

Etude préliminaire des caractéristiques biochimiques et moléculaires d'*Aeromonas hydrophila* isolées du milieu marin

Preliminary study of biochemical and molecular characteristics of *Aeromonas hydrophila* strains isolated from sea water

Fatma Lakhal*, Monia El Bour*¹, Bouhawalla Balkis**, Amor El Abed*

* Institut National des Sciences et Technologie de la Mer. 28 rue du 2 mars 1934, 2025 Salammbô. Tunisie

** Institut Pasteur de Tunis. 13 place Pasteur, BP 74, 1002 Tunis. Tunisie

1. Correspondant : monia.elbour@instm.nrnt.tn

Abstract

Lakhal F., M. El Bour, B. Balkis, A. El Abed, 2005 [Preliminary study of biochemical and molecular characteristics of *Aeromonas hydrophila* strains isolated from sea water]. *Mar. Life*, 15 (1-2) : 13-18.

A total of 22 strains of *Aeromonas hydrophila* isolated from the marine environment were studied to determine its morphological, biochemical and molecular characteristics as well as their sensibility to different antibiotic compounds. Biotyping methods used allowed us to identify 15 different biochemical profiles (15 biotypes) within the species *A. hydrophila*. The antimicrobial screening showed that all the strains identified were resistant to more than 5 different antibiotics. The higher incidence of resistance was shown for β -lactam antibiotics, macrolids and aminosides. Among strains tested, 16% produce bacteriocin-like substance (BLS). Extrachromosomal analysis of eight strains showed the presence of one to three plasmids with molecular masses ranging from 1.2 MDa and 14.4 MDa. A 14.4 MDa plasmid was common to all plasmid-positive strains. Nevertheless, no specific correlation was found between biochemical reaction patterns distinguished and antibiotic resistance profiles on the one hand, and plasmid profiles and BLS production on the other hand.

KEY-WORDS :

Aeromonas hydrophila, antibiotics, bacteriocin, plasmids.

Résumé

Lakhal F., M. El Bour, B. Balkis, A. El Abed, 2005 Etude préliminaire des caractéristiques biochimiques et moléculaires d'*Aeromonas hydrophila* isolées du milieu marin. *Mar. Life*, 15 (1-2) : 13-18.

Une collection de souches d'*Aeromonas hydrophila* (22 souches) prélevées dans la lagune de Bizerte en Tunisie (printemps 2003) a été étudiée en vue de déterminer ses caractéristiques morphologiques, biochimiques, antibiotypiques au préalable de l'étude de la survie en conditions d'oligotrophie. D'après les résultats de l'étude biochimique, 15 biotypes ont été identifiés. Les résultats de l'étude antibiotypique montrent une multirésistance des souches identifiées à plus de cinq antibiotiques différents. C'est la résistance aux bêta-lactamines, ainsi qu'aux macrolides et aux aminosides qui sont les plus fréquents. Parmi les souches étudiées, 16% produisent des substances inhibitrices de bactéries ou Bactériocine-Like (SIBL). Les profils plasmidiques réalisés pour 8 souches d'*Aeromonas hydrophila* montrent la présence d'une à trois bandes plasmidiques dont la taille moléculaire approximative est comprise entre 1,2 MDa et 14,4 MDa. Parmi les profils déterminés, une bande plasmidique commune dont le poids moléculaire approximatif est de 14,4 MDa est observée chez six des souches *Aeromonas hydrophila* testées. Néanmoins, nous n'avons pas observé de corrélation apparente entre les biotypes et antibiotypes identifiés, d'une part, et les profils plasmidiques et les bactériocinotypes identifiés, d'autre part.

MOTS CLÉS :

Aeromonas hydrophila, antibiotiques, bactériocines, plasmides.

Introduction

Aeromonas hydrophila, espèce ubiquiste des écosystèmes aquatiques, a été fréquemment isolée aussi bien des eaux douces qu'en eau de mer. Sa présence est constatée dans les effluents et les estuaires, les eaux potables et minérales et dans certains aliments (Kerstens *et al.*, 1995). Cette espèce opportuniste impliquée dans des cas d'infections de poissons d'eau douce et d'eau de mer a été relativement peu étudiée en milieu marin (Fiorentini *et al.*, 1998 ; Nielsen *et al.*, 2001). En Tunisie, peu d'études ont porté sur la caractérisation des bactéries de cette espèce dans l'environnement aquatique. Ainsi, le présent travail concerne l'étude des caractéristiques biochimiques, antibiotypiques et profils plasmidiques d'*Aeromonas hydrophila* isolées dans un site lagunaire tunisien.

Matériel et méthodes

Isolément et caractérisation biochimique des souches

Vingt-deux souches d'*Aeromonas hydrophila* ont été isolées sur milieu Trypto-caseine Soja Agar après enrichissement en eau tryptonée pendant 24 à 48 h d'incubation à 30°C. Ces isoléments ont été effectués à partir de prélèvements d'eaux (10 souches), de bivalves (moules et palourdes : 8 souches) et de sédiments (4 souches). De plus, un autre ensemble de souches d'*Aeromonas hydrophila* (8 souches) a été étudié, dont 4 souches en provenance du Laboratoire de Pathologie des Poissons (Université d'Agriculture et Vétérinaire du Danemark) et isolées de poissons (*Monopterus albus* et *Ictiobus cyprinellus*) et 4 souches en provenance de la collection du Laboratoire de Microbiologie de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, en France. Toutes les souches ont été identifiées sur la base de leurs réponses aux tests culturels, sensibilité à l'agent vibriostatique O/129 et la novobiocine, ainsi qu'aux tests enzymatiques et métaboliques du système API 20NE.

Caractérisation antibiotypique

La résistance des souches a été déterminée vis-à-vis d'un large spectre d'antibiotiques représentant les différentes familles et englobant ceux utilisés en aquaculture. Ces antibiotiques sont : la pénicilline G, l'amoxicilline, oxacilline, céfoxitine, céftriaxone, streptomycine, tobramycine, néomycine, chloramphénicol, tétracycline, furanes, triméthoprim-sulfamide, rifampicine, acide oxolinique et oléandomycine.

C'est la méthode de l'antibiogramme de Chabbert (1982) qui a été appliquée pour tester toutes les souches d'*Aeromonas hydrophila* étudiées.

Recherche d'activité bactériocinotypique

Les bactéries de l'espèce *A. hydrophila* sont susceptibles de produire des substances inhibitrices d'autres bactéries pathogènes en aquaculture, rendant leur isolement plus fréquent de cas de prélèvements polybactériens (Messi *et al.*, 2003). La production de substance Bactériocine-Like (SIBL) a été recherchée chez l'ensemble des souches étudiées par la technique de l'antagonisme différé de Govan (1986). Au préalable de leur typage, toutes les souches *A. hydrophila* ont été testées en bactéries indicatrices ou sensibles selon les deux techniques d'antagonisme simultané et antagonisme différé.

Extraction de l'ADN plasmidique

En vue de révéler d'éventuelles relations entre la présence de plasmides, d'une part, et la production de bactériocines et/ou la résistance aux antibiotiques, d'autre part, il a été procédé à l'identification de profils plasmidiques pour huit souches d'*Aeromonas hydrophila* choisies de différents biotypes et antibiotypes (présentant une résistance à plus de 7 antibiotiques différents) (**figure 2**). Cette analyse a été faite par la technique de la minipréparation (Kit Qiagen). La visualisation des bandes plasmidiques est obtenue par électrophorèse sur gel d'agarose à 0,8% après migration pendant 90 mn à 90 volts. Quatre souches d'*Aeromonas* ont été utilisées comme marqueurs positifs de bandes plasmidiques : *Aeromonas salmonicida* A₂₇ (présence de 3 bandes plasmidiques), *Aeromonas hydrophila* A₂₈ (présence d'une seule bande plasmidique), *Aeromonas caviae* A₂₉ (présence de 2 bandes plasmidiques) et *Aeromonas sobria* A₃₀ (présence d'une seule bande plasmidique).

Résultats

Les colonies d'*A. hydrophila* isolées cultivent sur différents milieux testés notamment : TSA, Zobell et TCBS. Sur ce dernier milieu utilisé couramment pour l'isolement des vibrios, les colonies d'*Aeromonas hydrophila* cultivent en acidifiant le saccharose. Les cellules sont des bacilles ou coccobacilles Gram négatif. Les souches produisent les enzymes respiratoires, oxydase et catalase et sont résistantes à l'agent vibriostatique O/129. Les résultats de tous les tests

Tableau I

Différents biotypes identifiés chez *A. hydrophila* testées.

(+): réponse positive au test; (-): réponse négative au test; (*): souche de référence; (V): Réponse variable.

Different biotypes described within the species *A. hydrophila*.

(+): positive reaction to the test; (-): negative reaction to the test; (*): reference strain; (V): variable reaction.

NO₃: nitrate de potassium; TRP: tryptophane; GLU: glucose; ADH: arginine; URE: urée; ESC: esculine; GEL: gélatine; PNPG: p-nitrophényl-β-D-galactopyranoside; ARA: arabinose; MNE: mannose; MAN: mannitol; NAG: N-acétyl-glucosamine; MAL: maltose; GNT: gluconate;

CAP: caprate; ADI: adipate; MLT: malate; CIT: citrate; PAC: phényl-acétate; OX: oxydase; CAT: catalase

REF	NO3	TRP	GLU	ADH	URE	ESC	GEL	PNG	GLU	ARA	MNE	MAN	NAG	MAL	GNT	CAP	ADI	MLT	CIT	PAC	OX	CAT	F%
B1	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	26.9
B2	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	11.5
B3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	7.69
B4	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7.69
B5	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	7.69
B6	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	3.8
B7	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	3.8
B8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	3.8
B9	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	3.8
B10	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	3.8
B11	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	3.8
B12	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	3.8
B13	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	3.8
B14	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	3.8
B15	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	3.8
A23*	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	
A24*	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	
A25*	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
A26*	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	
Total des souches																							26

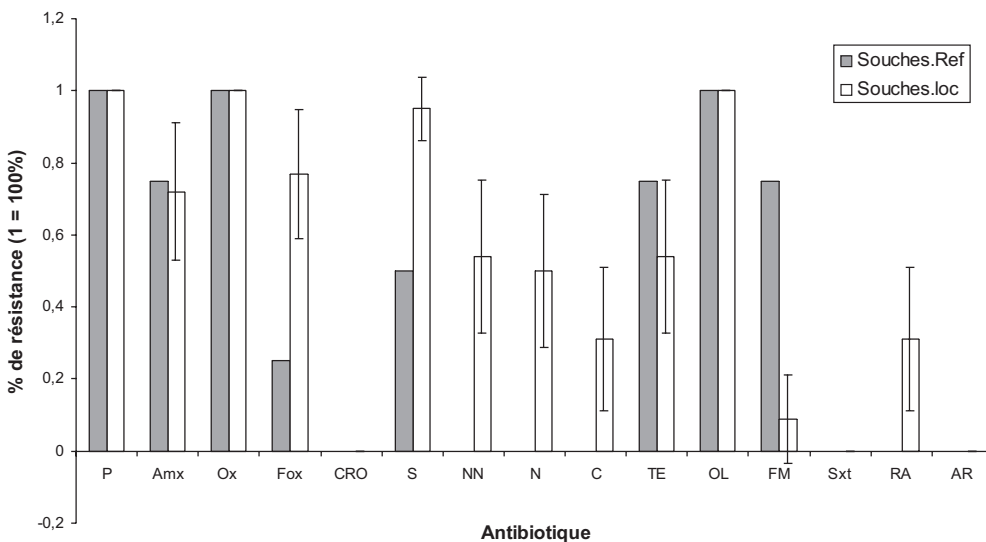


Figure 1

Profils de résistance des souches *A. hydrophila* isolées aux antibiotiques testés.

Anti-microbial resistance rates obtained for tested *A. hydrophila* strains to different antibiotics.

P: pénicilline G (1); AMX: amoxicilline; OX: oxacilline (3); FOX: céfoxitine; CRO: ceftriaxone; S: streptomycine; NN: tobramycine; N: néomycine; C: chloramphénicol; TE: tetracycline; FM: furanes (4); SXT: triméthoprine-sulfamide; RA: rifampicine; AR: acide oxolinique; OL: oléandomycine.

réalisés sont illustrés sur le tableau I. Ces résultats montrent que l'ensemble des souches produisent plusieurs enzymes: nitrate réductase, tryptophane désaminase, esculine réductase et métabolisent plusieurs carbohydrates (glucose, arabinose, mannose, N-acétyl glucosamine, maltose, caprate, adipate, citrate et phényl-acétate). A la base de la variabilité des

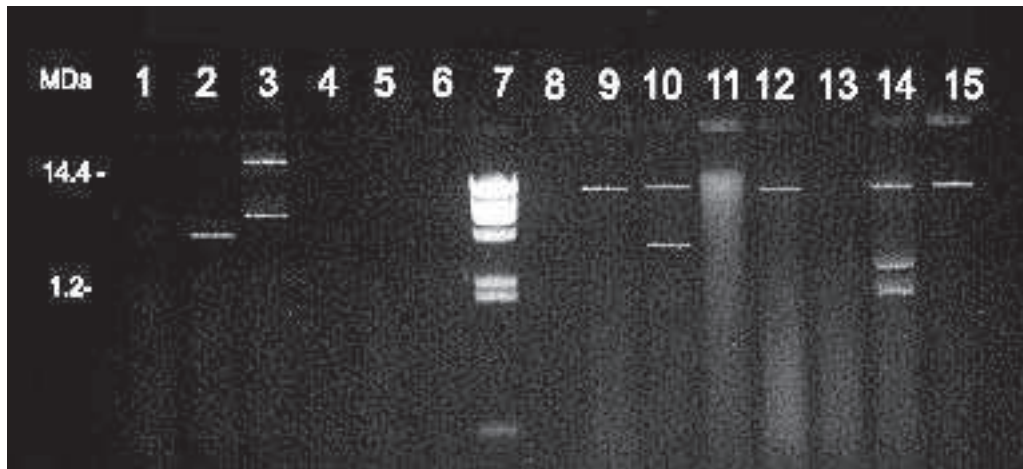
réponses des souches aux autres tests (production d'arginine dihydrolase, gélatinase et métabolisme du caprate, adipate, citrate et phényl acétate), 15 biotypes différents ont pu être identifiés.

La figure 1 illustre les différents profils de résistance des souches isolées aux antibiotiques testés. Les souches présentent une ou plusieurs résistances aux

Tableau II

Différents profils bactériocinotypiques des souches d'*A. hydrophila*. (+) : présence d'inhibition ; (-) : absence d'inhibition
Different BLS production profiles within the species A. hydrophila.

Souche indicatrice	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26
Souche productrice																									
A1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+
A3	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
A4	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A6	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A8	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A9	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A10	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
A11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A17	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
A19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
A24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
A25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

**Figure 2**

Profils plasmidiques des souches d'*A. hydrophila*. Les tailles (en MDa) indiquées à gauche sont celles du marqueur [phage λ digéré par Hind III] (Puit 7). Les puits 1 à 6 : A à 6 : A₂₇ ; A₂₈ ; A₂₉ ; A₃₀ ; A₂₃ ; A₂₄. Les puits 8 à 15 : A₅ ; A₁₀ ; A₁₁ ; A₁₄ ; A₁₆ ; A₁₅ ; A₆

Plasmid profiles of A. hydrophila strains. The sizes indicated on the left are those of the markers (Hind III digest of λ DNA). Lanes 1 to 6: plasmid DNA from isolates: A₂₇; A₂₈; A₂₉; A₃₀; A₂₃; A₂₄. Lanes from 8 to 15: plasmid DNA from isolates: A₅; A₁₀; A₁₁; A₁₄; A₁₆; A₁₅; A₆.

quinze antibiotiques testés. C'est la résistance aux bêta-lactamines (pénicilline et oxacilline), ainsi qu'à l'oléandomycine et à la streptomycine qui sont les plus fréquentes.

Aussi, les résultats obtenus montrent que les caractères de résistance aux antibiotiques sont variables pour *A. hydrophila* présentant le même biotype (une résistance à 9 et 10 antibiotiques différents pour les souches du biotype B₃).

Les différents profils d'antagonisme révélés pour *A. hydrophila* productrices de bactériocines sont illustrés sur le tableau II. Selon ces résultats, quatre souches parmi vingt-cinq soit 16% du total des souches produisent des bactériocines inhibitrices pour 30% à 33% des souches indicatrices testées. D'après les profils d'antagonismes obtenus, les souches productrices de substances antagonistes sont auto-immunes à l'effet de leurs substances inhibitrices. *A. hydrophila* produc-

trices de SIBL appartiennent à différents biotypes et antibiotypes.

La description des profils plasmidiques pour *A. hydrophila* isolées est illustrée sur la figure 2. Selon ces résultats, nous avons constaté une fréquence assez importante d'*A. hydrophila* hébergeant plus qu'un plasmide. Parmi ces bactéries, 6 souches présentent une à trois bandes plasmidiques dont les tailles varient de 1,2 MDa à 14,4 MDa. Par ailleurs, ces souches portant des plasmides présentent une même bande plasmidique dont la taille approximative est de 14,4 MDa (23,1 Kb). Toutes ces bactéries appartiennent à des biotypes différents. La comparaison de leurs profils antibiotypiques montre une résistance commune aux antibiotiques suivants : pénicilline, amoxicilline, oxacilline, céfoxitine, tétracycline et oléandomycine. Parmi ces bactéries, une seule souche est productrice de bactériocines.

Discussion

Sur le plan biochimique, les résultats obtenus montrent que les souches d'*A. hydrophila* isolées d'un milieu lagunaire montrent les caractères du genre *Aeromonas* notamment : bacille Gram négatif, fermente le glucose, oxydase positive et résistante à l'agent O/129. Ces souches produisent plusieurs enzymes et métabolisent plusieurs carbohydrates. Ces résultats rejoignent ceux de Noterdaeme *et al.* (1991) pour *A. hydrophila* isolée du milieu dulçaquicole. Par ailleurs, nos résultats suggèrent la présence d'au moins quinze profils biochimiques différents au sein des souches isolées. Une étude antérieure d'El Bour *et al.* (2001), a montré la présence de plus de cinquante-deux biotypes différents au sein d'une collection d'*A. hydrophila* isolées en milieu marin. Cette variabilité de réponses suggère soit une hétérogénéité au sein de l'espèce *A. hydrophila*, soit qu'il s'agit d'autres espèces d'*Aeromonas*. Cependant, les réponses de ces 26 souches isolées du milieu marin restent proches de celles de collections d'*A. hydrophila* isolées en d'autres conditions. En effet, lorsqu'on compare les fréquences d'apparition des caractères biochimiques obtenues pour l'ensemble des souches « sauvages » étudiées à celles des fréquences de réactions positives pour *A. hydrophila* (Api ZONE, Catalogue analytique ... Bio Mérieux, Réf 20090, 5^e édition 1992), on constate que les principales divergences portent seulement sur quelques caractères. Il s'agit principalement de l'uréase avec 35 % de positif pour les 26 souches (0 % pour Api), la gélatinase (97 %

positive chez Api et 54 % pour les présents résultats) et l'utilisation de 3 composés comme uniques sources de carbone (CAP positif pour 89 % des souches chez Api pour 42 % dans les cas de la présente étude, CIT utilisé ici par 88 % des souches pour, seulement 37 % pour Api et surtout pour PAC qui est assimilé par 96 % des souches étudiées et pour aucune chez Api). Ces variations sont peut-être le résultat de pressions environnementales locales ou particulières au milieu marin.

Les résultats de l'étude de la sensibilité des souches aux antibiotiques montrent encore une fois la fréquence assez importante du caractère de multirésistance au sein des bactéries marines. Ainsi, les souches étudiées sont toutes résistantes à plus d'un antibiotique. Ces résultats sont en concordance avec les travaux antérieurs de Dellali (2001) et Vila *et al.* (2002). La résistance la plus fréquente concerne les β -lactamines et les macrolides. Les résultats de notre étude montrent également que les souches isolées sont résistantes aux aminosides, aux céphalosporines de deuxième génération et aux cyclines. Nos résultats rejoignent aussi ceux de nombreux travaux qui ont rapporté un faible taux de résistance de l'espèce *Aeromonas hydrophila* aux phénicols, aux rifamycines et aux sulfamides (Hamze *et al.*, 1998), produits qui pourraient être utilisés comme antibiotiques de relais pour les cas de zoonoses en aquaculture. Par ailleurs, l'étude de l'activité bactériocinotypique chez *Aeromonas hydrophila* montre que ce caractère est peu fréquent pour ces souches isolées du milieu marin. Des résultats similaires ont été décrits pour des souches isolées au Japon par Nair et Simidu (1987). Selon ces auteurs, l'absence ou le faible taux d'activité antibactérienne chez *Aeromonas hydrophila* peut être attribué à l'état trophique de ces bactéries qui tend à modérer la production des SIBL. D'autre part, l'étude des profils plasmidiques nous a permis d'identifier une ou plusieurs bandes plasmidiques chez au moins 75% des souches testées. Le poids moléculaire approximatif de ces bandes est compris entre 1,2 MDa et 14,4 MDa. Ces résultats rejoignent ceux de Messi *et al.* (2003) qui ont montré que 70% des souches d'*Aeromonas hydrophila* isolées des eaux sont porteuses d'un ou de plusieurs plasmides dont le poids moléculaire est compris entre 2,1 MDa et 41,5 MDa. Par ailleurs, toutes les souches portant des plasmides sont de biotypes différents. Ces résultats appuient ceux de Noterdaeme *et al.* (1991) et Brown *et al.* (1997) pour qui, il n'y aurait pas de relation entre les profils plasmidiques et un biotype donné. Une bande plasmidique commune a été observée dans le cas de notre étude chez six souches multirésistantes

dont le poids moléculaire approximatif est de 14,4 MDa. Par ailleurs, Messi *et al.* (2003) ont montré la présence de plasmides dont le poids moléculaire est compris entre 2,1 et 41,5 MDa chez des souches d'*Aeromonas hydrophila* productrices de substances inhibitrices. Des études plus approfondies sur ces plasmides pourraient permettre d'élucider des corrélations éventuelles entre la bactériocinotypie, l'antibiotype et les différents profils plasmidiques obtenus.

Remerciements

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de pathologie à l'INSTM. Les auteurs remercient le Pr Max Bechet et le Pr Michael Engelbrecht Nielsen d'avoir accepté de nous transmettre les souches de leurs collections.

Bibliographie

- Brown R.L., K. Sanderson, S.M. Kirov**, 1997 - Plasmids and *Aeromonas* virulence. *FEMS Immun. med. Microbiol.*, **17** : 217-223.
- Chabbert Y.A.**, 1982 - L'antibiogramme. In : *Bactériologie médicale*. L. Le Miror, M. Véron (eds), Flammarion, Médecine Science, Paris, pp : 205-212.
- Dellali M.**, 2001 - *Utilisation d'indicateurs microbiologiques chez Ruditapes decussatus et Mytilus galloprovincialis dans la biosurveillance de la lagune de Bizerte : Validation de certains biomarqueurs*. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences de Bizerte, 117 pp.
- El Bour M., H. Attia El Hili, R. Mraouna, W. Ayari**, 2001 - Bacterial study of mesophilic *Aeromonas* distribution in Shellfish. In : *Proceedings of the fifth international conference on the mediterranean coastal environment, MEDCOAST*, **1**, pp : 557-565.
- Fiorentini C., E. Barbieri, L. Falzano, P. Matarrese, W. Baffone, A. Pianetti, M. Katouli, I. Kühn, R. Möllby, F. Bruscolini, A. Casiere, G. Donelli.**, 1998 - Occurrence, diversity and pathogenicity of mesophilic *Aeromonas* in estuarine waters of the Italian coast of the Adriatic Sea. *J. appl. Microbiol.*, **85** : 501-511.
- Govan J.R.W.**, 1986 - *In vivo* significance of bacteriocins and bacteriocin receptors. *Scand. J. Infect. Dis.*, Suppl. **49** : 31-37.
- Hamze M., F. Dabboussi, D. Izard**, 1998 - Sensibilité à 23 antibiotiques de 83 souches d'*Aeromonas hydrophila* isolées d'eaux libanaises. *Cah. Assoc. sci. europ. Eau Santé*, **3** : 91-96.
- Kerstens I., L. Van Vooren, G. Huys, P. Janssen, K. Kersters, W. Verstraete**, 1995 - Influence of temperature and process technology on the occurrence of *Aeromonas* species and hygienic indicator organisms in drinking water production plants. *Microb. Ecol.*, **30** : 203-218.
- Messi P., E. Guerrieri, M. Bondi**, 2003 - Bacteriocin-like substance (BLS) production in *Aeromonas hydrophila* water isolates. *FEMS Microbiol. Letts*, **220** : 121-125.
- Nair S., U. Simidu**, 1987 - Distribution and significance of heterotrophic marine bacteria with antibacterial activity. *Appl. environ. Microbiol.*, **53** : 2957-2962.
- Nielsen M.E., L. Hoi, A.S. Schmidt, D. Qian, T. Shimada, J.Y. Shen, J.L. Larsen**, 2001 - Is *Aeromonas hydrophila* the dominant motile *Aeromonas* species that causes disease outbreaks in aquaculture production in the Zhejiang province of China ? *Dis. aquat. Org.*, **46** : 23-29.
- Noterdaeme S., K. Bigawa, A. Williams, F. Ollevier**, 1991 - Biochemical and physiological characteristics and plasmid profiles of *Aeromonas hydrophila* strains, isolated from freshwater fish and from fresh water. *J. Fish Dis.*, **14** : 313-321.
- Vila J., F. Marco, L. Soler, M. Chacon, M.J. Figueras**, 2002 - In vitro antimicrobial susceptibility of clinical isolates of *Aeromonas caviae*, *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas veronii* biotype *sobria*. *J. antimicrob. Chemother.*, **49** : 697-702.

Reçu en novembre 2003 ; accepté en janvier 2006.
Received November 2003; accepted January 2006.