

TENTATIVE DE CONTROLE EXPERIMENTAL DU SEXE CHEZ LA TRUITE ARC-EN-CIEL :  
PRODUCTION D'ANIMAUX STERILES ET D'HERMAPHRODITES SIMULTANES AUTOFECONDABLES

Par

R. BILLARD, B. CHEVASSUS et B. JALABERT <sup>1)</sup>

avec la collaboration technique de

Anne-Marie ESCAFFRE et M. CARPENTIER

INTRODUCTION

—Chez certains Poissons Téléostéens gonochoriques, le phénotype sexuel paraît susceptible d'être inversé par rapport au génotype, dans certaines conditions expérimentales (cf. revue de T. YAMAMOTO, 1969). La voie la plus favorable jusqu'à présent pour obtenir un tel résultat a été l'administration d'hormones sexuelles stéroïdes exogènes dans l'alimentation des alevins, dès avant la période normale de différenciation des gonades. C'est ainsi que T. YAMAMOTO (1953, 1958) a obtenu pour la première fois des inversions sexuelles complètes, soit dans le sens mâle, soit dans le sens femelle, sous l'action respective de la méthyltestostérone et de l'estrone chez le Medaka *Oryzias latipes*, puis chez le poisson rouge *Carassius auratus* (T. YAMAMOTO et T. KAJISHIMA, 1968). Les poissons inversés se sont avérés fonctionnels, donnant alors une descendance caractéristique de leur génotype (T. YAMAMOTO, 1955, 1959). Par la même méthode, d'autres espèces ont pu donner lieu à l'inversion sexuelle dans le sens mâle, sous l'action de la méthyltestostérone : le Guppy, *Poecilia reticulata* (anciennement *Lebistes reticulatus*) (DZWILLO, 1962), *Tilapia mossambica* (CLEMENS et INSLEE, 1968) et *Tilapia nilotica* (JALABERT et al., 1974).

Ces succès ne doivent cependant pas faire oublier les multiples essais infructueux réalisés chez d'autres espèces (cf. revue de T. YAMAMOTO, 1969). Chez la Truite, des essais relatifs à l'action de stéroïdes sexuels sur la différenciation sexuelle ont déjà été effectués par PADOA (1937, 1939) chez *Salmo gairdneri* et par ASHBY (1957, 1965) chez *Salmo trutta*. Malheureusement les animaux n'ont pas été conservés jusqu'à maturité sexuelle, et d'ailleurs les tendances observées n'étaient guère encourageantes quant à la possibilité d'obtenir des inversions sexuelles. Mais si l'on se réfère aux conditions expérimentales qui ont abouti dans d'autres familles à des résultats positifs, il est possible de dégager au moins deux causes possibles d'insuccès : d'une part un mode d'administration inadéquat des stéroïdes

---

1) Laboratoire de Physiologie des Poissons 78350 - JOUY-en-JOSAS

(introduits dans l'eau des bassins en solution alcoolique) et d'autre part un traitement trop tardif sur des alevins dont la différenciation sexuelle était déjà normalement engagée, voire terminée.

C'est pourquoi, dans le présent travail, nous avons cherché à nous placer, a priori, dans de meilleures conditions de succès en traitant les alevins aussi précocement que possible par des stéroïdes incorporés à l'aliment et choisis pour leur efficacité dans les cas de réussite rapportés jusqu'à présent (méthyltestostérone et estrone).

### MATERIEL ET METHODES

Les alevins de Truite Arc-en-Ciel (*Salmo gairdnerii*) utilisés pour l'expérience provenaient d'un lot d'oeufs fécondés incubés et éclos simultanément dans les mêmes conditions. En fin de résorption de la vésicule vitelline (28 jours après éclosion, à 6-8°C), dès les premières manifestations du comportement actif de prise de nourriture, ils ont été répartis en 6 lots expérimentaux de 500 et un lot témoin de 2 000 alevins (figure 1) placés à la même température et alimentés.

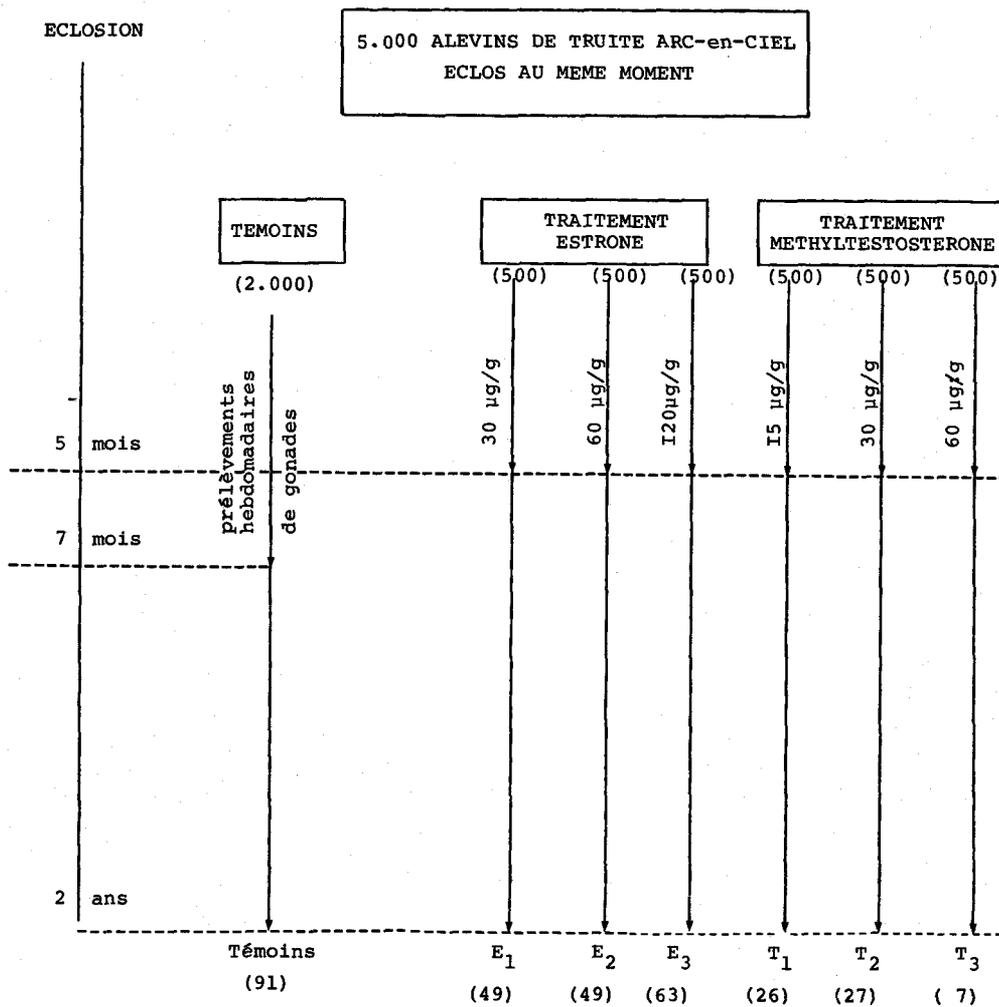


Figure 1 : Protocole expérimental.

La formulation de l'aliment utilisé est indiqué dans le tableau 1. Les stéroïdes destinés aux lots expérimentaux ont préalablement été introduits dans les 5 pour cent d'huile pour réaliser en fin de compte les dosages suivants :

Estrone : 30, 60, 120 µg par gramme d'aliment (lots E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>)

Méthyltestostérone : 15, 30, 60 µg par gramme d'aliment (lots T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>).

Ces lots d'aliments ont été distribués *ad libitum* séparément aux différents lots d'alevins durant 5 mois, c'est-à-dire jusqu'à 6 mois après l'éclosion ; à cet âge les alevins pesaient de 5 à 7 grammes et totalisaient environ 2 400 degrés jours depuis la fécondation. Les différents lots ont alors été systématiquement réduits à 200 individus chacun et nourris jusqu'à 2 ans grâce au seul aliment témoin exempt de stéroïdes.

A 2 ans, tous les animaux ont été sacrifiés en période de maturité sexuelle (décembre) afin de vérifier le sexe d'après la nature des gonades, indépendamment des manifestations des caractères sexuels secondaires ("bec", coloration, papille génitale) profondément perturbés à la suite des traitements subis et exprimant parfois des tendances opposées à la nature des gonades. Les gonades immatures ou supposées stériles ont été fixées au Bouin-Hollande, incluses dans la paraffine, coupées et colorées par le système hématoxyline de Regaud, Orange G, bleu d'aniline, pour vérification histologique. Les gamètes mûrs produits par les gonades des individus matures ont été testés pour leur aptitude à la fécondation, par insémination artificielle, selon la technique standard déjà décrite (PETIT et al., 1973).

TABLEAU I

COMPOSITION DE L'ALIMENT (FARINE, PUIS GRANULES) -d'après LUQUET, 1970-71 -		INCORPORATION DES STEROIDES DANS L'HUILE POUR OBTENIR LES DOSES SUIVANTES EN µg PAR g D'ALIMENT
FARINE DE POISSON	53 %	ESTRONE :
GLUCOSE	33 %	
HUILE (SOJA+FOIE DE MORUE)	5 %	E <sub>1</sub> : 30 ; E <sub>2</sub> : 60 ; E <sub>3</sub> : 120
VITAMINES	3 %	METHYLTESTOSTERONE :
MINERAUX	2 %	
ALGINATE DE SODIUM	4 %	
		T <sub>1</sub> : 15 ; T <sub>2</sub> : 30 ; T <sub>3</sub> : 60

Le faible nombre d'individus restant dans certains lots à 2 ans (figure 1) est le résultat de mortalités purement accidentelles, comme des coupures d'eau dues à la précarité des installations d'élevage. Par conséquent, du fait de l'hétérogénéité des lots en fin d'expérience, les performances de croissance ainsi que d'éventuelles mortalités différentielles imputables aux traitements n'ont pu faire l'objet de comparaisons.

RESULTATS

Témoins : Chez les animaux témoins de 2 ans, la sexratio s'est avérée normale, ne différant pas significativement de la répartition 1 mâle/1 femelle, avec des phénotypes bien différenciés et aucun cas d'intersexualité parmi les 91 individus observés.

TABLEAU 2

REPARTITION DES DIFFERENTS PHENOTYPES SEXUELS CHEZ DES TRUITES  
ARC-EN-CIEL DE 2 ANS AYANT SUBI UN APPORT ALIMENTAIRE  
D'ESTRONE DE 0 A 5 MOIS

	E <sub>1</sub> (49)	E <sub>2</sub> (49)	E <sub>3</sub> (63)	TEMOINS (91)
♂ MATURES IMMATURES	10.2 % -	8.2 % 2.0 %	7.9 % 1.6 %	52 %
♀ MATURES IMMATURES	14.3 % 34.7 %	10.2 % 38.8 %	30.2 % 31.7 %	48 %
♂ ET ♀ MATURES	12.2 %	4.1 %	14.3 %	-
♂ MATURE - ♀ IMMATURE	18.4 %	26.5 %	12.7 %	-
♂ ET ♀ IMMATURES	4.1 %	-	-	-
○ INDIFFERENCIES STERILES	6.1 %	10.2 %	1.6 %	

Lots Estrone (tableau 2)

Nous avons observé, outre une distribution anormale des individus gonochoriques mâles ou femelles, l'apparition d'une proportion élevée d'individus hermaphrodites ou stériles. Ainsi le lot E<sub>1</sub> est constitué de 49 pour cent de femelles, 10,2 pour cent seulement de mâles, 34,7 pour cent d'individus hermaphrodites dont les gonades présentaient des parties ovariennes et testiculaires fonctionnelles, plus ou moins imbriquées, matures ou immatures simultanément ou non, et enfin de 6,1 pour cent d'animaux stériles, dont la gonade filiforme indifférenciée, s'est révélée, à l'examen histologique, dépourvue de toute cellule germinale. Les résultats obtenus dans les trois lots E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> et E<sub>3</sub> sont assez comparables (tableau 2) ce qui semblerait indiquer que l'effet de la dose d'estrone administrée dans l'aliment est peu important dans la gamme choisie.

En fait, la classification adoptée, mâles, femelles, hermaphrodites, stériles, présente un caractère artificiel dans la mesure où existaient en fait tous les intermédiaires possibles, tant du point de vue des caractères sexuels secondaires que de la structure des gonades, entre mâles normaux et femelles normales. En effet, seules les femelles (54 % en moyenne pour les 3 lots E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, tableau 4) étaient apparemment parfaitement normales. Au contraire, parmi les "mâles" (tableau 4 :

9,9 %) très peu étaient réellement "normaux", c'est-à-dire dotés d'un appareil génital complet permettant l'éjaculation du sperme par la papille génitale, les autres présentaient des anomalies plus ou moins prononcées intéressant le canal déférent incomplet (figure 2) ou totalement absent (figure 3) et la forme des testicules, plurilobés (figure 2) ou "en chapelet" ; l'un des testicules pouvait même être absent, remplacé par un tractus stérile (figure 3). La non-émission du sperme, faute de canal déférent, entraînait en outre une hypertrophie parfois importante des testicules du fait des phénomènes d'hydratation qui accompagnent la spermiation.

En ce qui concerne les gonades des animaux "hermaphrodites" nous avons observé tous les intermédiaires entre une gonade presque essentiellement mâle, avec seulement quelques îlots de tissu ovarien (figures 4 et 6) et une gonade presque entièrement femelle, avec seulement quelques îlots testiculaires (figure 5). Cependant, en aucun cas les gamètes mâles et femelles, même lorsqu'ils étaient matures en même temps, ne pouvaient être mis à la fois : en effet, lorsque la papille génitale était de type femelle, les ovocytes ovulés dans la cavité abdominale pouvaient être pondus, mais les spermatozoïdes ne pouvaient être éjaculés, faute de canal déférent. Inversement, lorsque les zones testiculaires étaient reliées par un canal déférent à la papille génitale de type mâle, les spermatozoïdes pouvaient être éjaculés, mais les ovocytes ovulés étaient alors emprisonnés dans la cavité abdominale. Cependant, il a été extrêmement aisé de recueillir par biopsie les deux catégories de gamètes pour réaliser soit des fécondations croisées, soit des autofécondations. Dans les deux cas les oeufs ainsi fécondés ont montré un développement embryonnaire normal.

Lots Méthyltestostérone (tableau 3)

Du fait du faible nombre d'individus restant dans chaque lot à 2 ans du fait

TABLEAU 3

REPARTITION DES DIFFERENTS PHENOTYPES SEXUELS CHEZ DES TRUITES ARC-EN-CIEL DE 2 ANS AYANT SUBI UN APPORT ALIMENTAIRE DE METHYLTESTOSTERONE DE 0 A 5 MOIS

	T <sub>1</sub> (26)	T <sub>2</sub> (27)	T <sub>3</sub> (7)	T <sub>1</sub> +T <sub>2</sub> +T <sub>3</sub> (60)	TEMOINS (91)
♂ MATURES	13	14	3	50 %	52 %
♂ IMMATURES	3	1	1	8.3 %	
♀ MATURES	-	-	-	-	48 %
♀ IMMATURES	1	8	2	18.3 %	
♂ ET ♀ MATURES	-	-	-	-	-
♂ MATURE - ♀ IMMATURE	3	1	1	8.3 %	
♂ ET ♀ IMMATURES	1	1	-	3.4 %	
○ INDIFFERENCIES STERILES	5	2	-	11.7 %	

d'accidents d'élevage, nous avons fait abstraction de la dose et regroupé les 3 lots. Ici les mâles "normaux" prédominaient ; certains d'entre eux étant encore immatures (8,3 %). Toutes les femelles (18,3 %) étaient encore immatures à 2 ans. Les hermaphrodites observés, moins nombreux que dans les lots estrone, n'étaient pas simultanément matures à cet âge. Dans tous les cas, il paraissait exister un retard dans la maturation des ovaires ou des parties ovariennes. Enfin la production d'animaux stériles était plus importante (11,7 %) que dans le cas des traitements à l'estrone.

TABLEAU 4 (RECAPITULATIF)

COMPARAISON DE LA REPARTITION DES DIFFERENTS PHENOTYPES SEXUELS CHEZ DES TRUITES ARC-EN-CIEL DE 2 ANS AYANT SUBI UN APPORT ALIMENTAIRE SOIT D'ESTRONE, SOIT DE METHYLTESTOSTERONE DE 0 A 5 MOIS

	ESTRONE (161)	METHYLTESTOSTERONE (60)	TEMOINS (91)
♂	9.9 %	58.3 %	52 %
♀	54.0 %	18.3 %	48 %
♂♀	30.5 %	11.7 %	-
○	5.6 %	11.7 %	-

#### DISCUSSION

La comparaison des résultats obtenus respectivement avec l'estrone et avec la méthyltestostérone (tableau 4) montre que ces deux stéroïdes n'ont pas un effet absolument symétrique. Globalement, en effet, l'estrone paraît protéger la morphogénèse de la gonade femelle (54 % de femelles normales) et la méthyltestostérone la morphogénèse de la gonade mâle (58,3 % de mâles). Mais, alors que l'estrone favorise l'apparition d'hermaphrodites (30,5 %) chez lesquels la maturité des zones testiculaires n'est pas particulièrement retardée et ne donne que peu d'animaux stériles, la méthyltestostérone paraît moins favorable à l'apparition d'hermaphrodites (18,3 %) et chez lesquels la maturité des zones ovariennes est retardée, et plus favorable à la reproduction de poissons stériles (11,7 %).

De toutes façons, ces données ne peuvent et ne doivent être considérées comme absolues du fait des lots assez réduits d'une part, et d'autre part de l'existence de paramètres subis et non contrôlés comme par exemple la température d'élevage qui se répercute vraisemblablement sur la vitesse de la morphogénèse des gonades ou bien le comportement alimentaire individuel, la densité d'élevage, etc...

Néanmoins, et bien que les possibilités réelles d'obtention d'inversions sexuelles complètes ne soient pas clairement apparues, les résultats obtenus révèlent d'étonnantes possibilités expérimentales, telles que la production d'hermaphrodites simultanés autofécondables chez une espèce gonochorique, par conséquent il serait souhaitable de définir avec encore plus de précision les moyens

d'infléchir la morphogénèse des gonades chez la Truite afin de produire de préférence le type sexuel recherché pour des fins soit de production intensive, soit de sélection, soit d'expérimentation : maximum de femelles ou animaux stériles ou hermaphrodites ; or il subsiste encore une marge d'expérimentation considérable :

- Tout d'abord, nous n'avons essayé chez la Truite que deux stéroïdes, l'estrone et la méthyltestostérone, par référence aux résultats antérieurs relatifs à l'inversion sexuelle, mais obtenus chez des Poissons appartenant à des familles différentes, comme *Oryzias latipes* (Cyprinodontiforme), *Carassius auratus* (Cyprinidé), *Tilapia mossambica* et *Tilapia nilotica* (Cichlidés). Or, selon T. YAMAMOTO (1969), divers autres stéroïdes estrogènes ou androgènes, peuvent conduire aux mêmes résultats que l'estrogène et la méthyltestostérone chez *Oryzias latipes* avec pour certains une efficacité bien supérieure. En outre, l'efficacité de ces stéroïdes en tant qu'inducteurs artificiels de la différenciation sexuelle est certainement variable selon l'espèce. Pour infléchir le résultat chez la Truite il est donc d'abord possible de faire varier la nature et la dose des stéroïdes inducteurs.

- D'autre part, comme le souligne YAMAMOTO (1969) la durée du traitement par rapport à la période de morphogénèse des gonades a très certainement une grande importance. Or la morphogénèse est en relation d'une part avec le facteur externe température qu'il serait nécessaire de contrôler rigoureusement pendant le traitement afin de pouvoir le répéter, et d'autre part, avec les caractéristiques génétiques de la souche. C'est ainsi que les contradictions entre les travaux de MRSIĆ (1930) et de PADOA (1937, 1939) sur la période et le mode de différenciation des gonades chez la Truite Arc-en-Ciel, *Salmo gairdnerii*, ont très vraisemblablement leur origine à la fois dans les différences entre les températures d'élevage des alevins, et dans les caractéristiques de deux souches géographiques différentes. Le résultat cherché peut donc encore être atteint en faisant varier ces deux paramètres.

#### CONCLUSION

Les résultats obtenus, bien qu'inattendus, ont une importance au moins aussi importante que l'objectif initial qui était de provoquer des inversions sexuelles complètes : il s'agit de la production de Truites hermaphrodites autofécondables ; de tels animaux peuvent en effet fournir aux généticiens un outil de travail permettant de produire rapidement des souches à très haut degré d'homozygotie.

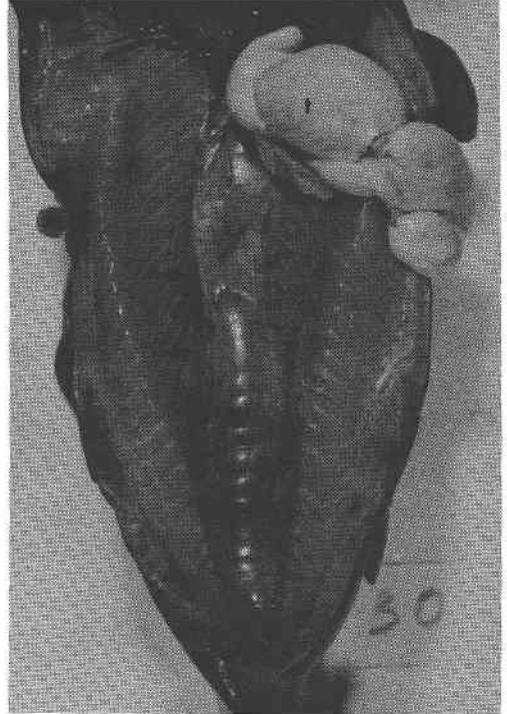
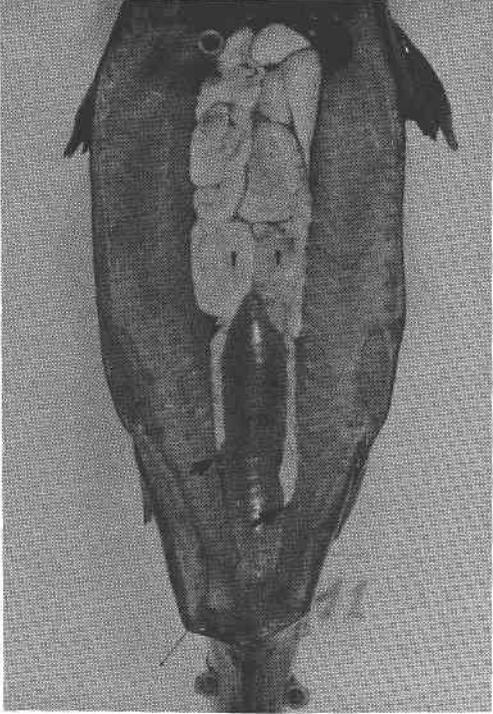


Figure 2 - Testicules anormaux mais peu modifiés d'un mâle des lots estrone : ils sont plurilobés et les canaux déférents sont incomplets (flèches).

Figure 3 - Testicule anormal très modifié d'un mâle des lots estrone. Alors que la gonade droite, filiforme, est stérile (flèches), l'unique testicule plurilobé (t) est dépourvu d'un canal déférent.

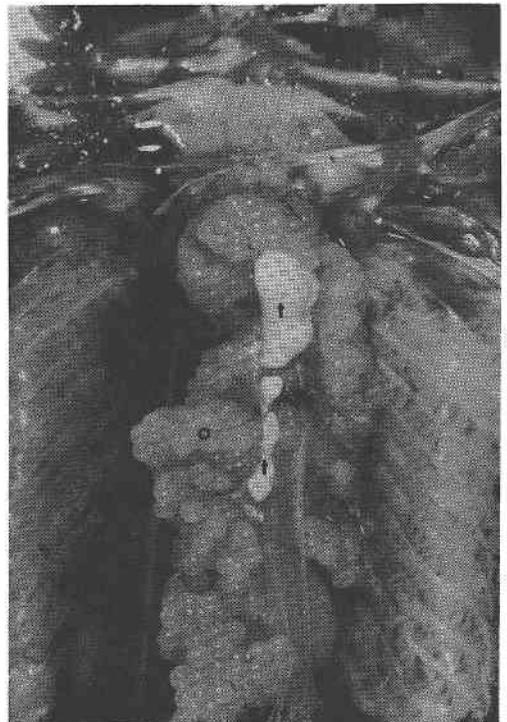
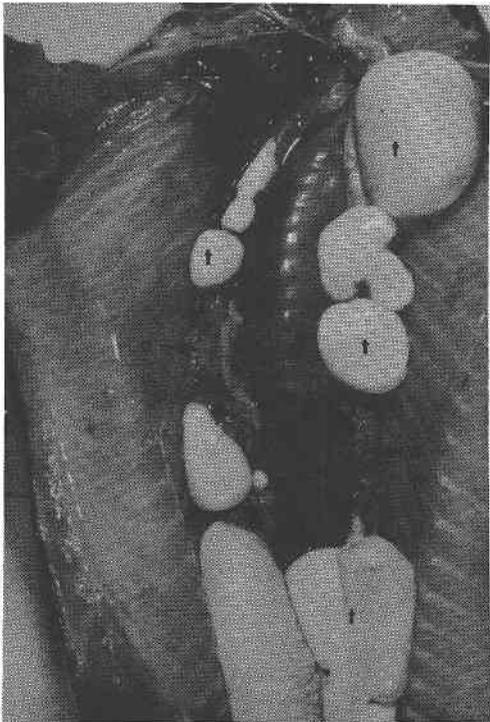
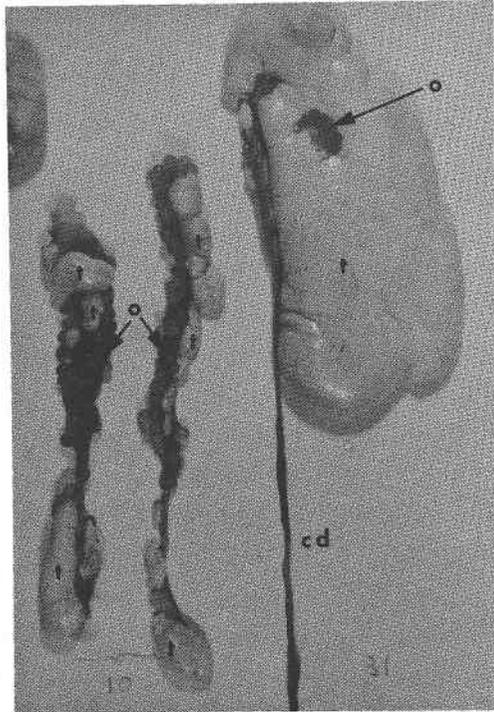


Figure 4 - Gonades d'une truite hermaphrodite des lots estrone : les parties testiculaires (t) disposées en chapelet sont séparées par des parties de tissu ovarien (o) immature, avec de jeunes ovocytes apparents.

Figure 5 - Gonade gauche d'une truite hermaphrodite des lots estrone : la partie ovarienne (o), submature, est prédominante, les parties testiculaires, matures, n'étant représentées que par quelques îlots (t). La gonade droite (flèche), filiforme, est stérile.



Différents aspects de gonades hermaphrodites avec des parties ovariennes (o) et testicules (+) plus ou moins développées. c.d. : canal déférent.

BIBLIOGRAPHIE

ASHBY K.R., 1957

The effect of steroid hormones on the brown trout (*Salmo trutta L.*) during the period of gonadal differentiation. J. Embryol. exp. Morph. 5, 225 - 249.

ASHBY K.R., 1965

The effect of steroid hormones on the development of the reproductive system of *Salmo trutta L.* when administered at the commencement of spermatogenic activity in the testes. Riv. Biol. 58, 139 - 169.

CLEMENS H.P., INSLEE T., 1968

The production of unisexual broods by *Tilapia mossambica* sex-reversed with Methyl testosterone. Trans. Amer. Fish. Soc. 97, 18 - 21.

DZWILLO M., 1962

Über künstliche Erzeugung funktioneller Männchen weiblichen Genotypus bei *Lebistes reticulatus*, Biol. Zentr., 81, 575 - 584.

JALABERT B., MOREAU J., PLANQUETTE P., BILLARD R., 1974

Déterminisme du sexe chez *Tilapia macrochir* et *Tilapia nilotica* : action de la méthyltestostérone dans l'alimentation des alevins sur la différenciation sexuelle ; obtention de mâles "inversés" fonctionnels et proportion des sexes dans la descendance. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. (sous presse).

PADOA E., 1937

Differenziazione e inversione sessuale (feminizzazione) di avannoti di Trota (*Salmo irideus*) trattati con ormone follicolare. Monit. Zool. Ital. 48, 195 - 203.

PADOA E., 1939

Observations ultérieures sur la différenciation du sexe, normale et modifiée par l'administration d'hormone folliculaire, chez la Truite iridée (*Salmo irideus*). Bio-Morphosis. 1, 337 - 354.

PETIT J., JALABERT B., CHEVASSUS B., BILLARD R., 1973

L'insémination artificielle de la Truite. I - Effets du taux de dilution, du pH et de la pression osmotique du dilueur sur la fécondation. Annales d'Hydrobiologie (sous presse).

MRSIC W., 1930

Über das Auftreten intermediärer Stadien bei der Geschlechtsdifferenzierung der Forelle. Arch. Entwicklungsmech. Organ. 123, 301 - 332.

YAMAMOTO T., 1953

Artificially induced sex reversal in genotypic males of the medaka (*Oryzias latipes*). J. Exp. Zool. 123, 571 - 594.

YAMAMOTO T., 1955

Progeny of artificially induced sex reversals of male genotype (XY) in the medaka (*Oryzias latipes*) with special reference to YY - male. Genetics 40, 406 - 419.

YAMAMOTO T., 1958

Artificial induction of functional sex reversal in genotypic females of the medaka (*Oryzias latipes*). J. Exp. Zool. 137, 227 - 262.

YAMAMOTO T., 1959

A further study of induction of functional sex reversal in genotypic males of the medaka (*Oryzias latipes*) and progenies of sex-reversals. Genetics 44, 739 - 757.

YAMAMOTO T., 1969

Sex differentiation, in "FISH PHYSIOLOGY" Ed. HOAR & RANDAIL. Acad. Press. New York & London, Vol. 3, chap. 3, 117 - 175.

YAMAMOTO T., KAJISHIMA T., 1968

Sex-hormonic induction of reversal of sex differentiation in the goldfish and evidence for its male heterogamety. J. Exp. Zool. 168, 215 - 222.

DISCUSSION

LUBET : Je voudrais vous poser une question qui me préoccupe depuis le début de votre exposé. Est-ce le sexe mâle ou femelle qui est hétérogamétique chez la truite?

JALABERT : C'est prématuré, on n'a aucune donnée à ce sujet.

LUBET : Vous savez que lorsqu'on fait varier les doses chez les amphibiens ou chez les oiseaux, on obtient des effets dits paradoxaux. Est-ce que dans les catégories de mâles ou femelles que vous avez, vous avez pu déceler des effets qui seraient du type paradoxal ? Par exemple, la méthyltestostérone, au lieu de renforcer la sexualisation dans le sens mâle, pourrait, à certaines concentrations, donner des femelles, paradoxalement.

JALABERT : Avec les résultats que nous avons, il ne semble pas. D'après les résultats que je vous ai montrés, il semble que la méthyltestostérone a un effet protecteur pour le phénotype mâle puisqu'on voit réapparaître 50 à 60 % de mâles (peut être dans ces 60 % y a-t-il des animaux inversés, pour l'instant nous ne pouvons pas le savoir) ; d'autre part, que l'estrone ait un effet protecteur, par rapport au sexe femelle. Enfin, le stéroïde dont on pense a priori qu'il est représentatif d'un sexe, semble avoir au contraire, sur le sexe opposé un effet, sinon destructeur, du moins stimulateur d'hermaphrodisme. J'aimerais ajouter qu'il est extrêmement étonnant de voir chez un gonochorique que la machinerie qui conduit à l'aboutissement des cellules germinales mâles et à l'aboutissement des cellules germinales femelles puisse dans un même individu fonctionner simultanément sans interférer.

LUBET : Je pense que c'est au contraire très logique, très normal d'après ce que l'on sait, parce qu'il a une bi-potentialité de la lignée germinale au départ et un sexe qui domine l'autre, mais de toute façon, ce mécanisme est beaucoup plus labile chez les vertébrés inférieurs comme les amphibiens et les poissons. On le savait depuis longtemps, puisqu'il y a des poissons comme les Sparidés qui changent naturellement de sexe au cours de leur vie (FONTAINE avait étudié également les cas d'hermaphrodisme chez les Cyclostomes). On connaissait la labilité du sexe chez les poissons. Mais on n'avait pas expérimenté, ce que vous venez de faire de façon magistrale, sur la possibilité d'inverser le sexe. Chez les hermaphrodites que vous avez créés, est-ce qu'il y a stabilité ou est-ce qu'avec le temps il y a une lignée germinale qui disparaît au profit de l'autre ?

JALABERT : Je ne peux pas vous répondre pour la bonne raison que ce que nous cherchions dans cette expérience qui n'était que préliminaire, c'est avoir le résultat. A priori nous ne nous attendions pas à ce résultat. C'est-à-dire qu'au bout des 2 ans, nous avons sacrifié les animaux pour voir en quel état ils se trouvaient et je ne peux pas vous dire maintenant ce qu'ils seraient devenus cette année ou l'année prochaine. Je ne peux pas vous affirmer que ce phénotype est définitif.

FLASSCH : Pensez-vous que les individus anormaux donnent des spermatozoïdes qui

sont viables et eux-mêmes normaux ?

JALABERT : On a pu féconder avec ces spermatozoïdes des animaux normaux et aboutir à un développement embryonnaire normal ; d'autre part, même lorsqu'on réalise l'auto-fécondation, il y a un développement embryonnaire.

LEDOUX : Avez-vous remarqué sur les deux ans de croissance, une modification du comportement ou de la croissance à la suite du traitement ?

JALABERT : Je n'ai pas osé vous en parler, parce que je n'en ai pas le droit étant donné l'hétérogénéité des lots comme vous avez pu le voir. Pour pouvoir parler de croissance, il aurait fallu avoir des lots identiques placés dans des conditions rigoureusement identiques : or nous avons eu des mortalités aléatoires. La tentation immédiate lorsqu'on a des mortalités dans un lot, c'est d'écreter les autres lots de manière à pouvoir maintenir une comparaison, mais nous avons abandonné très rapidement et nous ne pouvons pas conclure quant aux modifications de croissance que ces traitements stéroïdiens auraient pu apporter.

LEDOUX : Je crois que du point de vue de l'élevage, il serait extrêmement intéressant de pouvoir obtenir des femelles plutôt que des mâles.

JALABERT : Dans la mesure où vous cherchez à produire le maximum d'oeufs ou pour la croissance ?

LEDOUX : Du point de vue de la croissance.

RENE : On a constaté chez le bar qu'il y a une structure bimodale au bout d'environ deux ans, qui correspondrait à un dimorphisme sexuel. Par conséquent, on aboutit également à l'idée d'élevage monosexué.

JALABERT : Je ne pense pas que l'on puisse se permettre d'être optimiste ; il est possible qu'on arrive à un résultat comme celui-là, ce serait intéressant mais il faut se méfier. En ce qui concerne le Tilapia, parmi les animaux que nous avons inversés, nous avons une centaine d'animaux qui étaient traités, qui étaient tous mâles et dont 50 % a priori étaient de génotype femelle. Chez le Tilapia, je ne sais pas si vous le savez, il y a un dimorphisme sexuel important, la vitesse de croissance des mâles est de 30 à 40 % supérieure à celle des femelles. Chez les animaux tous mâles que nous avons obtenus par traitement, il y avait également deux modes de répartition des tailles, des animaux petits et des animaux grands et comme par hasard ce sont des animaux petits qui se sont avérés être des génotypes femelles.

RENE : Est-ce que les animaux stériles présentaient la même croissance que les phénotypes mâle et femelle ?

JALABERT : En théorie, je n'ai pas le droit de vous répondre parce que je ne pense pas que les deux valeurs soient représentatives. Si j'extrais les animaux stériles de l'ensemble de la population et si je fais une comparaison statistique, il semble

néanmoins qu'il y ait une tendance de croissance plus forte et en outre, des animaux extrêmement gras. Cela va dans le sens de ce que l'on espère pour des tas de raisons, en particulier, le fait que la gonade ne mobilisant pas l'effort métabolique considérable que cela représente chez le poisson, on peut penser que cet effort métabolique est peut-être détourné au profit de la croissance. Mais il faudrait des preuves.

HONG : Dans le cadre d'une application pratique, est-ce que vous pensez que ces expériences soient reproductibles en eau de mer ?

JALABERT : Oui, mais je n'ai aucune idée a priori sur les résultats.

Question (?) : Chez les Salmoniculteurs qui ont un cheptel de reproducteurs un peu vieux, on constate parfois l'apparition de sujets étranges, c'est-à-dire de truites monochromes, de truites bleu outre-mer ou de truites roses et on peut supposer que c'est lié à un taux d'auto-fécondation assez élevé. Est-ce que vous avez observé, dans les sujets que vous avez obtenus par auto-fécondation, des phénomènes de ce genre là ?

JALABERT : Nous les aurions peut-être observés, mais nous ne l'avons pas pu parce qu'ils sont tous morts.