

Profils de résistance aux antibiotiques de souches d'*Enterococcus sp* et d'*Escherichia coli* isolées dans les matières fécales de sangliers et cervidés sauvages

MARTIN N., MOUSSET B., DUPREZ J.N., GREGOIRE F., HOYOUX A., LINDEN A., MAINIL J.

Service de Bactériologie et Pathologie des Maladies bactériennes, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, Bâtiment B43 à 4000 Liège, Belgique

Correspondance : Prof. Jacques Mainil Email : JG.Mainil@ulg.ac.be Tél : +32(0)4/366.40.50

RESUME : Une idée très répandue est que l'apparition de la résistance aux antibiotiques est à mettre en relation directe avec l'utilisation fréquente, voire parfois abusive, des antibiotiques et que cette résistance pourrait tendre vers une valeur nulle si une utilisation raisonnable et raisonnée était mise en place. Pour tester cette hypothèse, nous avons étudié l'antibiorésistance de deux bactéries, *Escherichia coli* et *Enterococcus sp*, isolées de matières fécales de cervidés et sangliers sauvages de Wallonie vis-à-vis de plusieurs antibiotiques. Nous avons obtenu un pourcentage élevé de résistance pour les souches *Escherichia coli* de cervidés vis-à-vis de la streptomycine (42 %) et de l'acide nalidixique (42 %). Une résistance à l'oxytétracycline a été notée pour les *Enterococcus* de cervidés (9 %) et de sangliers (19 %). Ces résultats montrent que l'emploi raisonné des antibiotiques n'est pas l'unique paramètre susceptible de faire décroître l'antibiorésistance. Il faut tenir compte d'autres facteurs liés aux bactéries elles-mêmes.

INTRODUCTION

La résistance aux antibiotiques constitue un sujet de préoccupation tant en médecine humaine que vétérinaire. En élevage, les antibiotiques restent parmi les molécules les plus utilisées. Leur utilisation peut être prophylactique, thérapeutique ou strictement zootechnique (promoteur de croissance) en vue d'améliorer les performances animales (Dardenne et al., sans date).

S'il est clair que tout usage de substance à activité antibactérienne peut conduire à la sélection de souches résistantes dans les flores commensales ou pathogènes chez l'animal et l'homme, l'utilisation intensive d'antibiotiques en médecine humaine et vétérinaire a conduit à l'émergence de souches résistantes au sein des populations bactériennes avec des risques tant en santé humaine ou animale qu'au niveau environnemental et technologique.

Les efforts pour réduire ce phénomène sont basés sur l'hypothèse que l'antibiorésistance est maintenue au sein des populations bactériennes du fait de leur exposition aux antibiotiques et que la restriction de leur utilisation pourrait, dès lors, diminuer l'importance des bactéries résistantes. Pour vérifier la relation entre antibiorésistance et absence d'exposition aux antibiotiques, nous avons réalisé une étude préliminaire et globale sur le profil de résistance de bactéries isolées du tube digestif d'une population de sangliers et de cervidés sauvages en région wallonne (Belgique). Le tractus digestif des animaux (et de l'homme) contient une multitude d'espèces bactériennes parmi lesquelles nous avons choisi de retenir les genres *Escherichia* (*E. coli*) et *Enterococcus sp*. qui représentent deux marqueurs de l'évolution de la résistance aux antibiotiques (SØrum et Sunde, 2001).

MATERIEL ET METHODES

Echantillons

Les matières fécales de cervidés (n = 110, *Cervus elaphus* et *Capreolus capreolus*) et de sangliers (n = 95) ont été collectées au cours de l'automne 2005 sur différents territoires situés en région wallonne (Belgique). Ces animaux, prélevés en période de chasse, sont présumés sains. Les échantillons ont été récoltés, lors de l'éviscération, au niveau du rectum ou du colon distal. Ensuite, ils ont été stockés à 4°C.

Mise en culture et identification

Les matières fécales ont été utilisées pour l'identification et le profil d'antibiorésistance de deux bactéries indicatrices, *Escherichia coli* et *Enterococcus*. Les milieux de croissance choisis sont le milieu Enterococcosel® (Becton Dickinson, USA), sélectif pour les entérocoques et le milieu Gassner® (Merck,

Allemagne), sélectif pour les entérobactéries. Après ensemencement des matières fécales, les géloses sont incubées 24 heures à 37°C. Les coliformes fermentent le lactose contenu dans le milieu Gassner® et donnent des colonies bleues par acidification du milieu (Merck, Allemagne). Les entérocoques donneront, quant à eux, des colonies noires par hydrolyse de l'esculine du milieu Enterococcosel® (Becton Dickinson, USA). Une colonie de chaque genre/espèce est choisie pour identification complète et réalisation de l'antibiogramme.

Pour confirmer l'identité des souches, une galerie d'identification présomptive « maison » pour *Enterococcus* (utilisation ou non du lactose, mannitol, raffinose et sorbitol), la gélose MUG (4-méthyl-umbelliféryl β-glucuronide, Fluka, Allemagne) et le test indol « maison » (réactif de Kovacs) pour *E. coli* ont été utilisés.

Antibiogramme

Chaque colonie a été testée pour sa sensibilité à 7 antibiotiques : l'ampicilline (10 µg), la streptomycine (10 µg), la gentamicine (10 µg), l'oxytétracycline (30 µg), le triméthoprim/sulfamidé (1,25 µg/23,75 µg), le florfenicol (30 µg) et l'acide nalidixique (30 µg) pour les souches d'*E. coli*; l'ampicilline (10 µg), la gentamicine (forte dose : 120 µg), l'oxytétracycline (30 µg), la vancomycine (30 µg), la clindamycine (2 µg), l'enrofloxacin (5 µg) et le florfenicol (30 µg) pour les souches d'*Enterococcus*.

La méthode utilisée pour la réalisation des antibiogrammes est la méthode de diffusion en milieu gélosé par écou-

villonnage. On plonge un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne réalisée à partir d'une culture d'*E. coli* ou d'*Enterococcus* de 24 heures sur un milieu gélosé. On épuise l'écouvillon à la surface du milieu Mueller-Hinton (Becton Dickinson, USA) en traçant une croix et en étalant l'inoculum sur toute la surface de la gélose dans les deux directions de la croix de façon à obtenir un tapis bactérien. Cette étape est suivie de l'application de disques imbibés des antibiotiques précités (Becton Dickinson, USA et Oxoïd, England pour le florfenicol). Les boîtes sont placées à l'étuve à 37°C durant 24 heures. Les valeurs limites pour la mesure des diamètres d'inhibition ont respecté les normes recommandées par le producteur. Selon les renseignements donnés par le fournisseur, les normes pouvant être utilisées pour le florfenicol sont les normes pour *Mannheimia haemolytica*.

Les isolats ont, ainsi, pu être catégorisés comme sensible (S), intermédiaire (I) ou résistant (R) aux différents antibiotiques (Anonyme, 1996).

Analyse statistique

Pour comparer la différence des pourcentages de résistance aux divers antibiotiques entre les cervidés et les sangliers, le test du chi carré a été réalisé. Les différences ont été considérées comme significatives à $p < 0,05$ (intervalle de confiance de 95 %).

RESULTATS

Le nombre de souches isolées pour les cervidés et sangliers s'élèvent res-

pectivement à 93 et 68 pour le genre *Enterococcus*. Pour *E. coli*, ce nombre est de 52, aussi bien pour les cervidés que pour les sangliers.

Les profils de résistance obtenus dans cette étude, pour *E. coli*, sont présentés dans le tableau I. Parmi les souches de cervidés, la résistance à l'acide nalidixique (42 %) et à la streptomycine (42 %) est la plus fréquente, suivie par la résistance à l'oxytétracycline (19 %), la gentamicine (12 %) et l'ampicilline (8 %). La résistance aux sulfamidés/triméthoprim et au florfenicol est de 2 %. En ce qui concerne les sangliers, une résistance plus fréquente à l'ampicilline (12 %) et l'absence de résistance à l'acide nalidixique, à la gentamicine, au florfenicol sont observées. Un pourcentage de résistance de 2 % est constaté pour l'oxytétracycline, les sulfamidés/triméthoprim et la streptomycine.

Les résultats de l'analyse statistique ($p < 0,05$, test chi carré) confirment une différence significative entre les cervidés et les sangliers pour l'oxytétracycline, l'acide nalidixique, la gentamicine et la streptomycine.

Pour les souches d'*Enterococcus*, les résultats de l'identification présomptive et des profils de résistance pour les différentes espèces bactériennes sont présentés dans les tableaux II et III.

Aucune donnée sur les cervidés et sangliers sauvages n'ayant été publiée, à notre connaissance, nous avons choisi de retenir les espèces d'*Enterococcus* les plus fréquemment isolées chez les bovidés et suidés domestiques. D'après Euzéby (2006), *E. cecorum*, *E. faecalis*, *E. faecium* et *E. durans*

Tableau I : profils de résistance aux antibiotiques des *E. coli* isolés de cervidés et de sangliers

		AM	OTC*	AN*	SXT	GM*	STREP*	FFC	
<i>E. coli</i>	Cervidés (n= 52)	S	40	42	30	51	44	29	51
		R	4	10	22	1	6	22	1
	I	8	0	0	0	2	1	0	
	% résistance	8	19	42	2	12	42	2	
	Sangliers (n= 52)	S	46	50	52	51	52	37	50
R	6	1	0	1	0	1	0		
I	0	1	0	0	0	14	2		
% résistance	12	2	0	2	0	2	0		

AM : ampicilline ; OTC : oxytétracycline ; AN : acide nalidixique ;
SXT : sulfamidé/triméthoprim ; GM : gentamicine ; STREP : streptomycine ;
FFC : florfenicol ; ENO : enrofloxacin ; VA : vancomycine ; CC : clindamycine.

R : résistant ; I : intermédiaire ; S : sensible.

Résultats exprimés en pourcentage de résistance.

* : différence significative entre les cervidés et les sangliers pour le pourcentage de résistance aux antibiotiques ($p < 0,05$).

Tableau II : profils de résistance aux antibiotiques des *Enterococcus* isolés de cervidés

		AM	GM forte	OTC	VA	CC	ENO	FFC
<i>E. faecalis</i> (n=3)	S	3	3	3	3	0	3	3
	R	0	0	0	0	3	0	0
	I	0	0	0	0	0	0	0
	% de résistance	0	0	0	0	100	0	0
<i>E. faecium</i> (n=11)	S	11	11	11	10	0	11	11
	R	0	0	0	1	11	0	0
	I	0	0	0	0	0	0	0
	% de résistance	0	0	0	9	100	0	0
<i>E. villorum</i> (n=28)	S	27	28	24	28	4	23	28
	R	0	0	4	0	24	2	0
	I	1	0	0	0	0	3	0
	% de résistance	0	0	14	0	86	7	0
<i>E. durans</i> (n=2)	S	2	2	1	2	2	2	2
	R	0	0	0	0	0	0	0
	I	0	0	1	0	0	0	0
	% de résistance	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. cecorum</i> (n=16)	S	15	16	15	14	2	14	16
	R	0	0	1	2	14	0	0
	I	1	0	0	0	0	2	0
	% de résistance	0	0	6	13	88	0	0
Autres (n=33)	S	33	33	22	31	0	27	32
	R	0	0	11	0	33	4	0
	I	0	0	0	2	0	2	1
	% de résistance	0	0	33	0	100	12	0
	Résistance moyenne (%)	0	0	9	4	79	3	0

AM : ampicilline ; GM : gentamicine ; OTC : oxytétracycline ; VA : vancomycine ;

CC : clindamycine ; ENO : enrofloxacin ; FFC : florfenicol ;

R : résistant ; I : intermédiaire ; S : sensible.

Résultats exprimés en pourcentage de résistance pour chaque espèce bactérienne et en résistance moyenne toute espèce confondue.

Tableau III : profils de résistance aux antibiotiques des *Enterococcus* isolés de sangliers

		AM	GM forte	OTC	VA	CC	ENO	FFC
<i>E. faecalis</i> (n=10)	S	10	10	8	10	1	9	10
	R	0	0	2	0	9	0	0
	I	0	0	0	0	0	1	0
	% de résistance	0	0	20	0	90	0	0
<i>E. faecium</i> (n=10)	S	10	10	9	10	1	7	10
	R	0	0	0	0	9	1	0
	I	0	0	1	0	0	2	0
	% de résistance	0	0	0	0	90	10	0
<i>E. villorum</i> (n=9)	S	9	9	5	9	0	9	9
	R	0	0	4	0	9	0	0
	I	0	0	0	0	0	0	0
	% de résistance	0	0	44	0	100	0	0
<i>E. cecorum</i> (n=3)	S	3	3	3	3	0	3	3
	R	0	0	0	0	3	0	0
	I	0	0	0	0	0	0	0
	% de résistance	0	0	0	0	100	0	0
Autres (n=36)	S	36	36	24	34	6	30	36
	R	0	0	12	0	30	3	0
	I	0	0	0	2	0	3	0
	% de résistance	0	0	33	0	83	8	0
	Résistance moyenne (%)	0	0	19	0	93	4	0

AM : ampicilline ; GM : gentamicine ; OTC : oxytétracycline ; VA : vancomycine ;

CC : clindamycine ; ENO : enrofloxacin ; FFC : florfenicol ;

R : résistance ; I : intermédiaire ; S : sensible.

Résultats exprimés en pourcentage de résistance pour chaque espèce bactérienne et en résistance moyenne toute espèce confondue.

sont les espèces le plus souvent isolées chez le bovin et chez le porc, *E. cecorum*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. hirae* et *E. villorum*. Les autres espèces non identifiées suivant notre mini-galerie sont regroupées sous le terme « autres ».

Globalement, on observe une résistance à la clindamycine, la vancomycine, l'oxytétracycline et l'enrofloxacin : la résistance à la clindamycine varie de 83 à 100 % pour les différentes espèces d'*Enterococcus*, toute souche confondue, sauf pour *E. durans* où aucune résistance n'est observée.

En ce qui concerne la vancomycine, les espèces *E. faecium* et *E. cecorum* de cervidés montrent une résistance de 9 et 13 %, respectivement.

Chez les cervidés, on observe une résistance vis-à-vis de l'oxytétracycline pour *E. villorum*, *E. cecorum* et pour les autres espèces non identifiées (14 %, 6 % et 33 %, respectivement). Pour les sangliers, *E. faecium*, *E. villorum* et le groupe « autres » présentent également une résistance à cet antibiotique (20 %, 44 % et 33 %, respectivement).

La résistance à l'enrofloxacin est observée pour les espèces non identifiées, aussi bien chez les cervidés et les sangliers, à raison de 12 % et 8 %, respectivement. Elle s'observe également pour *E. faecium* isolé de sangliers (10 %) et *E. villorum* isolé de cervidés (7 %).

Pour les différences de résistance entre cervidés et sangliers, l'analyse statistique ne montre aucune différence significative.

DISCUSSION

Nos résultats montrent qu'il existe une prévalence non négligeable d'antibiorésistance parmi les souches récoltées à partir de mammifères sauvages même si, *a priori*, les animaux ne sont pas sensés avoir reçu de traitement.

La résistance naturelle de bas niveau (faible dosage en antibiotique de la pastille) aux lincosamides des entérocoques est vérifiée par un pourcentage très élevé de résistance chez les cervidés et les sangliers (79 % et 93 %, respectivement). Ce pourcentage élevé nous a fait suspecter un nombre important de souches d'*Enterococcus faecalis* puisque cette espèce, selon le Comité de l'Antibiogramme de la Société française de Microbiologie (CASFM), présente une résistance naturelle et aiderait ainsi à l'identification de cette espèce bactérienne. Au

vu des résultats obtenus, il n'est donc pas possible, de tirer une conclusion à ce sujet.

Une résistance à bas niveau existe aussi pour les aminosides mais dans notre étude, le dosage des pastilles de gentamicine était de 120 µg, évitant ainsi ce phénomène de résistance à bas niveau (Euzéby, 2006).

Dans notre étude, des pourcentages de résistance élevés ont été observés pour les *E. coli* de cervidés vis-à-vis de la streptomycine et de l'acide nalidixique. Pour ce dernier, diverses études (Gilliver *et al.*, 1999 ; Lillehaug *et al.*, 2005) ont donné des résultats différents des nôtres. Vu l'importance des valeurs de résistance obtenues, il serait intéressant de tester une fluoroquinolone, molécule plus récente.

En ce qui concerne la streptomycine, des pourcentages semblables à ceux de cette étude ont été rapportés (Aarestrup *et al.*, 1998 ; Hansen et Velschow, 2000 ; Lillehaug *et al.*, 2005).

L'acide nalidixique et la streptomycine étant peu, voire plus utilisés en médecine vétérinaire, il est étonnant de retrouver des résistances aussi importantes. Une étude menée par Chiew et collaborateurs (1998) a montré l'existence de la résistance à la streptomycine en l'absence d'utilisation. Leur hypothèse est le portage du gène de résistance sur un transposon possédant une région spécifique appelée intégron, où d'autres gènes de résistance peuvent s'insérer, avec apparition d'un phénomène de résistance croisée. De plus, si la présence du gène de résistance n'a aucun coût biologique pour la bactérie, celui-ci se maintient même en l'absence de l'antibiotique (Mircovich *et al.*, 2004).

Pour les tétracyclines, on observe un certain pourcentage de résistance tant pour *E. coli* que pour *Enterococcus sp* avec, toutefois, des valeurs inférieures à celles notées pour l'acide nalidixique et la streptomycine. Les tétracyclines, bien qu'étant d'anciennes molécules, conservent une place importante en médecine vétérinaire, sont stables et non enclines à la biodégradation. Elles sont habituellement utilisées comme antibiotique de première ligne chez différentes espèces animales (Sayah *et al.*, 2005). Des niveaux de résistance comparables ont pu être observés dans d'autres études (Aarestrup *et al.*, 1998 ; Hansen *et al.*, 2000 ; Sayah *et al.*, 2005 ; Pallecchi *et al.*, 2007). L'observation faite par Langlois et collaborateurs (1988) sur la longue

persistance de gènes de résistance aux tétracyclines, en l'absence d'antibiotiques appartenant ou non à la même famille, pourrait justifier nos résultats.

Une identification présomptive à l'espèce des souches d'*Enterococcus* par une méthode simple (fermentation de sucres) nous a permis d'identifier un certain nombre d'espèces. Pour des recherches futures, il serait toutefois intéressant d'approfondir cette identification pour déterminer quelles sont, précisément, toutes les espèces d'entérocoques rencontrées chez ces animaux.

Le mode de vie des cervidés et sangliers sauvages, en Belgique, constitue une autre hypothèse pour expliquer la résistance aux antibiotiques. Vu la proximité des territoires occupés par ces animaux avec les zones de pâturage, l'introduction de souches résistantes, via les animaux domestiques (bovins, porcins par exemple), est envisageable. On sait, en effet, que les ruminants sauvages pâturent de nuit sur les prairies occupées par des ruminants domestiques. Une étude menée sur des cervidés par Lillehaug et collaborateurs (2005) suggère que l'antibiorésistance à certains antibiotiques puisse apparaître suite à l'exposition des animaux à des antibiotiques ou des substances semblables retrouvés dans leur nourriture (par exemple, la streptomycine qui est produite par *Streptomyces griseus*, bactérie tellurique). Lyon et Scurray (1987) ont proposé que la transmission de gènes de résistance aux antibiotiques (*Streptomyces* et d'autres bactéries du sol) à des espèces bactériennes cliniquement importantes puisse avoir eu lieu via l'échange de plasmides et/ou d'éléments transposables. Et que d'autres facteurs, tels les métaux lourds (cadmium, mercure, plomb) puissent jouer un rôle dans la transmission de cette antibiorésistance via les mêmes phénomènes d'échange. Ces phénomènes pourraient aussi expliquer les résultats d'une étude menée sur une communauté d'Indiens Guarani en Bolivie (Pallecchi *et al.*, 2007). Il a été montré une forte prévalence d'antibiorésistance pour les *E. coli* commensaux, malgré la très faible exposition aux antibiotiques et des échanges limités avec l'extérieur.

Une autre hypothèse serait la supplémentation en nourriture des bêtes sauvages durant la période hivernale. Bien que l'ajout d'antibiotiques dans de tels aliments soit interdit, connaître

la composition exacte de ces aliments pourrait être utile, en sachant que certains sont déjà complétés en produits antiparasitaires.

CONCLUSION

L'hypothèse, très répandue, qu'en l'absence de traitement antibiotique, la proportion de bactéries résistantes devrait tendre vers une valeur nulle est très restrictive. Une utilisation raisonnée des antibiotiques est nécessaire pour limiter l'antibiorésistance, mais les règles conçues en ce sens ne sont pas suffisantes pour mettre fin à l'existence de germes résistants. Cette disparition ne pourrait avoir lieu que si aucune autre molécule ne sélectionne de co-résistance et si le gène de résistance n'est pas associé avec des éléments génétiques susceptibles

d'aider à son maintien (Chiew *et al.*, 1998).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Région Wallonne qui finance, en partie, ce projet (convention-cadre 05/48119).

SUMMARY

A widespread idea is that occurrence of antibiotic resistance is simply connected with the frequent use and/or sometimes overuse of antibiotics and that this resistance could tend to decrease if they were correctly used. To test this hypothesis, we

studied the antimicrobial resistance of two bacteria, *Escherichia coli* and *Enterococcus sp.*, isolated from faeces of wild cervids and boars in Wallonia against seven currently used antibiotics. We obtained a high percentage of resistance of *Escherichia coli* isolates from cervids against streptomycine (42%) and nalidixic acid (42%). A resistance to oxytetracycline was noted for *Enterococcus* of cervids (9%) and boars (19%). These results show that, a reasonable use of antibiotics is not the only parameter likely to decrease antibiotic resistance. It is necessary to take account of other factors related to bacteria themselves.

BIBLIOGRAPHIE

- AARESTRUP F.M., BAGER F., JENSEN N.E., MADSEN M., MEYLING A., WEGENER H.C. Resistance to antimicrobial agents used for animal therapy in pathogenic-, zoonotic- and indicator bacteria isolated from different food animals in Denmark: a baseline study for the Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring Programme (DANMAP). *APMIS*, 1998, **106**, 745-770.
- ANONYME Technical recommendations for in vitro susceptibility testing. *Clin. Microbiol. Infect.*, 1996, **2** : Suppl 1, 11-25.
- BECTON DICKINSON Enterococcosel agar. [en ligne] (sans date) Adresse URL : http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Enterococcosel_Agar.pdf, consulté le 21/02/07.
- CHIEW Y.F., YEO S.F., HALL L.M., LIVERMORE D.M. Can susceptibility to an antimicrobial be restored by halting its use? The case of streptomycin versus Enterobacteriaceae. *J. Antimicrob. Chemother.*, 1998, **41**, 247-251.
- DARDENNE P., VANDEPLAS S., ROMNEE J.M., BOUDRY C., BAETEN V., BERBEN G., RENAVILLE R. Sécurité alimentaire et traçabilité. [en ligne] (sans date) Adresse URL : <http://www.fsagx.ac.be/zt/Publications/10e%20Carrefour/Dardenne.pdf>, consulté le 21/02/07.
- EUZEBY J.P. *Enterococcus*. [en ligne] (19/10/2006) Adresse URL : <http://www.bacterio.cict.fr/bacdict/ee/enterococcus.html>, consulté le 21/02/07.
- GILLIVER M.A., BENNETT M., BEGON M., HAZEL S.M., HART C.A. Antibiotic resistance found in wild rodents. *Nature*, 1999, **401**, 233-234.
- HANSEN A.K., VELSCHOW S. Antibiotic resistance in bacterial isolates from laboratory animal colonies naive to antibiotic treatment. *Lab. Anim.*, 2000, **34**, 413-422.
- LANGLOIS B.E., DAWSON K.A., LEAK I., AARON D.K. Antimicrobial resistance of fecal coliforms from pigs in a herd not exposed to antimicrobial agents for 126 months. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1983, **46**, 1433-1434.
- LILLEHAUG A., BERGSJØ B., SCHAU J., BRUHEIM T., VIKØREN T., HANDELAND K. *Campylobacter spp.*, *Salmonella spp.*, verocytotoxic *Escherichia coli*, and antibiotic resistance in indicator organisms in wild cervids. *Acta Vet. Scand.*, 2005, **46**, 23-32.
- MIRCOVICH C., CHAUVIN C., SANDERS P., BAYON-AUBOYER M.H., DUBROCA S., RUGRAFF Y. Modes d'élevage des porcs et prévalence de *E. coli* résistants aux antimicrobiens. *Journées Recherche Porcine*, 2004, **36**, 365-370.
- LIVERMORE D.M., WARNER M., HALL L.M.C., VIRVE I.E., PROJAN S.J., DUNMAN P.M., WOOSTER S.L., HARRISON G. Antibiotic resistance in bacteria from magpies (*Pica pica*) and rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from west Wales. *Environ. Microbiol.*, 2001, **3**, 658-661.
- LYONB.R., SKURRAYR. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus*: genetic basis. *Microbiol. Rev.*, 1987, **51**, 88-134.
- MERCK GASSNER agar (Water-blue Metachrome-yellow lactose Agar

acc. to GASSNER). [en ligne] (09/04/2002) Adresse URL : [http://fr.vwr.com/fr_FR/content/thematics/microbiology/pdf/GASSNER%20Agar%20\(Water-blue%20Metachrome-yellow%20Lactose%20Agar%20acc.pdf](http://fr.vwr.com/fr_FR/content/thematics/microbiology/pdf/GASSNER%20Agar%20(Water-blue%20Metachrome-yellow%20Lactose%20Agar%20acc.pdf), consulté le 21/02/07

PALLECCHI L., LUCCHETTI C., BARTOLONI A., BARTALESI F., MANTELLA A., GAMBOA H., CARATTOLI A., PARADISI F., ROSSOLINI G.M. Population structure and resistance genes in antibiotic-resistant bacteria from a remote community with minimal antibiotic exposure. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 2007, **51**, 1179-1184.

SAYAH R.S., KANEENE J.B., JOHNSON Y., MILLER R. Patterns of antimicrobial resistance observed in *Escherichia coli* isolates obtained from domestic and wild-animal fecal samples, human septage, and surface water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2005, **71**, 1394-1404.

SØRUM H., SUNDE M. Resistance to antibiotics in the normal flora of animals. *Vet. Res.*, 2001, **32**, 227-241.