



ZoNéCo

PROGRAMME D'EVALUATION DES RESSOURCES MARINES
DE LA ZONE ECONOMIQUE DE NOUVELLE-CALÉDONIE

**MISE EN OEUVRE DES STRATEGIES DE PECHE PALANGRIERE ADAPTEES AUX
CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES POUR UNE OPTIMISATION DES CAPTURES
D'ESPECES PELAGIQUES CIBLES.**

VIRLY Sabrina
Consultant

Octobre 1999

MISE EN OEUVRE DES STRATEGIES DE PECHE PALANGRIERE ADAPTEES AUX CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES POUR UNE OPTIMISATION DES CAPTURES D'ESPECES PELAGIQUES CIBLES.

1- Contexte de l'étude

Le développement croissant de la pêche thonière palangrière en Nouvelle-Calédonie (extension des armements existants, projets de mise en place de nouveaux armements) a incité le programme ZoNéCo à s'intéresser à la pêcherie palangrière de Polynésie Française qui est à la fois plus développée et plus structurée. Ainsi, en février 1998, une mission d'information relative à la pêche thonière a été réalisée en Polynésie Française par un halieute du programme ZoNéCo (Virly, 1998).

Les recherches scientifiques menées par le programme ECOTAP en matière de distribution et comportement des thons de subsurface ont permis d'affiner les connaissances sur la distribution spatiale et verticale des espèces majeures de grands pélagiques. Elles ont également permis de préciser les limites de leur habitat en terme de variables hydrologiques du fait de leurs contraintes physiologiques. Les nombreux essais à la palangre instrumentée (18 campagnes) ont de plus permis de modéliser la forme de la palangre et de déduire sa profondeur maximale dans la colonne d'eau en fonction de paramètres inhérents à l'engin de pêche et au bateau.

Face aux résultats prometteurs du programme ECOTAP applicables au milieu professionnel polynésien, le programme ZoNéCo a donc décidé de s'impliquer dans cette voie en limitant toutefois ses actions à des opérations de terrain ciblées, en collaboration avec le programme polynésien. De telles opérations entrent dans le cadre du volet "Aide à la pêche" du programme ZoNéCo, au même titre que les prototypes de cartes d'aide à la pêche (cartes de température de surface de l'eau, de courant, de couleur de l'eau, ...). Des opérations de pêche expérimentale en Nouvelle-Calédonie ont donc été planifiées en 1999 en collaboration avec le Service Territorial de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes de Nouvelle-Calédonie (STMMPM).

L'objectif principal de ces campagnes est de mieux cerner les profondeurs des espèces pélagiques cibles correspondant à leur habitat préférentiel afin d'optimiser les rendements. Ce travail s'appuie sur certains résultats du programme ECOTAP relatifs à l'étude de la profondeur de pêche à la palangre en fonction des tactiques de pêche adoptées.

2- Bilan des premières campagnes

Dans le cadre du volet « Aide à la pêche » du programme ZoNéCo, huit campagnes de pêches expérimentales à la palangre instrumentée ont été programmées entre mai et octobre 1999. A ce jour, trois campagnes ont été réalisées (la campagne ZoNéCo11-Thon 4 a été annulée du fait de conditions météorologiques défavorables, les campagnes suivantes ont été annulées pour des raisons de matériels défectueux non remplaçables dans les délais impartis).

Globalement, les conditions climatiques ont rendu difficile l'application du protocole expérimental prévu (5 poses de palangre par campagne), réduisant à 7 le nombre total de palangres posées à ce jour. Chaque palangre comportant 200 hameçons chacune, l'effort de pêche total fut limité à 1400 hameçons. Les résultats de capture se sont donc avérés trop peu nombreux pour tirer des conclusions significatives sur la maîtrise de l'engin de pêche d'une part, sur la distribution verticale des principales espèces pélagiques d'intérêt commercial d'autre part. En effet, le nombre total de thons obèses, l'espèce cible, a été de 3, équivalant à un rendement en nombre de 0,21%.

La taille d'échantillon actuelle relative à l'espèce cible semble donc a priori insuffisante pour expliquer significativement sa distribution verticale en fonction de plusieurs variables techniques (liées à l'engin) et environnementales. S'agissant de ces paramètres, il est en outre important de noter que sur la période d'échantillonnage considérée (de mai à octobre), l'ensemble de leurs modalités n'a pu être testé. Il s'agit notamment des variables « saison » ou « mois » dont certaines modalités n'apparaissent pas au cours de la première période d'échantillonnage. L'effort de pêche déployé et les captures correspondantes n'ont lieu qu'au cours de la saison fraîche : l'effet saisonnier s'il existe, n'a pu donc être mis en évidence.

Il est donc nécessaire d'acquérir des données supplémentaires si l'on souhaite obtenir un échantillonnage quantitativement significatif (effort de pêche plus conséquent) et de tester toutes les modalités des variables susceptibles d'expliquer les rendements des espèces cibles obtenus au cours des campagnes de palangres instrumentées.

Dans ce contexte, il est proposé d'approfondir le volet « Aide à la pêche, domaine hauturier » du programme en **complétant la série de pêches expérimentales** programmées en 1999 par une autre série d'expérimentations couvrant une période plus grande, augmentant ainsi le nombre de données acquises sur la zone d'étude.

3- Extension du volet expérimental

Le projet se propose de conserver les objectifs fixés au cours de la première série d'expérimentations :

- **connaître la distribution verticale des espèces cibles** (thon obèse, thon jaune, germon, marlin rayé et espadon) dans une zone d'étude donnée en analysant les rendements par espèce en fonction de paramètres hydrologiques caractéristiques de cette zone, et en tenant compte des contraintes physiologiques des espèces cibles décrites dans la bibliographie,

- **maîtriser la tactique de filage** c'est-à-dire atteindre une profondeur maximale qui soit la plus proche de la profondeur maximale théorique souhaitée déduite des résultats des travaux d'ECOTAP, en jouant sur les paramètres techniques de l'engin (vitesse du bateau, vitesse du shooter, nombre d'hameçons par élément) et en tenant compte de contraintes hydrologiques (courant, etc.) si possible.

Ces objectifs répondent ainsi aux questions pratiques des professionnels :

- A quelle profondeur pêcher pour atteindre les espèces cibles ? => Aspect « **ressource** »
- Comment atteindre ces profondeurs souhaitées ? => Aspect « **engin** »

Ces deux objectifs peuvent être menés en parallèle en appliquant deux tactiques de filage au cours de chaque pose de palangre : la première moitié de palangre « profonde », la seconde moitié « peu profonde ». En appliquant deux tactiques différentes à chaque pose, il est à la fois possible de vérifier la maîtrise de l'engin de pêche et de distribuer l'effort de pêche sur l'ensemble de la colonne d'eau jusqu'à 450 m afin d'en analyser les prises par espèce correspondantes.

3.1- Justificatifs pour la mise en place d'une nouvelle série de pêches expérimentales

Les futures pêches expérimentales doivent permettre de répondre **au mieux** aux questions posées en tenant compte si possible des **variabilités spatiales et temporelles** des captures.

3.1.1- Variabilité spatiale

L'étude de la variabilité spatiale dans le cadre d'un volet expérimental nécessiterait un très grand nombre de campagnes en mer afin de couvrir l'ensemble de la ZE de Nouvelle-Calédonie. Or cette démarche correspond plus à un programme scientifique de grande envergure de type ECOTAP qu'à un projet appliqué comme le souhaite le programme ZoNéCo.

On se propose donc de **conserver la même zone d'étude** que lors de la première série de campagnes expérimentales. La variabilité spatiale pourra être ultérieurement abordée en repositionnant cette zone par rapport à l'ensemble de la zone économique du point de vue des conditions hydroclimatiques et des résultats de captures, dont les données sont collectées indépendamment du volet expérimental. Il s'agit en effet d'une part des données environnementales issues de modèles (données utilisées par la CP) ou d'acquisition de « terrain » (données acquises par le laboratoire d'océanographie physique de l'IRD au cours de diverses campagnes) et d'autre part des statistiques de pêche commerciale collectées sur l'ensemble de la ZE par les palangriers calédoniens et japonais. La variabilité spatiale, abordée grâce à une extrapolation des résultats des campagnes de la zone d'étude, pourra faire l'objet d'une autre prestation dans la cadre de la problématique thon-environnement.

3.1.2- Variabilité temporelle

D'après l'analyse des rendements par espèce des palangriers opérant dans la ZE de Nouvelle-Calédonie, il apparaît une forte variabilité saisonnière des captures par espèce ainsi qu'une variabilité interannuelle marquée (Virly, 1996). Or, cette dernière n'est pas entièrement inhérente aux variations interannuelles hydroclimatiques mais peut également s'expliquer en partie par un changement de stratégie de pêche ou par une amélioration des techniques de pêche au cours du temps engendrant des différences de niveaux de rendements.

Il s'agit donc de tenir compte de la variabilité temporelle uniquement saisonnière pour restituer une analyse fiable de la distribution verticale des captures par espèce. En se fixant une zone d'étude (pas de variabilité géographique), il est concevable d'étudier la variabilité saisonnière sur une période d'étude fixée à **un an**. L'année 1999 ayant été une année particulière du point de vue des conditions climatiques (période Niña), on pourra néanmoins aborder la variabilité interannuelle en comparant les résultats de capture de 1999 avec ceux que l'on pourrait obtenir l'année suivante.

Dans le cas d'annulation de campagnes, il sera souhaitable de reprogrammer une campagne annulée l'année suivante à la même période afin de ne pas perdre de données qui pourraient expliquer une variabilité saisonnière des captures et rendements par espèce en fonction de la profondeur.

Une étude à l'échelle d'un an se justifie donc par les points suivants :

- Acquérir des données sur un **cycle annuel complet** afin de tenir compte des éventuelles variations saisonnières de captures pour une même année (pas d'effet interannuel) et sur une zone donnée (pas d'effet géographique).
- Acquérir des données en **saison chaude**, période durant laquelle certaines espèces cibles semblent plus abondantes, notamment le thon à nageoires jaunes. Vérifier également l'absence apparente du thon obèse.

3.2- Matériels et méthodes proposés

3.2.1- Moyen navigant

En fonction du temps de mer nécessaire et de la disponibilité du navire, trois possibilités sont envisagées :

- le "**Dar Mad**", catamaran du Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes, actuellement armé à la pêche à la palangre (coût de fonctionnement à la charge du SMMPM),
- un **navire de type "Alis"** armé à la pêche à la palangre si le Dar Mad n'est pas disponible pendant la durée requise (à titre indicatif, l'"Alis" a été déjà affrété par le programme ZoNéCo pour 273 000 Fcfp / jour),
- un **palangrier commercial** de la société Navimon, si les deux autres cas ne sont pas envisageables et si l'entreprise est intéressée à participer à ces campagnes expérimentales. Le coût d'affrètement est à établir avec les personnes concernées (coût à la journée +

captures restituées). Après concertation, la société Navimon propose occasionnellement un de leur anivre, le « TANIA J » à un coût d'affrètement approximatif de 500000 Fcfp par jour (le coût peut varier en fonction du fait qu'ils conserveraient ou non les prises).

Remarque : Si la première solution semble la plus probable (prolongation de ce qui a été fait en 1999), les différentes solutions ne sont pas exclusives ; elles peuvent être combinées en fonction de la disponibilité des navires. Cependant, l'« ALIS » n'est à l'heure actuelle plus armée à la pêche à la palangre, ce qui pose un problème. S'agissant du « DAR MAD », la planification de ces sorties doit se faire avant le mois de novembre afin que le SMMPM puisse tenir compte de l'ensemble des demandes (CP, Provinces, Ecole des Métiers de la Mer, etc.). L'option "palangrier commercial" pourrait ainsi être envisagée en cas d'indisponibilité du « DAR MAD ».

3.2.2- Matériels

Engin de pêche

Au cours de la première série de campagnes expérimentales, les palangres étaient composées de 200 hameçons chacune. Cet effort de pêche s'avère être faible par rapport à celui déployé au cours de pêches expérimentales américaines (128 à 600 hameçons par palangre, moyenne de 350, Boggs 1992) ou polynésiennes (150 à 500 hameçons par palangre, moyenne de 350, ECOTAP) et peu représentatif de l'engin de pêche utilisé par les professionnels en Nouvelle-Calédonie (de 800 à 1800 hameçons par palangre). Il est donc proposé d'appliquer un protocole expérimental plus proche de ceux que l'on rencontre dans la bibliographie ou des stratégies de pêche des palangriers commerciaux (principalement augmenter le nombre d'hameçons par palangre).

Par ailleurs, les professionnels ont tendance à dire que plus on augmente le nombre d'hameçons par palangre, plus on a de chance de capturer du poisson. En accroissant le nombre d'hameçons de 200 à 500, il sera alors possible de tester l'accroissement de la capturabilité (un banc de thons a-t-il plus de chance de traverser la palangre lorsqu'elle possède plus d'hameçons repartis sur une plus grande distance linéaire ?).

L'engin de pêche proposé est donc **une palangre dérivante de type monofilament équipée de 500 hameçons**.

Montage et instrumentation de la palangre

- Chaque hameçon est équipé d'une horloge => 500 horloges nécessaires. Prévoir des horloges de rechange en cas de perte ou dysfonctionnement (10% supplémentaire) => Soit un besoin de **550 horloges**, et donc l'acquisition de 350 nouvelles unités.
- Les hameçons sont répartis en 20 éléments ou paniers (10 « profonds », 10 « peu profonds ») de 25 hameçons chacun. Or, d'après les résultats de profondeurs enregistrées au cours des premières poses de palangres instrumentées, il semble que pour une même tactique de filage, la profondeur maximale réelle varie d'un élément à l'autre (Virly *et al*,

1999 a, b et c). Il serait souhaitable d'instrumenter un maximum d'éléments à l'aide de sondes MICREL pour connaître la profondeur réelle d'immersion des éléments. Equiper un élément sur deux est un bon compromis entre un coût trop élevé (une sonde par élément) et un trop faible nombre d'informations collectées (moins d'une sonde tous les deux éléments). Cette option reviendrait donc à disposer de **10 sondes MICREL**. Soit, en fonction de l'équipement existant, il est donc nécessaire d'acquérir 5 sondes supplémentaires (4 + 1 de rechange) au prix unitaire de 11700FF hors taxe.

- Un **tachymètre** de précision est nécessaire pour mesurer la vitesse du lanceur de ligne. Le SMMPM ayant fait l'acquisition récente d'un tachymètre électronique, il est inutile de le prévoir dans le budget.
- Le nombre d'**appât** est fonction du nombre de palangres posées. Si le "DAR MAD" est le moyen navigant choisi, les appâts sont pris en charge par le SMMPM au même titre que le gréement. Si le bateau sélectionné est un autre navire que le "DAR MAD", il est nécessaire de prévoir l'achat des appâts : ces derniers sont conditionnés en carton de 25 kg (environ 200 pièces par carton, qu'il s'agisse de sardines ou de harengs) dont le coût moyen s'élève à 4000 Fcfp le carton. Une campagne de 5 jours nécessite 2500 appâts, soit un coût de 50000 Fcfp.

Coût du matériel expérimental :

- Horloges MICREL : $3300 \text{ (prix unitaire pour un lot de 300)} * 350 = 1\,155\,000 \text{ Fcfp}$
- Sondes MICREL : $213\,000 * 5 = 1\,065\,000 \text{ Fcfp}$
- Transport – assurance = environ 30 000 Fcfp (tarif de la commande précédente)

Matériels électronique et informatique nécessaires

- **Ordinateur portable** avec un lecteur de disquette 3.5 pouces et une sortie série et une sortie parallèle. Il est prévu que cet ordinateur, spécialement voué aux campagnes à la mer, soit fourni par le SMAI (déjà commandé par le programme ZoNéCo en 1999).
- **Logiciel WINMEMO** de traitement de données des sondes MICREL et crayon magnétique "datapencil" (déjà acquis par le programme ZoNéCo en 1999).
- **Logiciel FUGAWI** enregistreur et cartographie de positionnement (déjà acquis auprès de la CP en 1999).
- **Exécutables de calcul de distance et de calcul de profondeur de palangre** (programmes réalisés en Visual Foxpro, déjà acquis auprès de la CP en 1999).
- **Antenne GPS** (autre que le GPS du bord) à connecter à l'ordinateur possédant l'interface FUGAWI, pour un enregistrement et une cartographie en temps réel du positionnement de la palangre. (environ 35000 Fcfp).

Coût du matériel électronique :

- Antenne GPS : 35 000 Fcfp

3.2.3- Plan d'échantillonnage

Il dépend de ce que l'on souhaite analyser, du nombre de variables explicatives retenues dans l'analyse et du nombre de leurs modalités.

Choix des variables explicatives

♦ S'AGISSANT DU VOLET "ENGIN", l'objectif est de tester la maîtrise de la tactique de filage essentiellement en fonction d'un paramètre, la **gamme de profondeur visée**, qui présente deux modalités a priori ("profond" et "peu profond"). D'autres paramètres seront susceptibles d'intervenir dans l'analyse, tels que **la position de l'élément de la palangre, la position par rapport au vent** (la direction et le sens relatifs), **la direction, le sens et la force de la dérive a posteriori**.

♦ S'AGISSANT DU VOLET "RESSOURCE", l'objectif est de connaître la classe de profondeur et la classe de température correspondante à laquelle les rendements en une espèce cible sont maximum. Les paramètres répertoriés susceptibles d'influencer la capturabilité sont :

- la **profondeur** (2 modalités a priori : « profond » et « peu profond », qui peuvent être scindées en plusieurs classes de profondeur a posteriori)
- la **température** : ce paramètre, lié à la profondeur, est enregistré en même temps que la profondeur à partir des sondes Micrel. On pourra définir des gammes de température pour l'analyse (autant que de classes de profondeur).
- le **nycthémère** (2 modalités : « jour » et « nuit »)
- la **tranche horaire de capture** : 24 modalités (tranches horaires d'une heure) ou 4 modalités (aube, jour, crépuscule , nuit)
- la **lune** (4 modalités)
- la **saison** (4 modalités a priori qui peuvent être différentes suivant les espèces si l'on retient les saisons d'abondance d'une espèce)
- le **mois** (12 modalités qui peuvent être regroupées dans la variable « saison » si la variabilité mensuelle n'est pas évidente)
- l'**année** (au mieux 2 modalités si l'année 2000 n'est pas une année Niña)
- l'**appât** (2 ou 3 modalités : hareng, sardine et calmar).
- la **phase de pêche** (2 modalités : phase d'instabilité de la palangre correspondant à la phase de filage et de virage, la phase de stabilité de la palangre correspondant à la phase de pêche effective).

Retenir les paramètres "profondeur" (et/ou température), "nycthémère" (et/ou "classe d'heure de capture"), "saison" (ou "mois" si la variable "saison" n'est pas suffisamment discriminante) semble un compromis raisonnable pour le nombre de variables explicatives de la répartition verticale des captures par espèce. Il sera toujours possible, voire nécessaire d'intégrer a posteriori de nouvelles variables à l'analyse s'il s'avère que les objectifs sont difficilement atteints (distribution peu significative par rapport aux paramètres explicatifs retenus).

Remarque : Bien que l'influence du nycthémère sur l'abondance des prises par espèce ait déjà été étudié dans d'autres régions du monde, il serait opportun d'affiner ces résultats dans la zone d'étude sélectionnée où l'influence peut s'avérer légèrement différente.

Taille de l'échantillon

Il est souhaitable de répartir équitablement l'ensemble des pêches expérimentales sur toute **une année** afin de tenir compte de l'éventuel effet saisonnier.

- Il est proposé 1 campagne de **5 jours par mois** (5 jours consécutifs si possible) à raison d'**une pose de palangre par 24 heures**.
- Au sein d'une même campagne, il est proposé de réaliser une **palangre de nuit** (la première pose de chaque campagne, par commodité, liée aux contraintes de l'heure d'appareillage les lundi matin) et **4 palangre de jour** afin de tenir compte de l'éventuel effet nycthéméral. On privilégie les poses de jour qui correspondent majoritairement à la tactique employée par les palangriers commerciaux pêchant dans la ZE de Nouvelle-Calédonie. Cependant, il serait possible de modifier quelque peu les heures de filage afin d'échantillonner au mieux toutes les périodes d'un cycle de 24 heures (filer avant et après l'aube, avant et après le crépuscule).

Le plan d'échantillonnage totalise ainsi **60 poses (12 de nuit, 48 de jour)**, soit un effort de pêche de **30000 hameçons**.

A partir de cet effort de pêche, il est possible de calculer le nombre théorique d'individus capturés des principales espèces cibles des palangriers. **Prenons le cas du thon obèse** qui est actuellement la cible privilégiée des navires calédoniens. D'après les études menées par les Japonais, Américains et Français (Boggs, 1992 ; Ecotapp, 1995 ; Nakano *et al*, 1997 ; Hampton *et al*, 1998) sur l'optimisation des rendements en thonidés par une meilleure connaissance de leur habitat préférentiel (variables environnementales et contraintes physiologiques) et de leur comportement face à la palangre, les rendements en thon obèse ont varié entre 0,14% et 0,8% dans l'Océan Pacifique, la moyenne obtenue dans le Pacifique Central et Ouest étant de 0,5% (0,5 thon obèse pour 100 hameçons).

Compte tenu du taux de capture théorique moyen en thon obèse (0,5%) et de celui obtenu au cours des 3 premières campagnes expérimentales (0,21%), on peut espérer capturer entre **63 et 150 individus** sur un an, pour lesquelles la profondeur et l'heure exacte de capture seraient connues (dans la cas où la prise est réalisée sur un élément équipé d'une sonde) grâce aux hameçons instrumentés ou extrapolées (dans la cas où la prise est réalisée sur un élément non équipé d'une sonde). Parallèlement ; autant de données seront collectées sur les autres espèces cibles au cours de la période considérée.

Pour une espèce donnée, à partir de cette fourchette théorique d'individus capturés, on peut espérer expliquer leur répartition verticale en analysant les rendements obtenus en fonction des 3 variables explicatives retenues « profondeur » (et/ou « température »), « mois » (ou « saison ») et « tranche horaire » (ou « nycthémère »).

3.3- Traitements et analyses des données de profondeur et de capture

♦ S'AGISSANT DU VOLET "ENGIN" (tactique de filage), le nombre de poses de palangre (60) est estimé suffisant pour conclure à la maîtrise ou non de l'engin de pêche en fonction de paramètres fixés a priori. L'application de deux tactiques de filage sur une même palangre permet d'obtenir autant de résultats pour les éléments « profonds » que pour les éléments « peu profonds » dont la moitié est équipé de sondes.

Pour chaque palangre, on aura la profondeur maximale exacte de 5 éléments « profonds » (les 5 autres « profonds n'étant pas équipés de sondes) et celle de 5 éléments « peu profonds » (les 5 autres « peu profonds n'étant pas équipés de sondes). Au total (12 campagnes de 5 poses), l'analyse portera **sur 600 profils de profondeur** en fonction du temps :

- $12 * 5 * 5 = 300$ éléments « profonds » instrumentés
- $12 * 5 * 5 = 300$ éléments « peu profonds » instrumentés.

Les analyses dont le but est de voir si la maîtrise de l'engin de pêche dépend de la tactique, de la palangre et/ou de la position de l'élément sur la ligne, seront basées sur des comparaisons :

- entre les profondeurs observées des différentes palangres pour une tactique donnée afin de voir s'il y a un effet « palangre »,
- entre les profondeurs observées des éléments « profonds » et « peu profonds » afin de voir si ces deux tactiques sont significativement différentes,
- entre les profondeurs observées des différents éléments d'une même tactique afin de voir s'il y a un effet « élément » (hypothèse : les éléments réagissent différemment en fonction de leur position sur la palangre).

L'analyse de variance (ANOVA « emboîtée¹ ») semble la plus adaptée pour comparer les différentes groupes de valeurs de profondeurs observées en fonction de plusieurs variables inhérentes à l'engin (« palangre », « tactique », « élément ») et de variables indicatrices des conditions de milieu (« dérive a posteriori », « position par rapport au vent », etc.).

Après avoir identifié les différents effets sur la profondeur discriminant ainsi les profondeurs en différentes classes, seront analysées par des tests de comparaison de moyennes, les profondeurs observées appartenant à une classe par rapport à la valeur visée correspondante.

Remarque : S'agissant du courant, il ne semble pas possible de l'intégrer dans l'analyse car aucune mesure in situ ne peut être faite a priori sans courantomètre ou ADCP disponibles. Il est possible d'acheter de petits courantomètres qui indiquent uniquement la force et la direction du courant de surface, les conditions en profondeur étant donc ignorées. D'autre part, à l'heure actuelle, le programme ECOTAP n'a pas répondu aux questions concernant la prise en compte du courant (surface et profondeur) dans la modélisation de la profondeur maximale de la palangre. La seule possibilité d'intégrer un effet courant sur la profondeur de la palangre est de prendre en compte la dérive calculée a posteriori dans l'analyse (il ne s'agit alors que de la composante résultante de surface).

♦ S'AGISSANT DU VOLET "RESSOURCE" (données de captures), on se propose d'analyser l'ensemble des données collectées en fonction des 4 facteurs contrôlés de l'expérience retenus précédemment :

- la « **gamme de profondeur** » (2 modalités a priori : « profond » et « peu profond ») ou « **profondeur** » (pouvant être scindées en 9 classes de 50 m chacune de 0 à 450 m)
- la « **température** » (pouvant être scindées en plusieurs classes)

¹ On parle d'« emboité » ou « nested » car les variables testées sont emboîtées les unes dans les autres : « élément » est inclus dans « tactique » qui est inclus dans « palangre ».

- le **nycthémère** (2 modalités : « jour » et « nuit ») ou la « tranche horaire de capture » (24 classes de 1 heure ou 4 modalités « aube », « jour », « crépuscule » et « nuit »)
- le **mois** (12 modalités qui peuvent être regroupées dans la variable « saison » si la variabilité mensuelle n'est pas évidente)

Deux autres variables pourront être testées parallèlement, la phase de pêche et le cycle lunaire. L'appât, s'il est constitué d'un mélange d'espèces (sardine et hareng) sera réparti de tel sorte qu'il influe le moins possible sur les prises, ceci dans le but qu'il ne constitue pas une variable explicative supplémentaire dans l'analyse.

L'analyse de variance multifactorielle (MANOVA) sera appliquée sur les trois variables d'intérêt, à savoir les rendements des principales espèces de thonidés (« CPUE thon obèse », « CPUE thon jaune », « CPUE germon ») voire des espèces cibles de poissons porte-épée (« CPUE marlin rayé » ; « CPUE espadon »). Une analyse exploratoire multivariée (Analyse Factorielle Discriminante par exemple) pourra précéder cette analyse de variance pour expliquer la ou les sources de la variabilité des rendements par élément de palangre en fonction d'un plus grand nombre de paramètres de conditions de pêche (« tactique », « jour », « mois », etc.) et de variables environnementales (« température », « vent », « dérive a posteriori », etc.). Une deuxième approche au niveau de l'hameçon (et non plus de l'élément) permettra de tester d'autres variables caractérisant les résultats de pêche (« mordage ou pas », « espèce », etc.) en fonction des conditions de pêche et d'environnement.

3.4- Produits attendus

3.4.1- Rapport technique

Pour chaque campagne, un rapport technique regroupant les principaux résultats bruts compilés sous forme de tableaux et graphiques sera fourni au programme ZoNéCo. Il devra présenter :

- les objectifs de la mission,
- le déroulement de la mission (activités détaillées par jour et par heure),
- les conditions météorologiques globales et au moment des pose de palangre (état de la mer, vent phase lunaire),
- les éventuels problèmes rencontrés,
- les courbes de profils thermiques verticaux enregistrés avant chaque pose de palangre,
- une carte de positionnement de chaque palangre au filage et au virage,
- les courbes de profondeurs maximales en fonction du temps,
- les dérives calculées à partir des positions des bouées intermédiaires au filage et au virage,
- un tableau comportant le nombre de mordages, le nombre de prises effectives, le nombre d'horloges déclenchées,
- un tableau récapitulatif des prises par espèce indiquant le poids, l'heure de capture, le numéro de l'hameçon et de l'élément, la profondeur de l'hameçon à l'heure de capture au mieux (si elle n'est pas disponible, la profondeur maximale de l'élément à l'heure de capture ou de l'élément voisin sur lequel est appliqué la même tactique de filage),

- si possible, le report de chaque prise sur les profils de profondeurs des sondes correspondantes.

3.4.2- Rapport de synthèse

Au terme du projet, un rapport final sera édité, récapitulant l'ensemble des résultats et l'analyse qui en est faite. Des orientations de stratégie de pêche seront également être proposées dans ce document répondant aux questions pratiques des professionnels :

- Dans la zone d'étude, à quelle profondeur pêcher en fonction du moment de la journée et de la saison pour optimiser les rendements en espèces cibles ?
- Comment atteindre ces profondeurs souhaitées ?

Sachant que l'étude aura été réalisée dans une zone déterminée (la variabilité spatiale n'a pas été prise en compte dans le projet), les stratégies de pêche à adopter ne seront valables que pour cette zone d'étude. Afin de pouvoir fournir des informations sur l'ensemble de la ZE, il sera nécessaire de confronter ces résultats à l'étude menée en parallèle sur la notion d'habitat des espèces pélagiques cibles. Lorsque la tranche préférentielle de profondeurs pour une espèce donnée sera mise en évidence dans la zone d'étude et que ces caractéristiques hydrologiques seront déterminées, il sera alors concevable d'extrapoler à l'ensemble de la zone économique l'habitat préférentiel de l'espèce concernée.

4- Organisation et coût

4.1- Planification

Le projet devra être coordonné par une personne ingénieur "resource" (prestataire ou contractuel) qui travaillera en relation avec le SMMPM et les Services de la mer provinciaux. Il est souhaitable qu'il commence en début d'année (janvier) afin de collecter de l'information sur l'ensemble des mois de l'année. S'il s'avère qu'un démarrage du projet est impossible dès janvier, il sera nécessaire de décaler d'autant de mois l'ensemble des campagnes sur l'année suivante pour une collecte de l'information sur un cycle annuel complet.

1^{ier} mois : 15 premiers jours pour l'organisation des campagnes puis 1 semaine de mission puis rédaction du 1^{ier} rapport technique,

Du 2^{ième} au 12^{ième} mois : la première semaine est consacrée à une mission, la semaine suivante à la rédaction du rapport technique.

2 à 3 mois supplémentaires pour l'analyse et la rédaction du rapport final. Cette période pourra être décalée en fonction des campagnes manquantes à reprogrammer l'année suivante.

4.2- Personnels impliqués

1^{ière} option : Implication complète de l'ingénieur "ressource" dans le projet (embarquements compris).

L'ingénieur sera en charge de :

- la planification définitive des campagnes (une planification préalable aura été envisagée avant la fin de l'année 1999 pour permettre au SMMPM, si le "DAR MAD" est le moyen navigant sélectionné, de tenir compte de l'ensemble des demandes),
- l'organisation des campagnes (logistique, embarquants, matériel),
- la rédaction des rapports techniques de chaque mission,
- le dépouillement et l'analyse des données,
- la rédaction du rapport final et des recommandations.

Il bénéficiera de l'appui technique du SMMPM et des services provinciaux ainsi que des personnes ressources de la cellule halieutique du programme.

Cette option n'est peut être pas la plus pertinente car elle impose à l'ingénieur de passer beaucoup de temps en mer (travail qui peut être réalisé par un technicien formé à cet effet), temps qu'il peut valoriser autrement dans le cadre du programme ZoNéCo.

2^{ème} option : Implication partielle du prestataire (embarquements non compris)

Option 2a : L'ingénieur pourra former **un ou deux techniciens des Services techniques** partenaires du programme si ces derniers sont susceptibles de mettre à disposition un de leurs agents.

Option 2b : Une autre alternative serait le recrutement d'un **technicien extérieur** impliqué en tant que participant systématique à chaque campagne. Le problème du travail discontinu (1 semaine par mois) se pose alors pour cette personne extérieure qui ne sera pas forcément occupée par le programme ZoNéCo les trois semaines restantes chaque mois. Le programme ZoNéCo peut donc envisager de faire appel à un technicien extérieur qui pourra intervenir en plus de ces embarquements mensuels, sur d'autres prestations du programme qui nécessitent un technicien.

Le temps de formation nécessaire est fixé à une quinzaine de jours (1 semaine à terre et 1 semaine en mer pour la première mission). Il comprendra :

- l'utilisation des logiciels conviviaux FUGAWI, WINMEMO,
- le suivi du bon déroulement d'une campagne (filage et virage d'une palangre, remplissage des fiches de saisie, relevé d'un profil thermique et relevé des profils de profondeur.

Cette option permet à l'ingénieur de disposer de plus de temps à terre pour la recherche bibliographique, la recherche d'analyses pertinentes et l'analyse partielle des données. Cette option permet donc d'optimiser le temps "ingénieur ressource". Ce dernier pourra en effet également intervenir dans le cadre d'autres prestations relatives au programme ZoNéCo, travail qui ne sera pas interrompu par l'embarquement mensuel pour les campagnes de palangres instrumentés.

4.3- Coûts

4.3.1- Coût matériel

Coût du matériel expérimental :

- Horloges MICREL : 3300 (prix unitaire pour un lot de 300) * $350 = 1\,155\,000$ Fcfp
- Sondes MICREL : $213\,000 * 5 = 1\,065\,000$ Fcfp
- Transport – assurance = environ $30\,000$ Fcfp (tarif de la commande précédente)

Coût du matériel électronique :

- Antenne GPS : $35\,000$ Fcfp

Total : 2 285 000 Fcfp

Remarque : Le coût précédemment annoncé implique que le moyen navigant sélectionné est le "DAR MAD".

4.3.2- Coût personnel

Ils sont dépendants du nombre d'intervenants extérieurs au programme et de la charge de travail.

1^{ère} option : Implication complète du prestataire Ingénieur

Temps (en semaines) prestataire "Ingénieur" : $4 + 2*11 + 2*4 = 34$ semaines

Tarif moyen mensuel approximatif : $450\,000$ Fcfp, soit $112\,500$ Fcfp par semaine

Tarif prestataire "Ingénieur" sur toute la période = $34*112500 = 3\,825\,000$ Fcfp

Total : 3 825 000 Fcfp

2^{ème} option : Implication partielle du prestataire "Ingénieur"

Option 2a : Implication d'un technicien partenaire du programme

1. Temps (en semaines) prestataire "Ingénieur" : $4 + 1*11 + 2*4 = 23$ semaines

Tarif moyen mensuel approximatif : $450\,000$ Fcfp, soit $112\,500$ Fcfp par semaine

Tarif prestataire "Ingénieur" sur toute la période = $23*112500 = 2\,587\,500$ Fcfp

2. Coût "Technicien" pris en charge par un des services partenaire du programme

Total : 2 587 500 Fcfp

Option 2b : Implication d'un technicien extérieur au programme

1. Temps (en semaines) prestataire "Ingénieur" : $4 + 1*11 + 2*4 = 23$ semaines

Tarif moyen mensuel approximatif : $450\,000$ Fcfp, soit $112\,500$ Fcfp par semaine

Tarif prestataire "Ingénieur" sur toute la période = $23*112500 = 2\,587\,500$ Fcfp

2. Temps (en semaines) prestataire "Technicien" : $4 + 1*11 = 15$ semaines

Tarif moyen mensuel approximatif : $300\,000$ Fcfp, soit $75\,000$ Fcfp par semaine

Tarif prestataire "Technicien" sur toute la période = $15*75000 = 1\,125\,000$ Fcfp

Total : 3 712 500 Fcfp

TOTAL : 6 110 000 Fcfp (option 1)
4 872 500 Fcfp (option 2a)
5 997 500 Fcfp (option 2b)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1995. Campagne ECOTAPP. Etude du comportement des thonidés par l'acoustique et la pêche à la palangre en Polynésie Française. N/O Alis, 22 juin-18 août 1993. *Rapport définitif*. Programme conjoint EVAAM/IFREMER/ORSTOM. *Doc. dactyl.* : 157p.
- BOGGS C.H., 1992. Depth, capture time, and hooked longevity of longline-caught pelagic fish : Timing bites of fish with chips. *Fish. Bull.* 90 : 642-658.
- HAMPTON J., BIGELOW K., LABELLE M., 1998. A summary of current information on the biology, fisheries and stock assessment of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Pacific ocean, with recommendations for data requirements and future research. Nouméa : Secretariat of the Pacific Community, *Oceanic Fisheries Programme, Tech. Rep.* 36 : 46 p.
- NAKANO H., OKASAKI M., OKAMOTO H., 1997. Analysis of catch depth by species for tuna longline fishery based on catch by branch lines. *Nat. Res. Inst. Far Seas Fish. Bull.* 34 : 43-62.
- SIMONI P., 1998. Utilisation des produits du programme zonés dans le milieu de la pêche professionnelle. Nouméa : *programme zonés d'évaluation des ressources marines de Nouvelle-Calédonie*, rapport de stage au SMAI (Intégration – Art. 83 année 1998) : 30 p.
- VIRLY S., 1996. Synthèse halieutique des données thonières de la zone économique de Nouvelle-Calédonie (années 1956-1994). Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, février 1996 : 215 p.
- VIRLY S., 1996. Synthèse halieutique des données thonières de la zone économique de Nouvelle-Calédonie (années 1956-1994). Nouméa : Commission du Pacifique Sud, *26ième Conf. Tech. Rég. Pêch.* (5-9 août 1996), document d'information 6 : 19 p.
- VIRLY S., 1997. Les pêches profondes réalisées dans la zone économique de Nouvelle-Calédonie : synthèse des données de 1970 à 1995. Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, mai 1997 : 200 p.
- VIRLY S., et la SGVL (Structure de Gestion et de Valorisation Locale du Programme ZoNéCo), 1997. Atlas de pêche thonière en Nouvelle-Calédonie – Cartes de statistiques de pêche sur la période 1962-1994. Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, juillet 1997 : CD-Rom.
- VIRLY S., 1997. Prototypes de documents cartographiques sur l'environnement de la pêche en Nouvelle-Calédonie. Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, Novembre 1997 : 22 p + 4 cartes.
- VIRLY S., et la SGVL (Structure de Gestion et de Valorisation Locale du Programme ZoNéCo), 1997. Crustacés profonds de Nouvelle-Calédonie – Exploitation des campagnes scientifiques ORSTOM de 1977 à 1993. Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, décembre 1997 : CD-Rom.
- VIRLY S., 1998. La pêche thonière en Polynésie Française : Bilan sur la filière pêche et les recherches scientifiques – Rapport de mission (26/01/98 – 16/02/98). Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, Mars 1998 : 54 p.

- VIRLY S., GRANDPERRIN R., 1997. Demersal fishery resources and bathymetric ranges within the Economic Zone of New Caledonia. Noumea : *Marine Benthic Habitat Conference, 10-16 November 1997* (Poster, Abstract : p. 106).
- VIRLY S., LABROSSE P., GRANDPERRIN R., AUDRAN N., FAO B., HOFFSCHIR C., PANTALONI L., 1998. Campagne « Amusium 1 » de chalutages dans les lagons ouest de la zone économique de Nouvelle-Calédonie (N.O. ALIS, 3-17 juin 1998). Nouméa : *Programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, septembre 1998 : 33 p.
- VIRLY S., CARTERET Y., LEROY B., 1999a. Campagne ZoNéCo – Thon 1 de pêches à la palangre dérivante instrumentée dans la zone économique de Nouvelle-Calédonie (Navire *Dar Mad* du STMMPM, 17-21 mai 1999). Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, Rapport de mission, Juin 1999 : 31 p.
- VIRLY S., CARTERET Y., LEROY B., ARESO J.J., 1999b. Campagne ZoNéCo – Thon 2 de pêches à la palangre dérivante instrumentée dans la zone économique de Nouvelle-Calédonie (Navire *Dar Mad* du STMMPM, 25-28 mai 1999). Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, Rapport de mission, Juin 1999 : 32 p.
- VIRLY S., CARTERET Y., BAILLON N., DEBIEN J.P., 1999c. Campagne ZoNéCo – Thon 3 de pêches à la palangre dérivante instrumentée dans la zone économique de Nouvelle-Calédonie (Navire *Dar Mad* du STMMPM, 19-23 juillet 1999). Nouméa : *programme ZoNéCo d'évaluation des ressources marines de la zone économique de Nouvelle-Calédonie*, Rapport de mission, Août 1999 : 18 p.