

## FORMATION CONTINUE – ARTICLE DE SYNTHÈSE

**Les souches pathogènes d'*Escherichia coli* chez les chiens et les chats :****IV) Discussion générale**

MAINIL J.

1 Chaire de Bactériologie et de Pathologie des Maladies Bactériennes,  
Département des Maladies Infectieuses et Parasitaires,  
Faculté de Médecine Vétérinaire,  
Université de Liège,  
Sart Tilman, Bât B43a  
B-4000 Liège

Correspondance : Jacques MAINIL, tél : 32(0)4/366 40 50 ; FAX : 32(0)4/366 41 22 ; e-mail : jg.mainil@ulg.ac.be

**RESUME :** Cet article passe en revue les connaissances actuelles sur les principales classes de souches pathogènes d'*Escherichia coli* chez les chiens et les chats: les souches nécrotoxigènes de type 1 (NTEC1), les souches positives pour des adhésines (AdEC), les souches entéropathogènes (EPEC) et les souches entérotoxigènes (ETEC). Ces différentes souches représentent des agents pathogènes primaires ou secondaires à d'autres infections d'origine bactérienne, parasitaire et/ou virale. Les souches NTEC1 et AdEC, les plus fréquentes, sont responsables de pathologies intestinales, urinaires et invasives, tandis que les souches EPEC et ETEC limitent leurs effets pathogènes à l'intestin. Les souches ETEC sont peu fréquentes, tandis que les souches EPEC paraissent de plus en plus souvent décrites. Les facteurs de virulence et autres propriétés spécifiques de ces catégories de souches canines et félines de colibacilles sont similaires à ceux des souches bovines, porcines et humaines, tant du point de vue de leur nature que de leur déterminisme génétique. Ces similitudes présentent l'avantage de permettre un diagnostic et un typage selon les mêmes approches. Cependant, ces similitudes sont parfois tellement fortes qu'elles posent la question du potentiel zoonotique de quelques-unes parmi les souches canines et félines NTEC1, AdEC et EPEC, même si aucune donnée épidémiologique actuelle ne permet de confirmer cette hypothèse de la contamination croisée de l'homme par des souches canines ou félines (pas plus que l'inverse).

**IMPORTANCE CLINIQUE**

Les souches pathogènes canines et félines d'*Escherichia coli* appartiennent aux classes ETEC (« enterotoxigenic *E. coli* »), EPEC (« enteropathogenic *E. coli* »), NTEC1 (« necrotoxigenic *E. coli* » de type 1) et AdEC (« Adhesin-positive *E. coli* ») (Broes, 1993; Peeters, 1994; Mainil *et al.*, 1998a; 2000 ; 2001; Beutin, 1999).

Si les souches de la classe NTEC1 sont les plus nombreuses, leur rôle exact dans les pathologies intestinales n'est pas véritablement connu. En effet, elles sont essentiellement considérées comme des souches opportunistes, membres de la flore résidente

de l'intestin des animaux en général, dans l'attente de circonstances favorisant leur permettant d'exercer leur activité pathogène, dont les mécanismes précis restent largement inconnus (De Rycke *et al.*, 1999; Mainil, 2000). L'implication des souches NTEC1 dans des diarrhées chez des bovins, porcins et humains reste tout aussi énigmatique, et des tentatives de reproduction expérimentale chez le porcelet n'ont pas été réellement couronnées de succès (Nataro et Kaper, 1998; De Rycke *et al.*, 1999; Mainil, 2000), au contraire des souches NTEC2 chez le veau (Mainil, 2000; Van Bost *et al.*, 2001; soumis pour publication).

Le rôle des souches NTEC1 dans des

pathologies extra-intestinales est par contre mieux établi dans toutes les espèces animales et chez l'homme: cystites et pyélonéphrites, bactériémies, septicémies et infections systémiques, même si les rôles respectifs de leurs toxines CNF1 (*Cytotoxic Necrotising Factor 1*) et CDT (*Cytolethal Distending Toxin*) n'est pas plus élucidé (Beutin, 1999; De Rycke *et al.*, 1999 ; De Rycke et Oswald, 2001; Mainil *et al.*, 2001). Une autre catégorie (AdEC) de souches impliquées dans des troubles extra-intestinaux possède les mêmes propriétés spécifiques (adhésines, aérobactine et résistance au complètement) que les souches NTEC1, sauf les toxines CNF1 et CDT (Beutin,

1999), même si une enquête précédente n'en identifia que dans l'intestin (Mainil *et al.*, 2001). Ces résultats ne sont cependant pas étonnants car, comme pour les souches NTEC1, un des réservoirs des souches AdEC semble être l'intestin (Beutin, 1999). Un second réservoir est le vagin, probablement après contamination fécale, ce qui entraîne des contaminations du nouveau-né lors de la mise-bas.

Les souches EPEC pourraient en fait représenter les principales et plus sérieuses souches diarrhéogènes chez le chien et le chat. En effet, ces souches sont présentes dans des proportions non négligeables et sont bien actives *in vivo* chez les animaux malades et dans des modèles expérimentaux, pour la production de lésions attachantes/effaçantes (A/E) typiques (Moon *et al.*, 1983; Pospischil *et al.*, 1987; Janke *et al.*, 1989; Broes, 1993; Drolet *et al.*, 1994; Wada *et al.*, 1996; Beutin, 1999; Mainil *et al.*, 2001). Leur importance pourrait encore augmenter dans le futur, à l'instar de ce qui est observé dans l'espèce bovine (Mainil, 2000). Leur réservoir est probablement l'intestin des adultes. De plus, ces souches sont fortement sujettes à discussion dans le cadre de la santé publique (voir plus loin).

À l'inverse, les souches ETEC paraissent peu importantes et peu fréquentes chez le chien et absentes chez le chat, contrairement à la situation épidémiologique chez le veau, le porcelet et l'homme (Nataro et Kaper, 1998; Nagy et Fekete, 1999; Mainil, 2000). Elles ont été et restent rapportées sporadiquement, même lors d'enquêtes sur de grands nombres de souches (Mainil *et al.*, 1998a; Beutin, 1999). Cependant, aucun argument ne s'oppose à ce qu'elles puissent provoquer des troubles diarrhéiques suivis de déshydratation et de morts chez des chiots nouveau-nés ou du jeune âge, de manière sporadique ou épidémique, par exemple dans certains chenils où l'hygiène laisserait à désirer, comme il est classiquement rapporté dans les élevages bovins et porcins (Nagy et Fekete, 1999; Mainil, 2000). Cette considération n'est pas limitée aux souches ETEC par ailleurs (voir prophylaxie). Les données épidémiologiques ne sont cependant pas assez nombreuses que pour permettre de définir exactement la tranche d'âge cible des souches

ETEC chez le chien, contrairement aux espèces bovines et porcines, même si les jeunes animaux semblent les plus réceptifs (Beutin, 1999; Nagy et Fekete, 1999; Mainil, 2000). Leur réservoir serait aussi l'intestin des animaux adultes.

### FACTEURS DE VIRULENCE ET AUTRES PROPRIÉTÉS SPÉCIFIQUES

Les facteurs de virulence et propriétés spécifiques des souches EPEC, NTEC1 et AdEC canines et félines ont déjà été présentés et longuement discutés par ailleurs (Beutin, 1999; Goffaux *et al.*, 2000; Mainil *et al.*, 2000; 2001).

Les souches ETEC produisent des entérotoxines thermostables (STa, STb) ou thermolabiles (LT) et des adhésines de type fimbriaire (F2 et F3 chez l'homme, F4 et F6 chez le porcelet, F5 et F41 chez le veau, l'agneau et le porcelet). Les gènes qui codent pour ces différentes toxines et adhésines sont localisés sur des plasmides,

sauf ceux qui codent pour l'adhésine fimbriaire F41, qui sont localisés sur le chromosome bactérien (Gyles, 1994; Nataro et Kaper, 1998; Nagy et Fekete, 1999).

Les souches ETEC canines de notre collection (Mainil *et al.*, 1998a) et d'autres rapportées dans la littérature (Beutin, 1999) possèdent les gènes qui codent pour les toxines STa et/ou STb, et de rares souches possèdent en plus, les adhésines F5 et F41 (Tableau I). Mis à part ces rares souches, les adhésines des souches ETEC canines sont différentes des adhésines F2, F3, F4, F5, F6 et F41 (Broes, 1993; Peeters, 1994; Mainil *et al.*, 1998a; Beutin, 1999). Certaines souches ETEC canines peuvent produire une zone d'hémolyse sur gélose au sang, car elles possèdent les gènes qui codent pour la production d'une hémolysine alpha (Beutin, 1999; Mainil et Taylor, données non publiées).

Des résultats complets de profils plasmidiques et d'hybridation ont été obtenus pour 14 souches ETEC et une

Tableau I : Profils plasmidiques de 14 souches ETEC et d'une souche F5+F41+ canines

Pathotype de la souche	Nombre de souches	Taille des plasmides (Mda)	Plasmide positif aux sondes	
			Taille	Pathotype
STa+STb+	7	85, 45	85	STa+STb+
		85, 65, 55	85	STa+STb+
		85, 65, 55	85	STa+STb+
		75, 60, 45, 20, 17	85	STa+STb+
		75, 60, 45, 17	75	STa+STb+
		75, 60, 45, 17	75	STa+STb+
		75, 60, 45, 17	75	STa+STb+
STa+	1	100, 75, 35	75	STa+
STb+	5	80, 60, 30, 20	60	STb+
		80, 60, 30, 20	60	STb+
		80, 60, 30, 20	60	STb+
		70, 55, 25, 20	55	STb+
STa+F5+	1	80, 60, 30, 20	60	STb+
		85	85	STa+F5+
F5+F41+	1	95	95	F5+ <sup>a</sup>

<sup>a</sup> la sonde F41 n'hybride avec aucune bande plasmidique

souche F5+F41+ canines de la collection du laboratoire (Mainil *et al.*, 1998a). Dans chaque souche étudiée, une bande plasmidique hybridait avec la, ou les, sonde(s) génétique(s) appropriée(s) (Tableau I) (Mainil et Bez, résultats non publiés). Ces résultats corroborent d'autres résultats publiés antérieurement (Beutin, 1999). Il faut ajouter que les plasmides de virulence parmi les souches ETEC bovines et porcines appartenant aux mêmes pathotypes sont identiques (Mainil *et al.*, 1992; 1998b; Gyles, 1994; Nagy et Fekete, 1999).

## DIAGNOSTIC ET TYPAGE

La reconnaissance spécifique des souches pathogènes de l'espèce bactérienne *E. coli* se heurte au même problème quelle que soit l'espèce animale considérée, à savoir la mise en évidence des propriétés spécifiques associées à la virulence ou des gènes qui codent pour ces propriétés. Les approches diagnostiques ont été discutées par ailleurs pour les souches humaines (Nataro et Kaper, 1998), bovines (De Rycke *et al.*, 1999; Mainil, 1999; 2000; Nagy et Fekete, 1999) et porcines (Mainil, 1999; Nagy et Fekete, 1999).

Chez les chiens et chats, les souches diarrhéogènes à identifier et typer sont les souches EPEC, NTEC1, AdEC et, accessoirement, ETEC (Beutin, 1999; Mainil *et al.*, 1998a; 2000; 2001). Le test qui permet, aujourd'hui, d'identifier et de typer au mieux ces souches est le test PCR unique ou multiple (PCR multiplexe). Ces tests existent dans différents laboratoires pour les souches humaines, bovines et porcines (Nataro et Kaper, 1998; De Rycke *et al.*, 1999; Mainil, 1999; Milon *et al.*, 1999; Nagy et Fekete, 1999; Imberechts, communication personnelle; Van Bost et Mainil, données non publiées). Le tout serait de baser ces tests PCR sur les facteurs et propriétés spécifiques mis en évidence sur les souches canines (Beutin, 1999; Mainil *et al.*, 1998a; 2000; 2001).

Il n'existe d'alternative diagnostique que pour les souches EPEC, à savoir la mise en évidence de la lésion A/E sur la muqueuse intestinale des animaux (Mainil, 2000). Mais, cette approche histo-pathologique ne peut s'appliquer que sur des tissus frais qui

doivent donc avoir été prélevés très peu de temps (dans les 20 minutes) après le décès. Cette exigence limite, bien entendu, l'application de cette approche diagnostique.

Dans le cas d'une souche d'origine extra-intestinale, le typage et l'identification est moins important, ou en tout moins urgent. Cette souche peut en effet être considérée comme pathogène, surtout si elle est hémolytique sur gélose au sang et isolée en grand nombre (Beutin, 1999; Mainil *et al.*, 2001). Le typage et l'identification de ses propriétés spécifiques restent cependant très intéressants dans le domaine général de l'épidémiologie descriptive en vue de la constitution de futurs éventuels vaccins et dans le domaine plus particulier de la santé publique (voir plus loin).

## TRAITEMENT

Le traitement étiologique de toute colibacillose consiste, bien entendu, en l'administration d'un antibiotique. Le choix de cet antibiotique répond à plusieurs critères dont la sensibilité de la souche impliquée, la pathologie observée et la pharmacocinétique de la molécule. Relativement peu de données existent dans la littérature, mais les souches de colibacilles isolées de chiens et de chats présentent en général peu de résistances, par comparaison avec leurs homologues bovines et porcines.

Néanmoins, ces résistances ne sont pas totalement absentes (Josse *et al.*, 1980; Mainil *et al.*, 2000; 2001) et il faudra y songer lorsque les problèmes existent dans des chenils et chatteries, c'est-à-dire dans des groupes d'animaux. Ces résistances ne sont cependant pas suffisamment importantes aujourd'hui (sauf cas particulier), que pour avoir d'office recours aux dernières molécules mises sur le marché, comme, par exemple, les fluoroquinolones.

## PROPHYLAXIE

Actuellement, aucun vaccin n'est disponible sur le marché pour les espèces canine et féline. D'une part, même dans les espèces bovines et porcines, les seuls vaccins disponibles sont dirigés contre les souches ETEC (Nagy et Fekete, 1999; Mainil, 2000). D'autre part, ces vaccins ne sont d'aucune utilité chez le chien, car ils sont basés sur des valences

correspondant aux facteurs spécifiques de colonisation intestinale des veaux et des porcelets. Or, ces facteurs de colonisation attendent toujours d'être identifiés pour les souches ETEC canines, mais différent de ceux des souches ETEC bovines et porcines, à l'exception de très rares souches F5+ (Art, 1986; Mainil *et al.*, 1998a; Beutin, 1999).

La meilleure prophylaxie vis-à-vis des colibacilloses est donc hygiénique. Cette approche sera extrêmement importante dans des groupes d'animaux (chenils et chatteries). Les principes de base sont classiques: isolement des individus malades, éviter le contact des nichées avec les matières fécales et/ou les sécrétions vaginales des adultes, nettoyage et désinfection réguliers des locaux avec, de préférence, période de vide sanitaire...

## SANTÉ PUBLIQUE

L'importance des colibacilles en santé publique a pris une tournure dramatique depuis la description des souches EHEC, surtout celles du sérotype O157:H7, qui peuvent avoir une origine bovine (Nataro et Kaper, 1998; Mainil, 1999; 2000; Blanco *et al.*, 2001). La question d'une éventuelle origine animale pour d'autres souches se pose aussi de nos jours. La plupart du temps, les soupçons, fondés ou non, se tournent vers les souches bovines, porcines ou aviaires (Nataro et Kaper, 1998; De Rycke *et al.*, 1999; Dho-Moulin et Fairbrother, 1999; Mainil, 1999; 2000; Nagy et Fekete, 1999; Blanco *et al.*, 2001), en oubliant que d'autres espèces animales vivent en contact très étroit avec l'homme, comme les carnivores domestiques.

Les souches canines et félines pour lesquelles la question est le plus fréquemment abordée sont les souches NTEC1 et AdEC. Il est vrai que ces souches possèdent des propriétés générales, des facteurs potentiels de virulence et des profils génétiques qui les rapprochent de nombreuses souches humaines associées à des infections extra-intestinales: infections du tractus urinaire, bactériémie, méningite (Beutin, 1999; Johnson *et al.*, 2000).

Les mêmes raisonnements et remarques peuvent être tenus à l'encontre des souches EPEC canines et

félines. Il a en effet été montré que ces souches peuvent partager certaines propriétés avec les souches EPEC humaines : les présences du variant  $\alpha$  des gènes *eae*, *tir* et *esp* et de séquences homologues aux gènes qui codent pour l'adhésine fimbriaire de type IV spécifique de souches EPEC humaines, dénommée BFP (*Bundle Forming Pili*) sont les plus remarquables (Drolet *et al.*, 1994 ; Beaudry *et al.*, 1996 ; Mainil *et al.*, 1998a ; Nataro et Kaper, 1998 ; Goffaux *et al.*, 2000).

Les souches ETEC ont par contre depuis toujours reçu très peu d'attention dans les questions de santé publique, car leurs adhésines sont considérées comme spécifiques et leurs sérotypes sont majoritairement différents de ceux des souches ETEC humaines (Nataro et Kaper, 1998 ; Nagy et Fekete, 1999). Il apparaît que la situation des souches ETEC canines est similaire, même si leurs facteurs spécifiques de colonisation doivent encore être identifiés (Broes, 1993 ; Peeters, 1994 ; Beutin, 1999).

Il faut préciser avant de terminer cette discussion qu'il n'existe aujourd'hui aucune évidence épidémiologique de terrain qui permette d'affirmer que des souches NTEC1, AdEC ou EPEC canines et/ou félines soient à l'origine d'infections humaines, au-delà de la distribution chez différents individus

humains, canins et félins, vivant sous le même toit, de souches colibacillaires possédant une communauté de propriétés (Beutin, 1999). Si l'on veut être objectif, il faut aussi poser la question de la possibilité que ces souches canines et félines ne soient d'origine humaine, ce qui les rendraient en vérité responsables de zoonoses réverses.

## REMERCIEMENTS

L'auteur remercie Mr le Pr émérite Albert Kaeckenbeeck pour son intérêt constant pour le sujet de travail, ainsi que le Pr David J. Taylor et le Dr Colin McAlDowie, de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Glasgow pour la fourniture de diverses souches entérotoxigènes d'*Escherichia coli*.

## SUMMARY

### **Pathogenic *Escherichia coli* strains from dogs and cats : IV** **General discussion.**

This manuscript reviews the current knowledge on the main classes of pathogenic *Escherichia coli* in dogs and cats: type 1 necrotoxic strains (NTEC1),

adhesin-positive strains (AdEC), enteropathogenic strains (EPEC) and enterotoxigenic strains (ETEC). They represent primary or secondary (to other bacterial, parasitic and/or viral infections) infectious agents. NTEC1 and AdEC are the most frequent and are responsible for intestinal, urinary tract and invasive infections, while EPEC and ETEC limit their infections to the intestinal tract. ETEC are the less frequent but EPEC are more and more often observed. The specific virulence factors and other properties of these pathogenic *E. coli* strains are similar to those of their bovine, human and porcine counterparts, for their identity and their genetic determinism. This similarity allows the use of an identical approach in their diagnosis and typing. But for some NTEC1, AdEC and EPEC strains the similarity is so close that it also raises the question of their zoonotic potential, though there is up to now no epidemiological evidence of such cross contamination of man by canine or feline pathogenic *E. coli* (or vice versa).

---

## BIBLIOGRAPHIE

- ART D. Facteur d'attachement chez les *Escherichia coli* entérotoxigènes du chien. *Rev. Inst. Pasteur Lyon*, 1986, **19**, 153-160.
- BEAUDRY M., ZHU C., FAIRBROTHER J.M., HAREL J. Genotypic and phenotypic characterization of *Escherichia coli* isolates from dogs manifesting attaching and effacing lesions. *J. Clin. Microbiol.*, 1996, **34**, 144-148.
- BEUTIN L. *Escherichia coli* as a pathogen in dogs and cats. *Vet. Res.*, 1999, **30**, 285-298.
- BLANCO J., BLANCO M., BLANCO J.E., MORA A., ALONSO M.P., GONZALEZ E.A., BERNARDEZ M.I. Epidemiology of verocytotoxigenic *Escherichia coli* (VTEC) in ruminants. In: Duffy G., Garvey P., McDowell D.A. (Eds), Verocytotoxigenic *Escherichia coli*. Food and Nutrition Press Inc.: Trumbull, Connecticut, 2001, 113-148.
- BROES A. Les *Escherichia coli* pathogènes du chien et du chat. *Ann. Méd. Vét.*, 1993, **137**, 377-384.
- DE RYCKE J., MILON A., OSWALD E. Necrotoxic *Escherichia coli* (NTEC): two emerging categories of human and animal pathogens. *Vet. Res.*, 1999, **30**, 221-234.
- DE RYCKE J., OSWALD E. Cytolethal Distending Toxin (CDT): a bacterial weapon to control host cell proliferation? *FEMS Microbiol. Lett.*, 2001, **203**, 141-148.
- DHO-MOULIN M., FAIRBROTHER J.M. Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). *Vet. Res.*, 1999, **30**, 299-316.
- DROLET R., FAIRBROTHER J.M., HAREL J., HELLIE P. Attaching and effacing and enterotoxigenic *Escherichia coli* associated with enteric colibacillosis in the dog. *Can. J. Vet. Res.*, 1994, **58**, 87-92.

- GOFFAUX F., CHINA B., JANSSEN L., MAINIL J. Genotypic characterization of enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) isolated in Belgium from dogs and cats. *Res. Microbiol.*, 2000, **151**, 865-871.
- GYLES C.L. *Escherichia coli* enterotoxins. In : Gyles C.L. (Ed.), *Escherichia coli* in domestic animals and humans. CAB International : Wallingford, 1994, 337-364.
- JANKE B.H., FRANCIS D.H., COLLINS J.E., LIBAL M.C., ZEMAN D.H., JOHNSON D.D. Attaching and effacing *Escherichia coli* infections in calves, pigs, lambs and dogs. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 1989, **1**, 6-11.
- JOSSE M., JACQUEMIN E., KAECKENBEECK A. Présence chez le chien d'*Escherichia coli* productrices d'une entérotoxine thermostable (STa). *Ann. Méd. Vét.*, 1980, **124**, 211-214.
- JOHNSON J.R., O'BRYAN T.T., LOW D.A., LING G., DELAVARI P., FASCHING C., RUSSO T.A., CARLINO U., STELL A.L. Evidence for commonality between canine and human extraintestinal pathogenic *Escherichia coli* strains that express *papG* allele III. *Infect. Immun.*, 2000, **68**, 3327-3336.
- MAINIL J. Shiga/Verocytotoxins and Shiga/Verotoxigenic *Escherichia coli* in animals. *Vet. Res.*, 1999, **30**, 235-258.
- MAINIL J. Le point des connaissances sur les entérites à *Escherichia coli* chez le veau. *Ann. Méd. Vét.*, 2000, **144**, 121-136.
- MAINIL J.G., BEX F., DREZE P., POHL P., KAECKENBEECK A., COUTURIER M. Replicon typing of virulence plasmids in enterotoxigenic *Escherichia coli* isolates from cattle. *Infect. Immun.*, 1992, **60**, 3376-3380.
- MAINIL J., BEZ S., JACQUEMIN E., KAECKENBEECK A. Les souches pathogènes d'*Escherichia coli* chez les chiens et chats : I) Détection des souches entérotoxigènes (ETEC), entérotoxigènes (EPEC), vérotoxigènes (VTEC), entérohémorragiques (EHEC) et nécrotoxigènes (NTEC). *Ann. Méd. Vét.*, 1998a, **142**, 39-46.
- MAINIL J.G., DAUBE G., JACQUEMIN E., POHL P., KAECKENBEECK A. Virulence plasmids of enterotoxigenic *Escherichia coli* isolates from piglets. *Vet. Microbiol.*, 1998b, **62**, 291-301.
- MAINIL J., JANSSEN L., CHARLIER G., JACQUEMIN E., CHINA B., GOFFAUX F. Les souches pathogènes d'*Escherichia coli* chez les chiens et chats: II) Données cliniques et bactériologiques sur les souches entérotoxigènes. *Ann. Méd. Vét.*, 2000, **144**, 335-343.
- MAINIL J., WILBAUX M., JACQUEMIN E., IMBERECHTS H., VAN BOST S. Les souches pathogènes d'*Escherichia coli* chez les chiens et chats : III) Données bactériologiques et cliniques sur les souches nécrotoxigènes et sur celles positives pour des adhésines. *Ann. Méd. Vét.*, 2001, **145**, 343-354.
- MILON A., OSWALD E., DE RYCKE J. Rabbit EPEC : a model for the study of enteropathogenic *Escherichia coli*. *Vet. Res.*, 1999, **30**, 203-220.
- MOON H.W., WHIPP S.C., ARGENZIO R.A., LEVINE M.M., GIANNELLA R.A. Attaching and effacing activities of rabbit and human enteropathogenic *Escherichia coli*. *Infect. Immun.*, 1983, **41**, 1340-1351.
- NAGY B., FEKETE P.Zs. Enterotoxigenic *Escherichia coli* in farm animals. *Vet. Res.*, 1999, **30**, 259-284.
- NATARO J.P., KAPER J.B. Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clin. Microbiol. Rev.*, 1998, **11**, 142-201.
- PEETERS J. *Escherichia coli* infections in rabbits, cats, dogs, goats and horses. In : Gyles C.L. (Ed.), *Escherichia coli* in domestic animals and humans. CAB International : Wallingford, 1994, 261-283.
- POSPISCHIL A., MAINIL J.G., BALJER G., MOON H.W. Attaching and effacing bacteria in the intestines of calves and cats with diarrhea. *Vet. Pathol.*, 1987, **24**, 330-334.
- VAN BOST S., ROELS S., MAINIL J. Necrotoxigenic *Escherichia coli* type 2 invade and cause diarrhea during experimental infection in colostrum restricted newborn calves. *Vet. Microbiol.*, 2001, **81**, 315-329.
- VAN BOST S., ROELS S., OSWALD E., MAINIL J. Putative roles of the CNF2 and CDT-III toxins in experimental infections with necrotoxigenic *Escherichia coli* type 2 (NTEC2) strains in calves. Soumis pour publication.
- WADA Y., KONDO H., NAKAOKA Y., KUBO M. Gastric attaching and effacing *Escherichia coli* lesions in a puppy with naturally occurring enteric colibacillosis and concurrent canine distemper virus infection. *Vet. Pathol.*, 1996, **33**, 717-720.