



## Biotypes de *Escherichia coli* isolés des poissons et de l'eau de la lagune de Fresco, Côte d'Ivoire.

Biotypes of *Escherichia coli* isolated from fish and water of Fresco lagoon, Côte d'Ivoire.

Nadège KOUADIO <sup>1&2</sup>, Adjehi DADIE<sup>1</sup>, Ama ADINGRA <sup>2</sup>, Yolande AKE<sup>3</sup>, Koffi DJE <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université d'Abobo-Adjamé 02 BP 801 Abidjan, Côte d'Ivoire ;

<sup>2</sup>Centre de Recherches Océanologiques, BP V18 Abidjan, Côte d'Ivoire ;

<sup>3</sup>Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole BP 32 Abidjan

Auteur correspondant : [thomasdadie@yahoo.fr](mailto:thomasdadie@yahoo.fr)

Original submitted in 15<sup>th</sup> November 2010. Published online at [www.biosciences.elewa.org](http://www.biosciences.elewa.org) on February 7, 2011.

### RESUME

**Objectif :** Déterminer par biotypage la diversité biologique de *Escherichia coli* isolé du milieu lagunaire de Fresco.

**Méthodologie et résultats :** Au total, 412 échantillons ont été prélevés dont 252 d'eau et 160 de quatre espèces de poisson appartenant au genre *Tylochromis*, *Sardinella*, *Chrysichthys* et *Sarotherodon*. Les souches de *E. coli* isolées selon la technique des membranes filtrantes et identifiées par les méthodes conventionnelles de bactériologie, ont été l'objet d'un biotypage. La prévalence des souches de *E. coli* dans l'ensemble des échantillons analysés est de 60,4% dont, 42% pour l'eau et 18,4% pour les poissons. Quatorze profils biochimiques différents, qui se distinguent principalement par la fermentation du rhamnose et du saccharose ont été identifiés. Les biotypes les plus isolés sont le biotype 6 (53,4%) qui fermente le saccharose et le biotype 1 (25,7%) qui est le biotype typique, saccharose négatif, identique à celui de la souche de référence ATCC 25922. Huit biotypes sont spécifiques aux souches de l'eau et deux autres à celle des poissons.

**Conclusion et applications :** La lagune de Fresco héberge différentes souches de *E. coli* rencontrées à la fois dans l'eau et dans quatre espèces de poissons pêchées dans ce milieu. La présence de ce marqueur biologique indique qu'il se produit une contamination du milieu ; ce qui peut représenter un risque d'infection de la population riveraine, s'il existe dans ces biocontaminants des agents pathogènes. La diversité des biotypes dénote des sources de contamination d'origines diverses ou une adaptation probable des souches aux différents écosystèmes étudiés. Il est donc important pour les autorités de la ville de Fresco de mener des campagnes de sensibilisation auprès de la population afin de préserver l'intégrité du milieu. Il est nécessaire d'étudier si la présence de facteurs de virulence est liée à des biotypes particuliers.

**Mots clés :** *Escherichia coli*, biotypes, lagune, eau, poissons, Fresco, Côte d'Ivoire.

### ABSTRACT

**Objective:** To determine by biotyping the biological diversity of *Escherichia coli* isolated from the lagoon of Fresco.

**Methodology and Results:** In total, 412 samples were collected including 252 for water and 160 belonging to four species of fish to the genus *Tylochromis*, *Sardinella*, *Chrysichthys* and *Sarotherodon*. Strains of *E. coli* isolated by membrane filter technique and identified by conventional methods of bacteriology, were the subject of a biotyping. The prevalence of strains of *E. coli* in all samples analyzed was 60.4% whose, 42%

for water and 18.4% for fish. Fourteen different biochemical profiles, which are distinguished primarily by the fermentation of rhamnose and sucrose, were identified. Biotypes 6 (53.4%) and 1 (25.7%) which ferment respectively sucrose and not are most isolated. Biotype 1 corresponding to the reference strain ATCC 25922. Eight biotypes are specific to water and two for fishes.

**Conclusion and applications:** The lagoon hosts different strains of *E. coli* encountered in both water and four species of fish caught in the middle. The presence of this biological marker is an expression of environmental contamination which can cause a risk of infecting the local population if it contains pathogens. The diversity of biotypes can be explained by the fact that there are different sources of contamination or by the adaptation of strains to different environments. It is therefore important for the authorities of the town of Fresco to conduct awareness campaigns among the population to preserve the integrity of the environment. It's necessary to study whether the presence of virulence factors is related to specific biotypes.

**Keywords:** *Escherichia coli*, biotypes, lagoon, water, fish, Fresco, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, les villes d'Abidjan, de Grand-Lahou et Fresco se sont respectivement développées en bordure de lagune. Selon les travaux de Kouassi *et al.*, 2005 ; Konan *et al.*, 2008, les eaux de la lagune de Grand-Lahou sont impropres à tous types d'activités si on se réfère aux normes de l'OMS en matière de qualité des eaux. La pollution de cette lagune serait causée par une forte anthropisation et par le déversement abusif d'eaux résiduelles relevant d'activités domestiques et agro industrielles, rejetées sans aucun traitement préalable dans le milieu naturel (Lanusse et Guiral, 1988; Kouassi *et al.*, 1990 et 2005 et Guiral *et al.*, 1993). Par contre, selon Issola (2009), la lagune de Fresco, au plan chimique, n'est pas polluée à cause du fait que la ville est faiblement anthropisée (60700 habitants). Les autres données disponibles sur cette eau sont relatives à la biodiversité d'organismes supérieurs (Egnankou, 1985; Nicole *et al.*, 1987 ; Sankaré *et al.*, 1999 ; Egnankou *et al.*, 2004). L'aspect concernant la biodiversité microbienne n'a pas été rapporté. Cependant, le constat est que les populations se servent de cette eau pour des activités ménagères, notamment la cuisine, la vaisselle, la lessive ou comme eau de baignade et parfois même de boisson. De plus, les eaux usées

résultant de certaines de ces activités sont rejetés directement dans la lagune. Il se développe par ailleurs, autour de cette lagune, des activités d'élevage bovin, ovin, porcin et aviaire. Dans ces conditions, la lagune de Fresco serait probablement sujet à une pollution biologique de nature variée ; ce qui présenterait un risque sanitaire pour les populations riveraines si cette biocontamination comporte des organismes pathogènes. L'un des agents marqueurs de pollution hydrique, qui plus est témoin d'une contamination fécale, dont le genre comporte des espèces pathogènes ou constitue un indice de présence de pathogènes entériques est *Escherichia coli* (Araujo *et al.*, 1997 ; Ejaz *et al.*, 2001; Kjrshner *et al.*, 2004 ; Shar *et al.*, 2009). L'identification et la caractérisation de souches de *E. coli* isolés du milieu lagunaire permettrait d'apprécier non seulement le niveau de bio pollution hydrique, mais également de comprendre le mode de dissémination des biocontaminants et le risque d'exposition de la population à d'éventuels agents pathogènes entériques. Le but de cette étude est de déterminer par biotypage la diversité biologique des souches de *E. coli* isolés du milieu lagunaire de Fresco.

## MATERIEL ET METHODES

**Milieu d'étude :** La ville de Fresco est située à 227 km d'Abidjan à 9°32 de latitude nord et 6°29 de longitude ouest et fait partie de la région du sud Bandama en

Cote d'Ivoire. Son plan d'eau lagunaire qui est l'objet de notre étude s'étend d'Est en Ouest, sur une longueur d'environ 6 km, une largeur comprise entre 2

et 4 km avec une profondeur moyenne de 4 m et une superficie de 17 km<sup>2</sup> (Sankaré *et al.*, 1999 ; Egnankou *et al.*, 2004). Elle est arrosée par de nombreuses rivières dont le gnignro et le bolo qui terminent leur course dans la lagune (figure 1).

**Echantillonnage :** Sept stations (numérotées de 1 à 7) de prélèvement d'eau ont été choisies (figure 1) en fonction des différentes activités humaines et hydrologiques se déroulant sur l'étendue de la lagune et également des niches écologiques qui s'y trouvent. Le matériel est constitué des échantillons d'eau prélevés à la surface de la lagune de Fresco et des poissons pêchés dans cette lagune sur une période allant de janvier 2008 à juin 2009. Les espèces de poissons utilisées pour notre étude sont : *Tylochromis jenteki jenteki*, *Sardinella maderensis*, *Chrysichthys*

*nigrodigitatus* et *Sarotherodon melanotheron*. Le choix des espèces de poissons s'est fait en fonction de la disponibilité tout au long de l'année, de la demande sur le marché (les poissons les plus prisés par la population) et de la valeur qualitative. De plus, le choix est effectué sans distinction de sexe, de taille, de poids et d'âge.

Les échantillons d'eau sont prélevés dans des flacons en verre stérile de 1000ml (Pirex) par station à raison d'un échantillon par station et par mois. Ces échantillons sont conservés dans une glacière contenant des paillettes de glace, avant d'être acheminés au laboratoire d'analyse. Au total, 252 échantillons d'eau et 160 échantillons de poissons ont été analysés.

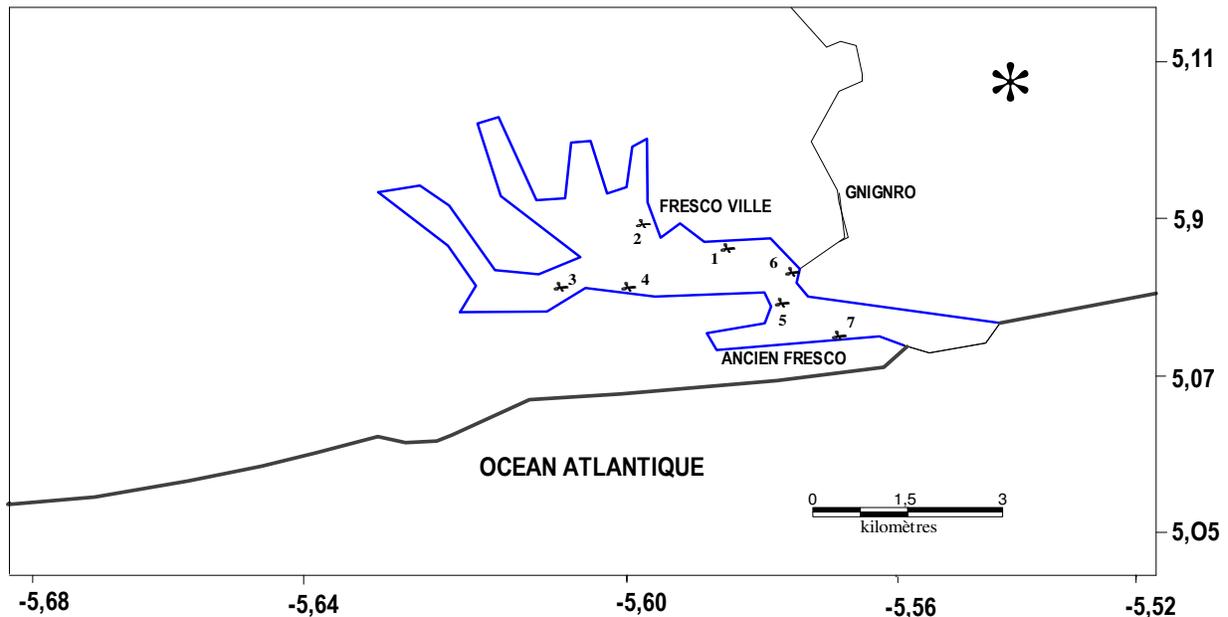


Figure 1 : Stations d'échantillonnage dans la lagune de Fresco.

**Méthodes d'analyse bactériologique :** Cent millilitres (100 ml) d'eau sont prélevés et filtrés sous vide sur une membrane circulaire millipore de 0,45µm de porosité et 47mm de diamètre à l'aide d'un appareil de filtration (station vide / Pression, REF-87419) selon la technique des membranes filtrantes (Haas et Heller, 1986 ; Shar *et al.*, 2008). Chaque membrane est ensuite déposée sur le milieu EMB (Merck) préalablement préparé pour l'isolement des *E. coli*.

Pour l'analyse visant l'isolement des souches du poisson, le matériel de dissection est stérilisé dans de l'alcool éthylique à 75 %. Les échantillons de poissons

frais sont nettoyés avec de l'alcool à 75% puis, 10 g de branchies et 10 g de viscères sont prélevés sur chaque échantillon de poisson et introduits dans un flacon contenant 90 ml du bouillon EPT (Merck). Les flacons sont portés à l'étuve 24 heures à 37°C. A partir du bouillon de culture, une gélose EMB (Merck) est ensemencée et incubée 24h à 37°C.

Les colonies violettes avec un reflet métallique, caractéristiques de *E. coli*, sont prélevées et une subculture est réalisée sur une gélose nutritive (Bio-Rad), qui est incubée 24h à 37°C. A partir des colonies obtenues une recherche de cytochrome oxydase et de

catalase ont été effectuées par utilisation respectivement de disques d'oxydase (Biomérieux) et d'eau oxygénée (Merck). La recherche des autres caractères biochimiques caractéristiques de biotype, s'est faite sur une galerie Api 20E, en utilisant le kit d'identification BioMerieux (Marcy l'Etoile- France). La galerie Api 20E estensemencée par un inoculum de 5

ml de suspension de colonie dans de l'eau distillée stérile et elle est incubée 24h à 37°C. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. Chaque profil est décodé en utilisant le catalogue analytique (BioMerieux).

## RESULTATS

**Prévalence des souches de *E. coli* :** Sur un total de 412 échantillons, 249 souches de *E. coli* ont été identifiées, soit une prévalence de 60,4%. L'eau a la

prévalence la plus élevée (69,5%). *Sarotherodon* présente la plus grande fréquence (11,7%) d'isolement de *E. coli* au niveau des poissons (figure 2).

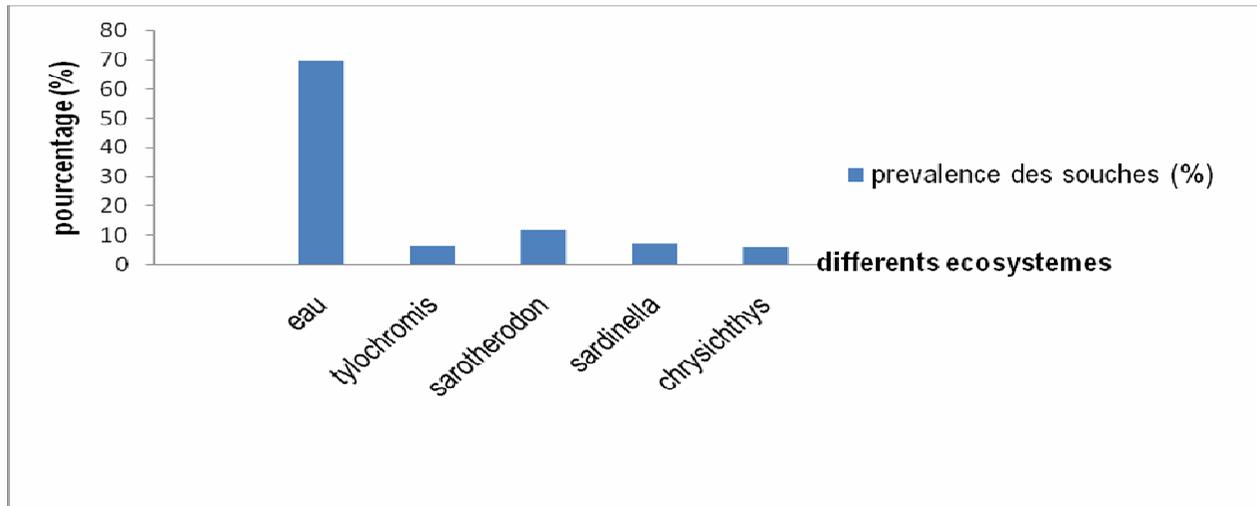


Figure 2: Prévalence des souches de *E. coli* selon les différents écosystèmes

**Biotypes des souches de *E. coli* :** Quatorze biotypes différents au niveau des *E. coli* ont été observés (tableau 1). Les différences biochimiques se situent au niveau de l'utilisation des sucres, tels que le rhamnose

(RHA), le saccharose (SAC), le sorbitol (SOR), l'inositol (INO) et des réactions de décarboxylations de la lysine (LDC), et de l'ornithine (ODC).

Tableau 1 : Caractères différentiels et fréquence d'isolement des biotypes

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
ONPG	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ADH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LDC	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
ODC	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
CIT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H <sub>2</sub> S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UREE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IND	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GEL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GLU	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MAN	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
INO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
SOR	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+
RHA	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
SAC	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+
MEL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AMY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fr. Biotype (%)	25,7	6,4	3,6	0,8	1,2	53,4	0,8	1,6	3,2	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8

B= biotype; Fr. Biotype= fréquence d'isolement des biotypes ; ONPG= OrthoNitroPhenyl b-Galactoside ; ADH= Arginine Dihydrolyase; LDC= Lysine Décarboxylase; ODC= Ornithine Décarboxylase; CIT= Citrate; H<sub>2</sub>S= Hydrogène Sulfuré; UREE= urée; TDA= Tryptophane Désaminase; IND= Indole; VP= Voges Proskauer; GEL= Gélatine; GLU= Glucose; MAN= Mannitol; INO= Inositol; SOR= Sorbitol; RHA= Rhamnose; SAC= Saccharose; MEL= Melibiose; AMY= Amygdaline; ARA= Arabinose; %= pourcentage. - =négatif à la réaction; +=positif à la réaction ; *Tylochromis*: *Tylochromis jenteki jenteki* ; *Sarotherodon*: *Sarotherodon melanoteron* ; *Sardinella*: *Sardinella maderensis* ; *Chrysichthys*: *Chrysichthys nigrodigitatus*.

Les différents biotypes obtenus sont comparés au biotype 1 (B1) qui selon Biomerieux correspond à la souche de référence de *Escherichia coli* ATCC 25922 (tableau 1). Les biotypes 4, 7, 11 et 12 sont sorbitol négatifs. Les biotypes 2, 3, 4, 5, 9, 10 et 11 sont tous ODC négatifs. Les biotypes 9, 10, 11, 12 et 13 sont LDC négatifs. Les biotypes 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12 et 14 ont l'utilisation ou non de l'un de ces sucres (inositol, sorbitol, rhamnose, saccharose) au moins en commun. Les biotypes fréquemment rencontrés sont 1 et 6 avec des fréquences d'isolement respectives de 25,7% et 53,4%. Les biotypes 2, 3 et 9 sont moyennement isolés à des fréquences respectives de 6,4 ; 3,6 et 3,2%. Les biotypes 4, 7, 11, 13 et 14, isolés tous à 0,8% ; et les biotypes 10 et 12 isolés à 0,4% ainsi que les biotypes 5 et 8 isolés à 1,2% et 1,6% font partie des biotypes faiblement rencontrés.

**Répartition des biotypes dans les écosystèmes :** Le tableau 2 montre l'effectif des souches des différents écosystèmes par biotypes. Au niveau des poissons, 76

souches sont réparties sur 6 biotypes différents dont 15 souches pour *Tylochromis jenteki jenteki*, 29 pour *Sarotherodon melanoteron*, 18 pour *Sardinella maderensis* et 14 pour *Chrysichthys nigrodigitatus*. Les souches de l'eau au nombre de 173 sont réparties sur 12 biotypes différents (tableau 2). Les biotypes 12 et 13 sont observés avec des fréquences de 0,4 et 0,8% uniquement au niveau des poissons. Le poisson le plus contaminé est *Sarotherodon melanoteron* avec 29 souches suivi de *Sardinella maderensis* (18 souches), de *Tylochromis jenteki jenteki* (15 souches) et de *Chrysichthys nigrodigitatus* (14 souches) (tableau 2).

Huit biotypes proviennent uniquement des souches isolées de l'eau, ce sont les biotypes 3, 4, 5, 7, 8, 10 11 et 14 dont les fréquences d'isolement sont respectivement de 3,6%, 0,8%, 1,2%, 0,8%, 1,6%, 0,4%, 0,8% et 0,8%. Ces biotypes sont tous faiblement isolés. Quatre biotypes ont été à la fois isolés de l'eau, et des poissons. Ce sont les biotypes 1, 2, 6 et 9.

**Tableau 2 :** Répartition des biotypes dans les différents écosystèmes

	nombre de souche	poissons				
		eau	<i>Tylochromis</i>	<i>Sarotherodon</i>	<i>Sardinella</i>	<i>Chrysichthys</i>
biotype1	64	37	0	26	0	1
biotype2	16	5	9	0	0	2
biotype3	9	9	0	0	0	0
biotype4	2	2	0	0	0	0
biotype5	3	3	0	0	0	0
biotype6	133	101	6	0	18	8

biotype7	2	2	0	0	0	0
biotype8	4	4	0	0	0	0
biotype9	8	5	0	1	0	2
biotype10	1	1	0	0	0	0
biotype11	2	2	0	0	0	0
biotype12	1	0	0	1	0	0
biotype13	2	0	0	1	0	1
biotype14	2	2	0	0	0	0
total	249	173	15	29	18	14

## DISCUSSION

Les 14 biotypes identifiés dans l'eau et dans les 4 espèces de poissons analysées, témoignent de la présence et de la grande diversité de *E. coli* dans le milieu lagunaire. La diversité au niveau des biotypes peut s'expliquer par le fait que les souches d'origine diverses (animales et humaines) se retrouvent dans le milieu sans traitement préalable. Le constat est que les populations riveraines utilisent la lagune comme un réceptacle de déchets (selles, effluents...). De plus, la présence de fermes de porc et de poulet à proximité de l'eau, peut également expliquer la biocontamination. En effet, les déchets ou fientes émanant de ces fermes sont soit déversés directement dans la lagune sans traitement, soit sont entraînés dans le milieu par le lessivage provoqué par l'eau de ruissellement en saison pluvieuse. Par ailleurs, dans certains villages en bordure de la lagune de Fresco, les latrines sont pratiquement inexistantes et la lagune sert à cet effet. La prolifération des espèces de *E. coli* dans le milieu lagunaire suite à la biocontamination, est favorisée par des conditions physicochimiques adéquates. En effet, le taux de sel de la lagune est réduit par rapport au milieu marin et la température moyenne de l'eau de la lagune de Fresco est de 28,47°C (Issola, 2008).

Le biotype 1 selon BioMerieux correspond à la souche de référence de *Escherichia coli* ATCC 25922. Le biotype 6 avec la plus grande fréquence d'isolement (53,4%) présente un profil semblable à celui isolé en Caroline du nord, qui a été responsable d'entérites et du syndrome de la mortalité chez le dindonneau (Edens *et al.*, 1997). De plus, il a été montré chez ce

biotype, la production de colicine, qui est associée à la virulence de *E. coli* aviaire (Vidotto *et al.*, 1990). Les profils des biotypes 1, 2 et 6 correspondent à ceux isolés lors d'infections urinaires à *E. coli* chez des patients (Davies *et al.*, 1977). Selon Swansson et Collins (1980), ces mêmes biotypes (1,2 et 6) ont été, comme dans cette étude, les plus fréquemment isolés parmi des souches vétérinaires, avec des pourcentages respectifs de 12,9%, 13,9% et 27,8%.

Les biotypes 3 et 5 isolés de l'eau à des fréquences respectives de 3,6% et 1,2% et le biotype 9 isolé de l'eau et du poisson à une fréquence de 3,2% ont également été isolés de souches vétérinaires (Swansson et Collins, 1980). Le biotype 7 isolé uniquement de l'eau a également été identifié selon Nijsten *et al.*, (1996), dans les fèces d'éleveurs de porcs et selon Loukiadis (2007), dans les effluents prétraités des abattoirs en France. Ce biotype correspondrait au sérotype O157H7 selon Loukiadis (2007). Les souches sorbitol négatifs, appartiennent généralement au serogroupe O157 qui est responsable de plusieurs pathologies dont la colite hémorragique, le syndrome hémolytique et urémique. Les biotypes 4, 8, 10, 11 et 14 isolés uniquement dans l'eau de la lagune et le biotype 12 isolé dans les poissons, ont été identifiés dans les effluents prétraités et les boues prélevés dans les abattoirs en France (Loukiadis 2007). La recherche de facteurs de virulence au niveau des biotypes isolés pourrait confirmer le caractère infectieux des souches et permettrait d'évaluer le risque d'infection à *E. coli* hébergés par la lagune de Fresco.

## CONCLUSION

La présente étude montre que la lagune renferme des souches de *E. coli* présentes dans l'eau et dans quatre espèces de poissons étudiés, notamment *Sarotherodon melanoferon*, *Sardinella maderensis*, *Tylochromis jentenkii jentenkii* et *Chrysichthys nigrodigitatus*. *Sarotherodon melanoferon* est le

poisson le plus contaminé suivi par *Sardinella maderensis*, *Tylochromis jentenkii jentenkii* et *Chrysichthys nigrodigitatus*. Des profils de biotypes isolés de l'eau et des poissons de la lagune de Fresco sont semblables à ceux de souches vétérinaires ayant été responsables d'entérites, du syndrome de la

mortalité chez le dindonneau et d'infections urinaires chez l'homme. L'utilisation de cette eau et des poissons de ce milieu sans traitement préalable (cuisson à haute température) présente donc un risque d'infection à *E*

*coli* d'origine hydrique ou halieutique. Il est donc important pour les autorités de la ville de Fresco de mener des campagnes de sensibilisation auprès de la population afin de préserver le milieu.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arfi R, Bouvy M, Guiral D, 1993. Wind induced resuspension in a shallow tropical lagoon. *Estuarine, coastal and shelf sciences*, 36 (6): 587-604.
- Araujo RM, Puig A, Lasobras J, Lucena F, Jofre J, 1997. Phages of enteric bacteria in fresh water with different levels of fecal pollution. *J.Applied Microbiol.*, 82:281-286.
- Bouhaddiou B, Ben Aissa R, Boudabous A, 1998. Caractérisation de souches d' *Escherichia coli* isolées chez l'homme et dans le milieu marin. Manuscrit n° 1922. "Bactériologie
- Dadié A, 2000. Détection et caractérisation de souches de *Escherichia coli* verotoxiques dans 3196 cas : échantillons d'origine alimentaire et humaine de 1996 à 1999 à Abidjan. Doctorat 3e cycle.
- Davies BI, 1977. Biochemical typing of urinary *Escherichia coli* strains by means of the Api 20E Enterobacteriaceae system. *J.Med. Microbiol.-vol,10:* 293-298.
- Edens FW, Parkhurst CR, Qureshi MA, Casas IA, Havenstein GB, 1997. Atypical *Escherichia coli* strains and their association with poult enteritis and mortality syndrome. *Poultry Sci.*76:952-960.
- Edens FW, Qureshi RA, Parkhurst CR, Qureshi MA, Havenstein GB, Casas IA. 1997. Characterization of two *Escherichia coli* isolates associated with poult Enteritis and Mortality syndrome. *Poultry science* 76: 1665-1673.
- Egnankou WM, 1985. Etude des mangroves de Côte d'Ivoire: Aspect écologique et recherches sur les possibilités de leur aménagement. Thèse de Doctorat de 3è Cycle, Université Paul - Sabatier Toulouse III, N° 3196: 176p.
- Egnankou W, Sankaré Y, CONARAMS-CI, 2004. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR), Fresco (Côte d'Ivoire).
- Ejaz M et Ahmed A, 2001. Physical, chemical and biological parameters in well water of Karachi and their health impacts. *J. Chem. Soc. Pak.*, 23:263-267.
- Guiral D et Kouassi AM, 1993. Estimations des niveaux de pollutions organique et bactérienne des eaux à proximité des berges de la ville d'Abidjan (lagune Ebrié, cote d'Ivoire). *Journal Ivoirien d'Océanologie et de Limnologie*. Vol.2 (1): 1-18.
- Haas N et Heller B, 1986. Statistics of enumerating total coliforms in water samples by membrane filter procedures. *Wat Res*; 20: 525-30.
- Issola Y, 2008. Caractéristiques physico-chimiques d'une lagune cotière tropicale :lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Afrique Science* 04 (3) 368-393.
- Issola Y, 2009. Concentration en métaux lourds des sédiments d'une lagune côtière tropicale: lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences* 18: 1009 – 1018.
- Kjrschner AKT, Zechmeister TC, Kavka GG, Beiwl C, Herzig A, Mach RL, Farnleitner AH, 2004. Integral strategy for evaluation of fecal indicator performance in bird influenced saline inland water. *J. Applied Environ. Microbiol.*, 70: 7396-740310.
- Konan KS, Kouassi AM, Adingra AA, Dongui BK, Gnakri D, 2008. Variations saisonnières des paramètres abiotiques des eaux d'une lagune tropicale: la lagune de Grand-Lahou, Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, Vol 21, N°3, pp : 376-393.
- Kouassi AM, Tidou AS et Kamenan A, 2005. Caractéristiques hydrochimiques et microbiologique des eaux de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Agron. Afr.* ISSN n° 1015-2288, XVII (2) : 73-162.
- Lanusse A. et Guiral D., 1988. Suivi annuel de la contamination bactérienne et virale des eaux et des sédiments lagunaires au niveau d'Abidjan. *Océanis*. 14 (1) : 71-87.
- Loukiadis E, 2007. (Thèse) Facteurs de virulence et dissémination dans l'environnement via les effluents d'abattoirs d'animaux de boucherie d'*Escherichia coli* entérohémorragiques (EHEC).

- Nicole M, Egnankou WM, Schmidt M, 1987. Les zones humides côtières de Côte d'Ivoire : 73p.
- Nijsten R, London N, Bogaard A, Stobberingh E, 1996. In vitro transfer of antibiotic resistance between faecal *Escherichia coli* strains isolated from pig farmers and pigs. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* (1996) 37, 1141-1154.
- Sankaré Y, Avit J-BLF, Egnankou WM, Saenger P, 1999. Etude floristique des mangroves des milieux margino-littoraux de Côte d'Ivoire. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 67: 335-360.
- Shar AH, Kazi YF et Soomro IH, 2009. Antibiotic susceptibility of thermo-tolerant *Escherichia coli* 2 isolated from drinking water of Khairpur city, Sindh, Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12 (8): 648-652.
- Shar AH, Kazi YF, Zardari M et Soomro IH, 2008. Enumeration of total and fecal coliform bacteria in drinking water of Khaipur Sindh Pakistan. *Pak. J. Med.*, 47:18-21.
- Swansson C et Collins T, 1980. Use of Api 20 E system to identify veterinary Enterobacteriaceae. *journal of clinical microbiology*, july 1980, p10-14.
- Vidotto, M. C., E. E. Muller, J. C. Freitas, A. Alfieri, I. G. Guimaraes and D. Santos, 1990. Virulence factors of avian *Escherichia coli*. *Avian Dis.* 34:531-538.