

Découvrez plus de documents
accessibles gratuitement dans [Archimer](#)

- ETUDE CYTOLOGIQUE ULTRASTRUCTURALE DES ANOMALIES
HEPATIQUES DU LOUP, DE LA DAURADE ET DE L'ANGUILLE,
INDUITES PAR UNE ALIMENTATION ARTIFICIELLE.

N. BAC, S. BIAGIANTI et J. BRUSLÉ (1)

RESUMÉ : Chez les trois espèces étudiées, l'alimentation artificielle (granulés secs) induit des perturbations hépatiques qui ont été analysées à l'échelle ultrastructurale. Les anomalies hépatocytaires consistent surtout en une accumulation de lipides, sous la forme de nombreux et volumineux liposomes, qui traduit une déviation du métabolisme des acides gras. Elles s'accompagnent de lésions cellulaires (altérations mitochondriales, pycnoses nucléaires) correspondant à des phénomènes de dégénérescence.

Il serait intéressant de savoir si ces modifications hépatocytaires révèlent une simple réponse physiologique à une alimentation déséquilibrée ou bien reflètent des atteintes organiques graves (pathologie nutritionnelle).

ABSTRACT : In the three species, an artificial feeding (dry pellets) disturbs liver cells as revealed at ultrastructural level. In hepatocytes, anomalies consist of lipids storage (liposomes) considered as deviation in fatty acids metabolism. Moreover are observed cellular alterations (mitochondrial vacuolization, nuclear pycnosis) related to degenerative process.

It is of great interest to understand whether liver modifications are just a reaction to an unbalanced feeding or a true trophic pathology.

MOTS-CLES : Loup, Daurade, Anguille, Alimentation artificielle, Foie, Cytologie et Cytopathologie, Lipides.

KEY WORDS : Sea-bass, Sea-bream, Eel, Artificial feeding, Liver, Cytology and Cytopathology, Lipids.

(1) Laboratoire de Biologie marine, Université de Perpignan.

INTRODUCTION

D'une façon générale, l'élevage des poissons d'eau douce ou marins fait largement appel à une **alimentation artificielle**, adoptée en raison de ses avantages de stockage et de distribution. Toutefois, ces aliments, le plus souvent présentés sous forme de granulés secs (ou "pellets") sont parfois responsables de certains **déséquilibres nutritionnels** tels que des déficiences vitaminiques (Steffens, 1974, Dabrowski, 1977) et des surcharges graisseuses liées au métabolisme des lipides (Takeuchi et al., 1980; Roche et al., 1982). Les aquaculteurs rencontrent encore actuellement des problèmes quant au choix de l'aliment le plus favorable à des taux de croissance élevés et le mieux adapté au maintien de qualités sanitaires et organoleptiques convenables.

Les effets de l'alimentation artificielle ont été étudiés sur le **foie**, car celui-ci constitue un **organe-clé** d'importance vitale, qui intervient à plusieurs niveaux essentiels de la physiologie du poisson (nutrition, reproduction, métabolisme général...). Le foie est, de plus, considéré comme **organe-cible** vis à vis de diverses substances toxiques et d'agents infectieux ou parasitaires. Ainsi, le tissu hépatique peut-il subir des atteintes d'origines parasitaire (Maillard, 1976), toxicologique (Narbonne et al., 1979) et nutritionnelle (Ghittino, 1978 ; Stroband et Dabrowski, 1979). Les hépatocytes constituent alors de bons indicateurs de la situation nutritionnelle du poisson et sont susceptibles de fournir des informations très utiles quant à la qualité et à la quantité des aliments offerts en élevage (Storch et al., 1983).

Ce travail se propose de comparer, chez plusieurs espèces d'intérêt aquacole (le Loup, *Dicentrarchus labrax*, la Daurade, *Sparus aurata* et l'Anguille, *Anguilla anguilla*), les foies d'individus sauvages et d'individus d'élevage provenant de diverses piscicultures marines régionales. Il s'agit de déceler d'éventuelles **perturbations structurales hépatiques** induites par des **déséquilibres métaboliques d'origine nutritionnelle** liés à une **alimentation artificielle**.

Les caractères cytologiques des hépatocytes, et en particulier leurs réserves lipidiques et glucidiques, ont été comparés, à l'échelle ultrastructurale, en fonction de l'alimentation (naturelle ou artificielle).

MATERIEL ET METHODES

Trois espèces d'intérêt aquacole ont été étudiées: le Loup (*Dicentrarchus labrax*), la Daurade (*Sparus aurata*) et l'Anguille (*Anguilla anguilla*).

A - LES MILIEUX D'ECHANTILLONNAGE

1) Les milieux naturels :

Les Loups et Daurades sauvages proviennent soit du milieu marin (littoral de Banyuls-sur-mer), soit du milieu lagunaire (étang de Salses-Leucate). Les Anguilles ont été prélevées dans les étangs de Salses-Leucate et du Bourdigou.

2) Les élevages :

Les exploitations piscicoles utilisent des modalités d'élevage très variées : système de bassins à terre ("Méditerranée-Pisciculture" à Salses ; "entente des Prud'Homies de Bages-Port-La-Nouvelle") ou cages en mer : flottantes ("Cie les Caps du Roussillon" à Banyuls-sur-mer) ou immergées ("Mairie et Prud'Homie de St Cyprien").

Les Anguilles proviennent d'élevages expérimentaux en bassins cimentés réalisés à "Méditerranée Pisciculture" (Roche, 1983).

B - LES ALIMENTS :

Les trois espèces étudiées sont carnivores dans le milieu naturel. *Dicentrarchus labrax* se nourrit de proies animales variées au cours de sa phase juvénile puis devient progressivement carcinophage et ichthyophage (Barnabé, 1976 ; Roblin, 1980). *Sparus aurata* est une espèce essentiellement malacophage (Arias, 1980).

Anguilla anguilla, espèce opportuniste, consomme aussi bien des annélides que des mollusques, des crustacés ou des insectes (Lecomte-Finiger, 1983).

L'alimentation artificielle utilisée dans les élevages de Loups et de Daurades est un "aliment composé complet" de marque "Aqualim". Les élevages expérimentaux d'Anguilles reçoivent deux types d'aliment : l'un "naturel" : déchets d'abattoirs (foie de boeuf), l'autre artificiel : pâte commerciale "Aqualim".

C - ANATOMIE, CYTOLOGIE DU FOIE :

Les foies prélevés sur le vivant sont traités pour une part en vue d'observations histologiques (coupes à la paraffine ou coupes semi-fines dans l'épon), l'autre part étant destinée à la cytologie ultrastructurale. Des fragments de petite taille (de l'ordre du mm) sont prélevés et aussitôt fixés au glutaraldéhyde (2 %) dans un tampon cacodylate de sodium pendant 4 h à 4°C. Du chlorure de calcium a été ajouté au tampon selon Busson-Mabillet (1971). Les échantillons sont ensuite lavés (tampon cacodylate de sodium + saccharose), puis post-fixés au tétroxyde d'osmium OsO₄ (2%) dans du tampon cacody-

late (1 heure à température ambiante). La déshydratation se fait à l'acétone et l'inclusion dans l'épon. Les coupes sont contrastées à l'acétate d'uranyle (1/2 heure) et au citrate de plomb (10 mn) (Reynolds, 1963). Les observations sont réalisées sur un microscope électronique Hitachi (HU 12 A).

RESULTATS

1) Poissons sauvages :

L'organisation cellulaire du foie, chez les trois espèces étudiées, se caractérise (planche 1, fig.1) par une forme assez régulièrement polygonale des hépatocytes. La membrane plasmique présente de nombreuses microvillosités au niveau des canalicules biliaires et des sinusoides. Le noyau central est sphérique et pourvu d'un nucléole bien individualisé et d'une chromatine périnucléaire dense. Les mitochondries sont nombreuses et régulièrement réparties dans le cytoplasme ; elles possèdent une matrice dense et des crêtes bien développées. Le glycogène constitue l'essentiel des réserves hépatocytaires, sous forme de granules denses (osmiophiles), uniformément répartis dans le cytoplasme. On observe, de plus, quelques globules lipidiques de petite taille (de l'ordre de $1\mu\text{m}$) très osmiophiles.

2) Poissons d'élevage :

a - le Loup, *Dicentrarchus labrax* : (planche 1, fig. 2)

L'examen des micrographies hépatiques révèle des **modifications hépatocytaires**. Ainsi, le parenchyme hépatique se caractérise par une augmentation spectaculaire, en nombre et en taille (environ $5\mu\text{m}$, soit de l'ordre du diamètre du noyau et même au-delà) des **globules lipidiques** qui sont relativement homogènes et faiblement osmiophiles. On constate d'autre part une diminution de la quantité de glycogène. De plus, apparaissent, au sein du cytoplasme, des structures composées d'un matériel dense ainsi que de nombreuses fibres assimilées à des "lyosomes-like-bodies".

b - la Daurade, *Sparus aurata* : (planche 2, fig. 1, 2 et 3)

Les modifications ultrastructurales les plus importantes concernent les réserves hépatocytaires, sous la forme de nombreux **globules lipidiques** de tailles et de densités variables selon les individus. Deux cas peuvent être distingués : chez les uns, les globules lipidiques, de petite taille ($2\mu\text{m}$ environ) et faiblement osmiophiles, sont groupés par plages et parfois coalescents. Chez d'autres, les inclusions sont de plus grande taille (jusqu'à $8\mu\text{m}$), supérieure à celle du noyau, et caractérisées par leur hétérogénéité et par une forte osmiophilie. On note de plus une disparition du glycogène et un développement du réticulum endoplasmique granulaire, concentriquement

au noyau et aux mitochondries. Les noyaux des hépatocytes de cette dernière catégorie manifestent des symptômes de **pycnose** (forme irrégulière et forte densité électronique) alors que ceux du premier type apparaissent comparables aux témoins.

c - L'Anguille, *Anguilla anguilla* : (planche 3)

On remarque d'abord l'existence de nettes différences entre hépatocytes voisins. Certains présentent un aspect normal comparable aux témoins. D'autres, au contraire se caractérisent par des accumulations lipidiques plus ou moins importantes.

Chez ceux nourris au foie de boeuf, les globules lipidiques sont volumineux (4 μm) et nettement coalescents, formant des plages faiblement osmiophiles qui envahissent la cellule et entourent le noyau (planche 3, fig. 1 et 2). Une partie du chondriome manifeste une nette vacuolisation (plus grand diamètre, matrice très claire, absence de crêtes : planche 3, fig. 2). Les réserves glycogéniques ne semblent cependant pas affectées.

Chez les individus nourris à la pâte, on peut observer, quoique plus rarement, ce même type de perturbations. Les hépatocytes ne montrent, le plus souvent, aucune atteinte cytoplasmique. Par contre, des anomalies nucléaires (noyau à contours irréguliers à forte densité électronique avec des amas chromatiniens) sont observées traduisant une évolution pycnotique (planche 3, fig. 3).

DISCUSSION

La comparaison entre poissons sauvages et poissons de pisciculture fait apparaître, dans les trois espèces étudiées, des **modifications hépatocytaires** chez les individus maintenus **en élevage**. Les hépatocytes de tous les échantillons traités de cette provenance présentent en commun des caractères ultrastructuraux (développement de liposomes, réduction des réserves glycogéniques et éventuellement altérations nucléaires et mitochondriales) que ne montrent jamais les individus pêchés dans le milieu naturel. L'alimentation **artificielle** constituant le paramètre commun des échantillons d'élevage, le **facteur nutritionnel** semble impliqué dans l'apparition des perturbations anatomophysiologiques du foie.

Du point de vue **anatomique**, leurs foies présentent une couleur anormalement pâle, précédemment signalée chez la Truite par Castell et al. (1972) et chez la Daurade par Paperna et al., (1977), ce symptôme étant celui d'un mauvais équilibre alimentaire d'après Sinnhuber (1969).

Les observations **histologiques** montrent la présence d'une **vacuolisation hépatique** très importante et le plus souvent généralisée à l'ensemble du parenchyme, les "vacuoles" correspondant à la dissolution des globules lipidiques par les traitements

chimiques (paraffine). Leurs contours et leur contenu sont bien visualisables sur coupes semi-fines. De telles images ont été précédemment décrites chez l'Ombre, *Salvelinus fontinalis* (Ghittino, 1978) et chez la Daurade, *Sparus aurata*, par Paperna et al. (1977).

A l'échelle **cytologique**, le développement de nombreux et volumineux **liposomes** constitue la caractéristique essentielle des hépatocytes des poissons d'élevage. Une telle accumulation de lipides intrahépatocytaires vient seulement d'être tout récemment décrite à l'échelle ultrastructurale par Storch et al. (1983) sur *Chanos*.

Les modifications structurales observées dans ces hépatocytes témoignent de **perturbations métaboliques** induites par les conditions d'élevage et notamment par des **déséquilibres alimentaires**. Ceux-ci concernent le métabolisme des **lipides** (Leger et Fremont, 1979 ; Watanabe, 1952), tant du point de vue **quantitatif** (excès de nourriture riche en graisses) que **qualitatif** (nature et taux d'acides gras). Les lipides alimentaires jouent en effet un rôle très important, comme source des acides gras essentiels, nécessaires à la production d'énergie qui, chez les poissons carnivores, dépend plus des lipides que des glucides et permet d'économiser sur les besoins protéiques (Watanabe, 1982). Le foie constitue alors le site majeur des synthèses d'acides gras et les changements touchant la nature et la proportion des acides gras sont rapides, en réponse immédiate à la composition du régime alimentaire. La composition des acides gras hépatiques reflète donc celle des acides gras apportés par la nourriture, de sorte que les hépatocytes sont particulièrement sensibles à toute perturbation nutritionnelle (Stroband et Dabrowski, 1979).

Des dosages d'acides gras tissulaires chez diverses espèces d'élevage (Truite : Castell et al., 1972 ; Anguille : Usui, 1972, Polesello et al., 1977, Takeuchi et al., 1980 ; Loup : Roche, 1980, Roche et al., 1983 ; Loup et Daurade : Alliot et al., 1983a) ont montré des anomalies quant aux taux et à la nature des acides gras hépatiques, par rapport aux individus sauvages à nourriture naturelle. La nature et la quantité des **lipides fournis par l'aliment artificiel** (8 à 12 % en poids sec : Alliot et al., 1983a) ont donc été mis en cause. Une telle **surcharge graisseuse hépatique** est en effet extrêmement fréquente chez les poissons d'élevage (mais aussi chez d'autres vertébrés comme la tortue *Chelonoidis* nourrie par des granulés artificiels : Challicot et al., 1983) et résulte, selon les espèces, soit d'une déficience en acides gras essentiels (Castell et al., 1972 ; Takeuchi et al., 1979 ; Yu et Sinnhuber, 1979), soit d'un excès en acides gras des séries W3 et W6 dans la nourriture (Fuji et Yone, 1976 ; Fuji et al., 1976). Il convient d'ailleurs de noter que les espèces marines présentent des besoins en acides gras et des capacités métaboliques bien distinctes de ceux des espèces d'eau douce, leurs aptitudes de bioconversion par désaturation en élongation des chaînes d'acides gras étant inférieures, chez la Daurade et le Loup, à ce qu'elles sont chez la Truite et le Saumon (Leger et Frémont, 1981, Watanabe, 1982).

Les conséquences de cette accumulation de lipides hépatiques et de cette surcharge tissulaire en acides gras sont le développement de nombreux et volumineux **liposomes intrahépatocytaires**. Leur présence peut être considérée comme une simple réponse physiologique à la composition de l'aliment, comme une adaptation métabolique à une situation trophique anormale (Yu et Sinnhuber, 1976), par comparaison avec les poissons sauvages. Cet état se révélerait alors réversible dans le cas d'un retour à une alimentation mieux équilibrée (Paperna et al., 1977). Cet accroissement de la charge lipidique hépatique s'accompagne cependant ici de lésions cellulaires graves (atteintes mitochondriales, productions lysosomiales, corps résiduels et surtout pycnoses nucléaires) susceptibles de conduire à des processus dégénératifs importants présentant certaines similitudes avec des atteintes bactériennes ou virales et avec des intoxications chimiques. Ces phénomènes peuvent donc alors être considérés comme une **véritable pathologie nutritionnelle** décrite d'ailleurs, chez diverses espèces aquacoles, le plus souvent sur de simples critères anatomiques, comme "degenerazione lipoidea epatica" (DLE) ou "liver lipid degeneration" (LLD) par Ghittino (1978), "liver fat degeneration" (Acuigrup, 1981) et "lipid liver disease" (Storch et al., 1983).

L'importance physiologique de telles atteintes organiques est considérable, tant en raison des effets directs (réduction du stockage de glycogène, diminution de la détoxification cellulaire) qu'indirecte (accroissement de la pathogénicité, diminution des taux d'éclosion des oeufs produits par ces géniteurs). Le développement de l'aquaculture justifie qu'une attention toute particulière soit portée aux **maladies nutritionnelles** induites par l'alimentation artificielle, en ce qui concerne la quantité distribuée et ingérée et la qualité du granulé (composition chimique des ingrédients mais aussi conditions de conservation). La durée et les conditions du stockage de l'aliment artificiel sont des facteurs à prendre en considération, les lipides rances, par oxydation des graisses, sont en effet responsables de troubles organiques sérieux ("ceroidosis" = Smith, 1979 -"panstéatitidis"= Roberts et al., 1979).

Ainsi, il apparaît nécessaire de mieux cerner les étapes de l'accumulation des liposomes et les séquences chronologiques des lésions cellulaires. De plus, il convient de préciser la **réversibilité** de ces atteintes structurales et métaboliques, en particulier chez les espèces aquacoles marines particulièrement sensibles, comme le Loup, aux fluctuations de la salinité (Roche et al., 1983) et de la température (Alliot et al., 1983b). La réussite commerciale des expériences d'aquaculture marine passe donc par une meilleure compréhension de ces facteurs limitants et par une meilleure connaissance des qualités nutritionnelles des aliments artificiels adaptés à chacune des espèces en élevage.

- Acuigrup , 1981 - Aspects of fish pathology in Spain, with application to other geographic areas. World conference on aquaculture. Venise, 21-25 septembre 1981.
- Alliot E., Pastoureaud A., 1983a - Les besoins alimentaires et leur couverture chez le Bar et la Daurade. Colloque l'Aquaculture du Bar et des Sparidés, Sète.
- Alliot E., Pastoureaud A., Thebault H., 1983b - Influence de la température et de la salinité sur la croissance et la composition corporelle d'Alevins de *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 31, p. 181-194.
- Arias A., 1980 - Crecimiento, regimen alimentario y reproduccion de la Dorada, *Sparus aurata* L., y del Robalo, *Dicentrarchus labrax* L., en los esteros de Cadiz. Inv. Pesq., 44, (1), p. 59-83.
- Barnabé G., 1976 - Contribution à la connaissance de la biologie du Loup, *Dicentrarchus labrax*. Thèse de Doct. d'Etat, Montpellier, 407 p.
- Busson-Mabillot S., 1971 - Influence de la fixation chimique sur les ultrastructures. I. Etude sur les organites du follicule ovarien d'un Poisson Téléostéen. J. Micro., 12, p. 317-347.
- Castell J.D., Sinnhuber R.D., Wales J.H., Lee D.J., 1972 - Essential fatty acids in the diet of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). Growth, feed and some gross deficiency symptoms. J. Nutrition, 102, p. 77-86.
- Challiol J., Guerre M., Bonnet B., Pajaniaye A., 1983 - Les lipides de la Tortue verte, *Chelonia mydas* L. : comparaison entre animaux sauvages et animaux d'élevage. Ann. Fals. Exp. Chim., 76, (818), p. 237-244.
- Dabrowski K., 1977 - The L-ascorbic acid content in Siver-Bream's, *Vimba vimba* L., organs. Pol. Arch. Hydrobiol., 24, (4), p. 569-573.
- Fuji M., Nakayama H., Yone Y., 1976 - Affect of W3 fatty acids on growth, feed efficiency and fatty acid composition of Red Sea bream. (*Chrysophys major*). Rept. Fish. Res. Lab. Kyushu Univ., 3, p. 65-86.
- Fuji M., Yone Y., 1976 - Studies on nutrition of red Sea-Bream. XII. Effect of Dietary linolenic and W3 poly - unsaturated fatty acids on growth and feed efficiency. Bull. Japan. Soc. Sc. Fish, 42, p. 583-588.
- Fremont L., Léger C., 1979 - Le transport des lipides plasmatiques. actes colloque CNERNA, Paris, p. 263-294.
- Ghittino P., 1978 - L'Ascite della cieca, *Anguilla anguilla*, d'allevamento da degenerazione lipoidea epatica. Riv. Ital. di Pisc. e Ittiopatol., 13, (4), p. 97-100.
- Lecomte-Finiger R., 1983 - Contribution à la connaissance de l'écobiologie de l'Anguille, *Anguilla anguilla* L. 1758, des milieux lagunaires et méditerranéens du Golfe du Lion : Narbonnais et Roussillon. Thèse de Doct. d'Etat, Perpignan, 172 p.
- Maillard C., 1976 - Distomatoses de Poissons en milieu lagunaire. Thèse de Doct. d'Etat, Montpellier, CNRS A.O. 12304, 383 p.

- Narbonne J., Gallis J., 1979 - In vivo and in vitro Effect of phenachlor DP6 on drug metabolizing activity in Mullet liver. Bull. env. Cont. Toxicol., 23, p. 338-343.
- Paperna I., Colorni A., Gordin H., Kissil G. Wm., 1977 - Diseases of *Sparus aurato* in marine culture at Elat. Aquaculture, 10, p. 195-213.
- Polesello A., Mannino S., Pizzacaro F., 1977 - Influenza del Tipo di allevamento sulla composizione chimica dell'Anguilla. Riv. Ital. delle sostanze Grasse, 54, p. 27-30.
- Reynolds E.S., 1963 - The use of the lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. J. Biophys. Biochem. Cytol., 17, p. 208-212.
- Roblin C., 1980 - Etude comparée de la biologie du développement (gonadogenèse, croissance, nutrition) du Loup, *Dicentrarchus labrax*, en milieu naturel et en élevage. Thèse de 3ème cycle, Perpignan, 260 p.
- Roche H., 1980 - Recherches sur la nature des constituants lipidiques des tissus du Loup, *Dicentrarchus labrax*, et leurs modifications en fonction du milieu et de la saison Thèse, Lyon, 190 p.
- Roche P., 1983 - Expérience de grossissement d'Anguillettes : comparaison de régimes alimentaires et de systèmes de tri comportementaux. Mémoire de fin d'Étude ENITA, Dijon, 60 p.
- Roche H., Jouannetau J., Peres G., 1982 - Les lipides tissulaires du Loup d'élevage, *Dicentrarchus labrax*. Comparaison à différentes saisons. CIESM, Cannes, 7p.
- Roche H., Jouannetau J., Peres G., 1983 - Effects of adaptation to different salinities on the lipids of various tissues in Sea-Dace, *Dicentrarchus labrax*. Comp. Biochem. Physiol., 74 B (2), 325-330.
- Sinnhuber R.O.; 1969 - The role of fats. Fish in Research, p. 245-261.
- Steffens W., 1974 - Der Vitaminbedarf der Regentogenförelle, *Salmo gairdneri*. Inst. Revue Ges. Hydrobiol., 59, (2), p. 255-282.
- Storch V., Stählin W., JUARIO J.V. 1983 - Effect of different diets on the ultrastructure of hepatocytes of *Chanos chanos* fry (Chanidae : Teleostei) : an electron microscopic and morphometric analysis. Marine Biology, 74, p. 101-104.
- Stroband H.W.J., Dabrowski K., 1979 - Morphological and physiological aspects of the digestive system and feeding in fresh-water fish larvae. Actes colloque CNERNA, Paris, p. 355-374.
- Takeuchi T., Arai S., Watanabe T., Shimma Y., 1980 - Requirement of Eel, *Anguilla japonica*, for essential fatty acids. Bull. of Jap. Soc. of Sc. Fish., 46, (3), p. 345-353.
- Takeuchi T., Watanabe T., 1979 - Effect of excess amounts of essential fatty acids on growth of rainbow trout. Bull. Japan. soc. Sc. Fish., 47, p. 1517-1519.
- Usui K., 1972 - L'élevage de l'Anguille. Pisciculture Française, 29, p. 20-42.
- Watanabe T., 1982 - Lipid nutrition in fish. Comp. Biochem. Physiol., 73B (1), p. 3-15.
- Yu T.C., Sinnhuber R.O. (1979) - Effect of dietary W3 and W6 fatty acids on growth and feed conversion efficiency of chho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture, 16, p. 31-38.

PLANCHE 1

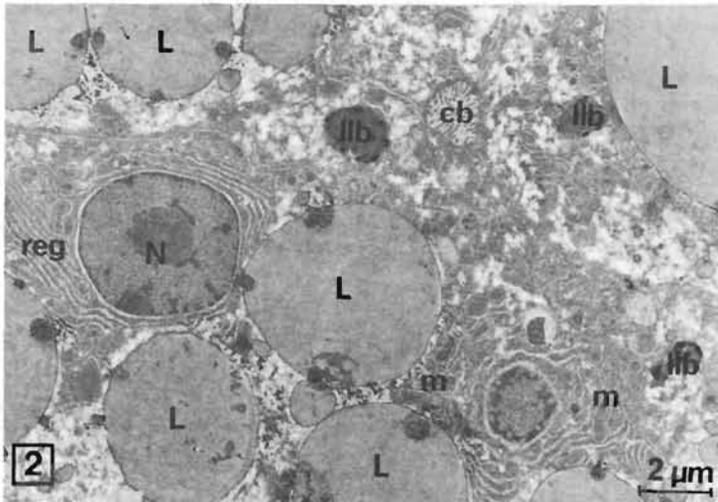
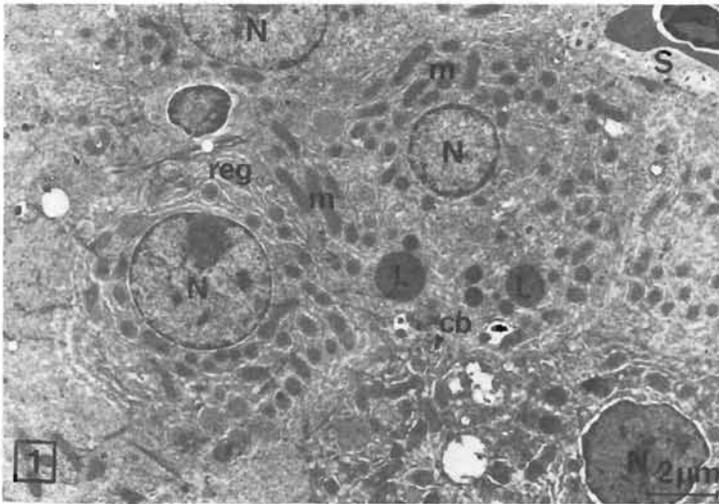


Fig. 1 : Loup sauvage ($L_T = 21.7$ cm, $P_T = 93$ g). X 6000.

Fig. 2 : Loup d'élevage ($L_T = 11$ cm, $P_T = 13$ g). X 6000.

cb : canalicule biliaire
fm : figure myélinique
gly : glycogène
L : Liposome
llb : lysosome-like-body

m : mitochondrie
N : Noyau
reg : réticulum endoplasmique granulaire
S : Sinusoïde

PLANCHE 2

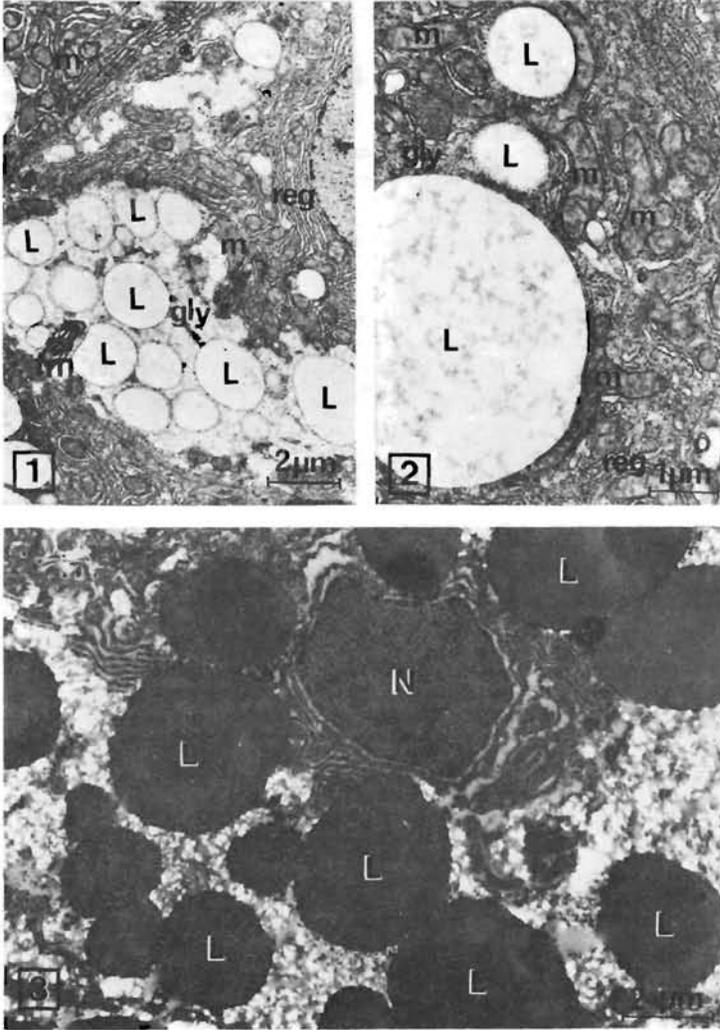


Fig. 1 : Daurade d'élevage ($L_T = 8.3$ cm, $P_T = 7.6$ g).
foie de couleur pâle. X 6000.

Fig. 2 : Daurade d'élevage ($L_T = 9.0$ cm, $P_T = 10.0$ g). X 12000.

Fig. 3 : Daurade d'élevage ($L_T = 9$ cm, $P_T = 10$ g). X 8000.

PLANCHE 3

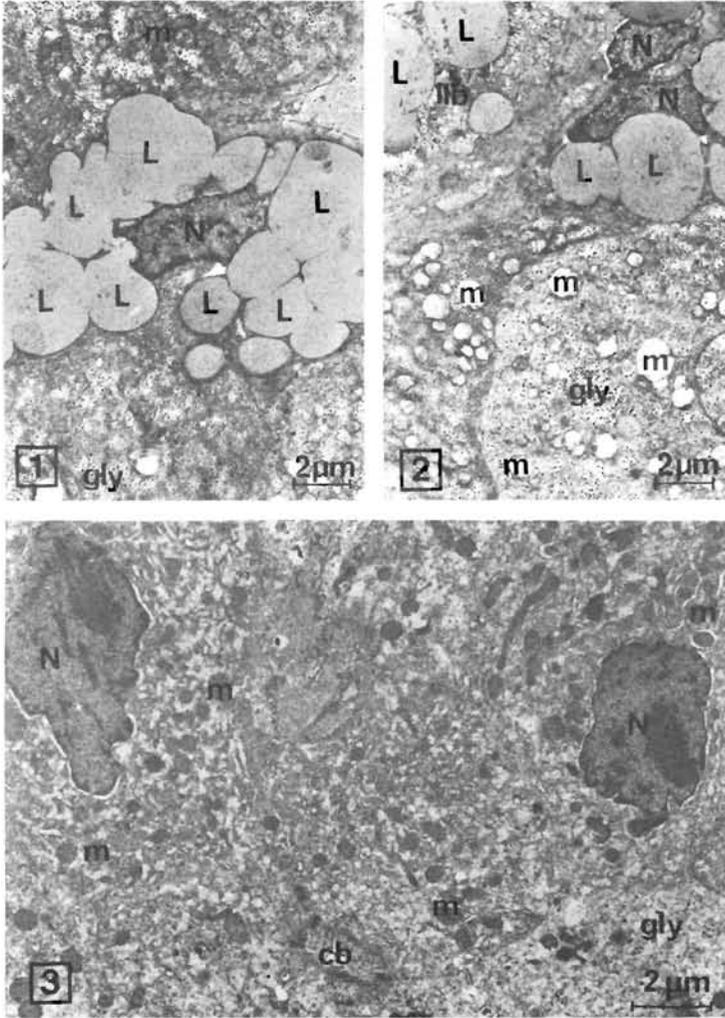


Fig. 1 & 2 : Anguille d'élevage au foie de boeuf ($L_T = 27.0$ cm, $P_T = 26.18$ g). X 5000.

Fig. 3 : Anguille d'élevage à la pâte commerciale "Aqualim" ($L_T = 27.0$ cm, $P_T = 26.56$ g). X 7000.