



**HAL**  
open science

## Flore microbienne dans les déjections et dans le tube digestif du héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* (Ardeidae, Aves)

Amel Doumandji, Samira Setbel, Nabil Saidi, Saleheddine Doumandji,  
Jean-François Voisin, Claire Voisin

### ► To cite this version:

Amel Doumandji, Samira Setbel, Nabil Saidi, Saleheddine Doumandji, Jean-François Voisin, et al.. Flore microbienne dans les déjections et dans le tube digestif du héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* (Ardeidae, Aves). *Revue d'Écologie*, 2010, 65 (4), pp.377-383. hal-03530741

**HAL Id: hal-03530741**

**<https://hal.science/hal-03530741v1>**

Submitted on 17 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# NOTE BRÈVE

## FLORE MICROBIENNE DANS LES DÉJECTIONS ET DANS LE TUBE DIGESTIF DU HÉRON GARDE-BŒUFS *BUBULCUS IBIS* (ARDEIDAE, AVES)

Amel DOUMANDJI<sup>1</sup>, Samira SETBEL<sup>2</sup>, Nabil SAIDI<sup>3</sup>, Saleheddine DOUMANDJI<sup>2</sup>,  
Jean-François VOISIN<sup>4</sup> & Claire VOISIN<sup>4</sup>

SUMMARY. — *The microbial flora in the droppings and the digestive tract of the Cattle Egret Bubulcus ibis (Ardeidae, Aves).* — The microbiological analysis of 34 droppings of the Cattle Egret showed that faecal coliforms dominate the digestive flora. The digestive flora is still incompletely known in spite of the methods used. It lies mainly in the crop, but also, although numerically smaller, in the intestine. The crop harbours mainly faecal coliforms, particularly *Escherichia coli*. This microflora depends on many factors such as the individual, its age, its environment and its food. A deeper knowledge of the microflora of droppings and digestive tract of the Cattle Egret would be desirable.

---

La plupart des souches d'*Escherichia coli* peuvent provoquer de graves maladies transmises par les déjections d'oiseaux et sont appelées *E. coli* entérohémorragiques (EHEC). Cet agent pathogène produit des toxines, appelées verotoxines. Les symptômes de la maladie provoquée par *E. coli* comprennent des crampes abdominales et une diarrhée aqueuse pouvant devenir sanglante (colite hémorragique). Il arrive d'observer également de la fièvre et des vomissements et la plupart des sujets atteints se rétablissent en une dizaine de jours (Van Immerseel *et al.*, 2003).

La flore digestive des oiseaux a été très étudiée, et s'avère différente de celle des mammifères (Smith, 1965), probablement du fait de différences anatomiques et physiologiques. En particulier, les mammifères ont un côlon très développé par rapport aux oiseaux.

La flore digestive au sens large comprend les organismes unicellulaires situés dans le tractus digestif, c'est-à-dire les bactéries, les champignons et les protozoaires. Pour ce qui concerne des populations bactériennes, qui sont les micro-organismes prédominants, elles

---

<sup>1</sup> Université Saâd Dahlab, Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires, Département des Sciences Agronomiques, route de Soumaâ, B.P. 270. 9000 Blida, Algérie. Tél. : (213) 793 27 27 01. Télécopie : (213) 25 41 82 60. E-mail : corino147@yahoo.fr

<sup>2</sup> Institut National Agronomique, Département de Zoologie Agricole, El-Harrach. 16200 Alger, Algérie. Tél. : (213) 550 32 39 47. Télécopie : (213) 21 82 27 29. E-mail : ellisonam2001@yahoo.fr

<sup>3</sup> Unité de Recherche et Développement de l'Intendance, route de Meftah, Beaulieu, Oued Smar. 16200 Alger, Algérie. Tél : (213) 771 35 41 68 ; E-mail : nabil\_1210@hotmail.com

<sup>4</sup> Mammifères et Oiseaux, Muséum National d'Histoire Naturelle, 55 rue de Buffon, F-75005 Paris, France

représentent une large gamme de types métaboliques et morphologiques. Leur nombre total est plus important que le nombre de cellules eucaryotes constituant le corps de l'hôte. On distingue les bactéries dominantes ( $>10^6$  Unités Formant Colonies (UFC) /g contenu), sous-dominantes ( $10^5$  à  $10^3$  UFC/g contenu), et résiduelles ( $<10^3$  UFC/g contenu). Chez les oiseaux, les sites principaux d'activité bactérienne sont le jabot, les caeca et, dans une moindre mesure, l'intestin grêle (Fuller, 1984). Ainsi, dans les caeca et l'iléon, on trouve respectivement  $10^{11}$  et  $10^9$  bactéries par g de contenu (Apajalahti *et al.*, 2001, 2004).

La présente étude repose sur l'analyse microbiologique globale de 34 déjections du Héron garde-bœufs de la région de Hadjout ( $36^{\circ} 31' N$  ;  $2^{\circ} 25' E$ ) et la comparaison de la microflore digestive établie à partir de l'examen du jabot, de l'estomac et de l'intestin de cinq hérons garde-bœufs adultes.

## MÉTHODOLOGIE

### COLLECTE DES DÉJECTIONS

Les déjections ont été obtenues en plaçant des nappes en plastique sous les perchoirs fréquentés par les hérons et ont été systématiquement collectées aussi vite que possible en utilisant une pince stérilisée et en les plaçant aussitôt dans des flacons bien hermétiques avec fermeture à vis, stériles et munis d'une cuillère ou d'une spatule permettant un prélèvement plus pratiques.

À partir d'une déjection, un gramme est prélevé à l'aide d'une spatule stérile et introduit dans un flacon stérile. Un fragment purulent muqueux ou sanglant est choisi lorsqu'il en existe.

Le prélèvement est immédiatement acheminé dans une glacière au laboratoire, ou conservé à  $+4^{\circ}C$  au maximum pendant une nuit afin d'éviter la dessiccation, la prolifération des bactéries commensales et les écarts de pH rendant la recherche de *Campylobacter* et même de *Salmonella* aléatoire. Avant la conservation des fientes, il est important de noter leur aspect macroscopique qui peut être pâteux, liquide, glaireux ou sanglant (Avril, 1979).

### ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE DES DÉJECTIONS

L'examen bactériologique des déjections a pour but de mettre en évidence des germes qui ont un rôle pathogène chez l'oiseau ou qui sont présents chez un porteur sain. En effet, si certains germes sont pathogènes par eux-mêmes, d'autres sont des commensaux qui, par leur importance relative, peuvent néanmoins créer un déséquilibre fonctionnel.

#### *Examen microscopique à l'état frais*

Cet examen permet de déceler la présence de leucocytes et d'hématies dans les déjections, et éventuellement celle de parasites. Ceci est réalisé comme suit :

— Déposer sur une lame une petite goutte de mucus fécal ou de selle liquide ; ajouter un égal volume de bleu de méthylène ; mélanger avec une baguette de bois (allumette).

— Recouvrir d'une lamelle ; laisser la coloration se faire pendant 2 à 3 minutes ; examiner à l'objectif à sec ( $\times 40$  ou  $\times 60$ ). La leucocytorrhée fécale s'observe en cas d'infection bactérienne invasive lorsqu'il y a une attaque de la muqueuse colique : *Salmonella*, *Shigella* et *E. coli* invasives (Godineau *et al.*, 2000).

#### *Recherches des micro-organismes dans les déjections*

La méthode classique de dénombrement des micro-organismes après culture en milieu gélosé est toujours très utilisée dans les laboratoires de microbiologie. Les méthodes classiques de détermination de la viabilité bactérienne reposent sur la faculté des cellules de croître et de former des colonies visibles sur des milieux solides placés dans des boîtes de Pétri.

Trois facteurs principaux conditionnent la croissance microbienne dans les déjections après la collecte : le nombre initial de germes, la température et la durée de conservation.

Afin d'étudier l'effet de la température sur la prolifération de la microflore totale dans les déjections, ces dernières sont conservées à plusieurs températures ( $-18$ ,  $+4$ ,  $+10$ ,  $+15$ ,  $+20$ ,  $+30$  et  $+42^{\circ}C$ .) et ce, durant 5 heures.

Les conditions de culture pour la recherche des germes dans les déjections sont résumées dans le tableau I (Renaud *et al.*, 1990).

#### *Analyse microbiologique après dissection*

Cinq individus du Héron garde-bœufs ont été sacrifiés puis disséqués afin d'étudier la microflore digestive au niveau du jabot, de l'estomac et des intestins. Un grattage des parois digestives a été réalisé puis introduit dans 9 mL d'eau physiologique stérile.

TABLEAU I

Conditions de culture pour la recherche des germes dans les déjections

Microorganisme recherché	Conditions de culture
Germes aérobies totaux	Milieu PCA à 37 °C / 24h
Coliformes fécaux	Gélose au désoxycholate à 1 % à 37 °C / 24 h
<i>Escherichia coli</i>	Gélose au désoxycholate à 1 % à 44 °C / 24 h
Streptocoques fécaux	Milieu Roth ou Litsky à 37 °C / 24 h
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteur (forme sporulée)	Milieu VF (viande-foie) après un chauffage de l'échantillon à 80°C pendant 10 min
<i>Salmonella</i>	Pré-enrichissement sur bouillon lactosé mannitolé tamponné (BLMT) Enrichissement sur milieu sélénite de sodium cystéiné (SFM) Isolement sur milieu Hektoen à 37 °C/ 48 h
Levures et moisissures	Oxytetracycline glucose agar (OGA) à 22 °C / 1 semaine

Les micro-organismes recherchés sont les germes aérobies totaux, les coliformes fécaux, *Escherichia coli*, les streptocoques fécaux, *Clostridium* sulfito-réducteur (forme sporulée), *Salmonella* ainsi que les levures et moisissures. Le but est de détecter la prédominance de ces germes dans les trois parties du tube digestif.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DES DÉJECTIONS

Comme chez les autres oiseaux, la déjection du Héron garde-bœufs se compose de deux parties : une blanchâtre/transparente très fine plus ou moins liquide et une solide et plutôt noire. Les diarrhées et les constipations sont courantes chez cet oiseau. La diarrhée est liée à un dérèglement de la flore intestinale et la constipation à un manque de fibres végétales.

L'examen microscopique des déjections à l'état frais n'y a révélé ni leucocytes ni hématies. Ceci indique une absence d'infection bactérienne invasive.

Les résultats de l'effet de la température sur la prolifération de la microflore totale dans les fientes sont présentés dans le tableau II. Il existe une relation proportionnelle entre la température et le logarithme du nombre des UFC/mL. Il est donc important de transporter les échantillons au laboratoire dans une glacière et d'effectuer les analyses bactériologiques le jour même.

Les résultats de l'analyse microbiologique de 34 déjections du Héron garde-bœufs figurent dans le tableau III. Les coliformes fécaux constituent la flore dominante qui est représentée principalement par l'espèce *Escherichia coli*. Ces coliformes sont capables de se développer à +44 °C alors qu'aucune croissance n'est observée à cette température pour les souches non fécales. La principale bactérie coliforme spécifiquement d'origine fécale est *Escherichia coli*. Cette bactérie apparaît toujours en grandes quantités dans les déjections humaines et animales et ne se trouve qu'exceptionnellement dans les sols.

L'espèce *Salmonella* sp. n'est présente qu'au niveau de la déjection n° 9. Le logarithme des UFC/mL est de l'ordre de 5,78. La salmonellose est très souvent mortelle et peut être transmise à l'homme. Les symptômes les plus courants et qui permettent un diagnostic à peu près sûr sont une très grande soif, une apathie notoire ainsi qu'une diarrhée de type dysentérique.

Bien que la présence des levures et moisissures soit souvent perceptible dans les déjections, elles s'y manifestent rarement. Elles s'y développent plutôt à la surface mais aussi, pour les moisissures, dans les parties internes aérées. La présence de levures et de moisissures au niveau des déjections est expliquée par l'acidité (pH compris entre 4 et 5) et par un taux d'humidité élevé. Leur nombre varie entre 3,00 et 7,78 Log UFC/ml.

TABLEAU II

*Multiplication de la flore totale en fonction de la température après 5 h d'incubation*

Température (°C.)	Log UFC/mL
-18	8,45
+4	9,15
+10	10,57
+15	10,75
+20	11,38
+30	12,85
+42	12,93

TABLEAU III

*Analyse bactériologique des déjections du Héron garde-bœufs (en Log UFC/mL)*

N° de collecte	Aspect de la déjection	Germes aérobies totaux	Coliformes fécaux	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	Levures moisissures
1	Molle	11,50	7,80	7,78	/	4,10
2	Molle	12,70	8,30	8,00		4,44
3	Molle	10,40	7,98	7,11		4,13
4	Molle	11,30	8,44	7,48		4,00
5	Molle	10,47	9,31	9,18	/	5,10
6	Molle	10,78	7,98	7,00	/	4,78
7	Molle	11,30	8,85	8,15	/	4,03
8	Molle	12,43	9,00	7,47	/	4,78
9	Dure	11,60	5,60	4,65	5,78	6,33
10	Dure	10,70	5,60	5,18	/	7,78
11	Molle	10,50	8,78	8,33	/	4,14
12	Molle	11,00	9,74	7,85	/	4,23
13	Molle	12,00	7,78	5,78	/	6,40
14	Molle	10,47	5,78	4,33		3,45
15	Molle	9,78	6,98	5,78		4,04
16	Molle	10,45	5,14	4,14		7,02
17	Molle	8,45	6,98	6,00	/	5,00
18	Molle	6,78	5,12	4,85	/	4,98
19	Molle	5,78	4,98	4,12	/	6,02
20	Molle	10,78	5,78	5,43	/	5,45
21	Molle	11,12	6,87	6,65	/	/
22	Molle	5,65	4,78	4,00	/	/
23	Molle	11,00	8,90	7,08	/	5,41
24	Molle	11,70	9,78	8,24		4,40
25	Molle	9,80	6,74	6,00		5,35
26	Molle	10,00	7,44	6,98		5,65
27	Molle	8,41	6,71	6,12	/	6,80
28	Molle	10,82	8,49	6,88	/	3,89
29	Molle	12,70	9,58	8,45	/	5,15
30	Molle	10,32	8,00	7,58	/	6,70
31	Molle	10,80	7,60	6,15	/	3,00
32	Dure	8,50	5,34	4,31	/	4,08
33	Molle	12,00	10,18	9,30	/	5,58
34	Molle	9,29	9,95	8,50	/	5,97

Note : / = Absent. Bien qu'ils aient été recherchés, les streptocoques fécaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs se sont avérés absents des échantillons analysés.

## RECHERCHE DE LA MICROFLORE DIGESTIVE DANS LE TRACTUS DIGESTIF

Les résultats de la recherche de la flore digestive dans le tractus digestif sont donnés dans le tableau IV.

Les germes aérobies totaux sont présents au niveau du jabot, de l'estomac et de l'intestin. Le nombre de ces germes est dominant au niveau du jabot à raison de 12,4 Log UFC/ml. Les coliformes fécaux sont installés surtout au niveau du jabot à raison de 10,78 Log UFC/ml. Cette famille est représentée principalement par l'espèce *E. coli* que l'on retrouve au niveau du jabot à raison de 9,30 Log UFC/ml. Ceci est expliqué par la résistance de la flore bactérienne installée au niveau du jabot d'une part vis-à-vis des mécanismes digestifs et, d'autre part, face à l'action des sucs gastriques. C'est pour cette raison que toutes ces espèces microbiennes sont retrouvées à l'état viable au niveau des déjections.

On distingue les bactéries dominantes ( $> 10^6$  Unités Formant Colonies (UFC)/g contenu), sous-dominantes ( $10^5$  à  $10^3$  UFC/g contenu), et résiduelles ( $< 10^3$  UFC/g contenu). Chez le Héron garde-bœufs, les sites principaux d'activité bactérienne sont le jabot, les intestins et, dans une moindre mesure, l'estomac ; les conditions de pH très acide (pH 3,5 - 4,0) au niveau de l'estomac sont défavorables au développement des microorganismes. Nos résultats sont en accord avec ceux de Fuller (1984).

Les oiseaux, surtout ceux qui vivent en colonies et qui s'alimentent à partir des déchets et dont les individus sont généralement plus infectés, sont reconnus pour être des vecteurs potentiels de bactéries pathogènes pour l'homme (Ganière *et al.*, 2001). À ce sujet, des études visant à identifier les micro-organismes présents chez les goélands ont mis en évidence de faibles concentrations de *Salmonella* sp., mais des concentrations plus élevées de *Campylobacter* sp., d'*Escherichia coli* et d'*Aeromonas* sp. (Quessy & Messier, 1992 ; Levesque *et al.*, 1993).

Chez les oiseaux, les sites principaux d'activité bactérienne sont le jabot, les caeca et, dans une moindre mesure, l'intestin grêle (Fuller, 1984). Ainsi, dans les caeca et l'iléon,

TABLEAU IV  
*Microflore digestive chez le Héron garde-bœufs (en Log UFC/mL)*

	Germes aérobies totaux	Coliformes fécaux	<i>E. coli</i>	Levures et moisissures
<b>Estomac</b>				
1	3,74	/	/	3,60
2	4,33	3,89	/	/
3	6,62	3,47	/	/
4	4,00	3,00	/	4,47
5	5,10	0,00	/	
<b>Intestin</b>				
1	6,11	4,0	/	2,10
2	5,05	4,44	/	/
3	3,44	3,00	/	/
4	2,44	2,00	/	/
5	/	/	/	/
<b>Jabot</b>				
1	10,47	9,75	6,81	/
2	11,01	10,47	9,00	/
3	12,13	7,44	3,51	/
4	9,00	5,23	4,89	/
5	12,40	10,78	9,30	3,68

Note : / = Absent. Bien qu'ils aient été recherchés, les salmonelles, les streptocoques fécaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs se sont avérés absents des échantillons analysés.

on trouve respectivement  $10^{11}$  et  $10^9$  bactéries par g de contenu (Apajalahti *et al.*, 2001, 2004).

D'après Mead (1989), on observe dans le jabot principalement des lactobacilles qui sont attachés à l'épithélium et forment presque une couche continue. On trouve aussi des streptocoques, des coliformes et des levures. Dans le gésier, le faible pH fait diminuer la population bactérienne. Dans le duodénum, les conditions ne sont pas propices au développement de la flore à cause de la présence de nombreuses enzymes, de la forte pression en oxygène, de la faible concentration en enzymes et en sels biliaires (réabsorbés par l'hôte et dégradés en partie par la microflore). Globalement, dans l'intestin grêle, on trouve principalement des bactéries anaérobies facultatives, des lactobacilles, des streptocoques et des coliformes. Dans les caeca, les anaérobies strictes comme les *Eubacterium*, les bifidobactéries ou les clostridies deviennent majoritaires, mais les bactéries anaérobies facultatives sont aussi présentes (Gong *et al.*, 2002 ; Lu *et al.*, 2003 ; Gabriel *et al.*, 2005).

D'après les présents résultats la flore digestive semble différer pour chaque individu du Héron garde-bœufs. Nos résultats sont en accord avec la littérature qui dit que chaque individu présente une communauté bactérienne digestive qui lui est propre (Zhu *et al.*, 2002). Ceci suggère que des facteurs spécifiques de l'hôte interviendraient dans l'établissement de la flore intestinale. Chez l'homme, la microflore digestive dépendrait de facteurs génétiques de l'individu (Zoetendal *et al.*, 2001).

## CONCLUSION

Les voies digestives des oiseaux, ainsi que celles des mammifères, hébergent une importante flore microbiologique. Cet écosystème digestif est en équilibre et reste normalement constant durant toute la vie d'un animal adulte. Mais cet équilibre peut être perturbé, quand l'oiseau va subir des agressions comme l'effort ou des déséquilibres nutritionnels.

D'après l'examen microscopique de déjections à l'état frais, les Hérons garde-bœufs (du moins ceux que nous avons étudiés) ne présenteraient pas d'infection bactérienne invasive étant donné l'absence de leucocytes et d'hématies. Il faut cependant attirer l'attention sur le fait que les coliformes fécaux forment la flore dominante. Cette dernière est représentée principalement par *Escherichia coli*. Par contre *Salmonella* sp. n'a été trouvée que dans une seule déjection ; son nombre en logarithme des UFC/mL étant de l'ordre de 5,78. La flore digestive du Héron garde-bœufs se trouve principalement dans le jabot, mais aussi avec une population moindre dans l'intestin. Le jabot héberge surtout des coliformes fécaux et plus particulièrement *Escherichia coli*.

En perspective, il serait intéressant de déterminer le sérotypage d'*E. coli*, de caractériser plus finement la microflore au niveau de toute les parties du tube digestif et d'étudier l'évolution journalière puis hebdomadaire de la flore digestive chez le Héron garde-bœufs.

## RÉFÉRENCES

- APAJALAHTI, J., KETTUNEN, A., BEDFORD, M. & HOLBEN, W. (2001). — Percent G+C profiling accurately reveals diet-related differences in the gastrointestinal microbial community of broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67 : 5656-5667.
- APAJALAHTI, J., KETTUNEN, A. & RAHAM, H. (2004). — Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. *World's Poult. Sci. J.*, 60 : 223-232.
- AVRIL, J.L. (1979). — Technique d'une coproculture. *Méd. Mal. Inf.*, 9 : 478-483.
- BARNES, E.M. (1979). — The intestinal microflora of poultry and game birds during life and after storage. *J. Appl. Bacteriol.*, 46 : 407-419.
- DINH NAM, L., CARLES, M., TRIPODI, A., BRUGÈRE-PICOUX, J. & BODIN, G. (2000). — Étude bactériologique des infections par le genre *Salmonella* chez le canard dans la province de Can Tho (Viet Nam). *Rev. Méd. Vét.*, 151, 10 : 955-964.

- FULLER, R. (1984). — Microbial activity in the alimentary tract of birds. *Proc. Nutr. Soc.*, 43 : 55-61.
- FURUSE, M. & OKUMURA, J. (1994). — Nutritional and physiological characteristics in germ-free chickens. *Comp. Biochem. Physiol.*, 109A : 547-556.
- GABRIEL, I., MALLET, S. & SIBILLE, P. (2005). — La microflore digestive des volailles : facteurs de variation et conséquences pour l'animal. *INRA Prod. Anim.*, 18, 5 : 309-322.
- GANIÈRE, J.P., RUVOEN, N. & ANDRÉ-FONTAINE, G. (2001). — Les zoonoses infectieuses des animaux de rente. Infectious zoonoses of livestock. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 31 : 143-158.
- GÉRARDIN, J., LALIOUI, L., JACQUEMIN, E., LE BOU-GUENEC, C. & MAINIL, J.G. (2000). — The *afa*-related gene cluster in necrotogenic and other *Escherichia coli* from animals belongs to the *afa-8* variant. *Vet. Microbiol.*, 76 : 1-10.
- GODINEAU, N., HAMANE, S., CHAPLAIN, C. & BLONDEL, P. (2000). — Diarrhées infectieuses d'importation : diagnostic étiologique. *Revue Française des Laboratoires*, 2000 : 37-45.
- GONG, J., FORSTER, R.J., YU, H., CHAMBERS, J.R., WHEATCROFT, R., SABOUR, P.M. & CHEN, S. (2002). — Molecular analysis of bacterial populations in the ileum of broiler chickens and comparison with bacteria in the caecum. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 41 : 171-179.
- GUIGUEN, C. & CAMIN, A.M. (1997). — Le rôle des oiseaux en pathologie humaine. In : P. Clergeau (coordonnateur) *Oiseaux à risques en ville et en campagne*. INRA, Paris.
- LÉVESQUE, B., BROUSSEAU, P., SIMARD, E., DEWAILLY, M., MEISELS, D., RAMSA, Y. & JOLY, J. (1993). — Impact of the Ring-billed Gull (*Larus delawarensis*) on the microbiological quality of recreational water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59 : 1228-1230.
- LU, J., IDRIS, U., HARMON, B., HOFACRE, C., MAURER, J. & LEE, M. D. (2003). — Diversity and succession of the intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69 : 6816-6824.
- MELLATA, M., BAKOUR, R., JACQUEMIN, E. & MAINIL, J. (2001). — Genotypical and phenotypical characterization of potential virulence of intestinal avian *Escherichia coli* strains isolated in Algeria. *Avian. Dis.*, 45, 3 : 670-679.
- QUESSY, S. & MESSIER, S. (1992). — Prevalence of *Salmomella* spp., *Campylobacter* spp. in Ring-billed Gulls (*Larus delawarensis*). *Journal of Wildlife Diseases*, 28, 4 : 526-531.
- RENAUD, F., FRENEY, J., GAVINI, F., BŒUFGRAS, J.M. & FLEURETTE, J. (1990). — Comparaison de deux systèmes d'identification d'entérobactéries coliformes nouvellement décrites ou rarement rencontrées en clinique. *Ann. Biol. Clin.*, 48 : 111-115.
- SMITH, H.W. (1965). — Observations on the flora of the alimentary tract of animals and factors affecting its composition. *J. Pathol. Bacteriol.*, 89 : 95-122.
- STORDEUR, P., BEAUPAIN, N. & MAINIL, J. (2003). — Caractérisation génotypique de souches invasives aviaires d'*Escherichia coli* isolées en Belgique. *Ann. Méd. Vét.*, 2003, 147 : 275-280.
- STORDEUR, P., MARLIER, D., BLANCO, J., OSWALD, E., BIET, F., DHO-MOULIN, M. & MAINIL, J. (2002). — Examination of *Escherichia coli* from poultry for selected adhesion genes important in disease caused by mammalian pathogenic *E. coli*. *Vet. Microbiol.*, 84 : 231-241.
- VAN IMMERSEEL, F., DE BUCK, J., PASMANS, F., VELGE, P., BOTTREAU, E., FIEVEZ, V., HAESEBROUCK, F. & DUCASTELLE, R. (2003). — Invasion of *Salmonella enteritidis* in avian intestinal epithelial cells *in vitro* is influenced by short-chain fatty acids. *Int. J. Food Microbiol.*, 85 : 237-248.
- ZHU, X.Y., ZHONG, T., PANDYA, Y. & JOERGER, R.D. (2002). — 16S rRNA-based analysis of microbiota from the caecum of broiler chickens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68 : 124-137.
- ZOETENDAL, E.G., AKKERMANS, A.D.L., AKKERMANS-VAN VLIET, W.M., DEVISSER, J.A.G.M. & DEVOS, W.M. (2001). — The host genotype affects the bacterial community in the human gastro-intestinal tract. *Microb. Ecol. Health Dis.*, 13 : 129-134.

