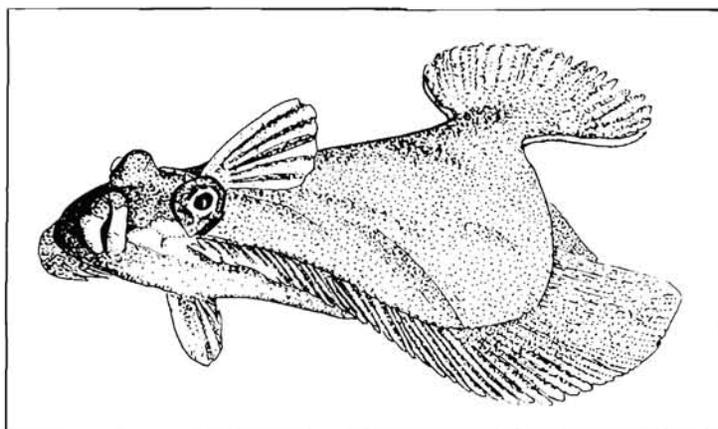


STRUCTURE GENETIQUE DES FLETS

(*Platichthys flesus*, Téléostéen, *Pleuronectidae*)

P. BERREBI<sup>1</sup>, J.F. AGNESE<sup>1</sup> et R. VIANET<sup>2</sup>



Résumé :

Six populations de flets des côtes méditerranéennes et atlantiques françaises ont été étudiées par électrophorèses enzymatiques portant sur 21 locus. Ces résultats confirment la division de l'espèce en trois sous-unités. Des distinctions à l'intérieur de ces grands groupes ont également été dégagées.

Summary :

Six populations of flounder from the Mediterranean and Atlantic coasts were analysed by enzymatic electrophoresis at 21 loci. The results confirm the separation of the species in three genetic groups. Differences between these genetic groups have also been observed.

---

1 - Institut des Sciences de l'évolution (LA 327), laboratoire de Génétique,  
et,  
2 - Laboratoire d'Ichthyologie, U.S.T.L., Place E.-Bataillon, 34060 Montpellier-  
Cedex.

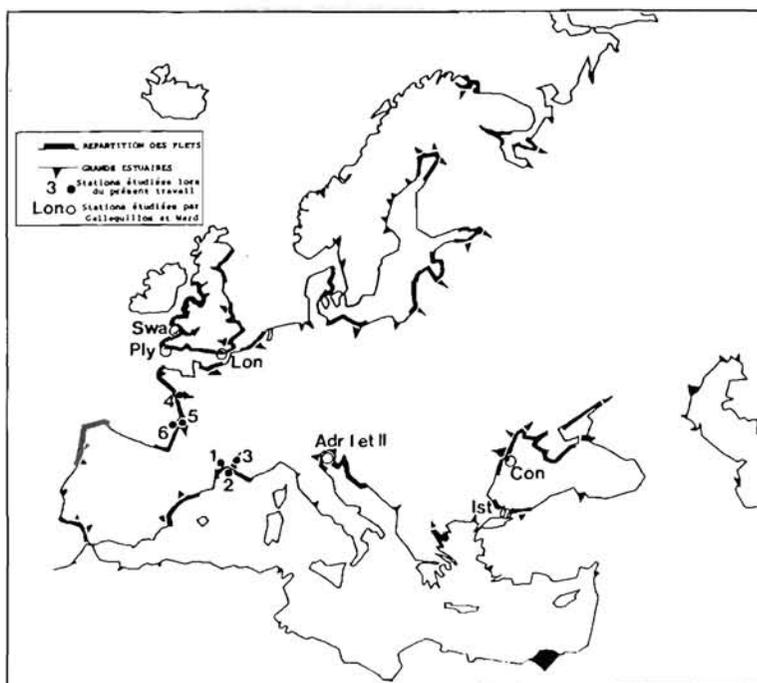


Figure 1 : Répartition des flets le long des côtes et localisation des stations prospectées.

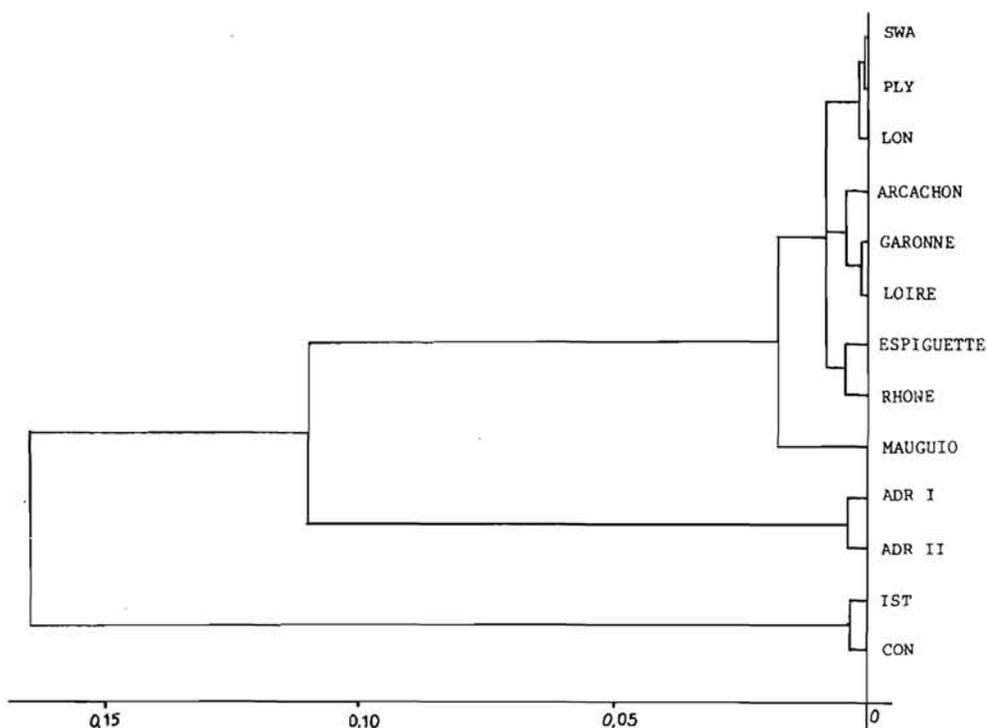


Figure 2 : Dendrogramme basé sur la comparaison du polymorphisme de 13 locus des populations étudiées lors du présent travail et par GALLEGUILLOS et WARD (1982). (D'après AGNESE, 1983).

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

Le flet est un poisson plat de la famille des *Pleuronectidae*.

L'Institut des Sciences de l'Evolution, en collaboration avec le laboratoire d'Ichthyologie, a entrepris l'étude fine de la structure des populations de cette espèce, au moyen de la génétique des populations.

Où réside l'intérêt que l'on porte à cette espèce ? Surtout dans la complexité de sa biologie qui en fait un bon support pour ce type de recherche fondamentale. Mais ce thème de recherche n'est pas dépourvu d'arrière pensées appliquées. En effet, ce poisson robuste (pouvant supporter de fortes variations de salinités et l'émersion prolongée), à fécondation artificielle facile (obtenue sans difficulté jusqu'au stade de la métamorphose), à croissance assez rapide et à chair fine, a de fortes potentialités aquacoles.

Quelle est sa biologie ?

- La répartition géographique est vaste, de l'Océan Glacial Arctique à Gibraltar, en Méditerranée occidentale, Adriatique et Mer Noire. La figure 1 représente les zones où il a été signalé. On peut remarquer que cette répartition est discontinue et coïncide avec les estuaires des grands fleuves. Les côtes dépourvues de grands estuaires n'hébergent pas de flets. La suite du texte en donne une explication.

- La reproduction se fait en mer, sans doute dans la zone côtière, à la fin de l'hiver. Dans la région de Montpellier, les alevins pénètrent en lagune côtière en juin. Ces milieux constituent des "nurseries" où les jeunes poissons trouvent facilement une nourriture abondante. Simultanément les adultes semblent remonter les cours d'eau sur de grandes distances, mais ces migrations sont mal connues (VIANET, 1981).

Ces quelques points particuliers de la biologie du flet montrent que l'espèce est probablement morcelée en sous-unités dont le statut est à définir :

- fractionnement au niveau mondial entre mers nordiques (Mer Baltique, Mer Blanche et Mer de Barents), Atlantique (dont la Mer du Nord et la Manche), Méditerranée occidentale, Adriatique ou Mer Noire ;

- fractionnement régional entre les différentes zones d'influence des grands fleuves ;

- fractionnement local où par exemple, dans la zone dépendant du Rhône, on ignore les relations entre les habitants de chaque étang ou estuaire, des adultes vivant en mer et en cours d'eau.

Ces différents fractionnements possibles peuvent correspondre à des différences génétiques plus ou moins marquées et donc plus ou moins aisées à mettre en évidence. Le but de cet exposé se limite au premier type de morcellement, à l'échelle mondiale.

#### M E T H O D E S

Six populations atteignant un total de 167 flets ont été testées. La figure 1 montre leur emplacement : trois en Méditerranée, trois en Atlantique français.

En Méditerranée :

- "Mauguio" est une lagune côtière au sud de Montpellier. La population prélevée est composée de jeunes de moins de 2 ans, vivant en "nursérie" ;

- "Espiguette" est une zone marine côtière à proximité de l'estuaire du Rhône. Y sont pêchés des adultes venus pondre en hiver ;

- "Rhône" est une station située à quelques kilomètres en amont de l'embouchure. Ce sont des poissons adultes capturés en dehors des périodes de pêche.

Sur la côte atlantique française :

- "Garonne" est une population d'estuaire saumâtre (nursérie) ;

- "Arcachon" est une station marine côtière ;

- "Loire" est une station d'eau douce, à quelques kilomètres de l'embouchure.

Récoltés auprès des pêcheurs professionnels, ces flets, fraîchement capturés, sont immédiatement disséqués (ou congelés à  $-70^{\circ}\text{C}$ ). Les organes désirés sont retirés (muscle, foie, rein, rate, coeur, globes oculaires...). Ces tissus sont broyés et centrifugés en présence de solution tampon, afin d'en faire des extraits contenant des protéines enzymatiques solubles.

Les électrophorèses sur gel d'amidon permettent de séparer les différentes molécules. Les enzymes sont ensuite colorées par des révélateurs spécifiques. Leur position sur le gel est relevée, et la fréquence de chaque allèle est la base de toute comparaison génétique.

## R E S U L T A T S E T D I S C U S S I O N

La totalité des résultats est résumée dans le tableau I où ne sont représentés que les 11 locus polymorphes dont la lecture est sûre. En effet, 20 catégories d'enzymes ont été explorées, correspondant à 35 locus, mais 21 d'entre eux ont été quantitativement étudiés et 11 se sont révélés polymorphes.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus sur la même espèce par GALLEGUILLOS et WARD (1982), il a été possible, à partir de l'indice de distance génétique de NEI (1971), de tracer un dendrogramme global, basé sur 12 locus communs aux deux travaux (figure 2).

Tout en prenant une telle représentation avec précaution, il est clair que trois grands groupes se distinguent, séparés par des distances comprises entre 0,12 et 0,16 unités :

- un groupe comprenant les 9 populations récoltées le plus à l'Ouest (Méditerranée et Atlantique français, côtes anglaises). Ce grand ensemble correspond à ce que les systématiciens ont appelé la sous-espèce *flesus* ;
- les populations d'Adriatique correspondent à la sous-espèce *italicus* ;
- les populations de Mer Noire correspondent à la sous-espèce *luscus* (NORMAN, 1934).

Le rapprochement de deux sous-espèces (*flesus* et *italicus*) est un artifice mathématique compte tenu de l'imprécision des calculs. Il faut considérer que ces trois groupes présentent entre eux une divergence génétique équivalente.

Le but de ces recherches préliminaires était d'intégrer les populations des côtes françaises, qui vont être plus finement étudiées, dans un contexte mondial. Les flets français appartiennent bien au groupe qui s'étend au moins jusqu'en Grande-Bretagne. A l'intérieur de ce groupe, certaines divergences ont déjà été décelées et permettent d'être optimiste pour la suite des recherches. Sans en tirer de conclusions définitives, les quelques points suivant méritent d'être signalés dans l'état actuel des recherches :

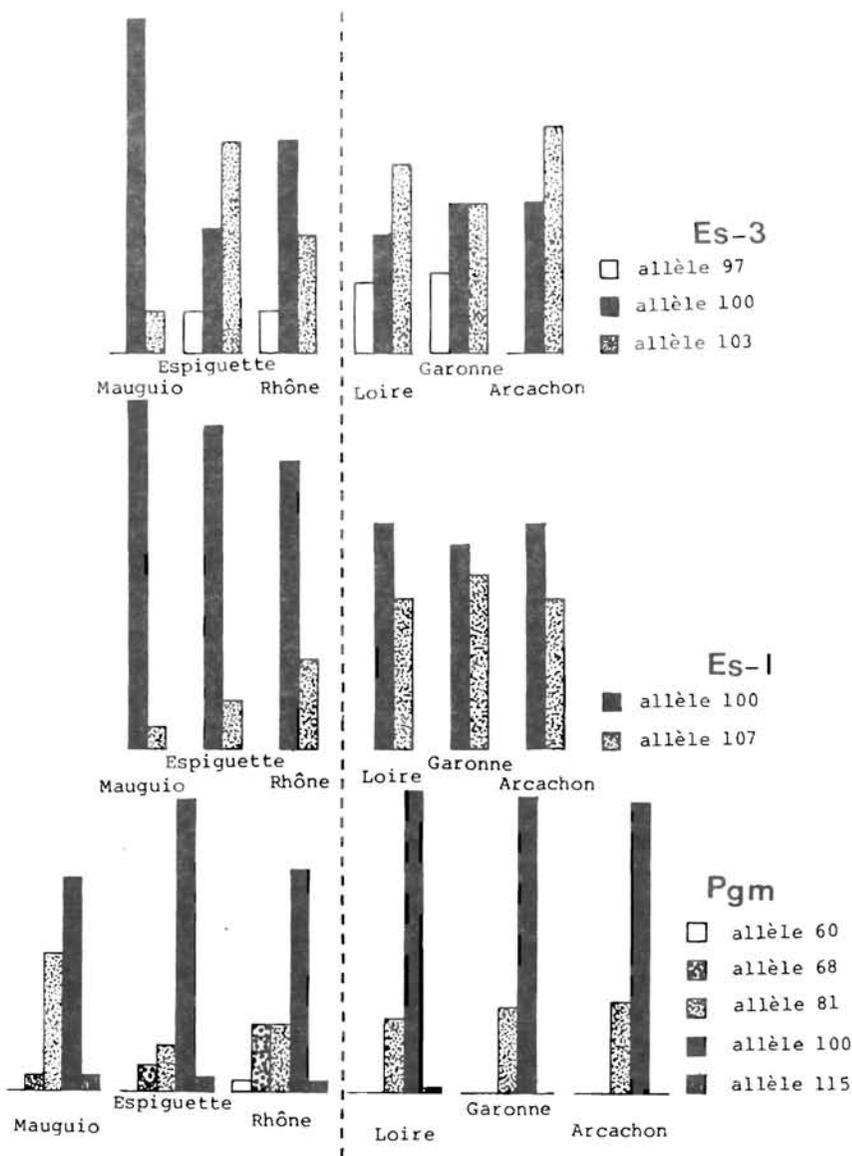


Figure 3 : Histogrammes de fréquences alléliques de trois locus pour les six stations prospectées.

#### \* distinction entre Méditerranée et Atlantique français

- en groupant les stations de Méditerranée et d'Atlantique français et en les opposant, il apparaît que 4 des 11 locus polymorphes sont différents de façon hautement significative après test *Khi-2*. Par contre, à l'intérieur de ces deux groupes, le test est rarement significatif (*Pgm* seulement), mais les effectifs sont trop faibles pour être exploités ;

- en observant la figure 3 qui compare les histogrammes des fréquences alléliques en fonction des stations, on remarque qu'en Atlantique, les proportions des différents allèles restent comparables dans les trois stations pour *Pgm* et *Es-3*, ce n'est pas le cas de *Es-1* mais l'ordre d'importance des trois allèles reste cependant le même. En Méditerranée par contre, les proportions des différents allèles varient beaucoup pour *Pgm* et *Es-3* ; pour *Es-1*, on assiste à des inversions de prépondérance, l'allèle *Es-3*<sup>100</sup> n'étant plus dominant en mer. Sans essayer d'expliquer ce phénomène, il est clair que les fréquences alléliques sont beaucoup plus stables en Atlantique qu'en Méditerranée, bien que les stations comparées sont de même type : la nurserie, le cours d'eau et la zone marine côtière ;

- enfin, dans le tableau II, les deux indices utilisés montrent que l'Atlantique renferme des flets nettement plus polymorphes que la Méditerranée.

#### \* variation à l'intérieur des grandes sous-unités

Si les flets de l'Atlantique semblent peu différents quel que soit leur lieu de capture, nous avons vu qu'en Méditerranée il en est tout autrement. En particulier, les étangs semblent se distinguer des autres stations :

- aux locus *Es-1* et *Es-3*, l'allèle 100 tend à être exclusif (figure 3) :

- le dendrogramme (figure 1) montre que la station "Mauguio" se distingue globalement (pour 13 locus) de toutes les autres.

Ces remarques nous permettent de penser que, au moins en Méditerranée, les étangs constituent des milieux très particuliers. Le programme sur le flet prévoit leur étude approfondie.

LOCUS	ALLELES	MAUGUIO	ESPI- -GUETTE	RHONE	LOIRE	GARONNE	ARCACHON
Aat-2	57	-	0,01	0,00	0,12	0,14	0,08
	78	-	0,03	0,06	0,05	0,09	0,08
	100	-	0,96	0,94	0,83	0,77	0,84
		(0)	(76)	(34)	(60)	(36)	(12)
Gpd-F	100	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,78
	130	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,22
		(48)	(44)	(24)	(20)	(14)	(16)
Pgm	60	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
	68	0,04	0,07	0,18	0,00	0,00	0,00
	81	0,36	0,12	0,18	0,19	0,22	0,24
	100	0,56	0,77	0,58	0,79	0,78	0,76
	115	0,04	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00
	(50)	(100)	(36)	(60)	(40)	(26)	
Pgi-1	70	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
	100	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00
		(52)	(100)	(36)	(60)	(40)	(28)
Es-3	97	0,00	0,11	0,11	0,18	0,21	0,00
	100	0,89	0,33	0,57	0,32	0,39	0,40
	103	0,11	0,56	0,32	0,50	0,40	0,60
		((56)	(68)	(36)	(60)	(38)	(10)
Es-1	100	0,94	0,87	0,76	0,60	0,54	0,60
	107	0,06	0,13	0,24	0,40	0,46	0,40
		(50)	(78)	(34)	(50)	(36)	(10)
Idh-M	71	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
	100	0,98	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00
		(32)	(100)	(34)	(46)	(34)	(4)
Idh-F	65	0,04	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
	100	0,96	0,98	1,00	0,98	1,00	1,00
		(48)	(82)	(36)	(58)	(36)	(12)
Mdh-2	100	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00
	140	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
		(52)	(100)	(36)	(58)	(38)	(16)
Adh	90	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
	100	0,98	0,98	0,97	0,87	0,92	1,00
	105	0,00	0,02	0,00	0,13	0,08	0,00
		(52)	(100)	(34)	(60)	(38)	(12)
Sdh-2	70	0,94	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
	100	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
		(54)	(96)	(34)	(54)	(22)	(6)

Tableau I : Fréquences alléliques observées dans les six populations de flets étudiées. Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de gènes considérés

STATIONS	H (%)	H' (%)
MAUGUIO	5,9	8,3
ESPIQUETTE	8,4	8,6
RHÔNE	6,6	6,0
total Méditerranée	-	7,6
LOIRE	10,7	10,7
ARCACHON	10,2	12,5
GARONNE	9,3	11,2
total Atlantique	-	11,2

Tableau II : Taux d'hétérozygotie calculé à partir des fréquences alléliques (H) et taux de locus hétérozygotes par individu (H').

#### C O N C L U S I O N

Ce travail a permis de préciser le cadre dans lequel des études plus détaillées peuvent être envisagées :

- les flets de France appartiennent à la sous-espèce la plus abondante : *Platichthys flesus flesus* dont la répartition s'étend au moins de Marseille à Gibraltar et de Gibraltar à la Manche et aux côtes anglaises ;
- des différences nettes existent à l'intérieur de cette sous-espèce, et en particulier entre les côtes méditerranéennes et atlantiques françaises ;
- des différences existent également entre les flets habitant les différents biotopes des côtes méditerranéennes. Ce type de divergence est beaucoup plus réduit en Atlantique.

Ces recherches fondamentales sont nécessaires pour distinguer les clivages à l'intérieur d'une même espèce et dans une même région. Elles trouveront un intérêt pratique quand cette espèce sera mise en élevage c'est-à-dire quand il sera nécessaire de connaître la nature génétique des géniteurs.

---

AGNESE J.F., 1983 - Variabilité génétique du poisson *Platichthys flesus* (L.) (Pleuronectidae). D.E.A. Université Montpellier II : 36 p.

GALLEGUILLLOS R.A. et WARD R.D., 1982 - Genetic and morphological divergence between populations of the flat-fish *Platichthys flesus* (L.). Biol. J. Linn. Soc., 17 : 395-408.

NEI M., 1971 - Genetic distance between populations. Am. Nat., 106 : 283-292.

NORMAN J.R., 1934 - A systematic monograph of the flat fishes (*Heterosomata*) British Mus., Hist. Nat., 1 : 459 p.

VIANET R., 1981 - Le flet du Golfe du Lion : *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Etude systématique et bio-écologique préliminaire. D.E.A. Université Montpellier II : 37 p.

STATIONS	H (%)	H' (%)
MAUGUIO	5,9	8,3
ESPIQUETTE	8,4	8,6
RHÔNE	6,6	6,0
total Méditerranée	-	7,6
LOIRE	10,7	10,7
ARCACHON	10,2	12,5
GARONNE	9,3	11,2
total Atlantique	-	11,2

Tableau II : Taux d'hétérozygotie calculé à partir des fréquences alléliques (H) et taux de locus hétérozygotes par individu (H').

#### C O N C L U S I O N

Ce travail a permis de préciser le cadre dans lequel des études plus détaillées peuvent être envisagées :

- les flets de France appartiennent à la sous-espèce la plus abondante : *Platichthys flesus flesus* dont la répartition s'étend au moins de Marseille à Gibraltar et de Gibraltar à la Manche et aux côtes anglaises ;
- des différences nettes existent à l'intérieur de cette sous-espèce, et en particulier entre les côtes méditerranéennes et atlantiques françaises ;
- des différences existent également entre les flets habitant les différents biotopes des côtes méditerranéennes. Ce type de divergence est beaucoup plus réduit en Atlantique.

Ces recherches fondamentales sont nécessaires pour distinguer les clivages à l'intérieur d'une même espèce et dans une même région. Elles trouveront un intérêt pratique quand cette espèce sera mise en élevage c'est-à-dire quand il sera nécessaire de connaître la nature génétique des géniteurs.

- 
- AGNESE J.F., 1983 - Variabilité génétique du poisson *Platichthys flesus* (L.) (Pleuronectidae). D.E.A. Université Montpellier II : 36 p.
- GALLEGUILLOS R.A. et WARD R.D., 1982 - Genetic and morphological divergence between populations of the flat-fish *Platichthys flesus* (L.). Biol. J. Linn. Soc., 17 : 395-408.
- NEI M., 1971 - Genetic distance between populations. Am. Nat., 106 : 283-292.
- NORMAN J.R., 1934 - A systematic monograph of the flat fishes (*Heterosomata*) British Mus., Hist. Nat., 1 : 459 p.
- VIANET R., 1981 - Le flet du Golfe du Lion : *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758). Etude systématique et bio-écologique préliminaire. D.E.A. Université Montpellier II : 37 p.