

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

ifremer

Falguière J. Cl.
Décembre 2003

**Evaluation des performances et de la
qualité de triploïdes de bar
(*Dicentrarchus labrax*)
en élevage**

Rapport final de convention

Appel à projets 2000 :
Soutien à l'innovation dans la filière des produits de la mer et de l'aquaculture
Convention Ofimer / Ifremer N°020/01/C

000 6806
OPLØ 6806
SISN 64962

E420
FAL
E

Sommaire

1 - Objectifs du programme	1
2 - Participants au programme et répartition des tâches	2
3 - Matériel et méthode	6
3 - 1 - Evaluation des performances larvaires	6
3 - 2 - Grossissement en conditions de production	10
3 - 2 - 1 - Constitution des lots avant programme	10
3 - 2 - 2 - Suivi du programme	11
3 - 3 - Grossissement en conditions expérimentales	12
3 - 4 - Caractérisation sensorielle	13
3 - 4 - 1 - Le jury	13
3 - 4 - 2 - Les conditions d'évaluation	13
3 - 4 - 3 - La démarche du profil sensoriel	14
3 - 4 - 4 - Sélection des descripteurs	15
3 - 4 - 5 - Evaluation des profils sensoriels	16
3 - 4 - 5 - 1 - Qualité de la chair de bars élevés à Aquanord - octobre 2002	17
3 - 4 - 5 - 2 - Qualité de la chair de bars élevés à Palavas - janvier 2003	18
3 - 4 - 5 - 3 - Qualité de la chair de bars élevés à Aquanord - février 2003	19
4 - Résultats	20
4 - 1 - Evaluation des performances larvaires	20
4 - 1 - 1 - Viabilité à 48h et taux d'éclosion	20
4 - 1 - 2 - Performances de croissance	21
4 - 1 - 3 - Survie larvaire	23
4 - 1 - 4 - Malformations	24
4 - 2 - Grossissement en conditions de production	26
4 - 2 - 1 - Croissance	26
4 - 2 - 2 - Survie et indice de conversion	28
4 - 2 - 3 - Lipide intra musculaire	29
4 - 2 - 4 - Rendements de transformation	30
4 - 2 - 5 - Données d'abattage	32
4 - 3 - Grossissement en conditions expérimentales	35
4 - 3 - 1 - Croissance	35
4 - 3 - 2 - Survie et indice de conversion	37
4 - 3 - 3 - Résistance à des conditions anoxiques	39
4 - 3 - 4 - Lipide intra musculaire	40

IFREMER Bibliothèque de PALAVAS



100 40648

4 – 3 – 5 – Rendements de transformation	41
4 – 3 – 6 – Données d'abattage	43
4 – 4 – Caractérisation sensorielle	45
4 – 4 – 1 - Qualité de la chair de bars élevés à Aquanord - octobre 2002	45
4 – 4 – 1 – 1 – Effet de la ploïdie et du sexe	45
4 – 4 – 1 – 2 - Effet taille	47
4 – 4 – 2 - Qualité de la chair de bars élevés à Palavas - janvier 2003	50
4 – 4 – 3 - Qualité de la chair de bars élevés à Aquanord - février 2003	50
5 – Discussion	53
Transfert de la technique d'induction de la triploïdie	53
Performances zootechniques	53
En matière de survie	53
En matière de croissance	55
En matière d'alimentation	58
Conséquences de la stérilité induite par la triploïdie	58
Caractérisation morphologique	61
Qualité de chair	62
Effet taille	62
Effet ploïdie	63
Effet aliment	64
Effet sexe	64
6 – Conclusion	66
Bibliographie	68
Annexes	72

1 - Objectifs de programme

L'objectif général est de déterminer les performances et les caractéristiques de triploïdes de bars élevés en conditions de production et expérimentale :

- Rendement de triploïdisation selon deux traitements (hyperbare, froid)
- Performances zootechniques en phase larvaire et grossissement :
 - Croissance
 - Survie
 - Transformation de l'aliment
- Caractérisation des triploïdes :
 - Conformation, développement gonadique
 - Rendement de transformation (éviscération, filetage)
 - Résistance à un stress anoxique
 - Qualité du produit
 - Analyse sensorielle,
 - Taux de graisse de la chair,
 - Malformations.

A l'heure actuelle, aucune entreprise étrangère ne produit de triploïde de bar malgré une bonne maîtrise du protocole d'induction sauf le groupe Aquanord/EMG qui, suite aux travaux menés par IFREMER avec la collaboration du SYSAAF, ont tenté ce pari. Par ailleurs, le marché est de plus en plus demandeur en poisson de grande taille qui puisse entrer dans les circuits de transformation. Ce marché, qui semble promis à un développement important dans le futur, est difficilement touché par le produit bar traditionnel en raison de la durée de la croissance jusqu'au poids de transformation qui peut être évalué à 1 kg. De plus la maturation précoce des mâles (autour de 100 g) puis de femelles (vers 400 g) provoque une diminution des performances qui nuit à la rentabilité de ce produit. Dans ce contexte, le triploïde, par sa stérilité qui est susceptible de lui conférer une meilleure croissance, peut être considéré comme prometteur sous réserve de préciser ses performances. En effet, il est important de déterminer s'il apparaît une dépression de triploïdie et si oui quelle est son intensité et au niveau de quelle phase d'élevage elle se situe. Par ailleurs, le gain après maturation demande à être évalué avec précision et mis en parallèle avec une éventuelle dépression antérieure.

Enfin, au vu des modifications de la qualité du produit déjà rapporté sur d'autres espèces, il convient de préciser ces éléments dans une optique de commercialisation. Par analogie à ce qui a été observé sur d'autres espèces, notamment l'augmentation du compartiment lipidique, il apparaît judicieux d'anticiper ce phénomène en introduisant dans notre démarche, un volet alimentaire par le biais de l'utilisation de deux aliments dont l'un, moins gras, pourrait permettre de limiter l'élévation de l'adiposité des triploïdes.

Ainsi, sur la base de ces éléments, nous avons travaillé selon ces deux axes, performance et qualité du produit, et ce à deux maillons de l'élevage, phase larvaire et grossissement. Si la dépression de triploïdie peut être abordée de la même manière (croissance, survie) dans ces deux phases, l'aspect qualité sera appréhendé différemment sur les alevins (évaluation des malformations) et sur les adultes (qualité organoleptique et compartiment lipidique). Chez ces derniers, l'analyse de la qualité revêt une importance déterminante dans l'optique d'une commercialisation. C'est pourquoi cet aspect sera particulièrement soigné avec une analyse sensorielle, réalisée à l'IFREMER par le département Valorisation des Produits de Nantes, et visant à évaluer le plus objectivement possible la qualité organoleptique des différents lots les uns par rapport aux autres et son évolution au cours des saisons. Quant aux alevins, l'aspect qualitatif est essentiellement axé sur les malformations qui nuisent à l'image et à l'acceptation du produit par les grossisseurs dans un premier temps, par les transformateurs et les consommateurs ensuite.

2 - Participants au programme et répartition des tâches

L'association dans ce projet entre des producteurs (groupe Aquanord/EMG), une structure de transfert développement (SYSAAF) et un organisme de recherche (IFREMER) garantit une complémentarité des compétences et des moyens de ces trois types de structure.

L'entreprise Aquanord a mis en place les opérations d'élevage à une échelle de pré-transfert industriel nécessaire à la validation du process d'élevage et a fourni le matériel biologique nécessaire aux expérimentations et aux évaluations de qualité de chair.

Le SYSAAF fait l'interface entre production et recherche, a réalisé les analyses de routine ne relevant pas de la recherche (analyses de ploïdie par cytofluorimétrie, participation au suivi) et assurera la diffusion des résultats aux entreprises productrices d'alevins adhérentes (21 millions d'alevins sur 25 en France).

L'IFREMER avait la charge du volet expérimental nécessitant des moyens spécifiques, a validé scientifiquement le protocole et l'ensemble des données collectées pour en garantir la fiabilité et diffusera les résultats à la communauté scientifique par voie de publications.

Le tableau 1 résume le planning des opérations.

Pour le volet grossissement, les lots de poissons ont été prégrossis jusqu'à 100g hors convention à AQUANORD avant le début du programme.

Ensuite, les animaux ont été élevés dans les installations d'AQUANORD suivant la procédure d'élevage en vigueur sur cette ferme jusqu'à l'obtention d'un poids moyen d'environ 1 kg.

A un poids de 400g, les lots de poissons ad hoc ont été expédiés à IFREMER Palavas en octobre 2001 pour la réalisation du volet grossissement se déroulant en conditions expérimentales.

Pour le volet larvaire qui s'est déroulé à IFREMER Palavas, les différents essais ont porté sur des lots constitués par AQUANORD/EMG en février, mars, avril et septembre 2001 ainsi qu'avril 2002.

	Volet	Gross ^t en cond ^o de prod ^o	Gross ^t en cond ^o exp ^{le}	Volet larvaire	Eval ^o Qualité de chair
	Site de réalisation	Aquanord	Ifremer (Palavas)	Ifremer (Palavas)	Ifremer (Nantes)
2000	Décembre				
2001	Janvier				
	Février			Test N°1	
	Mars			Test N°2	
	Avril			Test N°3	
	Mai				
	Juin				
	Juillet				
	Août				
	Septembre			Test N°4	
	Octobre				
	Novembre				
	Décembre				
2002	Janvier				
	Février				
	Mars				
	Avril			Test N°5	
	Mai				
	Juin				
	Juillet				
	Août				
	Septembre				
	Octobre	Abattage			Repos sexuel
	Novembre				
	Décembre				
2003	Janvier		Abattage		Saison reprod ^o
	Février	Abattage			Saison reprod ^o
	Mars				
	Avril				
	Mai				

Tableau 1 : Déroulement des opérations sur les différents sites pour les principaux volets du programme

Les opérations relevant du **volet larvaire** ont été réparties de la manière suivante :

A AQUANORD (sous traité à sa filiale EMG) :

- Injection hormonale des géniteurs,
- Fécondation artificielle
- Induction de la triploïdie par traitement hyperbare et froid,
- Livraison des lots d'œufs des 3 traitements (témoin diploïde, triploïde obtenu par traitement hyperbare, triploïde obtenu par traitement froid) à l'IFREMER

A l'IFREMER Palavas :

- Evaluation des performances d'incubation (viabilité, taux d'éclosion) pour les 3 traitements
- Evaluation des performances zootechniques en phase larvaire, en 5 réplicats par traitement, dans 15 bacs de 130 litres
- Evaluation des malformations sur le stade alevin de 5 g.

Au SYSAAF :

- Mise à disposition d'une machine industrielle à traitement hyperbare pour l'induction de la triploïdie à grande échelle

Les opérations relevant du **grossissement en conditions de production** se sont déroulées de la manière suivante :

A AQUANORD :

- Elevage des lots à partir de 100 g
- Expédition de 700 poissons de 400 g de poids moyen provenant des deux traitements (témoin diploïde et triploïde obtenu par traitement froid) pour les expérimentations de grossissement réalisées à l'IFREMER.
- Abattage expérimental d'un échantillon de poissons de chaque bassin à intervalle régulier avec la participation de personnel du SYSAAF et de l'Ifremer (tableau 2) pour le suivi des différents lots.
- Abattage final d'échantillons des différents lots dans et hors saison de reproduction avec la participation de personnel du SYSAAF et de l'Ifremer afin de mieux cerner l'effet de la maturation sexuelle sur les caractères qualitatifs (morphologie, rendements de découpe, teneur en lipides des filets) en fonction du sexe et des niveaux de ploïdie.
- Expédition d'échantillon pour les analyses de qualité de chair
- Analyse lipide de la chair

A l'Ifremer Nantes :

- Analyse sensorielle des différents lots :
 - Lots diploïdes et triploïdes abattus à Aquanord en repos sexuel (males et femelles) : 2 lots dupliqués
 - Lots diploïdes et triploïdes abattus à Aquanord en saison de reproduction sexuel (males et femelles) : 2 lots dupliqués

		Biométrie	Sexage	Découpe (1)	Evaluation lipides (2)	Analyse sensorielle
2000	Décembre					
2001	Janvier					
	Février					
	Mars					
	Avril					
	Mai					
	Juin					
	Juillet					
	Août					
	Septembre					
	Octobre					
	Novembre					
	Décembre					
2002	Janvier					
	Février					
	Mars					
	Avril					
	Mai					
	Juin					
	Juillet					
	Août					
	Septembre					
	Octobre					
	Novembre					
	Décembre					
2003	Janvier					
	Février					
	Mars					
	Avril					
	Mai					

(1) : Rendement éviscération, rapport gonado somatique

(2) : Teneur en lipides des filets évaluée par micro-ondes (Torry Fish FatMeter)

Tableau 2 : Détail du suivi des différents lots en grossissement sur la ferme d'Aquanord.

Les opérations relevant du **grossissement en conditions expérimentales** se sont déroulées de la manière suivante :

A l'IFREMER Palavas :

- 100 poissons de chaque traitement (poids moyen de 400 g) ont été soumis à un protocole de test visant à déterminer une éventuelle fragilité des triploïdes dans des conditions défavorables (résistance à l'anoxie).
- Grossissement des 2 lots de 600 poissons des deux traitements sous deux conditions de formule alimentaire (l'aliment standard et un aliment « maigre ») à partir de 400 g. L'élevage se déroule à raison de 100 poissons par bac de 5 m³, en 3 réplicats par traitement dans une zone à environnement contrôlé
- Abattage final d'échantillons des différents lots en saison de reproduction avec la participation de personnel du SYSAAF et d'Aquanord afin de mieux cerner l'effet de la maturation sexuelle sur les caractères qualitatifs (morphologie, rendements de découpe, teneur en lipides des filets) en fonction du sexe et des niveaux de ploïdie.
- Expédition d'échantillon pour les analyses de qualité de chair

A l'Ifremer Nantes :

- Analyse sensorielle des différents lots :
 - o Lots diploïdes et triploïdes élevés à Palavas sous deux formules alimentaires et abattus en saison de reproduction sexuel (males et femelles) : 4 lots

3 – Matériel et méthode

3 – 1 - Evaluation des performances larvaires

Les lots d'œufs de bar triploïdes obtenus par traitement froid et hyperbare ainsi que les témoins diploïdes non choqués sont produits par l'Ecloserie Marine de Gravelines selon la procédure suivante :

- Sélection de géniteurs présentant un stade de maturation adéquat
- Injection de 9 femelles avec du LHRHa à la dose de 10 mg/kg de poids vif et isolement en structure de ponte individuelle thermorégulée
- Récupération des gamètes femelles et mâles par stripping 70 h environ après l'injection des femelles
- Mélange de 3 pontes provenant des 3 meilleures femelles et mélange de 1 lot de sperme provenant de 1 mâle pour constituer les lots de gamètes utilisés pour la fécondation
- Fécondation artificielle des ovules par du sperme à raison de 25 µl de sperme pour 100 ml d'œufs
- Un volume de 600g d'œuf fécondé non soumis au traitement d'induction de la triploïdie est réservé pour servir de contrôle diploïde
- Un même volume d'œuf fécondé subit un traitement hyperbare de 8500 psi pendant 2mn, 6mn après la fécondation et constituera le lot triploïde hyperbare
- Un même volume d'œuf fécondé subit un traitement froid à 0°C pendant 20 mn, 5 mn après la fécondation et constituera le lot triploïde froid

Suite à la constitution de ces lots, les œufs fécondés sont placés en incubateur de 50 l pendant 24h, puis les œufs morts sont retirés, et les lots sont ainsi expédiés par transporteur sur le site de l'Ifremer Palavas dans des cubitainers de 15 l remplis d'eau de mer à raison de 15000 œufs par litre, sous oxygène pur.

Les oeufs sont réceptionnés à l'Ifremer Palavas 48h après la ponte où ils sont placés dans des incubateurs de 40 l. Il est effectué alors une série d'évaluation de la manière suivante :

- Sur chaque lot est évalué le taux de viabilité des œufs par comptage des œufs présentant un développement embryonnaire normal et des oeufs morts, sur 3 échantillons prélevés au hasard dans chaque incubateur
- On prélève au hasard 3 échantillons d'environ 200 œufs dans chaque incubateur qui sont placés dans des béciers de 2 l sur lesquels sont déterminés les taux d'éclosion en triplicata par comptage des larves écloses et des œufs morts 48 h plus tard

Suivants les différents essais, la mise en élevage dans les structures d'élevage larvaire à été réalisée de deux manières différentes :

Pour les essais N°1 à 4 (annexe 1), après éclosion des larves dans les incubateurs de 40 l, le nombre de larves est évalué par comptage volumétrique puis transféré dans les structures d'élevage larvaire de la manière suivante :

- Après agitation du volume d'eau, 3 prélèvements de 100 ml sont réalisés dans la masse d'eau et les larves sont comptées individuellement pour connaître le nombre de larves présentes dans chaque prélèvement et, par extrapolation, dans le bac
- Le niveau de l'incubateur est baissé pour obtenir une densité larvaire de l'ordre de 4 à 5000 larves par litre
- On maintient une agitation régulière et, à l'aide d'un pilulier de 100 ml, on transfère le nombre de larve souhaité dans 8 béciers, en transférant le nombre nécessaire de prélèvement de 100ml pour obtenir le nombre de larves souhaité, et en suivant une procédure tournante ; ces 8 béciers correspondent aux 5 bacs d'élevage larvaire qui serontensemencés ainsi que 3 bacs « blancs » servant de témoin ; ces derniers seront comptés de manière exhaustive afin d'évaluer la quantité de larves présente dans les bacs d'élevage

Pour l'essai N°5 (annexe 2), les oeufs ont été transférés avant d'avoir éclos, 48 h après fécondation, à un stade où les œufs viables ont généralement un développement embryonnaire suffisamment avancé pour présenter ensuite un taux d'éclosion élevé. Le comptage se fait alors à l'aide d'un tube gradué équipé d'une maille laissant s'écouler l'eau interstitielle. Les œufs présents dans un volume fixe de 2 ml sont comptés individuellement pour déterminer le nombre d'œuf par unité de volume et la répartition se fait ensuite de manière volumétrique.

Suite à différents problèmes détaillés dans le tableau 3, quatre essais ont été effectués avant de pouvoir réaliser l'expérience N°5 qui s'est déroulée dans de bonnes conditions. Si l'on excepte l'essai N°4 dont l'arrêt est dû à un problème technique, les 3 premiers échecs peuvent être imputés dans deux cas sur trois à une maîtrise insuffisante de la technique et de la machine d'induction de la triploïde par traitement hyperbare, ce qui témoigne de la difficulté de mise en œuvre d'une technique nouvelle à l'échelle de la production.

N° Essai	Date de ponte	Date arrêt expérience	Observations
1	26/02/2001	06/03/2001 (J5)	Interruption : lot hyperbare triploïde à 75% seulement.
2	12/03/2001	29/03/2001 (J14)	Forte mortalité au démarrage dans pratiquement tous les bacs; suspicion d'une mauvaise qualité de ponte.
3	11/04/2001	16/05/2001 (J30)	Interruption : lot hyperbare triploïde à 0% seulement. Elevage poursuivi pour test zootechnique.
4	24/09/2001	26/10/2001 (J28)	Forte mortalité à partir de J22 suite à un problème technique.
5	15/04/2002	18/10/2002 (J182)	Réalisé jusqu'à son terme.

Tableau 3 : Dates de réalisation des différents essais d'élevage larvaire et cause de leur interruption éventuelle.

En ce qui concerne l'élevage larvaire N°5 proprement dit, le protocole d'élevage est donné en annexe 3. Le tableau 4 synthétise les principales opérations : biométries, tris vessie, prélèvements, comptages, équilibrages d'effectif. Les biométries sont réalisées en prélevant de manière aléatoire 30 larves ou juvéniles par bassin. La survie, période par période, est évaluée par comptage exhaustif du cheptel de chaque bassin dès que leur taille permet leur anesthésie et leur manipulation.

A J52, après le sevrage, les poissons sont comptabilisés de manière exhaustive afin de disposer d'un taux de survie fiable. Puis les bacs sontensemencés à effectif égal à J54 avec des larves des trois catégories provenant d'une animalerie ayant suivi le même protocole d'élevage afin que le cheptel ne subisse pas le contre-coup des opérations précédentes.

Le tri vessie permet de séparer les individus pourvus de vessie de ceux n'en possédant pas en plongeant les larves dans un bain de salinité 50 g/l contenant 70 ppm d'anesthésiant MS222 ; les individus coulant et flottant sont récoltés et comptés séparément.

L'évaluation des malformations est effectuée en prélevant 50 individus par bassin qui sont disposés sur des plaques plastiques passées ensuite en mammographie de manière à relever les malformations de la colonne vertébrale ; par ailleurs, les malformations externes sont notées. Le tableau 5 présente les différents types de malformation recensés.

	Date	Age	Diploïde	Triploïde Froid	Triploïde hyperbare
Bacs			1 à 5	6 à 10	11 à 15
Effectif initial (œufs 48h)			15270	16341	16183
Densité (œufs / litre)			117	126	124
Opérations d'élevage	17/04	J-2	Mise en élevage des oeufs		
	19/04	J0	Eclosion des oeufs		
	29/04	J10	Biométrie (longueur), évaluation taux de vessie		
	21/05	J32	Biométrie (longueur)		
	22/05	J33	Début sevrage		
	31/05	J42	Fin sevrage		
	10/06	J52	Biométrie, comptage effectif		
	12/06	J54	Tri vessie, équilibrage d'effectif (700 ind./bac), biométrie (longueur, poids)		
	09/07	J81	Comptage effectif équilibrage d'effectif (350 ind./bac), biométrie (poids)		
	27/08	J130	Comptage effectif équilibrage d'effectif (200 ind./bac), biométrie (poids)		
	20/09	J154	Comptage effectif, biométrie (poids), préparation plaques pour radio, équilibrage d'effectif (145 ind./bac)		
	18/10	J182	Comptage effectif final, biométrie finale (poids)		

Tableau 4 : Déroulement de l'élevage larvaire et chronologie des principales opérations effectuées.

Type	Intitulé	Code	Description	
Externe	Mâchoire	Prognathe	P	Mâchoire inférieure proéminente
		Crossbite	Cr	Mâchoires inférieure et supérieure se croisant
		Short chin	Sc	Menton fuyant
		Pugheadness	Sn	Mâchoire supérieure retombant devant les yeux (= shortnose)
		Hyoïde	H	Appendice proéminent sous la mâchoire inférieure
Opercule	Désoperculé	O	Opercule branchial atrophié	
Vertèbre	Lordose	L	Concavité postérieure vertébrale	
	Cyphose	Cy	Convexité postérieure vertébrale	
	Scoliose	S	Déviations transversales vertébrales	
	« Court »	C	Compression longitudinale du corps	
Autres	Iris	I	Iris de l'œil atrophié	
	Abdomen	A	Décrochement abdominal en arrière de l'orifice uro-génital	
	Saddleback	Sa	Décrochement en arrière de la nageoire dorsale	
	Ecaïlle	E	Implantation des écailles en forme de rosace	
Interne	Vertèbre	Lordose	L	Concavité postérieure vertébrale
		Cyphose	Cy	Convexité postérieure vertébrale
		Scoliose	S	Déviations transversales vertébrales
		Hémivertèbre	Hv	Vertèbre atrophiée de forme triangulaire
		Fusion	F	Fusion de plusieurs vertèbres

Tableau 5 : Classification et description des différentes malformations observées chez les alevins de bar.

3 – 2 - Grossissement en conditions de production

3 – 2 – 1 - Constitution des lots avant programme (tableau 6).

Le lot étudié a été constitué sur le site de l'Écloserie Marine de Gravelines à partir d'une ponte du 17 novembre 1999. Les deux traitements (diploïde témoin non choqué et triploïde obtenu par traitement froid) ont été élevés jusqu'au 2 mars 2000, date à laquelle ils ont été transférés sur la ferme d'Aquanord pour un pré-grossissement jusqu'au démarrage du contrat avec l'Ofimer.

Pour cela les deux lots ont été triés par la taille (gros et petits) les 7 et 8 juin 2000 à des poids moyens de 13,2 et 7,0 g respectivement pour les diploïdes et les triploïdes. Les nouveaux lots ont été notés 2n + et 2n - pour les diploïdes et 3n + et 3n - pour les triploïdes.

Une nouvelle série de tris a eu lieu le 22 septembre 2000 pour les diploïdes, qui a donné les lots 2n ++, 2n +-, 2n -+ et 2n --, et le 11 octobre 2000 pour les triploïdes, qui a donné les lots 3n ++, 3n +-, 3n -+ et 3n --; lors de ce dernier tri, il a été décidé d'éliminer le lot de queue des triploïdes (3n --) dont la croissance était trop en retard pour donner lieu à une opération commerciale. Finalement ce sont ces 7 lots qui sont utilisés lors de ce programme.

17/11/1999	Ponte et constitutions de lots d'œufs diploïdes et triploïdes à EMG							
	3n				2n			
02/03/2000	Transfert des lots sur le site d'Aquanord							
	3n 2,13g				2n 4,36g			
07/06/2000	Tri des triploïdes				Tri des diploïdes			
	3n-		3n+	2n-		2n+		
	5,9g		9,0g	10,2g		16,3g		
22/09/2000	Tri des diploïdes							
	2n—	2n+	2n+-	2n++				
	48,7g	67,8g	68,3g	93,6g				
11/10/2000	Tri des triploïdes							
	3n—	3n+	3n+-	3n++				
	39,0g	50,6g	41,2g	56,9g				
	Éliminé							
01/12/2000	Démarrage du programme							
	3n+	3n+-	3n++	2n—	2n+	2n+-	2n++	
	85,2g	72,0g	98,9g	99,5g	138,8g	144,7g	187,9g	

Tableau 6 : Constitution des lots et prégrossissement avant démarrage du programme

3 – 2 – 2 - Suivi du programme

Par la suite, les lots ont été élevés suivant le protocole usuellement utilisé sur la ferme en terme de charge d'élevage, de taux de nutrition, de tri et de transfert. A l'aide de ces critères, les décisions sont prises selon la politique de l'entreprise en matière de gestion et de commercialisation. Le déroulement de l'élevage de chaque lot est consigné en annexes 4 et 5. Par la suite, les bassins B11 (2n - -), AB24 (2n - +) et AB6 (3n - +) ont été mis à la vente respectivement les 04 octobre 2001, 08 novembre 2001 et 06 mai 2002. Seuls ont été conservés jusqu'à un poids de 1 kg les lots diploïdes et triploïdes ++ et +-, qui ont servi de base de travail pour la croissance vers les grandes tailles, les performances de transformation et les évaluations de qualité sensorielle.

Les effectifs sont dénombrés à chaque tri et/ou transfert de cheptel. La croissance est suivie mensuellement par un échantillonnage de 200 poissons avec mesure de longueur et de poids. Tous les 4 mois, des données plus particulières sont enregistrées telles que le sexe, la mesure du gras intramusculaire par Torry Fish fat meter, le rendement d'éviscération, le poids des gonades, ...

3 – 3 - Grossissement en conditions expérimentales

Le 24 octobre 2001, un lot de poissons diploïdes issus du bassin AB4 (2n - +) et un lot de poissons triploïdes issus du bassin B9 (3n + +) ont été expédiés de la ferme d'Aquanord sur le site de Palavas. Chacun de ces lots a été réparti de manière aléatoire à raison de 100 poissons par bac et laissés en acclimatation aux structures d'élevage pendant 3 semaines. Deux zones de 6 bacs de 5 m³ en circuit fermé sont consacrées à cette expérience, chacune des deux zones de 6 bacs utilisant une formulation alimentaire. La composition proximale des deux aliments est donnée en annexes 6 et 7. Dans chacune de ces zones, 3 bassins sont consacrés aux triploïdes et 3 aux diploïdes. Dans un bac sur les 3 réplicats de chaque traitement, les individus sont marqués individuellement à l'aide de marques magnétiques de type Pit tag transpondeur afin de suivre les performances individuelles de croissance.

Le 22 novembre 2001, une biométrie exhaustive a été réalisée sur tous les poissons de tous les bacs afin de disposer d'un point initial. La croissance est suivie ensuite par un échantillonnage mensuel où 30 poissons par bac sont mesurés et pesés. Tous les 4 mois, l'ensemble des individus marqués des 4 bassins B2, B5, C2 et C5 sont identifiés, mesurés, pesés et une évaluation de la teneur en lipides du filet est faite à l'aide du Torry Fish fat meter. Les mortalités sont suivies quotidiennement.

La température a été gardée constante (20°C) afin de pouvoir comparer les croissances de lots ne présentant pas le même poids moyen initial. Par contre, la photopériode soumise est calquée sur la photopériode naturelle pour garder un cycle environnemental permettant d'induire une maturation sexuelle. A partir du mois de juillet 2002, un cycle thermique calqué sur le cycle naturel a été appliqué aux poissons afin de les mettre dans des conditions d'élevage maturantes normales.

Parallèlement, le surplus d'individus diploïdes et triploïdes a été utilisé, pour réaliser des tests de résistance à l'anoxie de la manière suivante :

- Après marquage individuel à l'aide de marques Pit tag, 12 poissons diploïdes et 12 triploïdes sont placés ensemble dans un bac non renouvelé à une charge comprise entre 100 et 110 kg/m³ d'eau de mer en présence de 50 ppm d'anesthésiant (phénoxyéthanol) pour les calmer mais sans les endormir dans une salle obscure thermorégulée.
- Après arrêt du bullage à l'oxygène, le « temps 0 » est pris au moment où la concentration en oxygène est à 100% de la saturation.
- L'oxygène est suivi minute par minute avec un oxymètre YSI 52
- Les poissons sont surveillés et retirés dès qu'ils montrent des signes de pré-mortalité (retournement du poisson ventre vers le haut avec absence de réaction pendant 10 secondes consécutives).

- Chaque poisson sorti du bac est identifié par lecture de sa marque et la minute à laquelle il a été sorti est notée.
- L'expérience est terminée quand tous les poissons ont été sortis du bac.
- Cette expérience a été réalisée à 3 reprises, exactement de la même manière, mais avec des poissons différents. L'évolution de la concentration d'oxygène au cours du temps donnée dans la figure 1 montre que la décroissance de l'oxygène dissous est très semblable dans les 3 expériences.

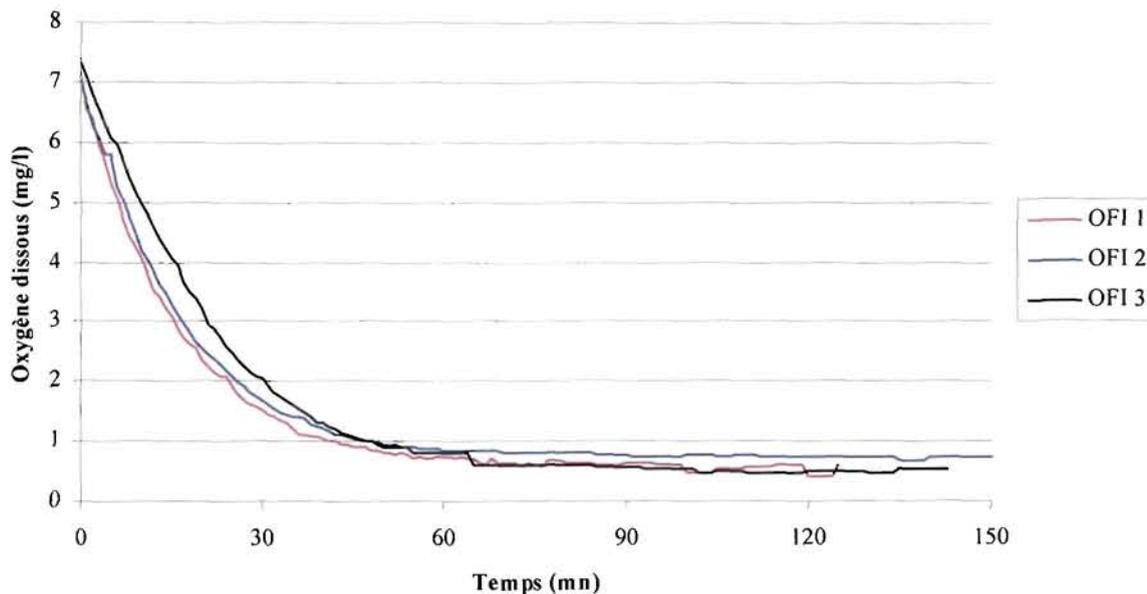


Figure 1 : Evolution de la concentration en oxygène dissous au cours des 3 expériences de résistance à l'anoxie de lots de bars triploïdes et diploïdes.

3 – 4 – Caractérisation sensorielle

3 – 4 – 1 – Le jury

Ce travail a été réalisé par 25 juges appartenant au jury interne de l'Ifremer de Nantes. Ce panel participe depuis plusieurs années à l'analyse des produits de la mer ; il est sollicité, une à deux fois par semaine pour évaluer des produits ou pour des séances d'entraînement.

3 – 4 – 2 – Les conditions d'évaluation

Les séances d'évaluation se déroulent dans une pièce climatisée comprenant 10 cabines individuelles, où chaque personne peut travailler avec une bonne concentration. Les parois de ces cabines étant éclipables, des séances de discussion sont également organisées dans cette salle, quand cela est nécessaire.

Chaque box est éclairé par une lumière standard ($T= 6500^{\circ}\text{K}$). Cette salle de dégustation répond aux spécifications de la norme AFNOR V-09-105 concernant les recommandations relatives à l'implantation des locaux destinés à l'analyse sensorielle.

En dehors des tests de description de produits, réalisés sur papier, l'acquisition des données et le traitement statistique sont automatisés par l'utilisation d'un logiciel (Fizz, Biosystèmes, Dijon).

Tous les tests ont lieu le matin entre 10h30 et 12h30.

3 – 4 – 3 – La démarche du profil sensoriel

La méthodologie employée et présentée dans la norme AFNOR V-09-A (1995) vise à rechercher et quantifier des descripteurs appropriés pour l'évaluation d'une grandeur sensorielle complexe; il s'agit ici en l'occurrence de la recherche des descripteurs d'odeur, d'aspect, de texture et de flaveur les plus pertinents pour caractériser et discriminer des échantillons de bar. Dans la pratique, ces descripteurs retenus sont utilisés pour élaborer le profil sensoriel d'un produit.

Cette méthodologie met en oeuvre 2 phases :

- une phase qualitative de description permettant de définir l'ensemble des caractéristiques des produits.
- une phase quantitative, où chaque dégustateur évalue l'intensité de chaque descripteur préalablement cité, ce qui permet ensuite de déterminer les critères les plus pertinents et discriminants et d'éliminer certains critères redondants.

Phase qualitative de description des produits

Chaque dégustateur remplit le questionnaire de l'annexe 8. Il s'agit de générer individuellement le maximum de termes permettant de décrire toutes les sensations engendrées par le produit. Trois produits, présentés un par un, sont proposés aux juges. Deux séances sont organisées, permettant ainsi de décrire six échantillons différents.

Phase quantitative : notation des intensités des descripteurs

Après la phase descriptive, un premier tri des critères cités est réalisé pour éliminer éventuellement des termes hédoniques, trop vagues ou trop spécifiques d'une personne. Pour cela une réunion de groupe est organisée pour discuter de certaines suppressions de critères ou du regroupement sous une seule appellation de plusieurs termes cités.

Pour réduire encore cette liste généralement trop longue, on propose de nouvelles séances de dégustation avec les mêmes produits que précédemment ; elles permettent d'identifier et d'éliminer les termes mal adaptés pour décrire ou discriminer les produits et de regrouper les termes synonymes (annexe 9).

Les sujets doivent noter l'intensité perçue, pour chaque descripteur présenté, sur une échelle de 0 à 5. On précise aux dégustateurs que la note 0 correspond à une absence de perception du critère considéré. L'échelle proposée est de la forme :

<i>Descripteur</i>	non perçu	faible	plutôt faible	moyen	plutôt fort	fort
	0	1	2	3	4	5

Cette seconde réduction fait appel à une analyse de la fréquence de citation des termes et de la distribution des notes en fonction des produits. Des outils statistiques tels que l'analyse multidimensionnelle sont également utilisés ; ils permettent de dégager l'importance relative et la contribution des descripteurs à différencier les produits, en donnant une représentation de l'ensemble des produits ainsi que les corrélations entre descripteurs. L'outil utilisé ici est l'analyse en composantes principales normée (ACP).

Par la suite, lorsque l'ensemble des analyses aidant à la sélection des critères a été réalisé et qu'une liste peut être proposée au panel, un ou plusieurs tests d'entraînement permettent encore d'affiner le choix des descripteurs, en discutant avec les différents juges.

3 – 4 – 4 – Sélection des descripteurs

Afin de prendre en compte la variabilité existante, six lots de bar ont ainsi été testés au cours de la phase de description et de notation des critères :

1. bar de ligne (500-800g) - MIN de Nantes
2. bar d'élevage provenant de Turquie (400-600g) - MIN de Nantes
3. bar d'élevage diploïde (600-800g) – Aquanord-
4. bar d'élevage triploïde (600-800g) – Aquanord
5. bar d'élevage diploïde (300-450g) – Aquanord-
6. bar d'élevage provenant de Grèce (400-600g) - MIN de Nantes

La préparation des échantillons

Les poissons ont été filetés la veille des tests, soit 2 ou 3 jours après l'abattage pour ceux d'Aquanord. Il a été difficile d'obtenir la date de pêche des échantillons achetés. Les bars de Turquie et de Grèce ne présentaient pas de signes d'altération, par contre les lots de pêche étaient très hétérogènes au niveau de la fraîcheur.

Les filets parés, non pelés, ont été lavés, séchés en surface et entreposés dans de l'aluminium, à +4°C, pendant 18 heures.

Le jour des tests, le collet et la queue des plus gros filets ont été coupés et seule la partie centrale a été prélevée. Le poids des portions variaient entre 50 et 90 g, selon les échantillons.

La cuisson a été réalisée au four à micro-ondes (600W), dans des bols transparents avec couvercle. Le temps de cuisson dépendait du poids des filets (45s à 1mn) ; les échantillons étaient cuits un par un. L'ordre de présentation différait d'un juge à l'autre.

L'ensemble du protocole de préparation est présenté en photos dans l'Annexe 10.

Choix final des descripteurs sensoriels

Sur la base de la méthodologie décrite plus haut, et après discussion avec le panel, les termes suivants ont été retenus. L'abréviation des termes est indiquée entre parenthèses.

ODEUR

intensité globale (oglo)
poisson semi-gras (ogras)
coquillage cuit (ocoq)
poisson eau douce/moisi/terre (odouc)
laiteuse (olait)

ASPECT

homogénéité de la couleur (homo)
couleur blanche (blan)
taches brunes (tach)
protéines coagulées (prot)
gouttelettes de gras dans le jus (gout)

TEXTURE EN BOUCHE

1^{ère} morsure
fermeté (ferm)
densité de la chair (fibres serrées) (dens)

mastication
humidité (hum)
texture fibreuse (fibr)
texture collante (coll)
mâchement(nombre de mastication nécessaire
avant d'avaler le produit) (mach)

en fin de mastication
film gras (perçu sur la langue)(film)

FLAVEUR

intensité globale (fglo)
poisson semi-gras (fgra)
pomme de terre (pter)
poisson eau douce/terre/moisi (fdou)

3 – 4 – 5 – Evaluation des profils sensoriels

Les évaluations sensorielles se sont déroulées à partir de lots élevés en conditions de production sur la ferme d'Aquanord d'une part, et de lots élevés à l'échelle expérimentale sur la station Ifremer de Palavas d'autre part.

Dans le premier cas, l'évaluation s'est faite à deux périodes, en repos sexuel (octobre 2002) et en saison de reproduction (février 2003), de manière à mettre en évidence des différences éventuelles liées à la stérilité des bars triploïdes.

Dans le deuxième cas, elle ne s'est faite qu'en saison de reproduction (janvier 2003), période à laquelle les différences éventuelles sont susceptibles d'être plus marquées, et sur deux catégories de lots, l'un nourris avec un aliment dit « gras » cad présentant un taux de lipide élevé mais conforme à ce qui est utilisé en production, l'autre nourris avec un aliment dit « maigre » présentant un taux de lipide plus faible.

3 – 4 – 5 – 1 - Qualité de la chair de bars élevés à Aquanord - octobre 2002

Effets testés

Quatre lots de bars, élevés sur le site d'Aquanord, ont été comparés :

- 26 mâles 2n+-
- 26 femelles 2n+-
- 26 mâles 3n++
- 26 femelles 3n++

Les poissons ont été sexés, étiquetés, mesurés, pesés et éviscérés avant d'être expédiés à Nantes où le filetage a été effectué la veille ou l'avant veille du test, soit 48 h après abattage. Les filets ont été pesés après filetage et après parage afin de disposer des rendements de transformations individuels.

La taille des poissons étant très différente d'un lot à l'autre, en particulier celle des femelles diploïdes, le facteur poids a été étudié la semaine suivante, avec trois lots de 10 bars diploïdes, non sexés et non éviscérés, ayant un poids moyen de 1200 g, 800 g et 700 g. Les rendements ont été également calculés.

Plan expérimental

Deux tests de profils ont été réalisés, à un jour d'intervalle, pour comparer les bars mâles et les bars femelles, diploïdes et triploïdes. La première séance prenant en compte tous les filets droits et la seconde tous les filets gauches : ces derniers avaient donc un jour supplémentaire d'entreposage à +4°C.

Pour l'analyse de l'effet du poids faite sur les trois lots de bars diploïdes, un seul test a été effectué; chaque juge a reçu soit des filets gauches soit des filets droits.

Les produits à comparer sont présentés simultanément. Le temps de cuisson a donc été modifié, par rapport à la phase d'entraînement. Il variait entre 3 et 4 minutes en fonction de la

taille de la portion, qui était prélevée dans la partie centrale du filet. Les juges avaient tous pour consigne de consommer la zone dorsale.

A chaque séance, tous les juges ont testé les mêmes produits et l'ordre de présentation a été déterminé en utilisant un carré Latin de manière à éviter un effet "ordre de présentation".

Acquisition des données

Les séances de profil sont automatisées grâce au logiciel Fizz (Biosystèmes, Couternon) qui permet la création des séances, la présentation des échantillons, l'acquisition des données ainsi que leur traitement.

L'échelle de notation est une échelle non structurée bornée par les termes "faible intensité" et "forte intensité", correspondant à une notation de 0 à 10.

3 – 4 – 5 – 2 - Qualité de la chair de bars élevés à Palavas - janvier 2003

Effets testés

Après une phase de grossissement réalisée avec deux régimes alimentaires différents, à la station de Palavas, les bars diploïdes et triploïdes ont été envoyés à l'Ifremer de Nantes pour les tests sensoriels.

Trois effets ont été pris en compte au cours de l'étude :

- l'effet ploïdie
- l'effet sexe,
- l'effet régime alimentaire (A et B)

Chaque lot était constitué de 11 à 13 poissons selon le cas.

Les poissons ont été sexés, étiquetés, mesurés, pesés et éviscérés avant d'être expédiés à Nantes où le filetage a été effectué la veille du test, soit 3 à 4 jours après abattage. Les filets ont été pesés après filetage et après parage afin de calculer les rendements de transformation. La préparation et la cuisson des produits ont été faites dans les conditions utilisées lors des tests avec le bar d'Aquanord.

Plan expérimental

L'ensemble des effets testés conduisait à l'analyse de 8 lots différents :

Aliment A				Aliment B			
Triploïde		Diploïde		Triploïde		Diploïde	
Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle
1	2	3	4	5	6	7	8

Deux tests de profils ont été prévus, à un jour d'intervalle, pour évaluer ces différents effets. Le plan expérimental proposé permettait d'équilibrer les différents traitements au sein d'une même séance.

	Produits			
Séance 1	1	4	6	7
Séance 2	2	3	5	8

3 – 4 – 5 – 3 - Qualité de la chair de bars élevés à Aquanord - février 2003

Effets testés

Les effets ploïdie et sexe ont été testés comme en octobre 2002, sur des lots de bars sexés, mesurés, pesés et éviscérés avant d'être expédiés à Nantes où le filetage a été effectué la veille ou avant veille du test sensoriel, soit 48 h après abattage. Les filets ont été pesés après filetage et après parage.

Quatre lots ont ainsi été analysés :

- 26 mâles 2n + -
- 26 femelles 2n + -
- 26 mâles 3n ++
- 26 femelles 3n ++

Plan expérimental

Deux séances d'analyse sensorielle ont été prévues, l'une le jeudi pour l'évaluation des filets droits et la seconde le vendredi pour l'évaluation des filets gauches. La préparation des échantillons et leur cuisson ont été réalisées dans les mêmes conditions que précédemment.

4 – Résultats

4 – 1 - Evaluation des performances larvaires

Rappel de l'objectif

L'objectif de ce volet est de déterminer les principales performances zootechniques de larves de bars diploïdes et triploïdes obtenus par traitement froid et hyperbare, survie et croissance aux différents stades du développement précoce : développement embryonnaire (viabilité des œufs et taux d'éclosion), phase larvaire sur proies vivantes, sevrage et prégrossissement. Sur l'aspect qualitatif, nous avons évalué les taux des principales malformations relevées à un poids de 3 à 5 g.

4 – 1 – 1 - Viabilité à 48h et taux d'éclosion

Compte tenu du fait que les 4 premiers essais ont été interrompus assez tôt, nous présenterons d'abord les résultats des phases très précoces (développement embryonnaire et éclosion) sur l'ensemble des expériences avant de nous attarder sur les résultats de l'essai n°5 qui s'est déroulé normalement.

Le tableau 7 synthétise les résultats de viabilité à 48h et taux d'éclosion des différents essais qui sont ensuite visualisés sur les figures 2 et 3. Il s'agit ici respectivement du nombre d'œufs viables 48h après fécondation et du nombre de larves écloses, par rapport à la totalité des œufs utilisés lors de l'opération de fécondation artificielle.

N° Essai	Taux de viabilité à 48 h (%)			Taux d'éclosion (%)		
	Diploïdes	Triploïdes froid	Triploïdes hyperbare	Diploïdes	Triploïdes froid	Triploïdes hyperbare
1	61,5 (4,6)	55,1 (4,1)	52,5 (1,7)	nd	nd	nd
2	45,1	30,9	36,1	21,6 (3,4)	12,1 (1,7)	9,0 (4,2)
3	76,1	51,8	69,0*	70,2 (3,4)	54,2 (1,9)	66,9 (2,6)
4	60,9 (5,3)	16,9 (4,2)	34,6 (9,2)	26,0 (2,7)	7,6 (5,5)	17,4 (3,9)
5	77,6 (4,3)	67,4 (6,4)	38,6 (5,6)	55,7 (5,5)	51,7 (1,3)	29,1 (0,7)
Moyenne	64,2	44,4	46,2	43,4	31,4	30,6

: lot triploïde raté (100% de diploïdes)

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance quand disponible

Tableau 7 : Résultats de développement précoce de lots d'œufs de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare.

D'après ces résultats sur les phases précoces du développement, il apparaît que les lots ayant subi un traitement d'induction froid ou hyperbare, même s'ils sont incomplètement triploïdes, subissent une dépression des performances de viabilité et d'éclosion. Le rapport de performance entre la viabilité à 48h des œufs triploïdes et diploïdes est en moyenne de 68,2% et 72,5% respectivement pour les traitements froid et hyperbare. Le rapport de performance d'éclosion est quant à lui respectivement de 63,8% et 64,0%. Ceci tend à montrer que les deux traitements provoquent des dépressions assez voisines. Cependant on peut noter la très grande variabilité des résultats d'un essai à l'autre.

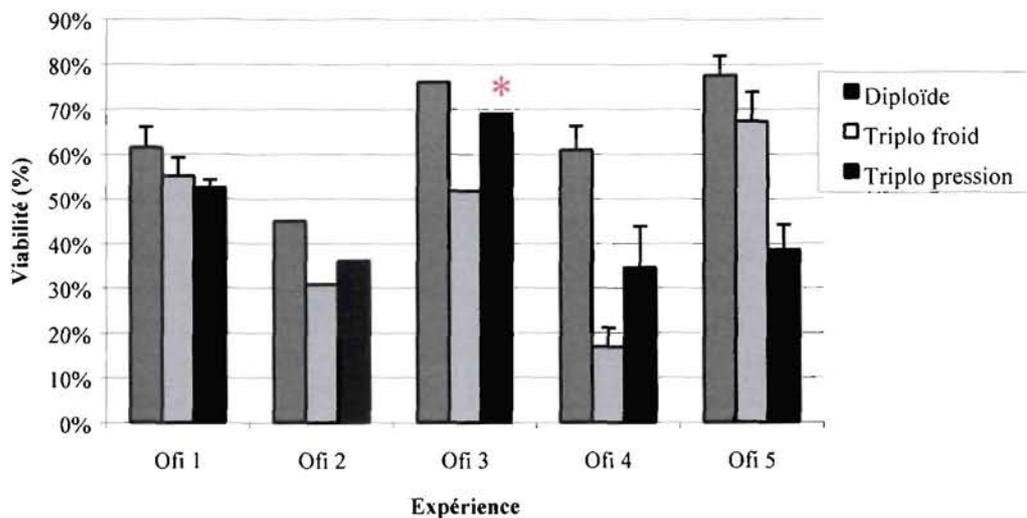


Figure 2 : Taux de viabilité observé 48h après fécondation sur les lots d'œufs de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare. * : lot triploïde raté (100% de diploïdes).

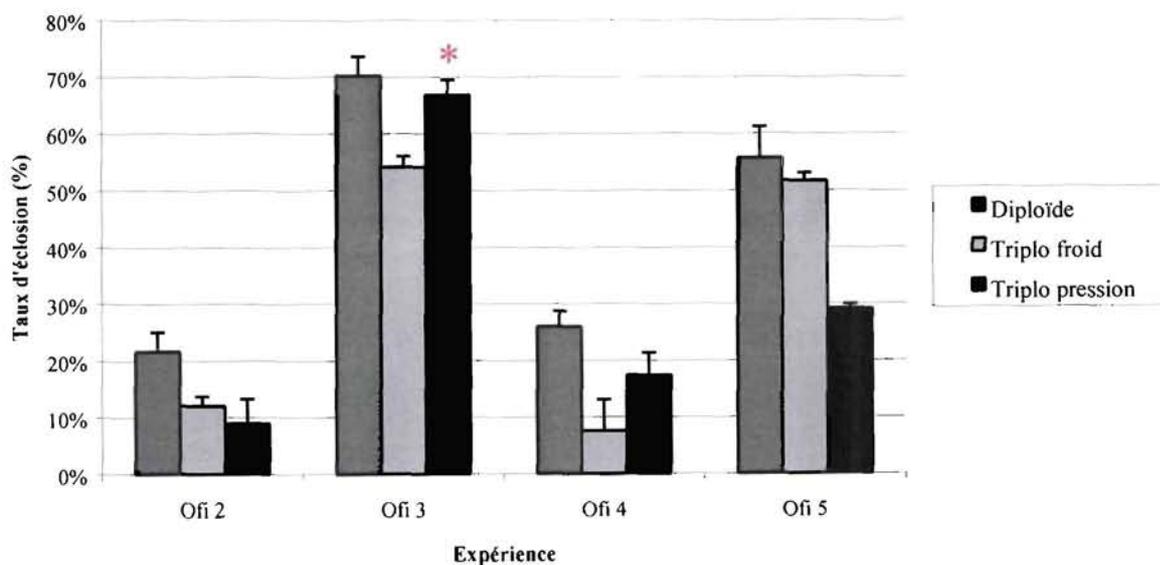


Figure 3 : Taux d'éclosion observé 96h après fécondation sur les lots d'œufs de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare. * : lot triploïde raté (100% de diploïdes).

4 – 1 – 2 - Performances de croissance

La croissance linéaire durant la première partie de la phase larvaire (J0 – J52) est donnée en figure 4 ; il n'apparaît pas de différence significative de longueur entre les 3 lots aussi bien à J32 (P = 0,176) qu'à J52 (P = 0,096).

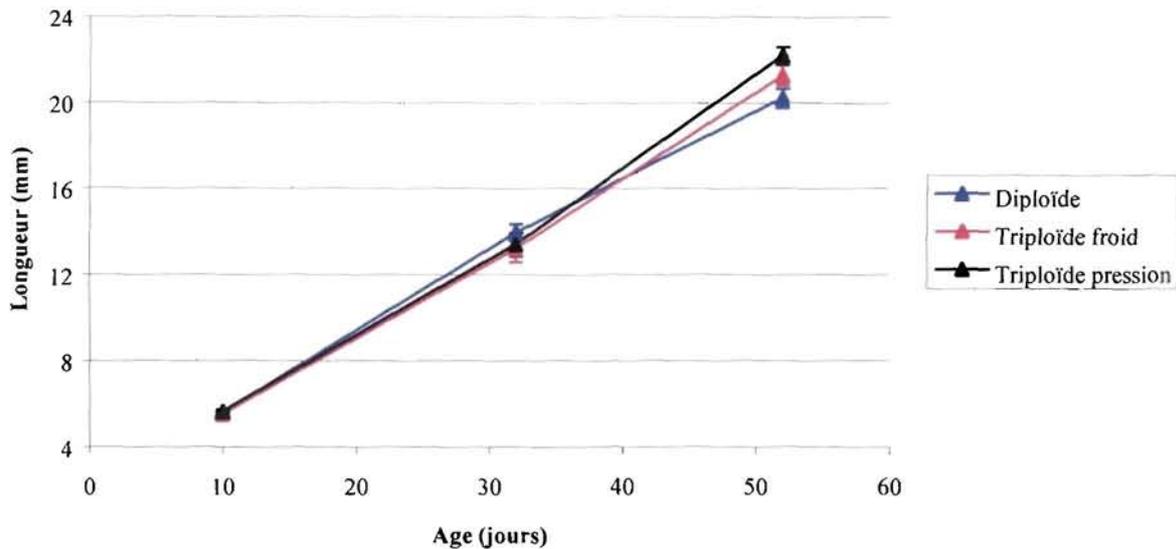


Figure 4 : Courbe de croissance linéaire de larves de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare durant la phase d'alimentation sur proie vivante.

Si l'on étudie la croissance pondérale dans un second temps entre J52 et J182 où les effectifs sont équilibrés à intervalle régulier (figure 5), il apparaît des différences significatives indiquées dans le tableau 8. On montre ainsi qu'à J81, ce sont les triploïdes froid qui sont les plus gros, suivis des diploïdes puis des triploïdes hyperbare, tandis qu'à J130, il n'y a pas de différence significative. Ensuite, à J154 comme à J182, les diploïdes sont plus gros que les triploïdes froid et hyperbares qui sont quant à eux de même poids.

Age	Diploïde	Triploïde froid	Triploïde pression	P
81	0,56 ^b (0,035)	0,63 ^a (0,028)	0,51 ^c (0,009)	<0,001
130	2,43 (0,124)	2,46 (0,083)	2,28 (0,115)	0,098
154	4,77 ^a (0,469)	3,92 ^b (0,174)	3,95 ^b (0,354)	0,009
182	10,13 ^a (0,538)	7,96 ^b (0,510)	8,11 ^b (0,185)	0,009

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance.

Tableau 8 : Poids moyen (en g) de larves de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare et significativité statistique des résultats (Anova pour $\alpha = 0,05$).

Ceci nous a amené à traiter non pas les poids moyens mais les taux de croissance de chaque lot. Il apparaît ainsi que dans cette phase (J130 – J182), les taux de croissance sont significativement différents ($P < 0,001$) et que ce sont bien les diploïdes qui présentent la meilleure croissance (2,84%/jour), les 2 lots de triploïdes présentant la même croissance, respectivement 2,34 et 2,49 %/jour pour les lots froid et hyperbare. On évalue ainsi le taux de croissance relatif des triploïdes à 82,4 et 87,7% de leur témoin diploïde respectivement pour les lots traités au froid et à la pression pour la période J130 – J182.

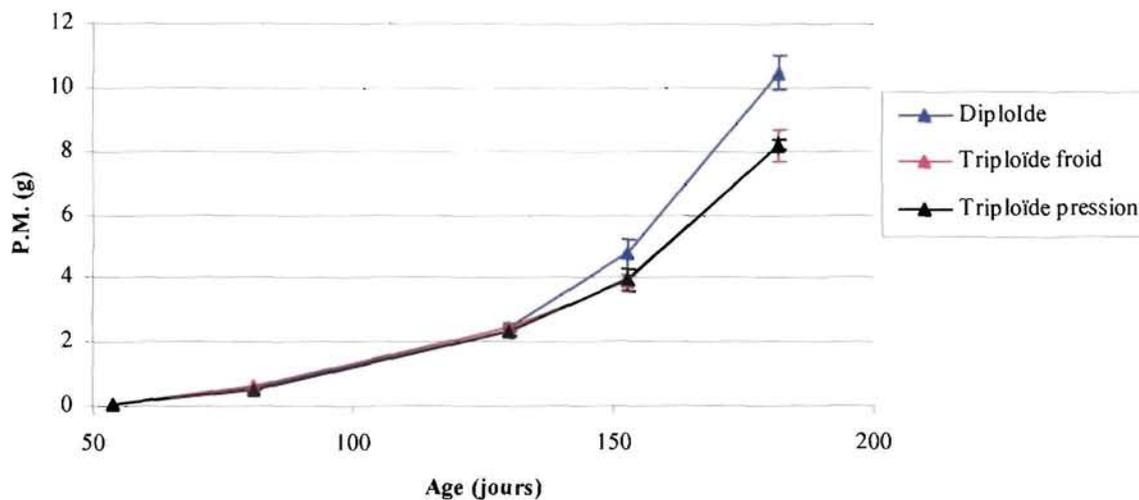


Figure 5 : Courbe de croissance pondérale de larves de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare durant la phase d'alimentation sur micro-granulé inerte.

4 – 1 – 3 - Survie larvaire

La figure 6 montre la survie enregistrée durant chaque période séparant deux dénombrements d'effectif et le tableau 9 synthétise les résultats des traitements statistiques des données après transformation par Arc sin $\sqrt{\quad}$.

Ces résultats montrent que dans la période initiale allant de la larve éclosée (J0) à la larve sevrée (J52), les triploïdes présentent une mortalité significativement supérieure. On évalue ainsi la survie relative des triploïdes à 20,6% et 35,0% de leur témoin diploïde respectivement pour les lots traités au froid et à la pression.

Par la suite, les survies des différents lots ne sont pas significativement différentes hormis pour la période J81 – J130 où les triploïdes froid semblent légèrement moins performants.

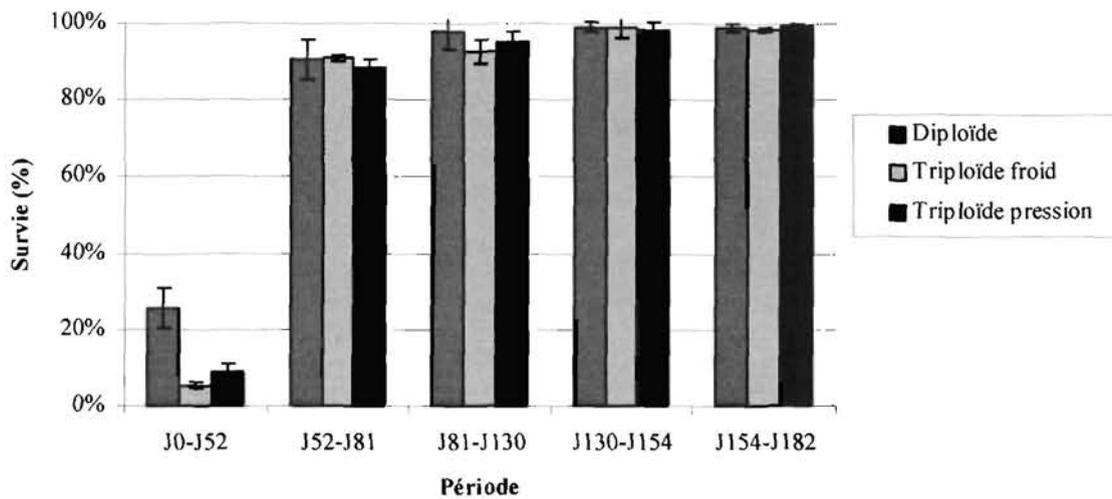


Figure 6 : Evolution de la survie de lots de larves de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare durant la phase larvaire.

Période	Diploïde	Triploïde froid	Triploïde pression	P
J0 – J52	25,7 ^a (5,1)	5,3 ^b (0,8)	9,0 ^b (1,7)	< 0,001
J52 – J81	90,7 (4,7)	90,9 (3,2)	88,7 (3,1)	0,635
J81 – J130	98,1 ^a (1,3)	92,8 ^b (3,0)	95,0 ^{a,b} (2,3)	0,020
J130 – J154	99,2 (1,0)	99,2 (0,5)	98,5 (0,7)	0,323
J154 – J182	99,0 (0,5)	98,5 (1,1)	99,5 (0,3)	0,438

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance.

Tableau 9 : Taux de survie (en %) de lots de larves de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare et significativité statistique des résultats (Anova pour $\alpha = 0,05$).

4 – 1 – 4 - Malformations

La figure 7 montre les taux des différentes catégories de malformation externes recensées dans les trois traitements et la figure 8 se focalise sur les malformations vertébrales observées en mammographie.

Le tableau 10 synthétise les résultats des tests statistiques qui font apparaître des différences significatives du nombre de vertèbre, du taux de malformation total, du taux de malformation externe et du taux de malformation vertébrale. Il montre aussi les traitements qui sont différents entre eux. Aucune différence d'intensité de malformation vertébrale n'est mise en évidence malgré des moyennes assez éloignées entre les traitements, à cause d'une grande

variabilité de cette intensité chez les triploïdes. Ce point sera abordé plus en détail dans la discussion.

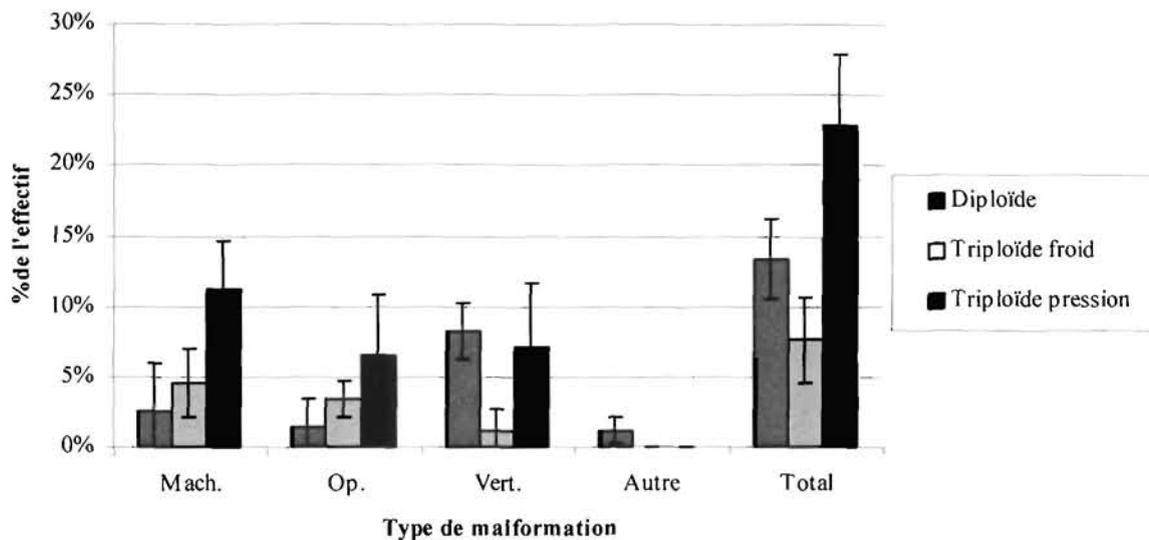


Figure 7 : Taux de malformation externe observé dans des lots de larves de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare à un poids de 4-5g :

- Mach. : déformation de la mâchoire (prognathe, crossbite, Short chin, hyoïde, pugheadness)
- Op. : désoperculation
- Vert. : malformation vertébrale (lordose, cyphose, scoliose, « court »)
- Autre : iris, décrochement abdominal, saddleback, écaille

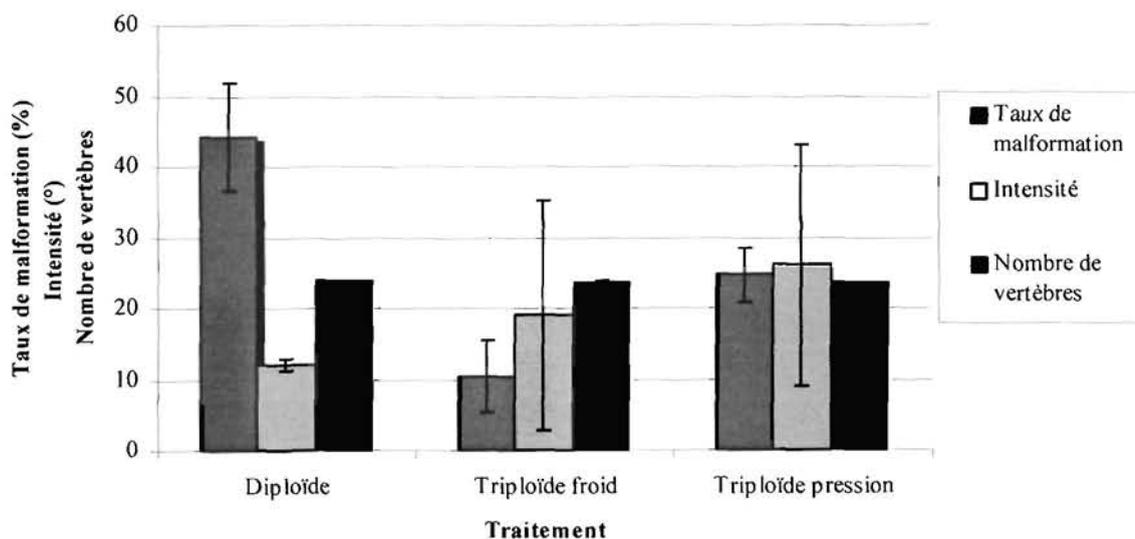


Figure 8 : Taux de malformation vertébrale et nombre de vertèbres observés dans des lots de larves de bar diploïde, triploïde froid et triploïde hyperbare à un poids de 4-5g.

	Diploïde	Triploïde froid	Triploïde pression	P
Malformations externes	13,4 ^b (2,9)	7,6 ^b (3,0)	22,8 ^a (5,0)	<0,001
Malformations vertébrales	44,1 ^a (7,6)	10,5 ^c (5,0)	24,7 ^b (3,8)	<0,001
Malformations totales	47,6 ^a (7,3)	16,5 ^b (5,5)	40,5 ^a (5,7)	<0,001
Intensité malformations vertébrales	12,1 (0,8)	19,1 (16,1)	26,1 (17,0)	0,389
Nombre de vertèbres	23,88 ^a (0,05)	23,80 ^{a b} (0,04)	23,73 ^b (0,06)	0,004

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance

Tableau 10 : Taux (en %) et intensité (en ° d'angle) des malformations vertébrales ; nombre de vertèbres de lots de larves de bar diploïde, triploïde froid et hyperbare; significativité statistique des résultats (Anova pour $\alpha = 0,05$).

4 – 2 - Grossissement en conditions de production

Rappel de l'objectif

L'objectif de cette partie du programme est de déterminer les performances zootechniques et la qualité organoleptique de la chair de bars triploïdes et diploïdes élevés dans les conditions de production d'une ferme industrielle.

4 – 2 – 1 – Croissance

La figure 9 montre la croissance des différents lots depuis le début du programme. Il apparaît nettement un déficit de croissance des lots triploïdes par rapport aux lots diploïdes lors du grossissement en conditions de production. Cependant, dès le début de l'expérience, ces derniers étaient déjà plus gros. La question qui se pose alors est de savoir si le déficit initial s'est amplifié ou non cad si les taux de croissance comparés pour des mêmes catégories de poids sont différents entre les deux génotypes.

La figure 10 montre l'évolution du rapport triploïde sur diploïdes à Aquanord en considérant à chaque instant uniquement les lots présents dans les deux génotypes. Quand deux lots ayant des poids moyens différents présentent un rapport de poids moyen constant au cours de la croissance, cela signifie que le plus faible présente un taux de croissance moyen inférieur au plus fort. Dans notre cas, le rapport triploïde / diploïde augmente, ce qui suggère que le taux de croissance des triploïdes se rapproche de celui des diploïdes. Mais cette méthode d'évaluation est très approximative.

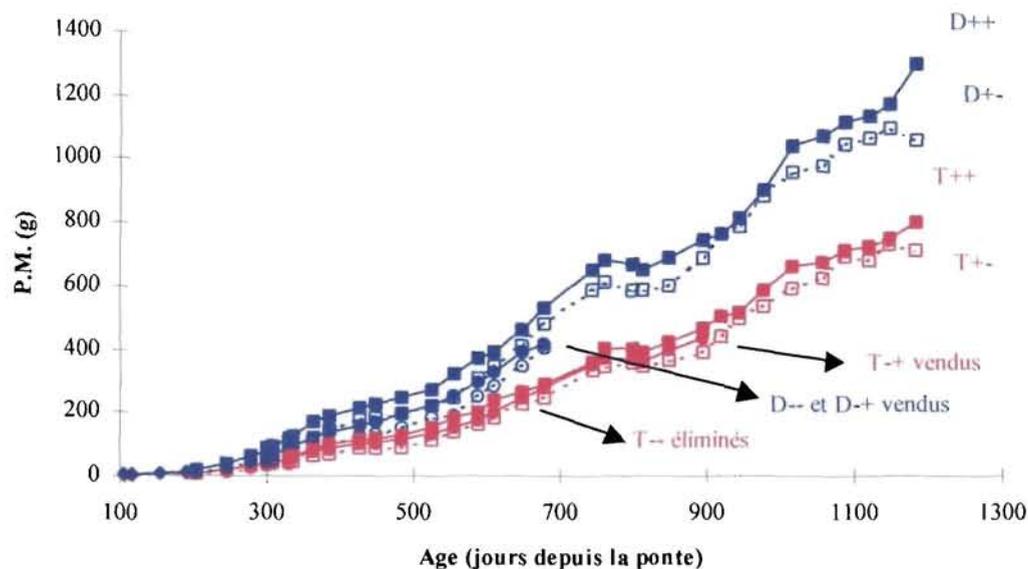


Figure 9 : Courbe de croissance des lots de bars diploïdes et triploïdes sur le site d'Aquanord

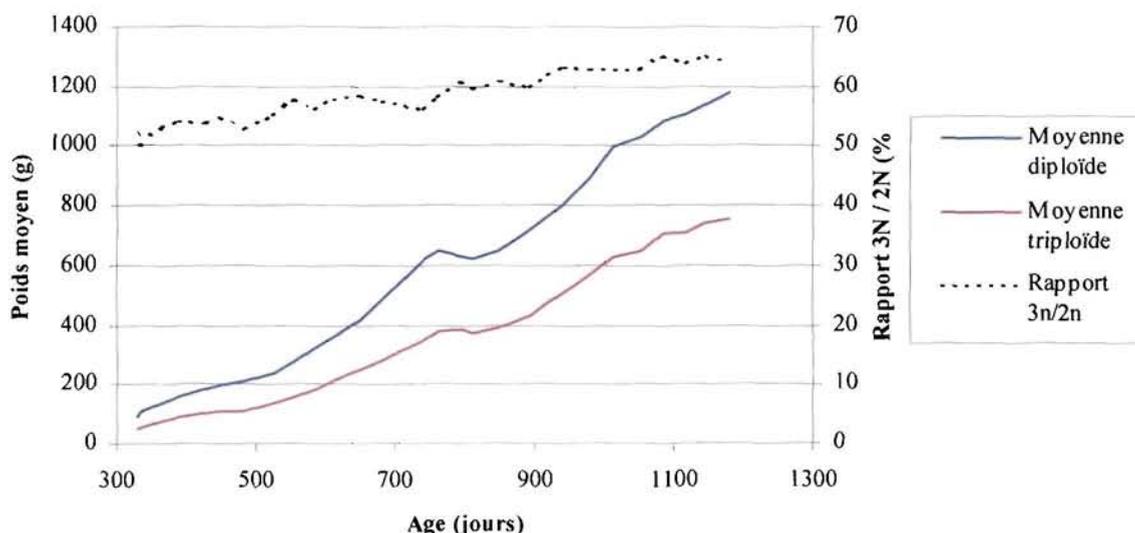


Figure 10 : Croissance comparée de bars diploïdes et triploïdes sur la ferme d'Aquanord.

Une autre manière de se déterminer sur cet aspect croissance est de comparer la croissance des différents lots en prenant comme témoin de référence un modèle théorique consolidé sur le site d'Aquanord. Ceci permet de faire abstraction du déficit de poids qui existait à l'arrivée des lots sur la ferme et permet de comparer les croissances obtenues lors du grossissement sensu stricto. Celui ci tient compte non seulement de la croissance mais aussi de la température à laquelle elle s'est exprimée et du mois à laquelle cette température a été enregistré. On considère par exemple que la croissance obtenue à 22°C en mai n'est pas la même que celle obtenue à 22°C en novembre car les poissons ne sont pas dans le même état physiologique. Cette comparaison est donnée dans le tableau 11 ; elle porte sur la période du 12 septembre 2000 au 10 février 2003 pour les diploïdes et du 11 octobre 2000 au 10 février 2003 pour les triploïdes et ne concerne que les lots ++ et +- de chaque niveau de ploïdie qui

n'ont pas été triés depuis cette date initiale. Ces résultats montrent que le taux de croissance des triploïdes est inférieur à celui des diploïdes et que le déficit s'élèverait à environ 18%.

	Diploïde ++	Diploïde +-	Triploïde ++	Triploïde +-
Rapport au Modèle	94,0%	87,7%	75,8%	73,2%
		Rapport 3n/2n	80,6%	83,5%
		Moyenne	82,1%	

Tableau 11 : Rapport du modèle de croissance appliqué sur le lot considéré au modèle de référence de la ferme au cours du grossissement de bars diploïdes et triploïdes.

4 – 2 – 2 - Survie et indice de conversion

Le tableau 12 résume les taux de survie et les indices de conversion lot par lot et période par période, tels qu'ils sont calculés par le logiciel de gestion technique de l'entreprise. De la mise en élevage le 13/03/2000 à la récolte finale, les survies globales s'élèvent à 94,9% et 96,7% respectivement chez les diploïdes et les triploïdes ; les indices de conversion sont quant à eux de 2,39 et 2,58. Ces données, bien que n'étant pas interprétables sur le plan statistique, suggèrent qu'il existe peu de différence entre les deux génotypes en matière de survie ou d'indice de conversion de l'aliment.

Lot	Date entrée	Date sortie	P.M. initial (g)	P.M. final (g)	Indice de conversion	Survie (%)
2n	02/03/2000	07/06/2000	3,8	13,0	1,30	98,9
2n-	07/06/2000	12/09/2000	10,2	55,4	1,28	99,8
2n+	07/06/2000	12/09/2000	16,4	78,5	1,32	99,9
2n—	12/09/2000	09/11/2001	44,6	426,0	1,89	97,8
2n-+	12/09/2000	13/11/2001	64,6	480,9	2,20	96,9
2n+-	12/09/2000	12/02/2003	64,4	1059,4	2,52	94,9
2n++	12/09/2000	12/02/2003	90,6	1184,0	2,92	91,6
Global	02/03/2000	12/02/2003			2,39	94,9
3n	02/03/2000	08/06/2000	1,8	7,3	1,34	99,6
3n-	08/06/2000	11/10/2000	5,9	50,6	1,45	99,7
3n+	08/06/2000	11/10/2000	9	49,0	1,63	99,6
3n-+	11/10/2000	13/05/2002	50,6	445,0	2,50	97,5
3n+-	11/10/2000	11/02/2003	41,3	713,1	2,72	95,3
3n++	11/10/2000	12/02/2003	56,9	800,3	2,79	94,8
Global	02/03/2000	12/02/2003			2,58	96,7

Tableau 12 : . Résultats de survie et d'indice de conversion de l'aliment période par période pour chaque lot sur la ferme d'Aquanord

4 – 2 – 3 – Lipide intra musculaire

La figure 11 montre une évolution des lipides intramusculaires mesurée au fat meter où se distinguent deux phases. La première, jusqu'en février 2001, correspond à la première maturité sexuelle alors que tous les animaux n'ont pas forcément atteint la puberté. De ce fait il n'apparaît pas de cohérence entre les valeurs relevées dans les différents lots.

La deuxième, à partir de juin 2001, durant laquelle il apparaît d'une part que les mâles, qu'ils soient diploïdes ou triploïdes, sont systématiquement plus gras que les femelle. Par ailleurs, dans chaque sexe, les diploïdes sont légèrement plus gras que les triploïdes. Il n'est pas possible de comparer entre elles les valeurs obtenues à différentes saisons car le fat meter ne fournit qu'une indication relative du taux de gras pour des mesures effectuées au même moment.

Les tests statistiques confirment cette observation puisqu'il existe un effet sexe significatif aussi bien en octobre 2002 qu'en février 2003 ($P < 0,001$) mais pas d'effet ploïdie ni à l'automne ($P = 0,614$) ni en hiver ($P = 0,646$).

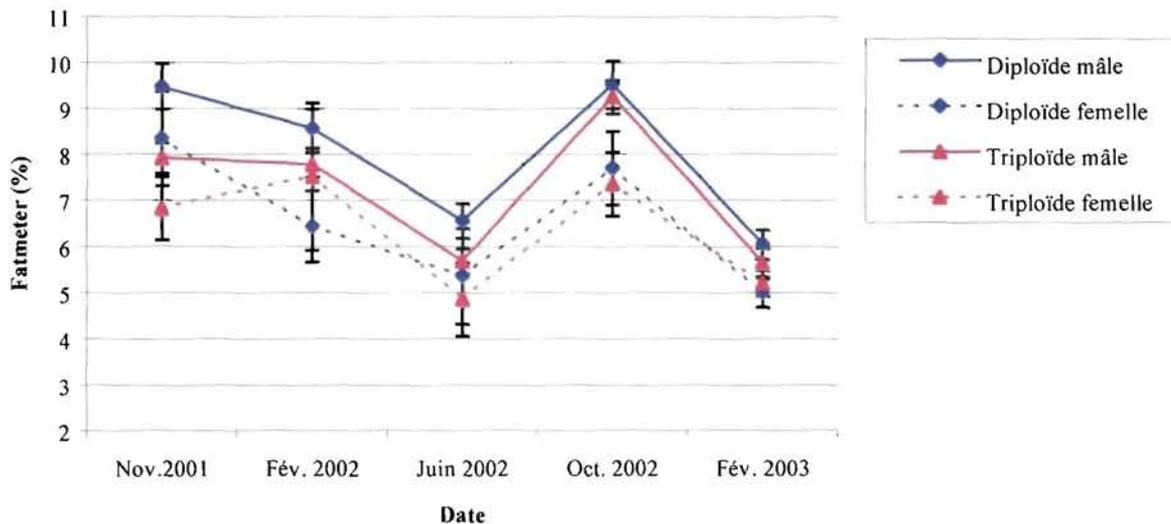


Figure 11 : Evolution au cours du temps de l'adiposité musculaire (mesurée au fat meter) de bars diploïdes et triploïdes élevés sur la ferme d'Aquanord.

Nous avons voulu comparer les résultats obtenus à l'aide du fat meter aux résultats obtenus en analyse chimique des lipides selon deux sources (figure 12).

Il apparaît que les valeurs données par le fat meter sont en décalage avec les résultats des analyses chimiques mais ne modifient pas les résultats relatifs de chaque lot, malgré un coefficient de détermination assez médiocre ($r^2 = 0,41$ et $0,30$ respectivement avec les deux sources d'analyse chimique). Il n'est pas possible de déterminer quelle est la meilleure méthode mais on peut dire que les résultats statistiques sont similaires avec les trois modes de mesure puisqu'on obtient dans les trois cas de figure un effet sexe significatif ($P = 0,048$, $0,012$ et $0,005$ respectivement pour les trois types d'analyses) et aucun effet ploïdie pour ces

prélèvements effectués en février 2003. On peut aussi remarquer que la variabilité, évaluée par le rapport entre l'intervalle de confiance et la valeur moyenne, est respectivement de 9%, 11% et 18% avec le fat meter et les analyses chimiques.

Rétrospectivement on peut donc penser que les évaluations du taux de lipides intramusculaire faites à l'aide du fat meter tout au long de l'expérience nous donnent une bonne image de ce que nous aurions donné des analyses chimiques.

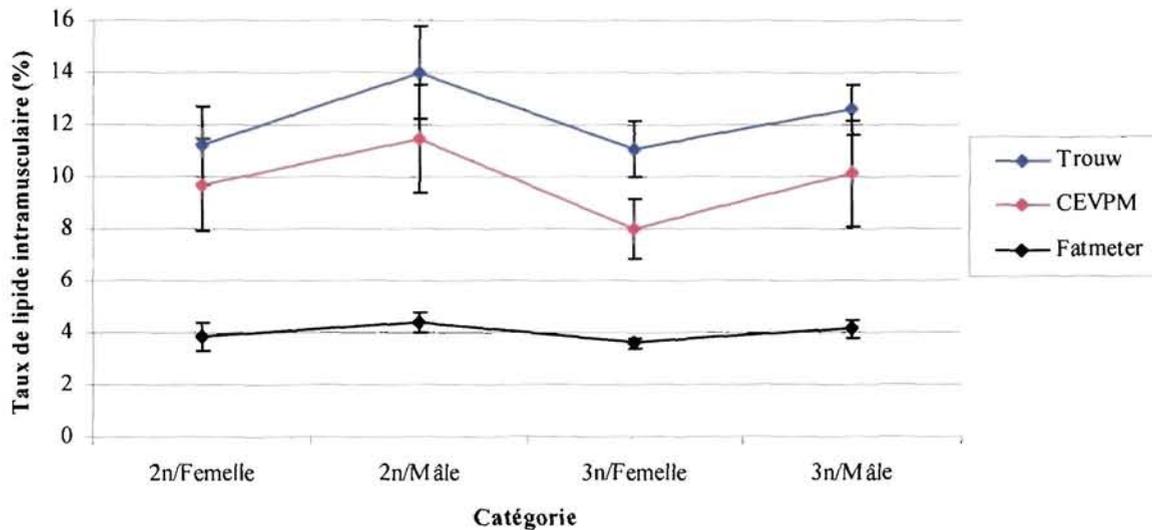


Figure 12 : Comparaison des résultats d'adiposité musculaire de bars diploïdes et triploïdes élevés sur la ferme d'Aquanord mesurée au fat meter et en analyse chimique selon deux sources différentes.

4 – 2 – 4 – Rendements de transformation

Le tableau 13 synthétise les résultats de transformation obtenus à Aquanord en octobre 2002 (hors saison de reproduction) et février 2003 (en saison de reproduction).

On observe un effet du sexe, du niveau de ploïdie et de la saison sur le rendement à l'éviscération ainsi qu'une interaction entre ploïdie et sexe et entre ploïdie et saison. Dans le cas du rendement brut de filetage, il ne subsiste plus que l'effet saison et ploïdie avec une interaction entre ploïdie et sexe. Enfin, l'analyse des données de rendement du filet paré ne montre plus aucun effet de ces différents facteurs hormis une interaction entre ploïdie et sexe.

Globalement, si l'on moyenne les résultats des différents rendements entre les deux sexes, les différences entre triploïdes et diploïdes sont extrêmement faibles et se situent entre - 1,4 et + 2,3 points de rendement. La comparaison entre la saison de reproduction et la période de repos sexuel pour un même niveau de ploïdie aboutit à la même conclusion avec un écart allant de - 1,5 à + 2,6 points de rendement, élément sur lequel nous reviendrons plus loin.

La figure 13 représente les rendements de filet parés qui constituent le critère le plus important pour le transformateur. Malgré l'absence d'effet significatif, elle montre que la femelle diploïde a tendance à avoir un meilleur rendement que la femelle triploïde quelle que soit la saison alors que chez le mâle cette situation est inversée. Il en résulte qu'il ne semble

pas y voir de grosse différence entre les deux saisons. Enfin, si chez les diploïdes la femelle présente un meilleur rendement que le mâle, la situation est inversée chez les triploïdes.

Globalement, si l'on moyenne les résultats des deux sexes (tableau 13), on n'observe aucune différence entre triploïdes et diploïdes avec un écart de + 0,05 et - 0,5 points de rendement respectivement hors saison de reproduction et en saison de reproduction.

	Hors saison de reproduction				En saison de reproduction			
	Diploïde		Triploïde		Diploïde		Triploïde	
	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle
Rendement	87,6	86,6	89,8	89,0	90,7	88,6	90,3	90,2
Eviscération	(0,7)	(0,7)	(0,4)	(0,6)	(0,8)	(0,8)	(0,6)	(0,5)
(%)	87,1		89,4		89,7		90,3	
Ploïdie (P<0,001) – Sexe (P<0,001) – Saison (P<0,001) Ipsa (P<0,001) - Ips (P=0,019)								
Rendement	52,3	52,5	51,8	52,8	52,6	51,8	49,9	51,7
au filetage	(1,2)	(0,5)	(1,0)	(1,2)	(1,0)	(0,8)	(0,5)	(0,9)
(%)	52,4		52,3		52,2		50,8	
Ploïdie (P=0,023) – Saison (P=0,013) Ips (P=0,015)								
Rendement	38,5	37,4	37,6	38,4	39,3	38,1	37,9	38,4
après parage	(0,6)	(0,5)	(0,7)	(0,6)	(0,8)	(0,7)	(0,6)	(0,6)
(%)	38,0		38,0		38,7		38,2	
Ips(P<0,001)								

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance

Tableau 13 : Rendements de transformation de lots de bar diploïde et triploïde élevés en conditions industrielles et significativité statistique des résultats (Anova pour $\alpha = 0,05$); Ips : interaction ploïdie-sexe. Ipsa : interaction ploïdie-saison

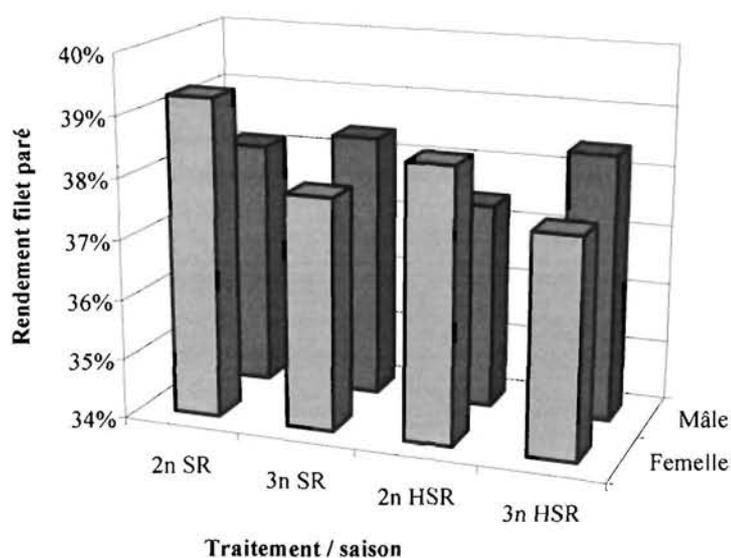


Figure 13 : Rendement du filet paré de bars diploïdes et triploïdes pour chaque sexe en (SR) et hors (HSR) saison de reproduction, élevés en conditions industrielles.

4 – 2 – 5 – Données d’abattage

Le sexage des lots a débuté dès le 7/12/2000 à un âge de 386 jours où cette opération présentait un risque d’erreur non négligeable à cause de la taille des poissons et donc de leurs gonades, surtout chez les triploïdes. Cette opération a été réitérée à 4 reprises les 26/04/2001, 29/11/2001 et 06/02/2002 et 17/06/2002 pour confirmer les premiers résultats (tableau 14).

Date	Age	2n++	2n+-	2n-+	2n--	3n++	3n+-	3n-+
07/12/2000	386	83,9%	87,1%	96,8%	100,0%	87,1%	96,8%	93,8%
26/04/2001	526	87,1%	96,8%	100,0%	90,3%	93,5%	96,8%	100,0%
29/11/2001	743	84,3%	86,3%	-	-	87,1%	100,0%	90,2%
06/02/2002	812	77,4%	86,5%	-	-	92,3%	100,0%	96,2%
17/06/2002	943	86,5%	87,8%	-	-	87,5%	87,8%	-
Moyenne		83,8%	88,9%	98,4%	95,2%	89,5%	96,3%	95,0%
		86,2%			94,2%			

Tableau 14 : Taux de mâle recensé dans les différents lots de bars diploïdes et triploïdes en élevage sur le site d’Aquanord.

Sur les deux lots qui ont été conduits jusqu’à la fin de l’expérience, on observe une différence de 5,7 à 7,4% dans les taux de mâles en faveur des triploïdes respectivement pour les lots ++ et +-. Mais il est probable que les moyennes indiquées dans le tableau sont entachées d’erreurs dues d’une part à la difficulté de procéder à un échantillonnage vraiment aléatoire dans des bassins de si grande taille et d’autre part à la détermination du sexe, notamment pour les triploïdes dans les petites classes de taille. Si l’on observe plutôt le sexage de juin 2002 où les poissons étaient plus faciles à identifier, on s’aperçoit que les valeurs sont très proches

avec des écarts inférieurs à 1,5 points. Il convient donc d'être prudent quant à la signification que l'on peut donner à ces résultats. Dans ces conditions, nous n'avons pas procédé à une analyse statistique d'autant que nous ne disposions pas de réplicat des différents lots.

Les résultats en matière de rapport gonado somatique (tableau 15 et figure 14) mettent en évidence un développement gonadique très réduit chez les femelles triploïdes par rapport aux diploïdes en saison de reproduction (rapport $3n/2n = 5,5\%$ en moyenne sur les deux saisons). Chez les mâles cette réduction n'est pas aussi marquée (rapport $3n/2n = 58,0\%$).

		Diploïdes		Triploïdes	
		Femelles	Mâles	Femelles	Mâles
Février 2002	RGS (%)	5,56 (2,30)	1,44 (0,16)	0,48 (0,85)	0,37 (0,07)
	Coefficient condition (%)	1,35 (0,04)	1,30 (0,02)	1,27 (0,06)	1,24 (0,02)
Juin 2002	RGS (%)	0,52 (0,03)	0,08 (0,02)	0,05 (0,01)	0,06 (0,00)
	Coefficient condition (%)	1,36 (0,05)	1,35 (0,05)	1,26 (0,05)	1,23 (0,01)
Octobre 2002	RGS (%)	0,73 (0,05)	0,14 (0,02)	0,08 (0,01)	0,14 (0,01)
	Ploïdie (P<0,001) – Sexe (P<0,001) Ips (P<0,001)				
	Coefficient condition (%)	1,44 (0,03)	1,42 (0,02)	1,40 (0,04)	1,34 (0,02)
Ploïdie (P<0,001) – Sexe (P=0,007)					
Février 2003	RGS (%)	3,01 (1,10)	0,41 (0,12)	0,07 (0,01)	0,37 (0,13)
	Ploïdie (P<0,001) – Sexe (P<0,001) Ips (P<0,001)				
	Coefficient condition (%)	1,35 (0,05)	1,33 (0,03)	1,30 (0,03)	1,27 (0,03)
Ploïdie (P=0,003)					

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance

Tableau 15 : RGS et coefficient de condition chez des bars diploïdes et triploïdes élevés sur la ferme d'Aquanord, relevés en saison de reproduction (février 2002 et 2003) et en repos sexuel (juin et octobre 2002) et significativité statistique des résultats (Anova pour $\alpha = 0,05$); Ips : interaction ploïdie-sexe.

En période de repos sexuel, ce rapport est plus important et il s'élève respectivement à 10,3% et 87,5% chez les femelles et les mâles. Par ailleurs, on peut noter que l'évolution gonadique suit des variations saisonnières qui sont très accentuées chez les diploïdes et quasi nulles chez les triploïdes (figure 14), ce qui correspond à l'influence de la stérilité.

Que ce soit en repos sexuel ou en saison de reproduction, le traitement statistique met en évidence un effet du niveau de ploïdie et du sexe, ainsi qu'une interaction entre ces deux facteurs.

Enfin, l'influence de la stérilité sur le développement gonadique est plus marquée en février 2002 qu'en février 2003 puisque le RGS relatif des triploïdes par rapport aux diploïdes est moindre en première saison de reproduction dans les deux sexes. Ceci est à mettre en relation avec le développement gonadique plus important des diploïdes en 2002 qu'en 2003, point qui fera l'objet d'une discussion approfondie plus loin.

En ce qui concerne le coefficient de condition, il apparaît que les triploïdes sont sensiblement moins lourds à taille égale cad qu'ils sont plus « minces » que leurs contrôles diploïdes quel que soit le sexe (figure 15). On met en évidence un effet significatif du niveau de ploïdie en saison de reproduction et en période de repos sexuel (tableau 15), ce qui tendrait à montrer qu'il existe un lien avec la physiologie de la reproduction. Cependant, cette différence existait déjà en décembre 2000 alors que les poissons étaient impubères, et on peut penser qu'il s'agit là d'une caractéristique des triploïdes sans lien avec leur stérilité.

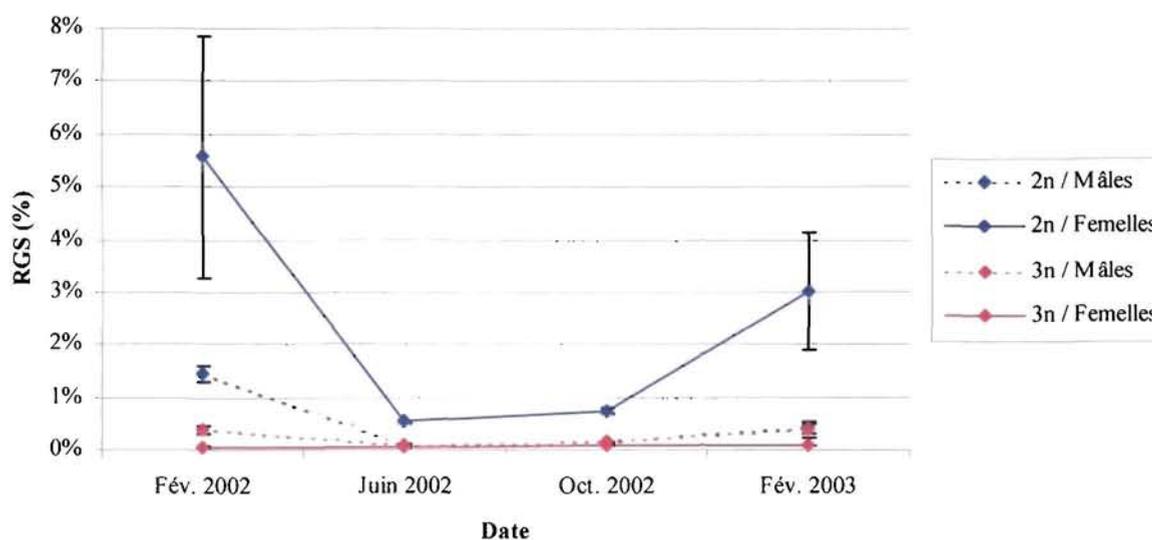


Figure 14 : Evolution du rapport gonado somatique de bars diploïdes et triploïdes sexes séparés élevés en conditions industrielles sur la ferme d'Aquanord, lors des abattages en saison de reproduction (février 2002 et 2003) et en repos sexuel (juin et octobre 2002).

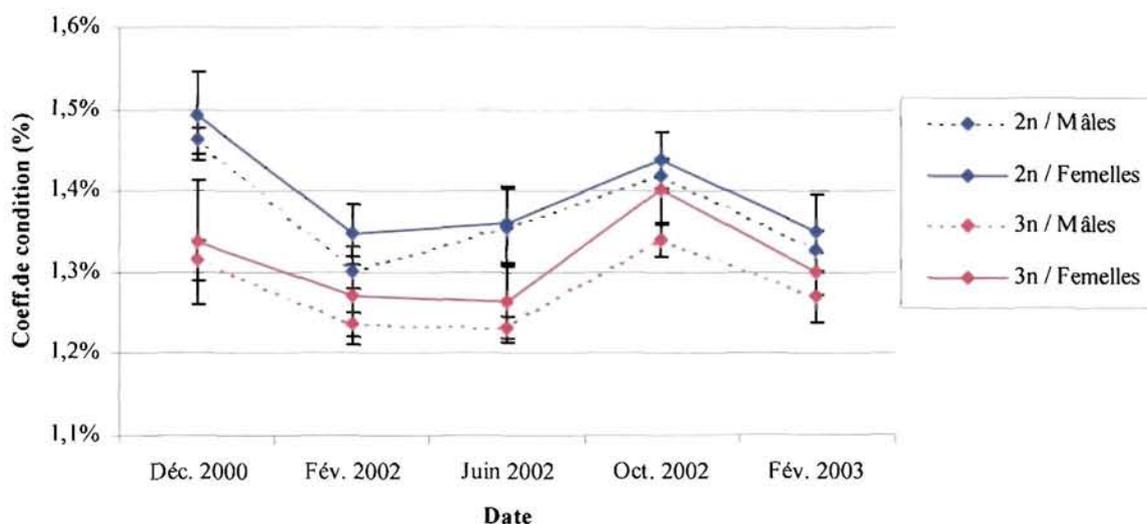


Figure 15 : Evolution du coefficient de condition ($\text{Poids} / \text{Longueur}^3$) de bars diploïdes et triploïdes sexes séparés, élevés en conditions industrielles sur la ferme d'Aquanord, lors des abattages avant puberté sexuelle (décembre 2000), en saison de reproduction (février 2002 et 2003) et en repos sexuel (juin et octobre 2002).

4 – 3 - Grossissement en conditions expérimentales

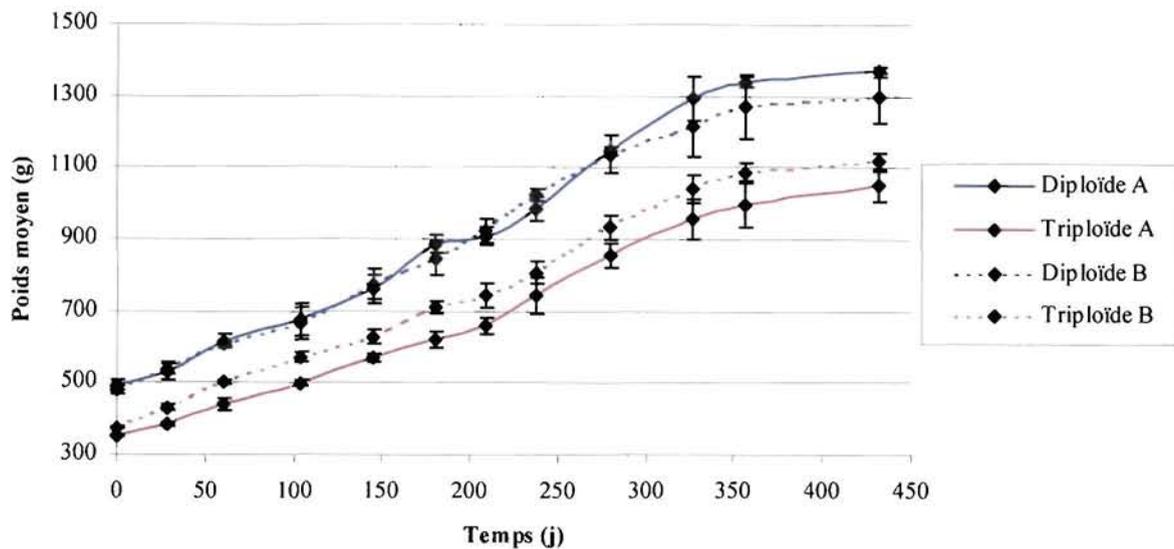
Rappel de l'objectif

L'objectif de ce volet est de tester le grossissement de bars diploïdes et triploïdes soumis à deux régimes alimentaires l'un riche en lipides l'autre plus maigre afin d'évaluer dans quelle mesure l'adiposité supérieure des triploïdes en saison de reproduction peut être atténuée par l'utilisation d'un aliment moins gras. Par ailleurs, il était question d'évaluer les capacités de résistance des bars triploïdes à un environnement appauvri en oxygène dissous par comparaison à des témoins diploïdes.

4 – 3 – 1 – Croissance

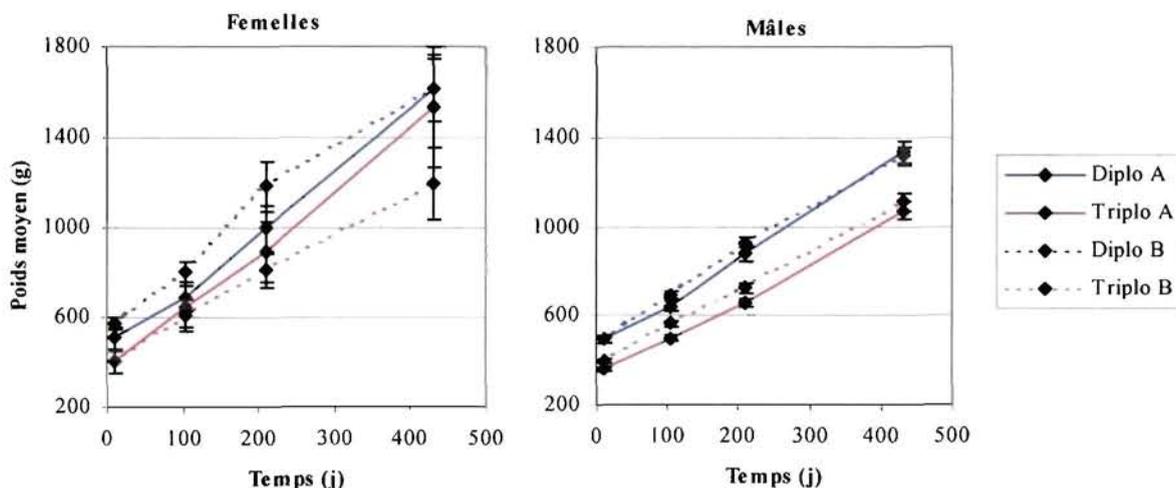
La figure 16 montre la croissance des différents traitements (moyenne de 3 bacs par traitements). Les courbes de croissance des deux génotypes apparaissent sensiblement parallèles et le déficit initial de poids des triploïdes semble globalement conservé.

Dans chaque traitement, un bac sur les 3 réplicats a vu la totalité de ses 100 poissons marqués afin de pouvoir suivre leur croissance individuelle. La figure 17 présente les courbes de croissance obtenues sexe par sexe dans ces bacs. Elle fait apparaître là aussi le décalage entre diploïdes et triploïdes avec cependant une croissance particulièrement élevée des femelles triploïdes sur aliment A sur la dernière période. Ces croissances femelles sont difficiles à interpréter en raison du sex ratio très déséquilibré en faveur des mâles et, par voie de conséquence, du faible nombre d'individus femelles, ce qui induit des intervalles de confiance beaucoup plus larges chez les femelles que chez les mâles.



les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance

Figure 16 : Courbe de croissance de lots de bars diploïdes et triploïdes sous deux formulations alimentaires.



les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance

Figure 17 : Courbe de croissance de lots de bars diploïdes et triploïdes, sexes séparés, sous deux formulations alimentaires.

Du fait de la différence de poids moyen initial entre les diploïdes et les triploïdes, la température a été conservée constante à 20°C pendant les 6 premiers mois de l'expérience, de manière à pouvoir comparer les taux de croissance des différents traitements pour une gamme de croissance équivalente (500 à 700 g) et pour une même température. Par ailleurs, la table de taux de nourrissage est la même pour les deux génotypes. Ainsi, les diploïdes sont passés de 486 à 669g entre le 22 décembre 2001 et le 6 mars 2002, pendant que les triploïdes sont passés de 534 à 701g entre 6 mars et 19 juin 2002.

La figure 18 montre un taux de croissance des triploïdes inférieur par rapport aux diploïdes quel que soit l'aliment et quel que soit le sexe. Une anova à 3 facteurs (ploïdie, aliment et sexe) fait apparaître un effet du niveau de ploïdie ($P < 0,001$) mais aucun effet aliment ($P = 0,273$) ni sexe ($P = 0,094$) ; il existe par contre une interaction significative entre la ploïdie et l'aliment ($P = 0,005$). Ainsi, il est important de noter que le déficit de croissance des triploïdes est inférieur avec l'aliment A (- 7,3%) qu'avec l'aliment B (- 30,2%). Le corollaire est que lorsqu'on passe de l'aliment B riche en graisse à l'aliment A plus maigre, la croissance des diploïdes est diminuée de 16,7% tandis que celle des triploïdes est améliorée de 10,6%.

Enfin, si l'on étudie les taux de croissance dans chaque sexe, aliments confondus, le rapport triploïde / diploïde est très proche (79,3% chez les mâles, 83,2% chez les femelles) et l'on peut donc chiffrer le déficit de croissance des triploïdes à 20% en moyenne sur les deux aliments. Enfin, si l'on évalue le rapport des taux de croissance entre mâles et femelles, il se situe entre 86,4% et 88,7% sauf chez les diploïdes B où la croissance des mâles a été exceptionnellement forte

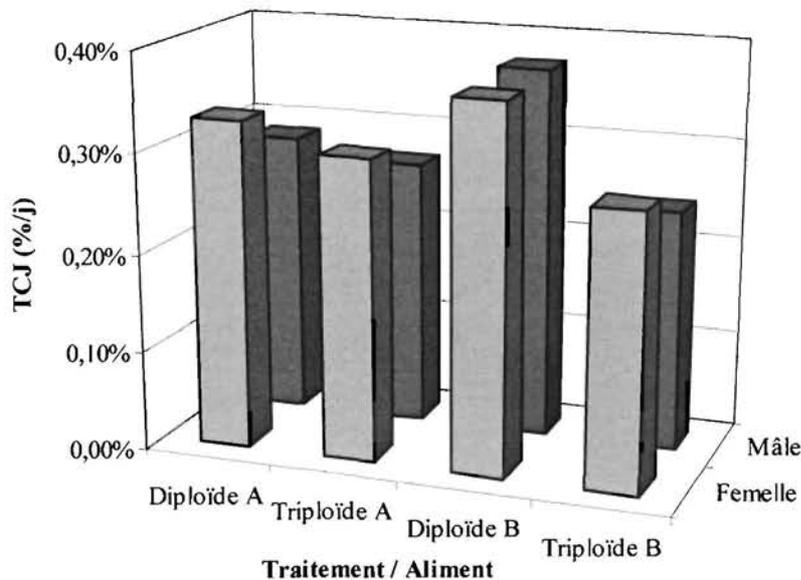
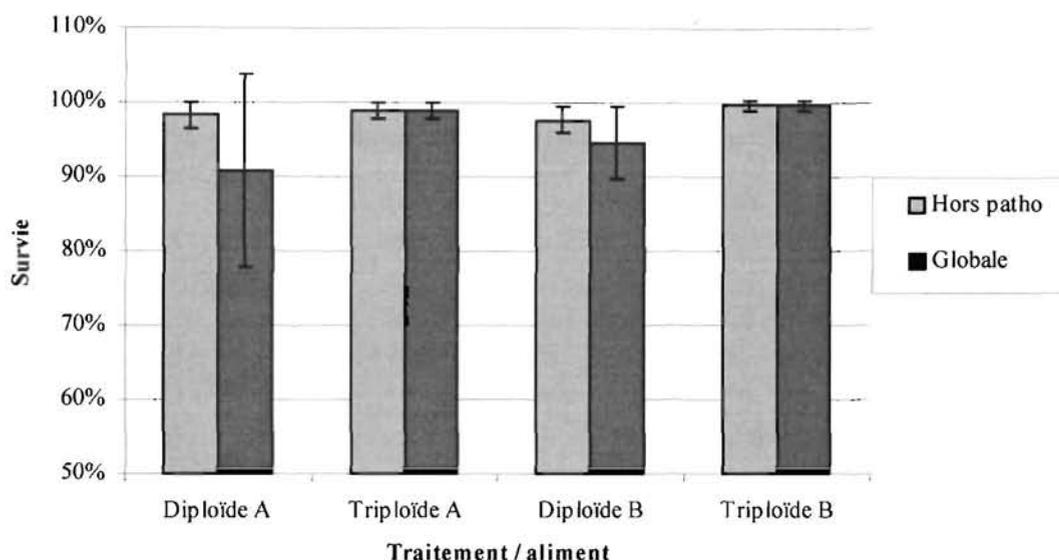


Figure 18 : Taux de croissance journaliers moyens sexes séparés de lots de bars diploïdes et triploïdes sous deux formulations alimentaires entre 500 et 700 g environ, à une température de 20°C; 100 valeurs / poissons par traitement.

4 – 3 – 2 – Survie et indice de conversion

Dans l'étude de la survie sur la période de grossissement en condition expérimentale, les traitements statistiques ont été réalisés après transformation des données par $\text{Arc sin } \sqrt{\cdot}$. La survie des lots a été évaluée d'abord en tenant compte de tous les morts qui ont été enregistrés durant l'expérience (« survie globale »), ensuite en ne comptant pas les mortalités qui ont été provoquées par des épisodes pathologiques (« survie hors patho ») survenus durant l'expérience. Ceux ci ont été le fruit exclusivement de bactériose à flexibacter qui se sont déclenchées le plus souvent à la suite de manipulation du cheptel.

Le tableau 16 et la figure 19 synthétisent les résultats obtenus et les analyses statistiques. Ils montrent qu'il n'existe pas d'effet aliment mais qu'il existe un effet ploïdie sur la survie globale au bénéfice des triploïdes. La survie des triploïdes présente ainsi une augmentation de 6,7% par rapport aux diploïdes, lorsqu'on considère la totalité de la mortalité durant les 14 mois de l'expérience. Si l'on ne tient pas compte des épisodes pathologiques, il n'y a pas de différence de survie entre les 2 niveaux de ploïdie, ce qui semble montrer que les triploïdes sont significativement moins sensibles à des attaques de flexibacter que leurs témoins diploïdes. En pratique, on peut relever que les épisodes pathologiques ont touché uniquement des lots diploïdes.



les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance

Figure 19 : Survie de lots de bars diploïdes et triploïdes durant le grossissement en conditions expérimentales à Palavas.

	Diploïde		Triploïde		P
	Aliment A	Aliment B	Aliment A	Aliment B	
Survie Globale	90,8% (13,0%)	94,6% (4,8%)	99,0% (1,1%)	99,7 (0,7%)%	Ploïdie (P = 0,023)
Survie hors patho	98,3% (1,7%)	97,7% (1,7%)	99,0% (1,1%)	99,7% (0,7%)	ns

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance

Tableau 16 : Taux de survie de lots de bar diploïde et triploïde et significativité statistique des résultats (Anova pour $\alpha = 0,05$).

En ce qui concerne les performances de transformation de l'aliment (figure 20), l'indice de conversion économique correspond au critère de l'éleveur. Il ne comptabilise pas les pertes de cheptel (mortalité, pathologie, poisson sauté du bac) comme une biomasse produite par le système d'élevage. Par contre, l'indice de conversion biologique considère que ces poissons morts ont consommé de l'aliment et peut être assimilé à une performance biologique du lot.

Le traitement statistique donne le même résultat avec ces deux indices à savoir un effet aliment significatif ($P < 0,001$) et aucun effet de la ploïdie. Signalons dans ce dernier cas que la puissance du test est assez faible (respectivement 0,095 et 0,102 pour les indices économique et biologique) et il pourrait donc y avoir un effet masqué. Dans les deux cas là aussi, les indices obtenus avec l'aliment A sont supérieurs à ceux obtenus avec l'aliment B, ce qui est logique, le bar compensant le moindre contenu énergétique de l'aliment A par une prise alimentaire supérieure.

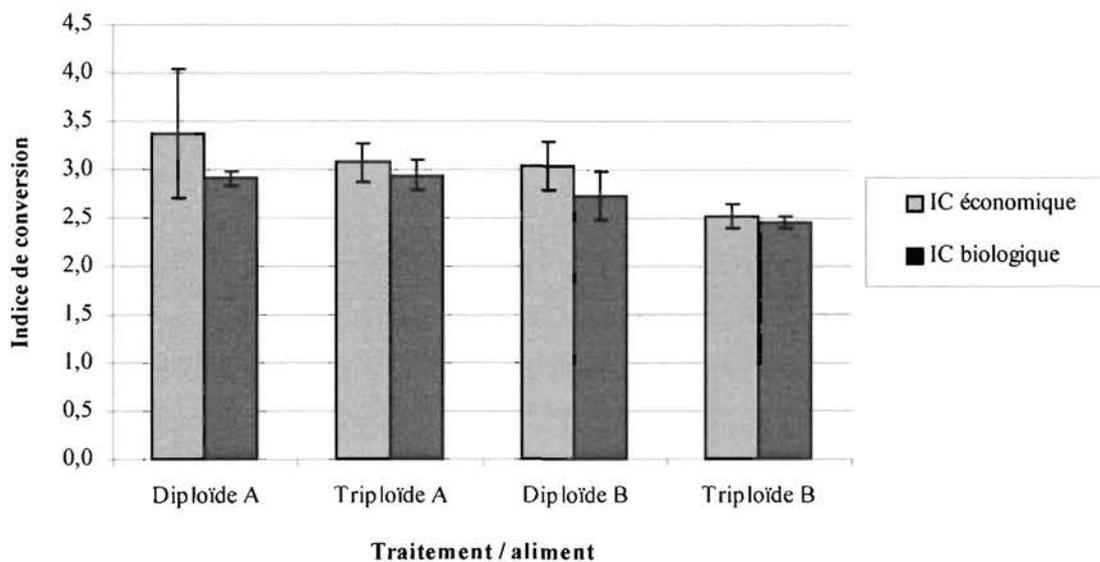


Figure 20 : Indices de conversion de l'aliment de lots de bars diploïdes et triploïdes sous deux formulations alimentaires.

4 – 3 – 3 – Résistance à des conditions anoxiques

Les tests de résistance à des conditions anoxiques ont montré que les premières mortalités apparaissent à partir d'une concentration en oxygène dissous d'environ 1,5 mg/l et que les mortalités sont généralement plus précoces chez les individus triploïdes (figure 21).

A partir de ces données, on peut tirer des LT 50 (temps au bout duquel 50% de la population est morte) pour chaque expérience (tableau 17). Les résultats obtenus ne montrent pas de différence significative entre les deux génotypes ($P = 0,311$) malgré une tendance observée chez les triploïdes à mourir plus rapidement lorsqu'ils sont confrontés à un déficit en oxygène dissous. L'absence de significativité est à pondérer par une forte variabilité entre les LT50 des différents réplicats ce qui confère une faible puissance à l'anova.

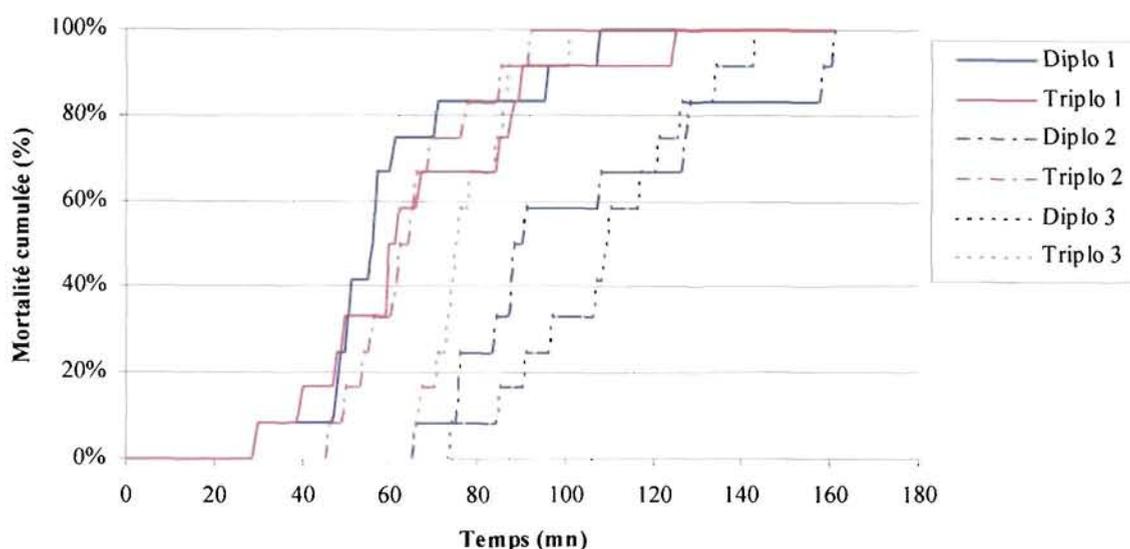


Figure 21 : Evolution de la mortalité au cours du temps de lots de bars diploïdes et triploïdes soumis à un test de résistance à l'anoxie.

	LT 50 Diploïdes (mn)	LT 50 Triploïdes (mn)
Expérience 1	56	60
Expérience 2	88	62
Expérience 3	109	75
Moyenne	84,3	65,7
Intervalle de confiance	30,2	9,2

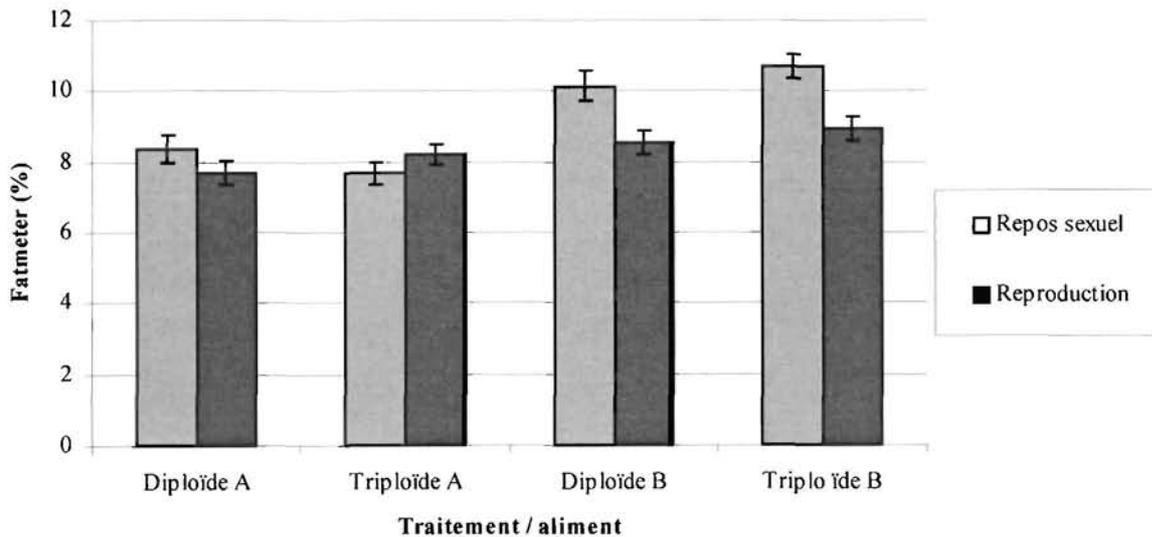
Tableau 17 : Temps au bout duquel 50% de la population montre les signes de pré-mortalité au cours d'expérience de résistance à des conditions anoxiques.

4 – 3 – 4 – Lipide intra musculaire

Les résultats d'adiposité intra musculaire individuelles, mesurée par le fat meter sont illustrés par la figure 22. Ils montrent que, le 28/01/03 en saison de reproduction, les animaux nourris avec l'aliment « gras » présentent un taux de graisse intra musculaire significativement supérieur à ceux nourris avec de l'aliment « maigre » ($P=0,006$). Par ailleurs, Il existe un effet sexe ($P=0,002$) mais aucun effet ploïdie ($P=0,159$). Ainsi, la diminution du taux de lipide dans le filet dû à l'alimentation avec un aliment plus maigre est proche chez les deux génotypes (- 8,5% pour les triploïdes, - 9,9% pour les diploïdes). Lorsqu'on regarde ces valeurs dans chaque sexe, l'effet de la diminution de lipide dans l'alimentation est légèrement plus important chez les femelles (- 13,3%) que chez les mâles (- 8,9%). En ce qui concerne le rapport triploïde / diploïde, il est proche chez les 2 sexes (104,8% pour les mâles, 107,6% pour les femelles), ce qui montre que malgré la non significativité du test statistique, les triploïdes ont tendance à être légèrement plus gras. Cette absence de significativité est à tempérer par une puissance assez faible du test (0,157) qui ne permettrait pas de voir de

différence s'il en avait une. Enfin, concernant l'effet sexe, les mâles sont systématiquement plus gras que les femelles, et ce quel que soit le niveau de ploïdie et l'aliment. Par ailleurs, les deux sexes présentent le même profil (figure 23).

Les résultats obtenus en 2002 alors que les poissons étaient en repos sexuel sont sensiblement équivalents avec là aussi aucun effet ploïdie ($P=0,263$), un effet aliment ($P<0,001$) et un effet sexe ($P=0,001$). Comme précédemment, la puissance du test sur l'effet ploïdie est faible ($0,0748$). Par contre, la différence d'adiposité entre les deux aliments semble plus marquée ici qu'elle ne l'était en saison de reproduction.



les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance

Figure 22 : Adiposité de bars diploïdes et triploïdes sous deux formulations alimentaires en période de repos sexuel et en saison de reproduction.

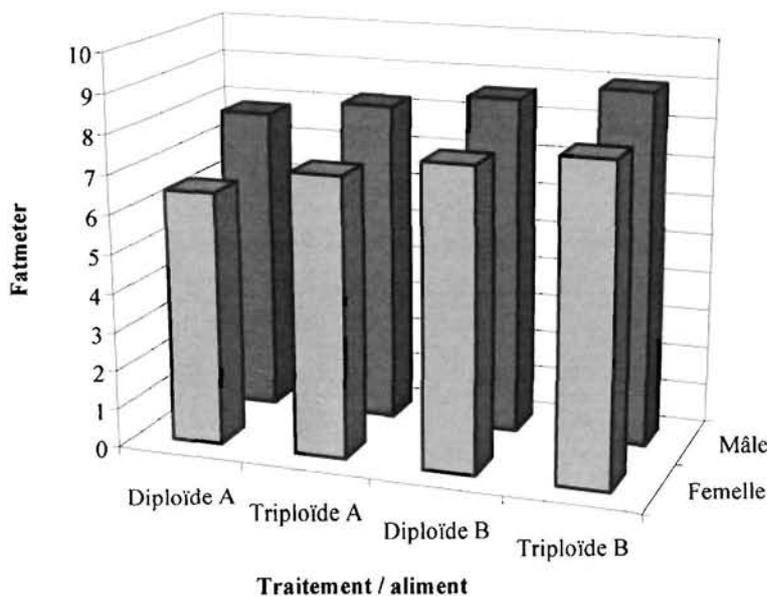


Figure 23 : Adiposité de bars diploïdes et triploïdes des deux sexes sous deux formulations alimentaires en période de reproduction.

4 – 3 – 5 – Rendements de transformation

Une analyse de variance a été effectuée sur les rendements de 3 lots de bars diploïdes de différentes tailles provenant de la ferme d'Aquanord afin de déterminer s'il existait un effet de la taille sur les performances de transformation. Cette étude détaillée dans le chapitre 4 – 4 – 1 – 2 a montré que le rendement au filetage et les pertes au parage étaient indépendants de la taille des poissons dans la gamme utilisée. Aussi, pour l'étude des rendements des différents lots, les différences de poids final enregistrées entre les différentes catégories de bar, diploïde ou triploïde, mâles ou femelles, nourris avec l'aliment A ou B, ne viendront pas gêner l'interprétation des résultats.

Le tableau 18 résume les résultats obtenus sur les rendements à l'éviscération, au filetage (rendement brut) et après parage ainsi que les principaux résultats statistiques.

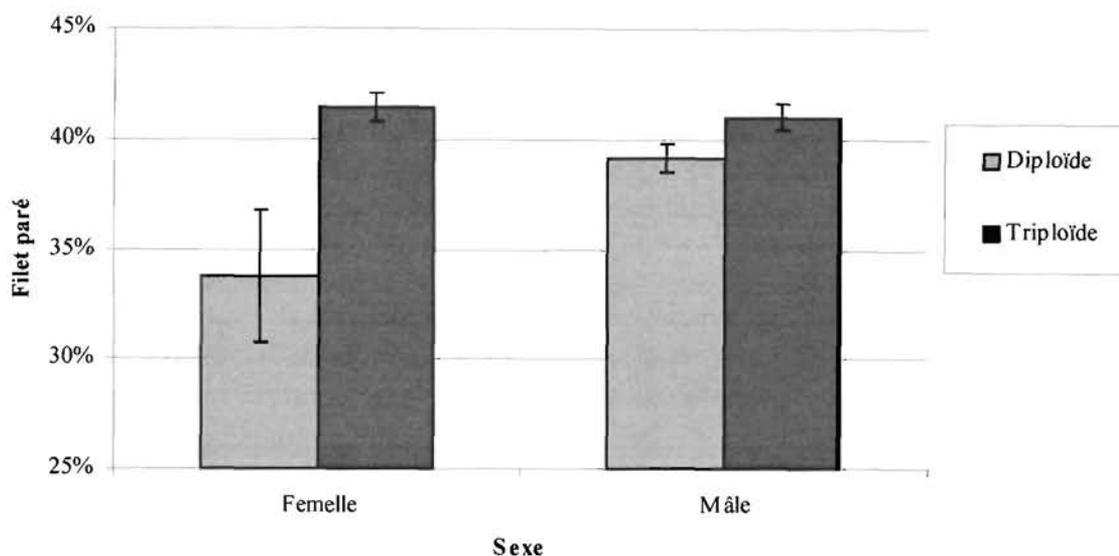
	Aliment A				Aliment B			
	Diploïde		Triploïde		Diploïde		Triploïde	
	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle
Rendement	82,7	86,5	90,2	90,0	81,2	86,8	91,2	89,6
Eviscération (%)	(0,9)	(0,7)	(0,7)	(1,0)	(1,3)	(0,8)	(0,8)	(1,0)
Ploïdie (P<0,001) – Sexe (P<0,001) – Ips (P<0,001)								
Rendement au filetage (%)	44,5	52,7	53,6	53,5	45,8	51,7	54,3	53,4
	(7,3)	(1,3)	(0,9)	(0,9)	(2,0)	(1,3)	(1,0)	(0,9)
Ploïdie (P<0,001) – Sexe (P<0,001) – Ips (P<0,001) – Ipa (P=0,018)								
Rendement après parage (%)	33,5	39,1	41,5	40,8	34,2	39,2	41,4	41,2
	(5,5)	(1,2)	(0,9)	(0,9)	(1,5)	(0,6)	(0,8)	(0,8)
Ploïdie (P<0,001) – Sexe (P<0,001) – Ips (P<0,001)								

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance

Tableau 18 : Rendements de transformation de lots de bar diploïde et triploïde et significativité statistique des résultats (Anova pour $\alpha = 0,05$). Ips : interaction ploïdie-sexe. Ipa : interaction ploïdie-aliment

En ce qui concerne le rendement après parage qui intéresse directement le transformateur, il existe un effet ploïdie, un effet sexe et une interaction ploïdie sexe. Ceci est exprimé dans la figure 24 qui montre que le bénéfice de la triploïdie s'exprime principalement chez la femelle avec un écart de 7,6% au bénéfice du triploïde femelle tandis que chez le mâle, la différence n'est que de 1,9%. On retrouve le même schéma que dans le cas du rendement à l'éviscération où il est respectivement de 8,7% et 3,1% chez la femelle et le mâle. On peut retenir aussi que les rendements sont plus homogènes chez les triploïdes que chez les diploïdes.

L'effet de l'aliment est inexistant hormis sous forme d'une interaction avec la ploïdie dans le cas du rendement brut.



les barres d'erreur correspondent aux intervalles de confiance

Figure 24 : Rendement du filet paré de bars diploïdes et triploïdes pour chaque sexe en saison de reproduction à Palavas.

4 – 3 – 6 – Données d'abattage

Les autres données d'abattage concernent le rapport gonado somatique et le coefficient de condition (tableau 19). Il apparaît un effet de la ploïdie sur le coefficient de condition, à savoir que les triploïdes sont plus effilés ou plus minces que les diploïdes.

	Aliment A				Aliment B			
	Diploïde		Triploïde		Diploïde		Triploïde	
	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle	Fem.	Mâle
Coefficient de condition (%)	1,63 (0,06)	1,62 (0,17)	1,50 (0,06)	1,42 (0,03)	1,64 (0,08)	1,55 (0,06)	1,47 (0,08)	1,48 (0,04)
Ploïdie (P<0,001)								
Rapport gonado somatique (%)	9,3 (1,5)	4,0 (0,2)	0,1 (0,0)	3,2 (0,2)	11,7 (1,8)	4,0 (0,3)	0,1 (0,0)	3,0 (0,2)
Ploïdie (P<0,001) – Sexe (P<0,001) – Aliment (P=0,036) - Ipsa (P<0,016)								

entre parenthèse, les valeurs de l'intervalle de confiance

Tableau 19 : Coefficient de condition, rapport gonado somatique et sex ratio de lots de bar diploïde et triploïde et significativité statistique des résultats (Anova pour $\alpha = 0,05$). Ipsa : interaction ploïdie-sexe-aliment. Ns : non significatif.

Par contre, pour le rapport gonado somatique, la situation est plus complexe puisqu'il existe une interaction entre ploïdie, sexe et aliment. Il faut retenir d'abord que l'effet aliment est moins fort que les deux autres effets. D'autre part, chez les diploïdes, il existe un effet sexe puisque les femelles présentent un RGS significativement supérieur aux mâles. Chez les triploïdes, la situation est inversée en raison d'un développement gonadique quasiment nul chez les femelles alors que chez les mâles, il est plus proche de celui des diploïdes.

Globalement, on peut résumer la situation en disant que la stérilité induite par la triploïdie est plus marquée chez les femelles que chez les mâles. Cette situation est bien illustrée par la figure 25 et par les valeurs des RGS relatifs des triploïdes par rapport aux diploïdes qui s'élèvent pour les femelles et les mâles respectivement à 0,6% et 80,1% dans le cas de l'aliment A et 0,5% et 76,4% dans le cas de l'aliment B.

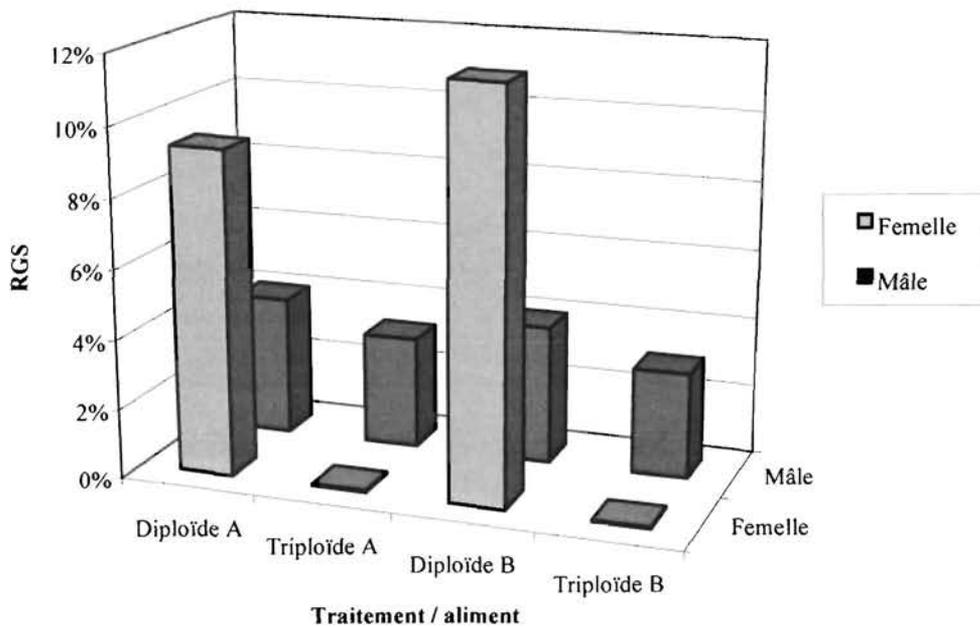


Figure 25 : Rapport gonado somatique de bars diploïdes et triploïdes pour chaque sexe en saison de reproduction.

4 – 4 – Caractérisation sensorielle

Rappel de l'objectif

L'objectif est d'évaluer les caractéristiques sensorielles de bar triploïde et d'identifier les différences éventuelles avec du bar diploïde. Cette évaluation s'est déroulée à partir de lots élevés en conditions de production sur la ferme d'Aquanord d'une part, et de lots élevés à l'échelle expérimentale sur la station Ifremer de Palavas d'autre part. Les prélèvements réalisés à Aquanord en repos sexuel et en saison de reproduction visaient à évaluer l'influence de la maturation sexuelle, ceux réalisés à Palavas en saison de reproduction à évaluer l'effet de l'alimentation.

4 – 4 – 1 - Qualité de la chair de bars élevés à Aquanord - octobre 2002

4 – 4 – 1 – 1 – Effet de la ploïdie et du sexe

Les principales différences sensorielles entre les produits ont été mises en évidence par une analyse de variance à trois facteurs (juge, ploïdie, sexe) prenant en compte les interactions entre ces trois facteurs et réalisée sur les données des deux séances. Les résultats sont présentés dans le tableau 20 (l'effet juge qui est pratiquement toujours significatif n'est pas présenté).

Aucune différence significative n'apparaît au niveau des critères d'odeur si ce n'est une odeur globale légèrement plus forte pour les diploïdes (tendance). En ce qui concerne l'aspect, les diploïdes ont une couleur plus homogène et plus blanche que les triploïdes ; dans le cas des diploïdes ce sont les femelles qui ont une couleur plus blanche que les mâles, c'est l'inverse chez les triploïdes. De la même façon les diploïdes ont une texture plus ferme que les triploïdes et l'interaction ploïdie-sexe montre que dans le cas des 2n il n'y a pas de différence entre mâle et femelle alors que pour les 3n, les femelles sont plus fermes que les mâles. Les diploïdes se différencient également des triploïdes par une texture plus dense, plus fibreuse et un mâchement plus important.

Au niveau de la saveur, on observe la même tendance que pour l'odeur, c'est à dire une intensité globale légèrement plus forte chez les diploïdes et plus marquée chez les mâles que chez les femelles. Les mâles développent aussi une odeur un peu plus intense en poisson gras mais cela reste dans une gamme de variation très faible

Une analyse en composantes principales non normée (ACP) a été réalisée sur les moyennes des notes du groupe, après centrage des données par juge. Cette ACP permet en complément de l'analyse de variance de visualiser les principales caractéristiques de chaque produit. Les diploïdes, en particulier les femelles se séparent des triploïdes par leurs caractéristiques d'aspect (couleur et homogénéité de la couleur) et de texture (fermeté, densité de la chair, texture fibreuse, mâchement) (figures 26 et 27). A l'opposé, sur la partie gauche de la figure 27, le lot triploïde femelle est le moins ferme et présente une saveur globale moins marquée. Il faut cependant noter que ces différences restent relativement faibles.

Descripteur	2nf	2nm	3nf	3nm	Effet ploïdie	Effet sexe	Interaction p-s
	Moyennes des notes						
Odeur							
Intensité globale	6.10	6.05	5.55	5.86	-	-	-
Poisson semi-gras	4.85	4.44	4.31	4.49	-	-	-
Coquillage cuit	1.89	1.87	2.09	2.07	-	-	-
Poisson d'eau douce	1.98	2.20	2.01	2.34	-	-	-
Laitéuse	3.31	3.02	3.39	2.73	-	-	-
Aspect							
Homogénéité couleur	5.90	5.65	5.15	5.33	p=0.014 3n 2n ⁽¹⁾	-	-
Couleur blanche	5.97	5.37	4.55	5.05	p=0.0006 3n 2n	-	p=0.03
Taches brunes	1.94	1.93	2.01	1.95	-	-	-
Protéines coagulées	3.86	3.52	3.32	3.44	-	-	-
Gouttes de gras	5.11	5.07	5.02	4.84	-	-	-
Texture en bouche							
Fermeté	4.84	4.63	3.64	4.23	p=0.0001 3n 2n	-	p=0.04
Densité de la chair	5.38	5.14	4.27	4.61	p=0.0007 3n 2n	-	-
Humidité	4.96	4.95	5.06	4.79	-	-	-
Texture fibreuse	5.56	5.27	4.76	4.86	p=0.0055 3n 2n	-	-
Texture collante	3.82	3.86	3.52	4.00	-	-	-
Mâchement	5.59	5.20	4.66	5.09	p=0.03 3n 2n	-	-
Film gras	2.31	2.24	2.28	2.28	-	-	-
Flaveur							
Intensité globale	5.35	5.67	4.88	5.50	-	p=0.0069 F M	-
Poisson semi-gras	4.66	4.75	4.26	4.93	-	-	-
Pomme de terre	1.92	2.18	2.04	1.85	-	-	-
Poisson d'eau douce/terre	1.76	1.75	1.67	1.87	-	-	-

- : non significatif, $p < 0.05$ différence significative, $p < 0.01$ différence très significative, $p < 0.001$ différence hautement significative. ⁽¹⁾ indique l'ordre selon lequel est perçue la différence d'intensité entre les facteurs, du plus faible au plus fort.

Tableau 20 : Evaluation sensorielle de bars élevés à Aquanord (21 juges) : effet ploïdie et sexe, octobre 2002

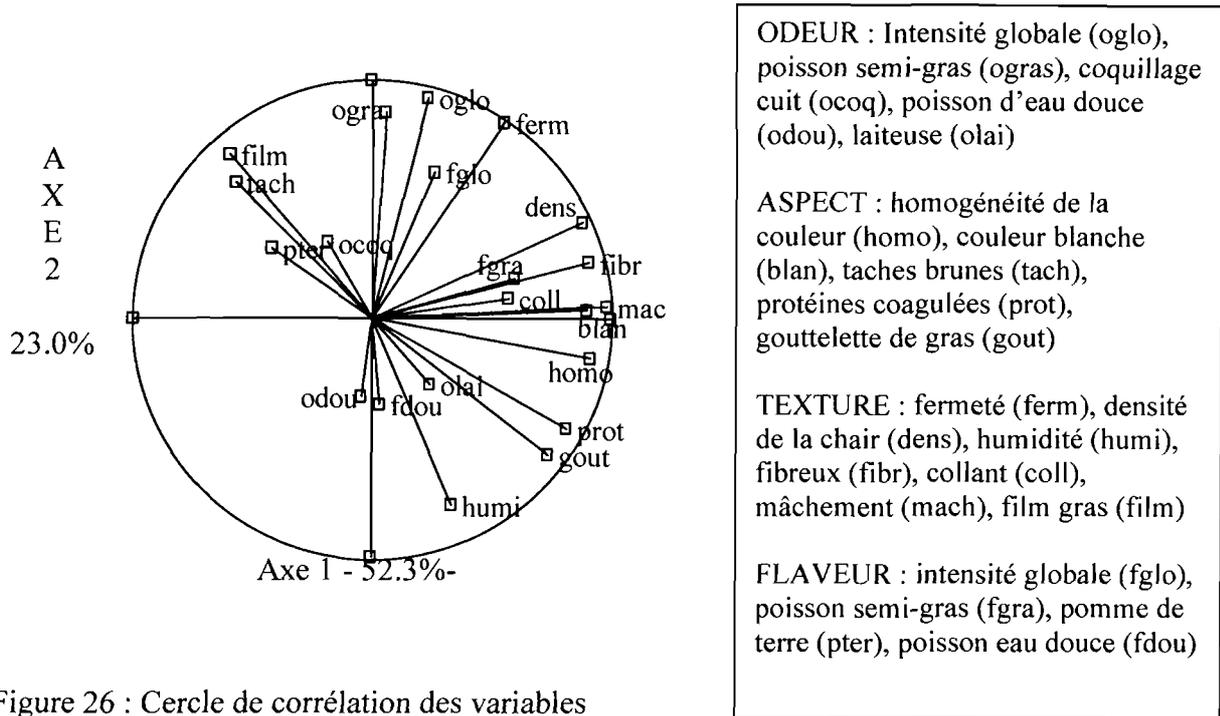
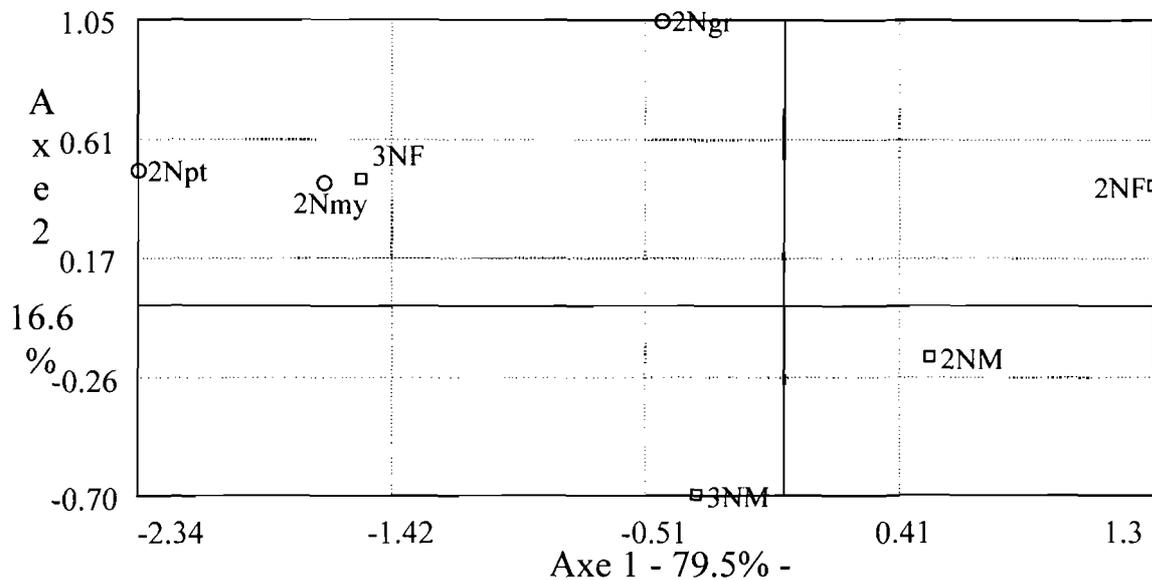


Figure 26 : Cercle de corrélation des variables



Les lots ayant permis de tester l'effet taille, 2Np, 2Nm et 2Ng sont représentés comme individus supplémentaires

Figure 27 : Représentation des lots de bars triploïdes et diploïdes sur le premier plan de l'analyse en composantes principales

4 - 4 - 1 - 2 - Effet taille

Cet effet du poids sur les rendements a été évalué sur un même lot de diploïdes. Trois lots de 10 poissons ont été constitués, de façon à obtenir une gamme de poids assez large (poids moyen entre 700 et 1200g). La mesure des pertes après filetage et parage ne montre pas de

différence significative entre les lots même si une tendance ($p=0.06$) apparaît sur les rendements après filetage où le lot dont le poids moyen est le plus faible a les plus fortes pertes (tableau 21).

	Analyse de Variance	Lot 1-P- 700g	Lot 2-M- 800g	Lot 3-G- 1200g
Poids éviscérés (g)	$p=0.000$	692.3 (35.4)	819.3 (43.8)	1179.4 (150.7)
Pertes au filetage %	$p=0.061$	42.7 (1.4)	40.9 (2.1)	41.0 (1.8)
Pertes au parage %	$p=0.10$	27.4 (2.0)	28.8 (1.7)	27.3 (1.5)
Pertes Totales %	$p=0.14$	58.4 (1.6)	58.0 (1.3)	57.1 (1.3)

Tableau 21 : Effet du poids sur les pertes après filetage et parage

En ce qui concerne l'analyse sensorielle, on peut supposer que les différences observées, sur les critères de texture en particulier, peuvent être dues à l'effet du poids, puisque les diploïdes étaient d'une taille supérieure à celle des triploïdes. C'est ce que nous avons voulu vérifier en testant lors d'une nouvelle séance d'évaluation, les trois lots de diploïdes de poids différents.

Le résultat de l'analyse de variance à deux facteurs (produit, juge) est donné dans le tableau 22 et montre effectivement des différences de texture en fonction de la taille des poissons. La présence de gouttelettes de gras dans le jus de cuisson semble également dépendre de la taille et donc peut être de la teneur en lipides. Le lot dont le poids moyen est le plus élevé apparaît comme le plus ferme, dense et fibreux avec le plus de gouttes de gras.

Ces trois lots sont représentés comme individus supplémentaires sur la représentation du premier plan de l'ACP (figure 27) et semblent confirmer l'idée que le poids explique une partie des différences observées sur les critères de texture. La représentation de ces trois lots, décalée sur la partie gauche de la figure par rapport aux autres lots testés, pourrait sembler peu cohérente avec les résultats précédents; elle s'explique en fait principalement par une notation plus faible de la couleur blanche et de l'homogénéité de la couleur et non par des différences de texture entre les deux séries de tests. Cette différence de couleur est peut être due au fait que les poissons destinés à l'étude de l'effet de la taille sur les caractéristiques sensorielles n'ont pas été éviscérés après abattage mais après réception à Nantes.

Cependant l'effet poids n'explique pas totalement les différences car le lot triploïde femelle qui se distingue des autres lots sur certains critères tels que la fermeté ou la flaveur globale, n'est pas le lot le plus petit en poids.

Descripteurs	G-1200g	M-800g	P-700g	Analyse de Variance
	Moyennes des notes			- +
Odeur				
Intensité globale	5.80	5.70	5.43	NS (p=0.57)
Poisson semi-gras	4.68	4.67	4.41	NS (p=0.78)
Coquillage cuit	1.69	2.09	1.96	NS (p=0.32)
Poisson d'eau douce	1.78	1.41	1.88	NS (p=0.41)
Laitéuse	3.84	4.21	4.06	NS (p=0.69)
Aspect				
Homogénéité de la couleur	4.66	3.81	4.59	NS (p=0.07)
Couleur blanche	4.76	4.35	4.74	NS (p=0.44)
Taches brunes	3.76	4.06	3.21	NS (p=0.32)
Protéines coagulées	3.75	3.31	2.98	NS (p=0.19)
Gouttes de gras	5.96	4.58	4.68	*** (p<0.001)
				<u>M</u> <u>P</u> <u>G</u>
Texture en bouche				
Fermeté	4.40	4.17	3.49	* (p<0.04)
				<u>P</u> <u>M</u> <u>G</u>
Densité de la chair	5.08	4.53	3.95	* (p<0.03)
				<u>P</u> <u>M</u> <u>G</u>
Humidité	4.95	4.67	5.57	NS (p=0.18)
Texture fibreuse	5.27	4.74	3.90	* (p=0.013)
				<u>P</u> <u>M</u> <u>G</u>
Mâchement	4.90	4.21	3.81	NS (p=0.08)
Film gras	2.95	3.24	3.25	NS (p=0.61)
Texture collante	3.69	4.61	4.15	* (p=0.011)
				<u>G</u> <u>P</u> <u>M</u>
Flaveur				
Intensité globale	4.90	4.90	5.10	NS (p=0.66)
Poisson semi-gras	4.31	4.41	4.06	NS (p=0.46)
Pomme de terre	2.03	2.09	2.04	NS (p=0.97)
Poisson d'eau douce / terre	1.70	1.63	1.82	NS (p=0.83)

p > 0.05 : non significatif (NS), p < 0.05 différence significative, p < 0.01 différence très significative, p < 0.001 différence hautement significative. Les échantillons reliés par un trait ne sont pas significativement différents (test de Duncan).

Tableau 22 : Evaluation sensorielle de bars élevés à Aquanord (20 juges) : effet de la taille, octobre 2002

4 – 4 – 2 - Qualité de la chair de bars élevés à Palavas - janvier 2003

Une analyse de variance à plusieurs facteurs (juge, ploïdie, sexe, aliment) avec interactions (tableau 23) a été réalisée sur les données sensorielles. L'effet juge, qui existe, n'a pas été mentionné dans le tableau. Le tableau des moyennes des notes attribuées par le panel est donné en Annexe 11.

Les principaux effets observés concernent les critères de texture principalement pour le facteur ploïdie et le facteur aliment. Les poissons triploïdes et ceux ayant reçu l'aliment A ont une chair plus ferme et plus dense, le critère « mâchement » est également plus fort. Les interactions entre le facteur ploïdie et sexe montrent que les différences entre les mâles et les femelles sont plus marquées sur les diploïdes.

Les mâles et les femelles se distinguent par l'homogénéité de la couleur du filet et par l'intensité de la couleur blanche, les femelles étant plus homogènes et plus blanches. La différence entre mâles et femelles est plus marquée pour les triploïdes que pour les diploïdes.

En ce qui concerne les critères d'odeur et de flaveur, on observe simplement un effet du facteur sexe. Les mâles ont une odeur globale et de poisson semi-gras légèrement plus élevée que celles des femelles.

4 – 4 – 3 - Qualité de la chair de bars élevés à Aquanord - février 2003

Les données des deux séances ont été traitées par une analyse de variance à plusieurs facteurs (juges, ploïdie, sexe). Les résultats sont présentés dans le tableau 24.

L'odeur globale est significativement plus élevée chez les mâles que chez les femelles comme on l'avait déjà observé sur les lots de Palavas.

De même on retrouve certaines différences d'aspect déjà observées : en particulier une couleur plus blanche et plus homogène pour les diploïdes, une couleur plus homogène pour les femelles. Alors qu'il n'y a pas de différence de couleur entre les mâles et les femelles diploïdes, on remarque que chez les triploïdes les femelles ont une couleur plus blanche que les mâles.

Les taches brunes en surface sont plus nombreuses chez les triploïdes, par contre il y a moins de protéines coagulées en surface et de gouttelettes de gras (dans le jus de cuisson) que chez les diploïdes. Sur ce dernier critère, il n'y a pas de différence entre femelles diploïdes et femelles triploïdes par contre on a plus de gouttelettes avec les mâles diploïdes que triploïdes.

En ce qui concerne la texture, les individus mâles sont plus fermes que les femelles, ils ont une chair plus dense et moins humide. L'effet sur la densité de la chair est principalement marqué chez les triploïdes. Enfin on observe que les diploïdes ont une texture plus grasse que les triploïdes (film gras).

Au niveau du goût, les mâles ont une intensité globale plus marquée que les femelles ainsi qu'une note poisson gras un peu plus forte ce que l'on avait déjà observé sur les analyses précédentes.

Descripteurs	Effet Ploïdie (p)		Effet Sexe (s)		Effet Aliment (a)		Interaction (p-s)	Interaction (p-a)	Interaction (s-a)
Odeur									
Globale	-		** F M ⁽¹⁾		-		-	-	-
Semi-gras	-		* F M		-		-	-	-
Coquillage	-		-		-		-	-	-
Poisson eau douce/terre	-		-		-		-	-	-
Laitieuse	-		* F M		* B A		-	-	-
Aspect									
Homogénéité	-		** M F		-		** effet sur 3n	-	-
Couleur blanche	-		* M F		-		** effet sur 3n	-	-
Taches	-		-		-		-	-	-
Protéines coagulées	-		-		-		-	-	-
Gouttelettes gras	-		-		* B A		**	**	-
Texture en bouche									
Fermeté	* 2n 3n		-		** B A		*	-	-
Densité de la chair	* 2n 3n		-		* B A		*	*	-
Humidité	-		* M F		-		-	*	-
Fibreux	-		-		* B A		*	-	-
Collant	-		-		-		-	-	-
Mâchement	** 2n 3n		* F M		** B A		**	-	-
Film gras	-		-		-		-	-	-
Flaveur									
Globale	-		** F M		-		-	-	-
Semi-gras	-		* F M		-		-	-	-
Pomme de terre	-		-		-		-	-	-
Poisson eau douce / terre	-		-		-		-	-	-

non significatif : -, * : différence significative au seuil de 5%, ** différence très significative au seuil de 1%, *** différence significative au seuil de 0.1%. ⁽¹⁾ indique l'ordre selon lequel est perçue la différence d'intensité entre les facteurs, du plus faible au plus fort.

Tableau 23 : Evaluation sensorielle des bars de Palavas (25 juges), janvier 2003 ; principaux effets observés

Descripteur	Moyennes des notes				Effet ploïdie	Effet sexe	Interaction p-s
	2nf	2nm	3nf	3nm			
Odeur							
Intensité globale	5.08	5.67	5.54	5.64	-	p=0.03 F M ⁽¹⁾	-
Poisson semi-gras	3.64	3.69	3.82	4.09	-	-	-
Coquillage cuit	1.60	1.63	1.95	1.77	-	-	-
Poisson d'eau douce	1.97	2.29	2.05	2.13	-	-	-
Laiteuse	1.99	2.40	2.29	2.55	-	-	-
Aspect							
Homogénéité de la couleur	5.49	5.34	4.96	4.52	p=0.0002 3n 2n	-	-
Couleur blanche	5.71	5.87	5.17	4.64	p=0.000 3n 2n	-	p=0.037
Taches brunes	1.55	1.22	1.54	1.83	p=0.037 2n 3n	-	p=0.03
Protéines coagulées	3.16	2.71	2.77	2.29	p=0.02 3n 2n	p=0.008 M F	-
Gouttes de gras	4.10	4.69	4.12	3.79	p=0.049 3n 2n	-	p=0.044 M
Texture en bouche							
Fermeté	4.01	4.12	3.88	4.56	-	p=0.04 F M	-
Densité de la chair	4.19	4.13	3.76	4.72	-	p=0.044 F M	p=0.02
Humidité	5.11	4.88	5.44	4.59	-	p=0.0064 M F	-
Texture fibreuse	4.67	4.78	4.53	4.92	-	-	-
Texture collante	3.72	3.61	3.31	3.68	-	-	-
Mâchement	4.61	4.40	4.56	4.80	-	-	-
Film gras	2.73	3.06	2.47	2.59	p=0.03 3n 2n	-	-
Flaveur							
Intensité globale	4.64	5.20	4.98	.07	-	p=0.02 F M	-
Poisson semi-gras	3.31	3.94	3.60	3.66	-	p=0.046 F M	-
Pomme de terre	1.50	1.46	1.60	1.29	-	-	-
Poisson d'eau douce/terre	1.83	1.65	1.87	1.81	-	-	-

- : non significatif, $p < 0.05$ différence significative, $p < 0.01$ différence très significative, $p < 0.001$ différence hautement significative. ⁽¹⁾ indique l'ordre selon lequel est perçue la différence d'intensité entre les facteurs, du plus faible au plus fort.

Tableau 24 : Evaluation sensorielle de bars élevés à Aquanord (24 juges) ; effet ploïdie et sexe -février 2003

5 – Discussion

Transfert de la technique d'induction de la triploïdie

Dans un premier temps, il s'agissait de déterminer quelles étaient les difficultés et les limites du transfert de la méthodologie d'induction de la triploïdie dans une écloserie industrielle. Les différents essais réalisés pour la production des œufs nécessaires à la réalisation du volet larvaire ont fait apparaître plusieurs points qu'il est important de relever.

D'abord, les manipulations chromosomiques de ce type nécessitent de bien maîtriser l'induction de la ponte par voie hormonale et la fécondation artificielle. Bien que la plupart des connaissances nécessaires aient été publiées (Colombo *et al*, 1995, Fauvel *et al*, 1993), il est important que l'environnement d'une entreprise industrielle permette la mise en place de ce protocole à grande échelle. De ce point de vue là, le partenaire privé a parfaitement maîtrisé cet aspect de la technique.

Ensuite, la méthode d'induction de la triploïdie par traitement thermique froid avait déjà été testé sur ce site et n'a nécessité que des investissements légers et une technologie facilement assimilable. C'est ainsi que la production des lots d'œufs triploïdes par traitement froid n'a pas posé de problème particulier. Par contre l'utilisation de la machine hyperbare a montré qu'il était nécessaire de se familiariser avec cet outil avant de se lancer dans une production à grande échelle, comme en témoignent les essais N°1 et 3 qui ont produit des lots incomplètement triploïdes. De plus, la machine fournie par le Sysaaf et utilisée en production salmonicole est d'une conception différente de celle ayant été utilisée à l'échelle expérimentale par l'Ifremer Palavas pour la mise au point du traitement d'induction (Perruzi et Chatain, 2000). Il s'est ainsi avéré qu'elle présentait des inconvénients et qu'il était nécessaire de l'adapter. Conçue pour être utilisée sur des œufs de salmonidés qui sont de plus grande taille que les œufs de poissons marins, son volume est trop important et il conviendra dans le futur d'utiliser une machine spécialement conçue pour les poissons marins si la production de triploïdes venait à se généraliser dans cette filière.

Performances zootechniques

Dans ce rapport, l'évaluation des performances des triploïdes a été abordée tout au long du développement de l'individu, pendant les phases précoces (fécondation, développement embryonnaire, élevage larvaire), le prégrossissement et le grossissement jusqu'à l'obtention d'une taille au-delà de la puberté sexuelle.

En matière de survie

Dès les phases très précoces qui suivent la fécondation, les triploïdes, qu'ils soient obtenus par traitement froid ou hyperbare, présentent des performances moindres par rapport à leur contrôle diploïde. Leur déficit a été chiffré ici à environ 30% pour la viabilité à 48 heures et 36% pour le taux d'éclosion lorsqu'on considère ces performances par rapport au nombre d'œufs traités initialement. Cependant il convient d'être prudent sur cette phase car si l'on considère la survie des œufs 24 heures après fécondation (cad avant le transport), il n'y a pas de différence significative entre les trois lots et le déficit observé chez les triploïdes n'apparaît qu'à partir de 48 heures soit après un transport en cubitainer de 20 heures. Il est donc possible que la moindre survie des triploïdes soit dû au stress induit par le transport, auquel cas on

pourrait s'interroger sur une éventuelle fragilité particulière de ce génotype à des conditions stressantes.

Cette dépression de survie durant le développement embryonnaire est couramment observée. On peut relever des valeurs allant de 5% à 50% sur des espèces aussi variées que la truite arc-en-ciel (Happe *et al*, 1988), la perche (Malison *et al*, 1993), le saumon atlantique (Johnstone, 1985), le saumon chinook (Levanduski *et al*, 1989) le turbot (Piferrer *et al*, 1997) ou la daurade (Sugama *et al*, 1992). Chez le bar, on retrouve ce même phénomène avec un déficit de 30% (Colombo *et al*, 1995), 16 à 55% (Perruzi et Chatain, 2000) ou 10 à 20% (Felip *et al*, 1997), avec une variabilité importante selon la ponte. Cet aspect a d'ailleurs été relevé à de nombreuses reprises chez la plupart des espèces étudiées et a été attribué à un effet maternel qui est difficilement dissociable de l'effet qualité de ponte (Happe *et al*, 1988; McGeachy *et al*, 1995).

A l'instar de certains de ces auteurs, on peut préconiser d'utiliser des pontes de la meilleure qualité possible afin d'essayer de minimiser la dépression de performances sur ces critères très précoces car la mauvaise qualité des oeufs accroît leur sensibilité au traitement de triploïdisation.

Une fois les oeufs éclos, il apparaît une différence de survie importante au début de l'élevage larvaire avec une survie relative des triploïdes par rapport aux diploïdes qui s'élève respectivement à 20,6 et 35,0% pour les traitements froid et hyperbare à 52 jours. Par la suite, il n'existe plus de différence significative de survie sur les phases suivantes que ce soit lors du prégrossissement ou du grossissement jusqu'aux poids élevés que nous avons atteint. En effet, même en conditions de production industrielle, la survie relative des triploïdes s'élève à 101,9% tandis que dans les conditions d'élevage de l'Ifremer Palavas, on obtient respectivement 100,7 et 102,0% avec les deux aliments utilisés, si l'on ne considère pas les épisodes pathologiques.

En matière de performances précoces, les majorité des travaux ont été réalisés sur les salmonidés. Ils chiffrent par exemple la dépression de survie à 15-25% à 6 mois sur la truite arc-en-ciel (Quillet *et al*, 1988) ou 11-34% à 60 jours sur le saumon atlantique (Quillet et Gaignon, 1990). Chez les poissons marins en général et le bar en particulier, il existe peu de résultats sur l'évaluation de la survie des triploïde en phase larvaire. Zanuy *et al* (1994) ont obtenu 5 jours après éclosion une survie de 41,7% en moyenne par rapport au témoin diploïde et Sugama *et al* (1992) chez la dorade, observent à deux mois une survie est de 71 à 82% par rapport au témoin diploïde. Dans des travaux antérieurs réalisés à Palavas, la survie des triploïdes était estimée à 38% de celle des diploïdes à 41 jours (Falguière *et al*, 1999). Cependant il est difficile de comparer ces espèces entre elles car l'expression d'une dépression de survie dépend aussi du degré de maîtrise de la zootechnie et des caractéristiques du développement. Ainsi, le degré de développement de la larve à l'éclosion n'est pas le même sur le bar que sur la truite par exemple. Pour résumer, et bien que l'on relève des valeurs de survies par rapport au témoin très variables d'une ponte à l'autre et d'une espèce à l'autre, on pourrait généraliser la remarque faite par Chevassus en 1998 sur les salmonidés qui retenait comme base une survie de 70 à 80% des triploïdes par rapport à leur témoin diploïde.

Au niveau du grossissement, les deux génotypes présentent généralement des survies identiques avant maturité sexuelle : Quillet, (1986) ou Ojolick *et al* (1995) chez la truite arc-en-ciel, McGeachy *et al* (1995) ou Galbreath *et al* (1994) sur le saumon atlantique. Sur le bar, Felip *et al* (1999) indiquent que les diploïdes ont une survie identique aux triploïdes entre 5 et

23 mois d'âge. Toujours sur le poisson marin, Sugama *et al* (1992) rapportent sur la dorade une survie identique à un âge de 10 mois. Après maturité sexuelle, on a recensé peu de données : Quillet (1986) indique qu'au-delà de 3 ans, la survie des triploïdes de truite arc-en-ciel élevés en mer est supérieure de 24% à celle des diploïdes. Par contre, sur la carpe, Cherfas *et al* (1994) ne signalent pas de différence de survie entre triploïdes et diploïde. Notons qu'il existe un débat dans la bibliographie sur l'influence ou non des conditions d'élevage qui selon les espèces seraient susceptibles de générer une différence de survie entre les deux génotypes.

Il convient néanmoins de revenir sur certains points particuliers de la survie, qui concernent les épisodes pathologiques et les tests de résistance à des conditions appauvries en oxygène.

En effet, l'étude de la survie obtenue en grossissement en condition expérimentale a montré que les épisodes pathologiques avaient frappé préférentiellement les lots diploïdes ce qui a généré une meilleure survie relative des triploïdes, respectivement 109,0 et 105,4% pour les deux aliments testés. Pourtant les deux génotypes se trouvaient dans la même circuit hydraulique recirculé. Cet élément nouveau n'a jamais été relevé dans la bibliographie et mériterait des tests complémentaires adaptés à cette problématique.

Par contre, les tests en conditions appauvrie en oxygène font apparaître une tendance, toutefois non significative, des triploïdes à être moins résistants que leur témoin diploïde. Des observations du même type ont déjà été faites sur des triploïdes d'autres espèces de poisson. C'est ainsi que certains travaux font état d'une concentration en érythrocytes moindre dans le sang des triploïdes de saumon atlantique ce qui leur conférerait des capacités moindres pour le transport de l'oxygène (Benfey et Sutterlin, 1984a et c). D'autres travaux effectués essentiellement chez les salmonidés montrent que la quantité maximale d'oxygène dans le sang des triploïdes est moindre (Graham *et al*, 1985), que la consommation en oxygène est supérieure (Oliva-Teles et Kaushik, 1987a et b) ou que des signes d'anaérobiose apparaissent plus rapidement (Virtanen *et al*, 1990). Enfin, des travaux plus récents effectués à l'Ifremer Palavas mettent en évidence des valeurs d'hématocrite et d'hémoglobine moindres chez les triploïdes de bar ainsi qu'une taille des érythrocytes supérieure (Perruzi, comm. Pers.). Ces différents éléments pourraient expliquer qu'en condition normale on n'observe pas de différence entre les deux génotypes, mais qu'en conditions difficile, les performances des triploïdes soient altérées.

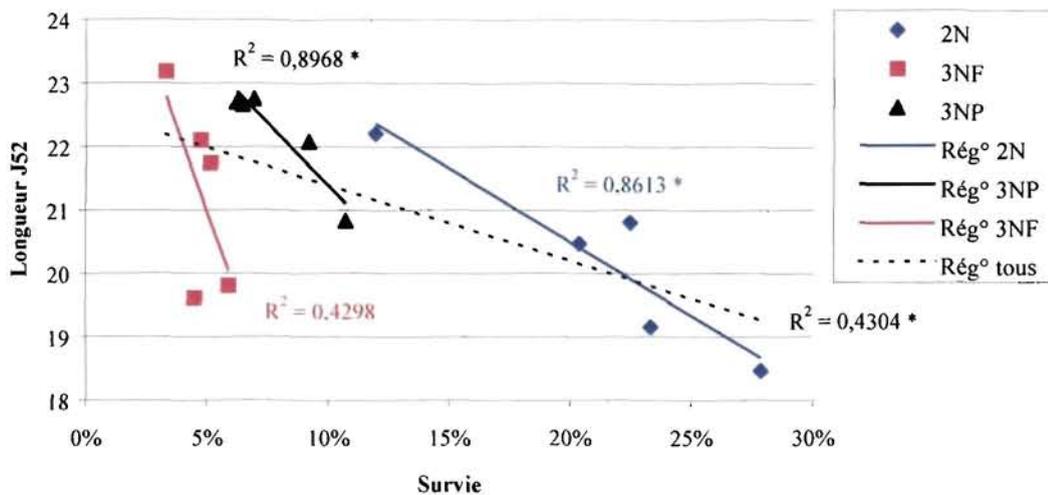
On pourrait donc résumer cette situation en disant que l'effet délétère du traitement d'induction et/ou de la triploïdie sur la survie se concentre sur les phases précoces de l'élevage, de la fécondation au sevrage, les deux génotypes présentant par la suite des performances équivalentes. Par contre, les triploïdes semblent mieux résister aux épisodes pathologiques rencontrés, tandis que mis en condition anoxique, ils semblent être plus fragiles.

En matière de croissance

Durant la phase initiale où les larves sont alimentées sur proie vivante, on peut difficilement évaluer la survie car on ne peut pas manipuler des animaux aussi petit sans induire de fortes mortalités. Aussi, il est difficile d'interpréter les données de croissance à cause de l'interaction qui peut exister entre survie et croissance, les bacs moins chargés recevant une quantité de proies par larve supérieure aux bacs moins chargés. Pour s'en convaincre, on peut observer sur la figure 28 la relation entre croissance et survie qui montre une corrélation

significative lorsqu'on considère tous les bacs ($P=0,008$), seulement les diploïdes ($P=0,024$) ou seulement les triploïdes hyperbare ($P=0,015$), mais pas les triploïdes froid seuls ($P=0,217$) ; cependant dans ce dernier cas, la puissance du test est faible ($0,208$).

On peut donc en conclure qu'il existe bien une interaction significative entre croissance et survie et que la longueur statistiquement égale des individus des trois lots à J52 ne signifie pas forcément que la croissance a été identique. En effet, les triploïdes présentant une survie moindre, ils ont pu bénéficier de ce phénomène qui les a conduit à une taille équivalente aux diploïdes alors que leur potentiel de croissance serait intrinsèquement inférieur aux diploïdes. Ainsi, cela a pu masquer l'expression d'une dépression de croissance des triploïdes.



* : corrélation significative au seuil de 5%

Figure 28 : Relation longueur – survie chez des larves de bar diploïdes et triploïdes âgées de 52 jours et coefficients de corrélation associés à ces régressions.

A partir d'un âge de 52 jours, ce phénomène ne vient plus perturber l'évaluation de la croissance, car les effectifs sont équilibrés à intervalle régulier et les rations en micro-granulé calculées en fonction de la biomasse de chaque bac. Dès lors, la comparaison des taux de croissance journalier moyen peut être faite sur les 3 périodes suivantes :

- J54 – J81 :

3nP	3nF	2n
-----	-----	----

On détecte une différence ($P=0,027$) peu parlante qui constitue la conséquence de l'historique des trois lots en animalerie, notamment de leurs légères différences de poids initial.

- J81 - J130 :

3nP	2n	3nF
-----	----	-----

Il n'existe pas de différence significative entre la croissance des 3 lots ($P=0,064$)

- J130 – J182

2n	3nP	3nF
----	-----	-----

Il existe une différence significative de croissance au bénéfice des diploïdes, les triploïdes froid et hyperbare étant quant à eux égaux.

Si l'on rapproche ces résultats de ceux obtenus en grossissement, il semble que l'on soit en présence d'un continuum. En effet, le taux de croissance des triploïdes en grossissement est 15 à 20% inférieur à celui des diploïdes en conditions expérimentale sur les résultats moyens des deux aliments à l'Ifremer Palavas (20,7% et 16,8% respectivement chez les mâles et les femelles). En conditions industrielle sur la ferme d'aquanord, le déficit a été évalué à 18%.

En dehors du projet, une nouvelle bande de triploïde a été lancée le 21/06/2001 à partir de juvéniles fournis par l'écloserie EMG ayant produit les premiers lots. Bien que ne disposant pas de contrôle diploïde provenant de la même ponte, cela nous fournit quand même un autre point de comparaison en utilisant la même référence au modèle d'élevage d'Aquanord. Sa courbe de croissance est donnée dans la figure 29 et le rapport au modèle est respectivement de 89,0% et 103,0% pour les lot - et + avec une moyenne pondérée des effectifs de 95,6% qui se situe au niveau de lot diploïde ++ de notre projet.

Ce deuxième élevage de triploïde de bar sur le site d'Aquanord présente des perspectives de croissance bien meilleures puisque le déficit de croissance par rapport au modèle de croissance s'élève à seulement 5%.

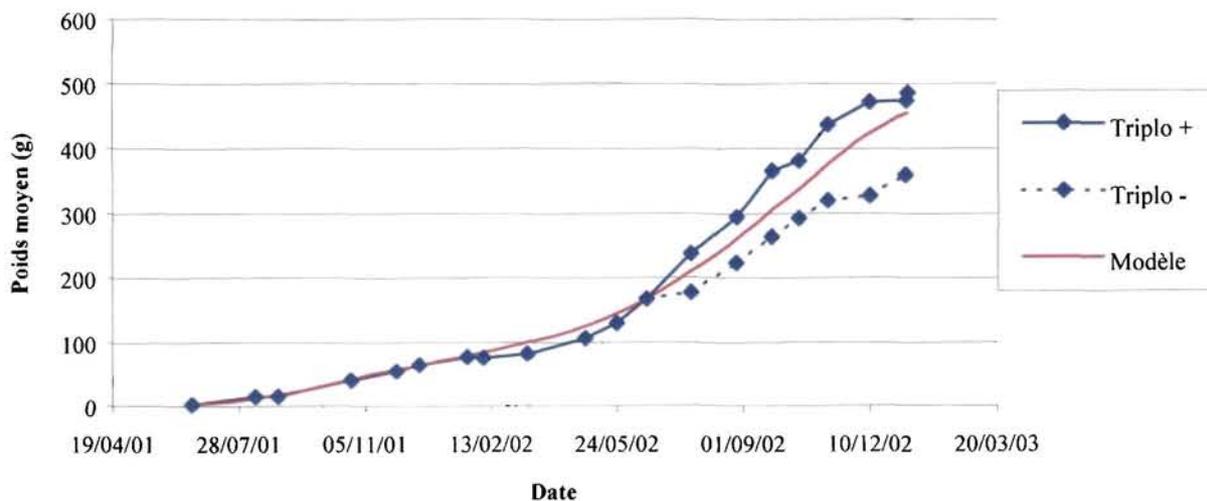


Figure 29 : Courbe de croissance des lots de bars triploïdes 2^{ème} génération sur le site d'Aquanord

Il en résulte que lorsqu'on applique un taux de croissance 15 à 20% inférieur, on aboutit, pour un poids final de 1 à 1,2 kg des diploïdes, à un poids des triploïdes de 700 à 800 g soit un déficit des triploïdes de 35% environ, ce que nous avons obtenu en conditions de production sur le site d'Aquanord. Les références bibliographiques ayant trait à la croissance des triploïdes sont très nombreuses dans des groupes d'espèces comme les salmonidés (truite arc-en-ciel, saumon atlantique ou coho, omble des fontaines, ...) les carpes, les poissons chats, ... Elles montrent le plus souvent une croissance inférieure, voire équivalente, des triploïdes parfois même chez la même espèce et un débat est ouvert sur l'influence des conditions d'élevage qui induiraient l'expression d'une dépression de croissance.

Chez le bar, la même observation est réalisée comme par exemple chez une équipe espagnole qui annonce successivement une croissance identique (Felip *et al*, 1997) puis inférieure de 7 à 8% (Felip *et al*, 1999) ou lors de travaux antérieurs réalisés à Palavas (Falguière *et al*, 1999 ; Perruzi *et al*, 2003) qui suspectaient déjà un déficit de croissance des triploïdes de bar.

Ainsi on pourrait résumer ces aspects croissance en disant qu'il existe une incertitude sur une éventuelle dépression des triploïdes jusqu'à un âge de 4 mois. Ensuite, ils présentent un taux de croissance 15 à 20% inférieur tandis que le type de traitement, froid ou hyperbare, ne semble pas avoir d'influence jusqu'à un âge de 6 mois.

En matière d'alimentation

Nous avons observé qu'en passant d'un aliment titrant 24% à un aliment titrant 12% de lipide, la croissance des triploïdes était améliorée de 10,6% et que corrélativement le déficit de croissance des triploïdes était moindre avec l'aliment maigre (-7,3%) qu'avec l'aliment gras (-30,2%). Ce résultat inattendu demanderait à être confirmé car il présente un intérêt important pour l'éleveur surtout si l'on tient compte des autres effets de l'aliment maigre sur l'adiposité intra musculaire.

Par contre, l'utilisation de deux formulations alimentaires avec des taux de graisse variant du simple au double influe logiquement sur l'indice de conversion car le bar a tendance à compenser un moindre contenu énergétique par une prise alimentaire supérieure, sans effet sur la croissance. Mais dans le prolongement de ce qu'on a vu précédemment, on peut noter que le triploïde nourri avec l'aliment maigre obtient le même indice que le diploïde nourri avec l'aliment gras.

On peut noter aussi une tendance non significative des triploïdes à transformer mieux l'aliment que leur contrôle diploïde en conditions expérimentale. En condition de production, cette tendance n'est pas confirmée.

On peut en conclure que le passage d'un aliment titrant 24% à un aliment titrant 12% de lipide ne présente que des avantages dans le cadre d'un élevage de triploïde de bar puisqu'il permet d'améliorer sa croissance tout en préservant sa compétitivité en terme d'indice de conversion par rapport à un diploïde élevé sur aliment gras.

Conséquences de la stérilité induite par la triploïdie

Ce travail ne nous permet pas de nous déterminer statistiquement sur l'influence de la triploïdie sur le sex ratio. On peut cependant relever chez les salmonidés des données non publiées citées par Chevassus (1998) qui n'ont mis en évidence aucune déviation significative du sex ratio chez les triploïdes de truite arc-en-ciel par rapport à leurs témoins diploïdes. Chez les mollusques, il a été montré chez *Crassostrea gigas* et *C. virginica*, qu'il n'y avait pas de différence entre les lots triploïdes et diploïdes (Allen, 1987). Enfin, Felip *et al* (1999) et Falguière *et al* (1999) aboutissent à la même conclusion sur le bar malgré des taux de mâles assez éloignés dans les deux génotypes.

La principale caractéristique du triploïde est sa stérilité totale ou partielle qui va influencer un certain nombre de paramètre de manière directe, comme le rapport gonado somatique par exemple, ou indirecte, comme le compartiment lipidique. En effet, on a pu montrer que les

ovaires de la femelle triploïde de bar sont complètement atrophiées tandis que chez le mâle, on observe un développement partiel des testicules, avec des RGS relatifs des triploïdes par rapport aux diploïdes s'élevant pour les femelles et les mâles respectivement à 0,5% et 78,2% en saison de reproduction à Palavas. Ces valeurs sont à rapprocher de celles obtenues à la même saison en condition de production à Aquanord puisqu'on obtient alors respectivement 5,5% et 58,0% en moyenne sur les deux années.

D'autres références sur le bar annoncent des valeurs de RGS relatif assez différentes des nôtres mais allant dans le même sens : 16% et 40% (Felip *et al*, 1999), 0,6% et 5,7% (Colombo *et al*, 1996), 3,7% et 62,8% (Falguière *et al*, 1999) respectivement pour les femelles et les mâles.

Le tableau 25 reprend les valeurs de RGS absolus obtenus à Aquanord et à Palavas en saison de reproduction. On peut remarquer que le développement gonadique des diploïdes à Aquanord est beaucoup moins important qu'à Palavas quel que soit le sexe. Généralement, les valeurs de RGS enregistrées sur des bars sauvages pêchés dans le milieu naturel sont de l'ordre de 5 et 8% respectivement chez les mâles et les femelles (Barnabé, 1972), ce qui est proche de ce qu'on a obtenu à Palavas. Il est probable que les conditions environnementales de la ferme d'Aquanord qui utilise de l'eau réchauffée et un éclairage artificiel ne sont pas aussi maturantes que celles qui ont prévalu sur l'élevage en circuit fermé de Palavas. On peut donc en déduire que sur le site d'Aquanord, il est possible de limiter le développement gonadique des diploïdes en jouant uniquement sur les conditions environnementales (photopériode et température), mais que les RGS obtenus de la sorte sont encore supérieurs à ceux obtenus par les triploïdes.

		Femelles	Mâles
Diploïdes	Aquanord	4,3%	0,9%
	Palavas	10,5%	4,0%
Triploïdes	Aquanord	0,07%	0,37
	Palavas	0,06%	3,13%

Tableau 25 : Rapport gonado somatique de bars diploïdes et triploïdes en saison de reproduction sur les deux sites d'expérimentation et de production.

Cette tendance de la triploïdie à être plus inhibitrice du développement gonadique des femelles que des mâles semble être générale chez les poissons. On peut citer entre autres les exemples de la truite arc-en-ciel (Lincoln et Scott, 1984), du saumon coho (Johnson *et al*, 1986), du saumon atlantique (Benfey et Sutterlin, 1984b), de la plie (Lincoln, 1981a et b), du catfish africain (Henken *et al*, 1987), de la tanche (Flajshans *et al*, 1993), de la carpe (Cherfas *et al*, 1994) et aussi du bar (Felip *et al*, 1999).

En ce qui concerne les valeurs de lipide intramusculaire, l'effet sexe est bien marqué avec des mâles systématiquement plus gras que les femelles quel que soit le niveau de ploïdie et la saison. Par contre il n'existe pas d'effet de la ploïdie quel que soit le sexe, et quelle que soit la saison considérée. Malgré cela, en saison de reproduction, nous observons à Palavas une tendance des triploïdes à être légèrement plus gras que les diploïdes (respectivement +7,6% et + 4,8% chez les femelles et les mâles) alors que lors de l'abattage survenus à la même saison

à Aquanord, la situation est plus mitigée (+4,2% pour les femelles et -6,6% pour les mâles). Il est probable qu'on soit en présence là aussi d'un effet pervers des conditions environnementales d'Aquanord qui n'ont pas induit une maturation complète chez les diploïdes.

En effet, la logique voudrait que les triploïdes soient plus gras en saison de reproduction car leur investissement reproducteur est moindre et ils consomment donc pas ou peu leurs réserves lipidiques pour la gamétogenèse, comme cela a été observé par Quillet (1986) sur la truite arc-en-ciel. Des travaux antérieurs réalisés à Palavas (Falguière *et al*, 1999) mettaient en évidence le même phénomène sur le bar. A contrario, Fernandez-Pato *et al* (1998) n'observent pas de différence entre des turbots adultes triploïdes et diploïdes. Il apparaît difficile dans ces conditions de tirer des enseignements fiables des résultats d'adiposité du muscle obtenus dans ce programme pour ce qui concerne la comparaison entre les deux niveaux de ploïdie.

Par contre, si l'on étudie l'effet aliment, il apparaît logiquement que les animaux nourris avec l'aliment plus gras présentent des taux de lipide intra musculaire plus élevés. Par ailleurs, on a vu que, à aliment identique, les triploïdes étaient légèrement plus gras que leur témoin diploïde. Enfin il faut retenir que les triploïdes nourris avec l'aliment maigre ont un taux de gras intramusculaire équivalent (en saison de reproduction) voire inférieur (en repos sexuel) à celui des bar diploïdes nourris avec l'aliment gras, ce qui présente un intérêt commercial pour l'éleveur.

L'influence de la stérilité se fait aussi sentir sur les rendements de transformation par le biais d'une différence d'une part dans le développement gonadique et d'autre part dans la consommation des réserves lipidiques, ces deux éléments évoluant en sens inverse. On enregistre ici aussi une contradiction entre les résultats obtenus en saison de reproduction à Palavas et à Aquanord. En effet, sur le premier site les triploïdes présentent de meilleurs rendements à l'éviscération, au filetage et au parage tandis que sur le deuxième site, la situation est moins claire avec des effets sur certains rendements en sens inverse de ceux observés à Palavas. On peut voir là aussi une conséquence des conditions environnementales d'Aquanord puisque les résultats qu'on enregistre en saison de reproduction correspondent à un profil de repos sexuel.

Si l'on se base donc sur les données de Palavas où l'on est sûr que les conditions d'élevage ont induit une maturation complète, on peut retenir qu'en saison de reproduction les triploïdes présentent un rendement du filet paré supérieur de respectivement 7,6 et 1,9 points chez la femelle et chez le mâle.

Sur le rendement éviscération, la différence est respectivement de 8,8 et 3,2 points dans les deux sexes. La différence entre sexes est dû à un effet plus marqué de la triploïdie sur la stérilité chez la femelle que chez le mâle. Ne disposant pas de données en période de repos sexuel sur le site de Palavas, on peut penser qu'on obtiendrait une situation correspondante à celle enregistrée à Aquanord.

Ces résultats sont du même ordre que ceux obtenu précédemment à une échelle plus expérimentale à Palavas (Perruzi *et al*, 2003) et correspondent à la situation décrite sur d'autres espèces comme la truite arc-en-ciel (Lincoln et Scott, 1984), la truite fario (Cornet et Vallet, 1990), le tilapia (Penman *et al*, 1987), la plie (Lincoln, 1981c) ou le poisson chat (Henken *et al*, 1987).

Enfin, il apparaît qu'en saison de reproduction, les triploïdes présentent des rendements de transformation plus homogènes entre les deux sexes, alors qu'en repos sexuel, les différences entre sexes sont du même ordre de grandeur dans les deux génotypes.

En résumé, le triploïde de bar se caractérise par une stérilité plus marquée chez la femelle que chez le mâle qui se répercute en saison de reproduction sur des rendements de transformation sensiblement améliorés et plus homogènes entre les deux sexes. La baisse du taux de gras dans l'alimentation permet de compenser l'effet d'adiposité musculaire généralement observé chez les triploïdes en saison de reproduction qui est dû à un investissement reproducteur moindre.

Caractérisation morphologique

Le coefficient de condition est une mesure de l'embonpoint qui est couramment utilisée et qui peut être mis en relation avec un poids de viscères variable selon le degré de stérilité. C'est ainsi que les triploïdes présentent un coefficient de condition plus faible dans la plupart des espèces étudiées, sur la plie (Lincoln, 1981c), sur la truite arc-en-ciel (Ojolic *et al*, 1995), sur le saumon atlantique (Quillet et Gagnon, 1990), sur le saumon coho (McLean *et al*, 1991) et même sur le bar (Falguière *et al*, 1999). Dans ces références, cette caractéristique est généralement mise sur le compte d'un développement gonadique inhibé qui conduit donc à un poids moindre pour une taille égale. Pourtant, dans notre cas en période de repos sexuel comme dans celui de Quillet et Gagnon (1990), les triploïdes et les diploïdes présentent des RGS très faibles ce qui suggère que le degré de développement gonadique, et donc la stérilité, ne soit pas le seul élément expliquant cette particularité. De plus, nous avons vu ici que même avant la puberté, les triploïdes étaient plus effilés que les diploïdes et on peut donc en conclure qu'il s'agit bien d'une caractéristique propre de ce génotype, au moins sur le bar.

Les autres éléments choisis pour caractériser le triploïde de bar sont la nature, le taux et l'intensité des malformations observées sur les jeunes individus en fin d'élevage larvaire. En effet, ce critère est particulièrement important pour la filière car il génère des pertes au niveau des écloséries et des fermes de grossissement qui ne peuvent pas commercialiser ce produit déprécié. Par ailleurs, les observations émanant des producteurs ont tendance à souligner ce problème au niveau des lots triploïdes. Ce travail a permis de montrer pour la première fois que paradoxalement, ce sont les diploïdes qui présentent globalement le taux le plus élevé de malformations. Cependant si l'on considère que les malformations externes, et donc visibles par l'éleveur, les triploïdes hyperbares sont plus touchés que les triploïdes froid et les diploïdes qui ne sont pas significativement différents. Mais ce critère n'est pas le plus déterminant car certaines malformations sont peu visibles et/ou peu gênantes comme l'atrophie de l'iris par exemple. Par ailleurs, certaines malformations vertébrales ne sont détectables qu'à la radio et ne provoquent pas de dépréciation du produit.

Lorsqu'on étudie un peu plus en détail ces résultats, la figure 8 (p25) montre par exemple que si c'est chez les diploïdes qu'on retrouve le plus fort taux de malformations vertébrales, leur intensité y est aussi la plus faible et surtout beaucoup moins variable; a contrario, les triploïdes présentent des taux moins élevés mais avec une intensité moyenne plus forte et plus variable, ce qui empêche l'expression statistique d'une différence. Ceci explique probablement l'impression visuelle de l'observateur extérieur qui est plus impressionné par quelques individus très déformés que par un grand nombre de déformations moins spectaculaires.

Ainsi, on peut émettre une hypothèse sur le déterminisme de ces malformations lorsqu'on intègre dans la réflexion l'application ou non d'un traitement d'induction et les survies obtenues en phase précoce. En effet, les traitements d'induction de la triploïdie présentent un caractère délétère sur le développement de la larve car quand l'intensité ou la durée du traitement augmente, le taux de triploïdisation augmente et la survie embryonnaire diminue (Malison *et al*, 1993; Cherfas *et al*, 1993; Utter *et al*, 1983; Kavumpurath et Pandian, 1992; Zanuy *et al*, 1994). De plus, outre l'avortement spontané d'embryon qui est inclus intrinsèquement dans les moins bonnes performances de survie précoce, plusieurs auteurs rapportent comme autre conséquence de la triploïdie, la forte proportion de larves déformées : Sugama *et al*, 1992 sur la daurade, Zanuy *et al*, 1994 sur le bar, Myers et Hershberger, 1991 ainsi que Solar *et al*, 1984 sur la truite arc-en-ciel.

Partant de ce préalable, on peut penser que les traitements réalisés induisent des malformations d'intensité plus élevée que dans le cas des diploïdes non traités. Ces malformations sont, pour les plus graves ou les plus intenses, incompatibles avec la survie de l'individu ce qui conduit à des survies en phase précoce inférieures dans les lots triploïdes, comme on a pu le montrer dans ces travaux. Il en résulte une situation où le taux d'individu mal formé est finalement moins élevé à cause de la mortalité préférentielle de ces animaux à mauvaise viabilité, mais où les animaux restant présentent une plus forte intensité résiduelle ainsi qu'une grande variabilité de celle-ci. De leur côté, les diploïdes présentent un taux et une intensité de malformation qui est le résultat probablement d'une combinaison entre les caractéristiques génétiques des parents et la qualité de l'environnement larvaire, mais qui sont en tout cas relativement constants au sein d'un même lot, comme c'était le cas ici.

Si l'on poursuit ce raisonnement, on peut en déduire que le traitement thermique est plus délétère que le traitement hyperbare car il génère une survie larvaire inférieure et un taux de malformation moindre mais avec une intensité de malformation équivalente.

De manière synthétique, les aspects qualitatifs étudiés montrent que les triploïdes sont caractérisés par un poids inférieur à taille égale sans lien avec leur développement gonadique réduit et par un taux de déformation larvaire moindre mais plus intense qui est probablement la conséquence d'un effet délétère du traitement d'induction de la triploïdie. Selon cette hypothèse, le traitement thermique serait plus nuisible que le traitement hyperbare.

Qualité de chair

Effet taille

Dans les 3 séries d'analyse sensorielle, on observe des différences significatives de poids :

- Entre les 2 niveaux de ploïdie au profit des diploïdes,
- Entre les 2 sexes au profit des femelles,
- Entre les deux aliments au profit de l'aliment le moins gras

Ces différences s'expliquent par des vitesses de croissance différentes selon la ploïdie ou le régime alimentaire mais également par le tri des individus effectué au moment de la pêche. En effet, le faible taux de femelle nous a obligés à procéder à des prélèvements non aléatoires en

privilégiant les individus les plus gros qui avaient plus de chance d'être femelle. Ce constat doit donc nous inciter à rester prudents sur les interprétations des résultats d'analyse sensorielle.

Ainsi, la mise en évidence d'une différence entre les deux niveaux de ploïdie, entre sexes ou entre les deux aliments, pourrait provenir tout ou partie simplement de leur différence de taille.

On peut retenir des résultats sur l'effet taille qu'il existe une différence de texture et de présence de gouttelettes de gras en fonction de la taille des poissons. Le lot de plus gros apparaît comme le plus ferme, dense et fibreux avec le plus de gouttelettes de gras. Cependant l'effet taille explique en partie, mais pas totalement, les différences observées sur les critères de texture. Les conclusions sur l'effet des autres facteurs tiendront compte de cet effet de la taille.

Effet ploïdie

Il n'y a pas d'effet de la ploïdie sur aucun des critères d'odeur et de flaveur que ce soit en ou hors saison de reproduction. On peut donc dire que le consommateur ne percevra aucune différence au niveau de la sensation gustative ni olfactive lors de la dégustation de bar triploïde par rapport à du bar diploïde.

Par contre certains critères d'aspect et de texture présente des différences entre diploïdes et triploïdes, qui varient selon la saison concernée et selon le site d'abattage.

Que ce soit pendant la saison de reproduction ou en période de repos sexuel sur le site de production d'Aquanord, les triploïdes présentent une couleur moins homogène et moins blanche. Or cette particularité n'a pas été mise en évidence lors de l'abattage en saison de reproduction à Palavas. On peut essayer d'expliquer ce phénomène de la manière suivante. Les conditions environnementales d'Aquanord ne sont pas très maturantes en hiver en raison d'une limitation de la baisse de température (grâce à l'utilisation d'eau réchauffée) et de photopériode (grâce à l'éclairage contrôlé). Ainsi, durant cette période, les poissons présentent un état de maturation intermédiaire entre repos sexuel et activité reproductrice pleine. Ce phénomène de maturation incomplète a été aussi observé sur le développement des gonades de diploïdes à Aquanord durant la même période.

En ce qui concerne les descripteurs de texture, on remarque quasi systématiquement une inversion des différences entre repos sexuel et saison de reproduction. En effet, Les diploïdes sont plus fermes, plus denses et possèdent un indice de mastication plus élevé en période de repos sexuel sur Aquanord alors que c'est la situation inverse en période de reproduction à Palavas. Là aussi, l'analyse en hiver à Aquanord reflète une situation intermédiaire avec aucune différence significative sur ces descripteurs.

La cohérence globale de ces observations peut laisser penser que pour ces caractères d'aspect et de texture il existe un lien avec l'investissement reproductif des poissons. Cette hypothèse pourrait être formulée de la manière suivante. La maturation des diploïdes induite par les conditions environnementales provoque chez eux une diminution d'homogénéité de leur aspect, de leur coloration blanche, leur fermeté, leur densité et leur indice de mastication. Une étude réalisée sur le saumon (Aksnes *et al*, 1986) permet de mettre en évidence les modifications qui interviennent avec la phase de maturation sexuelle. On observe avec l'entrée

en maturation, un changement de la couleur de la peau qui prend une teinte marron, les teneurs en lipides et en protéines diminuent avec en parallèle une augmentation de la teneur en eau. La couleur du filet devient moins rouge, l'odeur plus neutre, la flaveur moins intense et la texture devient plus humide et moins ferme. Les observations faites dans notre étude laissent supposer que le même genre de phénomène se produit.

Cette tentative d'explication est encore hypothétique et demanderait à être confirmée par des analyses où le seul facteur état de maturation serait variable, indépendamment de considérations liées à l'alimentation ou les conditions d'élevage par exemple, ce qui est difficile à générer expérimentalement en raison des interactions environnement-reproduction.

Effet aliment

En ce qui concerne l'expérimentation portant sur le taux de lipide dans l'aliment, on a vu que sa diminution de 24 à 12% fait descendre de manière significative le taux de lipide dans la chair du poisson de 0,8 à 2,1 points fat meter selon le sexe, la saison ou le niveau de ploïdie. En parallèle, ce sont les poissons ayant consommé l'aliment le plus maigre qui sont perçus comme les plus fermes, denses, fibreux et qui présentent l'indice de mastication le plus élevé; tous les autres critères ne présentent pas de différence significative entre les deux types d'aliment.

Effet sexe

Aucune différence entre sexes n'est mise en évidence en dehors de la période de reproduction mis à part une flaveur globale et semi-grasse plus forte chez les mâles. En période de reproduction, on retrouve le même effet du sexe sur ces descripteurs de flaveur, ce qui suggère que ceux-ci sont indépendants de l'état de maturité sexuelle et s'apparentent donc à une constante. Ceci est confirmé par le fait que sur ce critère, il n'y a pas de différence non plus entre poissons diploïdes et stériles comme on l'a noté plus haut. On peut mettre ces descripteurs de flaveur en relation avec le taux de lipides de la chair qui est, dans la quasi-totalité des cas plus élevé chez les mâles que chez les femelles.

Pour les autres catégories de descripteurs, les femelles apparaissent plus blanches, plus homogènes et de texture plus humide en saison de reproduction alors que ce n'était pas le cas en repos sexuel. De leur côté, les mâles deviennent plus fermes, plus denses, d'odeur (globale, semi-grasse et laiteuse) plus marquée et présentent un indice de mâchement plus élevé.

Le tableau 26 synthétise les principales différences sensorielles observées sur les deux sites aux cours des différentes expérimentations.

	Site	Aquanord 2002	Palavas 2003	Aquanord 2003
Odeur	Intensité globale		** F M	* F M
	Poisson semi-gras	-	* F M	-
	Coquillage cuit	-	-	-
	Poisson d'eau douce	-	-	-
	Laitéuse	-	* F M	-
<i>Aspect</i>	Homogénéité couleur		** M F	** 3n 2n
	Couleur blanche	*** 3n 2n	* M F	* 3n 2n Ips
	Taches brunes	-	-	* 2n 3n Ips
	Protéines coagulées	-	-	* 3n 2n
	Gouttes de gras	-	-	* 3n 2n Ips
Texture en bouche	Fermeté	*** 3n 2n	* 2n 3n **	* F M
	Densité de la chair	*** 3n 2n	B A * 2n 3n *	* F M Ips
	Humidité	-	B A *	* M F
	Texture fibreuse	** 3n 2n	* B A	-
	Texture collante	-	-	-
	Mâchement	* 3n 2n	** 2n 3n *	-
	Film gras	-	F M ** B A	* 3n 2n
Flaveur	Intensité globale	** F M	** F M	* F M
	Poisson semi-gras	** F M	* F M	* F M
	Pomme de terre	-	-	-
	Poisson eau douce/terre	-	-	-

- : effet non significatif, * : différence significative au seuil de 5%, **: différence significative au seuil de 1%, *** : différence significative au seuil de 0.1%, Ips : Interaction entre les facteurs ploïdie et sexe.

(I) indique l'ordre selon lequel est perçue la différence d'intensité entre les facteurs, du plus faible au plus fort.

Tableau 26 : Récapitulatif des effets observés sur les critères sensoriels au cours des trois expérimentations

6 – Conclusion

Ce travail a montré que la méthodologie de production de bar triploïde par traitement thermique ou hyperbare est transférable sans problème particulier dans les écloséries industrielles de poisson marin après une période de rodage et d'appropriation de la technique. Il sera néanmoins nécessaire **d'adapter la machine hyperbare** de production exploitée en salmoniculture afin de la rendre plus fonctionnelle pour les filières de poisson marins.

En ce qui concerne les performances du bar triploïde, on peut retenir que **l'effet délétère du traitement d'induction et/ou de la triploïdie sur la survie se concentre sur les phases précoces** de l'élevage, de l'éclosion au sevrage, par la suite sa survie étant équivalente à celle du diploïde. Par contre, les triploïdes semblent mieux résister aux épisodes pathologiques rencontrés lors du grossissement, tandis que mis en condition anoxique ils semblent être plus fragiles.

Il persiste une suspicion sur une dépression de croissance jusqu'à un âge de 4 mois. Au-delà, leur **taux de croissance est 15 à 20% inférieur** tandis que le type de traitement, froid ou hyperbare, ne semble pas avoir d'influence.

A un âge de 39 mois, le bar triploïde atteint donc un poids moyen final de 700-800g équivalent à 2/3 de celui des diploïdes avec une stérilité plus marquée chez la femelle que chez le mâle ce qui améliore sensiblement les rendements de transformation en saison de reproduction. La baisse du taux de lipide dans **l'alimentation permet de compenser l'augmentation de l'adiposité musculaire** enregistré chez les triploïdes en saison de reproduction qui est dû à un investissement reproducteur moindre

Sur les **aspects qualitatifs**, l'étude des malformations chez les juvéniles montre que les triploïdes présentent des taux moins élevés que les diploïdes mais avec une intensité moyenne plus forte et surtout beaucoup plus variable. Ce résultat peut être interprété comme une conséquence de **l'effet délétère du traitement d'induction** qui induit un taux plus élevé d'individus mal formés associé à une altération de leur viabilité. Il en résulte ainsi un plus faible pourcentage d'individus plus déformés que leur témoins, ce qui explique l'impression visuelle négative de l'observateur extérieur. Cette hypothèse, si elle était vérifiée, indiquerait que le **traitement thermique est plus nuisible que le traitement hyperbare**, mais que leur survie inférieure masque cet effet.

Par ailleurs, le triploïde de bar est aussi caractérisé par un **coefficient de condition plus faible**, cad une minceur plus accentuée, particularité qui s'avère être indépendante de leur stérilité puisqu'il intervient avant même la taille de puberté.

En matière d'analyse sensorielle de la chair, il est difficile de mettre en relation les différences enregistrées avec les données de nature zootechnique ou physiologique dont nous disposons dans cette expérience. Par ailleurs, il faut relever le **faible niveau de différenciation** entre les produits présentés. Il est donc légitime de penser que si le consommateur perçoit des différences, celles-ci seront sans doute très faibles. De plus, on peut noter qu'aucun des critères de flaveur et d'odeur ne fait dégager de différence significative entre les deux génotypes.

Par contre certains critères d'aspect et de texture présentent des différences entre diploïdes et triploïdes, qui varient selon la saison concernée. Ainsi, les triploïdes présentent une couleur moins homogène et moins blanche en période de repos sexuel alors que cette particularité n'a pas été mise en évidence en saison de reproduction. En ce qui concerne les descripteurs de texture, on remarque une inversion des différences entre repos sexuel et saison de reproduction. Les diploïdes sont plus fermes, plus denses et possèdent un indice de mastication plus élevé en période de repos sexuel alors que c'est la situation inverse en période de reproduction.

Dans un autre ordre d'idée, en raison de conditions environnementales (utilisation d'eau réchauffée, contrôle de la photopériode) limitant la maturation des bars sur la ferme d'Aquanord, le différentiel diploïde – triploïde est moins marqué qu'il ne l'est en conditions naturelles. A cet égard, les caractéristiques du site sont bien exploitées mais les effets bénéfiques de la triploïdie se seraient probablement mieux exprimés dans d'autres conditions d'élevage.

Globalement, le bénéfice que tire l'éleveur de la triploïdie en terme de rendement de transformation ou de taux de lipide par exemple est contrebalancé principalement par une dépression des performances de croissance qui devrait nuire à la rentabilité du bar triploïde. Cependant, s'agissant d'un premier essai à grande échelle, et si l'on considère les résultats entrevus sur la nouvelle bande de triploïde, on peut espérer qu'il existe une certaine variabilité des performances et qu'une meilleure maîtrise de son élevage diminuera l'expression de cette dépression. De plus, les institutions internationales préconisent avec de plus en plus d'insistance l'élevage de poissons stériles afin de protéger les stocks génétiques sauvages. Ces travaux de caractérisations prendront alors un intérêt supplémentaire qui permettra le cas échéant le développement de l'élevage de bars triploïdes.

Bibliographie

Aksnes A., Gjerde B., Roald S.O. (1986) Biological, chemical and organoleptic changes during maturation of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 53, 7-20.

Allen, S. K. Jr, 1987. Gametogenesis in three species of triploid shellfish : *Mya arenaria*, *Crassostrea gigas* and *Crassostrea virginica*. Proc. World Symp. on Selection Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture, Bordeaux, 27-30 May 1986, Vol II. Berlin, 207 - 217.

Barnabé, G., 1972. Contribution à l'étude de la biologie du loup (*Dicentrarchus labrax*) de la région de Sète. Thèse de 3ème cycle, UniV. Sci. Techn. Languedoc, Montpellier, 160p.

Benfey, T.J. and Sutterlin, A.M., 1984a. Oxygen utilization by triploid landlocked atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 42 (1) : 69-73.

Benfey, T.J. and Sutterlin, A.M., 1984b. Growth and gonadal development in triploid landlocked atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sc.*, 41 (9) : 1387-1392.

Benfey, T.J. and Sutterlin, A.M., 1984c. The haematology of triploid landlocked atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Fish. Biol.*, 24 : 333-338.

Cherfas, N.B., Gomelsky, B., Peretz, Y., Ben-Dom, N., Hulata, G. and Moav, B., 1993. Induced gynogenesis and polyploidy in the Israëli Common Carp line DOR-70. *Bamidgeh* 45(2) : 59-72.

Cherfas, N.B., Gomelsky, B.I., Ben-Dom, N., Peretz, Y. and Hulata, G., 1994. Assesment of triploid common carp (*Cyprinus carpio*) for culture. *Aquaculture* 127 : 11-18.

Chevassus B., 1998. Modification du phénotype sexuel et du mode de reproduction chez les poissons salmonidés : inversion sexuelle hormonale, gynogenèse, hybridation interspécifique et polyploïdisation. Thèse de Docteur es sciences, Paris XI Orsay, 162p.

Colombo, L., Barbaro, A., Libertini, A., Francescon, A. and Lombardo, L., 1995. Artificial fertilization and induction of triploidy and meiogynesis in the European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. *J. Appl. Ichthyol.* 11 (1995), 118-125.

Colombo, L., Barbaro, A., Francescon, A., Libertini, A., Benedetti, P., Dalla Valle, L., Pazzaglia, M., Pugi, L., Argenton, F., Bortolussi, M. and Belvedere, P., 1996. Potential Gains through Genetic Improvements : Chromosome Set Manipulation and Hybridization. Proc. of the Int. Workshop on seabass and seabream culture : problems and prospects. Verona, Italy, 16-18/10/1996. pp 343-362.

Cornet, B. and Vallet, J.L., 1990. Influence de la triploïdie sur l'aptitude à la transformation de la truite fario. In : Rapport d'activité SEMII 1990 : 34-41.

Falguière, J.C., Perruzi, S., Chatain, B., Saillant, E., Vidal, M.O. et Legall, P., 1999. Evaluation de performances d'élevage de triploïde de bar (*Dicentrarchus labrax*) : synthèse, résultats, perspectives. RIDRV Ifremer n° 99-13

Fauvel, C., Omnes, M.H., Mugnier, C., Normant, Y., Dorange, G. and Suquet, M., 1993. La Reproduction du Turbot (*Scophthalmus maximus*) : aspects biologiques et gestion des reproducteurs. Pisc. Fr., 112 : 23-39.

Felip, A., Zanuy, S., Carrillo, M., Martinez, G., Ramos, J. and Piferrer, F., 1997. Optimal conditions for the induction of triploidy in the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture 152 : 287-298.

Felip, A., Zanuy, S., Carrillo, M. and Piferrer, F., 1999. Growth and gonadal development in triploid sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during the first two years of age. Aquaculture 173 : 389-399.

Fernandez-Pato, C.A., Martinez-Tapia, I., Sanchez, J., Vazquez, E., Blanco, G., Criado, A. and Gonzalez, J., 1998. Comparative of growth, survival and body composition of diploid and triploid specimens of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) to first sexual maturity. Bordeaux'98 (Abstract), EAS special publication N°26 : 80-81.

Flajshans, M., Linhart, O. and Kvasnicka, P., 1993. Genetic studies of tench (*Tinca tinca* L.): Induced triploidy and tetraploidy and first performance data. Aquaculture 113 : 301-312.

Galbreath, P.F., St Jean, W., Anderson, V. and Thorgaard, G.H., 1994. Freshwater performance of all-female diploid and triploid Atlantic salmon. Aquaculture, 128 : 41-49.

Graham, M.S., Fletcher, G.L. and Benfey, T.J., 1985. Effect of triploidy on blood oxygen content of Atlantic salmon. Aquaculture, 50 : 133-139.

Happe, A., Quillet, E. and Chevassus, B., 1988. Early Life History of Triploid Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). Aquaculture, 71 : 107-118.

Henken, A.M., Brunink, A.M. and Richter, J.J., 1987. Differences in growth rate and feed utilization between diploid and triploid African catfish *Clarias gariepinus*. Aquaculture, 63 : 233-242.

Johnson, O.W., Dickhoff, W.W. and Utter, F.M., 1986. Comparative growth and development of diploid and triploid coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture 57 : 329-336.

Johnstone, R., 1985. Induction of triploidy in atlantic salmon by heat shock. Aquaculture, 49 : 133-139.

Kavumpurath, S. and Pandian, T.J., 1992. Effects of induced triploidy on aggressive display in the fighting fish, *Betta splendens* Regan. Aquaculture and Fisheries management, 23 : 281-290.

Levanduski, M.J., Beck, J.C. and Seeb, J.E., 1989. Optimal thermal shock for induced diploid gynogenesis in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture, 90 : 239-250.

Lincoln, R.F., 1981a. Sexual maturation in triploid male plaice (*Pleuronectes platessa*) and plaice x flounder (*Platichthys flesus*) hybrids. J. Fish. Biol., 19 : 415-426.

Lincoln, R.F., 1981b. Sexual maturation in triploid female plaice (*Pleuronectes platessa*) and plaice x flounder (*(Platichthys flesus)* hybrids. *J. Fish. Biol.*, 19 : 499-507.

Lincoln, R.F., 1981c. The growth of female diploid and triploid plaice (*Pleuronectes platessa*) x flounder (*(Platichthys flesus)* hybrids over the spawning season. *Aquaculture*, 25 : 259-268.

Lincoln, R.F. and Scott, A.P., 1984. Sexual maturation in triploid rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). *J. Fish. Biol.*, 25 : 385-392.

McGeachy, S, Benfey, T.J. and Friars, G.W., 1995. Freshwater performance of triploid Atlantic salmon '*Salmo salar*) in New Brunswick aquaculture. *Aquaculture*, 137 : 333-341.

McLean, E., Sadar, M.D., Devlin, R.H., Souza, L.M. and Donaldson, E.M., 1991. Promotion of growth in diploid and triploid coho salmon with parental delivery of a recombinant porcine somatotropin. *Aquat. Living Resour.*, 4 : 155-160.

Malison, J.A., Kayes, T.B., Held, J.A., Barry, T.P. and Amundson, C.H., 1993. Manipulation of ploidy in yellow perch (*Perca flavescens*) by heat shock, hydrostatic pressure shock, and spermatozoa inactivation. *Aquaculture* 110 : 229-242.

Myers, J.M. and Hershberger, W.K., 1991. Early growth and survival of heat-shocked and tetraploid-derived triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 96 : 97-107.

Ojolick, E.J., Cusack, R., Benfey, T.J. and Kerr, S.R., 1995. Survival and growth of all female diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared at chronic high temperature. *Aquaculture*, 131 : 177-187.

Oliva-Teles, A. and Kaushik, S.J., 1987a. Nitrogen and energy metabolism during the early ontogeny of diploid and triploid rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 87A, 157-160.

Oliva-Teles, A. and Kaushik, S.J., 1987b. Metabolic utilization of diets by polyploid rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 88A, 45-47.

Penman, D.I., Skibinski, D.O.F. and Beardmore, J.A., 1987. Survival, growth and maturity in triploid tilapia. In K. Tiews (Editor), selection, hybridization and genetic engineering in *Aquaculture*, Vol. II Heenemann, Berlin, pp 277-288.

Perruzi, S. and Chatain, B., 2000. Pressure and cold shock induction of meiotic gynogenesis and triploidy in the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. : relative efficiency of methods and parental variability. *Aquaculture*, 189, 23-37.

Perruzi, S., Chatain, B., Saillant, E., Haffray, P., Menu, B. and Falguière, J.C., 2003. Production of meiotic gynogenetic and triploid sea bass, *Dicentrarchus labrax* L.: 1. Performances, maturation and carcass quality. *Aquaculture* (accepted, may 31, 2003).

Piferrer, F., Cal, R.M., Alvarez-Blazquez, B., Sanchez, L. and Martinez, P., 1997. Induction of triploidy in the Turbot (*Scophthalmus maximus* L.) by cold shocks applied shortly after fertilization. 6th Int. Symp. on Genetics in Aquaculture, 24-28 June 1997. Institute of Aquaculture. University of Stirling, Scotland. (Abstract).

Quillet, E., 1986. Contribution à l'étude de la triploïdie induite chez les salmonidés : conséquences sur les caractéristiques zootechniques. Thèse de docteur ingénieur, INA Paris Grignon. Doc. Sc.Agronomiques.

Quillet, E., Chevassus, B., Blanc, J.M., Krieg, F. and Chourrout, D., 1988. Performances of auto and allotriploids in salmonids. I. Survival and growth in fresh water farming. Aquat. Living Res., 1988, 1, 29-43.

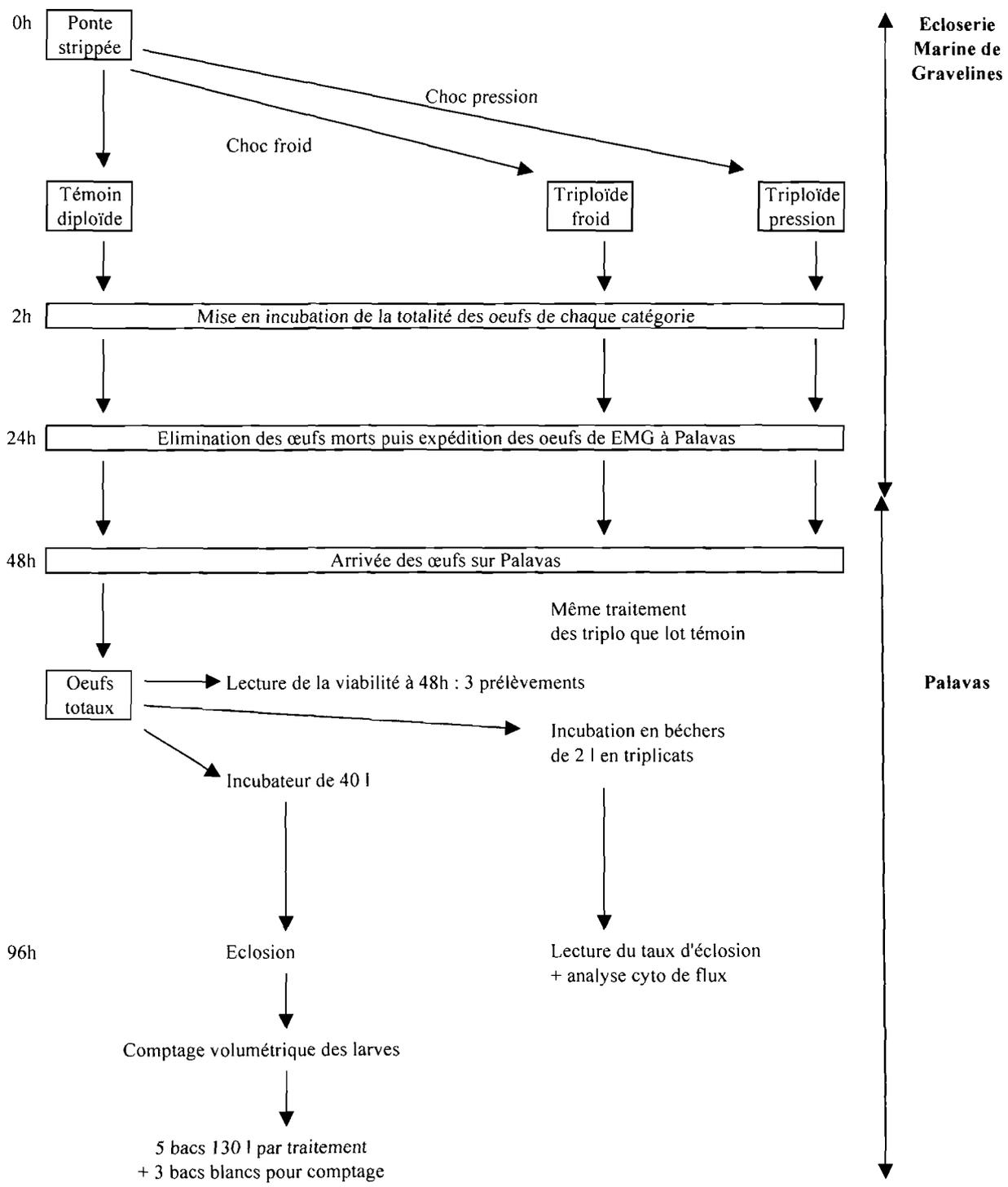
Quillet, E. and Gaignon, J.L., 1990. Thermal induction of gynogenesis and triploidy in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and their potentiel interest for aquaculture. Aquaculture, 89 : 351-364.

Solar, I.I., Donaldson, E.M. and Hunter, G.A., 1984. Induction of triploidy in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) by heat shock and investigation of early growth. Aquaculture, 42, 57-67.

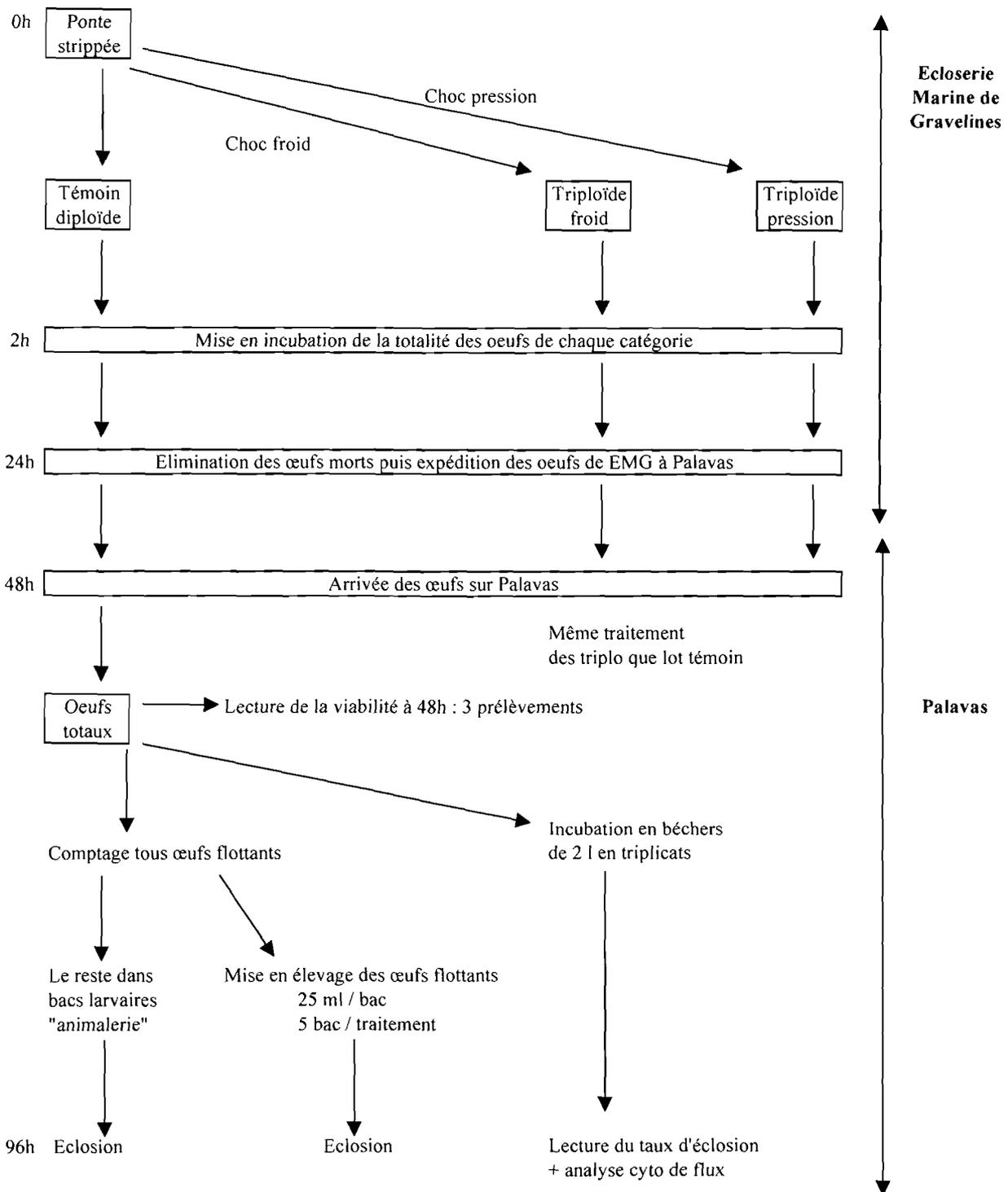
Sugama, K., Taniguchi, N., Seki, S. and Nabeshima, H., 1992. Survival, growth and gonadal development of red sea bream, *Pagrus major* : use of allozyme markers for ploidy and family identification. Aquaculture and Fisheries Management, 23 : 149-159.

Utter, F.M., Johnston, O.W., Thorgaard, G.H. and Rabinovitch, P.S., 1983. Measurement and potential applications of induced triploidy in Pacific salmon. Aquaculture 35 : 125-135.

Zanuy, S., Carrillo, M., Blazquez, M., Ramos, J., Piferrer, F. and Donaldson, E.M., 1994. Production of monosex and sterile sea bass by hormonal and genetic approach. Publ. Assoc. Dev. Aquac. 44 : 90-106.



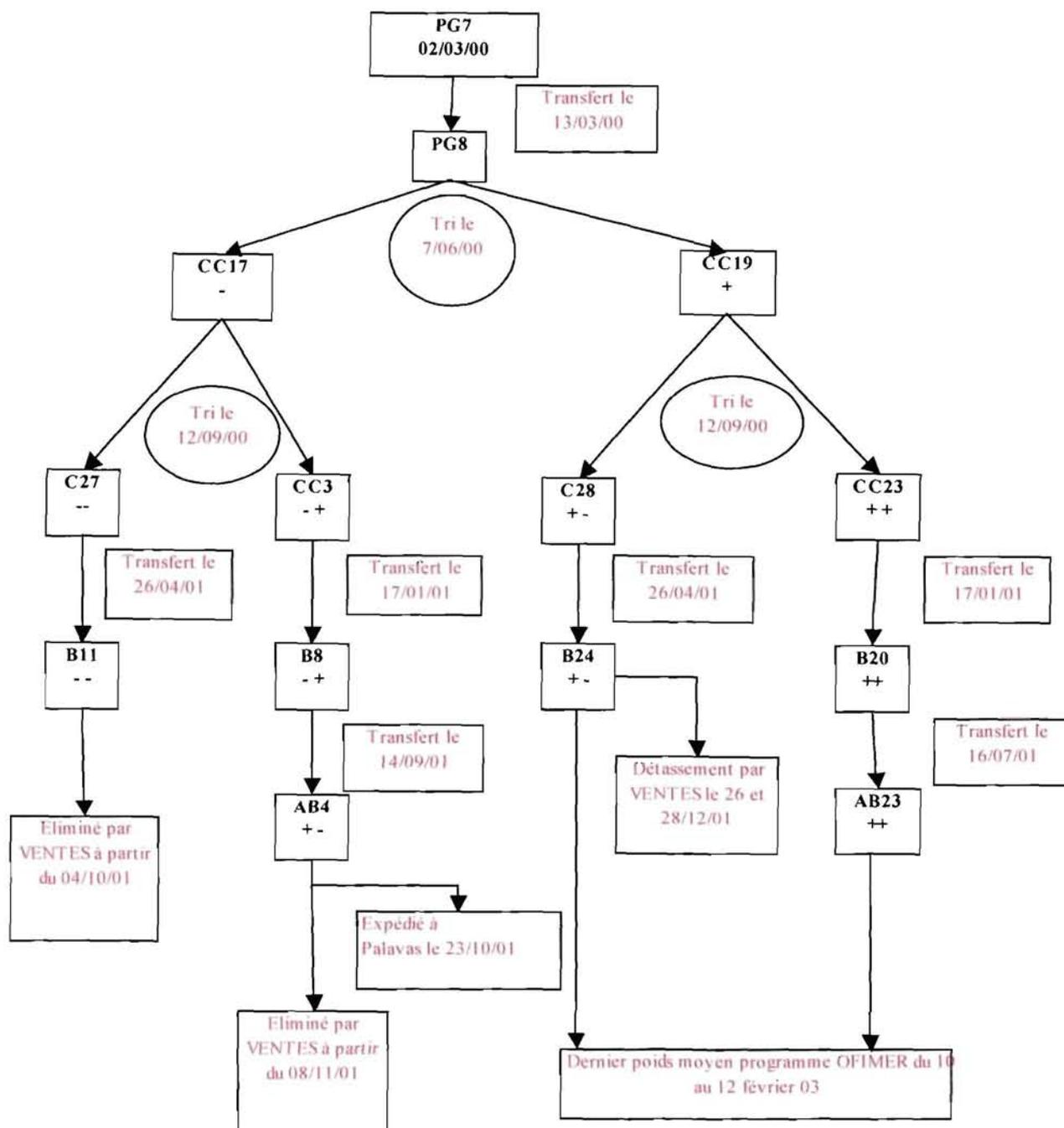
Annexe 1 : Protocole d'incubation des oeufs pour le volet larvaire des expériences Ofimer N° 1, 2, 3 et 4.



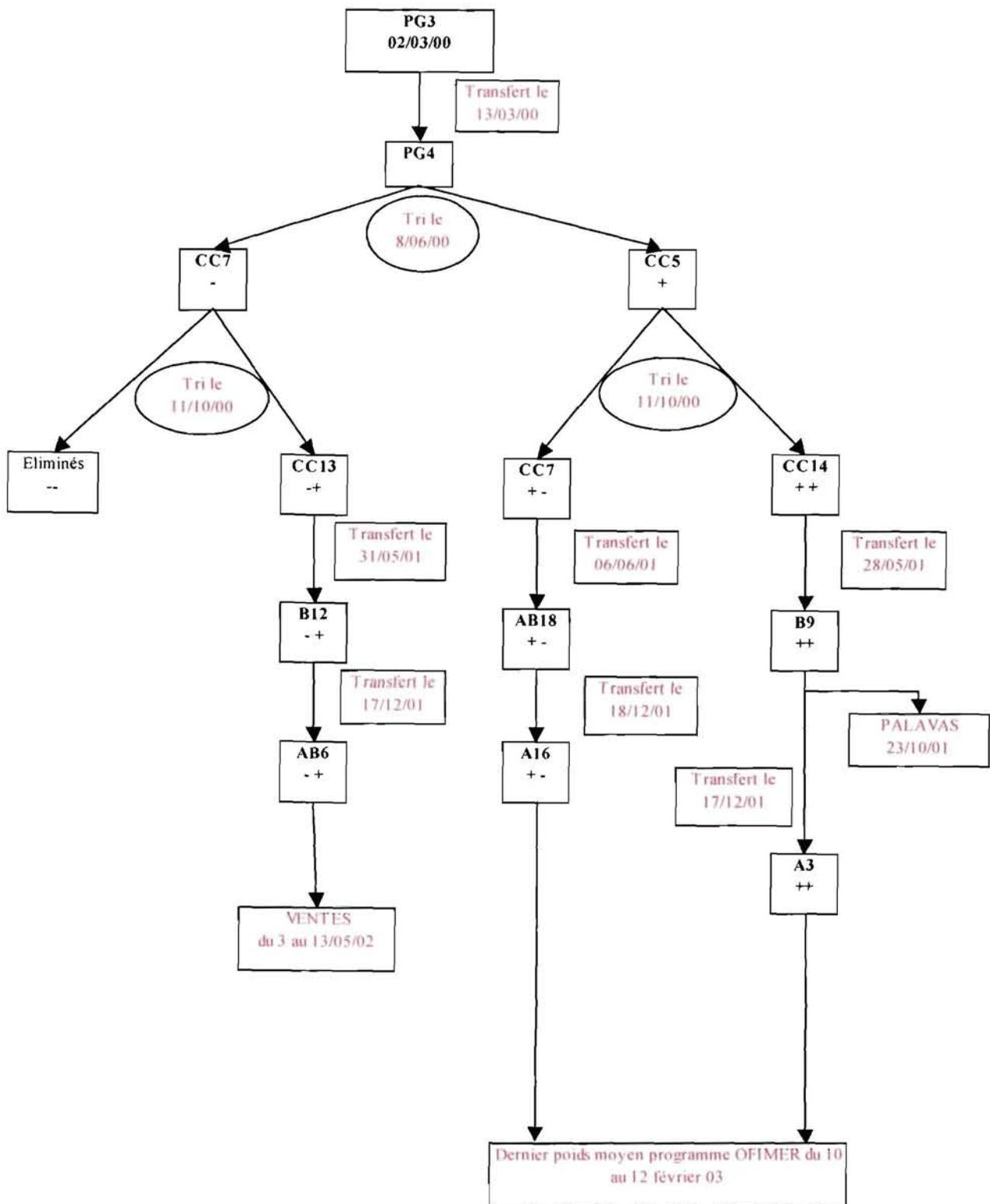
Annexe 2 : Protocole d'incubation des oeufs pour le volet larvaire des expériences Ofimer N°5.

Age (jours)	Temp. (°C)	Salinité (g/l)	Photop. (h jour)	Intensité (lux)	Renouv. (%/jour)	Air	Ecr.	Crépine	Hydrodyn.	Syph. (1 f / j)	Ech.
Œufs	14	35	0	0	20%	Devant crép. + central		180µm	Fond		
0	15	35	0	0	20%	Léger		180µm	Paroi		
1	16-17	35	0	0	20%	central		180µm	Paroi		
2	16-17	30	0	0	20%	Répart°		180µm	Paroi		
3	16-17	25	0	0	20%	larves		180µm	Paroi		
4	16-17	25	0	0	20%			180µm	Paroi		
5	16-17	25	0	0	20%			180µm	Paroi		
6	16-17	25	0	0	20%			180µm	Paroi		
7	16-17	25	0	0	20%	↗	Ecr.	180µm	Paroi		
8	16-17	25	0	0	20%	Centr.		180µm	Paroi		V
9	16-17	25	0	0	20%	Inff°		180µm	Paroi		
10	16-17	25	12	70 direct	20%			180µm	Paroi		
11	17	25	12	70 direct	20%			500µm	Paroi		V, L, Malf
12	17,5	25	12	70 direct	20%			500µm	Paroi		
13	18	25	12	70 direct	20%	↗		500µm	Paroi		
14	18,5	25	12	70 direct	20%	progr.		500µm	Paroi		
15	19	25	12	70 direct	20%	Centr.		500µm	Paroi		
16	19,5	25	14	120 direct	20%	Répart°		500µm	Paroi		
17	20	25	14	120 direct	20%	Larves		500µm	Paroi		
18	20	25	14	120 direct	20%			500µm	Paroi		
19	20	25	14	120 direct	20%			500µm	Paroi		
20	20	25	14	120 direct	40%			500µm	Circ.		
21	20	25	16	120 direct	40%			1000µm	Circ.		L, Malf
22	20	25	16	120 direct	40%			1000µm	Circ.		
23	20	25	16	120 direct	40%			1000µm	Circ.		
24	20	25	16	120 direct	40%			1000µm	Circ.		
25	20	25	16	350 direct	40%			1000µm	Circ.		
26	20	25	16	350 direct	40%			1000µm	Circ.		
27	20	25	16	350 direct	40%			1000µm	Circ.		
28	20	25	16	350 direct	40%			1000µm	Circ.		
29	20	25	16	350 direct	40%			1000µm	Circ.		
30	20	25	16	350 direct	60%			1000µm	Circ.		
31	20	26	16	350 direct	60%			1000µm	Circ.		
32	20	27	16	350 direct	60%			1000µm	Circ.		L
33	20	28	16	350 direct	60%			1000µm	Circ.		
34	20	29	16	350 direct	60%			1000µm	Circ.		
35	20	30	16	350 direct	60%			1000µm	Circ.		
36	20	31	16	450 direct	60%			1000µm	Circ.		
37	20	32	16	450 direct	60%			1000µm	Circ.		
38	20	33	16	450 direct	60%			1000µm	Circ.		
39	20	34	16	450 direct	60%			1000µm	Circ.		
40	20	35	16	450 direct	100%			1000µm	Circ.		

Annexe 3 : Protocole d'élevage larvaire utilisé lors de l'expérience Ofimer N°5 (17/04/02 – 18/10/02).



Annexe 4 : Déroulement de l'élevage des lots de bars diploïdes sur le site de la ferme d'Aquanord



Annexe 5 : Déroulement de l'élevage des lots de bars triploïdes sur le site de la ferme d'Aquanord

RD01-Triplo

A

Bar

Aliment flottant 49/12 pour test sur Bars Triploïdes

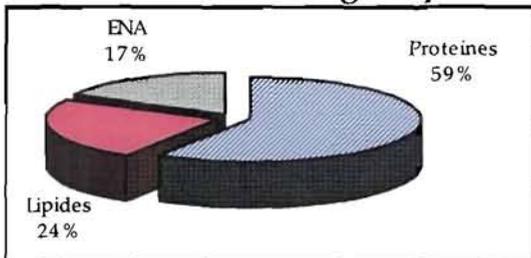
RD01-Triplo A
02/10/2001

Declaration N° 6-8

RD-01 Triplo A	Composition	Digestibilité	
Protéines brutes	49.5%	91%	
Matières grasses brutes	12.0%	90%	
Extrait non azoté (ENA)	20.1%	92%	
Cellulose brute	1.4%	Vitamines	
Cendres brutes	8.2%		Vit A 14 000 U.I/kg
Phosphore total	0.95%		Vit D3 2 700 U.I/kg
Phosphore disponible	0.84%		Vit E 200 mg/kg
Méthionine + Cystéine	2.0%		Vit C 200 mg/kg

N°		6	8
Diamètre (mm)		6	8
Granulés/kg		5000	2000
Densité apparente		0.55	0.55

Distribution énergétique



Energie

Catégories	Valeur	Digestibilité
Energie brute	20.15 MJ/kg 4812 kcal/kg	90%
Energie digestible*	18.11 MJ/kg 4325 kcal/kg	
Energie métabolisable	15.85 MJ/kg 3784 kcal/kg	

* Calculée sur poissons de 200 g

Composition

Produits de poisson, grains de céréales, produits et sous-produits de graines oléagineuses, huile de poisson, produits et sous-produits de grains de céréales, vitamines et minéraux (antioxydant: éthoxiquine)

Déclaration écologique

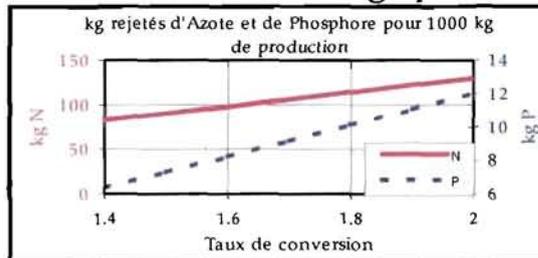


Table de nourrissage indicative (kg d'aliment/100 kg de poisson/jour)

Poids des poissons (g)	Aliment	Température								
		13°C	15°C	17°C	19°C	21°C	23°C	25°C	27°C	29°C
300 - 500	RD-Triplo A N° 6	0.10	0.29	0.48	0.67	0.81	0.86	0.87	0.78	0.52
500 - 700	RD-Triplo A N° 8	0.08	0.23	0.38	0.53	0.64	0.68	0.69	0.62	0.41

Conditionnement: sacs polyéthylène 25 kg - Big bags - Vrac
Conserver dans un endroit frais et sec, à l'abri du soleil et des intempéries
Date limite d'utilisation et garanties vitaminiques: voir étiquette

BioMar s.a Z.I de Nersac B.P N°1 F16440 NERSAC
Tel. + 33 5 45 90 35 00 - Fax. + 33 5 45 90 99 03
e-mail: biomar@biomar.fr

Annexe 6 : Fiche technique de l'aliment A

RD01-Triplo

B

Bar

Aliment flottant 49/24 pour test sur Bars Triploïdes

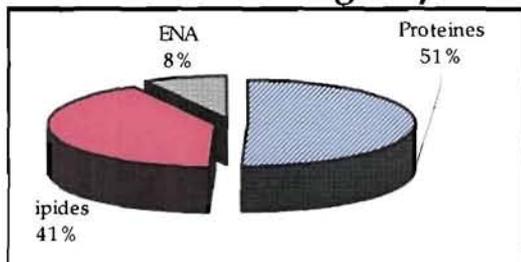
RD01-TriploB
02/10/2001

Declaration N° 6-8

RD-01TriploB	Composition	Digestibilité	
Protéines brutes	49.0%	91%	
Matières grasses brutes	24.0%	90%	
Extrait non azoté (ENA)	10.9%	92%	
Cellulose brute	1.0%	Vitamines	
Cendres brutes	8.1%		Vit A 18 000 U./kg
Phosphore total	0.91%		Vit D3 3 000 U./kg
Phosphore disponible	0.84%		Vit E 200 mg/kg
Méthionine + Cystéine	2.0%		Vit C 200 mg/kg

N°		6	8
Diamètre (mm)		6	8
Granulés/kg		5000	2000
Densité apparente		0.55	0.55

Distribution énergétique



Energie

Catégories	Valeur	Digestibilité
Energie brute	23.14 M J/kg 5525 kcal/kg	90%
Energie digestible*	20.82 M J/kg 4972 kcal/kg	
Energie métabolisable	18.58 M J/kg 4437 kcal/kg	

* Calculée sur poissons de 200 g

Composition

Produits de poisson, huile de poisson, produits et sous-produits de graines oléagineuses, produits et sous-produits de grains de céréales, grains de céréales, vitamines et minéraux (antioxydant: éthoxiquine)

Déclaration écologique

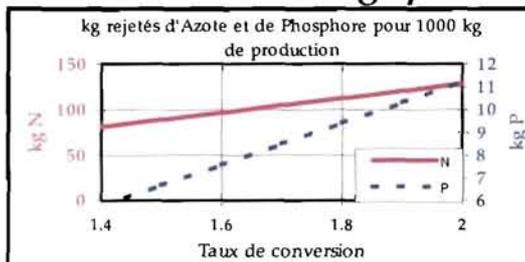


Table de nourrissage indicative (kg d'aliment/100 kg de poisson/jour)

Poids des poissons (g)	Aliment	Température									
		13°C	15°C	17°C	19°C	21°C	23°C	25°C	27°C	29°C	
300 500	RD-TriploB N° 6	0.08	0.24	0.41	0.57	0.68	0.73	0.74	0.66	0.44	
500 700	RD-TriploB N° 8	0.06	0.19	0.32	0.45	0.54	0.58	0.58	0.52	0.35	

Conditionnement: sacs polyéthylène 25 kg - Big bags - Vrac
Conserver dans un endroit frais et sec, à l'abri du soleil et des intempéries
Date limite d'utilisation et garanties vitaminiques: voir étiquette

BioMar s.a ZI de Nersac B.P N° 1 F16440 NERSAC
Tel + 33 5 45 90 35 00 - Fax. + 33 5 45 90 99 03
e-mail: biomar@biomar.fr

Annexe 7 : Fiche technique de l'aliment B.

NOM :

Date :

Produit :

Veillez décrire de façon détaillée et objective, les caractéristiques des produits qui vous sont proposés (les termes du type « agréable » « bon » ou « mauvais » etc... sont à éviter)

	ODEUR	ASPECT	FLAVEUR et Arrière-goût	TEXTURE 1^{ère} et 2^{ème} impressions
N°	1 ^{ère} impression Sans couvercle		Flaveur Arrière-goût	1 ^{ère} 2 ^{ème}
N°	1 ^{ère} impression Sans couvercle		Flaveur Arrière-goût	1 ^{ère} 2 ^{ème}
N°	1 ^{ère} impression Sans couvercle		Flaveur Arrière-goût	1 ^{ère} 2 ^{ème}

Annexe 8 : Elaboration d'un profil sensoriel, recherche des descripteurs caractérisant un produit

NOM :

Veillez mettre une note pour **chaque critère** et pour **chacun des produits** proposés. Utilisez la grille de notation suivante :

	CRITERES	PRODUITS	abréviation	N°	N°	N°
ODEUR		poisson maigre	pmai			
		poisson gras	pgra			
		poisson frit	pfrit			
		saumon	saum			
		poisson eau douce	peaud			
		poisson bouilli	pboui			
		fade	fade			
		carton, papier	cart			
		algue	algu			
		marine	mari			
		iodée	iode			
		moule cuite	moul			
		coquillage cuit	coqu			
		crustacé	crus			
		vase	vase			
		moisie	mois			
		terre	terr			
		champignon	champ			
		linge mouillé, serpillière	ling			
		eau croupie	croup			
		pomme de terre	pter			
		farine	fari			
		laiteuse	lait			
		lait aigre	aigr			
		lait brûlé	brul			
		beurre, crème	beur			
		fromage fondu	from			
		rance	ranc			
		œuf cuit	œuf			
		douceâtre	douc			
		sucrée	sucr			
		fruitée	frui			
		caramel	cara			
		grillée	grill			
		âcre	acre			
		aminée	amin			
		paille, foin	paill			
		végétale	vege			
		céleri	cele			
		noisette	nois			

Annexe 9 : Notation des critères sensoriels.

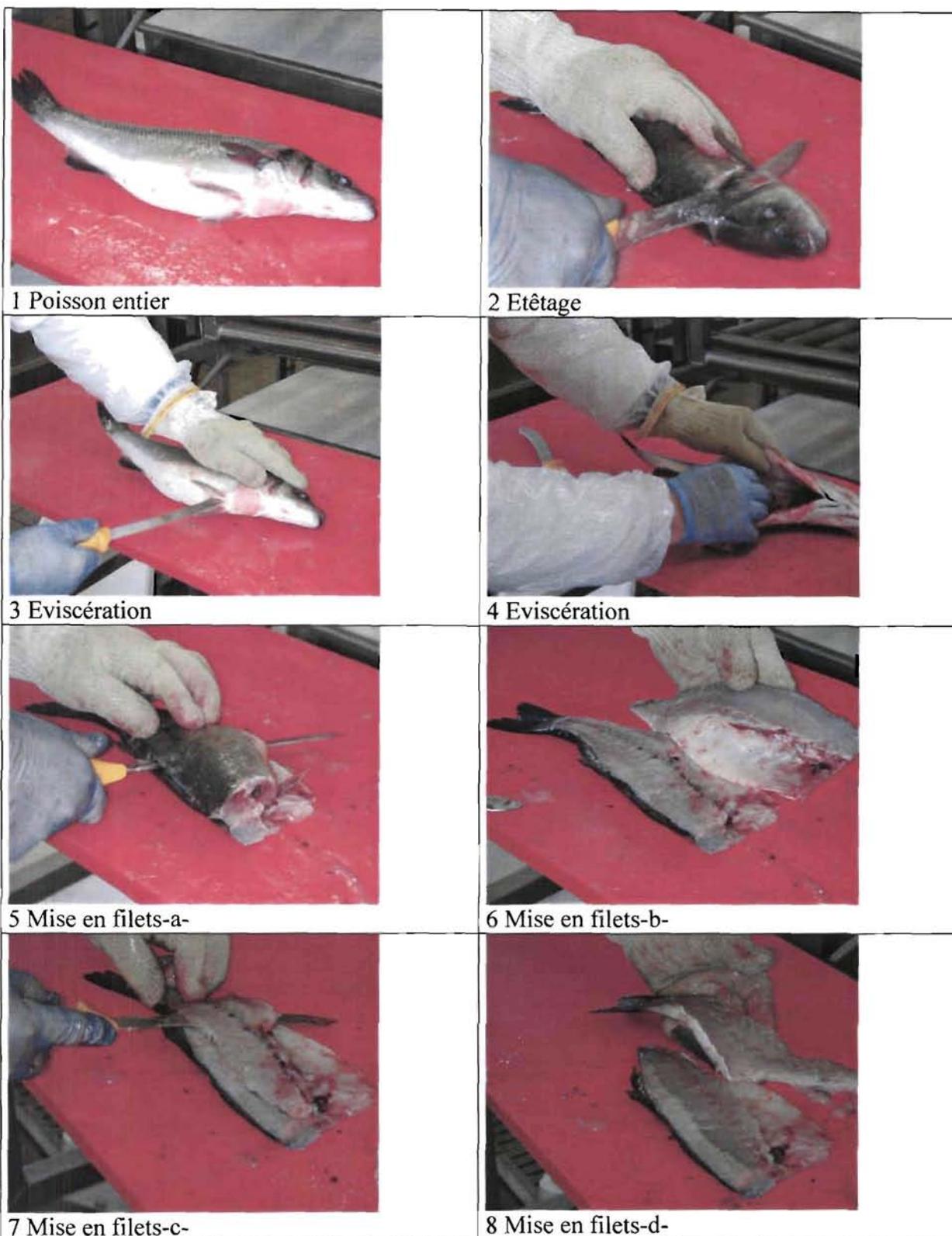
	PRODUITS	abréviation	N°	N°	N°
ASPECT	CRITERES				
	couleur homogène	homo			
VISUEL	couleur blanche	blan			
	couleur crème (ivoire)	crem			
	couleur jaune (bords)	jaun			
	couleur rosée	rose			
	couleur beige	beig			
	couleur grise	gris			
	stries noires	stri			
	taches brunes (sang)	tach			
	compact	comp			
	lisse	liss			
	humide	humi			
	brillant	brill			
	protéines coagulées	prot			
	gouttes de gras dans jus (pencher le bol)	gout			

	PRODUITS	abréviation	N°	N°	N°
	CRITERES				
TEXTURE	1^{ère} impression				
EN	ferme	ferm			
BOUCHE	tendre	tend			
	dense (fibres serrées)	dens			
	exsudation (perte d'eau)	exsu			
	friable	fria			
	en bouillie	bouil			
	moelleuse	moel			
	souple	soup			
	élastique	elas			
	onctueuse	onct			
	fondante	fond			
	spongieuse	spon			
	juteuse	jute			
	2^{ème} impression				
	collante (adhérent aux dents)	coll			
	humide (eau dans le produit)	humi			
	fibreuse	fibr			
	pâteuse	pate			
	sèche	sech			
	film gras	gras			

Annexe 9 (suite) : Notation des critères sensoriels.

	CRITERES	PRODUITS	abréviation	N°	N°	N°
SAVEUR		poisson maigre	pmai			
		poisson gras	pgra			
		poisson frit	pfri			
		saumon	saum			
		poisson eau douce	peaud			
		poisson bouilli	pbouil			
		fade	fade			
		papier mâché, carton	cart			
		algue	algu			
		marine	mari			
		iodée	iode			
		coquillage cuit	coqu			
		salée	sale			
		vase	vase			
		moisie	mois			
		terre	terr			
		champignon	champ			
		eau croupie	croup			
		pomme de terre	pter			
		pain frais	pain			
		laiteuse	lait			
		beurre	beur			
		rance	ranc			
		jaune d'œuf	œuf			
		douceâtre	douc			
		sucrée	sucr			
		fruitée	frui			
		aigre	aigr			
		acide	acid			
		amère	amer			
		astringente	astr			
		poivrée	poiv			
	végétale	vege				
	métallique	meta				

Annexe 9 (suite) : Notation des critères sensoriels.



Annexe 10 : Protocole de préparation des échantillons

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100



9 Pesée des filets non parés



10 Parage-a-



11 Parage-b-



12 Filet paré



13 Filets pour évaluation sensorielle



14 Découpe d'un morceau central



15 Préparation en bol de cuisson

Annexe 10 (suite) : Protocole de préparation des échantillons



16 bol de cuisson



17 Cuisson au micro-ondes



18



19



20

Annexe 10 (suite) : Protocole de préparation des échantillons

Descripteurs	A3nf	A3nm	A2nf	A2nm	B3nf	B3nm	B2nf	B2nm
Odeur								
Intensité globale	5.49	5.72	5.46	6.10	5.58	5.87	4.98	5.82
Poisson semi-gras	3.63	3.64	3.32	4.03	3.14	4.42	3.59	3.80
Coquillage cuit	2.12	1.27	1.90	2.44	1.22	1.81	1.64	1.90
Poisson d'eau douce	1.42	1.68	1.68	1.41	1.46	1.70	1.64	1.70
Laitieuse	2.50	3.83	2.33	2.65	2.40	2.15	2.16	2.68
Aspect								
Homogénéité de la couleur	6.05	5.06	5.57	5.99	6.04	5.34	5.90	5.33
Couleur blanche	5.90	4.96	5.74	5.89	6.33	5.31	5.95	5.58
Taches brunes	1.69	1.63	1.38	1.63	1.28	2.06	1.52	1.49
Protéines coagulées	2.64	2.23	2.72	2.87	3.20	2.40	2.96	3.02
Gouttes de gras	4.71	3.19	3.34	5.44	4.98	5.25	4.56	3.71
Texture en bouche								
Fermeté	4.76	4.41	4.13	4.79	4.26	4.40	3.40	4.01
Densité de la chair	5.02	4.42	4.24	5.27	4.56	4.89	3.50	3.92
Humidité	4.99	4.20	5.50	5.40	5.21	5.28	5.77	4.69
Texture fibreuse	5.04	4.91	4.34	5.46	4.86	4.72	4.15	4.48
Texture collante	4.19	3.76	3.48	3.75	3.31	3.48	3.37	3.79
Mâchement	4.96	4.78	4.30	5.16	4.72	4.60	3.66	4.38
Texture grasse	2.38	2.38	2.34	2.67	2.37	2.80	2.31	2.32
Flaveur								
Intensité globale	4.99	5.03	4.82	5.78	4.92	5.36	4.86	5.08
Poisson semi-gras	3.45	3.73	3.30	4.35	3.22	4.14	3.53	3.50
Pomme de terre	1.99	1.62	1.50	1.72	1.50	1.50	1.39	1.71
Poisson d'eau douce/terre	1.59	1.31	1.07	1.48	1.39	1.63	1.62	1.14

Annexe 11 : Résultats sensoriels des bars élevés à Palavas (janvier 2003) : moyennes des notes du panel.

