

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
47, bld des Invalides  
PARIS VII<sup>e</sup>

COTE DE CLASSEMENT n°3159

OCEANOGRAPHIE BIOLOGIQUE

RAPPORT SUR LES CROISIÈRES DES "HUGH M. SMITH" (1er août à 6 oct. 1956)  
ET "ORION" (26 juillet 1956)

par

M. ANGOT

R A P P O R T

SUR

LES CROISIÈRES

du "HUGH M. SMITH" (1er août à 6 octobre 1956)

et de l'"ORIGN" (26 juillet 1956)

-:-:-:-:-

- Michel ANGOT -

## I N T R O D U C T I O N

---

Le programme de recherches océanographiques connu sous le nom d'Equapac est le premier qui, dans le Pacifique, voit la participation effective de la France. En effet, l'Institut Français d'Océanie a pris à sa charge une part importante de ce programme dont l'exécution a été accomplie à bord de son bateau de recherches, l'"ORSOM 3".

Par ailleurs, j'ai été embarqué à bord du bâtiment océanographique "HUGH M. SMITH" appartenant au Pacific Oceanic Fishery Investigations (dépendant anciennement du Fish and Wildlife Service et, désormais, du Bureau of Fisheries) dont le siège est à Honolulu, territoire d'Hawaii. Ma participation à cette croisière a été le résultat d'un échange de correspondance entre le Dr. Albert L. TESTER, directeur du POFI, et moi-même et s'est faite avec l'appui d'une recommandation écrite du Dr. Milner B. SCHAEFER, directeur de la Tuna Commission à La Jolla. De son côté, l'International Cooperation Administration à Washington a bien voulu, sur la recommandation du Dr. Walter F. COLBY, directeur adjoint de la National Academy of Sciences des États-Unis, prendre à sa charge les frais de mon transport entre l'Amérique continentale et Hawaii.

Cette croisière océanographique s'inclut en effet normalement dans le programme de travail qui fait l'objet de mon actuelle mission aux USA, à savoir l'étude approfondie de la question du thon dans ce pays. Ce thème est la raison d'être du POFI dont le financement est en partie fait depuis les grosses compagnies thonnières américaines. Par ailleurs, cette croisière offrait pour moi un autre gros intérêt du fait qu'elle était principalement localisée dans la zone française du Pacifique méridional, autour des Iles Marquises, de l'Archipel des Tuamotous et des Iles de la Société.

Je dois ajouter que les américains étaient très favorables à la présence d'un scientifique français à bord, et que, de ce côté, leur collaboration est encore assurée au moins dans un proche avenir.

Prévue d'abord pour durer du 1er Août au 21 Septembre 1956, la croisière du "HUGH M. SMITH", qui fera seule l'objet de ce rapport, s'est vue prolonger jusqu'au Octobre avec addition, dans les premiers jours d'Août, d'un programme de recherches entrepris systématiquement tous les 3 mois par le POFI et appelé échantillonnage planctonique autour d'Oahu (Oahu est l'île du groupe des Hawaii sur laquelle sont bâtis Pearl Harbour et Honolulu). La croisière comprend donc deux parties distinctes, l'échantillonnage planctonique et les recherches "Equapac". Cependant, dans l'une et l'autre, un travail identique de mesure de productivité de la mer était prévu et j'ai demandé à être la personne qui en serait chargée.

Ce choix de ma part résultait du fait que je connaissais déjà toutes les autres méthodes de recherches envisagées à bord puisque toutes très semblables à celles utilisées à bord du navire "HORIZON" lors du programme "Eastroptic" (voir mon précédent rapport). Je me suis donc vu devenir responsable des mesures de productivité de la mer par la nouvelle technique qui emploie le traceur radioactif Carbone 14.

Après une revue générale des travaux accomplis et un rapide journal du voyage, je donnerai d'abondants détails sur la technique du C 14.

Je terminais par un aperçu sur la pêche du thon aux Iles Hawaii ~~et à Pearl Harbor~~. L'étude hawaïenne m'a été possible grâce à la visite de l'usine de la Hawaiian Tuna Packers et à un embarquement sur un navire de pêche basé à Honolulu, le ORION. Dans tout cela, j'ai été considérablement aidé par Dick STROUP, alors du POFI, et Pete WILSON de la Hawaiian Tuna Packers Corporation.

## REVUE GENERALE DES TRAVAUX ACCOMPLIS.

---

La croisière du HUGH M. SMITH, codée sous le nom croisière n° 35, comprenait les trois objectifs suivants :

12/ Echantillonnage planctonique autour d'Oahu lors de 45 stations faites à des positions définies.

29/ Recherches appartenant au programme "Equapac". Celui-ci est simultanément suivi par les organismes suivants : le POFI (2 navires), le Scripps Institute of Oceanography (2 navires), l'IFO (1 navire) et divers laboratoires japonais, soit purement océanographiques soit plus spécialement axés sur le travail pratique des pêcheries, mettant en oeuvre 5 navires.

Les recherches sont : des observations détaillées sur la physicochimie de l'eau, des mesures sur l'abondance et la distribution du plancton, des mesures sur la productivité de la mer et des récoltes d'échantillons d'eau de mer pour analyse ultérieure de leur radioactivité à la suite des explosions nucléaires.

32/ Transport à Honolulu de poissons de récifs capturés à Tahiti par du personnel du Territoire d'Hawaii, plus spécialement de la Division of Fish and Game.

Le détail des travaux accomplis pour satisfaire à chacun de ces objectifs est exposé dans les pages suivantes.

### Echantillonnage planctonique autour d'Oahu.

- A) 45 stations ont été faites autour de l'île, chacune comprenant :
- une prise de température au bathythermographe juste avant de commencer le remorquage du filet à plancton.
  - la récolte d'un échantillon d'eau de surface pour détermination ultérieure de la salinité.

- la récolte d'un échantillon d'eau de surface conservé par la suite dans une cale frigorifique et destiné à la détermination ultérieure des phosphates.
  - la prise de plancton faite à l'aide de 3 filets de 1 mètre de diamètre placés sur le même câble et remorqués pendant 30 minutes. Chacun d'entre eux s'ouvrait et se fermait à volonté de manière que leurs profondeurs de pêches respectives fussent : 0-60 mètres, 70-130 mètres et 140-200 mètres.
- B) A chacune des stations tombant après 2.000 heures, un trait oblique d'un chalut bathypélagique Isaacs-Kidd fut fait entre 0 et 200 mètres. Le trait durait 1 heure avec un engin de 3 mètres d'ouverture.
- C) Pendant la croisière, 2 traits planctoniques superficiels furent faits, l'un sous le vent de l'île, l'autre dans le vent. Utilisant un filet de 1 mètre de diamètre traîné pendant une  $\frac{1}{2}$  heure, leurs buts étaient de faire une récolte qualitative et quantitative de larves de poissons.
- D) Lors des 45 stations de la croisière, un échantillon de surface de l'eau fut travaillé par la technique du C 14 pour la détermination de sa productivité.

### Programme Equapac.

#### A) Observations hydrologiques :

82 stations d'hydrologie ont été faites au cours de la croisière selon le plan défini dans la carte . Aux stations marquées par une croix, la répartition et la profondeur des bouteilles à renversement ont été effectuées selon le schéma classique sachant que la profondeur maxima fut choisie égale à 1200 mètres. (voir mon précédent rapport sur la croisière Eastropic). La longueur de câble placée entre les bouteilles dépend d'une part des caractéristiques du bathythermogramme, d'autre part de l'angle du câble qu'on s'attend à voir se former. Chacune de ces stations utilisait 13 bouteilles à renversement. Elles furent distantes de 90 milles au sud de 28 de latitude Sud, de 115 milles au nord de cette même

latitude sauf entre Honolulu et 12° N-135° O où une seule chaque jour fut faite.

Aux stations marquées par (3), l'hydrologie du point fut étudiée en deux parties. Il y eut d'abord une prise d'échantillons jusqu'à 800 mètres, puis une seconde jusqu'à 3.000 mètres. Pour la première phase, l'espace entre les bouteilles et le nombre de celles-ci fut déterminé d'après les caractéristiques du bathythermogramme et l'angle du câble tel qu'anticipé. En général, 10 bouteilles à renversement furent utilisées. La prise d'échantillons à grande profondeur s'est faite avec 7 bouteilles placées de manière que leurs profondeurs respectives vraies soient 600, 800, 1000, 1500, 2000, 2500 et 3000 mètres.

Les études chimiques faites à bord se sont limitées à la détermination de l'oxygène dissous par la méthode de Winkler. La salinité et la teneur en phosphate inorganique des échantillons sera faite à terre au laboratoire du POPI à Honolulu. Les échantillons de salinité furent bouchés à l'aide d'un bouchon de liège avant de recevoir leur bouchon vissant en matière plastique; ils sont conservés en boîtes fermées. Les échantillons de phosphate inorganique furent placés en tubes de Pyrex et sont conservés dans une cale frigorifique à -10° C qui congèle l'eau à peu près 1 heure après qu'elle ait été récoltée. Les échantillons de cette dernière catégorie furent récoltés en double pour la bouteille la plus profonde de chaque prise.

Chaque station hydrologique a comporté 2 bathythermogrammes. Le premier fut effectué juste avant la station et servit à déterminer la position des bouteilles sur le câble. Le second fut pris après que le messenger eut été envoyé sur le câble; celui-ci seul correspond au profil thermique exact de l'eau superficielle à l'endroit de la station. Cependant, en cas d'angle du câble de la prise d'échantillons supérieur à 40°, ce second bathythermogramme fut pris après la remontée des bouteilles de manière à éviter tout accident pour les divers instruments. Entre les stations hydrologiques, un bathythermogramme fut effectué toutes les 3 heures, c'est-à-dire à peu près tous les 25 à 30 milles.

**B) Etudes planctoniques :**

A partir de 12<sup>h</sup> de latitude Nord, la récolte suivante de plancton fut effectuée entre 2.000 et 2.200 heures tous les jours. Sur le même câble de remorque étaient attachés deux filets, l'un de 1 mètre de diamètre bâti sur le plan classique défini dans mon rapport traitant d'Eastropio, l'autre de 45 cm. de diamètre et bâti sur le plan généralement suivi par les scientifiques japonais. Ce dernier était placé sur le câble de manière à ce qu'il pêche à un niveau supérieur de 50 mètres à celui du filet de 1 mètre. Le trait était conduit de telle sorte que les filets ont pêché le long d'une oblique allant respectivement de 150 mètres à la surface pour le plus petit et de 200 mètres à la surface pour le plus grand.

Au sud de 4<sup>h</sup> de latitude Sud, une pêche planctonique supplémentaire fut effectuée chaque matin entre 0800 et 1000 heures. Elle fut effectuée avec le seul filet de 1 mètre de diamètre le long d'une oblique allant de 200 mètres à la surface.

La vérification et le calibrage des compteurs placés à l'ouverture des filets pour la détermination du volume d'eau filtré, fut faite à Pearl Harbour au départ et au retour du navire.

**C) Etudes neotoniques :**

Au sud de 12<sup>h</sup> de latitude Nord, une pêche au chalut bathypélagique fut effectuée tous les jours entre 2000 et 2200 heures. L'engin utilisé était le "midwater trawl" Isaacs-Kidd de 3 mètres d'ouverture. Il fut trainé entre la surface et 200 mètres pendant 1 heure.

Le sondeur à ultra sons EDO (voir mon rapport sur Eastropio) fut utilisé régulièrement pour le repérage de la couche profonde réfléchissante ("deep scattering layer"). On le plaçait sur son échelle allant de 0 à 600 feet (à peu près 200 mètres) entre 1700 et 2100 tous les jours; aussi pendant toutes les stations de nuit avec pêche de plancton ou pêche au chalut; ou encore jusqu'à ce que la couche réfléchissante inscrive son écho sur la feuille enregistreuse. Chaque fois que possible, des observations similaires furent faites entre

0300 et 0700 heures. Bien entendu, chaque période d'opération de l'EDO fut soigneusement marquée sur le papier enregistreur, tant en ce qui concerne la date que l'heure.

D) Mesures de la productivité :

Ces mesures, utilisant la technique du Carbone 14, furent préparées et organisées avec le concours du spécialiste de la question, le professeur DOTY de l'Université d'Hawaii, chaire de Botanique, et de son assistant M. OGURI.

Une prise d'échantillons fut effectuée tous les jours à 0800 heures, heure locale. L'eau de surface ainsi étudiée doit pouvoir s'intégrer dans les résultats généraux d'Equapac car il a été demandé à tous les navires faisant ces mesures de productivité d'en faire une à cette même heure.

Les prises d'échantillons supplémentaires furent laissées à ma discrétion. Etant donné le faible volume de Carbone 14 disponible, il fut décidé de faire une seule autre mesure quotidienne, à 2000 heures, toujours en surface.

Par ailleurs, j'ai pris des séries d'échantillons en sortant du lagon de Moorea, près de Tahiti, et au voisinage immédiat de l'île Christmas.

Les mesures de radioactivité des filtres obtenus seront faites dans les laboratoires de l'Université d'Hawaii.

E) Observations sur les thons :

Pendant les heures de jours, les hommes de veille sur la passerelle ont toujours soigneusement noté tous signes de vie tels que bancs de thons, groupes d'oiseaux, oiseaux isolés, mammifères marins, etc... Chaque fois que possible une détermination plus précise de l'espèce fut faite et une évaluation du nombre des individus aperçus fut tentée.

Pendant tous les déplacements du navire effectués durant les heures de jour, c'est-à-dire en général entre 0600 et 1800 heures, 2 lignes de traîne furent montées à la poupe du bateau.

Tous les estomacs de thons capturés par la traîne de

de surface furent examinés et conservés. Des mesures morphométriques complètes furent faites sur ces mêmes poissons.

F) Mesures de la radioactivité de l'eau :

Aux stations hydrologiques marquées R (C) sur la figure des échantillons d'eau furent pris de la manière suivante : 5 litres en surface à l'aide d'un simple seau et 2 litres à 500 mètres de profondeur en utilisant 2 bouteilles à renversement. L'analyse de ces échantillons sera faite par le Central Meteorological Observatory à Tokio, Japon.

D'autres échantillons, obtenus de manière exactement semblables, furent obtenus aux stations marquées R (S). L'analyse en sera faite par la Scripps Institution of Oceanography à La Jolla.

Lors de ces mêmes stations, des captures de phyto plancton ont été faites à l'aide d'un filet Clark-Bumpus n° 20.

G) Observations diverses :

Le HUGH M. SMITH étant un des navires autorisés à effectuer des observations météorologiques en mer pour être utilisées par le bureau météorologique des USA, de telles observations furent effectuées régulièrement chaque jour à 0000, 0600, 1200 et 1800 heures, heure de Greenwich. Une fois codées, elles étaient transmises, si possible, soit à Honolulu, soit sur une station des Etats Unis.

Lorsque le navire naviguait autour des îles de l'Océanie française, la profondeur lue à l'EDO fut notée toutes les demi-heures.

La température de surface de la mer fut enregistrée de manière continue à l'aide du thermographe (voir mon rapport sur Eastropic).

Des échantillons d'eau de mer pour l'analyse du dentériu par le Dr Alfred REDFIELD de Woods Hole Oceanographic Institute ont été pris aux stations marquées (D) sur la figure . Un volume d'eau compris entre 50 et 100 ml fut conservé en bouteilles soigneusement propres et bien bouchées; ce volume

fut tiré de chacune des bouteilles à renversement utilisée au cours de la station hydrologique.

#### H) Poissons de récifs à Tahiti :

Durant le voyage Tahiti-Honolulu, le HUGH M. SMITH a encore servi de moyen de transport pour un ensemble de poissons de récifs récoltés par les soins du personnel du Hawaii Fish and Game. Les poissons ont été concentrés dans des surfaces d'eau peu profonde entourées de grillage et garnies de rochers. Leur pêche proprement dite a été faite par les polynésiens de l'île de Moorea à l'aide de trappes diverses. Ainsi conservés vivants, les poissons ont été embarqués et placés dans le vivier arrière du navire. Leur nombre total était de 2000 environ répartis principalement en 2 espèces, un serranidé et un lutjanidé. A l'arrivée à Hawaii, il n'en restait que 1200 environ, la majorité des pertes étant intervenue, ainsi qu'il est normal, dans les premiers jours de voyage.

Ces poissons sont destinés à être introduits dans les eaux hawaïennes, après déparatization (!), dans le but, semble-t-il, d'une part de fournir un élément nouveau au "sport fishing" d'autre part d'apporter un maillon supplémentaire et actuellement manquant dans la chaîne des poissons hawaïens. Il semblerait que normalement, il n'existe pas d'espèce capable de manger les petits poissons de récifs et pouvant, par la suite, servir de nourriture aux très grosses espèces.

Pendant le voyage Tahiti-Honolulu, les poissons ont été nourris deux fois par jour à l'aide de "smelts" amenés congelés de Hawaii et hachés avant d'être distribués aux poissons.

#### I) L'escale à l'île Christmas :

L'escale à l'île Christmas est une conséquence du fait que la Grande Bretagne a décidé d'utiliser cette île comme base de départ et d'observation lors de ses prochaines expériences nucléaires dans le Pacifique.

Le passage du HUGH M. SMITH a ainsi permis de retirer de l'eau un appareil américain d'enregistrement de la température de la mer placé par 20 mètres de fond au voisinage de la



## JOURNAL DU VOYAGE.

---

Le HUGH M. SMITH quittait le quai de Pearl Harbor le 1er Août 1956 à 1600 heures. Avant de sortir du port, le calibrage des compteurs du volume d'eau filtré par les filets à plancton est fait le long d'un quai soigneusement étalonné, à West Loch; tous les compteurs sont vérifiés en même temps.

La première des 45 stations de l'échantillonnage planctonique autour d'Oahu a lieu le même jour à 2000 heures. La dernière survient le 6 Août à 0900 heures.

Cette première partie de la croisière du SMITH fut à peu près constamment sous le signe du mauvais temps avec de très forts alizés du Nord Est et une mer très fermée mais courte.

Pour la mesure de la productivité par la technique du C 14, M. OGURI s'est embarqué avec moi pour ses 5 jours afin que nous puissions conduire plusieurs expériences.

L'une met en jeu la filtration de la même eau que celle étudiée avec le C 14 pour la seule mesure de la teneur en chlorophylle; elle dure 24 heures de manière à obtenir un cycle complet selon la lumière venue du ciel. Nous la faisons entre le 3 et le 4 Août à 1800 heures.

L'autre expérience a pour but de déterminer si les variations des mesures sont en partie provoquées par une répartition du plancton sous la forme de taches plus ou moins compactes et non de film homogène à la surface de l'eau. Nous prenons deux séries d'échantillons; l'un le 5 Août à 0915 heures en séparant chaque prise par moins d'une minute, l'autre le 5 Août à 1745 heures en laissant entre chaque récolte un intervalle de 3 minutes. Dans les deux cas, le navire avance à la vitesse approximative de 3 noeuds.

Le HUGH M. SMITH rentre à Honolulu le 6 Août et s'amarré au quai du port d'Honolulu à 1100 heures. Notre séjour dans cette ville, d'abord prévu pour quelques heures seulement, doit être prolongé pour la réparation d'une grosse fuite dans un tank à mazout.

On repart d'Honolulu le 7 août à 1400 heures. La routine de travail s'établit aussitôt. Le 14 août à 0200 heures nous atteignons la longitude de 135° Ouest et nous mettons le cap au Sud. Nous passerons à l'est des îles Marquises au large desquelles le GILBERT travaille (il doit essayer la pêche des thons à la palangre flottante d'abord, puis à l'appât vivant). L'équateur est franchi le 18 août; nous sommes à notre point le plus méridional le 24 août par une latitude de 19° Sud.

Nous rattrapons la longitude de 143° Ouest atteinte le 27 août et nous remontons au nord à travers les îles Tuamotou sur ce méridien jusqu'à la latitude de 2° Nord atteinte le 3 septembre. Le 5 septembre nous sommes à 151° de longitude Ouest et nous redescendons au Sud jusqu'à 15° de latitude Sud. Après quoi nous faisons directement route sur Tahiti.

L'escale de Tahiti a plusieurs buts : faire le plein de mazout et d'eau douce, embarquer les poissons des récifs qu'on doit ramener à Honolulu. Le navire reste amarré au quai de Papeete du 11 Septembre à 1600 heures jusqu'au 16 Septembre à 1000 heures. On fait alors route sur Mooréa, baie de Papeoai, où les poissons sont concentrés en viviers. Nous y restons du 16 Septembre à 1600 heures jusqu'au 18 Septembre à 1600 heures, heure où tous les poissons sont à bord. Nous faisons alors route directe sur la première station de cette partie du voyage en laissant au sud l'île de Bora Bora.

Le 22 septembre, nous atteignons la longitude de 160° Ouest et commençons la dernière branche de la croisière en remontant au nord le long de ce méridien.

L'escale à Christmas Island a lieu entre le 27 septembre à 2200 heures et le 28 à 1330 heures.

Le 6 octobre, le HUGH M. SMITH s'amarré au quai de Pearl Harbor après une croisière longue, monotone et qui s'est déroulée sans incident majeur.

Dans l'ensemble, le temps que nous avons rencontré fut assez beau, mais jamais, sauf une journée dans les Tuamotou, très beau. La plupart du temps, nous fûmes soumis à un alizé moyen ou fort accompagné d'une houle désordonnée que le bateau, étant donné sa route, recevait presque toujours par le travers.

## MESURES DE LA PRODUCTIVITE PAR LA TECHNIQUE DU CARBONE 14.

---

Les mesures de la productivité d'une eau donnée par la technique du Carbone 14 font intervenir l'activité photosynthétique du phytoplancton. Le phytoplancton constitue, en effet, l'un des maillons nécessaires et essentiels de la chaîne de nourriture qui, partant des sels inorganiques dissous dans l'eau, conduit, par l'intermédiaire du phytoplancton puis du zooplancton aux organismes prédateurs intéressants du point de vue commercial tels que poissons et mammifères. Une mesure de l'activité photosynthétique d'une eau donnée conduit donc à une connaissance de sa richesse en phytoplancton qui, par elle-même, a sa cause dans une richesse en sels minéraux et, plus tard, sera responsable d'une plus ou moins grande abondance en poissons et autres animaux. Cette mesure est donc intermédiaire entre les résultats fournis par les déterminations physicochimiques provenant de l'eau récoltée et les résultats fournis par l'étude directe de la production de cette eau en organismes assez haut placés dans l'échelle animale. Elle correspond donc exactement à une mesure de la productivité de l'eau.

La technique utilisée fut introduite dans les recherches océaniques par le danois Stiemann-Nielsen qui l'appliqua lors de la croisière de la "GALATHEA" en 1952-1954. En ce qui concerne les études faites dans l'Océan Pacifique, l'américain Dr Maxwell S. DOTY du Botany Department de l'Université d'Hawaii à Honolulu fut chargé, avant tout, de trouver une solution technique permettant la pratique aisée de la méthode à bord des navires océanographiques. C'est cette solution qui fut utilisée à bord du HUGH M. SMITH.

### Principe de la méthode :

Tout d'abord, quel est le principe général de la méthode ?

Si l'on considère un organisme végétal quelconque, son métabolisme est basé sur la réaction qui, en présence de

lumière et de chlorophylle, transforme le  $\text{CO}_2$  et l' $\text{H}_2\text{O}$  de l'air en  $(\text{CH}_2\text{O})+\text{O}_2$ . C'est la réaction anabolique de photosynthèse. Par ailleurs, ce  $(\text{CH}_2\text{O})+\text{O}_2$  formé est, en tout ou en partie, repris par la respiration et transformé par une réaction catabolique en  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  et énergie utilisée par la plante. Si le métabolisme anabolique est plus important que le métabolisme catabolique, il y a alors accumulation des produits de la photosynthèse qui peuvent alors conduire à une augmentation de la matière vivante, soit sous forme de protoplasme, soit sous forme de nombre d'organismes.

L'activité de la photosynthèse peut être déterminée si l'eau du même échantillon étudié est placée, au milieu d'un incubateur, d'une part dans des bouteilles claires dans lesquelles la lumière pénètre librement, d'autre part dans des bouteilles opaques où l'obscurité est totale.

La mesure de cette activité photosynthétique peut être faite par la mesure du carbone fixé par cette activité. C'est cette mesure qui sera appelée "mesure de productivité" de l'échantillon d'eau. La "productivité nette" est obtenue en soustrayant du résultat fourni par la bouteille claire, le résultat fourni par la bouteille noire.

Les quantités de carbone dont l'étude est désirée peuvent être déterminées en utilisant l'isotope 14 du Carbone dont l'activité radioactive est connue et en mesurant son activité dans les échantillons. Les résultats "nets" sont ceux provenant de la différence d'activité entre la partie conservée en bouteilles claires et la partie conservée en bouteilles opaques. On les appelle du nom de "productivité nette de phytoplancton" et ils sont calculés en milligrammes de carbone fixés par heure et par mètre cube.

#### La méthode :

L'utilisation du Carbone 14 comme traceur dans la détermination de la productivité du phytoplancton nécessite l'introduction du Carbone 14 sous forme de carbonate de sodium ("sodium carbonate") dans les échantillons d'eau qui sont alors incubés sous des conditions uniformes de lumière et de température pendant une période de temps connue. La photosynthèse qui a alors lieu utilise les carbonates et bicarbonates de l'échan-

tillon, y compris ceux porteurs du Carbone 14. Il reste alors à filtrer l'échantillon; le Carbone 14 fixé par la photosynthèse dans les cellules du phytoplancton reste sur le filtre tandis que celui qui n'a pas été utilisé et qui, par là, est resté en solution, passe au travers.

Cependant, le taux de transformation du Carbone 14 en Carbone 12 qui est son aboutissement stable est connu au début de l'incubation sous forme de nombre de désintégrations par minute. De la sorte, l'accroissement de radioactivité des cellules du phytoplancton pendant la période de temps connue permet de calculer la quantité de carbone fixée par ces mêmes cellules par unité de temps et par unité de volume.

#### La technique du Carbone 14 :

##### A - Récolte des échantillons d'eau.

Pendant toute la croisière du HUGH M. SMITH, la seule étude faite a porté sur les échantillons superficiels. Il n'a donc été fait usage que d'une méthode de récolte, celle du seau décrite plus loin. Cependant, pour donner un aperçu le plus complet possible de la technique étudiée ici, je mentionnerai les 2 autres méthodes de récolte qui ont été utilisées par le personnel de l'Université d'Hawaii et qui ont été reconnues comme d'une part n'entachant pas d'erreur les résultats définitifs, d'autre part conduisant à des résultats tout à fait comparables.

##### 1<sup>o</sup>/ en surface : le seau en matière plastique.

La récolte se fait à l'aide d'un simple seau plongé dans l'eau depuis la lisse du navire, en choisissant naturellement un endroit non pollué par les eaux de déchets en provenance du bateau.

Il est très important d'utiliser un seau fait seulement de matière plastique. En effet, là comme dans toute autre manipulation des échantillons, il faut soigneusement éviter le contact de l'eau avec un quelconque métal; un tel contact a prouvé être une cause de considérable réduction du taux de fixation du carbone dans les cellules du phytoplancton (de l'ordre de 70 %)

Une autre précaution consiste à éviter toute agitation superficielle de l'eau; il faut éviter, par exemple, de secouer les bouteilles remplies de leur échantillon. Une telle action a montré, elle aussi, être à la base d'une réduction du taux de fixation du carbone.

Le seau de matière plastique est donc lancé par dessus bord. Il est d'abord rincé avec l'eau superficielle. Cette première eau est rejetée et l'échantillon est alors pris.

L'eau est alors versée du seau dans les bouteilles à l'aide d'un entonnoir de matière plastique, rincé au préalable avec de l'eau de l'échantillon. 3 bouteilles sont emplies, 2 bouteilles claires et 1 bouteille opaque, toutes avec l'eau du même seau.

28/ jusqu'à 20 mètres de profondeur : la bouteille en matière plastique.

La récolte se fait avec une bouteille de 1 litre en matière plastique descendue bouchée le long d'un fil muni d'un poids. Un autre fil est attaché séparément au bouchon. Arrivée à la profondeur désirée, la ligne du bouchon est brusquement tirée et la bouteille se remplit d'eau. On remonte alors la bouteille d'où les échantillons sont directement versés dans leurs flacons respectifs.

39/ à des profondeurs diverses : la bouteille Van Dorn.

Cet appareil fut mis au point par VAN DORN à la Scripps Institution of Oceanography en 1955. Il est destiné à être utilisé au dessous de 20 mètres et plusieurs peuvent être employés en même temps le long du câble d'une station hydrologique. C'est en gros, une modification d'une bouteille à renversement, toutes les parties métalliques étant remplacées par de la matière plastique. Les bouteilles sont fermées par des messagers de la même manière que les bouteilles Nansen et les flacons sont emplis directement depuis le robinet des bouteilles Van Dorn en utilisant un court tube de matière plastique.

B. - Addition de la solution de Carbone 14.

La solution de stockage du Carbone 14 ne doit entrer en contact qu'avec de la verrerie propre de manière, d'une part, à ne pas provoquer la perte du C 14, d'autre part à ne pas rendre impossible la fixation de ce carbone par les organismes du phytoplancton. Cette précaution est impérative dans le cas où la solution de stockage est simplement conservée dans un flacon où l'on puise directement à chaque fois qu'on ajoute le carbone radioactif dans les échantillons d'eau.

On ne saurait trop recommander l'emploi d'ampoules de verre stérilisées et fermées dans lesquelles une quantité connue et fixe de solution a été emprisonnée en laboratoire à terre. De nombreux déboires sont ainsi évités et une plus grande précision des résultats est atteinte. C'est cette méthode que j'ai continuellement suivie au cours de la partie "Equapac" de la croisière du HUGH M. SMITH. Cependant, dans la première partie de ce même voyage, nous avons d'abord utilisé une solution de stockage conservée en flacon.

12/ addition de la solution lorsque stockée en flacon :

On utilise une pipette automatique calibrée pour délivrer un volume de 1 ml. Ces pipettes automatiques, largement utilisées par les Américains, sont faites sur le principe suivant : une petite balle de caoutchouc est assise dans une cupule métallique; à la partie supérieure de cette balle une sorte de piston peut être descendu sur pression d'un doigt et comprimer la balle, c'est à dire réduire son volume et chasser l'air qu'elle contient; ce piston peut être descendu plus ou moins, le réglage étant fait par une vis à pas fin qui se bloque à la position choisie sur la tige du piston. Le volume de la pipette peut ainsi être réglé à volonté.

Cette pipette automatique est plongée dans le flacon de stockage de la solution radioactive et emporte un volume défini, ici 1 ml. Ce contenu est déposé au fond de la bouteille d'échantillon et la pipette est alors retirée doucement pour ne pas emmener quelques gouttes de l'échantillon. L'extérieur de la pipette est alors aussitôt essuyé à l'aide d'un de ces papiers absorbants très utilisés aux USA, un "tissue" du type "Kleenex". Par ailleurs, la goutte qui se forme à l'intérieur

de la pipette et à son extrémité est retirée en utilisant le pouvoir absorbant de ce même Kleenex. La bouteille d'échantillon est alors bouchée.

### 29/ addition de la solution lorsque stockée en ampoules :

On s'assure d'abord que le contenu entier de l'ampoule se trouve bien dans sa partie inférieure; si on note la présence d'une goutte dans le goulot, on la fait descendre en tapotant sur l'ampoule. La partie supérieure de celle-ci est alors cassée.

On utilise alors une pipette de verre propre fixée à l'extrémité d'une pipette automatique calibrée pour transporter un volume compris entre 1 et 2 ml. La pipette est d'abord emplie du contenu de l'ampoule qui est alors déposé au fond de la bouteille d'échantillon. La pipette est rincée avec de l'eau prise à peu près au milieu de la hauteur de la bouteille. Elle est ensuite remplie avec de l'eau prise au sommet de cette même bouteille; cette eau est placée dans l'ampoule pour rincer celle-ci complètement. Cette eau de rinçage est reprise à la pipette, déposée à peu près au milieu de la hauteur de la bouteille et la pipette est enfin rincée avec de l'eau prise au sommet de la bouteille. Cette dernière est alors bouchée.

Quant à la pipette, elle est essuyée et vidée au Kleenex de la même manière que celle déjà décrite ci-dessus.

On voit que les manipulations d'une solution stockée en ampoules sont plus compliquées que celles d'une solution stockée en flacon. Cependant la précision des résultats est bien plus grande dans le premier cas étant donné que le volume de solution est beaucoup plus constant que dans le second cas.

### C - Incubation des échantillons.

Les échantillons étant pourvus de leur charge en traceur radioactif, il faut maintenant les faire incuber dans des conditions de lumière et de température constantes pendant une période connue où la photosynthèse aura le temps d'intervenir. C'est ce qui a lieu dans un appareil spécialement construit, l'incubateur.

Signalons auparavant qu'il faut, une fois pour toutes, se ranger à un modèle de bouteille. Durant la croisière du HUGH M. SMITH; j'ai toujours utilisé des flacons en Pyrex de 250 ml. bouchés émeri. Les bouteilles claires étaient fermées par le simple flacon de verre transparent; les bouteilles opaques par ce même flacon recouvert d'une spirale de bande adhésive noire enduite d'un vernis noir.

L'opacité des bouteilles opaques est une impérative nécessité pour la valeur des résultats. Or le bouchon ne peut pas être rendu absolument étanche à la lumière par le même procédé que la bouteille. On y parvient cependant en recouvrant le sommet de la bouteille, bouchon et goulot, par un chapeau fait de papier d'aluminium et soigneusement serré. Si ce chapeau est destiné à être utilisé de nouveau, il faut d'abord s'assurer qu'il n'y a pas de trous dans sa surface.

### 12/ l'incubateur :

Il est formé de deux parties essentielles : un cylindre étanche à l'eau mais transparent où les bouteilles seront placées et un système de lampes qui fournissent une lumière connue et uniformément répartie autour du cylindre. Dans ces conditions, on a : une température constante (c'est celle de l'eau de mer superficielle où circule le navire pendant l'incubation et qui est sans cesse renouvelée dans le cylindre) et une densité de lumière constante jouant sur un volume constant d'échantillon (celui des bouteilles à l'intérieur du cylindre).

La description de l'incubateur que je donne ici est celle de l'appareil que j'ai utilisé à bord du HUGH M. SMITH. Les dimensions sont toutes basées, à l'origine, sur celles des bouteilles d'échantillon utilisées, d'où l'importance de se fixer un choix et de n'en plus bouger.

Le cylindre est fait avec une feuille de matière plastique de 6 mm. d'épaisseur enroulée sur elle-même et soudée longitudinalement. Son diamètre est de 20 cm. et sa hauteur de 70 cm. Sa base est un disque de la même matière plastique solidement soudé sur son pourtour à la paroi du cylindre, muni d'un trou central et garni de 5 sillons radiaux sur sa face supérieure. Le trou central sert de passage à un tube métallique

servant de niche à un tube de caoutchouc qui monte dans le cylindre suivant son axe.

Ce tube métallique central est ceinturé de 5 autres tubes métalliques de 1,25 cm. de diamètre qui descendent depuis une petite chambre de 8,75 cm. de diamètre où se fait l'arrivée de l'eau de mer provenant du circuit du navire. L'eau arrive donc dans le cylindre par sa base, circule aisément par les sillons du disque sous les bouteilles et remonte jusqu'au niveau où le tube de caoutchouc s'ouvre. Celui-ci sert de trop plein et permet l'évacuation de l'eau qui repart dans les conduites du navire réservées à cet usage.

Autour du cylindre transparent sont placées les lampes. Ce sont des tubes fluorescents marque Westinghouse de 32 watts chacun, type "ciroline cool white"; c'est à dire qu'ils affectent la forme d'un cercle de 30 cm. de diamètre. L'ensemble de toutes les lampes est fait de telle manière que la lumière totale soit égale à 1500 ou 1800 "foot candles".

Les tubes sont groupés par deux de manière à ce que chaque groupe soit placé en regard d'une bouteille d'échantillon. Celles-ci se placent en effet dans le cylindre par rangées successives qui se superposent, chacune étant séparée de la suivante par un disque séparateur de matière plastique noire et opaque. Les lampes sont soutenues par des montants de bois qu'il faut prévoir amovibles par rapport au support général de l'incubateur pour pouvoir aisément changer les tubes.

Au moment du placement des lampes le long de la colonne il faut s'arranger pour que les extrémités des tubes circulaires où les fils électriques parviennent aux tubes, soient toutes rangées selon une même verticale. Cet emplacement de la lampe, en effet, n'est pas illuminé et on n'y placera que les bouteilles opaques d'échantillons, jamais les bouteilles claires dont les résultats seraient faussés.

L'ensemble de l'incubateur est enfin protégé par une feuille de tôle galvanisée qu'on enroule autour de l'appareil. Outre son rôle protecteur, elle forme écran à la lumière des lampes ce qui, d'une part, évite une forte gêne à l'opérateur, d'autre part, permet une illumination plus constante des bouteilles d'échantillons.

L'incubateur que j'ai utilisé à bord du HUGH M. SMITH

possédait 8 tubes fluorescents (4 groupes de 2) fonctionnant sur le courant alternatif du bord après passage dans un transformateur pour chaque tube. On pouvait donc placer dans l'incubateur 20 bouteilles d'échantillons, 16 claires et 4 opaques. Dans le cas où il y a encore des bouteilles à incuber, on peut placer les bouteilles opaques dans un évier avec circulation d'eau de mer; mais les bouteilles claires doivent, évidemment, passer dans l'incubateur.

### 21/ la période d'incubation :

Les résultats obtenus par le laboratoire de l'Université d'Hawaii ont montré que la période d'incubation doit durer de 2 à 8 heures. Pendant cette période, la fixation du carbone par les cellules du phytoplancton est en effet à peu près linéaire. Naturellement, plus l'incubation est longue, plus les résultats sont aisés à obtenir puisque la radioactivité des cellules aura augmenté avec la fixation prolongée du carbone  $^{14}$  d'où un compte plus rapide de la radioactivité du filtre en laboratoire jusqu'à un total suffisamment précis pour être traité de manière statistique.

Cependant, les américains ont l'habitude de fixer la longueur de la période d'incubation à 6 heures. Ceci découle du fait que, durant la plupart des croisières océanographiques, les stations sont séparées par un intervalle de 6 heures. Quoique ce ne fut pas le cas durant Equapac, j'ai pourtant continué, sur l'insistance des américains, à incuber mes échantillons pendant 6 heures.

### 32/ remarques :

L'incubateur tel que décrit ci-dessus a bien fonctionné durant toute la croisière du HUGH M. SMITH. Il a pourtant quelques défauts qui rendent parfois son maniement difficile et qu'il serait aisé, me semble-t-il, de supprimer. D'autres sont simplement gênants.

Tout d'abord, en raison de la profondeur du cylindre, il est fort difficile d'atteindre la couche de bouteilles la plus inférieure. Pour y remédier, j'ai toujours ceinturé le goulot

des bouteilles d'une petite ficelle qui débordait à l'extérieur du cylindre. Cette méthode paraissant excellente, je l'ai généralisée à l'ensemble du contenu de l'incubateur. Un autre de ses avantages est d'ailleurs d'éviter de mouiller les contacts électriques et, par là, de ne pas recevoir de choc électrique en touchant la tôle extérieure de l'appareil.

La vidange de l'incubateur n'est pas prévue dans l'appareil. Pour la faire, j'ai toujours dû utiliser un appareil à vide quelconque permettant l'aspiration de l'eau le long d'un tube de caoutchouc. Cette vidange est pourtant très utile et devrait être effectuée le plus souvent possible, en fait dès que l'appareil n'est pas utilisé. En effet, l'eau de mer qu'il contient transporte des algues qui ne tardent pas à se fixer sur les parois du cylindre de matière plastique et l'opacifient plus ou moins. Une vidange fréquente interdit la fixation de ces organismes et évite un difficile travail de nettoyage tout en assurant une constante illumination des échantillons tout au long de la croisière.

Au cours d'un long voyage comme celui du HUGH M. SMITH (66 jours), il est nécessaire de changer les tubes à peu près à la moitié de la longueur de la croisière, toujours pour être assuré d'une lumière constamment identique. Or le changement des tubes, sur l'incubateur que j'ai utilisé, était un travail beaucoup trop difficile. Il serait pourtant très aisé de trouver à ce problème une solution pratique.

Signalons enfin que le laboratoire de l'Université d'Hawaii est en train de mettre au point un nouvel incubateur <sup>au</sup> principe exactement identique à la différence que les tubes fluorescents circulaires sont remplacés par des tubes droits placés verticalement le long du cylindre de matière plastique. Sans aucun doute, ce nouvel agencement sera une très nette amélioration, d'abord par la suppression des zones obscures existant aux extrémités des tubes circulaires, ensuite par la plus grande aisance de trouver dans le commerce les tubes droits enfin par la très grande facilité qu'il y aura alors à changer les tubes dans l'appareil.

#### D - Filtration des échantillons.

Quand les échantillons ont été incubés pendant le délai voulu, il faut les filtrer pour retenir les cellules phyto-

planctoniques devenues radioactives.

12/ matériel :

Les filtres doivent évidemment être très fins. On utilise les filtres Millipore "HA" de 15/16 inch fabriqués par la Millipore Filter Corporation à Watertown 72, Massachusetts, USA.

Leur utilisation nécessite des supports métalliques qui sont les "Tracerlab E-8B filter holders". Ils sont formés d'une cupule cylindrique dans laquelle entre une base à sillons rayonnants à partir d'un orifice central d'où part un tube vertical. Le tube est engagé dans le trou d'un bouchon de caoutchouc fermant le goulot d'un flacon qui possède un orifice secondaire latéral par où peut être créée une forte aspiration intérieure.

Cette aspiration peut être faite par une pompe à vide mais il est plus simple d'adapter un "aspirator" à un quelconque robinet d'où l'eau coule avec une certaine pression.

23/ technique :

Le montage du filtre dans son support se fait de la manière suivante. Le filtre Millipore est dégagé de son papier protecteur et placé au fond de la cupule. Il faut faire très attention à placer le filtre dans sa bonne position, c'est à dire avec la face qui était protégée par le papier du côté qui sera en contact avec l'eau de l'échantillon.

Une rondelle de papier filtre ordinaire n°1 est alors placée entre le fond de la cupule et le disque à sillons. Le disque est poussé dans son logement en entraînant le papier filtre. L'assemblage doit être solidement effectué.

Le support est alors planté dans le bouchon du flacon à filtrer. Il est commode et rapide de filtrer deux bouteilles d'échantillon en même temps en utilisant un bouchon à deux trous. L'aspiration est produite et la filtration des bouteilles débute. Il vaut mieux filtrer en même temps les 2 bouteilles claires et, séparément, la bouteille opaque.

Lorsque tout l'échantillon est filtré, on verse dans

la cupule une solution d'acide chlorhydrique 0,001 N dans de l'eau distillée contenant 34 % de sel. On place à peu près  $\frac{1}{2}$  cupule de liquide soit environ 15 à 20 ml.

La solution acide étant passée, on filtre encore 1 cupule, soit près de 30 ml. d'eau de mer filtrée ou simplement récoltée depuis une dizaine de jours.

### 32/ remarques :

La solution acide a une salinité très voisine de celle de l'eau de mer. Cependant, il ne faut pas utiliser l'eau de mer elle-même pour la fabrication de cette solution car celle-là annihilerait le pouvoir acide très faible du HCl. Il faut au contraire dissoudre du NaCl dans de l'eau distillée jusqu'à la concentration désirée.

L'eau de mer qui termine la filtration de l'échantillon doit être conservée depuis 10 jours au moins avant son utilisation ou alors filtrée sur un simple papier filtre ordinaire.

### E - Stockage des filtres.

Une fois que les filtres sont obtenus, il faut les stocker de manière qu'ils ne perdent pas leur radioactivité jusqu'à leur étude dans un laboratoire à terre. Il faut aussi que leur classement permette de ne faire aucune erreur dans la localisation de l'échantillon filtré.

Pour cela, on place chaque filtre dans un trou percé dans du carton ondulé. Ce trou est numéroté et le numéro est soigneusement noté. Le carton ondulé est alors mis dans un dessiccateur contenant "silica gel" et "soda lime". La conservation des filtres est assurée dès qu'ils sont en atmosphère sèche.

Il est bon de vérifier le pouvoir absorbant du gel de silice et de le régénérer, si besoin est, en le chauffant jusqu'à ce que l'indicateur coloré assure l'observateur de son regain d'activité.

### F - Nettoyage des appareils.

Le nettoyage soigné des appareils est une nécessité

absolue pour l'obtention de résultats valables.

Les bouteilles d'échantillons sont d'abord nettoyées avec de l'acide chlorhydrique concentré. On place à peu près 25 à 30 Cl d'acide dans la bouteille et on la secoue vigoureusement. L'acide peut être conservé et réutilisé de la même manière pour le nettoyage d'autres bouteilles jusqu'à concurrence d'un nombre voisin de 20 unités.

Les bouteilles sont alors rincées deux fois à l'eau douce ou l'eau de mer. Le premier rinçage doit remplir complètement la bouteille pour faire s'échapper toutes les vapeurs d'HCl.

Suivent deux rinçages à l'eau distillée en remplissant les bouteilles au 1/4 de leur contenance et en les secouant énergiquement. On les place alors dans une boîte en position renversée pour leur permettre de s'égoutter et de sécher.

Les supports des filtres sont nettoyés une fois par jour en les plongeant dans une solution d'acide chlorhydrique contenant approximativement 5 à 10 ml. d'acide pour 300 à 400 ml. d'eau. Comme l'acide attaque le métal, il faut ne laisser les supports dans cette solution qu'un très court instant. Ils sont alors rincés à l'eau courante douce et on les laisse s'égoutter jusqu'à ce qu'ils soient secs.

La pipette de verre est nettoyée une fois par jour elle aussi en la remplissant d'abord d'acide chlorhydrique concentré, puis en la rinçant plusieurs fois à l'eau distillée.

#### Précautions à prendre avec les déchets radioactifs :

Le carbone 14 est un émetteur extrêmement faible de rayons B et n'offre pour ainsi dire aucun danger pour le personnel sous les concentrations où on l'utilise. Cependant, sa demi-vie biologique est longue, aussi faut-il prendre un certain nombre de précautions pour éviter tout danger de contamination soit pour le personnel, soit pour les endroits avec lesquels il entre en contact.

En mer, tous les déchets peuvent être jetés par dessus bord.

A terre, les liquides radioactifs peuvent être évacués par les conduites d'évier en les diluant abondamment d'eau et en laissant l'eau couler après qu'ils aient disparu. Les solides peuvent être brûlés en prenant soin de ne pas respirer les fumées. Si ces solides ne sont pas combustibles, on les lave avec de l'acide chlorhydrique concentré avec la précaution, là aussi, de ne pas respirer les fumées.

Si quelque surface est malgré tout contaminée, on peut y remédier par l'un de ces procédés, ou les deux ensemble :

- 1<sup>o</sup>/ laver à l'HCl concentré sans respirer les fumées.
- 2<sup>o</sup>/ noyer d'eau.

On peut les répéter plusieurs fois jusqu'à complète décontamination.

#### La tenue du cahier d'observations :

Les observations faites en mer entre la récolte des échantillons d'eau et le stockage des filtres doivent être notées, soigneusement et en bon ordre, dans un cahier d'observations. Les indications nécessaires et suffisantes pour l'exploitation future des résultats sont les suivantes :

1<sup>o</sup>/ un numéro d'ordre pour la station de récolte des échantillons

2<sup>o</sup>/ la position de cette station en latitude et longitude, telle que déterminée par les officiers navigateurs du navire.

3<sup>o</sup>/ la date de la station.

4<sup>o</sup>/ l'heure où les échantillons ont été récoltés, à la minute près.

5<sup>o</sup>/ la profondeur où la récolte a été effectuée.

6<sup>o</sup>/ les numéros des bouteilles d'échantillon. En effet, pour éviter toute confusion au moment de la filtration, il faut que chaque bouteille porte un numéro distinctif. Pour les bouteilles claires, le numéro peut être placé sur la face supérieure du bouchon, ce qui rend sa lecture aisée depuis le haut de l'incubateur. Pour les bouteilles noires, on peut le peindre en clair sur le vernis noir.

7<sup>o</sup>/ l'heure où les bouteilles ont été placées dans l'incubateur. Dans les stations normales, les 3 bouteilles sont placées en même temps dans l'appareil.

89/ 1'heure où les bouteilles sont retirées de l'incubateur.

99/ le délai d'incubation; c'est à dire la différence entre les rubriques 89/ et 79/ - Il est préférable d'exprimer cette valeur suivant le système décimal tel, par exemple,  $6\frac{1}{4}$  ou 6,25 mais non 6'15".

105/ le numéro, correspondant à chacune des bouteilles, du trou de stockage du filtre dans son support de carton ondulé placé dans l'incubateur.

119/ une large rubrique intitulée "remarques" où toute opération est notée (nettoyage, vidange, etc...). Là aussi on place toute information pouvant être utile par la suite, telle que le numéro d'ordre de la station hydrologique si celle-ci intervient à un moment voisin du moment de la récolte des échantillons d'eau; ou encore la présence d'un plancton très abondant, ou la subite et imprévue décharge de mazout polluant l'eau ... Pendant toute la croisière Squapac, j'ai pris, à chaque récolte, un échantillon d'eau de mer, par la suite congelé, pour étude ultérieure de sa teneur en phosphates, son numéro d'ordre était naturellement noté sous cette même rubrique du cahier d'observations.

## LE THON AUX ILES HAWAII

---

Mon séjour à Hawaii <sup>a duré</sup> du 6 au 31 Juillet. La majeure partie de mon temps a été utilisée par des contacts quotidiens avec les membres du POFI où j'ai travaillé selon l'horaire classique américain. J'ai aussi passé plusieurs journées avec MIKIHiko OGURI, assistant du Dr DOTY, pour me mettre au courant de la technique de la mesure de productivité de la mer par le Carbone 14, soit au POFI, soit à l'Université d'Hawaii, soit à Coconut Island où cette même université possède une station marine de biologie, soit encore à l'aquarium d'Honolulu qui comprend quelques laboratoires d'études. Tout ceci était nécessaire pour la préparation de la croisière du HUGH M. SMITH qui débute au 1er Août.

J'ai cependant profité aussi de ce séjour pour étudier de manière succincte la pêche hawaïenne du thon dont l'intérêt m'a paru manifeste étant donné son caractère mixte et les conditions dans lesquelles elle est pratiquée. J'ai réussi à être embarqué sur un sampan de pêche à l'appât vivant, l'"ORION", et ai participé à une journée de pêche du skipjack entre 0300 heures et 2100 heures le 26 Juillet. Par ailleurs, j'ai pu visiter à mon aise l'usine de la Hawaiian Tuna Packers Corp. à Honolulu.

Le texte qui suit est le compte-rendu des observations que j'ai faites à ce sujet.

Les îles Hawaii forment un archipel groupant un nombre important d'îles depuis Midway jusqu'à l'île Hawaii proprement dite. Pourtant la pêche du thon ne s'y pratique qu'autour du groupe de terres les plus occidentales en raison des facilités portuaires et industrielles de Honolulu. Sous ce chapitre, je n'envisage donc que la pêche du thon autour des îles Kauai, Oahu, Molokai, Maui et Hawaii. La seule existante sur le plan commercial se fait d'ailleurs seulement autour d'Oahu, c'est à

dire à proximité immédiate d'Honolulu.

Je ferai d'abord l'étude de la pêche elle-même puis je donnerai un aperçu de la conserverie.

### La pêche proprement dite :

La pêche du thon aux îles Hawaii est à peu près entièrement entre les mains des japonais soit qu'ils soient émigrés depuis de longue date, soit qu'ils soient de nouveaux citoyens américains venus depuis la dernière guerre. Les quelques rares hawaïens qui sont mélangés à ce groupe de pêcheurs n'ont point pour autant transformé leurs habitudes. Aussi la pêche hawaïenne du thon possède-t-elle tous les caractères de la pêche japonaise avec les quelques transformations que le mode de vie américain y a nécessairement apportées.

L'une des principales caractéristiques de cette pêche est la présence de deux sortes de méthodes, celle qui utilise l'appât vivant sur un schéma assez semblable à la pêche californienne des tuna clipper (voir mon rapport sur la croisière du SARATOGA), et celle qui utilise la palangre flottante. Cette dernière est une innovation complète dans la pêche du thon américaine et n'existe à Hawaii qu'en raison du fait que les pêcheurs venus du Japon sont habitués à son utilisation. Hawaii représente donc une exacte zone de transition entre la pêche californienne et la pêche japonaise.

### 1/ La pêche à l'appât vivant.

Le principal problème de cette pêche à Hawaii est la découverte et la capture de l'appât. Les îles qui nous concernent ici sont toutes, en effet, de type volcanique et il est pour ainsi dire impossible d'y trouver une quelconque côte basse, encore moins une zone vaseuse comme celle où les "anchovetas" habitent le long des côtes d'Amérique. Le résultat est que ce type de poisson n'existe pas dans cette région.

Les pêcheurs se sont alors rabattus sur des espèces de remplacement qui vivent au-dessus de petits fonds coralliens dont on trouve quelques surfaces autour des îles. L'espèce la plus abondamment pêchée est ~~une~~ *une sorte d'anchois.* ~~appelé~~ *appelé* ~~une sorte d'anchois.~~

Ce poisson, beaucoup plus petit que l'"anchoveta" puisque ne dépassant pas 6 cm. de long, vit en bancs serrés dans des zones dont la profondeur est presque toujours inférieure à la taille d'un homme. De plus, le fond est toujours parsemé d'abondantes têtes de corail. De telles conditions font que sa pêche revêt un caractère tout à fait différent de celle de l'"anchoveta".

Les pêcheurs, venus sur le bateau thonier au large de l'endroit où ils espèrent trouver l'appât, mouillent cette relativement grosse unité en eau profonde et embarquent dans un large canot à fond plat avec, en remorque, un petit youyou à fond plat lui aussi.

En règle générale, la plus grosse embarcation est munie d'un moteur hors-bord qui propulse le tout; il est même très rare maintenant de trouver des avirons à bord de ce canot.

La recherche de l'appât débute alors. Elle se fait selon de vieilles habitudes qui conduisent les pêcheurs à des endroits reconnus riches en poissons. Arrivés au-dessus de ces surfaces, les hommes cherchent la tache noire qui indique une concentration de poissons appât. Mais cette découverte est de plus en plus problématique. Les bancs d'appât semblent, en effet, se raréfier et des mesures draconiennes furent récemment prises pour éviter une disparition trop accentuée, tel l'établissement de réserves dans laquelle toute pêche est interdite.

La découverte de l'appât durant la journée est devenue tellement inespérée que, fréquemment, les pêcheurs n'essaient même plus sa capture de jour. Celle-ci est alors tentée uniquement pendant la nuit en attirant le poisson à l'aide d'une forte lampe électrique, sur accumulateurs, installée dans le youyou.

Lorsque la concentration de poissons sous la lampe est suffisamment importante, l'observateur du youyou déclenche un signal convenu et le large canot largue le filet autour du youyou. Dans le même temps, il largue aussi ses hommes qui, ayant pied, restent dans l'eau au voisinage de la portion de filet qui leur est assignée.

Une longue et pénible opération débute alors; celle qui consiste à faire passer le filet au dessus des têtes de corail qui parsement le fond. Les hommes sont obligés de

plonger et de faire passer la nappe de coton par dessus les blocs, tout cela à la main et le plus souvent par le seul sens du toucher.

Quand enfin le poisson est concentré dans une poche de filet assez réduite, l'appât est embarqué dans le canot dont le compartiment central est transformé en vivier. Ce compartiment est en effet séparé des caissons terminaux par des cloisons étanches et son fond est percé de larges trous pouvant être fermés à volonté par de grosses chevilles de bois. Ce vivier est donc rempli d'eau et les poissons sont embarqués en utilisant des seaux ce qui les laisse toujours immergés. L'unité pour compter le volume d'appât est, à Hawaii, le seau ou "bucket"; elle joue le même rôle que l'épuisette ou "scoop" pour les pêcheurs des ports californiens (voir mon précédent rapport)

Lorsque tout l'appât capturé est à bord du canot, celui-ci se hâte de rejoindre le navire-mère à bord duquel les poissons sont transférés par la même méthode du seau. Il repart ensuite pour un nouveau chargement jusqu'à ce que le capitaine décide que sa cargaison d'appât est suffisante. Les deux embarcations sont alors hissées à bord du navire. Il n'est pas rare que la seule capture de l'appât nécessite un délai de 2 à 3 jours. Ces poissons pourront alors être utilisés soit dans la même journée si la pêche du thon est bonne, soit dans le courant d'une semaine si la pêche est mauvaise.

Le thonnier hawaïen pratiquant la pêche à l'appât vivant est un bateau d'allure typiquement japonaise qui porte d'ailleurs le nom de sampan. L'étrave, élancée et très haute, et la poupe, taillée carrément à partir du pont, sont à peu près à égales distances du château dont l'aspect cubique ne laisse aucune place à la fantaisie. Un tel bateau a pourtant des lignes agréables qui lui viennent principalement de la forme de la coque. Celle-ci est surprenante pour toute personne habituée aux formes européennes des navires.

On peut dire qu'elle est faite de deux parties superposées, l'une immergée et l'autre située au-dessus de la ligne de flottaison. Cette dernière déborde de chaque côté de la coque immergée de telle manière que le pont du sampan est bien plus grand que la taille du navire ne le laisse d'abord supposer. De plus, ces débordements latéraux servent de quilles

de roulis et stabilisent le bateau en période de mauvais temps. La coque immergée est d'abord très fine au niveau de la proue, dessinant alors un V très fermé. Au fur et à mesure qu'on se déplace vers la poupe, l'angle du V s'ouvre et une cassure apparaît dans chacune de ses branches. Aux 2/3 arrière du navire, elles sont formées de deux courtes obliques prolongées par deux parties verticales remontant jusqu'au niveau du pont. Au niveau du tableau arrière, les verticales se sont raccourcies tandis que le V s'est quelque peu refermé.

Un tel navire a donc deux qualités maîtresses très recherchées par les pêcheurs d'Hawaii. Tout d'abord, il peut naviguer très vite; ensuite, il est très marin. La coque permet en effet au bateau de littéralement couper la vague avec une surprenante aisance et de l'escalader avec le minimum de freinage de la part des formes du navire. De plus la hauteur de l'étrave et sa finesse font que le bateau reste "sec" longtemps après qu'un navire de type européen aurait été arrosé d'embruns sinon balayé par des paquets de mer. Durant le temps que j'ai passé à bord de l'"ORION", nous avons essayé, pendant deux heures environ, un fort grain d'allure tropicale, au large de l'île d'Oahu, et il m'a été donné alors d'apprécier les incontestables qualités marines du sampan. Par mer courte, très clapoteuse et couverte de "moutons", l'"ORION" a continué imperturbablement sa course à 11 noeuds, tournant autour d'un banc de poissons et ne recevant que peu d'embruns; ce qui est surprenant pour un bateau de 26 mètres de long avec un pont peu élevé au-dessus du niveau de l'eau comme tout navire thénier pratiquant la pêche à l'appât vivant.

Aucun sampan hawaïen ne possède un système de réfrigération de ses cales. Tous sont destinés à pêcher et rentrer au port dans la journée, ou au maximum, après 2 ou 3 jours de mer. Le poisson capturé est alors conservé en glace qui, à l'état pilé, est emmagasiné au départ dans l'une des cales arrière.

Les 4 premières cales à l'arrière du château (il y en a 6 en tout, 3 groupes de 2) servent à deux fins : d'une part de viviers pour l'appât vivant, d'autre part de cales pour le transport en glace du thon capturé.

Là encore, la construction du sampan est simplifiée à l'extrême. En effet, les viviers fonctionnent sans l'aide

d'aucune pompe et sont vidées sans aucune intervention mécanique. Le courant d'eau nécessaire à la survie de l'appât est assuré par des trous percés dans la coque et qui peuvent s'ouvrir ou se fermer à volonté à l'aide de chevilles de bois (le principe est identique à celui mis en pratique dans le canot qui transporte l'appât du lieu de capture au sampan). La circulation de l'eau est assurée dès que le navire est en marche. Pourtant, il arrive que le bateau doive s'arrêter pour une longue période; dans de tels cas, l'équipage se porte ensemble d'un bord sur l'autre du navire, créant un balancement qui, dit-on, renouvelle suffisamment l'eau du vivier. Il est un fait que l'appât paraît très bien résister dans de telles conditions.

La vidange des viviers de leur eau au moment où on a besoin de les utiliser en cales à poissons est faite d'une très ingénieuse manière qui permet de se passer de toute pompe bien que le fond des viviers soit très au-dessous du niveau de la mer. Un homme descend dans le vivier et, le bateau étant en pleine vitesse, introduit dans l'un des trous de la coque, tous les autres étant bouchés, une sorte de pelle étroite à long manche. Cette pelle est d'abord placée de manière qu'elle heurte le courant sur sa tranche; puis, quand elle est complètement dégagée à l'extérieur de la coque, l'homme lui fait subir une rotation de  $1/4$  de tour qui lui fait rencontrer le courant sur sa face aplatie. La pression produite la rabat violemment sur l'arrière tandis que le manche se coince dans le trou de la coque et la maintient solidement dans cette position. Il se forme alors une aspiration au niveau de ce trou, aspiration qui est suffisante pour vider le vivier en un temps relativement court. Lorsque la vidange est terminée, l'homme tourne la pelle d'un autre  $1/4$  de tour, la sort du trou et bouche ce dernier très rapidement avec une cheville de bois. Il ne reste plus qu'à jeter dans le vivier, transformé en cale, le poisson et la glace.

A bord des sampans hawaïens, la recherche des bancs de thons se fait uniquement par l'examen du comportement des oiseaux. En effet, la mer est toujours pour le moins clapoteuse sous l'action de l'alizé de nord-est et il est extrêmement rare de repérer les poissons par la vue de leurs nageoires en surface ou de leurs bords hors de l'eau.

Dès qu'un groupe d'oiseaux est repéré, en général des sternes ou hirondelles de mer, le navire manoeuvre pour se placer très légèrement en avant de leur progression et l'appâtage

début. L'équipage en entier se prépare alors à pêcher. En effet, le capitaine dirige le bateau depuis le tableau arrière soit à l'aide d'une commande à distance du pilote automatique s'il y en a un (cas de l'"ORION" mais encore rare à Hawaii) soit à l'aide de palans qui agissent sur une barre franche. Par ailleurs, la machine est réglée en avant lente et restera à ce régime pendant toute la période de pêche; les pêcheurs hawaïens n'arrêtent jamais leur navire comme le font ceux de Californie.

Seul n'est pas muni d'une gaule l'homme chargé de l'appâtage. Il puise à l'aide d'une épuisette dans le vivier en opération et jette le poisson dans la mer. La quantité de poissons jetés est beaucoup moins grande que celle utilisée par les américains de San Diego. On sent que l'appât hawaïen est un produit précieux qu'il faut utiliser avec parcimonie.

Aussitôt que les thons sautent sur l'appât, un homme ouvre la vanne d'une conduite d'eau de mer qui court autour du tableau arrière. Cette conduite est percée en différents endroits de telle manière qu'ils s'en échappent des jets d'eau étalés en éventail. C'est l'arrosage classique de la pêche japonaise, totalement absent de la pêche californienne, et que les pêcheurs français de St Jean de Luz pratiquent aussi quoique de manière quelque peu différente.

Les hommes se réartissent alors autour de la poupe et laissent leur hameçon traîner dans le sillage du navire en le déplaçant légèrement mais jamais avec la viguer des pêcheurs californiens. De plus, les pêcheurs hawaïens sont simplement debout sur le pourtour du pont sans rien pour les protéger d'une chute ni rien pour prendre appui avec leurs genoux. Ce qui, étant donné les mouvements rapides d'un petit bateau, réclame de leur part une remarquable sûreté de pied.

Dès que la pêche est prévue, les hommes revêtent un costume qui est un véritable uniforme pour tous ceux d'Hawaii; celui-ci vient tout droit du Japon et consiste en une blouse de grosse toile bleue genre kimono, avec larges manches, qui se serre à la taille par une ceinture portant sur le devant un petit coussinet de plusieurs épaisseurs de toile. C'est là que s'appuie l'extrémité de la gaule. Ils se couvrent tous d'un chapeau de paille à larges bords inclinés vers le bas. Ainsi vêtus, leur allure générale est typiquement japonaise,

surtout si l'on considère que tous, sans exception, restent nu-pieds.

Et c'est encore la méthode japonaise que les hommes emploient dans la manoeuvre de la gaule lorsqu'un poisson a mordu. Pendant l'attente, la gaule est maintenue par le bras gauche tandis que la main droite s'appuie sur la hanche droite. Aussitôt qu'un thon est accroché, le pêcheur se penche en arrière et plie ses genoux tandis que le bras droit se saisit de la gaule et que le gauche se tient libre et dégagé. Si le poisson est de petite taille, cas de beaucoup le plus fréquent, dans les eaux d'Hawaii, le seul mouvement de reins, donné au bon moment, suffit à le faire sortir de l'eau. Il arrive alors droit sur le pêcheur qui le fait venir sous son bras gauche et s'en saisit en serrant son coude contre son corps. La main gauche accroche alors la tête du thon tandis que la droite décroche l'hameçon, la gaule reposant au creux du coude droit. Le poisson est ensuite jeté en arrière par la main gauche tandis que la droite remet en position de pêche gaule et ligne. Toute cette opération s'accomplit très rapidement.

Si le poisson est ce que les pêcheurs hawaiiens appellent gros, c'est à dire d'un poids supérieur à 15 kg, deux hommes s'arrêtent de pêcher pour aider leurs camarades en gaffant les poissons à l'extérieur de la lisse. Ceci est aussi une conséquence du fait de l'utilisation des gaules longues lorsque les thons sont méfiants (ce fut le cas lors de sortie que j'ai faite sur l'"ORION").

Le matériel de pêche hawaiien - gaule, ligne et hameçons est importé du Japon ou fabriqué par les pêcheurs sur des normes d'origines japonaises. Les bambous viennent d'Extrême-Orient et les pêcheurs se souviennent encore de la pénible période de guerre et d'après guerre où ils durent se rabattre sur les bambous lourds et peu résistants d'Hawaii ou du Mexique

Les lignes sont faites en fil de coton, ou mieux de lin que les hommes préparent eux-mêmes à partir des pelotes de ficelle du commerce. Il paraît y avoir une technique spéciale que je n'ai pu découvrir. Le résultat est une ligne à l'aspect de tresse qui est très fine mais très résistante.

Les avançons des hameçons sont faits en petits fils

d'acier que les pêcheurs extirpent de câbles divers. Ils unissent plusieurs unités ainsi obtenues jusqu'à former un bas de ligne souple et solide.

Enfin les hameçons sont presque tous fabriqués par les pêcheurs eux-mêmes à partir de tiges d'acier droites. Rares sont les hameçons du commerce, tant faits au Japon qu'aux USA. La tige d'acier est coudée, épointée et passée plusieurs fois dans un bain d'étain bouillant après passage dans un acide. Aussitôt après, l'hameçon est jeté dans un baquet d'eau. Il paraît qu'ainsi l'hameçon reste brillant quasi indéfiniment sans risque de se rouiller. Utilisant ensuite un moule de laiton, l'hameçon est placé à sa base tandis que le moule lui-même est rempli d'un alliage de plomb fondu, du nom de "Babbit"; au préalable, on a pris soin de placer une éclisse de bambou dans le même plan que la courbure de l'hameçon. Après refroidissement, le bambou est retiré, le moule ouvert, et la partie métallique de l'hameçon est alors terminée, avec un éclat brillant qu'on dit être permanent. A la place du bambou, un trou permet l'introduction du bas de ligne d'acier (ou de la ligne de lin si, comme il arrive fréquemment, le pêcheur ne juge pas nécessaire de placer un avançon métallique). Il suffit alors de parer l'hameçon avec des plumes, d'importation japonaise, dont la base est revêtue d'une gaine blanche faite en peau séchée de chèvre. La longueur des plumes doit être telle qu'en les rabattant le long de la courbure de l'hameçon, elles arrivent juste à sa pointe. L'hameçon est alors prêt à pêcher.

Les tailles des hameçons ne varient que dans de très étroites limites; ils sont tous, au presque, de petites dimensions, en tout cas toujours petits d'après les normes des pêcheurs californiens. Ceci est certainement en relation avec la taille des poissons capturés, petite par rapport à ceux pêchés depuis les tuna clippers de San Diego.

Signalons enfin que l'entière flotte de bateaux thoniers hawaïens pratiquant la pêche à l'appât vivant ne comprend guère que 25 unités environ dont le type moyen fait 25 mètres de long avec un moteur d'une puissance de 300 HP. Leur équipage est en général de 12 hommes. Ils sont tous groupés dans le port de pêche d'Honolulu bien que certains opèrent depuis le port de Hilo situé sur l'île Hawaii; ces

derniers cependant, ne font que fournir en poisson frais le marché de cette dernière île et n'entrent pas en compte dans la pêche commercialement importante, toute basée à Honolulu.

## 28/ La pêche à la palangre flottante.

Hawaii est le seul endroit du territoire des USA où cette pêche, d'origine purement japonaise, est pratiquée commercialement. Ceci découle évidemment du fait que les équipages groupent à peu près uniquement des pêcheurs japonais, formés au Japon, et qui continuent à pêcher selon une méthode dont on leur a enseigné les secrets depuis leur enfance.

L'engin qu'ils utilisent est le "long line" classique (voir mon précédent rapport sur la croisière du PAOLINA T) avec quelques modifications dans la disposition des différentes parties de la ligne.

Les bouées terminales sont continuées vers le bas par 10 brasses de ligne à partir de l'extrémité de laquelle est attachée la ligne principale portant les hameçons. Cependant, à partir de cet amarrage, 30 à 40 brasses de ligne continuent encore vers le bas et se terminent par une ancre simple : c'est la ligne d'ancrage qui, la plupart du temps, ne touche pas le fond mais stabilise cependant l'engin une fois mouillé.

Toutes les autres bouées portent seulement leurs 10 brasses de ligne conduisant à la ligne principale. Cette dernière porte 6 hameçons entre chaque bouée, c'est à dire 6 hameçons par "basket" qui sont répartis également entre les bouées toutes les 30 brasses.

Les avançons des hameçons ont 16 brasses de long en tout et sont faits de 10 brasses de ligne de coton, 5 brasses de ligne de lin et 1 brasse de fil métallique se terminant par l'hameçon. L'utilisation de la ligne de lin tend à disparaître, étant donné son prix élevé et est simplement remplacée par 1 brasse supplémentaire de ligne de coton.

L'amarrage des avançons sur la ligne principale se fait sur une longueur de 1 brasse de ligne principale de diamètre plus fort que le reste de cette même ligne. Il n'y a aucune partie métallique dans tout l'engin et tous les amarrages sont faits par des noeuds.

Ces noeuds sont de trois sortes. Il y a d'abord le

noeud de "long line" déjà décrit dans mon précédent rapport, et qui est toujours employé pour relier une ligne et une bouée; c'est à dire : la ligne principale à la ligne descendant de la bouée; les extrémités de la brasse de ligne, plus forte que le reste, où est attaché un avançon; et les différents amarrages de la bouée.

L'attache de l'avançon sur la ligne principale se fait avec un noeud spécial. La boucle qui termine l'avançon est passée dans un oeil fait avec le doigt et est alors refermée sur elle-même (voir la figure 1). Ce noeud a l'avantage d'être simple et, en même temps, d'éviter tout glissement latéral de l'avançon.

Il existe enfin un 3ème noeud qui permet la liaison de 3 lignes sur le même point, c'est à dire au niveau de chaque bouée à l'amarrage des 10 brasses de ligne de la bouée avec chaque extrémité de 2 baskets consécutifs. Pour les bouées terminales, une des deux extrémités de baskets est remplacée par la ligne d'ancrage. On forme d'abord un anneau de ligne fermé par une épissure et, en suivant le schéma de la figure 2, on aboutit à la formation de 3 boucles sur lesquelles peuvent se faire les noeuds d'amarrage classiques : noeuds de "long line".

Les pêcheurs hawaïens utilisent en général 42 "baskets" de "long line". La palangre est repérée par des perches fixées aux bouées et portant des pavillons, 1 sur chaque perche sauf sur celles des extrémités et du milieu qui portent 2 pavillons. Une bouée sur 2 seulement est munie d'une perche.

L'appât fixé sur l'hameçon est une sardine californienne reçue à l'état congelé ou, le plus souvent, salé des ports californiens. Il fut un temps où la pêcherie se servait d'appât local pêché à terre avant de partir mouiller l'engin. Mais la capture de cet appât est devenue trop problématique et, de toute façon, longue pour être possible à l'heure actuelle.

L'engin mouillé est relevé à l'aide d'un treuil japonais du même type que celui décrit dans mon précédent rapport. On tâche toujours de relever en premier l'extrémité de la palangre mouillée la première. Cependant, il peut arriver que des renversements de courant ou de vent obligent à s'attaquer d'abord à l'extrémité mise à l'eau en dernier. Dans ce cas, il est bon d'avoir un anneau à 3 boucles supplémentaires qui est

attaché sur le dessus du 1er basket tandis qu'on enlève le même anneau fixé au-dessous du même basket une fois levé. Celui-ci servira à la même opération sur le 2ème basket, et ainsi de suite. Une telle méthode suffit à inverser le sens des baskets et la mise à l'eau suivante se fait alors sans aucune autre manipulation.

Les bateaux pratiquant la pêche à la palangre flottante sont tous de type sampan. Ils sont cependant de taille inférieure aux navires faisant la pêche à l'appât vivant; certains ne dépassent pas 8 mètres de long. L'équipage est en général fait de 3 hommes seulement. Quelques uns, rares, emmènent 4 hommes et, dans ce cas, pêchent avec 48 baskets.

#### La conserverie du thon :

La conserve du thon aux îles Hawaii se fait dans une unique usine bâtie sur le quai du port de pêche d'Honolulu, celle de la Hawaiian Tuna Packers Corporation ~~qui est une filiale de la grosse société Van Camp dont le siège principal est en Californie.~~

Cette usine, moderne, est une partie d'un ensemble de bâtiments qui groupent : une usine à glace (pains, cubes et glace pilée), une usine de farine de poisson (travaillant depuis les déchets de la conserverie), plusieurs slip-ways pour les bateaux de pêche, un atelier de réparation, et la conserverie.

La conserverie travaille sur un principe exactement identique à celui des conserveries californiennes (voir mon précédent rapport sur l'industrie de la conserve du thon aux USA). La seule différence est que le "fancy pack", c'est à dire les grosses tranches de filet, sont mises en boîtes à la main et non à la machine.

Le seul type de conserve fabriqué est la conserve à l'huile, utilisant l'huile de soja, tout le reste étant dirigé sur l'usine de sous produits qui obtient une farine de poisson hautement prisée sur le marché local.