

ADN ET TAXONOMIE DES POISSONS

Giacomo Bernardi, Véronique Pizon, Gérard Cuny,
Audrey Haschemeyer & Giorgio Bernardi

Laboratoire de Génétique moléculaire,
Institut Jacques Monod, Tour 43
2, Place Jussieu, 75231 Paris Cédex 05

Mots-clés : ADN, taxonomie, poissons

Key words : DNA, taxonomy, fishes

Résumé

Nous avons analysé par centrifugation en gradient de densité des préparations d'ADN obtenues à partir de 95 espèces de poissons, appartenant à 18 ordres d'Ostéichthyens et à 3 ordres de Chondrichthyens. Nous avons comparé les densités modales de flottaison en gradient de CsCl de ces préparations d'ADN avec la taxonomie proposée par Nelson. Dans la plupart des cas, les densités de flottaison des ADN dérivés d'espèces appartenant au même ordre sont identiques ou très proches. Quelques exceptions soulèvent toutefois des problèmes de taxonomie.

Summary

DNA and fish taxonomy

DNA was prepared from 95 fish species representing 18 Orders of Teleostei and 3 Orders of Chondrichthyes. DNA samples were investigated to determine modal buoyant densities in CsCl density gradients. We compared modal buoyant densities with the taxonomy proposed by Nelson. In most cases DNA buoyant densities of species belonging to the same Order are identical or very close. Some exceptions, however, raise some taxonomical problems.

INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, notre laboratoire est engagé dans une étude du génome nucléaire des vertébrés. L'un des résultats les plus importants obtenus dans ce domaine a été la découverte d'une différence substantielle dans l'organisation des séquences nucléotidiques des vertébrés à sang froid et des vertébrés à sang chaud. En effet, ces derniers présentent une très forte compartimentation compositionnelle de leur génome qui peut être résolu en un petit nombre de composants "légers" (ou pauvres en GC) et "lourds" (ou riches en GC) ; Les composants légers représentent *grosso modo* deux tiers du génome, les composants lourds un tiers du génome. Les vertébrés à sang froid, au contraire, sont caractérisés par des génomes qui sont beaucoup plus homogènes du point de vue de la composition et qui se différencient des génomes de vertébrés à sang chaud surtout par l'absence ou les très faibles quantités de composants lourds. Les hétérogénéités de composition dont nous parlons concernent des longues régions (>> 300 kilobases) d'ADN et vont de pair avec les bandes chromosomiques Giemsa et Reverse. Les verté-

brés à sang chaud présentent, en effet, des bandes très nettes ; les vertébrés à sang froid des bandes diffuses ou pas de bandes. La corrélation entre compartimentation compositionnelle et organisation chromosomique, ainsi que d'autres aspects de la génétique moléculaire des vertébrés, ont été discutés ailleurs (Bernardi *et al.*, 1985, pour une récente revue). Ici, nous soulignerons que les événements génomiques qui ont accompagné la transition entre vertébrés à sang froid et vertébrés à sang chaud sont du plus grand intérêt du point de vue de l'évolution. Ceci explique nos recherches sur les génomes des vertébrés à sang froid, et, en particulier, sur les poissons. Nous présenterons ici des données de densité de flottaison concernant les ADN des poissons, car elles présentent un certain intérêt taxonomique. Nous renvoyons le lecteur à deux autres articles (Hudson *et al.*, 1980 ; Pizon *et al.*, 1984) pour des renseignements complémentaires concernant la méthodologie utilisée.

Il est important de souligner que le paramètre étudié ici pour les ADN de poissons, la densité modale de flottaison, n'est que l'un des paramètres des bandes de flottaison. A même densité modale, la distribution des ADN dans le gradient de densité peut être différente à cause surtout de différences d'hétérogénéité de composition et/ou de masse moléculaire. Les bandes de flottaison étudiées ici concernent toutefois des préparations d'ADN ayant une masse moléculaire suffisamment élevée (le coefficient de sédimentation étant supérieur à 17S, sauf dans les cas marqués par un astérisque - voir Tableau I) et une hétérogénéité suffisamment faible pour que la densité modale de flottaison soit significative. Malgré cela, il faut souligner qu'au stade actuel de l'analyse seules les différences majeures sont à prendre en compte. Une présentation détaillée de ces travaux sera faite dans un proche avenir.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau I, qui appelle les remarques suivantes :

. Tous les représentants des Chondrichthyens ont des densités modales comprises entre 1.701 et 1.705 g/cm³. Les valeurs sont proches entre elles pour les espèces appartenant au même ordre, avec toutefois plus de variations pour les Rajiformes.

. En ce qui concerne les Ostéichthyens, la plus grande partie des ordres présente des valeurs de densité modale comprises entre 1.699 et 1.702 g/cm³ avec, en règle générale, des valeurs proches entre elles dans un même ordre.

. Certains ordres présentent toutefois des valeurs plus faibles (Cypriniformes : 1.696-1.697 g/cm³) ; ou plus fortes (Salmoniformes : 1.703 g/cm³ ; Syngnathiformes : 1.703 g/cm³ ; Dactyloptéridiformes : 1.703 g/cm³).

Deux valeurs font exception à la règle générale de la proximité de valeurs au sein d'un même ordre. Il s'agit là du cas des Gadidae (1.707 g/cm³) et des Merluccidae (1.704 g/cm³) parmi les Gadiformes. Ce cas doit toutefois être vérifié, car le premier échantillon d'ADN présentait un coefficient de sédimentation de seulement 16S. Finalement, quelques valeurs d'espèces appartenant à la même famille ou au même genre présentent des différences. C'est le cas d'*A. australe* (1.706 g/cm³) et d'*A. striatum* (1.705 g/cm³) parmi les Aphiosemion (Aplocheilidae, Cyprinodontiformes) et des espèces appartenant aux familles des Tétraodontiformes. Ces exceptions peuvent être dues à des raisons différentes et devront faire l'objet d'études plus détaillées. Il paraît vraisemblable, toutefois, que dans un cas au moins la taxonomie doit être revue. En effet, l'ordre des Tétraodontiformes semble réunir

<u>Ordre</u>	<u>Famille</u>	<u>Espèces</u>	<u>C.</u>	
Lamniformes	Carcharinidae	Mustelus mosis	1.7044	
		Scoliodon terranova	1.7030	
		Carcharinus galapagensis	1.7033	
Squaliformes	Sphyrnidae	Sphyrna lewini*	1.7030	
	Squalidae	Squalus acanthias	1.7050	
	Squatinaidae	Squatina dumerilii	1.7050	
Rajiformes	Torpedinidae	Narcine brasiliensis*	1.7011	
	Rajidae	Raja erinacea	1.7035	
	Dasyatidae	Gymnura altavela	1.7015	
	Myliobatidae	Myliobatis freminvillei	1.7029	
Polyptérimorphes	Polypteridae	Polypterus senegalus	1.6995	
Osteoglossiformes	Pantodontidae	Pantodon buchholzi	1.7022	
	Notopteridae	Notopterus notopterus	1.7015	
	Mormyridae	Gnathonemus petersii	1.7029	
Anguilliformes	Anguillidae	Anguilla anguilla	1.7018	
		Anguilla rostrata	1.7011	
Clupéiformes	Clupeidae	Brevoortia tyrannus	1.7021	
Cypriniformes	Cyprinidae	Sardinella anchovia	1.7022	
		Carassius auratus	1.6970	
		Cyprinus carpio	1.6963	
Salmoniformes	Salmonidae	Labeo bicolor	1.6959	
		Salmo salar	1.7028	
		Salmo trutta	1.7030	
Myctophiformes	Synodontidae	Oncorhynchus kisutch	1.7033	
		Synodus foetens	1.7025	
		Trachinocephalus myops	1.7034	
Gadiformes	Gadidae	Synodus intermedius*	1.7021	
		Urophycis chuss*	1.7070	
Ophidiiformes	Merlucciidae	Merluccius bilinearis	1.7041	
	Ophidiidae	Rissola marginata	1.7026	
Batrachoidiformes	Batrachoidae	Ophidion holbrookii	1.7018	
		Opsanus tau	1.6996	
		Parichthys porosissimus	1.6998	
Lophiiformes	Lophiidae	Lophius americanus	1.6996	
		Aphyosemion camerounense*	1.7009	
Cyprinodontiformes	Aplocheilidae	Aphyosemion punctatum	1.7009	
		Aphyosemion elegans	1.7008	
		Aphyosemion hertzogi	1.7013	
		Aphyosemion amieti	1.7016	
		Aphyosemion sheeli	1.7011	
		Aphyosemion marmoratum	1.7022	
		Aphyosemion spoorenbergi	1.7032	
		Aphyosemion australe	1.7066	
		Aphyosemion striatum	1.7053	
		Diapteron cyanosticum*	1.7012	
		D. cyanosticum+D. georgiae	1.7009	
		Rivulus holmiae	1.6984	
		Rivulus agilae	1.7007	
		Fundulus heteroclitus	1.6996	
		Cyprinodon salinus	1.6997	
		Cyprinodon macularius calif.	1.6990	
		Cyprinodon n. nevadensis	1.6985	
Cyprinodon variegatus	1.6989			
Syngnathiformes	Syngnathidae	Hippocampus sp.	1.7031	
		Dactylopterus volitans	1.7033	
Dactyloptérimorphes	Dactylopteridae	Scorpaena calarata	1.6995	
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	Scorpaena brasiliensis	1.6988	
		Prionotus carolinus	1.7011	
Perciformes	Triglidae	Hemitripterus americanus*	1.7010	
	Cottidae	Centropristis striatus	1.6981	
	Serranidae	Epinephelus striatus	1.7004	
		Epinephelus guttatus	1.7015	
		Lutjanidae	Lutjanus synagris*	1.7010
		Lethrinidae	Lethrinus nebulosus	1.6999
		Cichlidae	Tilapia grahami	1.7007
			Tilapia butticoferi	1.7005
			Tilapia aureus	1.7003
			Tilapia spirulus*	1.7003
			Tilapia nilotica	1.7002
			Sphyraenidae	Sphyraena barracuda
	Scaridae	Sphyraena ensis	1.7024	
	Notothenidae	Scatus gibbus	1.6984	
		Trematomus bernachii*	1.7011	
		Trematomus borchgrevinki	1.7002	
		Trematomus centronotus*	1.7009	
Trematomus hansonii		1.6999		
Trematomus nicolai*		1.7010		
Trematomus newnesi*		1.7005		
Dissosticus mawsoni		1.7003		
Bathyaconidae		Gymnodraco acuticeps	1.7007	
Blenniidae		Ophioblennius atlanticus	1.7007	
Pleuronectiformes	Callionymidae	Synchiropus splendidus	1.7073	
	Bothidae	Siacium papillosum*	1.7024	
	Pleuronectidae	Limanda aspera	1.6995	
Tétraodontiformes	Balistidae	Limanda ferruginosa	1.7012	
		Balistinae	Melichthys vidua	1.7014
	Monacanthinae	Balistes capricus	1.7023	
		Rhinecanthus aculeatus	1.7047	
		Stephanolepis hispidus*	1.7037	
		Aluterus schoepfi*	1.7038	
		Ostraciidae	Acanthostracion quadricornis	1.7001
		Tetraodontidae	Lagocephalus laevigatus	1.7017
	Arothron diadematus		1.7025	
	Arothron meleagris		1.7034	
	Tetraodon fluviatilis		1.7036	
	Sphoeroides annulatus		1.7047	
	Sphoeroides dorsalis*		1.7054	
	Diodontidae		Diodon holocanthus	1.7009

Tableau 1 - * = espèces dont le coefficient de sédimentation est inférieur à 17S.

- * = species whose sedimentation coefficient is inferior to 17S.

des familles très disparates qui, elles-mêmes, comprennent des genres probablement éloignées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bernardi G., Olofsson B., Filipski J., Zerila M., Salinas J., Cuny G., Meunier-Rotival M. & Rodier F., 1985. - The mosaic genome of warm-blooded Vertebrates. - *Science*, 228 : 953-959.
- Hudson A.P., Cuny G., Cortadas J., Haschemeyer A.E.V. & Bernardi G., 1980. - An analysis of Fish genomes by density gradient centrifugation.- *European Journal of Biochemistry*, 112 : 203-210.
- Nelson J.S., 1984. - *Fishes of the World*, 2nd ed.. - New-York : Wiley
- Pizon V., Cuny G. & Bernardi G., 1984. - Nucleotide sequence organization in the very small genome of a tetraodontid fish *Arothron diadematus*.- *European Journal of Biochemistry*, 140: 25-30.