciaux sans barbillon. Le poisson est rapidement manipulé sans anesthésie et on veille à ne pas causer de dommage sur sa peau en utilisant des berceaux de marquage rembourrés par une mousse protectrice recouverte de plastique doux (Williams, 1992).

4.6.6 Manipulation du poisson

Une fois capturé, le poisson doit être manipulé avec soin. Il doit être marqué, libéré et remis à l'eau aussi vite que possible, à condition qu'il semble capable d'avancer dans l'eau. Dans le cas contraire, si le poisson semble épuisé ou s'il présente des signes de stress (c'est-à-dire coloration ou lésions évidentes) l'empêchant de s'éloigner après la remise à l'eau, tous les efforts possibles devraient être déployés en vue de le réanimer (*cf.* Prince *et al.*, 2002 pour les méthodes de réanimation des thonidés et des istiophoridés). Il convient d'éviter de le laisser tomber sur le pont ou de le cogner contre le flanc du bateau ou sur la cloison. Le poisson capturé devra être maintenu à l'horizontale et on veillera à ne pas toucher ses branchies avec les doigts. Seuls les poissons en bonne santé seront marqués et remis à l'eau. Ceci est important non seulement à des fins de conservation du poisson, mais aussi parce que les marques électroniques (si elles sont utilisées) sont coûteuses, raison pour laquelle il est fondamental que le poisson vive longtemps.

On ne dispose pas toujours des conditions idéales pour manipuler le poisson dans les expériences réalisées sur le terrain. L'installation du dispositif destiné à la récupération et à l'anesthésie des poissons peut être difficile en raison des limitations d'espace ou du mauvais temps en mer. L'expérimentateur doit alors évaluer les difficultés relatives que représente l'application de l'anesthésie face au traumatisme éventuel et au dommage que pourrait causer la manipulation d'un poisson non anesthésié, même s'il se peut que les questions légales soient prépondérantes. Lorsque les marques peuvent être appliquées rapidement et sans dommage, l'anesthésie est souvent remplacée par des méthodes plus simples consistant à tranquilliser le poisson pendant le marquage comme, par exemple, le maintien d'un linge humide sur les yeux. De façon générale, on n'utilise pas la méthode de l'anesthésie pour marquer les thonidés ou les istiophoridés. Le processus de capture est probablement beaucoup plus stressant et plus long que l'application de la marque, même si l'on utilise des marques électroniques, qui ne requièrent en général qu'une opération chirurgicale mineure. On pratique donc le bandage

des yeux qui calme normalement le poisson. Des instruments spéciaux ont été mis au point pour faciliter ce processus et pour réduire au minimum le temps de manipulation (voir plus bas et Block *et al.* (1991a, 1991b, 1998a), Carey & Robison (1981), Holland *et al.* (1990a; 1990b), Williams 1992; Prince *et al.* 2002).

Block *et al.* (1998a) a élaboré une méthode très efficace pour capturer et manipuler le thon rouge atlantique (*Thunnus thynnus*) qui peut être utilisée pour placer des marques-archives et pour faire des études de suivi acoustique. Les poissons sont capturés avec de lourds palans en utilisant des hameçons circulaires et un appât présenté sur une perche (« chunk fishing »), une technique qui permet de traquer le poisson afin de réduire le temps de lutte. Le poisson est hissé à bord du navire de marquage en l'accrochant par la bouche, par l'extrémité du maxillaire inférieur à l'aide d'une petite gaffe et en le tirant à travers une « porte à thonidés », située à la poupe, jusqu'au pont sur un tapis humide. Les yeux du poisson sont immédiatement couverts d'un linge humide doux et les branchies sont alors oxygénées à l'aide d'un tuyau de lavage d'eau de mer alors que la marque est apposée à l'intérieur de la cavité corporelle. Cette méthode peut également être utilisée pour manipuler des poissons de grande taille (jusqu'à 250 kg) sans présenter de grands risques de lésions pour les poissons. Une technique similaire a été utilisée pour le thon rouge du sud (Gunn *et al.*, 1994)

Nous reproduisons ci-dessous différentes méthodes de manipulation des thonidés et espèces voisines qui ont été décrites dans l'article technique sur les pêcheries publié par la FAO « Materials and methods for tagging tuna and billfishes, recovering the tags and handling the recapture data » (Bayliff et Holland, 1986). Par ailleurs, un guide plus récent des méthodes de marquage pour l'évaluation des stocks et les recherches des pêcheries a été publié dans un rapport du projet d'action concertée FAIR (CATAG) (Thorsteinsson, 2002).

Méthode de marquage dans l'eau

Cette méthode est employée par les pêcheurs commerciaux, les pêcheurs récréatifs et les scientifiques qui utilisent des marques conventionnelles ou des marques-archives pop-up par satellite pour les poissons généralement trop grands ou trop dangereux pour être hissés à bord du bateau (Prince *et al.*, 2002 ; Ortiz *et al.*, 2003 ; Prince et Goodyear, 2006). Le poisson est emmené le long du navire et, alors que le bateau avance lentement vers l'avant, on procèdera au marquage mais uniquement lorsque le poisson aura été « réduit » jusqu'à un point où il se sera calmé et sera plus facile à manipuler. Par le passé, cette approche a parfois été considérée comme moins avantageuse que d'autres méthodes en raison d'un certain manque de contrôle des poissons dans l'eau et du mauvais état des poissons à la suite de la lutte menée pendant la capture. Par ailleurs, il n'est pas toujours possible de mesurer précisément les poissons manipulés de cette manière. Cependant, de nouveaux dispositifs et de nouvelles techniques de manipulation des poissons ont été mis au point afin de contrôler les poissons le long du bateau et de les positionner dans l'eau de sorte à garantir l'apposition des marques de façon sûre et précise (Prince et Goodyear, 2006 ; **Figure 4.6.1**). En outre, des méthodes novatrices ont également été élaborées afin de réanimer les thonidés et les istiophoridés en utilisant cette méthode et ces procédures ont considérablement accru la survie des poissons marqués et remis l'eau (Prince *et al.*, 2002). De plus en plus, les efforts visant à réanimer les poissons marqués sont considérés comme fondamentaux pour la survie après marquage (Prince et Goodyear, 2006). En d'autres termes, les méthodes de marquage dans l'eau ont évolué au fil du temps, et l'approche initiale relativement rudimentaire a cédé le pas à une approche de plus en plus sophistiquée. Historiquement, cette approche s'est avérée précieuse, notamment pour le marquage d'espèces rares, telles que les istiophoridés, pour lesquelles les méthodes commerciales de capture sont souvent impraticables. Dans d'autres cas, la méthode dans l'eau est utile lorsque aucune autre méthode ne permet de manipuler les très gros poissons de façon sûre et les récupérations de poissons marqués de cette manière ont contribué dans une large mesure à l'enrichissement de nos connaissances sur la biologie des grands thonidés et istiophoridés (Ortiz *et al.*, 2003). Une grande proportion de la base de données de marquage de l'ICCAT sur les espèces de grands pélagiques inclut des données issues de cette méthode, notamment des programmes de marquage opportunistes.

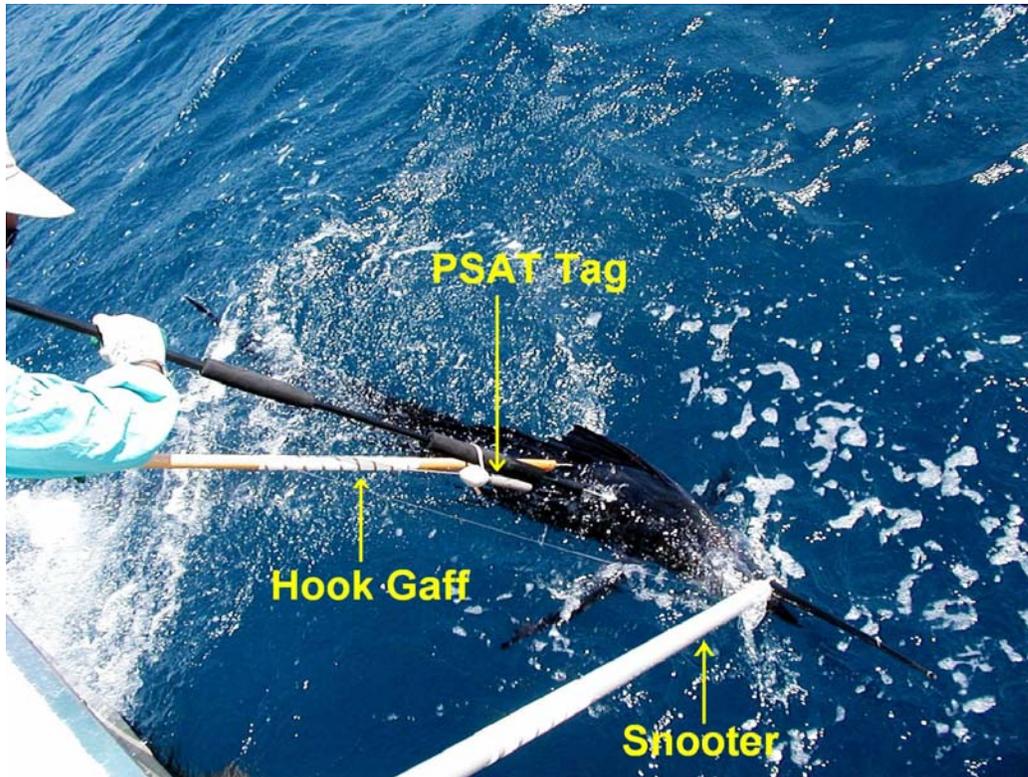


Figure 4.6.1. Un « snooter » (« lasso » composé d'un tube en PVC et de câbles métalliques) et une petite gaffe à hameçon (perche en bois) sont utilisés conjointement pour contrôler ce voilier de l'Atlantique en vue de garantir une apposition sûre et précise d'une marque PSAT. Réimpression avec l'autorisation de l'Océanographie des pêcheries.

Winging (marquage sous le bras)

Cette méthode a été utilisée de temps à autre avec le listao (*Katsuwonus pelamis*, Yamashita & Waldron, 1958) et le germon (*Thunnus alalunga* (Laur, *et al.*, 1976). Lors de l'opération de pêche, le poisson est pris à l'hameçon, hissé à bord, pris sous le bras gauche du pêcheur qui retire l'hameçon. Le marqueur se situe 50 cm derrière le pêcheur (il y a d'habitude un marqueur pour deux pêcheurs). Au moment où l'on retire l'hameçon, on introduit l'aiguille de marquage, d'habitude du côté droit.

Cette méthode est généralement moins efficace que la méthode du berceau (voir plus bas) car elle requiert une grande habileté et ne permet pas une mesure et un pesage précis du poisson. En outre, elle provoque sans doute plus de dommages au poisson que la méthode du berceau. Ceci dit, cette méthode peut être valide si les conditions sont appropriées et s'il s'agit de marquer un petit nombre de poissons.

Méthode du pont

Cette méthode a été surtout utilisée pour les grands thonidés. Son utilisation a été documentée pour la première fois par Fink et Bayliff (1970), pour les grands albacores (*Thunnus albacares*) sur un canneur. Les améliorations apportées à cette méthode ont été décrites dans la publication IATTC/CIAT, 1981:26.

Dans cette méthode, tout le pont de poupe du bateau et les flancs des réservoirs d'appât contigus au pont sont rembourrés à l'aide d'une mousse en plastique absorbant l'énergie (cellules fermées) de Herculite, un matériau en plastique mou. Ceci permet de glisser relativement facilement le poisson sans qu'il ne perde trop de mucosité. La pêche n'est pratiquée qu'au coin bâbord de la poupe du bateau et les poissons sont marqués aux coins tribord et bâbord à environ 4 mètres devant la poupe. Le rembourrage horizontal est relevé légèrement à l'aide de rembourrages supplémentaires au coin bâbord de poupe de sorte que des portions à peu près égales de poissons

glissent vers les deux postes de marquage. Les poissons sont placés sur des berceaux plats, le museau contre un butoir, afin d'être mesurés de façon précise. Après avoir été marqués et mesurés, les poissons situés dans le coin tribord de poupe sont glissés par-dessus bord à travers une trappe pratiquée dans le pavois de tribord du bateau et ceux qui se trouvent sur le côté bâbord sont glissés par-dessus la rambarde.

La méthode du pont a également été utilisée pour les poissons pris à la senne et avec appât qui sont trop grands pour être introduits et évacués des berceaux qui sont décrits plus bas. Bien qu'il s'agisse de la meilleure méthode pour marquer les poissons pris à la senne, ceux-ci souffrent d'être confinés dans les filets et leurs taux de récupération sont généralement faibles.

Méthode du berceau

C'est la méthode la plus utilisée pour marquer les thonidés. Il existe fondamentalement deux types de berceau : ceux qui ne peuvent contenir qu'un seul poisson et ceux qui peuvent en contenir plusieurs. On les appellera respectivement les petits et les grands berceaux.

Le petit berceau (Wilson, 1953; Fink, 1965) est essentiellement une auge en V, construite d'habitude en aluminium, fermée à une ou aux deux extrémités (**Figure 4.6.2**). Il est rembourré et, en général, recouvert d'un tissu en plastique mou. On place le poisson dans le berceau, on retire l'hameçon, on le marque, puis on le remet à l'eau. Les marques sont rangées à distance du berceau pour éviter que le poisson ne les heurte durant sa lutte. Les flancs du berceau maintiennent le poisson en place et semblent également freiner quelque peu sa lutte. Il est important que le rembourrage soit recouvert d'un tissu mou étant donné que Bayliff (1973) a montré que les taux de récupération étaient plus élevés chez les poissons marqués dans des berceaux recouverts que chez les poissons marqués dans des berceaux non recouverts. Dans certains cas, les petits berceaux sont solidement attachés à une partie du bateau, d'habitude sur une des rambardes, et dans d'autres cas, ils ne sont pas attachés et sont déplacés lorsqu'ils ne sont pas utilisés.

Les grands berceaux (Kearney *et al.*, 1972 ; Kearney et Gillett, 1982) sont plus utiles que les petits berceaux parce qu'il est plus facile d'y transférer le poisson de l'hameçon au berceau sans risque de le laisser tomber sur le pont. On peut également poser de façon provisoire le poisson sur l'extrémité large du berceau si, pendant une courte période, la prise de poissons est plus rapide que le marquage de ces derniers. Par contre, les grands berceaux ont besoin de plus d'espace et ne peuvent pas être retirés aussi facilement que les petits berceaux lorsqu'ils ne sont pas utilisés. En général, les petits berceaux sont utiles lorsque l'espace est limité et que le nombre de poissons à marquer est relativement peu élevé, tandis qu'on préférera les grands berceaux pour les expériences à grande échelle.



Figure 4.6.2. Utilisation de la méthode du petit berceau à la poupe d'un bateau de pêche à la canne et à l'hameçon avec appât vivant lors d'une campagne de marquage de thon obèse de la CIATT (courtoisie de Kurt Schaefer).

Méthode du toboggan

Des scientifiques de l'U.S. National Marine Fisheries Service, La Jolla, Californie, (États-Unis) ont modifié de la façon suivante les petits berceaux pour marquer le germon.

Un toboggan d'environ 90 cm de long est attaché à la base de la partie avant du berceau à l'aide d'une charnière. Cette partie avant est attachée au reste du berceau au moyen d'un pivot de sorte qu'on puisse la lever pour faire glisser le poisson du berceau sur le toboggan. Lorsque le poisson est marqué, au lieu de le lever et de le lancer par-dessus bord, on lève la partie avant pour faire glisser le poisson par-dessus bord via le toboggan incliné vers le bas. Ceci augmente la vitesse de l'opération de marquage, réduit la manipulation du poisson et empêche que le poisson marqué ne tombe par terre, ce qui arrivait parfois quand on utilisait des berceaux sans toboggan. Il est important que le poisson pénètre dans l'eau la tête la première et vers la proue du bateau. Avant que le berceau modifié ne soit utilisé, les poissons qui étaient lancés par-dessus bord pénétraient dans l'eau à la poupe, au milieu du banc, et avaient tendance à effrayer les poissons, surtout s'ils n'entraient pas la tête la première dans l'eau (Bayliff, 1979).

La CIATT a construit un système de toboggan plus élaboré. Ce système permet aux pêcheurs de déposer les poissons dans des auges fabriquées dans un tissu solide et doux (par exemple Shelterite) sur une grille de tuyaux. Les auges sont inclinées vers les berceaux de sorte que les poissons glissent dans cette direction. Les assistants situés près des berceaux retirent l'hameçon, si c'est nécessaire, puis poussent un poisson à la fois, la tête la première, dans chaque berceau. Les poissons sont marqués par les marqueurs puis rejetés par-dessus bord (**Figure 4.6.3**). Cette méthode présente les principaux avantages suivants :

1. Les pêcheurs disposent d'un grand espace où déposer les poissons ;
2. Le processus de marquage est plus facile à contrôler ;
3. Le lieu de marquage est assez éloigné du lieu de pêche, ce qui signifie que les poissons sont remis à l'eau à l'écart de l'endroit où ils sont capturés.

Les rembourrages, les berceaux et les toboggans sont marqués à des intervalles de 1 cm de sorte que les poissons peuvent facilement être mesurés pendant le marquage. Ces marques doivent être rafraîchies fréquemment car elles s'effacent ou s'abîment avec le temps.

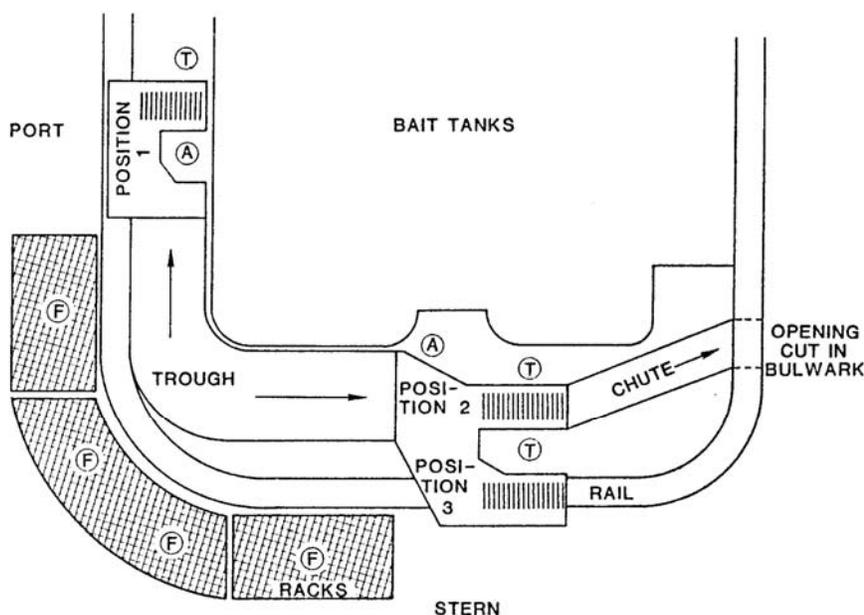


Figure 4.6.3. Système de toboggan utilisé par la CIATT. Les cercles F, A et T indiquent respectivement la position des pêcheurs, des assistants et des marqueurs (de Bayliff et Holland, 1986).

4.6.7 Marques conventionnelles

Les marques conventionnelles sont des marques simples possédant un numéro unique. Elles se constituent d'habitude d'un tube en plastique attaché à un grappin de nylon de qualité chirurgicale ou de dard métallique (Figure 4.6.4 et Figure 4.6.5). Les marques contiennent d'habitude l'adresse à laquelle il faut renvoyer la marque (et le poisson). Elles peuvent également indiquer la récompense et l'information additionnelle qui est requise au sujet de la recapture. La plupart des têtes de marque en nylon sont fabriquées ou fournies par **Floy Tag Manufacturing Inc.** (www.floytag.com, ou à l'adresse : 4616 Union Bay Place NE, Seattle, WA 98105, USA, Tél. 206-524-2700, Fax 206-524-8260, Email: floytag@halcyon.com), par **Hallprint** (www.hallprint.com ou par **Hallprint Pty Ltd.**, 15 Crozier Rd. Victor Harbor, South Australia 5211. Tél. (International) + 61 8 8552 3149, Fax (International) + 61 8552 2874, Email: davidhall@hallprint.com.au).

Marques, applicateurs et supports

Dans les années 1950 et au début des années 1960, les thonidés et les istiophoridés étaient marqués avec des marques en boucle qui ont aujourd'hui été remplacées par des marques à dard. Le type de marque le plus courant se compose d'une tête en nylon avec un seul barbillon. Les marques ont généralement 15 cm de long et environ 2,5 mm de diamètre, même si des marques plus courtes (7-8 cm) ont également été utilisées sur les petits listaos. On a utilisé des marques ayant un dard plus grand et une tête en nylon ou en acier inoxydable pour marquer des istiophoridés et de grands thonidés sur des bateaux de pêche sportive. La plupart des marques se constituent d'un tube de vinyle à basse température muni d'une tête en nylon. Ce tube se fragilise à des températures proches de la congélation (au-dessous de 4°C). Sachant que certains bateaux de pêche congèlent leurs prises, ces marques risquent de se détacher et de se perdre. C'est pour remédier à ce problème qu'on a introduit des marques constituées d'un tube en polyéthylène uni aux têtes en nylon (Anon., 1986). Le polyéthylène résiste à la cassure à basses températures et est moins élastique que le vinyle. Cette dernière caractéristique pourrait être avantageuse dans la mesure où la marque conserverait la configuration qui offre le moins de résistance à l'eau lorsque le poisson nage en ligne droite à sa vitesse normale.

La plupart des marques sont jaunes, même si d'autres couleurs ont également été utilisées dans certaines occasions. Les données présentées par Broadhead (1959) et Blunt et Messersmith (1960) indiquent que les marques jaunes sont plus faciles à repérer que les rouges, bleues, blanches ou transparentes. Les poissons qui ont reçu une injection de tétracycline (voir ci-dessous) se sont vus apposer des marques jaunes aux pointes rouges ou des marques de couleur rouge ou orange international pour permettre aux personnes qui les récupèrent de savoir que ces poissons présentent un intérêt particulier. Les marques doivent contenir le nom de l'organisation à laquelle elles doivent être renvoyées et les codes correspondants. Ces codes doivent être imprimés sur les deux extrémités des marques de sorte à réduire le risque de perte de l'information si la marque se casse ou est abîmée pendant le renvoi. Les marques sont souvent codées à l'aide de cinq chiffres (100 000 combinaisons possibles), d'une lettre et quatre chiffres (260 000 combinaisons possibles pour l'alphabet anglais), ou de deux lettres et quatre chiffres (6 760 000 combinaisons possibles pour l'alphabet anglais). Le fabricant les envoie d'habitude par lots de 100 unités qui sont presque toujours confiées aux différents marqueurs en mer dans la même quantité. Aux fins des analyses informatisées, il est plus facile de travailler avec des lots qui contiennent, par exemple, les marques A0000-A0099, A0100-A0199. etc., plutôt que A0001-A0100, A0101-A0200. etc. (Kearney et Gillett, 1982).

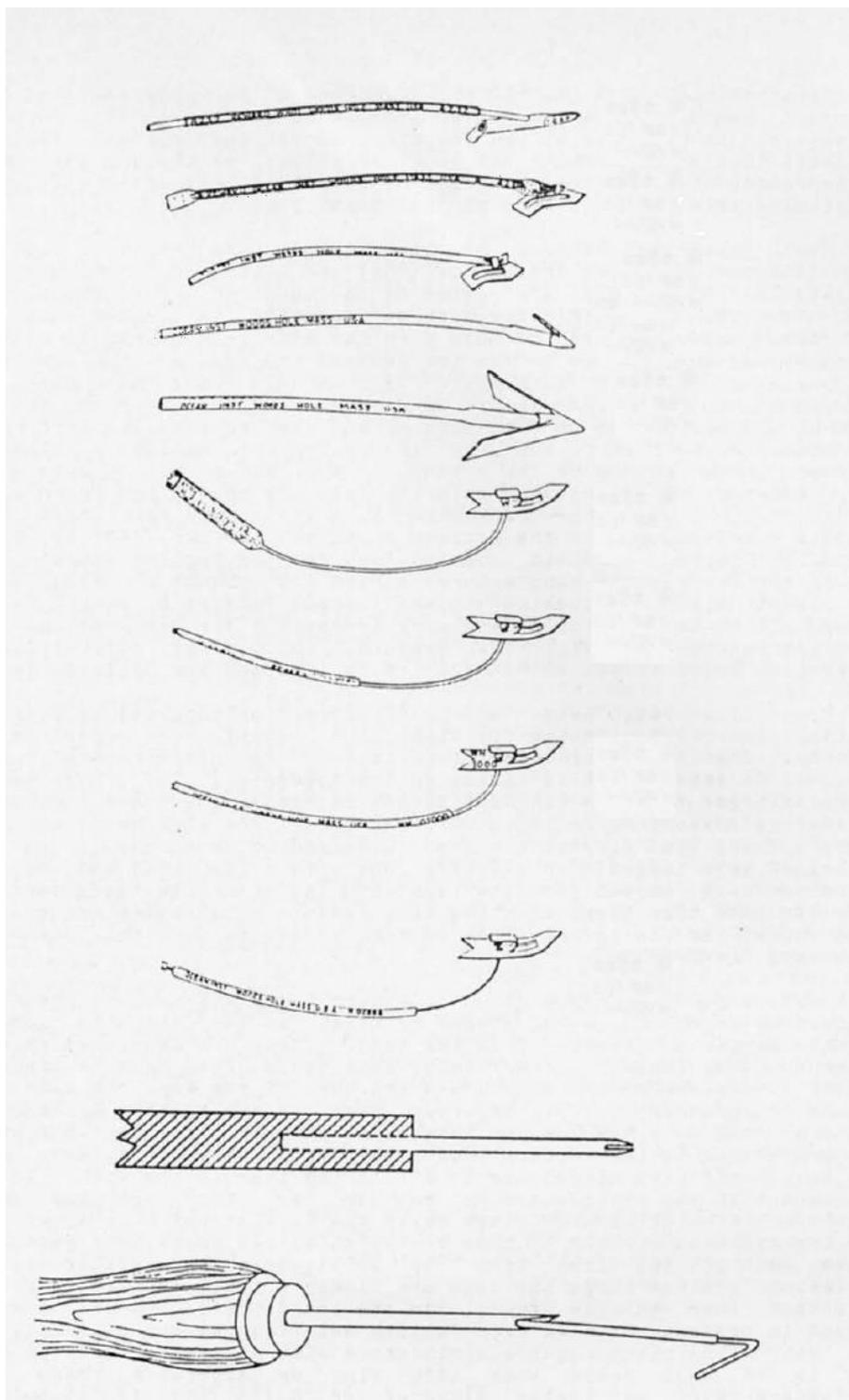


Figure 4.6.4. Différents types de marques conventionnelles et d'applicateurs de marques utilisés pour marquer les thonidés et espèces voisines (de Bayliff et Holland, 1986. Reproduction autorisée par la FAO).



Figure 4.6.5. Marque à dard en acier inoxydable, Marque A (en haut) et marque à dard en nylon à double barbillion hydroscopique, Marque B (en bas) utilisée dans l'étude de double-marquage pour évaluer la rétention des deux types de marques sur les istiophoridés (1990-1999). Réimpression de Prince *et al.* avec l'autorisation des auteurs.

Selon Mather *et al.* (1974), les têtes métalliques sont meilleures que les têtes en nylon lorsqu'on utilise la méthode de marquage dans l'eau. Par contre, Prince *et al.* (2002) recommande d'utiliser des marques à dard en nylon à double barbillion sur les grands poissons étant donné qu'elles donnent lieu à des taux de récupération supérieurs. Ortiz *et al.* (2003), qui ont révisé les résultats du marquage des cinq principaux programmes opportunistes de marquage d'istiophoridés du monde, ont conclu que les qualités de rétention des marques avec grappins de nylon de qualité médicale étaient supérieures à celles des marques avec dard en acier inoxydable. Ce type de marque est malgré tout peu adapté pour les opérations massives de marquage réalisées sur les thonidés tropicaux et provoque une mortalité additionnelle juste après le marquage (Gaertner *et al.*, 2004).

Les marques à dard du type montré à la **Figure 4.6.4** et la **Figure 6.4.5** sont apposées sur les poissons à l'aide d'applicateurs qui se constituent de pièces (tubes ou compactes) en acier légèrement plus long et/ou au diamètre plus large que celui des marques. Comme le montre la figure, les applicateurs ont une extrémité affilée. Les têtes commercialisées sont souvent munies d'un enfoncement à l'extrémité affilée pour recevoir le barbillion de la marque, mais il semble que cette caractéristique ne soit pas indispensable. Il est important que les applicateurs soient plus longs que les marques, sans quoi ces dernières ne pénétreront pas à fond lorsqu'elles seront introduites dans les supports avant d'être utilisées et leur tête se coupera au moment d'apposer la marque sur le poisson. Il est également important que le diamètre des applicateurs ne soit ni trop grand, ni trop petit. En effet, si le diamètre est beaucoup trop petit, les marques ne pourront pas être introduites à l'intérieur des applicateurs et si le diamètre est un peu trop grand, les marques risquent de sortir du poisson lorsqu'on retirera les applicateurs. Par contre, si les applicateurs sont trop grands, les marques auront tendance à tomber au moment du marquage. Dans ce cas, on pourra plier les applicateurs afin d'éviter qu'elles ne tombent (Kearney et Gillett, 1982). On recommande à toutes les organisations qui prévoient de marquer des thonidés ou des istiophoridés pour la première fois de commander les marques et les applicateurs chez le même fabricant de sorte à s'assurer que les marques s'ajustent parfaitement aux applicateurs.

Prince *et al.* (2002) recommande d'utiliser une perche de marquage à double applicateur (**Figure 4.6.6**) pour effectuer le marquage dans l'eau étant donné que ce type d'applicateur possède un angle de pénétration plus flexible qui peut être utile lorsque le poisson se met sur le flanc.

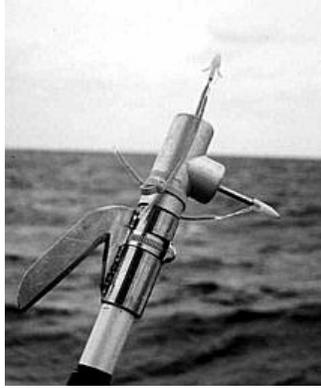


Figure 4.6.6. Perche de marquage à double applicateur (Courtoisie d'Eric Prince, NOAA).

4.6.8 Procédure de marquage

Pour minimiser les pertes, on veillera à ce que chaque marque soit introduite dans la musculature dorsale à une profondeur suffisante pour que les barbillons passent entre les ptérygiophores sous la base de la deuxième nageoire dorsale, chez les thonidés, et dans la protubérance située derrière la tête ou près de la base de la première nageoire dorsale chez les istiophoridés (**Figure 4.6.7**). Idéalement, la marque devrait être placée dans un angle maximum 45° par rapport à l'axe du poisson afin de minimiser la résistance de l'eau. La marque ne doit pas pénétrer trop profondément afin d'éviter d'endommager inutilement le tissu sous-jacent. Lorsque la marque a été introduite, on ne doit voir que le tube ou la capsule. L'expérience permettra au marqueur de savoir si le barbillon est bien passé entre les ptérygiophores. Le taux de perte des marques diffère entre les marqueurs (Bayliff, 1973 ; Prince *et al.*, 2002), ce qui montre l'importance d'apposer soigneusement les marques et de soumettre les marqueurs à une formation adéquate (voir également plus bas la section sur le double marquage).

Les marques doivent être introduites au préalable dans les applicateurs. Si l'on prétend marquer un nombre important de poissons dans un court laps de temps, on peut stocker des applicateurs armés de marques par lot de 100 unités dans les supports fabriqués en tissu (Wilson, 1953) ou en bois (Fink, 1965 ; Bayliff, 1973 ; Kearney et Gillett, 1982). Les supports possèdent des compartiments ou orifices numérotés de 00 à 99, ce qui permettra d'associer une marque à chaque numéro. Les supports en tissu sont appropriés pour un marquage à petite échelle comme sur un ligneur ou un bateau de pêche sportive, tandis que les supports en bois sont préférables pour réaliser un marquage à grande échelle. On armera un maximum de 30 supports avec des marques avant de commencer la pêche. Sachant que les pointes affilées des applicateurs sont à découvert, on rangera tous les supports, hormis les premiers qui seront utilisés, dans des caisses en bois (ouvertes sur un côté, mais fermées sur le haut) d'où l'on pourra les retirer facilement.

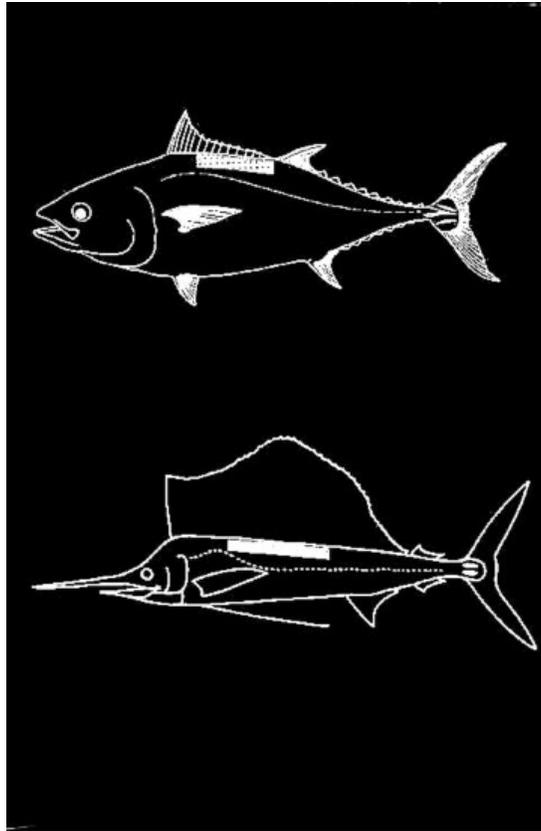


Figure 4.6.7. Zone cible (rectangles) pour le marquage de thonidés (en haut) et d'istiophoridés (en bas) recommandée par le Centre de marquage en coopération du Southeast Fisheries Science Center. Les marques doivent être placées au-dessus de la ligne latérale, loin de la tête et d'autres organes vitaux le long de la musculature dorsale. Réimpression avec l'autorisation des auteurs (Prince *et al.*, 2002).

Équipement d'enregistrement et matériels

Il faut transcrire les données correspondant à chaque marque utilisée (position, date, espèce, taille, observation concernant l'état du poisson, etc.). On trouvera ci-dessous la liste des données qui sont consignées d'habitude à cet effet. Comme il arrive parfois qu'on doive marquer un nombre élevé de poissons dans un court laps de temps à bord de canneurs (et parfois aussi de senneurs), il est fondamental que l'opération soit parfaitement organisée. En revanche, le marquage réalisé à bord d'autres types de bateau est en général beaucoup plus lent et ne requiert par conséquent pas autant d'organisation. Il faudra avoir chargé un nombre adéquat de marques et d'applicateurs dans les supports avant de commencer le marquage. On peut coller un morceau de ruban adhésif comprenant le numéro de série de la marque sur l'extrémité de chaque support de sorte que le marqueur puisse choisir rapidement la série ayant le chiffre le plus bas et noter le numéro de série qu'il est en train d'utiliser sans devoir retirer les marques de leur applicateur. Les supports doivent être placés dans des caisses à proximité de chaque berceau ou position de marquage. S'il utilise un magnétophone, le marqueur devra s'assurer qu'il fonctionne correctement et qu'il possède une capacité suffisante. Il enregistrera le lieu, la date, le temps, le berceau ou la position, etc. Les marqueurs et les assistants porteront d'habitude des gants de coton ou de laine pendant le marquage afin de se protéger contre les coupures et d'avoir une meilleure prise sur le poisson. Lorsqu'elles doivent marquer un grand nombre de poissons, les personnes qui manipulent les poissons peuvent souffrir d'éruptions ou de cloques aux mains. Elles pourront éviter ce problème en portant de fins gants en caoutchouc sous les gants de coton ou de laine. Il faudra asperger ou verser de l'eau sur les berceaux ou les toboggans et bien mouiller les gants avant de commencer le marquage.

Données pouvant être incluses dans un registre de remise à l'eau/recapture d'un poisson marqué

Données de la remise à l'eau

- Numéro de campagne
- Code de la marque, type de marque, nom de l'espèce
- Pays de la remise à l'eau et engin utilisé
- Date
- Heure du jour
- Taille
- Température de surface de la mer
- Marqueur
- Position ou berceau
- Injecté ou non injecté avec de la tétracycline
- État du poisson

Données de la récupération

Lorsqu'une marque est récupérée, il faudra consigner les informations suivantes :

- L'espèce
- Le(s) numéro(s) figurant sur la marque
- La date et le lieu où elle a été récupérée et l'engin/pays utilisé
- La taille (longueur) et/ou le poids du poisson, avec le type de mensuration utilisé
- Eventuellement le sexe et information sur le mode de pêche (ex banc libre, DCP, requin-baleine, etc)

Les marques récupérées peuvent être envoyées au Secrétariat de l'ICCAT ou aux responsables du marquage de l'ICCAT (voir www.iccat.int/tagging.htm)

NOTE : Pour retirer une marque-archive, on fera une incision d'environ 15 cm dans la cavité ventrale, en face de l'endroit où le capteur pénètre dans le poisson. La marque-archive argentée ou blanche (avec le capteur optique) doit ensuite être retirée à la main. **NE PAS RETIRER LA MARQUE-ARCHIVE EN TIRANT SUR LE CAPTEUR OPTIQUE.** Laver la marque à l'eau et la ranger à température ambiante.

Les données additionnelles qu'il serait utile de recueillir lors d'une recapture sont :

- Sexe
- État du poisson pendant la mesure (frais, congelé, décongelé après congélation, etc.)
- Bateau
- Activité durant laquelle s'est produite la recapture (pêche, déchargement d'un bateau de pêche, déchargement d'un cargo congélateur, dépeçage, etc.)
- Port de retour
- Situation
- Statut de la réglementation
- Personne chargée des données de récupération

Les poissons sont enregistrés d'habitude en centimètres complets/entiers. La CIATT les enregistre au centimètre le plus proche et les organisations qui participent au programme de marquage de l'ICCAT le font au centimètre inférieur le plus proche (c'est-à-dire que les tailles de 60,0 à 60,9 cm sont enregistrées comme étant de 60 cm).

Double marquage

Il existe au moins trois raisons pour procéder au double marquage des poissons. D'abord, l'information concernant les effets du marquage sur la mortalité et sur la croissance peut être obtenue en comparant les taux de récupération et les taux de croissance des poissons ayant reçu une et deux marques. Par exemple, si les taux de

récupération ou de croissance d'un animal ayant reçu une double marque sont inférieurs à ceux d'un poisson ayant reçu une seule marque, cela signifie probablement que les marques sont préjudiciables (I-ATTC/CIAT, 1984:31-32). Deuxièmement, la comparaison des taux de récupération de poissons ayant fait l'objet d'un marquage simple et double et qui ont conservé une ou deux marques permet d'estimer le taux de perte des marques (Bayliff et Mobrand, 1972 ; Laurs *et al.*, 1976 ; Baglin *et al.*, 1980 ; Kirkwood, 1981 ; Wetherall, 1982 ; Xiao, 1996 ; Adam et Kirkwood, 2001 ; Prince *et al.* 2002). Il faut signaler à cet égard que l'estimation indépendante des taux de perte des marques issue d'expériences de double marquage s'inscrit parfaitement dans le cadre d'une expérience de marquage bien conçue. Troisièmement, on observe souvent des taux de récupération supérieurs, en particulier chez les individus ayant passé de longues périodes en liberté, lorsque ces poissons ont été doublement marqués (Hynd, 1969 ; Bayliff, 1973). Le Centre de marquage en coopération du Southeast Fisheries Science Center, conjointement avec le Programme de marquage de la Fondation Istiophoridés, a procédé au double-marquage d'istiophoridés et d'espadons afin de tester la rétention des deux types de marques (Prince *et al.* 2002). Ce programme a recommandé d'insérer une marque sur les deux côtés du poisson en vue d'accroître la visibilité. Cela n'a toutefois pas été toujours possible, comme l'indique la **Figure 4.6.8**.



Figure 4.6.8 Une marque à dard avec double barbillion en nylon hydroscopique (à gauche) et une marque à dard en acier inoxydable (à droite) utilisées afin de procéder au double marquage d'istiophoridés, tel que ce makaira bleu, pour évaluer la rétention relative de ces deux types de marques. Réimpression avec l'autorisation des auteurs (Prince *et al.*, 2002).

La CIATT a réalisé un double marquage sur un grand nombre d'albacores et sur un nombre plus réduit de listaos et de thons rouges du nord. Les marques ont été apposées sur chaque flanc du poisson, l'une étant avancée d'environ 1 cm par rapport à l'autre. Les marqueurs n'ont pas essayé d'introduire ces deux marques en même temps pour éviter qu'une ou les deux marques ne soient trop profondes ou trop superficielles. Ils ont reçu l'instruction de faire des paires de marques de sorte que le plus petit des deux numéros soit un nombre pair comme, par exemple, A3900-A3901, A3902-A3903, etc., plutôt que A3901-A3902, A3903-A3904, etc. Les supports et les formulaires en plastique et en papier qui sont utilisés pour consigner les données ont des numéros regroupés par paire tel qu'expliqué plus haut. Ceci permet d'éviter que le marqueur ne mélange les numéros pendant le marquage. La Commission du Pacifique Sud (SPC, 1981) a réalisé un double marquage sur des listaos en introduisant les deux marques sur le même flanc du poisson. Ces marques sont introduites séparément ou en même temps.

4.6 9. Bibliographie

- ADAM, M.S. and G.P. Kirkwood (2001). Estimating tag-shedding rates for skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, off the Maldives. *Fish. Bull.* 99: 193-196.
- ANON. (1986). Wide range of tags made in Australia. *Aust. Fish.*, 44(7):32-3.
- BAGLIN, R.E., Jr., M.I. Farber, W.H. Lenarz, J.M. Mason, Jr. (1980). Shedding rates of plastic and metal dart tags from Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thunnus*. *Fish. Bull. NOAA/NMFS*, 78(1):179-85.
- BAYLIFF, W.H. (1973). Materials and methods for tagging purse seine and baitboat-caught tunas. *Bull. I-ATTC/Bol. CIAT*, 15(6):463-503.

- BAYLIFF, W.H. (1979). Memorandum to the members of the FAO Working Party on tuna and billfish tagging in the Pacific and Indian Oceans, February 27, 1979 (mimeo).
- BAYLIFF, W.H. and K.N. Holland (1986). Materials and methods for tagging tuna and billfishes, recovering the tags and handling the recapture data. FAO. Fish. Tech. Pap. (279):36p
- BAYLIFF, W.H. and L.M. Moberg (1972). Estimates of the rates of shedding 167 of dart tags from yellowfin tuna. Bull. I-ATTC/Bol. CIAT, 15(5): 439-62.
- BLOCK, B.A., H. Dewar, T. Williams, E.D. Prince, C. Farwell, and D. Fudge (1998a). Archival tagging of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus thynnus*). Mar. Technol. Soc. Journal. 32(1): 37-46.
- BLOCK, B.A., S.L.H. Teo, A. Walli, A. Boustany, M.J.W. Stokesbury, C.J. Farwell, K.C. Weng, H. Dewar and T.D. Williams (2005). Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. Nature, 434, 1121-1127.
- BLUNT, C.E., Jr., and J.D. Messersmith (1960). Tuna tagging in the eastern tropical Pacific, 1952-1959. Calif. Fish. Game, 46(3): 301-69.
- BROADHEAD, G.C. (1959). Techniques used in the tagging of yellowfin and skipjack tunas in the eastern tropical Pacific Ocean during 1955-1957. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst., 11:91-7.
- FINK, B.D., (1965). A technique, and the equipment used, for tagging tunas caught by the pole and line method. J. Cons. CIEM, 29(3):335-9.
- FINK, B.D. and W.H. Bayliff (1970). Migrations of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean as determined by tagging experiments, 1952-1964. Bull. I-ATTC/Bol. CIAT, 15(1):227 p.
- GAERTNER, D., J.P. Hallier and M.N. Maunder (2004). A tag attrition model as a means to estimate the efficiency of two types of tags used in tropical tuna fisheries. Fishery Research, 69: 171-180
- GRAVES, J. P., B.E. Luckhurst and E.D. Prince. 2002. An evaluation of pop-up satellite tags to estimate post-release survival of blue marlin (*Makaira nigricans*). Fishery Bulletin, Vol. 100(1): 134-142.
- GUNN, J., T. Polacheck, T. Davis, M. Sherlock, and A. Betlehem (1994) The development and use of archival tags for studying the migration, behaviour and physiology of southern bluefin tuna, with an assessment of the potential for transfer of the technology to groundfish research. ICES CM 1994/Mini: 2.1 (21)
- HYND, J.S. (1969). New evidence on southern bluefin stocks and migrations, 1969. Aust. Fish., 28(5):26-30.
- KEARNEY, R.E. and R.D. Gillett (1982). Methods used by the skipjack Survey and Assessment Programme for tagging skipjack and other tuna. Tech. Rep. Skipjack Surv. Assess. Programme S. Pac. Comm.,(7):21-43
- KEARNEY, R.E., A.D. Lawis and B.R. Smith (1972). Cruise report Tagula 71-1 survey of skipjack tuna and bait resources in Papua New Guinea waters. Res. Bull. Dep. Agric. Stock Fish. Port Moresby (8):145 p.
- KIRKWOOD, G.P. (1981). Generalized models for the estimation of rates of tag shedding by southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). J. Cons. CIEM, 39(3):256-60.
- LAURS, R.M., W.H. Lenarz and R.N. Nishimoto (1976). Estimates of rates of tag shedding by north Pacific albacore, *Thunnus alalunga*. Fish. Bull. NOAA/NMFS, 74(3):675-8.
- MATHER, F.J. III, D.C. Tabb, J.M. Mason, Jr., H.L. Clark (1974). Results of sailfish tagging in the western North Atlantic Ocean. NOAA Tech. Rep. NMFS (Spec. Sci. Rep.-Fish. Ser.), (675): 194-210.
- METCALFE, J.D. (2001). Summary report of a workshop on daylight measurements for geolocation in animal telemetry. "Electronic Tagging and Tracking in Marine Fisheries" Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries, Vol 1. (J. Sibert and J. Nielsen, eds.) Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands. pp 331-342.
- METCALFE, J.D., G.P. Arnold and R.A. McDowall (2002). Migration. Chapter 8, In: Handbook of Fish Biology and Fisheries Vol. I. (P.J.B Hart and J.D Reynolds, eds.). Blackwell Science. pp 175-199.
- MIYAKE, P.M. (1990). History of the ICCAT tagging program, 1971-1986. American Fisheries Society Symposium 7: 746-764.
- NRC (1994). An assesment of Atlantic blufin tuna. Washington, D.C.:National Academy, 148 pp.

- ORTIZ, M., E.D. Prince, J.E. Serafy, D.B. Holts, K.B. Davy, J.G. Pepperell, M.B. Lowry and J.C. Holdsworth. (2003). A global overview of the major constituent-based billfish tagging programs and their results since 1954. *Marine and Freshwater Research* 54: 489-507.
- PRINCE, E.D. and J.L. Cort (1997). Development of an Atlantic-wide archival tag recovery program under the auspices of ICCAT. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 46(4): 468-471.
- PRINCE, E.D., M. Ortiz, A. Venizelos and D.S. Rosenthal. (2002). In-water conventional tagging techniques developed by the Cooperative Tagging Center for Large, Highly-migratory Species. *American Fisheries Society Symposium* 30: 155-171.
- PRINCE, E.D. and C.P. Goodyear (2006). Hypoxia based habitat compression of tropical pelagic fishes. *Fisheries Oceanography*. 15(6): 451-464.
- SPC (South Pacific Commission) (1981). Effects of skipjack tagging procedures on subsequent tag recoveries. South Pacific Commission, Thirteenth Regional Technical Meeting on Fisheries, Working paper (8):15 p. (mimeo).
- THORSTEINSSON, V. (2002). Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries. Report of a Concerted Action FAIR CT.96.1394 (CATAG). Reykjavik. Marine Research Institute Technical Report (79). Pp 179.
- WETHERALL, J. (1982). Analysis of double-tagging experiments. *Fish. Bull. NOAA/NMFS* 80 (4): 687-701.
- WILLIAMS, K. (1992). The tagging technique. *Aust. Fish.* 51(6): 15-17.
- WILSON, R.C. (1953). Tuna marking, a progress report. *Calif. Fish Game*, 39(4):429-42.
- XIAO, Y. (1996). A general model for estimating tag-shedding rates and tag interactions from exact or pooled times at liberty for a double tagging experiment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53(8): 1852-1861.
- YAMASHITA, D.T. and K.D. Waldron (1958). An all-plastic dart-type fish tag. *Calif. Fish Game*, 44(4): 311-7.