

ELEVAGE A LA REUNION DE JUVENILES DE LA TORTUE VERTE *CHELONIA MYDAS* (LINNAEUS) 1758

par G. LEBRUN

Introduction.

- Parmi les vertébrés marins faisant l'objet d'une exploitation, la tortue verte, *Chelonia mydas* (fig. 1), présente des caractères biologiques remarquables qui laissent présager des possibilités d'élevage productif.

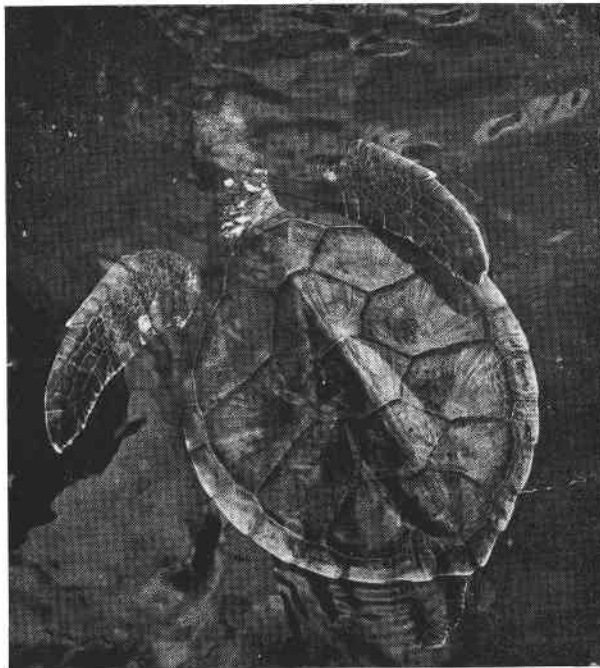


FIG. 1. — Tortue verte *Chelonia mydas* élevée à La Réunion.

Les dépenses énergétiques de la tortue verte sont réduites au minimum : étant aquatique et poïkilotherme, l'animal ne doit assurer ni la sustentation, ni la régulation thermique de son organisme. Les eaux chaudes qui constituent le biotope de cette espèce favorisent l'assimilation. En dehors des migrations pour la reproduction, le comportement peu mobile de *C. mydas* limite les dépenses motrices. —

La respiration pulmonaire est un facteur favorable qui permet de pratiquer de fortes concentrations d'animaux dans les bassins d'élevage ; la diminution du taux d'oxygène dissous pour des causes de pollution ou d'eutrophisation ne peut provoquer d'asphyxie et ne constitue pas un facteur limitant de manière directe.

La plupart des espèces marines exploitées se situent dans les niveaux les plus élevés de la chaîne trophique. La tortue verte, qui se nourrit essentiellement de phanérogames marines, se trouve à l'échelon secondaire. Ce régime herbivore facilite l'alimentation en élevage, l'animal étant capable de convertir en viande une grande variété d'aliments bon marché. Ces possibilités étendues d'assimilation permettent de prévenir un déséquilibre prononcé de l'alimentation.

Ces particularités attachées à l'espèce *Chelonia mydas* laissent prévoir une conversion alimentaire s'effectuant dans des conditions particulièrement favorables, avec un rendement supérieur à celui des animaux d'élevage traditionnels. La qualité de la viande de tortue, qui se rapproche sensiblement de la viande de bœuf, la valeur des nombreux sous-produits ainsi que la surexploitation des stocks naturels sont autant d'éléments qui interviennent en faveur de l'élevage de cette espèce.

L'idée d'un élevage extensif de la tortue verte utilisant la production fourragère d'herbiers de phanérogames marines a été émise par SCHROEDER en 1966. Des élevages ont été réalisés en Australie, à Cuba, aux Bahamas, en Polynésie française et à l'île Maurice, à des fins expérimentales ou à des fins de protection naturelle et de repeuplement. Une entreprise privée, MARICULTURE Ltd., installée dans l'île de Grand Cayman (Antilles anglaises), a mis au point avec la collaboration de chercheurs américains, une technique d'élevage industriel de la tortue verte. Bien que cette société reste très discrète en ce qui concerne les méthodes de production utilisées, il semble que cette activité de type intensif présente une rentabilité intéressante. Les produits de cette ferme à tortues ont déjà commencé à être commercialisés. La production annuelle de MARICULTURE Ltd. doit atteindre 1350 tonnes de poids vif à partir de 1975, ce qui représente environ le quart de la pêche mondiale mise sur le marché.

Lors de l'arrivée des premiers colons à la Réunion, la tortue verte venait en abondance pondre sur les plages de l'île. Consommée et appréciée sur le plan local, elle était transportée vivante sur les navires afin de procurer de la viande fraîche durant les longues traversées. Des quantités non négligeables étaient débarquées dans les ports d'armement anglais et français où cet animal constituait un mets de choix. De nos jours, les tortues marines présentes dans les eaux des Mascareignes ne viennent plus pondre à la Réunion. L'exploitation intensive de cette espèce a décimé les stocks des Mascareignes, des Seychelles, d'Aldabra, des Chagos et des Maldives. Il subsiste encore une activité de pêche dans l'archipel de Saint-Brandon ; cette exploitation, limitée par la faiblesse du stock, fournit chaque année une cinquantaine de tonnes à l'île Maurice (HUGHES, 1972). La pêche à Aldabra est à peine plus importante (FRAZIER, 1971).

Il existe toutefois dans l'océan Indien des lieux de ponte privilégiés : les îles Europa et Tromelin, que leur isolement a préservées de toute exploitation, constituent des zones de reproduction majeures sur le plan mondial. Ceci est un atout important pour la Réunion qui effectue l'administration et l'approvisionnement des stations météorologiques implantées sur ces îles.

Ces conditions uniques permettent d'envisager à la Réunion le développement d'activités d'élevage à partir des jeunes tortues prélevées à l'éclosion à Europa et Tromelin. Le problème technique se limite à une simple opération d'engraissement. Le fait de se libérer de la contrainte de la reproduction artificielle, indispensable pour le développement des fermes à tortues dans les Caraïbes, diminue considérablement les difficultés techniques et abaisse les coûts de production. En effet, la tortue verte n'atteint la maturité sexuelle qu'au bout de cinq à sept ans. L'entretien en captivité d'un stock de reproducteurs pesant environ 150 kg, avec une fécondité moyenne de 160 œufs produits annuellement par femelle, représente une charge importante pour une ferme à tortues. Les avantages de la reproduction artificielle ne seront sensibles que dans plusieurs années, lorsque les techniques d'élevage auront été parfaitement maîtrisées et que la sélection génétique permettra d'obtenir des animaux plus productifs à croissance plus rapide.

La présente étude a été entreprise dans le cadre des activités nouvelles du laboratoire de l'Institut des Pêches de la Réunion sous l'impulsion des autorités locales, lesquelles, soucieuses de rechercher des productions nouvelles susceptibles d'alimenter le marché de la viande dans le département, ont favorisé la mise en œuvre de l'opération.

Les recherches en vue de mettre au point une méthode de production de la tortue verte se sont orientées vers un type d'élevage très intensif adapté aux conditions géographiques du département. Les côtes présentent en effet des sites favorables pour des activités d'aquaculture pratiquées à terre, l'aménagement extensif des lagons étant exclu. D'autre part, les fonds marins avoisinants ne comportent pratiquement pas d'herbiers de phanérogames, ce qui implique de faire appel à une nourriture différente de celle utilisée par la tortue verte dans le milieu naturel. Cette solution différencie les techniques d'élevage étudiées de celles envisagées par SCHROEDER (1966), EHRENFELD (in HIRTH, 1971) et du projet de ferme à tortues proposé par HUGHES (1972) à l'île Maurice. L'utilisation de plantes fourragères productives et d'aliments composés apporte une ration plus riche et plus digestible. On peut en attendre un taux de conversion plus favorable et une vitesse de croissance plus élevée. Le mode d'alimentation utilisé à Grand Cayman n'est pas connu, mais il est probable, compte tenu des résultats obtenus, que les phanérogames marines ne représentent qu'une partie mineure des rations distribuées.

L'exposé porte sur les résultats obtenus sur 880 jeunes tortues mises en élevage à la Réunion de novembre 1972 à fin décembre 1973. Les observations portent sur l'utilisation des aires de ponte naturelles, sur l'alimentation et la croissance en captivité pendant la phase juvénile, sur les particularités techniques et commerciales d'un élevage local.

I. - Utilisation des aires de ponte naturelles.

Les îles Tromelin et Europa, situées respectivement à 600 et 1800 kilomètres de la Réunion, constituent des zones de reproduction de la tortue verte tout à fait exceptionnelles pour l'océan Indien et sur le plan mondial. On sait que les femelles viennent à terre pour pondre leurs œufs dans le sable de la plage ; l'incubation dure environ deux mois. A l'éclosion, les jeunes tortues émergent du sable et tentent de gagner la mer. C'est durant cette phase que la mortalité est très importante, les tortues étant alors soumises à la prédation des frégates (*Fregata minor*) et des bernard-l'hermite (*Coenobita sp.*) avant d'atteindre l'eau où elles sont attaquées par la plupart des poissons carnassiers. Les auteurs s'accordent à penser que, dans la nature, le taux de survie au bout de quelques jours serait inférieur à 1 %. La collecte des éclosions à des fins de mise en élevage peut donc être considérée comme une méthode logique, qui, en soustrayant les animaux à la prédation naturelle et en conduisant la quasi-totalité de ceux-ci jusqu'à la taille commerciale, n'affecte pas le recrutement de manière trop sensible. Il va sans dire qu'une telle collecte doit être effectuée de manière contrôlée dans des zones de reproduction particulièrement actives et en intervenant éventuellement pour protéger le stock. Tromelin et Europa constituent d'ailleurs des réserves naturelles et, à ce titre, seule une exploitation qui permet le développement ou l'équilibre des populations naturelles est envisagée.

SERVAN et BATORI ont étudié *C. mydas* à Europa et Tromelin en 1973 et 1974. D'après leurs études (communications personnelles) la saison des éclosions est très marquée à Europa où elle dure de décembre à mars, et plus étalée à Tromelin où elle dure de décembre à mai. A Tromelin, BATORI note environ 21 000 tortues écloses bien vivantes par mois en période de basse saison ; en haute saison, le nombre est de 75 000. Il apparaît que, dans cette île, il se produit au minimum 500 000 éclosions de jeunes individus viables par an. A Europa, on peut négliger les rares éclosions survenant durant les mois de basse saison. En haute saison, SERVAN évalue la production mensuelle à 200 000 jeunes. Grossièrement, on peut penser que la production minimale annuelle d'Europa est d'environ 1 000 000 de jeunes tortues.

Ces chiffres sont considérables, la mise en élevage de 5 à 10 % de ces jeunes équivalant à la production mondiale des pêcheries de tortues vertes. La collecte des éclosions sur les sites naturels

est donc envisageable dans ce cas particulier, alors que, dans le reste du monde, elle condamnerait les stocks naturels déjà très amoindris par la pêche.

Les émergences se produisent surtout la nuit ; le ramassage s'effectue au moment où les jeunes sortent du sable. Lorsque l'expédition doit s'effectuer dans les quatre jours qui suivent l'éclosion, on peut conserver les animaux à sec à condition de les tenir à l'ombre dans un endroit frais (HUGHES). Pour une durée de stockage plus longue, il faut les placer dans des bassins d'eau de mer et commencer à les nourrir. Les tortues qui n'ont pas encore été en contact avec l'eau sont celles qui supportent le mieux le transport.

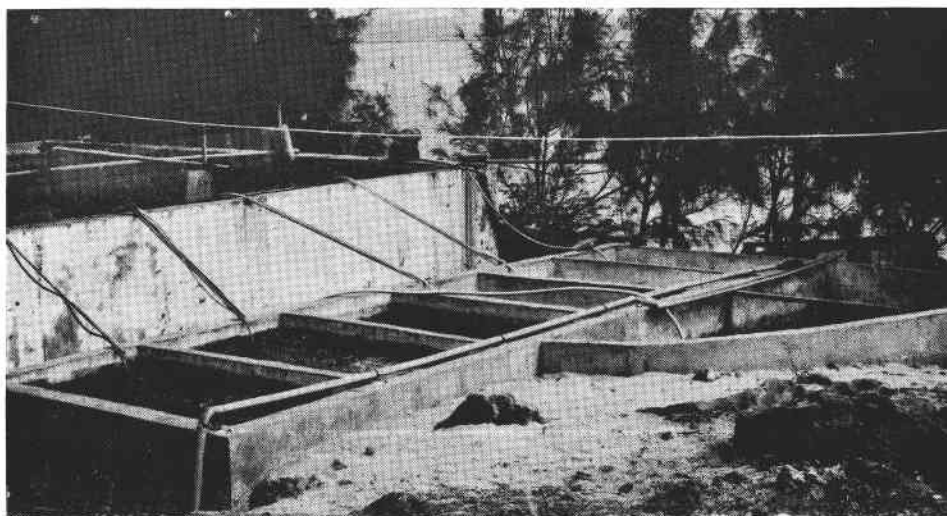


FIG. 2. — Les installations d'élevage ; le bassin situé au fond alimente, par gravité, les bassins d'essai en premier plan.

L'expédition s'effectue par avion, les individus étant placés à sec dans des caisses en prenant soin de ne pas en mettre ensemble un trop grand nombre. En effet, les jeunes tortues conservent plusieurs jours le réflexe qui leur a permis d'émerger du sable : elles s'amassent les unes sur les autres afin de gagner la surface. Pendant le transport, il s'ensuit un écrasement et un étouffement des individus placés en dessous, ce qui peut provoquer un affaiblissement ou la mortalité d'une partie du lot. Le transport dans des sacs est donc à proscrire. HUGHES préconise l'envoi des jeunes tortues à raison de cinq individus par dm². On peut concevoir des caisses adaptées à ces impératifs, superposables et présentant une faible hauteur. L'utilisation d'un matériau isolant est souhaitable ; il y a lieu de prévoir des orifices latéraux pour l'aération.

Europa et Tromelin étant régulièrement reliées à la Réunion par des avions qui assurent le ravitaillement des stations météorologiques et qui reviennent à vide, le transport des jeunes tortues peut s'effectuer facilement. Même au stade d'une ferme industrielle, les frais de transport ne seraient pas prohibitifs, chaque jeune tortue pesant en moyenne 25 grammes.

II. - Conditions techniques d'élevage.

Les essais ayant été entrepris, dans un premier temps, avec des moyens réduits, les conditions techniques d'élevage ont été très sommaires tout au long de l'étude ; le laboratoire de l'I.S.T.P.M. au Port ne disposant pas de bacs alimentés en eau de mer, des bassins ont été construits dans une concession du domaine maritime attribuée à un particulier à La Saline-les-Bains et disposant déjà d'un vivier et d'une installation de pompage.

A. Bassins.

Durant les premiers mois de croissance, les deux premiers lots de tortues ont été placés au laboratoire dans une série de cuves en plastique d'une capacité totale de 100 litres ; le pompage et la filtration s'effectuaient en circuit fermé, l'eau étant recyclée une fois par heure. Compte tenu de l'alimentation carnée, il était nécessaire de renouveler l'eau du circuit deux fois par semaine.

Poids unitaire des tortues	25 g	100 g	500 g	1000 g	2000 g
Profondeur des bassins	10 cm	20 cm	40 cm	60 cm	75 cm

TABL. 1. — Profondeur des bassins en fonction du poids individuel des tortues.

A partir du mois de mars, les animaux ont été placés dans sept bassins en ciment construits à cet effet et totalisant un volume de 8 m³ (fig. 2). En octobre, trois bassins supplémentaires ont été construits, portant le volume total à 17 m³ présentant les subdivisions suivantes :

- 3 bassins de 1,2 m³ d'une profondeur de 0,70 m
- 3 bassins de 0,7 m³ d'une profondeur de 0,40 m
- 1 bassin de 2,3 m³ d'une profondeur de 0,60 m
- 3 bassins de 3,0 m³ d'une profondeur de 0,75 m

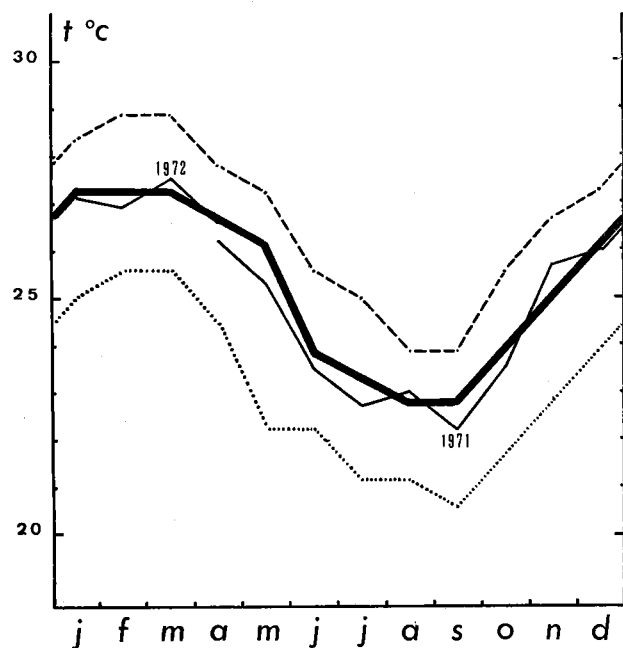


FIG. 3. — Températures mensuelles moyennes (trait gras), minimales (pointillé), maximales (tireté) des eaux de surface à La Réunion (d'après *Monthly charts of mean, minimum and maximum sea surface temperature of the Indian ocean*; Nav. océanogr. off., Washington, 1967) et températures relevées dans le lagon de la Saline d'avril 1971 à avril 1972 (trait fin).

L'eau était distribuée par gravité à partir du vivier alimenté par pompage des eaux du lagon. L'eau des bacs était renouvelée en moyenne une fois toutes les quatre heures ; la circulation était interrompue durant la nuit.

Dans les sept premiers bassins, l'évacuation se faisait par le bas afin d'éliminer les déjections laissées au fond par les tortues. Dans les trois derniers bassins, il est apparu qu'une évacuation se faisant simultanément par le fond et par un trop-plein de surface permettait d'éliminer les nombreux déchets de nourriture de flottabilité positive ou négative et d'obtenir des eaux plus limpides.

Afin de faciliter l'ingestion de la nourriture, la profondeur des bassins doit être fonction de la taille des animaux (tabl. 1). En effet, les très jeunes tortues flottent en surface et rencontrent des difficultés pour plonger ; il faut donc les habituer à rechercher une nourriture déposée au fond du bassin. A partir d'un poids unitaire de 1,5 kg les tortues restent volontiers au fond. Il est alors souhaitable que la profondeur ne soit pas trop grande afin de pouvoir surveiller les animaux et contrôler les quantités de nourriture disponibles au fond des bacs.

Pour l'élevage d'animaux subadultes, une profondeur de 1,20 m paraît convenable.

Comme nous le verrons plus loin, le volume disponible étant limité, la concentration des animaux a augmenté au cours de la croissance, atteignant dans certains bassins des valeurs excessives compte tenu de la taille des individus.

B. Température.

La température de l'eau des bassins était comparable à celle de l'eau du lagon. Celle-ci a été relevée en 1972 et 1973, à raison de deux mesures par semaine effectuées à 8 h du matin. Les moyennes mensuelles de ces températures, qui ne diffèrent pas des températures moyennes de surface des eaux du large, varient entre un minimum de 22,2° C en septembre et un maximum de 27,5° C en mars (fig. 3). Ces valeurs ne sont pas différentes de celles du biotope de *C. mydas* : à Europa, le minimum est de 22,2° C et le maximum de 27,8° C ; à Tromelin, les températures sont un peu plus élevées avec un minimum annuel de 24,4° C et un maximum de 28,8° C.



FIG. 4. — Tortues de 700 g consommant de la patate douce hachée au fond du bassin.

C. Homogénéité des lots.

Afin d'étudier la croissance sur des lots représentatifs aisément contrôlables, les animaux ont d'abord été rassemblés par classes d'âge. Dans ces conditions, les différences de croissance qui se manifestent parmi les tortues issues d'une même éclosion sont sans cesse aggravées par la domination des animaux les plus forts. Ce phénomène peut aller jusqu'à la mort des individus les plus faibles qui cessent de s'alimenter.

Lorsque les lots n'ont pas servi à l'étude de la croissance, les animaux ont été groupés par classes de poids, des remaniements étant effectués de temps à autre afin d'éviter les effets néfastes de la croissance différentielle.

D. Distribution de la nourriture.

La nourriture était distribuée directement dans les bassins, à raison de deux repas par jour (fig. 4). La nourriture carnée crue était hachée et congelée, la quantité fournie étant consommée en moins d'une heure. Les bassins étaient entièrement vidés et lavés après chaque repas, ce type de nourriture étant particulièrement salissant. De temps à autre, du phosphate bicalcique était incorporé à la ration afin de subvenir aux besoins de constitution du squelette.

La nourriture végétale se composait essentiellement de patate douce râpée et lavée. Cet aliment pouvait rester disponible au fond du bassin sans trop polluer l'eau, permettant ainsi aux animaux les plus faibles de s'alimenter correctement. Il en était de même pour l'aliment artificiel.

Ces conditions d'alimentation n'ont toutefois pas pu être respectées pendant toute la durée de l'élevage. Les difficultés techniques d'approvisionnement et de stockage de la viande et des végétaux ont souvent provoqué la réduction ou la suspension des rations. Des pannes de congélateur ou de pompe ont parfois empêché toute distribution de nourriture pendant deux ou trois jours. Ces déficiences de l'alimentation, alliées aux fortes concentrations des animaux dans les bassins, ont augmenté la compétition des tortues en élevage. La morbidité résultant de cette compétition s'est ajoutée à la pénurie alimentaire, provoquant des perturbations importantes de la croissance.

III. - Mortalité et morbidité.

Sur les 880 tortues collectées à Tromelin et Europa, 580 restaient en élevage à la Réunion au 1^{er} janvier 1974, ce qui représente une perte totale de 34 %. Ce total comprend :

- les individus morts à la suite du transport entre le lieu d'éclosion et les bassins d'élevage,
- les individus morts en élevage,

- les individus malades qui ont été relâchés en mer, faute d'installations suffisantes permettant de les isoler et de pratiquer des traitements curatifs.

La mortalité la plus importante est consécutive au transport et intervient dans les dix premiers jours qui suivent la mise en élevage. Comme nous l'avons vu précédemment, cette mortalité est due à l'écrasement et à l'étouffement des jeunes tortues lorsqu'elles sont transportées en surnombre dans un même récipient ; des précautions simples permettent de remédier à cette mortalité en utilisant des caisses de dimensions convenables.

Durant les premiers jours, on observe également la mort des individus les moins viables au moment de l'éclosion. Il peut s'agir de jeunes tortues ayant émergé du nid tardivement, ou présentant des malformations congénitales. Lors de la collecte des jeunes tortues sur les lieux de l'éclosion, on peut sélectionner les individus les plus actifs susceptibles de présenter un taux de survie optimal. Dès lors, la mortalité consécutive au transport et à l'éclosion doit devenir négligeable.

Les tortues en élevage restent fragiles durant les six premiers mois. Au-delà, les mortalités deviennent de plus en plus rares et sont généralement causées par la concentration excessive ou l'hétérogénéité des lots. Quelques mortalités sont dues à des accidents (perforations intestinales, noyades dans les orifices de vidange mal protégés) qui peuvent être évités avec des bassins correctement conçus et en distribuant une nourriture ne comportant pas de débris dangereux (arêtes de poissons, fragments d'os, etc.).

Une concentration trop élevée des animaux dans les bassins alliée aux différences individuelles de croissance provoque des réactions agressives de la part des tortues les plus fortes. Cette agressivité peut être renforcée lorsque les conditions deviennent mauvaises (distribution irrégulière de la nourriture, carences alimentaires, mauvais renouvellement des eaux, accumulation de déchets) et se traduit par des blessures chez les individus faibles. Les blessures les plus fréquentes s'observent aux paupières et aux yeux, au niveau du cou, des pattes postérieures et peuvent être à l'origine d'infections caractérisées par des nécroses blanches s'étendant à la surface de la peau ; une fois blessés, les animaux les plus faibles cessent de s'alimenter et meurent après une longue phase d'amaigrissement.

On peut agir de manière préventive en évitant les blessures par le contrôle de la concentration des animaux et de l'homogénéité des lots, par l'accroissement du renouvellement de l'eau et la régularité de l'alimentation. On peut éviter le développement de germes pathogènes susceptibles d'infecter les blessures par traitements directs des eaux des bassins avec du bleu de méthylène à la

dose de 1,5 g/m³. Il est recommandé de pratiquer systématiquement ce traitement préventif deux ou trois fois par mois pour les jeunes tortues afin de les maintenir en bon état sanitaire.

En cas de développement de nécroses infectieuses, un traitement curatif très efficace consiste à utiliser des bains de permanganate de potassium, effectués en dehors des bassins pendant une durée n'excédant pas une demi-heure, à la dose de 16 g de permanganate par m³. WITHAM (1973) a fait des observations analogues pour le traitement de ces nécroses ; il conseille de traiter directement les bassins à raison de 1 g de permanganate cristallisé pour 220 litres, la circulation des bassins étant interrompue pendant une demi-heure ; il préconise ce traitement trois fois par semaine pendant deux semaines. WITHAM fait allusion également à des blocages gastrointestinaux dus à des *Bacteroides* sp.

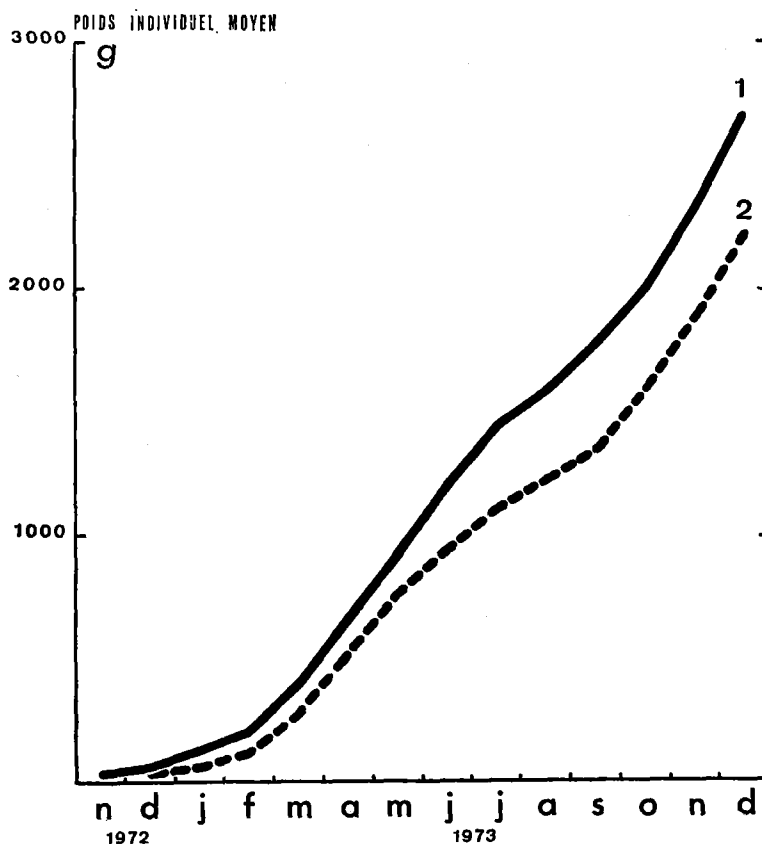


FIG. 5. — Croissance individuelle moyenne des lots 1 et 2.

On peut noter que le développement d'algues vertes sur la peau et sur la carapace des tortues est un signe de mauvais état sanitaire relativement indépendant de l'ensoleillement à la surface des bassins.

Une mortalité très importante est survenue au début de janvier 1974, causant la mort de 300 tortues en un mois. Les animaux morts appartenaient à tous les bassins, présentaient des régimes alimentaires différents et étaient âgés de 3 à 14 mois. Des tortues subadultes *Chelonia mydas* et *Eretmochelys imbricata*, situées dans le vivier en dehors de l'élevage expérimental, sont mortes également. Les autopsies pratiquées avec l'aide des Services Vétérinaires ont montré d'importantes hémorragies internes, le plus souvent au niveau du péricarde, et des points hémorragiques sur les intestins. Les individus morts étaient souvent les animaux les plus vigoureux de chaque lot. Les animaux atteints étaient par ailleurs normaux, et le foie ne présentait pas de signe de dégénérescence.

Les essais de mise en culture de fragments de foie, d'intestin et de contenu intestinal ont été négatifs. L'hypothèse d'un empoisonnement à l'aide d'anticoagulants (raticides) a été émise, mais il n'a pas été possible de procéder à des analyses permettant de mettre en évidence des substances toxiques dans l'organisme des animaux atteints. Un traitement à la vitamine K₁ naturelle a été administré à environ 150 tortues par voie buccale. Ceci a permis de sauver 70 % des individus traités, sans que le régime alimentaire ait été modifié, ce qui renforce la présomption d'une malveillance. En l'absence de preuves formelles, il est interdit de conclure. Ayant perdu toute valeur expérimentale, la totalité du stock, qui avait interrompu sa croissance pendant plus de deux mois, a été supprimée, les individus guéris ayant été remis à la mer.

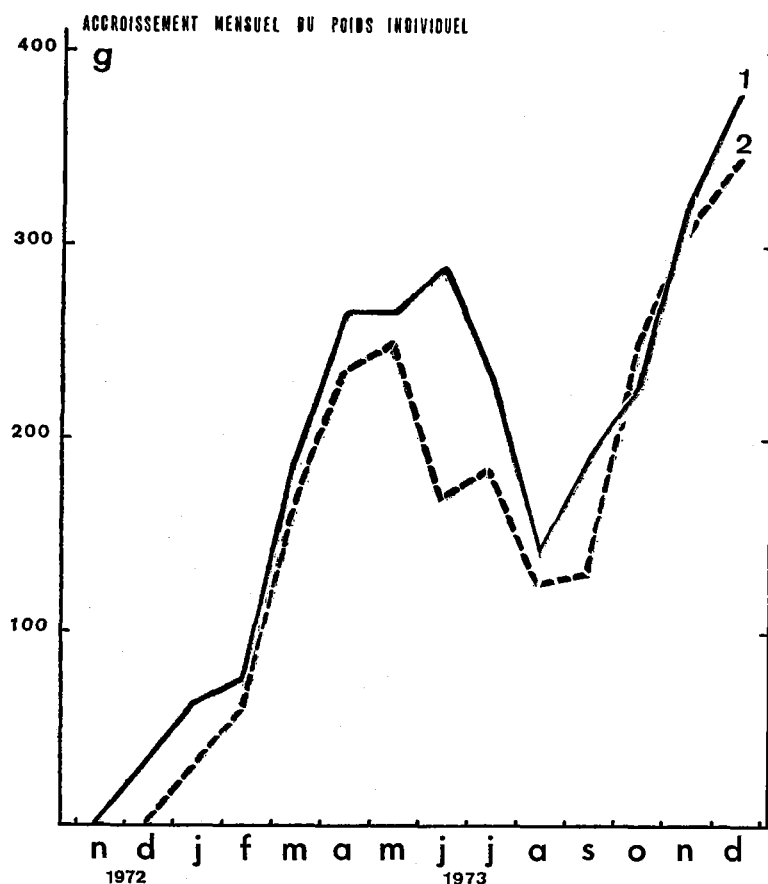


FIG. 6. — Variations mensuelles des accroissements pondéraux individuels des lots 1 et 2.

Les essais doivent reprendre avec des installations nouvelles à la fin de 1974, en partant d'animaux qui seront collectés à la prochaine saison d'éclosion. Le financement de l'opération étant prévu dans les meilleures conditions, il devrait être possible d'améliorer les techniques et de réaliser le cycle complet de trois années d'élevage pour obtenir des individus d'un poids de 45 kg.

Si l'on exclut les accidents qui ont marqué la fin de l'expérience, la mortalité en élevage reste faible lorsque les conditions techniques sont satisfaisantes. Ainsi, les deux premiers lots mis en élevage, qui ont bénéficié de meilleures conditions de transport que les suivants, ont présenté une mortalité totale de 21,5 % en 13 et 14 mois d'élevage, cette mortalité étant en général survenue au cours des tout premiers mois. A partir de l'éclosion, il est facile de réduire les pertes totales à moins de 20 % pendant la première année, époque à laquelle les animaux deviennent très résistants.

IV. - Alimentation et croissance.

Paramètres de la croissance.

A. Croissance moyenne observée.

Malgré les estimations mentionnées dans la littérature scientifique, la vitesse de croissance de *C. mydas* dans les conditions naturelles est mal connue (HIRTH, 1971). De plus, la plupart des travaux concernant l'élevage de la tortue verte à des fins de production n'ont pas été publiés.

L'étude de la croissance a été effectuée principalement sur les deux premiers lots composés chacun d'une vingtaine d'individus provenant d'une même éclosion. Ces lots étaient pesés de manière globale et n'ont fait l'objet d'aucun remaniement destiné à les rendre plus homogènes.

A leur arrivée à la Réunion, les jeunes tortues pesaient en moyenne 25 g. A l'issue de douze mois d'élevage, les tortues du lot 1 avaient atteint le poids individuel de 2435 g pour une longueur moyenne de carapace de 268 mm, et celles du lot 2 un poids moyen individuel de 2280 g pour une longueur moyenne de carapace de 262 mm. Dans chacun des lots, on observait des variations de croissance importantes selon les individus. Ainsi, pour le lot 1, on notait les résultats suivants :

- poids individuel minimal : 1750 g
- poids individuel moyen : 2435 g
- poids individuel maximal : 3215 g

Au bout du treizième mois, le poids moyen individuel atteignait 2 800 g dans le lot 1, avec une longueur moyenne de carapace de 283 mm.

Les courbes de croissance (fig. 5) présentent une forme irrégulière. Après une phase de croissance rapide au cours des six premiers mois, on observe un ralentissement durant les mois de mai à août.

La représentation de l'accroissement de poids mensuel permet de mieux visualiser ce fléchissement (fig. 6). Pour le lot 1, la croissance ralentit à partir du mois de juin et retrouve son niveau antérieur au mois d'octobre ; pour le lot 2, elle ralentit à partir du mois de mai et retrouve son niveau antérieur au début d'octobre. Cette simultanéité permet d'attribuer ce phénomène à des conditions de milieu ou d'élevage communes aux deux lots.

Afin de permettre la comparaison avec d'autres études, on a établi la relation entre le poids des individus et la longueur entre perpendiculaires de leur carapace. Le calcul de régression effectué sur 113 individus de 75 à 4 300 g donne la relation suivante : $\log W = 2,6315 \log L - 3,0061$ (W en g., L en mm).

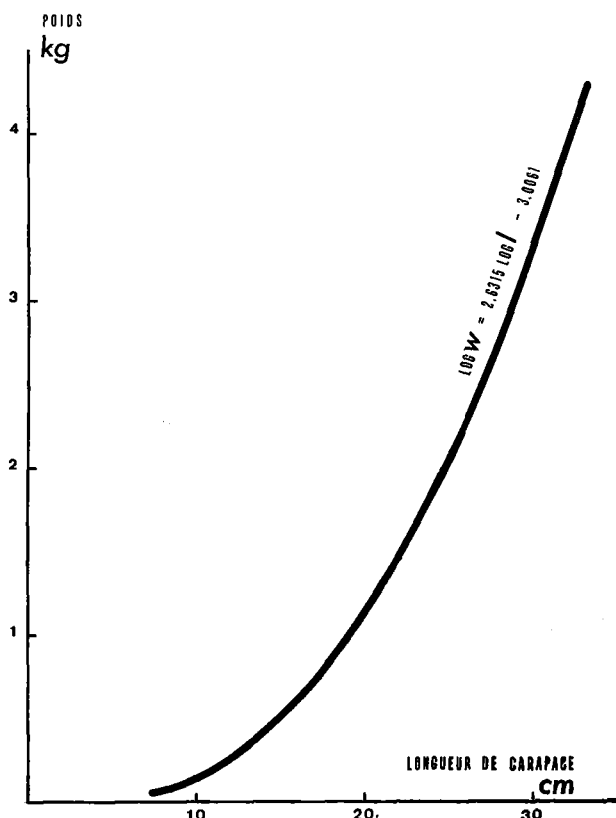


FIG. 7. — Relation taille-poids chez les tortues en expérience.

Cette relation est applicable dans l'intervalle de poids considéré, mais ne peut être extrapolée en dehors de ces limites (fig. 7). Le fait que cette expression soit éloignée d'une cubique (coefficient égal à 2,6315 \neq 3) ne doit pas étonner puisque la relation donnée par CALDWELL pour *Chelonia mydas carrinagra* est la suivante (in HIRTH, 1971) : $\log W = 2,60 \log L - 2,14$ (W en kg, L en inches).

Les coefficients trouvés, 2,63 et 2,60 sont très proches et caractéristiques de l'espèce *Chelonia mydas*. La faible valeur de ces coefficients tient au fait que la carapace est proportionnellement plus réduite et plus plate chez les jeunes tortues que chez les tortues plus âgées ; à l'éclosion, les nageoires antérieures et la tête représentent une part importante de l'organisme qui diminue considérablement au profit de la carapace à mesure que les individus approchent de la maturité.

B. Influence de la température.

Au cours du ralentissement de la croissance observé précédemment, les lots 1 et 2 présentent un accroissement de poids mensuel minimal au mois d'août, lorsque les températures moyennes de surface atteignent leur valeur minimale. L'examen de la figure 8 suggère une corrélation entre l'accroissement de poids mensuel et la température. Les résultats obtenus par les cinq premiers lots

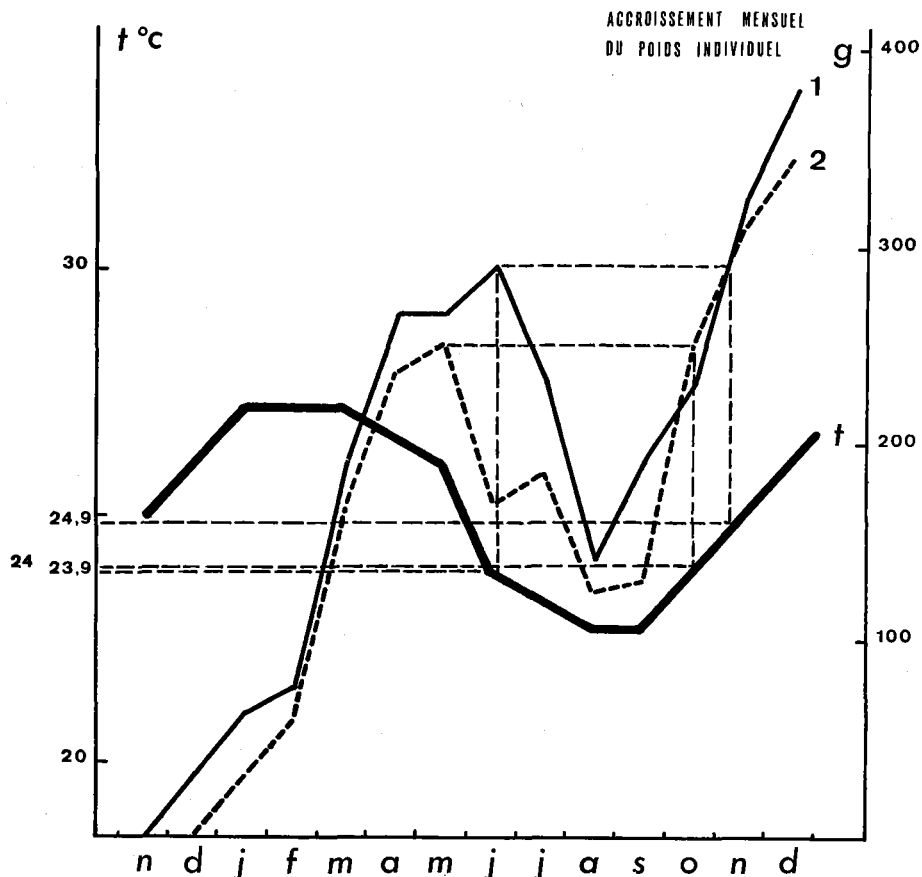


FIG. 8. — Variations de l'accroissement pondéral mensuel des individus des lots 1 (trait fin) et 2 (tireté) et de la température moyenne des eaux de surface (trait gras).

mis en élevage entre novembre et mars mettent en évidence cette relation : les poids individuels moyens atteints en quatre mois par ces différents lots augmentent en fonction de la moyenne thermique pendant la période d'élevage de chacun d'eux (fig. 9) ; avec un poids un peu faible, seul le lot 4 présente une légère anomalie.

La mauvaise connaissance des variations thermiques réelles dans les bassins et l'influence des autres facteurs du milieu ne permettent pas d'effectuer une étude quantitative de ce paramètre. Toutefois, on peut observer sur la figure 8 que, pour le lot 1, l'accroissement de poids mensuel cesse d'augmenter lorsque la température moyenne descend en dessous de 23,9 °C et dépasse ce

niveau antérieur lorsque celle-ci dépasse 24,9 °C ; le lot 2, après un ralentissement irrégulier de la croissance, dépasse le niveau optimal antérieur à partir d'une température de 24 °C. Le seuil thermique au-dessous duquel l'accroissement de poids par unité de temps diminue se situe donc entre 24 et 25 °C. Toutefois, le facteur température ne suffit pas à expliquer entièrement les courbes de croissance obtenues, l'accroissement de poids mensuel ayant repris son augmentation avant que le réchauffement des eaux ne s'amorce.

La figure 9 montre l'influence de la température sur les résultats obtenus et l'importance de la date de collecte des jeunes tortues pour une conduite optimale de l'élevage. Au bout d'un an, les meilleurs résultats ont été obtenus avec le lot 1, éclos le 15 novembre, qui a bénéficié de la plus grande partie de la saison chaude durant la première phase de la croissance. Les tortues des lots suivants, même si elles ont profité des températures maximales dès la mise en élevage, sont arrivées trop vite en saison froide ; leur poids individuel insuffisant ne leur a pas permis de

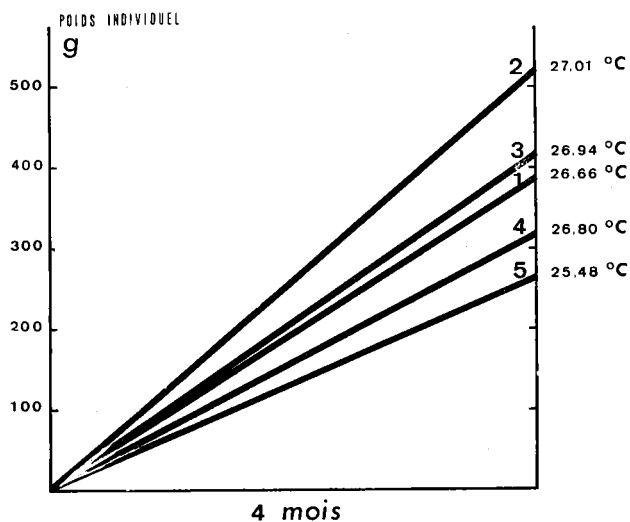


FIG. 9. — Variations des poids moyens individuels atteints, en quatre mois par 5 lots, en fonction des conditions thermiques.

conservé une croissance absolue importante. Ainsi, les éclosions du mois d'avril ont donné des résultats très médiocres, inférieurs de moitié à ceux des premiers lots.

Il semble donc particulièrement important de collecter les jeunes tortues en novembre, au début de la saison chaude. Pour obtenir des résultats supérieurs, on pourrait envisager, compte tenu du faible volume que cela représente, de chauffer les bassins des animaux les plus jeunes, afin d'avancer d'un mois ou deux leur mise en élevage et de bénéficier ainsi des conditions thermiques favorables pendant neuf mois consécutifs en début de croissance. Ceci permettrait d'augmenter de façon très sensible les poids atteints en douze mois, ce progrès devant s'accroître lors de la poursuite de l'élevage. L'étalement de la saison des éclosions à Tromelin semble autoriser une telle pratique.

C. Influence de la concentration des animaux.

La concentration des animaux dans les bassins est un paramètre déterminant pour le niveau des investissements d'une ferme d'élevage. La valeur optimale à rechercher est celle qui permet d'élever la plus grande quantité de tortues dans un volume donné sans entraver la croissance. Une valeur excessive développe la rivalité entre les individus pour la nourriture et pour la place disponible. Chez les sujets les plus faibles, on observe des blessures favorisant la morbidité et un ralentissement de l'alimentation préjudiciable à la croissance. Pour pratiquer des concentrations élevées dans les bassins, il est donc nécessaire de conserver des lots homogènes régulièrement triés par classes de taille.

L'occupation des bassins se fait de manière différente suivant l'âge des animaux. Les tortues présentent d'abord un comportement juvénile ; elles se tiennent de préférence en surface et ne plongent que pour rechercher leur nourriture. Le bassin n'étant pas occupé dans son volume, mais sur sa surface, sa charge maximale dépendra de la superficie occupée par chaque animal et d'une « aire vitale » nécessaire à l'activité de la tortue, qu'on peut estimer être proportionnelle à la superficie individuelle suivant un rapport constant pendant la période de croissance considérée. De ce fait, pour une surface de bassin donnée, la superficie totale effectivement couverte par les carapaces des animaux restera constante quelle que soit la taille des individus. La charge pondérale du bassin sera le poids des animaux occupant cette aire.

La charge C constituée par n individus de longueur l , de superficie individuelle s et couvrant une superficie effective totale S est la somme des poids p des n individus :

$$\begin{aligned} S &= n s \\ p &= k l^3 \\ C &= n p = n k l^3 = n k s l = n k \frac{S}{n} l = k S l \end{aligned}$$

Pour des individus de longueur l' , on a :

$$C' = k S l' \quad \text{d'où : } \frac{C'}{C} = \frac{l'}{l} = \left[\frac{p'}{p} \right]^{1/3}$$

En partant d'une valeur observée de 20 kg/m² pour des tortues de 1500 g, cette formule empirique donne les concentrations qu'il convient de ne pas dépasser (tabl. 2). Cependant, les animaux de moins de 250 g, en raison de leur fragilité particulière, requièrent des concentrations plus faibles que les valeurs théoriques. En début d'élevage, on se limitera à 50 individus par m², jusqu'à ce que la concentration pondérale calculée soit atteinte.

Poids individuel (g)	Concentration pondérale (kg/m ²)
50	(6,4)
100	(8,1)
250	11,0
500	13,9
750	15,9
1000	17,5
1500	20,0

TABL. 2. — Concentrations pondérales maximales en fonction du poids individuel.

Au-delà de 1500 g, les tortues acquièrent peu à peu un comportement subadulte : on les observe fréquemment en position de repos au fond du bassin, ou en déplacement entre deux eaux. Le volume est alors occupé de manière plus complète et l'on peut rapporter la concentration à l'unité de volume, bien qu'une profondeur trop grande soit inutile. Avec le développement progressif de ce comportement, la charge des bassins augmente rapidement, jusqu'à l'obtention d'un niveau d'équilibre correspondant à l'occupation effective du volume. Dès lors, la concentration pondérale ne devrait théoriquement plus varier quelle que soit la taille des individus. En réalité, le fond et la surface continuent à rester des zones privilégiées dont la charge partielle est fonction de la taille des individus.

Afin de donner une idée des concentrations pratiquées, les lots 1 et 2, avec des poids moyens individuels de 1905 et 1520 g ont été placés dans des bassins plus grands le 5 octobre. Leurs concentrations avaient alors atteint respectivement 30 kg/m³ et 27 kg/m³. A partir de cette date, on n'observe pas d'amélioration particulière de la croissance (fig. 6), ce qui montre que la concentration maximale n'était pas atteinte. Les individus, qui n'avaient pas encore adopté le comportement subadulte, ne présentaient pas de blessures. Cette observation montre que la concentration optimale, atteinte à partir d'un poids individuel de 5 kg serait de l'ordre de 50 kg/m³ (fig. 10).

D. Alimentation.

Dans le milieu naturel, le régime alimentaire des juvéniles est mal connu, mais on admet en général que ceux-ci sont carnivores durant les premiers mois. A l'âge d'un an, ou à partir d'un

poids de un à quatre kilogrammes, les tortues vertes deviennent essentiellement herbivores (HIRTH, 1971) Les subadultes et les adultes broutent les herbiers de phanérogames marines (*Thalassia*, *Cy-modocea*, *Zostrera* etc.), se nourrissant occasionnellement d'algues diverses, de plantes aquatiques d'eau douce, sans négliger parfois quelques méduses, mollusques ou crustacés (CARR, 1952).

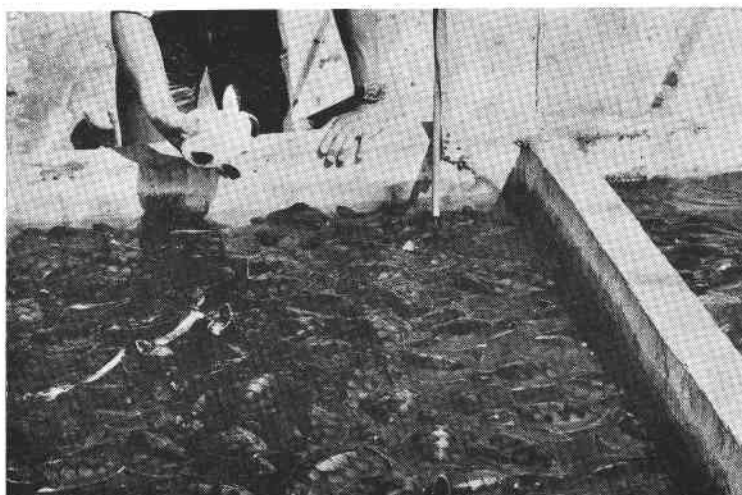


FIG. 10. — Concentration atteignant 73 kg/m³ pour des animaux ayant un poids individuel moyen de 420 g.

En bassin, les jeunes tortues acceptent la plupart des aliments carnés tels que les déchets de viande, la chair et les viscères de poisson. Actuellement, les conditions locales ne permettent pas de se procurer des restes de poisson de manière régulière ; la principale source d'approvisionnement en aliments carnés est constituée par les viandes saisies par les Services Vétérinaires, essen-

Poids de l'animal en grammes	30	50	350	400	500	550
Taux de conversion	1,6	3,0	5,1	4,3	5,3	5,3

TABL. 3. — Taux de conversion en régime carné en fonction du poids individuel.

tiellement du poumon et du foie de porc ou de bœuf. La fourniture étant gratuite, le coût de ce type d'alimentation dépend surtout du transport, de la préparation et du stockage en congélation des aliments.

La conversion alimentaire a été mesurée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Taux de conversion} = \frac{\text{Poids humide de l'aliment}}{\text{Gain de poids de l'animal}}$$

La conversion des aliments s'effectue avec un rendement d'autant plus favorable que la valeur trouvée est basse. Comme il est difficile de connaître exactement les quantités ingérées par les animaux, les mesures font appel aux quantités distribuées dans les bassins sans tenir compte des pertes. Les résultats ont donc une valeur pratique pour l'élevage, mais ne mesurent pas la conversion effective des aliments lorsque l'appétit est irrégulier et que les repas sont mal consommés.

Les valeurs obtenues en régime carné (tabl. 3) sont basses durant les cinq premiers mois. A

titre de comparaison, le taux de conversion obtenu avec un régime à base de poisson est de 8 dans les élevages de sérioles japonais.

A partir du mois de mai, les taux de conversion sont devenus beaucoup plus défavorables, avec des valeurs supérieures à 10. Plusieurs causes peuvent avoir contribué à ces résultats médiocres :

- a) l'abaissement de la température,
- b) l'irrégularité des approvisionnements en nourriture (l'alternance de rations insuffisantes ou excessives perturbe l'appétit des animaux et provoque des pertes de nourriture importantes qui élèvent le taux de conversion),
- c) des causes physiologiques annonçant le passage progressif au régime herbivore.

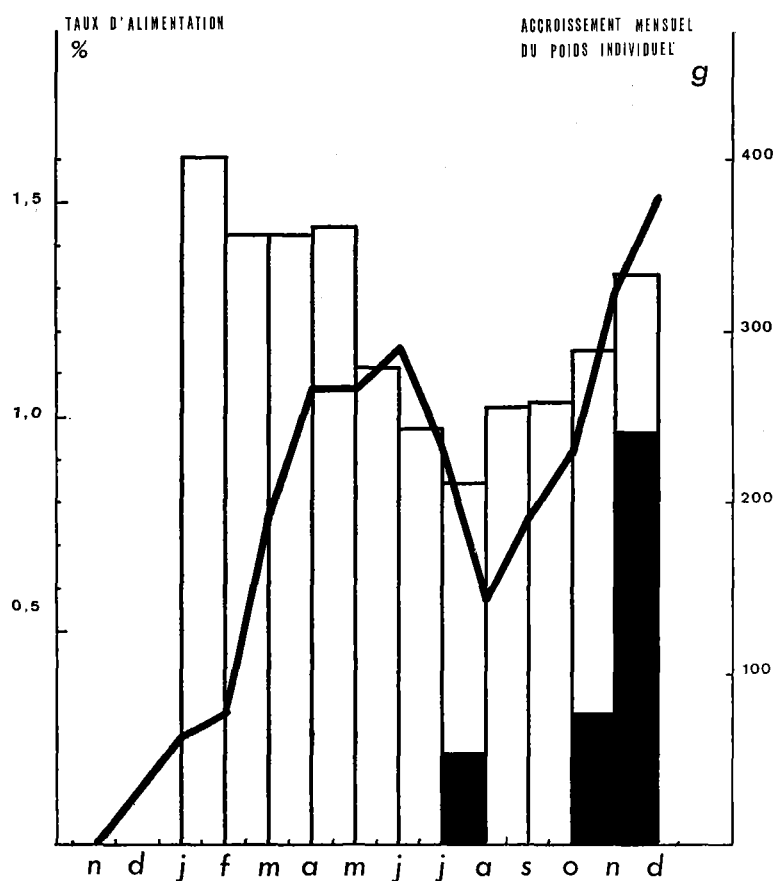


FIG. 11. — Variations de l'accroissement pondéral mensuel des individus du lot 1 (trait gras) et du taux d'alimentation journalier en matière sèche ; les parties claires de l'histogramme représentent la nourriture carnée, les parties sombres, la patate douce.

De plus, le poumon de porc, qui constituait la quasi totalité des rations pendant cette période, est un aliment peu riche. En régime carné, il est souhaitable de varier les aliments. Lorsqu'il sera possible d'utiliser les déchets de la conserverie projetée à la Réunion, les viscères de thon pourront constituer un bon aliment en alternance avec les viandes saisies d'abattoir.

A partir d'un poids individuel d'un kilogramme, des essais d'alimentation végétale ont été effectués. Afin d'utiliser les végétaux les plus productifs sur le plan local, nous avons essayé la patate

douce fourragère, susceptible de donner annuellement à l'hectare plus de 80 tonnes de racines à 30 % de matière sèche. Les résultats ont montré que la patate douce était correctement digérée. D'autres essais ont mis en évidence les inconvénients du manioc, qui semble plus indigeste et qui nécessite d'être pelé afin d'éliminer l'enveloppe externe contenant des substances toxiques à l'état cru.

En alternance avec la viande, la patate douce est bien acceptée. Le poids humide consommé à chaque repas est en général inférieur au poids humide correspondant d'aliment carné. Si l'on convertit les poids humides en poids de matière sèche, à raison de 15 % pour l'aliment carné et de 30 % pour la patate douce, on observe que la quantité de matière sèche consommée quotidiennement ne varie pas selon la nature des aliments.

Afin de mieux connaître les quantités nécessaires journalièrement à la croissance, on a défini un taux d'alimentation de la manière suivante :

$$\text{Taux d'alimentation (\%)} = \frac{\text{Poids de la matière sèche ingérée par une tortue en 24 h}}{\text{Poids individuel}} \times 100$$

Du fait de l'approvisionnement irrégulier en nourriture, le taux d'alimentation a fortement baissé de mai à août atteignant un minimum de 0,84 % au moment où la croissance est minimale (fig. 11). L'influence de ce paramètre semble venir s'ajouter à celle de la température. En effet, la croissance reprend sensiblement en août et septembre, la température restant à son niveau minimal, lorsque les animaux sont nourris au taux de 1 % ; la croissance optimale antérieure est dépassée pour un taux de 1,15 %. La valeur optimale semble de l'ordre de 1,30 %, sauf pendant les quatre premiers mois de croissance ou elle est plus élevée. La figure 9 montre également que la matière sèche d'origine végétale peut remplacer avantageusement une partie importante de la matière sèche d'origine animale.

L'action simultanée des paramètres température et alimentation sur la croissance interdit de préciser plus avant leur influence respective. Il est possible que, en saison froide, l'abaissement de température limite l'appétit des animaux, faisant ainsi baisser le taux d'alimentation. Cependant, dans ce cas, le taux ne doit pas descendre en dessous de 1,05 % : une alimentation insuffisante provoque simultanément un ralentissement de la croissance et l'élévation des taux de conversion ; en effet, les besoins d'entretien des animaux sont couverts en priorité et la faible part de l'aliment restant disponible pour les besoins de croissance est à l'origine du mauvais rendement obtenu globalement. A la limite, si l'alimentation ne couvre que les besoins d'entretien, la croissance est nulle et la ration n'est pas convertie en viande. Pour la rentabilité d'un élevage, il est donc indispensable de pratiquer le taux d'alimentation optimal.

L'appétit des animaux est également soumis à l'influence de la lumière et les repas sont mieux consommés lorsque la surface des bassins est exposée au soleil.

Croissance optimale en élevage.

L'observation de la croissance moyenne par lots a permis de définir l'influence des différents paramètres susceptibles d'affecter la croissance. On note que les résultats obtenus sont inférieurs à ceux d'un élevage qui mettrait à profit la connaissance de ces divers facteurs. Il est donc intéressant, en tirant parti de l'étude précédente, d'évaluer les possibilités optimales d'alimentation et de croissance des tortues vertes en élevage afin de définir une méthode de production et de permettre une première estimation des coûts.

A. Vitesse de croissance.

Les variations de poids individuels au sein d'un même lot ralentissent la croissance moyenne de celui-ci. L'observation des individus les plus gros d'un même lot donne une idée du résultat optimal que l'on peut obtenir en conservant des groupes homogènes. Dans le lot 1, moins influencé que les suivants par l'abaissement de température, la concentration des animaux ou les irrégularités d'alimen-

tation, l'individu présentant la taille maximale fournit une approximation de la vitesse de croissance qu'il est désormais possible d'obtenir dans un élevage en tenant compte de ces facteurs :

pesant 25 g à l'éclosion, cette tortue a atteint un poids de 3215 g en un an d'élevage, et un poids final de 4300 g en un an et sept semaines (fig. 12). Durant le dernier mois (décembre), cet animal avait un accroissement pondéral mensuel de 660 g, soit 18,1 % de son poids vif. Ce taux d'accroissement, en relation avec les températures de la saison, était en augmentation (tabl. 4).

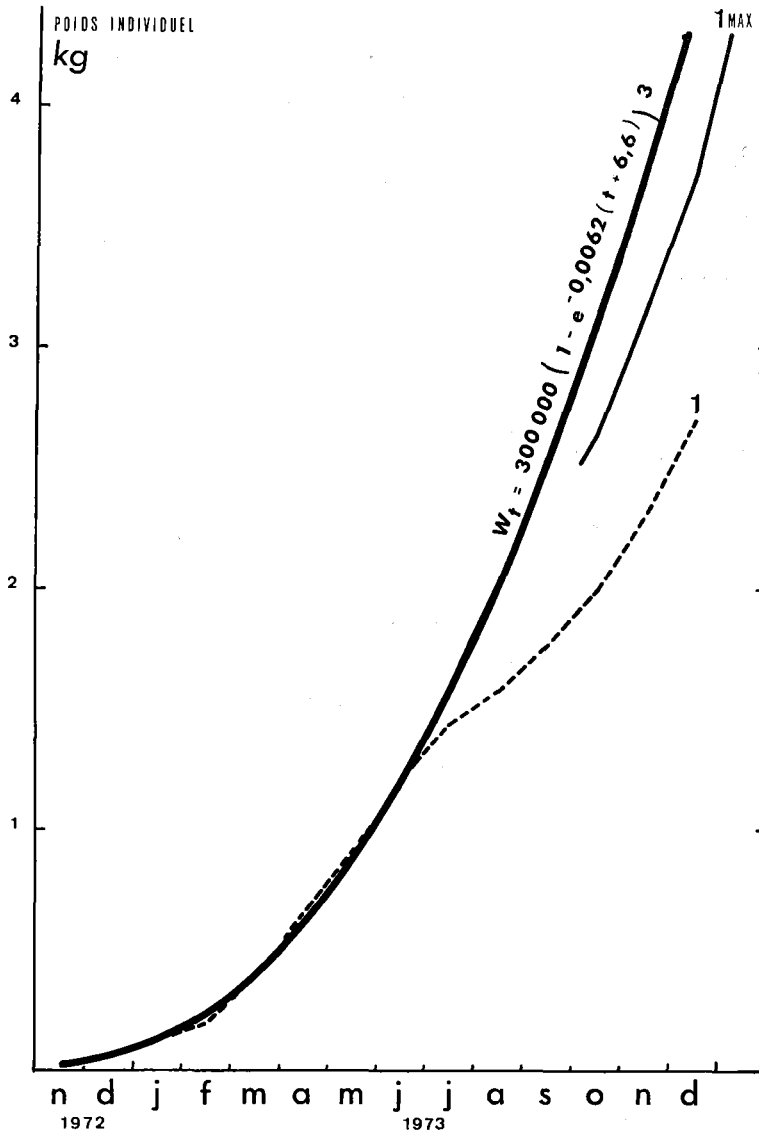


FIG. 12. — Equation théorique optimale de la croissance de la tortue verte en élevage (trait gras), croissance individuelle moyenne (tireté) et croissance individuelle maximale (trait fin) obtenues pour le lot 1.

Un accroissement relatif mensuel de 15 % aboutit à un poids individuel de 17 kg à l'issue de la deuxième année d'élevage, un taux de 18 % aboutissant à un poids de 22,5 kg. Une telle extrapolation est malgré tout hasardeuse et il est souhaitable de se référer à des résultats mentionnés

dans des expériences similaires. Malheureusement, seule la croissance de la tortue marine *Caretta caretta* a été véritablement étudiée (UCHIDA, 1967), et il faut faire appel à des observations fragmentaires pour *Chelonia mydas*.

L'entreprise MARICULTURE Ltd. parvient à un poids individuel de 45 kg à l'issue d'environ trois années d'élevage (comm. pers.). A l'aide de la méthode de Von Bertalanffy, on a recherché une équation de croissance qui intègre à la fois les résultats des neuf premiers mois d'élevage à la Réunion et ceux obtenus au bout de trois ans dans cette entreprise industrielle.

Mois	Octobre	Novembre	Décembre
Nombre de mois de croissance	11	12	13
Accroissement de poids mensuel	415 g	525 g	660 g
Accroissement pondéral relatif mensuel	15,37 %	16,32 %	18,13 %

TABL. 4. — Maxima d'accroissement pondéral individuel dans le lot 1.

En choisissant des intervalles de temps t de dix jours, on calcule le point moyen d'abscisse $W_t^{1/3}$ et d'ordonnée $W_{t+1}^{1/3}$. En faisant varier arbitrairement le poids limite W_∞ , on recherche ensuite la pente de la droite qui, passant par ce point moyen, permet de déduire une équation de croissance répondant au résultat mentionné par MARICULTURE. On parvient ainsi aux constantes de croissance suivantes : $W_\infty = 300\ 000$ g ; $k = 0,0062$; $t_0 = -6,6$.

L'équation de croissance ainsi définie a pour expression :

$$W_t = 300\ 000 (1 - e^{-0,0062 (t + 6,6)})^3$$

(W en grammes, unité de temps $t = 10$ jours).

Selon cette équation, les animaux devraient parvenir aux poids suivants : 0,870 kg en 6 mois, 3,750 kg en 1 an, 17,200 kg en 2 ans, 40,500 kg en 3 ans.

Sur la figure 12, on remarque que la croissance individuelle maximale observée dans le lot 1 est peu différente de cette équation théorique durant la première année. Le poids théorique à l'issue de la deuxième année, avec une valeur de 17 kg, concorde avec l'estimation précédente. Par ailleurs, le poids limite trouvé est peu différent des poids maxima observés à Europa par SERVAN (comm. pers.). Les estimations se rejoignent, et il apparaît donc que la poursuite de l'élevage dans les conditions optimales devrait aboutir aux résultats obtenus industriellement à Grand Cayman.

HUGHES (1972) craignait que les populations de *C. mydas* de l'océan Indien n'aient une vitesse de croissance en élevage inférieure à celles d'Atlantique. Il semble qu'il n'en soit rien. Pour l'Atlantique, PRITCHARD (1967) précise que, dans de bonnes conditions, on parvient en un an à une longueur de carapace de 30,5 cm. Cette même valeur a été observée au bout de douze mois sur la tortue présentant le poids maximal dans le lot 1. Les résultats cités par FRAZIER (1971) à Aldabra sont même légèrement supérieurs, avec des longueurs de carapace de 27 à 33,5 cm (poids individuels de 3200 à 5200 g) obtenues en treize mois et demi.

MARICULTURE commercialise les tortues à un poids de 45 kg. On admet en général que la vente doit s'effectuer avant que les animaux n'atteignent le point d'inflexion de la courbe de croissance, c'est-à-dire pour un poids inférieur à 30 % du poids limite. Il semble que ce soit le cas à

MARICULTURE, la commercialisation étant vraisemblablement anticipée par rapport au moment théorique idéal afin d'éviter les investissements et les risques inhérents à une spéculation trop longue.

B. Alimentation artificielle.

L'alimentation constitue le poste le plus élevé dans les coûts de production de tous les élevages traditionnels ; pour les porcs, on estime par exemple qu'elle représente plus de 70 % des coûts. La parfaite connaissance de la conversion des aliments et de leur prix de revient est indispensable pour évaluer la rentabilité d'une ferme à tortues. L'utilisation d'un aliment composé permet de s'affranchir des fluctuations saisonnières des aliments constitués par les fourrages, de disposer d'une matière première peu dégradable et facile à stocker et d'avoir ainsi un coût alimentaire stable.

Par l'intermédiaire d'une filiale réunionnaise, nous avons pris contact avec le bureau d'études de la firme SANDERS afin de mettre au point un aliment composé pour tortues vertes que l'on puisse distribuer dans les bassins, la tenue à l'eau du granulé devant permettre que l'aliment reste à la disposition des animaux pendant plus d'une heure.

On sait que *C. mydas* se nourrit de phanérogames marines, après le stade juvénile, et plus particulièrement de « l'herbe à tortues » *Thalassia testudinum*, dont les feuilles ont la composition suivante (HIRTH, 1971) :

Protéines :	13 %
Constituants minéraux :	25 %
Hydrates de carbone :	36 %
Fibre non digestible :	16 %
Matière grasse :	0,5 %

L'œuf de tortue peut fournir également des renseignements sur les besoins nutritionnels des jeunes. HIRTH (1971) donne les chiffres suivants :

Eau :	79 %
Protéines :	11,8 %
Constituants minéraux :	1,1 %

Cent grammes d'œufs contiennent en outre 227,85 mg de phosphore, 93,58 mg de calcium, 1,95 mg de fer, 453 microgrammes de vitamine B₁ et 442 microgrammes de vitamine B₂.

Le premier échantillon d'aliment composé, fourni par les laboratoires SANDERS, se présentait sous la forme de granulés cylindriques, de 5 mm de diamètre pour une longueur moyenne de 15 mm, destinés aux tortues d'un poids de deux kilogrammes. La cohésion des granulés était excellente, assurant une tenue à l'eau satisfaisante pendant un minimum de deux ou trois heures. Cet aliment s'est avéré suffisamment appétant, étant consommé d'emblée par les animaux non conditionnés.

La formulation de l'aliment communiquée par SANDERS est la suivante : blé, maïs, sorgho, hominy-chop (résidu de maïs), tourteau d'arachide, farine de poisson à 65 % de protéine, composé minéral vitaminé.

Les caractéristiques de cette formule sont les suivantes :

Humidité :	14 % max.
Protéine brute : 17,5 % ;	16,5 % min.
Matière grasse :	3 % min.
Cellulose :	5 % max.
Matière minérale totale :	7 % max.

Le composé minéral vitaminé apporte les éléments ci-dessous :

Calcium :	1,08 %
Phosphore :	0,64 %
Lysine :	0,68 %

Méthionine :	0,27 %
Méthionine + cystine :	0,50 %
Vitamine A :	1 600 000 U.I./100 kg
Vitamine D ₃ :	260 000 U.I. »
Vitamine B ₂ :	360 mg/100 kg
Vitamine B ₆ :	250 mg »
Vitamine PP :	1 680 mg »
Vitamine B ₁₂ :	2 mg »
Pantothénate de calcium :	840 mg »
Vitamine E :	314 mg »
Vitamine K :	314 mg »
Choline :	4 000 mg »

Un essai de conversion alimentaire a été réalisé sur 21 tortues qui ont passé d'un poids moyen de 1690 g à un poids de 1731 g en quatre jours. Le taux d'alimentation (en matière sèche) était de 1,15 %, le taux de conversion obtenu étant de 2,29.

Ce résultat confirme le rendement élevé de transformation de la nourriture chez *C. mydas*, rendement comparable à celui du poulet en ce qui concerne le taux de conversion du granulé et sa faible teneur en protéines. De ce fait, l'aliment composé semble représenter la solution la plus intéressante pour un élevage de tortues marines. Compte tenu du faible pourcentage de protéines entrant dans la composition de la formule, son prix de revient est très proche de celui d'un aliment pour volailles (en décembre 1973, on estimait qu'un tel aliment fabriqué à la Réunion, coûterait environ 70 CFA/kg).

Cet essai limité ayant été effectué avec la faible quantité d'échantillon disponible, il convient dès lors de confirmer et de préciser les résultats obtenus. Le conditionnement des animaux à cet aliment devrait diminuer les pertes, augmenter le taux d'alimentation et améliorer le taux de conversion. Par contre, en utilisant cette formule de manière exclusive pendant une longue durée, des carences peuvent apparaître et détériorer les résultats. Pour éviter ce risque, il est souhaitable de pratiquer une alimentation mixte, l'essentiel de la ration étant fourni par l'aliment artificiel, un végétal frais tel que la patate douce apportant des oligoéléments variés et assurant l'encombrement nécessaire du tube digestif. Une telle solution devrait être à la fois la plus sûre et la plus économique.

L'expérimentation du granulé ayant eu lieu en octobre (soit dans des conditions de température légèrement inférieures à la moyenne thermique annuelle), on peut escompter un taux de conversion plus favorable en saison chaude et plus défavorable en pleine saison froide.

L'aliment proposé est susceptible d'être amélioré : l'apport de la ration protéique pourrait être partiellement fourni par des éléments très appétants tels que la farine de têtes de crevettes (disponible à Madagascar) ; l'augmentation du taux d'alimentation améliorerait alors la vitesse de croissance et le taux de conversion.

Le pourcentage protéique optimal devrait être précisé, en tenant compte à la fois de la conversion, de la vitesse de croissance et du coût de l'aliment. Il serait d'ailleurs intéressant de mettre au point un granulé très riche pour nourrir les jeunes tortues durant la phase carnivore, les études précédentes ayant montré que les premiers mois de croissance avaient une importance déterminante sur tout l'élevage.

La fabrication industrielle du granulé SANDERS a été entreprise, en France métropolitaine et à la Réunion. Toutefois, les presses utilisées n'ont pas permis de parvenir à des résultats concluants, la cohésion du granulé obtenu étant bien inférieure à celle du premier échantillon et insuffisante pour assurer la tenue à l'eau. Ce problème technique, actuellement en cours d'étude, tient au fait que les presses industrielles ont des caractéristiques techniques différentes de l'installation pilote du centre de recherches de la firme.

Par ailleurs, l'adjonction de liants est envisagée pour permettre l'utilisation des machines actuelles. L'utilisation d'amidon cuit semble le moyen le plus simple ; d'autres possibilités reposent sur l'utilisation d'HPMC (hydroxypropylméthylcellulose) étudiée par THAIN et URCH (1972) pour l'alimentation des poissons ou sur l'incorporation à l'état humide de farines de blé dur préconisée par BALAZS, ROSS et BROOKS (1973) pour l'alimentation des crustacés.

Ces diverses voies de recherche devraient permettre soit de mettre au point la fabrication industrielle d'un granulé analogue à l'échantillon fourni par les laboratoires, soit d'améliorer la formule par l'adjonction d'un liant compatible avec le matériel de fabrication actuel.

V. - Productions.

HIRTH (1971) note que, parmi les sept espèces de tortues marines, la tortue verte est celle qui présente la plus grande valeur économique : sa chair, ses œufs, son « calipee » (constituant de la soupe) ont été consommés depuis des siècles ; à présent, la demande croissante pour le cuir et l'huile de tortue, s'ajoutant au besoin sans cesse accru en protéine animale, particulièrement dans les régions tropicales, place ce reptile dans une position particulièrement importante.

Poids vif (Kg)	1,630	2,450	10,150	16,000	Tortues élevées par MARICULTURE 45,000
Viande désossée (%)	25,8	26,1	30,4	35,3	36
Plastron (calipee) %	6,7	7,9	7,4	8,2	7
Graisse (%)	/	/	6,1	3,6	11
Carapace (%)	/	17,6	19,7	/	15
Grandes écailles (%)	/	/	0,8	0,75	/
Cuir (%)	/	/	/	/	2

TABLE. 5. — Composition de la carcasse en fonction du poids individuel.

La viande de tortue, dont le goût et l'aspect rappellent la viande de bœuf, est constituée essentiellement par la forte musculature tapissant la face interne du plastron et qui sert à actionner les nageoires antérieures. Particulièrement tendre, elle se prête à des préparations culinaires variées. La composition du muscle est la suivante :

Eau :	80 %
Protéine :	15,35 %
Matière grasse :	0,76 %
Phosphore :	0,51 %
Calcium :	0,21 %

La teneur en eau est proche de celle de la chair de poisson, mais le taux de matière grasse est en général moins élevé.

Le « calipee », produit très recherché pour la fabrication de la traditionnelle soupe de tortue, est constitué par le cartilage du plastron.

L'huile de tortue, tirée de la graisse se trouvant à l'intérieur de la carapace, longtemps utilisée à des fins thérapeutiques, trouve à présent des débouchés dans l'industrie des cosmétiques. L'huile de *C. mydas* contient en particulier une proportion importante d'acide laurique et d'acide myristique, venant s'ajouter aux acides palmitique, stéarique et palmitoléique (HIRTH, 1971). Parmi les stérols, on note 96 % de cholestérol, 3 % de B-sitostérol, 0,2 % de campestérol et 0,15 % de stigmasterol (HIRTH, 1971).

Le cuir de la région du cou, des pattes antérieures et postérieures, peut être tanné. Il est utilisé au Mexique pour la confection d'objets de luxe de maroquinerie.

Les écailles cornées de la carapace présentent de belles couleurs brunes, ocres et jaunes chez les juvéniles et les préadultes. Les adultes ont des écailles souvent plus ternes, de couleur gris-bleu, présentant de nombreuses abrasions qui empêchent leur utilisation. Au vu d'échantillons envoyés à Paris, la joaillerie serait consommatrice d'écailles de tortues d'élevage. Sur un individu de 10 kg, les écailles utilisables représentent 0,8 % du poids vif et ont une épaisseur maximale (au centre) de 1,2 mm.

Le découpage de carcasses de poids différents a donné les résultats exposés dans le tableau 5.

La proportion de viande augmente avec la taille des individus, montrant qu'il n'est pas souhaitable de commercialiser les tortues avant un poids minimum de vingt kilogrammes. La proportion de graisse est plus importante chez les tortues de 45 kg élevées par MARICULTURE que chez les tortues plus jeunes que nous avons étudiées.

De la composition de la carcasse, il ressort que 70 % du poids vif de l'animal est commercialisable si l'on naturalise les carapaces. Les déchets se composent principalement de la tête, des viscères, du squelette et de la carapace, si les écailles sont utilisées séparément.

VI. - Commercialisation.

Il est très difficile d'obtenir des renseignements précis concernant les marchés de la tortue verte sur le plan mondial. Jusqu'à une période récente, les statistiques des pêches de la F.A.O. confondaient diverses espèces sous la même rubrique. C'est ainsi que le Mexique, principal producteur mondial, n'a pêché que 100 tonnes de tortues vertes en 1972 pour 2 200 tonnes de tortues Ridley, espèce recherchée essentiellement pour la valeur de son cuir (en 1967, la pêche de cette tortue dans les eaux mexicaines a fourni 336 tonnes de peaux).

Si l'on se réfère aux estimations les plus récentes de la F.A.O. concernant exclusivement *Chelonia mydas*, les apports répertoriés en 1972 font état de 400 tonnes à Cuba et de 100 tonnes au Mexique.

Lors d'un récent congrès, l'U.I.C.N. (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) précise que, dans les années 1950, on expédiait annuellement jusqu'à 20 000 tortues vivantes aux conserveries de New-York ; pour les dernières campagnes, 5 000 à 10 000 animaux auraient été envoyés en Europe chaque année.

Il apparaît en fait que *C. mydas* est une espèce mondialement surexploitée et que les faibles apports actuels ne permettent pas de préciser les caractéristiques du marché.

En 1966, la F.A.O. donnait des prix au débarquement du kilogramme de poids vif variant de 2,05 F (102 CFA) à 3,85 F (192 CFA) dans les pays producteurs. Il faut attacher une signification limitée à ces chiffres compte tenu de la faiblesse des apports et de la confusion possible entre diverses espèces. En 1971, à l'île Maurice, HUGUES note un prix au kilogramme de 4,20 F (210 CFA) pour la tortue verte vendue sur le marché de Port-Louis, et la valeur très élevée du « calipee » dont le prix de départ à l'exportation est de 40 F (2 000 CFA) le kilogramme. Il mentionne également un prix courant de 7,50 F (375 CFA) sur le marché des U.S.A.

Ces quelques chiffres ne donnent pas une idée très précise des cours effectivement pratiqués, car ils mesurent en général les prix au débarquement de la tortue vivante dans les pays producteurs. Les pays consommateurs, tels que les U.S.A., sont susceptibles de commercialiser après dépeçage la totalité des sous-produits; la valeur réelle de l'animal est alors représentée par la somme des valeurs des produits et sous-produits effectivement exploités.

L'U.I.C.N. (1971) fait état du prix élevé de la chair de tortue à New York, Londres et Hambourg, tandis que le commerce de la viande se développe dans les régions côtières des Etats-Unis. D'autre part, on observe un essor du marché des produits dérivés de la tortue au Japon. En fait, il semble surtout que la limitation de l'offre empêche l'extension du marché. HIRTH (1971) cite l'opinion émise par CARR selon laquelle le développement prématuré de l'élevage aurait pour effet de créer de nouveaux marchés avant que ne soit atteint le volume de production nécessaire pour satisfaire la demande et diminuer la pression sur les populations naturelles. L'entreprise MARICULTURE affirme, en 1972, qu'elle n'a aucune difficulté à trouver des débouchés pour ses productions à des prix intéressants et que l'estimation actuelle du marché dépasse ses espérances primitives.

Les productions d'une ferme à tortues de la dimension de MARICULTURE peuvent être considérables en regard des apports limités et irréguliers de la pêche mondiale. Le marché de la tortue verte est donc un marché potentiel et, sur le plan commercial, il faut pratiquement considérer les productions de l'élevage comme des produits nouveaux.

A la Réunion, il existe une tradition de consommation qui ne peut être satisfaite compte tenu de la rareté des apports (la législation interdit la pêche des tortues marines; leur capture, clandestine, est peu fréquente dans les eaux de l'île). De la viande de tortue congelée, importée d'Australie en décembre 1972, était vendue à Saint-Denis 20 F (1 000 CFA) le kilo. L'augmentation rapide des cours de la viande bovine consommée localement serait susceptible de favoriser la consommation locale de produits de remplacement meilleur marché. En outre, l'important accroissement du tourisme international à Maurice et aux Seychelles pourrait permettre de développer un marché de luxe de la chair et des produits dérivés de la tortue et préparer ainsi l'ouverture d'un marché d'exportation vers l'Europe.

Partant de ces observations, une étude de marché précise serait à effectuer afin de mieux définir les prix des produits et sous-produits de la tortue verte que l'on peut escompter sur le marché local et à l'exportation. Cette espèce semble pouvoir être élevée de manière économique, mais il est essentiel de pouvoir comparer les coûts de production prévus avec la valeur de la vente des produits de l'élevage.

VII. - Conditions locales d'implantation d'une ferme à tortues.

Les résultats partiels obtenus en treize mois d'élevage des juvéniles ne permettent pas d'établir un compte d'exploitation prévisionnel d'une ferme à tortues. Il est cependant intéressant de chiffrer les enseignements acquis et de dégager quelques idées générales concernant l'implantation d'une telle activité à la Réunion. A titre d'exemple, les évaluations seront faites sur une exploitation industrielle qui produirait 1 000 tonnes par an de poids vif, soit 360 tonnes de viande, 70 tonnes de « calipee », 110 tonnes d'huile, 20 tonnes de cuir et 8 tonnes d'écaïlle.

Pour un poids commercial de 45 kg, il est alors nécessaire de mettre en élevage 22 200 tortues annuellement, ce qui impose, compte tenu des pertes éventuelles, la collecte de 28 000 jeunes à Tromelin et Europa.

A raison d'une concentration maximale de 50 kg/m³, un volume de bassins d'environ 20 000 m³ est nécessaire, avec une station de pompage de 10 000 m³/h. Une telle installation en bassins de béton représente un investissement important. Plus économique, la solution de

l'enveloppe de butyle, reposant sur un terrassement adéquat, est estimée en mai 1974 à 90 F (4 500 CFA) le m³ installé. Du fait de l'importance du débit, la station de pompage doit fonctionner avec une différence de niveau inférieure à trois mètres afin de pouvoir utiliser des pompes à haut rendement consommant un minimum d'énergie électrique. La fourniture d'une pompe de 3 000 m³/h élevant l'eau à une hauteur de deux mètres revient à 80 000 F (4 millions CFA) l'unité. La consommation annuelle d'une station de pompage fonctionnant jour et nuit serait de 750.000 kw.

Le type de bassin et l'installation de pompage préconisés requièrent un site d'implantation bien déterminé ; il faut trouver un terrain meuble de trois hectares afin d'y creuser aisément les bassins, et situé très près de la mer afin que l'élévation d'eau à effectuer par les pompes soit minimale. A la Réunion, le site le plus favorable se trouve au sud de l'agglomération de Saint-Leu : il s'agit d'un terrain sableux très proche du niveau marin et cependant protégé de la houle par une barrière corallienne et un talus littoral.

En régime artificiel, l'élevage consommerait environ 2 000 tonnes d'aliment composé, dont une partie pourrait être remplacée par de la patate douce. Au stade jeune, les déchets d'abattoir et les viscères de thon constitueraient la base de l'alimentation.

La durée de l'élevage est un des facteurs principaux de la rentabilité. A Grand-Cayman, les animaux sont élevés sur trois ans. L'influence de la température montre qu'il faut procéder à la mise en élevage en début d'été austral et effectuer la commercialisation en fin d'été de sorte que, sur un cycle d'élevage, les animaux bénéficient de trois saisons chaudes pour deux saisons froides. Afin de tirer parti au maximum de la croissance des premiers mois, il serait même intéressant d'avancer la collecte des jeunes tortues le plus tôt possible en chauffant l'eau des bassins durant les mois de juillet, août et septembre. Le faible volume occupé par les tortues durant les premiers mois justifie une telle opération ; après huit ou neuf mois d'élevage dans les conditions thermiques optimales, les tortues auraient un poids individuel suffisamment élevé pour conserver une croissance absolue importante lors de l'abaissement saisonnier de la température. Pour réaliser le chauffage des bassins, la solution consisterait à utiliser des radiateurs solaires ; le volume à chauffer serait réduit au minimum par des concentrations élevées d'animaux et par l'utilisation d'aliments non salissants permettant de limiter le renouvellement de l'eau.

Sur le plan commercial, une telle entreprise peut exploiter le marché local et le marché d'exportation ; la conserverie de thon prévue à la Réunion aurait la possibilité d'utiliser le « calipee » pour la fabrication de conserves de soupe de tortue.

Des observations effectuées ci-dessus, il ressort que le principal obstacle à la création d'une telle ferme à tortues réside dans l'importance du financement ; en effet, il faut faire figurer, à côté des investissements, le fonctionnement des trois premières années qui ne dégagent aucune recette.

Les prochaines expérimentations qui seront entreprises à la Réunion en tenant compte des enseignements acquis au cours de cette étude doivent préciser les conditions d'élevage de la tortue verte jusqu'à la taille commerciale de 45 kilos. Il appartiendra alors aux industriels intéressés de dresser un compte d'exploitation prévisionnel et de concevoir éventuellement un plan de financement.

BIBLIOGRAPHIE

- BALAZS (G.-H.), ROSS (E.) et BROOKS (C.-C.), 1973. — Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. — *Aquaculture*, **2**, p. 369-377.
- CARR (A.), 1952. — Handbook of turtles. — Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 542 p.
- FRAZIER (J.), 1971. — Observations on sea turtles at Aldabra Atoll. — *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., B* (260), p. 373-410.
- HIRTH (H.-F.), 1971. — Synopsis of biological data on the green turtle *Chelonia mydas*. — *F.A.O. Fisheries Synopsis*, **85**.
- HUGHES (G.-R.). — A proposed sea turtle research and conservation programme for the island nature reserves of Europa, Tromelin, Juan Do Nova and Les Glorieuses. — *Oceanogr. Res. Inst. Durban*, 20 p.
- 1972. — Report to the Southern Africa Wildlife Foundation (World Wildlife Fund) on the status of marine turtles in South East Africa. Section 2: Madagascar and the Mascarenes. Part 4: Mauritius and the St. Brandon turtle fishery. Part 5: The proposed Mahebourg green turtle farm. — *Ibid.*, 33 p.
- PRITCHARD (P.-C.-H.), 1967. — Living turtles of the world. — Jersey City, N.J., T.F.H. Publications, Inc., 288 p.
- SCHROEDER (R.-E.), 1966. — Buffalo of the sea. — *Sea Frontiers*, **12**, p. 176-83.
- THAIN (B.) et URCH (M.), 1972. — Reducing waste in farm fish foods. — *Fishing News International*, **11** (3), 1 p.
- UCHIDA (I.), 1967. — On the growth of the Loggerhead Turtle, *Caretta caretta*, under rearing conditions. — *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **33** (6), p. 497-506.
- WITHAM (R.), 1973. — Focal necrosis of the skin of tank-reared sea turtles. — *Journ. Am. Vet. Med. Ass.*, **163** (6), p. 656.
-