

NOTE SUR L'ECHANTILLONNAGE PLURISPECIFIQUE DES THONS TROPICAUX AU PORT D'ABIDJAN

*F. X. Bard, Ph. Vendeville
Centre de Recherches Océanographiques
B. P. V-18, Abidjan, Côte d'Ivoire*

SUMMARY

This paper describes the size sampling operations carried out on tropical tunas in Abidjan on purse seiners and baitboats. It also provides an analysis of actual criteria for this sampling strategy and includes some theoretical research. This research deals with the allocation of samples by number and size, the proportional allocation of samples to the size of time/area strata and the possible advantages of double sampling. The ICCAT Yellowfin Year Program seems to be a good opportunity for such research.

RESUME

Ce document décrit des opérations d'échantillonnage des longueurs des thons tropicaux débarqués à Abidjan sur les senneurs et canneurs. Il analyse les critères actuels de la stratégie d'échantillonnage. A la suite, des voies de recherche théoriques sont indiquées. Elles concernent l'allocation des échantillons en nombre et effectif, l'allocation des échantillons proportionnellement à l'importance des strates spatio-temporelles et les avantages possibles de double échantillonnage. Le programme ICCAT sur la récupération de l'albacore paraît une bonne occasion pour de telles recherches.

RESUMEN

El documento describe operaciones de muestreo de talla de túnidos tropicales desembarcados en Abidjan por cerqueros y barcos de cebo. Se analizan los actuales criterios en materia de estrategia de muestreo y despues se señalan vias teóricas de investigación. Tratan sobre la asignación de las muestras en número, asignación de las muestras proporcionalmente al tamaño de los estratos espacio temporales y sobre las ventajas potenciales de un doble muestreo. El Programa Rabil de ICCAT parece un buen marco para tales investigaciones.

I - Historique

1.1. - Les thoniers canneurs et senneurs de diverses flottilles débarquent du thon tropical à Abidjan depuis 1967 environ. Ces débarquements ont surtout concerné la flottille FISM jusqu'à 1975, puis les senneurs espagnols ont accru leurs transbordements jusqu'à dominer en 1984. Toutefois en 1984, les grands canneurs auparavant basés à Tema ont commencé à débarquer ou transborder de grandes quantités de thons à Abidjan. Un document présenté conjointement fait le point sur la question (VENDEVILLE et MENSAR, 1985). Actuellement il faut prendre en compte un grand volume de thons tropicaux extrait des cales des thoniers senneurs et canneurs appartenant à au moins cinq nations. Il y a donc eu une véritable internationalisation du port thonier d'Abidjan. Le volume considéré est de l'ordre de 100 000 t/an.

1.2. - Ces thons sont de l'albacore (T. albacares), (YF) du patudo (T. obesus), (BE), du listao (K. pelamis), (SJ) et présentent une gamme de taille plus ou moins importante selon l'espèce, soit donc de 1,5 à 8 kg pour le listao, de 1,5 à 100 kg pour l'albacore et le patudo. Les tailles des thons ainsi débarqués sont échantillonnées par les soins du C.R.O. d'Abidjan. Les quantités débarquées sont connues par les estimations des patrons sur livre de bord, et les bordereaux de vente. Ces quantités sont classées par catégories commerciales propres au systèmes de ventes par mode de pêche et nationalité. Ces trois principaux systèmes sont ceux de la SOVETCO, de l'Espagne et de la STARKIST.

Le système SOVETCO concerne exclusivement les senneurs, d'abord ceux de la flottille FISM, mais ceci s'est étendu aux senneurs d'autres pavillons (Japonais, parfois Ghanéens et Espagnols). Il y a ainsi confusion dans les cas suivants :

- l'espèce listao est toujours classée dans la catégorie commerciale Listao, mais celle-ci inclut tous les albacores et patudos de moins de 3 kg ;

- l'espèce albacore est classée en deux catégories commerciales de + ou - 10 kg. La catégorie Albacore - 10, inclut tous les patudos de moins de 10 kg également. La catégorie Albacore + 10 inclut les patudos jusqu'à 35 kg. Au delà les patudos rentrent dans la catégorie Patudo + 35.

Le système Espagnol, appliqué aux seuls senneurs applique de façon plus variables l'intégration des petits albacores et patudos dans la catégorie Listao. Ceci dépend des destinations finales des thons. Par ailleurs les patudos, quelque soit leur taille sont classés comme Albacore.

Le système STARKIST s'applique aux canneurs et senneurs ghanéens, ou de quelques autres nationalités. Les classements se font par classes de poids (Rounds) avec des confusions d'espèce dans les cas suivants :

- les albacores et patudos de moins de 3,2 kg sont joints aux listaos de moins de 1,8 kg et constituent le "market fish", vendu surtout en Afrique ;

- les patudos de plus de 3,2 kg sont assimilés à des albacores ;

- l'ensemble des thons exportés par le système STARKIST constitue l'"export fish" qui part essentiellement sur les marchés des USA. Toutefois en 1985, une "contamination" par le système SOVETCO apparaît pour les canneurs, et il pourrait y avoir des inclusions d'albacores dans certains "rounds" de listao destinés à d'autres marchés.

1.3. - On voit donc l'ampleur du problème : les confusions d'espèce dans des systèmes statistiques commerciaux doivent être corrigées pour permettre de répondre correctement aux demandes de l'ICCAT en matière de tache 1 (volume des captures par espèce réelle) et tache 2 (captures réelles dans le temps et l'espace, et structure de taille des thons ainsi pêchés).

Cet objectif peut être rempli par deux opérations : estimation des proportions réelles de chaque espèce dans les catégories commerciales ; échantillonnages de taille de chaque espèce. La solution retenue, l'échantillonnage plurispécifique permet de coupler les deux. Il a été appliqué à Abidjan à partir de 1980.

Avant cette date, les échantillonnages de taille des thons étaient réalisés par espèce réelle identifiée dans les débarquements. La stratégie d'échantillonnage découlait d'une étude de FONTENEAU et AMON (1975) fondée sur l'étude des variances du poids moyen d'albacore en fonction de l'effectif et la fréquence des échantillons. Il était ainsi recommandé de ne pas mesurer plus de 50 albacores par échantillon, et d'effectuer un grand nombre d'échantillons proportionnellement au tonnage débarqué. Par simple extension le listao et le patudo ont été soumis aux mêmes règles d'échantillonnage de taille.

1.4. - Toutefois, l'augmentation continue de la part des captures par les grands senneurs, et les quantités croissantes des débarquements de listao, a donc amené à essayer un système d'échantillonnage plurispécifique en 1980. Ceci a donc été fait de 1980 à 1985 au port d'Abidjan sur les senneurs FISM et espagnols, et en moindre mesure dans les autres ports concernés.

Ces échantillonnages de taille plurispécifiques ont été effectués selon la stratégie suivante :

- l'unité d'échantillonnage de base est la cuve d'un senneur. (Ceci sera justifié plus loin). Si le poisson s'y avère homogène en espèce (cas du gros albacore) l'échantillon comprend 50 à 100 poissons. Si les poissons sont de plusieurs espèces (généralement on trouve YF + SJ + BE), l'échantillon doit être au minimum de 100 poissons.

Parallèlement, le nombre d'échantillons effectués a été grandement accru, passant à Abidjan d'un effectif total annuel d'environ 150 échantillons avant 1980 à environ 500 par an les années suivantes.

Grâce à ces données, il a été possible de mettre au point en 1984 un système correctif des biais et erreurs liés à l'utilisation sans correction des données de débarquement par catégories commerciales. Ceci pour les années 1980-1983 et avec certaines hypothèses pour les années 1969-1979. Les captures concernées sont celles des flottilles de senneurs FISM et espagnols, soit donc quasi

totalemment des captures de senneurs en Atlantique Est (ICCAT 1984). La contribution des échantillonnages plurispécifiques qui seuls donnent la proportion en nombre des trois espèces dans une cuve s'est avérée déterminante, et il a été décidé de le maintenir indéfiniment sur les senneurs.

1.5. - Par ailleurs un problème identique des confusions d'espèce s'est posé en 1984 lors de l'afflux des canneurs ghanéens à Abidjan. Il a été décidé de leur appliquer la stratégie d'échantillonnage plurispécifique en usage sur les senneurs, avec quelques légères modifications.

1.6. - Pour toutes les raisons historiques ainsi développées ci-dessus, il est nécessaire de maintenir un échantillonnage plurispécifique des thons tropicaux à Abidjan, voire d'autres ports de débarquements de thons tropicaux.

Cependant il serait bon de revoir les bases théoriques de la stratégie d'échantillonnage plurispécifique retenue pour tenter de l'optimiser. Ceci pourrait être fait en effectuant des "superéchantillonnages" à l'occasion du programme spécial de l'ICCAT sur la reconstitution du stock d'albacore Est Atlantique.

Mais dans un premier temps il est donc nécessaire d'analyser précisément les procédures actuelles de l'échantillonnage plurispécifique, pour permettre de juger de son efficacité, et de ses défauts. C'est ce que fait ce document.

II - Les procédures actuelles

2.1. Cas des senneurs

2.1.1. - Lorsqu'un senneur décharge à Abidjan, le livre de bord est relevé et les quantités pêchées estimées. Cela correspond à un certain nombre de cuves qui constituent les unités de base d'échantillonnage. Ces cuves font de 30 à 70 t, soit environ 500 à 35 000 poissons. On relève également un descriptif du remplissage des cuves, dit "feuilles de cuves".

Des échantillonneurs choisissent au hasard une cuve à échantillonner, le tirage étant le résultat du nombre de thoniers à quai et de l'état d'avancement d'un déchargement prenant entre 2 et 8 jours par thonier. On admet actuellement un taux d'échantillonnage des thoniers à raison de 1 échantillon par 100 tonnes débarquées à Abidjan.

Un échantillon est alors effectué durant environ 1 heure, comportant 50 à 200 poissons tirés du flux de poissons débarquant selon plusieurs procédures adaptées aux modes de déchargement. On mesure soit la longueur à la fourche (LF) des thons de taille inférieure à LF = 80 cm, soit la longueur prédorsale (LD1) pour les plus gros thons. Les mesures exprimées en LF sont converties lors du codage en LD 1 pour être homogènes avec le système FIS.

Le déchargement d'une cure dure 8 heures environ. Il y a donc un tirage aléatoire de taux $f = 1/8$, du "niveau" d'échantillonnage dans la cuve. La composition en poissons, du fond à la goulotte de ces cuves a toujours été considérée comme homogène. Ceci demanderait à être réexaminé. Comme il l'a été dit, la taille de l'échantillon va de 50 poissons (cas de gros albacores) à 200 poissons (cas d'un mélange d'espèces YF + BE + SJ).

2.1.2. - L'utilité de ne s'intéresser qu'aux cuves et pas au thonier lui-même, dérive des réquisitions de l'ICCAT. En effet, la tâche 2 doit donner les captures réelles en poids par strates spatiotemporelles de carrés $1^\circ \times 1^\circ$ - mois, et les compositions en taille de l'ensemble des captures par espèce par strate de carrés $5^\circ \times 5^\circ$ - mois. Or il est rare qu'un senneur effectue toute sa pêche dans une même strate, et donc le débarquement global d'un senneur n'est pas utilisable comme unité d'échantillonnage. En conséquence ce sont les cuves, qui se rapportent très généralement à une seule strate donnée qui constitueront les unités d'échantillonnage. De plus les "feuilles de cuve" permettent de relier assez bien une cuve à un coup de filet donné qui a rempli intégralement la cuve (le meilleur des cas) ou un ensemble de coups de senne effectués dans une strate spatiotemporelle réduite. Si tel n'est pas le cas, l'échantillon peut être rejeté (Cas rare).

En conséquence, l'échantillon considéré comme représentatif de la cuve donc d'un ou plusieurs coups de senne rapprochés, sera attribué à une strate spatiotemporelle précise. D'autres échantillons effectués éventuellement sur d'autres thoniers, s'y ajouteront, et l'on aura pour 13 zones et bimestres (soit $13 \times 6 = 78$ strates) une série d'échantillons annuels plus ou moins bien répartis. Ces 78 strates ont été retenues à la suite d'un groupe de travail ICCAT (ICCAT, 1984).

On voit donc bien que seul l'univers des cuves est intéressant, le navire en tant qu'unité d'échantillonnage spatiotemporel ne pouvant servir. Il s'agit donc d'un échantillonnage du premier degré des cuves, qui sont l'unité d'échantillonnage. Mais, on voit aussi un défaut majeur du système ICCAT: si l'on pouvait connaître les captures totales des strates bimestre-zone, on pourrait y affecter un nombre d'échantillon proportionnel, soit donc un échantillonnage, avec probabilités inégales, du second degré (SCHERRER, 1984) dont on peut espérer des gains de précision importants.

Ceci n'est évidemment pas possible rigoureusement, les captures totales étant connues un an après (temps de compilation à l'ICCAT).

2.1.3. - Les procédures de tirage des poissons dans la cuve sont alors les suivantes. Il y a 4 cas selon le mode de déchargement et la taille des poissons.

A) Si la cuve est déchargée par flottation, les poissons affleurent le bord de la goulotte et les dockers les extraient indifféremment de l'espèce et de la taille, pourvu toutefois que cette dernière ne dépasse pas environ 10 kg. L'échantillonneur peut donc saisir lui-même les poissons, ou demander à un docker de le faire. Si il y a bien tirage au hasard, il s'agit d'un échantillonnage aléatoire simple. Il est pratique à réaliser et en particulier adapté au problème de l'évaluation des proportions de petits albacores et patudos dans une cargaison dite Listao. Si toutefois, quelques gros albacores ou patudos se présentent parmi les petits poissons, l'extraction par les dockers ou le tirage par l'échantillonneur peut être perturbé. D'où un biais généralement tendant au suréchantillonnage de ces gros individus.

B) La cuve peut être déchargée par flottation vers un tapis roulant grâce à une trémie. C'est le cas de senneurs les plus modernes. S'il n'y a tri qu'au bout du tapis roulant, l'échantillonneur peut effectuer un échantillonnage systématique d'une raison fixée à un poisson sur 10 ou même un sur 20. La seule difficulté est la manipulation rapide d'un gros poisson pour mesurer sa longueur prédorsale (LD1). L'aide des dockers peut y pallier. Dans le cours des opérations, l'élément de départ de la série systématique peut changer (intermittence dans le flux de poisson). Ceci ne semble pas avoir d'inconvénient statistique, mais demanderait à être vérifié.

Il arrive toutefois que les tapis roulants soient utilisés de façon alternée pour trier les thons. En ce cas l'échantillonnage systématique n'est pas facilité, et l'on doit chercher une autre méthode (voir cas D).

C) Un autre mode de déchargement a lieu sur les thoniers anciens, sans flottation, ou même parfois dans les fonds de cuve asséchés de leur saumure. Les thons sont alors sortis de la cuve par paniers remplis au fond. Si les thons ne dépassent pas 10 kg, ils rentrent dans les paniers sans problème et ne sont pas triés au fond. Le tri par espèce a lieu au déversement des paniers dans les filets de déchargement. Il est alors possible de faire un échantillonnage systématique en détournant un panier sur dix, et mesurant tout ou une partie fixée du contenu.

Si en revanche, il y a des thons de plus de 10 kg ceux-ci sont élingués par la queue et sortis à un rythme variable. Lorsque ce cas est rare, l'échantillonneur tente de mesurer quelques LD1 au passage sur ces gros poissons, étant instruit qu'il doit maintenir la proportionnalité avec les poissons en paniers. Ceci comme le cas engendre probablement un biais vers le suréchantillonnage des gros poissons.

D) Enfin, le mode de déchargement le plus complexe est celui où la cuve est très hétérogène en tailles et espèces, et où le déchargement s'effectue par trois techniques avec tri précoce. C'est-à-dire que les gros albacores et patudos sont sortis en grappes, élingués par la queue. Le Listao est sorti en grands filets et l'Albacore - 10 est sorti en d'autres grands filets.

Pour faire face à une telle situation un échantillonnage stratifié s'impose, les trois modes de déchargement (grappes, filet Listao, filet Albacore - 10) étant les strates. Ceci était reconnu et utilisé jusqu'à maintenant. Mais le but de l'échantillonnage plurispécifique étant d'obtenir en un seul échantillon, les tailles et la proportion de tous les poissons, il faut en plus que l'échantillonnage de chacune des strates soit proportionnel en nombre. Ce qui implique une estimation de la taille des strates en nombre de poissons.

Dans un premier temps, on a tenté d'utiliser les estimations des captures effectuées sur la feuille de cuve. Mais elle est en poids total, et il faut estimer le poids moyen des poissons pour convertir en nombre. De plus très souvent les estimations du patron ou du chef mécanicien sont approximatives pour les catégories commerciales de poissons faiblement représentées (telles l'Albacore - 10). Il y a en outre le problème de l'aggrégation de petits coups de senne dans une même cuve, sur lesquels les estimations peuvent n'être pas cohérentes.

Enfin cette méthode était utilisée à posteriori, les résultats de l'échantillonneur étant examinés puis grossièrement ajustés par réduction proportionnelle des catégories manifestement suréchantillonnées (généralement les gros poissons).

En conséquence, pour le cas D, la solution logique serait de pratiquer un double échantillonnage fondé sur deux opérations successives :

- Estimation des tailles (en nombre de poissons) de chacune des trois strates ;

- Echantillonnage des tailles des poissons avec allocation proportionnelle aux tailles des strates.

Le coût en temps est plus élevé, mais le gain en précision est certain. Il faudra optimiser ces deux paramètres. Enfin cela requiert au moins que le flux de déchargement d'une cuve dure assez longtemps, et ce sans tendance dans la composition des tailles et espèces. Enfin si l'on réussit à mettre au point une procédure de double échantillonnage performante, elle pourrait être étendue aux trois autres cas, lorsque les thons sont hétérogènes en tailles et espèces.

Des essais de double échantillonnage sur les senneurs ont été effectués. Leurs résultats et leur analyse sont exposés en annexe 3.

2.2. - Cas des canneurs

2.2.1. - Les canneurs déchargent à Abidjan les thons capturés durant une marée d'environ 20 à 30 jours, répartis en cuves d'environ 20 tonnes de capacité. Le livra de bord est relevé, mais jusqu'à présent les feuilles de cuves ne sont que fort peu remplies.

Ceci semble être d'un inconvénient moindre que pour les senneurs, car les canneurs se déplacent moins que les senneurs et ne fréquentent que quelques strates spatiotemporelles de 5° x 5° (WISE, 1983).

Des progrès peuvent être toutefois espérés, et l'introduction du livre de bord trilingue de type ICCAT a été très favorablement accueillie. Ces livres de bord comprennent une colonne d'identification des cuves.

L'échantillonnage porte, comme pour les senneurs, sur une cuve choisie aléatoirement parmi celle des divers canneurs à quai. Le taux d'échantillonnage retenu varie actuellement de 1 échantillon pour 50 à 100 tonnes, en fonction des disponibilités des échantillonneurs. Ceci pourrait être amélioré.

Les thons sont mesurés en LF et les chiffres seront codés sous cette forme. Les rares gros thons de plus de 80 cm de LF sélectionnés lors de l'échantillonnage sont mesurés en LD 1 et reportés lors du codage en LF.

Le déchargement d'une cuve de canneur dure environ 5 heures, et le tirage du "niveau" d'échantillonnage de la cuve est donc de $f = 1/5$. Comme pour les senneurs on considère que la composition de la cuve est homogène dans toute sa hauteur.

2.2.2. Les procédures de tirage des poissons dans la cuve sont analogues à celles des senneurs, et liées au mode de déchargement. Toutefois de par l'absence quasi totale de gros albacores et patudos dans les captures des canneurs, les modes utilisés se limitent aux cas A, B, C. Ceci facilite donc nettement les échantillonnages, et en particulier les biais évoqués sur l'effet des gros poissons sont très peu probables.

Par simple transposition des procédures des senneurs, les effectifs des échantillons sont fixés à la fourchette 100-200 poissons, puisqu'il s'agit presque toujours d'un mélange d'espèces (YF + BE + S). Ces chiffres sont donc empiriques et donc pourraient être optimisés.

2.3. - Les codages

Les codages des échantillonnages multispécifiques ainsi effectués, sont codés de façon simple sur les deux types de bordereaux présentés en annexe. L'un est en LD 1 et adapté aux senneurs (annexe 1), l'autre est en LF et adapté aux canneurs (annexe 2).

On notera la possibilité de coder les tailles des trois espèces. Pour des raisons de commodité des vérifications après la saisie les espèces seront toujours codées dans l'ordre albacore (code espèce 1), listao (code espèce 2), patudo (code espèce 3). La pondération est la même pour l'ensemble de la cellule échantillonnée.

Après codage, saisie et traitement des échantillonnages sont mis en fichier sur supports magnétiques transmissibles éventuellement à l'ICCAT. Ce pourrait être en particulier le cas des échantillonnages effectués sur les canneurs ghanéens.

III - Les voies de recherche

3.1. On voit donc d'après cette description, que des progrès en matière d'échantillonnage de longueur sont peut être possibles sur les canneurs et les senneurs. Cela demande des analyses pour vérifier le rapport efficacité-coût de nouvelles procédures, et donc des superéchantillonnages visant à estimer les variances des caractéristiques (au sens statistique) étudiées.

En effet, le but des échantillonnages de longueur est bien de pouvoir estimer correctement la composition par classe d'âge des captures. Ceci dépend des lois de croissance et de la variance des tailles à un âge donné, et retentit donc directement sur l'effectif minimum de l'échantillon. Mais pour le fixer il faudrait a priori connaître les lois et variances de la population de poissons. Ce que l'on ne connaît pas chez les thons, faute de lecture d'âge directe, sur les pièces dures en particulier.

Pour y pallier, on pourrait déterminer la taille des échantillons qui permet d'estimer correctement une caractéristique "rare". Ce pourrait être les albacores de LD1 supérieure à 45 cm par exemple, ou ceux de LD1 inférieure à 12 cm, à l'inverse.

Dans les deux cas, on ne peut espérer fixer l'effectif et la taille des échantillons qu'après un superéchantillonnage réalisé sur une population homogène exploitée par des thoniers. Cela suppose donc en outre l'étude des variances inter et intra cuves de ces thoniers.

ARRIVÉE		BATEAU		N° ECHANT.		CWP		DATE_PÊCHE		POND. (T)		Nb. pois.																											
ESPECE	PORT	AN	MOIS	JOUR	PAYS	TYPE CAT.	N°	TYPE QUAD.	LAT.	LONG.	AN	MOIS	JOUR	ECH.	IO	II	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
IDENTIFICATEUR 2ème CARTE						N°																																	
REPÈTER 1ère CARTE																																							

ARRIVÉE		BATEAU		N° ECHANT.		CWP		DATE_PÊCHE		POND. (T)		Nb. pois.																													
ESPECE	PORT	AN	MOIS	JOUR	PAYS	TYPE CAT.	N°	TYPE QUAD.	LAT.	LONG.	AN	MOIS	JOUR	ECH.	IO	II	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
IDENTIFICATEUR 2ème CARTE						N°																																			
REPÈTER 1ère CARTE																																									

ARRIVÉE		BATEAU		N° ECHANT.		CWP		DATE_PÊCHE		POND. (T)		Nb. pois.																													
ESPECE	PORT	AN	MOIS	JOUR	PAYS	TYPE CAT.	N°	TYPE QUAD.	LAT.	LONG.	AN	MOIS	JOUR	ECH.	IO	II	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
IDENTIFICATEUR 2ème CARTE						N°																																			
REPÈTER 1ère CARTE																																									

3.2. - Mais le but des échantillonnages plurispécifiques tels que exposés ci-dessus est aussi d'estimer la proportion des différentes espèces dans les catégories commerciales, pour permettre des corrections. Là aussi on ne peut fixer l'effectif et la taille des échantillons qu'après exécution d'un superéchantillonnage d'une population homogène exploitée par des thoniers.

Enfin, une fois ces résultats acquis, il serait bon de vérifier les gains en efficacité-coût qu'apporterait des procédures de double échantillonnage pour tenir compte des techniques de déchargement.

IV - Conclusion

Ce document fait le bilan des méthodes d'échantillonnage plurispécifiques sur les thons tropicaux tels qu'ils sont effectués actuellement à Abidjan.

Il apparaît que des progrès pourraient être fait dans les domaines suivants :

- Effectif et taille des échantillons de longueur nécessaire pour évaluer correctement les structures démographiques d'une espèce donnée ;

- Effectif et taille des échantillons de longueur utilisé pour évaluer correctement la proportion des diverses espèces dans une catégorie commerciale donnée ;

- Recherche d'une allocation des échantillons selon la taille estimée des strates spatiotemporelles (en utilisant les résultats de l'année précédente ?) ;

- Etude des gains efficacité-coût d'une procédure de double échantillonnage, particulièrement sur les senneurs.

Ces quatre voies de recherche pourraient être explorées lors du programme spécial de l'ICCAT sur la récupération du stock d'albacore (YTRP).

ANNEXE 2

CODE	ESPECE	ARRIVEE				BATEAU				C W P			Date pêche				POND		Nb																				
		PORT	AN	MOIS	JOUR	PAYS	TYPE	CAT	N°	N. ECH	TYPE	QUAD	LAT	LON	AN	MOIS	JOUR	CODE P		Pond en tonnes	Poiss	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130

CODE	ESPECE	ARRIVEE				BATEAU				C W P			Date pêche				POND		Nb																				
		PORT	AN	MOIS	JOUR	PAYS	TYPE	CAT	N°	N. ECH	TYPE	QUAD	LAT	LON	AN	MOIS	JOUR	CODE P		Pond en tonnes	Poiss	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130

CODE	ESPECE	ARRIVEE				BATEAU				C W P			Date pêche				POND		Nb																				
		PORT	AN	MOIS	JOUR	PAYS	TYPE	CAT	N°	N. ECH	TYPE	QUAD	LAT	LON	AN	MOIS	JOUR	CODE P		Pond en tonnes	Poiss	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130

ANNEXE 3

COMPTE RENDU D'ESSAI DE DOUBLE ECHANTILLONNAGE
SUR DES SENNEURS A ABIDJAN

1.- En 1985 trois essais de double échantillonnages ont été effectués sur un senneur présentant des cuves remplies de thons très hétérogène en taille et espèces. Les premiers résultats et quelques considérations sont ainsi présentés.

2.- PROCEDURE MISE EN OEUVRE

2.1.- Un premier échantillon de n' individus est effectué par décompte des poissons sortants. Ceci se fait en se postant près de la cuve, et comptant le nombre de listaos ou albacores - 10 mis en filet. L'ordre de grandeur est de 200 à 300 poissons par filets de 500 kg. Les albacores + 10 sont également comptés directement. On a donc trois strates h avec $h = 1, 2, 3$. Tout ceci se fait pendant un temps important, de l'ordre d'une heure. Cela est nécessaire car les unités de déchargement (filets, grappes élinguées) ne sortent pas régulièrement. Il y a un facteur aléatoire, la disponibilité des bennes de déchargement, des filets, des élingues, et un facteur systématique, le fait que les unités de déchargement se complètent plus ou moins vite selon leurs importances relatives en poids et facilités de manipulations.

Actuellement, la règle est de voir passer au moins cinq unités de déchargement de listao ou d'albacore + 10. L'albacore - 10 à l'expérience est plus rare, sort moins souvent et l'attente de 5 unités de ceux-ci serait prohibitive. On voit donc qu'un examen théorique de cette procédure serait souhaitable en vue d'optimisation.

Le résultat moyen typique de ce premier échantillonnage est d'environ 1000 poissons décomptés et répartis en trois strates. Il s'agit donc d'un échantillonnage systématique exhaustif ($n' = 1000$).

2.2.- Les proportions de chaque strate, en nombre sont alors calculées et on procède à l'allocation proportionnelle du second échantillonnage sur la base des seuls "poids statistiques" w_h des strates h .

Il serait peut être intéressant d'inclure les variances de chaque strate dans le calcul d'allocation, avec la contrainte que le taux d'échantillonnage de chaque strate doit rester identique pour conserver la représentation plurispécifique des tailles. Ceci jouerait alors sur la taille du deuxième échantillon d'effectif n . La taille de n étant définie par la précision requise en fonction de l'effectif n_h de la strate présentant la plus forte variance d'une caractéristique à définir (taille moyenne, tailles des individus rares des extrémités de spectre ?). Ceci pose toutefois un problème d'effort excessif d'échantillonnage pour les strates de poids w_h important et variance faible. On en discutera plus loin.

Actuellement, on utilise n de 100 à 200, comme fixé sur des critères empiriques. Le deuxième échantillon est alors réalisé très rapidement sur les unités de déchargement successives, sans autre souci que d'obtenir les effectifs n_h . On voit l'importance de la stabilité des compositions en taille et espèce entre le premier et le deuxième échantillon. Cela ramène à la question : le poisson dans les cuves s'homogénéise-t-il de par les mouvements du navire lorsqu'il y a encore de la saumure ? Les chefs mécaniciens et frigoristes interrogés sur ce point sont partagés. Cela pourrait être étudié par des "salages" en mer par observateurs.

3.- CONSIDERATIONS THEORIQUES

3.1.- Le gain de précision sur les tailles par double échantillonnage doit donc être étudié théoriquement. Mais on peut déjà calculer le gain obtenu en précision sur la seule proportion des espèces. Ce qui est une variable qualitative. Dans une cuve contenant en moyenne 10.000 poissons, les proportions classiques dans les échantillons les plus complexes sont de l'ordre de : listao 65 %, petit albacore 20 %, petit patudo 5 %, albacore -10 5%, albacore+10 5% (AMON et BARD, 1984).

La variance de l'estimation p est exprimée par : $v(p) = \frac{PQ(N-n)}{n(N-1)}$ (COCHRAN, 1977)

P étant la fréquence théorique du caractère et

Q son complément à 1. On a donc selon les effectifs n et n' ,

les précisions relatives exprimées par le rapport de l'écart type $s(p)$ à la valeur théorique de P :

Caractère	Fréquence théorique	Précision $n' = 1000$	$(s(p)/P)$ $n = 100$
Listao	0.65	0.022	0.073
Petit albacore	0.20	0.060	0.199
Petit patudo } albacore + 10 } albacore - 10 }	0.05	0.131	0.433

Le gain de précision est donc évident en ce qui concerne particulièrement la proportion des catégories peu fréquentes. Ce qui justifie déjà le double échantillonnage.

Par ailleurs le double échantillonnage élimine le biais suspecté de suréchantillonnage des poissons de grandes tailles. Il y aurait les bien un double bénéfice à pratiquer ce double échantillonnage dans les conditions précises de cuves présentant une forte hétérogénéité de taille et d'espèce.

3.2.- Le problème qui se pose sur cette pratique du double échantillonnage est l'allocation éventuelle des n_h en fonction de la variance d'une caractéristique donnée. Pour garder la proportionnalité entre les divers effectifs n_h et si l'on veut une précision suffisante sur une strate (i) à la fois très variée et de faible poids statistique, on est conduit à s'aligner "au niveau plancher" sur cette strate "difficile" en lui allouant un n_i suffisant. Proportionnellement les n_h des autres strates de fort poids statistique seront très fort, trop même pour un gain de précision inutile. Tout ce problème découle de la nécessité d'une proportionnalité en nombre des différents poissons dans l'échantillon résultat. Cet échantillon est codé de la même manière pour les quatre procédures, la pondération notée, et le tout rentre dans une chaîne de traitement destinée à ajuster les déclarations commerciales en véritables catégories par espèces.

3.3.- Mais il pourrait exister une alternative possible de double échantillonnage, qui évite des efforts inutiles lors du deuxième échantillonnage, sur les strates abondantes et peu variantes.

Le premier échantillonnage de n' par décompte des individus par strate est effectué normalement.

L'allocation des effectifs n_h du deuxième échantillon est alors faite par les critères simultanés de la variance v_h de la caractéristique de chaque strate et de son poids statistique w_h . (SCHERRER, 1984).

En ce cas les strates seront échantillonnées au mieux et l'effort du deuxième échantillon bien réparti.

Mais la proportionnalité en nombre entre les différents poissons, n'est pas vérifiée, et la notion d'échantillonnage multispécifique unique disparaît.

Une chaîne de traitement utilisant alors cette procédure hypothétique pourrait être revue en fonction de la double information sur les $n'h$ (décompte) et n_h (spectre des tailles). Ceci est complexe, et doit être examiné soigneusement avant toute décision.

LITTÉRATURE CITEE

- AMON J.-B. et BARD F.X. 1984 cartographie des mélanges d'espèces de thons de moins de 3 kg. et de moins de 10 kg. dans le Golfe de Guinée. ICCAT Rec - Doc. Sci 21 (2) : 123-141.
- COCHRAN W.G. 1977 - Sampling Techniques. Wiley Series in Probability and mathematical statistics 428 p.
- FONTENEAU A. et AMON J.B., 1975.- Echantillonnage de l'albacore atlantique (T.a.) Cah. ORSTOM Série Océanographie 13 (2) : 133-144.
- ICCAT, 1984.- Rapport du groupe de travail sur les thonidés tropicaux juvéniles. ICCAT Rec. Doc. Sci 21 (1).
- SCHERRER 1984.- Stratégies de sondage en Ecologie in FRONTIER Stratégies d'Echantillonnage en Ecologie Masson Paris : 63-162.
- VENDEVILLE P. et MENSAH M., Analyse des débarquements des canneurs Ghanéens en 1984-85 à Abidjan et Tema. SCRS/85/48.