

LES POPULATIONS MAROCAINES AUTOCHTONES DES TRUITES DU GENRE *SALMO* : VARIATION ALLOZYMIQUE ET STATUT TAXINOMIQUE

Khadija Lbadaoui, Hicham Nouiri et Hassane Jaziri

Laboratoire de Zoologie, Département de Biologie, Faculté des Sciences, B.P. 1014, Avenue
Ibn Batouta, Agdal, 10106 Rabat, Maroc
Kadijalbadaoui@hotmail.com

(Received 15 April 2010 - Accepted 19 January 2011)

RÉSUMÉ

Dans les eaux continentales courantes et stagnantes du Maroc, quatre espèces de truites apparentées au genre Salmo ont été décrites jusqu'à présent sur la base des caractères morphologiques et morphométriques, dont la dernière en date S. akairos identifiée en 2005 dans le lac Ifni situé au niveau du Haut Atlas. Dans le présent travail, l'utilisation des marqueurs allozymiques montre clairement que l'ensemble des populations marocaines autochtones, y compris celle du lac Ifni, appartiennent à une seule et même espèce S. trutta macrostigma. Les différences observées au niveau de la pigmentation de la robe et de certains rapports morphométriques contrastent fortement avec un manque total de différenciation génétique. Ces différences reflètent beaucoup plus l'existence d'écotypes différents, et s'expliqueraient plutôt par une forte plasticité phénotypique en relation avec l'adaptation à des environnements différents.

Mots-clés: truites *salmo* Maroc, statut taxinomique, marqueurs allozymiques

ABSTRACT

In the current and stagnant continental waters of Morocco, four trout species belonging to the genus Salmo have been described up till now. The recent one S. akairos has been identified in 2005 in the lake Ifni (High Atlas). Only morphological and morphometric criteria have been used in these diagnosis. In the present study, allozyme markers show clearly that the whole native Moroccan populations belong to a single species S. trutta macrostigma. The differences observed between native populations in skin pigmentation and some morphometric reports contrast strongly with a high genetic homogeneity. These differences reflect probably different ecotypes, and are due rather to a phenotypic plasticity phenomenon, in relation to the possibility of adaptation to variable environments.

Keywords: trout *salmo* Morocco, systematic status, allozyme markers

Légende :

AMG : Oued Amengouss

AMZ : Oued Aït Mizane
IFN : Lac Ifni
ISL : Lac Isli
TBL : Oued Talembott
TMD : Lac Tamda
TRC : Truite Arc-en-ciel
TZG : Oued Tizguit
ZHN : Oued Zaouiat
ZSH : Oued Zaouiat Sidi Hamza

INTRODUCTION

Au Maroc, le genre *Salmo* a été décrit dans les eaux continentales des massifs montagneux du Rif et des Moyen et Haut Atlas par la présence de quatre taxons de rang spécifique sur la base des variables morphologiques et/ou morphométriques (Pellegrin, 1921 ; Joleaud, 1938 ; Melhaoui, 1994 ; Baglinière, 1999 ; Delling & Doadrio, 2005). Ces espèces sont respectivement *Salmo trutta macrostigma* (Duméril, 1855) présente dans les trois zones précitées, *Salmo pallaryi* (Pellegrin, 1924) signalée dans le lac Aguelmam Sidi Ali au Moyen Atlas et qui a d'ailleurs disparu depuis 1938 (seuls quelques spécimens conservés au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris et au Muséum des Sciences Naturelles de Madrid subsistent encore), *S. pellegrini* (Werner, 1931) dans les cours d'eau du bassin du Tensift au Haut Atlas et tout récemment *S. akairos* (Delling & Doadrio, 2005) dans le lac Ifni près du massif du Toubkal également dans le Haut Atlas.

L'aire de répartition géographique actuelle de ces truites au Maroc a été fortement réduite notamment à cause de la surexploitation (pêche artisanale et sportive), du braconnage et des déficits hydriques constatés dans les principaux bassins versants, et également à cause de l'introduction de la carpe commune *Cyprinus carpio carpio* dans les principaux lacs des Moyen et Haut Atlas. En effet, l'introduction de la carpe réduit l'aire de répartition de la truite car la carpe est une espèce algivore très vorace et qui de plus se reproduit très rapidement. Cela perturbe l'équilibre de l'écosystème des lacs et conduit par conséquent à l'élimination de la truite autochtone. Ainsi, ces truites ne se maintiennent plus que dans les lacs Ifni, Tamda et Isli du Haut Atlas et dans certaines rivières dans les massifs du Rif et des Moyen et Haut Atlas. Cette raréfaction se poursuit malheureusement encore, malgré les efforts de protection et de repeuplement entrepris par l'organisme national de gestion (Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et de Lutte contre la Désertification, 2010).

L'objet de la présente étude est d'entreprendre une analyse génétique reposant sur les marqueurs allozymiques utilisés ici comme *loci* diagnostiques pour vérifier les statuts taxinomiques des espèces décrites par la morphologie et/ou la morphométrie. Ces derniers constituent à l'heure actuelle, à côté des marqueurs d'ADN, les outils les plus performants dans l'évaluation et l'analyse de la variabilité génétique des populations naturelles ou exploitées d'une même espèce, ou d'espèces phylogénétiquement proches notamment celles d'un même genre ou d'une même famille (Féral, 2002).

L'étude entreprise englobe des échantillons autochtones, représentant les lacs et les rivières des trois principales zones géographiques marocaines peuplées, à savoir le Rif, le Haut Atlas et le Moyen Atlas. Une attention particulière est accordée à la population du lac

Ifni décrite tout récemment (Delling & Doadrio, 2005) comme espèce à part entière : *Salmo akairos*.

Un *locus* est considéré diagnostique entre deux taxons donnés, quand son expression allélique est unique mais différente dans chacun d'eux (notion d'allèles alternatifs). Ayala et Powell en 1972, furent les premiers à avoir utilisé des *loci* allozymiques dans la diagnose entre espèces "jumelles" de drosophiles et considèrent qu'un *locus* dont le taux de polymorphisme n'excède pas 5%, également comme diagnostique. De nombreux travaux utilisant ce genre de marqueurs ont permis de révéler la présence d'espèces cryptiques (morphologiquement indiscernables), notamment chez les huîtres plates du genre *Ostrea* (Blanc *et al.*, 1986) et les moustiques du genre *Aedes* (Harry, 2001). En fait, conformément à la définition biologique de l'espèce (Mayr, 1942 ; 1963), la présence d'un ou de plusieurs *loci* diagnostiques entre entités taxinomiques douteuses vivant en sympatrie ou présentant des voies d'échanges génétiques réelles entre elles est le signe irréfutable de l'existence d'un isolement reproducteur entre elles. Cet isolement est total lorsqu'aucun hybride (hétérozygote pour les deux allèles alternatifs au *locus* considéré) n'est détecté ; ou partiel quand des hybrides sont décrits au niveau de la zone de contact des aires de répartition géographique de ces entités (parapatric). En situation d'allopatric, les allèles fixés permettent seulement de rattacher les entités ou populations non identifiées à un taxon de référence, possédant lui-même les mêmes allèles aux mêmes *loci*. La possession de tels allèles matérialise le haut degré d'apparement entre le taxon de référence et les populations testées. Un tel apparement doit d'ailleurs être confirmé par des fréquences alléliques voisines au niveau des *loci* polymorphes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

Une campagne d'échantillonnage utilisant la technique de pêche électrique, étalée sur deux mois et prenant en considération un itinéraire incluant tous les sites du Rif, du Haut Atlas et du Moyen Atlas mentionnés plus haut, a été réalisée entre le 5 avril et le 28 mai 2005.

Six cours d'eau et trois lacs de montagne, faisant partie du réseau hydrographique du Maroc, situés à l'intérieur de l'aire de répartition géographique de l'espèce et abritant des populations naturelles ou relâchées (réintroduites) souvent très peu prolifiques ont été échantillonnés (Figure 1).

En ce qui concerne les cours d'eau, il s'agit des oueds de Tizguit (TZG) situé dans le massif du Moyen Atlas, Amengouss (AMG), Zaouiat Sidi Hamza (ZSH), Zaouiat Ahanssal (ZHN) et Aït Mizane (AMZ) localisés dans les contreforts du Haut Atlas, et enfin Talembott (TLB) dans le Rif. Pour ce qui est des lacs, trois plans d'eau naturels du Haut-Atlas ont été échantillonnés ; à savoir les lacs Ifni (IFN), Islï (ISL) et Tamda (TMD). Enfin, afin de donner plus de crédibilité et de fiabilité à ces résultats, on a inclus un échantillon (TRC) représentant un autre taxon très proche : la truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*, espèce introduite dans les eaux continentales du Maroc (Mouslih, 1987 ; Ibn Majdoub Hassani *et al.*, 2002). D'après les données récentes disponibles dans le dernier rapport annuel de la pêche (Haut Commissariat aux Eaux et Forêts, 2010), la truite arc en ciel *Oncorhynchus mykiss* a été introduite depuis plusieurs années dans la majorité des lacs et rivières à truites du Moyen Atlas, du Rif et du Haut Atlas. Les dernières introductions en date concernent les oueds

Tizguit, Chbouka, Guigou, Békrit, Oum-Er-Rbia et Tigrigra au Moyen Atlas, Ourika et Nfiss au Haut Atlas ainsi que les lacs Hachlaf et Amghass au Moyen Atlas. La comparaison des niveaux de différenciation génétique entre les deux espèces permettra de mieux situer le niveau de différenciation génétique des populations marocaines autochtones entre elles. L'échantillon TRC sert en fait ici de référence (notion d'out-group) et aidera donc par comparaison, à se placer dans un niveau de différenciation spécifique (deux ou plusieurs taxons différents de rang spécifique) ou infraspécifique (toutes les populations autochtones se rattachent à une seule et même espèce).

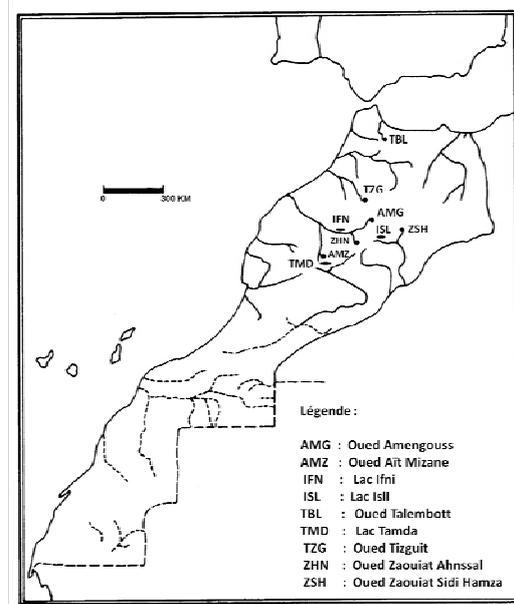


Figure 1. Localisation géographique des différentes populations autochtones de truites du genre *Salmo* échantillonnées, provenant des rivières et des lacs de montagne du Maroc.

Les échantillons prélevés ont été ramenés frais au laboratoire dans une glacière. Dès leur arrivée, ils ont été stockés au congélateur (-30°C) jusqu'à dissection.

Préparation des extraits

Sur chaque individu disséqué, des fragments de muscle et de foie ont été prélevés, puis homogénéisés dans du tampon Tris-HCl 0,1 M pH 6,8 et centrifugés à 12 000 tours/minute. Les surnageants contenant les extraits d'enzymes solubles ont été récupérés, placés dans des tubes Eppendorf soigneusement numérotés et conservés à -30°C.

Conditions d'électrophorèse

Treize systèmes enzymatiques faisant un total de 30 *loci* s'exprimant exclusivement au niveau du muscle (portant par conséquent un indice m), du foie (indice f) ou des deux (mf)

sont analysés dans cette étude. La migration est faite par électrophorèse horizontale sur des gels d'amidon à 12% et à voltage constant (100 v).

La liste exhaustive de ces *loci* et les conditions expérimentales d'électrophorèse utilisées sont récapitulées dans le Tableau suivant :

TABLEAU 1

Conditions Expérimentales d'Electrophorèse des Enzymes Etudiées dans les Populations Marocaines de la Truite Fario *Salmo trutta macrostigma*

Système enzymatique	E.C.N.*	Nombre de <i>loci</i> par tissu		Tampon
		Muscle	Foie	
AAT : Aspartate amino transférase	2.6.1.1	---	1	Tris Citrate pH 8 : T.C. 8
EST β : Estérase β	3.1.1.1	2	1	Tris Citrate pH 8 : T.C. 8
GPI : Glucose-phosphate isomérase	5.3.1.9	4	2	Tris Citrate pH 8 : T.C. 8
IDH : Isocitrate déshydrogénase	1.1.1.42	1	1	Tris Citrate pH 8 : T.C. 8
LDH : Lactate déshydrogénase	3.4.11.-	1	1	Tris Citrate pH 8 : T.C. 8
MDH : Malate déshydrogénase	1.1.1.37	2	1	Tris Citrate EDTA pH 8,6 : T.C.E. 8,6
ME : Malico-enzyme	1.1.1.40	1	2	Tris Citrate EDTA pH 8,6 : T.C.E. 8,6
MPI : Mannose6-phosphate isomérase	5.3.1.8	1	1	Tris Citrate pH 8 : T.C. 8
AK : Adénylate kinase	1.5.1.11	1	1	Tris Citrate EDTA pH 8,6 : T.C.E. 8,6
6-PGD : 6-Phosphoglucose déshydrogénase	1.1.1.44	1	1	Tris Citrate pH 8 : T.C. 8
PGM : Phosphoglucomutase	2.7.5.1.	2	2	Tris Citrate pH 8 : T.C. 8
α -GPD : α -Glucose phosphate déshydrogénase	1.1.1.14	2	2	Tris Citrate EDTA pH 8,6 : T.C.E. 8,6
SOD : Superoxyde dismutase	1.15.1.1	1	1	Tris Citrate EDTA pH 8,6 : T.C.E. 8,6

* : Enzyme Commission Number ou code universel.

Les révélations par coloration spécifique de chaque enzyme ont été réalisées conformément aux recettes standards (Pasteur *et al.*, 1987).

RÉSULTATS

Les fréquences alléliques obtenues aux 30 *loci* analysés, pour tous les individus testés représentant l'ensemble des sites et des taxons échantillonnés (Tableau 2), sont abordées à deux niveaux différents :

- la comparaison des populations autochtones entre elles
- la comparaison des échantillons autochtones à celui de l'espèce introduite *O. mykiss*.

	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	---
IDH _{mf2}	80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,33
	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	---
	120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,67
PGM _{mf1}	95	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0,58	---
	100	1	1	1	1	1	1	1	0,85	0,42	0,06
	110	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,94
PGM _{mf2}	100	Abs.	1								

* : abréviations désignant les noms des populations de truites, telles que préalablement présentées (cf. Matériel et Méthodes). Les chiffres indiqués () désignent les effectifs des différents échantillons

** : abréviations désignant les différents *loci* enzymatiques, tels que préalablement présentés (cf. Tableau 1)

--- : absence de l'allèle considéré

Abs. : absence du *locus* considéré

Analyse comparative des échantillons autochtones

Les neuf échantillons de truites autochtones AMG, TZG, ZSH, ZHN, AMZ, TLB, IFN, ISL et TMD sont génétiquement très proches. En effet, excepté pour le *locus* PGM qui présente du polymorphisme, tous les autres (soit 28 *loci* sur les 29 exprimés chez ces populations) sont monomorphes, représentés par un seul et même allèle chez tous les individus testés. Cette homogénéité englobe aussi bien les échantillons des trois régions géographiques, à savoir le Rif (TLB), le Moyen (TZG) et le Haut Atlas (AMG, ZSH, ZHN, AMZ, IFN, ISL et TMD), que ceux des deux types de milieux écologiques : les cours d'eau (AMG, TZG, ZSH, ZHN, AMZ, TLB) et les lacs (IFN, ISL et TMD). Ces *loci* sont respectivement : α -GPD, IDH, SOD, AAT_f, EST- β _f, EST- β _{m1}, EST- β _{m2}, AK_f, AK_m, MDH_{m1}, MDH_{m2}, MDH_f, ME_m, ME_{f1}, ME_{f2}, LDH_m, LDH_f, SOD_f, GPI_{m1}, GPI_{m2}, GPI_{mf1}, GPI_{mf2}, 6-PGD_{mf}, α -GPD_{m1}, α -GPD_{m2}, α -GPD_{f1}, α -GPD_{f2} et PGM_{mf2}.

L'analyse du Tableau 2 montre aussi que seul le *locus* PGM_{mf1} est polymorphe dans deux populations parmi les neuf étudiées. En effet, au *locus* PGM_{mf1}, il existe une variabilité génétique toute relative. Deux allèles différents 100 (l'allèle le plus commun) et un allèle plus rare (95) s'expriment différemment dans les populations étudiées.

L'analyse de ces fréquences montre clairement la particularité de la population de Zaouiati Sidi Hamza au *locus* PGM. Une fréquence élevée de l'allèle 95 est observée. Partout ailleurs, cet allèle est soit absent (dans les populations AMG, ZHN, TLB, AMZ, IFN, ISL et TMD), soit relativement rare dans la population TZG, où sa fréquence n'excède pas 15%.

Analyse comparative des deux espèces

Les résultats obtenus aux mêmes *loci* chez l'échantillon TRC représentant l'espèce de truite introduite dans les eaux continentales du Maroc *O. mykiss* sont exposés également dans le Tableau 2. L'analyse de ces résultats montre clairement l'existence de plusieurs *loci* diagnostiques entre les deux espèces. On peut classer ces *loci* en trois catégories :

Des *loci* diagnostiques "classiques", représentés par deux allèles alternatifs : un premier allèle chez tous les individus provenant des populations autochtones de rivières et de

lacs, et un second allèle présent exclusivement chez les individus de l'échantillon TRC. Les *loci* qui fournissent un tel profil sont respectivement : AAT_f, EST-β_f, EST-β_{m1}, MDH_{m1}, ME_{f1}, ME_{f2}, LDH_f, LDH_m, GPI_{m1}, 6-PGD_{m1}, αGPD_{f1}, α-GPD_{f2} et IDH_{m1}.

Des *loci* monomorphes dans l'ensemble des échantillons autochtones et complètement absents chez l'espèce introduite ou inversement. Ainsi au *locus* EST-β_m, on note la présence de deux *loci* monomorphes pour les échantillons autochtones et un seul représenté par un autre allèle chez *O. mykiss*. A titre de rappel, on signale qu'à des fins de diagnose, l'absence d'un *locus* constitue également un élément de différence aussi précieux que la présence d'un allèle différent. Huit autres *loci* de cette même catégorie sont présents chez les échantillons autochtones et complètement absents chez *O. mykiss*. Il s'agit de EST-β_{m2}, MDH_{m2}, SOD_m, GPI_{m2}, α-GPD_{m2}, α-GPD_{f1}, α-GPD_{f2} et IDH_{m1}. On note également un seul *locus* PGM_{m2} présent chez l'espèce introduite et absent chez les échantillons autochtones.

La troisième catégorie concerne des *loci* monomorphes chez l'une et polymorphes chez l'autre ou polymorphes chez les deux ; mais dans les deux cas, les allèles présents chez les deux espèces sont différents. Les *loci* IDH_{m2}, PGM_{m1}, MDH_f et SOD_f donnent des résultats qui illustrent parfaitement cette situation.

À côté de cet ensemble important de *loci* diagnostiques entre les deux espèces, existent aussi plusieurs *loci* sans valeur taxinomique, puisqu'ils sont représentés par les mêmes allèles chez les deux taxons. Ces *loci* sont respectivement α-GPD_{m1}, AK_f, AK_m, ME_m, MPI_{m1}, GPI_{m1} et GPI_{m2}.

DISCUSSION

Les résultats obtenus témoignent incontestablement d'une forte identité génétique entre l'ensemble des populations marocaines autochtones. Ils montrent clairement que tous les individus analysés ici, et qui constituent des échantillons représentatifs de l'ensemble des populations autochtones des lacs et des cours d'eau des trois grands domaines de l'aire de répartition géographique (Haut Atlas, Moyen Atlas et Rif), appartiennent à une seule et même espèce : la truite fario *Salmo trutta macrostigma*. D'autre part, le niveau général de différenciation génétique entre ces populations est globalement très faible. Contrairement aux populations européennes de la même espèce qui montrent une diversité allozymique intrapopulationnelle assez importante (Guyomard & Krieg, 1983 ; Krieg, 1984 ; Presa-Martinez *et al.*, 1994 ; Antunes *et al.*, 2000), le niveau de polymorphisme révélé ici est quasiment nul. Cependant, malgré son caractère réduit, le peu de polymorphisme détecté présente un grand intérêt dans la caractérisation des pools génétiques de "souches" différentes, et joue le rôle d'un bon marqueur génétique à une échelle intraspécifique. La population de Zaouiat Sidi Hamza présente une spécificité nette par rapport à toutes les autres. Celle qui lui ressemble le plus (population de l'oued Tizguit) n'est pas une population du même domaine biogéographique, qui est le Haut Atlas, mais plutôt d'un domaine voisin, celui du Moyen Atlas. La population de Zaouiat Sidi Hamza constitue donc, selon toute vraisemblance une souche de la truite fario *Salmo trutta macrostigma* génétiquement distincte des autres populations, qui possèdent toutes un point commun : l'absence presque totale de polymorphisme. L'allèle 95 caractéristique de la population de Zaouiat Sidi Hamza constitue un bon marqueur génétique chez cette espèce. Il permettra à l'avenir de rattacher (ou non) des

individus d'origine douteuse à la population de Zaouiat Sidi Hamza en fonction de la présence/absence de l'allèle 95. Il permettra également de suivre le succès de l'introduction des individus originaires de Zaouiat Sidi Hamza dans d'autres sites.

L'absence de polymorphisme chez les autres populations autochtones peut s'expliquer par le concours de plusieurs facteurs liés à l'amenuisement des stocks ayant inéluctablement conduit à un goulot d'étranglement (Harry, 2001) sous l'effet notamment de la surexploitation, de l'introduction d'autres espèces compétitives de poissons telles que la carpe algivore commune *Cyprinus carpio carpio*, qui ont d'ailleurs réussi à l'éliminer dans certains sites comme le lac d'Aguelmam Sidi Ali ; et des déficits hydriques dans les cours d'eau à débits faible et moyen, suite à plus de 25 ans de sécheresse et de faibles précipitations.

L'espèce initialement décrite sous le nom de *Salmo akairos* (Delling & Doadrio, 2005) dans le lac Ifni semble plutôt être un écotype d'eaux stagnantes de haute altitude et non une espèce différente. Le terme écotype fait appel à une adaptation des individus d'une espèce donnée à des conditions écologiques particulières. Ce qui se traduit par un changement au niveau de leur phénotype (morphologie, morphométrie et/ou comportement). Les différences consistent ici spécialement au niveau de la couleur de la robe ; où l'on note la présence de taches d'un rouge vif chez certains individus du lac Ifni. Les individus des autres sites, et particulièrement des rivières possèdent aussi des taches, sauf qu'elles sont plus atténuées. D'ailleurs, même à l'intérieur de la population du lac Ifni, on a constaté des différences parfois notables dans l'intensité de la coloration de la robe et particulièrement au niveau des taches rouges.

Concernant la population récemment éteinte au niveau du lac Aguelmam Sidi Ali (Moyen Atlas), décrite jusque-là probablement à tort comme espèce à part entière *S. pallaryi*, seule l'analyse du polymorphisme d'ADN permettra de se prononcer avec plus de certitude quant à son statut taxinomique et d'éviter ainsi d'avancer toute hypothèse spéculative. A cet effet, des petits bouts de nageoires prélevés sur quelques spécimens faisant partie des collections pourront suffire pour l'extraction d'ADN. La comparaison à l'aide de marqueurs RFLP ou microsatellites entre l'échantillon *S. pallaryi* et l'un des échantillons autochtones de *S. trutta macrostigma* permettra vraisemblablement d'éclaircir la situation.

Pour ce qui est des deux espèces *S. trutta macrostigma* et *O. mykiss*, il ressort clairement des résultats obtenus dans le présent travail que les deux espèces sont génétiquement très différentes, et méritent amplement leurs statuts d'espèces différentes, comme en atteste le nombre considérable de *loci* diagnostiques qui existe entre elles. Ces résultats permettent aussi de mieux comprendre leur appartenance à deux genres différents. Le fait qu'elles possèdent plusieurs *loci* identiques témoigne incontestablement de leur fort degré d'apparentement (un même ancêtre commun). Par ailleurs, on ne détecte aucune trace de pollution entre les deux pools génétiques car aucun hybride entre les allèles alternatifs à l'un des *loci* diagnostiques n'a été relevé.

Ces allèles sont fixés de manière différentielle chez les deux taxons et témoignent de l'efficacité de la barrière d'isolement reproductif entre les deux espèces.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans la présente étude, menée sur 140 individus représentant 9 populations marocaines autochtones de la truite fario *Salmo trutta macrostigma* à 29 loci enzymatiques, ont mis en évidence un taux de polymorphisme quasi-nul, inférieur à 5%. Cette chute drastique de la diversité génétique intra populationnelle associée à un manque presque total de différenciation génétique inter populationnelle apportent un témoignage incontestable d'une très forte érosion génétique dont a été victime cette espèce à fort potentiel halieutique et aquicole, résultat notamment d'une surexploitation abusive et excessive des stocks naturels en plus des méfaits de la pollution, de la sécheresse et du braconnage. Cette perte en ressources génétiques rend par conséquent l'espèce plus vulnérable et sujette même à l'extinction si des mesures sérieuses de sauvegarde et de repeuplement ne sont pas prises très rapidement.

RÉFÉRENCES

- Antunes, A., Ferrand, N. and Alexandrino, P. 2000. A highly polymorphic plasma protein locus in Brown trout (*Salmo trutta L.*) populations from Portugal. *Biochemical Genetics*, 38(7/8): 217-226.
- Ayala, F.J. and Powell, J.R. 1972. Allozymes as diagnostic characters of sibling species of *Drosophila*. *Proceedings of National Academy of Science U.S.A.*, 69(5): 1094-1096.
- Baglinière, J.L. 1999. Introduction : the brown trout (*Salmo trutta L.*) : its origin, distribution, economic and scientific significance. In : Biology and ecology of the brown and sea trout (Baglinière J. L. et G. Maisse, eds.), Springer - Paraxis, Chichester, UK.
- Blanc, F., Jaziri, H. et Durand, P. 1986. Isolement génétique et taxonomie des huîtres plates dans une lagune de Méditerranée occidentale. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série III*, 111: 207-210.
- Delling, B. and Doadrio, I. 2005. Systematics of the trouts endemic to Moroccan lakes, with description of a new species (*Teleostei: Salmonidae*). *Ichthyology and Exploration of Freshwaters*, 16(1): 49-64.
- Duméril, A. 1855. *Salmo trutta macrostigma*. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 47 : 160.
- Féral, J.-P. 2002. How useful are the genetic markers in attempts to understand and manage marine biodiversity ? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 268 : 121-145.
- Guyomard, R. and Krieg, F. 1983. Electrophoretic variation in 6 populations of brown trout (*Salmo trutta L.*). *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, 23: 403-413.
- Harry, M. 2001. *Génétique moléculaire et évolutive*. Maloine eds, Paris, 326 p.
- Haut Commissariat aux Eaux et Forêts 2010. *Rapport annuel de la pêche dans les eaux continentales du Maroc*, saison 2009-2010 , 25p.
- Ibn Majdoub Hassani, L., Khodari, M. et Alaoui-M'hamdi, M. 2002. Etude du régime alimentaire de deux souches de truite arc-en-ciel marocaine et bulgare dans deux plans d'eau du Moyen Atlas Amghass I et Amghass II. *Revue des Sciences de l'Eau – Réseaux trophiques et biodiversité des milieux aquatiques*, 15(1): 165-176.
- Joleaud, L. 1938. Etude de géographie zoologique sur la Berbérie. Les truites. *Hesperis. Archives berbères et Bulletin de l'Institut des Hautes Etudes Marocaines*.
- Krieg, F. 1984. *Recherche d'une différenciation génétique entre populations de Salmo trutta*. Thèse de 3^{ième} cycle, Université Paris-Sud, Orsay.
- Mayr, E. 1942. *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press, New York.

- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachussets, 453 p.
- Melhaoui, M. 1994. *Écologie des ressources halieutiques des eaux continentales à intérêt économique : anguillidae, salmonidae*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Oujda, 155 p.
- Mouslih, M. 1987. Introduction des poissons et d'écrevisses au Maroc. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 20(1): 65-72.
- Pasteur, N., Pasteur, G., Bonhomme, F., Catalan, J. et Britton-Davidian, J. 1987. *Manuel technique de génétique par électrophorèse des protéines*. Lavoisier eds, Paris, 232 p.
- Pellegrin, J. 1921. Les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord Française (Maroc, Algérie, Tunisie, Sahara). *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, 1(2): 1-216.
- Pellegrin, J. 1924. Description de Mormyridés nouveaux récoltés au Congo Belge par le Dr. Schouteden. *Revue Zoologique Africaine*, 12(1): 1-8.
- Presat-Martinez, P., Krieg, F., Estoup, A. et Guyomard, R. 1994. Diversité et gestion génétique de la truite commune: apport de l'étude du polymorphisme des loci protéiques et microsatellites. *Genetics Selection Evolution*, 26(1): 183-202.
- Werner, F. 1931. Ergebnisse einer zoologischen Forschungsreise nach Marokko. III. Unternommen 1930 mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in Wien von Franz Werner und Richard Ebner. III. Amphibien und Reptilien. *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien Mathem.-Naturw.*, Sect. 1, 140: 272-318.