

La prophylaxie de la maladie de Carré chez le furet

M. STEINBAUER

Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, 4000 Liège, Belgique

Correspondance : Dr Marion Steinbauer E-mail : Marion.Steinbauer@student.ulg.ac.be

Résumé : La vaccination des furets contre la maladie de carré paraît indispensable mais, en Belgique comme en France, elle n'est pas facile à mettre en œuvre car il n'existe aucun vaccin spécifique à cette espèce animale.

Cette revue de littérature se propose de faire le point sur le sujet, en mettant en avant l'importance de vacciner les furets contre cette maladie presque toujours mortelle et en proposant un schéma vaccinal réalisable.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, le praticien vétérinaire rencontre de plus en plus souvent dans sa clientèle des espèces moins conventionnelles. Qu'il s'agisse d'espèces exotiques ou d'espèces réaffectées comme animal de compagnie — tel le furet (*Mustela putorius furo*) —, le praticien est notamment confronté à un manque de disponibilité en médicaments ou vaccins développés pour ces espèces.

Le furet est une espèce interpellante de ce point de vue : réceptif notamment au virus de la grippe qui passe sans difficulté du propriétaire à l'animal (et vice-versa) (Langlois, 2005), à la maladie de Carré auquel il est particulièrement sensible... Le furet est donc le candidat idéal pour la vaccination et pourtant en pratique cela présente quelques difficultés. En effet cette prophylaxie n'est pas considérée à part entière par les firmes pharmaceutiques. Ainsi en Europe, bien que la maladie ait déjà été décrite chez le furet (Perpiñán *et al.*, 2006), aucun vaccin validé chez ce mustélide n'est disponible, contrairement aux États-Unis où il existe deux vaccins autorisés pour le furet contre la maladie de Carré. Comment dès lors mettre en place une prophylaxie adéquate contre la maladie de Carré chez le furet ?

Cet article propose d'aborder la problématique de la vaccination de la maladie de Carré chez le furet en faisant le point sur les connaissances actuelles en matière de prévention et de dispo-

nibilité en vaccin(s) en Belgique et en France.

LA MALADIE DE CARRÉ CHEZ LE FURET

Le virus de la maladie de Carré, en anglais *Canine Distemper Virus* (CDV), a été découvert en 1905 par Henri Carré. De la famille des *Paramyxoviridae* (genre *Morbillivirus*), ce virus n'existe qu'en un seul sérotype avec plusieurs souches (Onderstepoort, Lederle...) qui se différencient quant à l'expression clinique de la maladie (période d'incubation, signes cliniques, et durée de la maladie) (Fox, 1998).

La principale voie de transmission est l'inhalation de sécrétions biologiques infectieuses (conjonctivales, nasales, orales, urinaires, fécales, ou provenant de desquamations cutanées). La transmission peut résulter d'un contact direct avec un animal malade ou d'un contact indirect (Fox, 1998). Le contact entre animaux lors de promenades est un facteur favorable à la transmission directe, d'autant que le furet, grégaire de par sa domestication, recherche le contact et les jeux avec ses congénères ou les canidés rencontrés. Par ailleurs, la contamination indirecte est possible car le virus reste virulent pendant quelques heures dans les sécrétions tant qu'il n'y a pas de dessiccation. Le propriétaire peut donc jouer le rôle de vecteur et contaminer son furet sans que celui-ci n'ait eu de contact avec l'extérieur.

Il existe peu d'informations concernant les infections naturelles. Lors d'infection expérimentale, on constate l'apparition des premiers symptômes après une période d'incubation de 7 à 14 jours : le furet présente de l'anorexie, des vomissements, des écoulements séreux oculaires et nasaux. Une hyperthermie (> 39,5°C) peut apparaître entre le troisième et le cinquième jour après l'infection et dure plusieurs jours. Dix à douze jours après l'infection, on voit apparaître une éruption cutanée au niveau du menton qui peut s'étendre jusqu'à la région inguinale (Ryland *et al.*, 1997). Les écoulements nasaux et oculaires deviennent muco-purulents au fur et à mesure de l'évolution de la maladie. Des croûtes se déposent donc autour des yeux, du nez et des lèvres. Les coussinets peuvent présenter une hyperkératose, mais ce signe est inconstant. Au stade le plus avancé de la maladie, des signes nerveux apparaissent : hyperexcitabilité, salivation excessive, tremblements musculaires, convulsions. Le plus souvent la mort de l'animal est précédée par une période de coma.

Le pronostic est très mauvais et, la plupart du temps, le furet est euthanasié avant de présenter des signes nerveux (Mitchell et Tully, 2009). La mort survient habituellement 12 à 16 jours après l'exposition à la souche adaptée au furet, ou 21 à 25 jours avec la souche canine (Ryland *et al.*, 1997). En effet, la maladie de Carré est fatale dans presque 100 % des cas

chez le furet (Fox, 1998 ; Gorman, 1998 ; Lewington, 2007).

Lors d'une infection naturelle, l'évolution de la maladie semble différer quelque peu de la chronologie précédemment décrite lors d'infections expérimentales (Perpiñán *et al.*, 2006 ; Zehnder *et al.*, 2008). La période d'incubation peut s'étaler de 11 à 56 jours. La durée de la maladie est également allongée : de 14 à 34 jours. Contrairement à ce qui est observé lors d'infections expérimentales, aucun signe neurologique n'est rapporté par les deux auteurs. Par ailleurs, Zehnder et collaborateurs (2008) rapportent le cas d'un furet mâle adulte présentant, pour seuls signes cliniques, des problèmes dermatologiques (sévère prurit, érythème généralisé) depuis 53 jours. En raison d'une détérioration de l'état de santé de l'animal, l'euthanasie a été pratiquée. Le diagnostic de CDV a été posé *post mortem*. Ces deux exemples illustrent la variabilité clinique de la maladie. Il n'est donc pas évident, en pratique, de poser un diagnostic de CDV chez le furet.

PRÉVENTION PAR VACCINATION

Compte tenu de la résistance du virus dans le milieu extérieur, la prophylaxie est essentielle : elle nécessite une vaccination régulière des furets domestiques, et est à préconiser aussi pour les animaux qui ne sortent jamais (voir encadré 1). Habituellement acte de routine pour le praticien vétérinaire, la vaccination du furet est un vrai casse-tête. En Europe, on ne trouve aucun vaccin avec autorisation de mise sur le marché spécifique au furet. Il est donc nécessaire d'utiliser des vaccins destinés aux chiens.

Deux aspects doivent être pris en compte lors du choix du vaccin parmi ceux destinés aux chiens : les risques potentiels que représentent (i) les vaccins multivalents, ainsi que (ii) les vaccins atténués, cultivés sur cellules canines ou de furet.

Concernant le premier point, un problème persiste en Europe : il n'existe aucun vaccin monovalent contre le CDV. Seuls des vaccins multivalents canins sont disponibles (les associations « virus para-influenza canin, adénovirus canin de type 2, parvovirus canin » étant les plus courantes).

Se pose alors la question de la sécurité et de l'efficacité de l'inoculation

d'un vaccin possédant des antigènes viraux auxquels le furet n'est pas sensible. La littérature scientifique apporte peu de preuves quant à l'impact des différentes valences sur la protection que confère le vaccin au furet. Certains auteurs affirment que les vaccins multivalents destinés aux chiens confèrent une bonne immunité aux furets (Hoover *et al.*, 1989) alors que d'autres l'infirmement (Pavlacik, 2007). Mais aucun d'eux n'a utilisé une méthodologie expérimentale suffisamment rigoureuse : nombre de furets peu représentatif, représentation inégale des deux sexes, pas d'exposition au CDV permettant de valider ou non l'efficacité du taux d'anticorps anti-CDV mesuré, protocoles de vaccination différents entre les deux expériences, et en plus, pour la seconde expérience, des vaccins différents entre la première injection et les deux suivantes.

En Amérique du Nord, la situation est différente puisqu'il existe et des vaccins monovalents pour prévenir la maladie de Carré chez les chiens, et des vaccins spécifiques pour les furets. Un vaccin monovalent contre la maladie de Carré est ainsi disponible (Galaxy D[®], Schering-Plough Animal Health) qui a été validé chez le chien, mais pas chez le furet. Une étude (Wimsatt *et al.*, 2001) a

démonstré son efficacité chez le furet, en incluant, dans son protocole, une exposition au CDV après la vaccination. Les furets vaccinés ne déclarent pas la maladie après l'inoculation du virus. Malheureusement là encore le protocole expérimental était tel qu'il est impossible de conclure à l'innocuité et l'efficacité de ce vaccin : le nombre de furets testés est faible, seuls des mâles castrés ont servi à l'expérimentation, l'étude s'arrête 21 jours post-infection, et, comme le souligne l'auteur, la durée de l'immunité reste à déterminer.

Deux vaccins monovalents contre la maladie de Carré destinés uniquement au furet sont disponibles en Amérique du Nord : le Fervac D[®] (United Vaccines) et le PureVax[®] Ferret Distemper (Merial) (tableau 1). Ce dernier est un vaccin recombinant qui semblerait engendrer moins de réactions post-vaccinales.

L'usage de vaccins atténués cultivés sur des cellules de furets ou canines n'est pas à préconiser car il existe un risque de réversion (par multiplication dans l'hôte, le vaccin peut accumuler une ou plusieurs mutations et devenir virulent). Il convient donc de préférer un vaccin obtenu à partir de cellules aviaires (Ryland *et al.*, 1997 ; Boussarie, 2008 ; Quinton, 2009).

Encadré 1 : recommandations et protocole de vaccination préconisés contre la maladie de Carré chez le furet

Recommandations en matière de vaccination du furet contre la maladie de Carré
<ul style="list-style-type: none"> • informer le propriétaire de la situation actuelle (emploi de vaccins sans autorisation de mise sur le marché) • choisir idéalement un vaccin protégeant contre la maladie de Carré avec le moins de valences possibles et obtenu à partir de souches aviaires (Nobivac DH, Nobivac[®] Puppy DP (Intervet, Schering-Plough) et Canigen[®] CH (Virbac) répondent à ces 2 exigences) • injecter une dose entière
Protocole de vaccination du furet contre la maladie de Carré
<ul style="list-style-type: none"> • primovaccination vers 6-7 semaines d'âge • deux rappels à 3-4 semaines d'intervalle (soit à 9-12 semaines et 14-16 semaines d'âge) • rappel annuel
Recommandations liées à l'administration du vaccin (selon Lair, 2009)
<ul style="list-style-type: none"> • garder le furet sous observation 30 min après l'injection vaccinale <p>Lors de réaction post-vaccinale importante (choc anaphylactique) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • fluidothérapie IV ou IO à 3 ml/kg/h les premières heures • diphénhydramine 2 mg/kg IM ou IV • épinéphrine 0,001-0,002 mg/kg IV, IM ou SC • O₂ au masque

Tableau I : Spécificités des vaccins disponibles

Nom commercial du vaccin	Firme	Type de vaccin	Souche pour le DV	Informations disponibles
PureVax® Ferret Distemper	Merial	Vaccin recombinant Vecteur : variole du canari	Glycoprotéines HA et F du virus de la maladie de Carré	<ul style="list-style-type: none"> • AMM pour le furet • voie d'admin. : SC • pas chez femelle gestante • à partir de 8 semaines
Fervac®-D	United Vaccines	Vaccin vivant atténué sur cellules aviaires	Liderle	<ul style="list-style-type: none"> • AMM pour le furet • voie d'admin. : SC • Immunité 3 semaines après vaccination • à partir de 8 semaines
Galaxy® D	Schering-Plough Animal Health Corporation	Vaccin vivant atténué sur cellules simiennes	Onderstepoort	<ul style="list-style-type: none"> • AMM pour le chien • voie d'admin. : SC ou IM • pas chez femelle gestante • à partir de 9 semaines
Nobivac® DH	Intervet	Vaccin vivant atténué sur cellules aviaires	Onderstepoort	<ul style="list-style-type: none"> • AMM pour le chien • voie d'admin. : SC ou IM • à partir de 8 semaines
Nobivac® puppy DP	Intervet	Vaccin vivant atténué sur cellules aviaires	Onderstepoort	<ul style="list-style-type: none"> • AMM pour le chien • voie d'admin. : SC ou IM • à partir de 6 semaines
Canigen® CH	Virbac	Vaccin vivant atténué sur cellules aviaires	Onderstepoort	<ul style="list-style-type: none"> • AMM pour le chien • voie d'admin. : SC ou IM • à partir de 7 semaines

AMM : autorisation de mise sur le marché ; Adminis. : administration ; DV : distemper virus ; IV : intraveineuse ; SC : sous-cutanée

D'autres types de vaccins ont également été testés chez le furet. Ainsi en 1996, Williams et collaborateurs ont testé un vaccin inactivé, administré avec un adjuvant, ainsi qu'un vaccin atténué monovalent. Pour ne pas utiliser le furet à pieds noirs (*Mustela nigripes*) dont la population est fortement réduite et qui est particulièrement sensible au CDV, les auteurs utilisent des hybrides (*Mustela nigripes* x *Mustela eversmanni*), partant de l'hypothèse que ces hybrides seront plus sensibles que les furets domestiques. Le vaccin inactivé n'induit pas de réactions post-vaccinales mais n'offre pas une protection efficace à 100 % : après une exposition au virus, certains animaux vaccinés ont déclaré la maladie et un d'entre eux en est mort. Le taux d'anticorps produits est élevé mais de courte durée (pic 7 jours après la vaccination puis le taux en anticorps décroît jusqu'au rappel), ce qui nécessiterait en pratique des rappels fréquents. D'autres études sur les vaccins inactivés seraient nécessaires. Par ailleurs, cette étude met en

évidence un effet immunodépresseur du vaccin vivant atténué, effet qu'il convient de prendre en considération lors du choix d'un type de vaccination.

D'autres auteurs se sont penchés sur les vaccins recombinants. En effet, le CDV partage des antigènes communs avec un autre morbillivirus, le virus de la peste bovine. Ce morbillivirus possède entre autre un antigène H et un antigène F comme le CDV. Les antigènes de ce virus exprimés dans un vecteur *poxvirus* (vRV) pourraient en théorie protéger le furet contre le CDV. Cette hypothèse a été testée par Jones et collaborateurs (1997) qui démontrent une protection de 60 % avec le vRVFH (vecteur *poxvirus* exprimant les antigènes F et H), et de 20 % avec le vRVH (vecteur *poxvirus* exprimant les antigène H), le vRVF (vecteur *poxvirus* exprimant les antigènes F) et le fRVHF (vaccin recombinant de *fowlpox* exprimant les antigènes F et H). Cependant il n'est pas possible à l'heure actuelle de tirer des conclusions sur ces résultats car

les tests n'ont été faits que sur cinq furets. De plus la protection conférée n'est que partielle puisqu'un seul furet du groupe vRVFH n'a présenté aucun signe clinique après inoculation d'épreuve. Par ailleurs, aucun furet vacciné avec un vaccin recombinant vRV n'a développé d'anticorps anti-CDV jusqu'à ce qu'ils soient exposés au virus. D'après les auteurs, ces animaux étaient prêts à produire des anticorps, bien que le vaccin n'ait induit aucune immunité humorale. Ce type de vaccination induirait donc une réponse à médiation cellulaire (soit des lymphocytes *T helper* augmentant la réponse humorale, soit des lymphocytes *T* cytotoxiques). Mais cela pourrait aussi démontrer un manque de protection lié à la faible multiplication du virus vaccinal. On comprend donc que les antigènes H et F de la peste bovine, exprimés dans un vecteur recombinant de la vaccine, peuvent induire une immunité contre le CDV mais ne protègent pas de manière fiable. Des études sur une plus large population et incluant un ou plusieurs rappels

seront nécessaires pour donner de plus amples informations sur l'intérêt potentiel de ce type de vaccination.

L'administration du vaccin se fait habituellement par voies sous-cutanée (SC) ou intra-musculaire (IM). Actuellement les tentatives de vaccination par voie orale, avec un vaccin recombinant, ne sont pas concluantes (Wimsatt *et al.*, 2003).

Pour l'instant rien ne prouve que le vaccin « chien » à dose entière pose problème chez le furet, de plus la stimulation de la réponse immunitaire est indépendante du poids de l'animal.

RÉACTIONS POST-VACCINALES

Comme pour toutes les espèces, la vaccination chez le furet comporte des risques de réaction post-vaccinale. Chez le furet, on observe majoritairement une réaction de type anaphylactique (hypersensibilité de type 1) (Greenacre, 2003 ; Moore *et al.*, 2003 ; Tremblay, 2005) : vomissements, diarrhée parfois hémorragique, pouvant être associés à de la détresse respiratoire. Dans les cas les plus sévères, on constate une vasodilatation généralisée, pouvant entraîner le coma et même la mort. Ces réactions se produisent généralement dans les vingt minutes suivant l'injection. Il est donc recommandé de garder le furet sous surveillance une trentaine de minutes. Le traitement à mettre en place lors d'une réaction anaphylactique est repris dans l'encadré I.

En Amérique du Nord, bien qu'il existe des vaccins spécifiques au furet, aucune information répertoriant les types de réactions post-vaccinales ni leur fréquence n'est disponible puisqu'aucun système dédié à la surveillance des réactions post-vaccinales animales n'existe. De plus les fabricants de vaccin pour animaux ne sont pas obligés d'inscrire sur leur notice les réactions post-vaccinales, ni même de rapporter les réactions post-vaccinales qui leur ont été signalées par des vétérinaires ou des propriétaires. Or les vétérinaires ont tendance à transmettre ces informations directement aux fabricants plutôt qu'« aux autorités compétentes » (Meyer, 2001). En Europe, comme il n'existe aucune autorisation de mise sur le marché pour un vaccin pour le furet, aucune information n'est officiellement collectée. Peu d'articles rapportent les

effets post-vaccinaux constatés chez les furets. Il s'agit d'études rétrospectives américaines, basées sur l'emploi de vaccins avec autorisation de mise sur le marché pour furet (Greenacre, 2003 ; Moore *et al.*, 2005). Les deux auteurs sont parvenus à des conclusions similaires, bien que les pourcentages diffèrent de beaucoup : CDV+ rage = 5,6 % de réactions post-vaccinales ; CDV = 5,9 % et rage = 5,6 % pour Greenacre (2003). Et de respectivement 0,85 %, 0,51 % et 1 % pour Moore et collaborateurs (2005). Ces deux études mettent en évidence qu'il n'y a pas significativement plus de risques vaccinaux lorsque les furets sont vaccinés concomitamment contre le virus de Carré et la rage par rapport à une vaccination unique (soit contre la rage, soit contre la maladie de Carré). Toutefois les deux auteurs montrent que les risques vaccinaux sont plus élevés chez les animaux déjà vaccinés plusieurs fois. Il semblerait alors que les animaux déclenchent une hypersensibilité de type 3. Cette hypersensibilité est une réponse immunitaire adaptée (car dirigée contre le bon antigène) mais qualitativement trop importante, induisant une vasodilatation, une augmentation de la perméabilité vasculaire ainsi que l'attraction exagérée des neutrophiles et des médiateurs de l'inflammation. Aucune étude n'a, à ce jour, démontré cette hypothèse. Néanmoins, la mesure du taux d'anticorps produits à chaque rappel de vaccination permettrait de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse : si ce titre est et reste élevé, les furets pourraient effectivement être prédisposés aux hypersensibilités de type 3.

Ces études ont montré qu'il n'existait aucune différence évidente entre le taux de réactions post-vaccinales provoquées par un vaccin atténué contre le CDV (Fervac D® - United Vaccines) et un vaccin inactivé contre la rage (Imrab3® - Rhone Merieux), ou par la combinaison des deux. Dès lors serait-il possible que le furet réagisse non pas au virus, ou au vecteur portant ce virus, mais à un ou plusieurs composants communs à ces vaccins.

Ces deux études (Greenacre, 2003 ; Moore *et al.*, 2005) mettent en évidence l'utilité d'effectuer des recherches cliniques prospectives aux méthodologies rigoureuses. Ces recherches permettraient d'estimer au mieux le taux de réaction pour pouvoir quantifier plus exactement les réactions post-vaccinales dues aux vaccins atté-

nués, inactivés ainsi qu'aux vaccins recombinants.

DISCUSSION ET PERSPECTIVES

La plupart des auteurs se consacrant à l'étude de la maladie de Carré chez le furet s'accordent à dire que celle-ci est mortelle dans quasiment 100 % des cas. Dans toutes les études citées précédemment possédant un groupe témoin, aucun furet non vacciné ne survit à l'inoculation du virus. De plus Perpiñán et collaborateurs rapportent, en 2006, à Barcelone, l'infection, par une souche naturelle de la maladie de Carré, de 14 jeunes furets domestiques : la prophylaxie est donc essentielle.

Chaque vétérinaire doit avertir le propriétaire du risque de la maladie de Carré, et l'informer de la situation actuelle, à savoir qu'il n'existe pas de vaccins spécifiques aux furets, avec autorisation de mise sur le marché.

À l'heure actuelle, les seuls vaccins disponibles en Europe sont des vaccins pour chien.

En attendant des études plus poussées sur des vaccins, actuels ou futurs, démontrant leur efficacité et leur sécurité, on veillera à respecter quelques principes. Il vaut mieux utiliser les vaccins canins avec le moins de valences et préparés sur des cellules aviaires pour éviter une réversion vers la virulence. L'observation du furet pendant 30 minutes après l'injection permettra de détecter une éventuelle réaction post-vaccinale et de mettre en place une thérapeutique adaptée.

Des études plus représentatives de la population d'un point de vue numérique et du *sex ratio*, et employant le même protocole de vaccination et de « challenge » avec le virus permettraient de tirer des conclusions plus fiables et de comparer les différents vaccins entre eux.

De même la mise en place d'un suivi rigoureux des réactions post-vaccinales de la part des praticiens et des fabricants offrirait la possibilité de connaître les taux de réactions post-vaccinales et ainsi de choisir la méthode prophylactique la plus adaptée.

Summary

Ferret's vaccination against canine distemper virus

The vaccination of ferrets against distemper seems essential but is not easy to implement in Belgium

and France, because a specific vaccine for this species does not exist.

The review provides the state of art on the subject by highlighting the importance of vaccinating

ferrets against this disease and proposes a feasible immunization schedule.

REFERENCES

- BOUSSARIE D. Maladies du furet. In : Boussarie D., Guide pratique de médecine du furet. Editions Med'com : Paris, 2008, 44-133.
- FOX J.G. Viral diseases. In : Fox J.G., Pearson C.R., Gorham J.R., Biology and diseases of the ferret. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins : Philadelphia, 1998, 355-374
- GREENACRE C.B. Incidence of adverse events in ferrets vaccinated with distemper or rabies vaccine: 143 cases (1995-2001). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2003, **223**, 663-665.
- HOOVER J.P., BALDWIN C.A., RUPPRECHT C.E. Serologic response of domestic ferrets (*Mustela putorius furo*) to canine distemper and rabies virus vaccines. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1989, **194**, 234-237.
- JONES L., TENORIO E., GORHAM J., YILMA T. Protective vaccination of ferrets against canine distemper with recombinant pox virus vaccines expressing the H or the F genes of rinderpest virus. *Am. J. Vet. Res.*, 1997, **6**, 590-593.
- LAIR S. Médecine du furet domestique. In : Introduction à la médecine des animaux exotiques de compagnie. 2009, 15-51.
- LANGLOIS I. Viral diseases of ferrets. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.*, 2005, **8**, 139-160.
- LEWINGTON J.F. Viral, bacterial and mycotic diseases. In : Lewington J.F., Ferret: husbandry, medicine and surgery. Saunders Elsevier : Edinburgh, 2007, 175-179.
- MEYER E.K. Vaccine associated adverse events. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 2001, **31**, 493-514.
- MITCHELL M.A., TULLY T.N. Ferrets. In : Wolf T.M., Manual of exotic pet practice. Saunders Elsevier: Saint-Louis, 2009, 345-374.
- MOORE G.E., GLICKMAN N.W., WARD M.P., ENGLER K.S., LEWIS H.B., GLICKMAN L.T. Incidence of and risk factors for adverse events associated with distemper and rabies vaccine administration in ferrets. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2005, **226**, 909-912
- PAVLACIK L., CELER V., KAJEROVA V., JEKL V., KNOTEK Z., LITERAK I. Monitoring of antibodies titre against canine distemper virus in ferrets vaccinated with a live modified vaccine. *Acta Vet. Brno*, 2007, **76**, 423-429.
- PERPINAN D., RAMIS A., TOMAS A., CARPINTERO E., BARGALLO F. Outbreak of canine distemper in domestic ferrets (*Mustela putorius furo*). *Vet. Rec.*, 2008, **163**, 246-250.
- QUINTON J.F. Dominantes pathologiques. In : Quinton J.F., Atlas des nouveaux animaux de compagnie, petits mammifères. Elsevier Masson : Issy-les-Moulineaux, 2009, 285-290.
- RYLAND L. M., BERNARD S.L., GORMAN J.R. A clinical guide to the pet ferret USA. In : Rosenthal K.L. (Ed.), Practical exotic animal medicine. Veterinary Learning Systems : Trenton, 1997, 122-129.
- THOMPSON H. Canine Distemper. In : Gorman N. (Ed.), Canine medicine and therapeutics. 4th ed. Blackwell Science : Oxford, 1998, 133-135.
- TREMBLAY M. Les intoxications, la vaccination, les maladies et la convalescence. In : Tremblay M., Le furet. Le Jour : Montréal, 2005, 134-139.
- WIMSATT J., JAY M.T., INNES K.E., JESSEN M., COLLINS J.K. Serologic evaluation, efficacy, and safety of a commercial modified-live canine distemper vaccine in domestic ferrets. *Am. J. Vet. Res.*, 2001, **62**, 736-740
- WIMSATT J., BIGGINS D., INNES K., TAYLOR B., GARELL D. Evaluation of oral and subcutaneous delivery of an experimental canarypox recombinant canine distemper vaccine in the siberian polecat (*Mustela Eversmanni*). *J. Zoo Wildl. Med.*, 2003, **34**, 25-35.
- WILLIAMS E.S., ANDERSON S.L., CAVENDER J., LYNN C., LIST K., HEARN C., APPEL M.J.G. Vaccination of black-footed ferret (*Mustela nigripes*) * Siberian polecat (*M. eversmanni*) hybrids and domestic ferrets (*M. putorius furo*) against canine distemper. *J. Wildl. Dis.*, 1996, **32**, 417-423.
- ZEHNDER A.M., HAWKINS M.G., KOSKI M.A., LUFF J.A., BENAK J., LOWENSTINE L.J., WHITE S.D. An unusual presentation of canine distemper virus infection in a domestic ferret (*Mustela putorius furo*). *Vet. Dermatol.*, 2008, **19**, 232-238.