

L'INFESTATION PAR *NEOSPORA* CHEZ LE CHIEN : DES CONSÉQUENCES SUR LA REPRODUCTION ?

NEOSPOROSIS IN DOGS : CONSEQUENCES ON REPRODUCTION ?

Par Alain FONTBONNE⁽¹⁾, Claire SARRAZIN⁽²⁾ et Bruno POLACK⁽³⁾
(Communication présentée le 5 novembre 2009)

RÉSUMÉ

Neospora caninum est à l'heure actuelle considéré comme un des principaux agents pathogènes responsables d'avortements chez les bovins, hôtes intermédiaires de ce parasite. Le chien est l'hôte définitif, mais il est aussi un hôte intermédiaire. À ce titre, on peut légitimement s'interroger sur les éventuels troubles de la reproduction que cette maladie pourrait générer dans l'espèce canine, d'autant que la séroprévalence de l'infection, au niveau mondial, ne semble pas négligeable dans les effectifs de chiens. Des arguments en faveur d'un rôle néfaste de *N. caninum* au cours de la gestation existent : d'une part, il est désormais quasiment certain que ce parasite est transmis verticalement dans l'espèce canine et d'autre part, des études expérimentales consistant à inoculer des chiennes gestantes ont induit des infections foétales ou néonatales. Toutefois, les résultats sont contradictoires et des études plus systématiques et rigoureuses sont nécessaires avant de pouvoir conclure sur la prévalence de ce parasite dans les troubles de la reproduction chez la chienne gestante.

Mots-clés : *Neospora caninum*, chien, reproduction, avortement, infertilité.

SUMMARY

Neospora caninum is currently considered as one of the major pathogens responsible for abortions in cattle, which acts as an intermediate host. Dogs are the definitive hosts, but they also act as intermediate hosts for this parasite. This raises the legitimate question as to whether *N. caninum* is indeed responsible for reproductive disorders in dogs, given that the worldwide seroprevalence of the infection is far from negligible among the canine populations. There are arguments in favour of an adverse effect of *N. caninum* during pregnancy in bitches : firstly, the vertical transmission of this parasite in dogs is practically proven, and secondly, experimental studies with the inoculation of pregnant bitches induced foetal or neonatal infections. However, results are contradictory and more systematic and rigorous studies must be carried out before any conclusion can be drawn on the prevalence of this parasite in reproductive disorders in pregnant bitches.

Key words : *Neospora caninum*, dog, reproduction, abortion, infertility.

(1) Maître de Conférences de Reproduction Animale. École Nationale Vétérinaire d'Alfort. Email : afontbonne@vet-alfort.fr

(2) Docteur Vétérinaire.

(3) Maître de Conférences de Parasitologie. École Nationale Vétérinaire d'Alfort.

INTRODUCTION

Neospora caninum est un agent pathogène responsable de troubles de la reproduction chez les bovins, hôtes intermédiaires de ce protozoaire parasite (Pitel *et al.* 2010). Il est également fortement suspecté de provoquer des avortements chez d'autres ruminants domestiques ou sauvages, ainsi que dans l'espèce équine (Pitel *et al.* 2010).

Le chien étant son hôte définitif, ou l'un de ses hôtes définitifs avec peut-être le coyote, on peut légitimement s'interroger sur l'implication de ce parasite en pathologie de la reproduction canine. Plusieurs questions méritent d'être posées. Le chien, hôte définitif mais aussi intermédiaire peut-il transmettre verticalement ce parasite ? Si tel est le cas, *Neospora caninum* peut-il être à l'origine de troubles de la reproduction et notamment d'arrêts de gestation⁽⁴⁾ chez la chienne ? L'incidence de ce parasite dans les troubles de la reproduction dans l'espèce

canine et principalement dans ceux observés en élevage canin, est-elle sous-estimée ? Cet article s'attache à dresser l'état des connaissances actuelles sur ce point.

LE CYCLE DU PARASITE

La **figure 1** illustre les principales étapes du cycle évolutif de *Neospora caninum*. Le chien, hôte définitif du parasite, peut s'infecter en ingérant des matières souillées par des excréments canins contaminés et le parasite se multiplie sous forme tachyzoïte dans son organisme. Dubey *et al.* (2007) ont identifié des tachyzoïtes dans plusieurs tissus, notamment dans le système nerveux de chiots ou même de chiens adultes et dans la peau de chiots ou d'adultes. De ce fait, le chien n'est pas seulement un hôte définitif mais peut se comporter en hôte intermédiaire. Or ce sont chez les hôtes intermédiaires, notamment les bovins, que des troubles de la gestation se développent par passage transplacentaire.

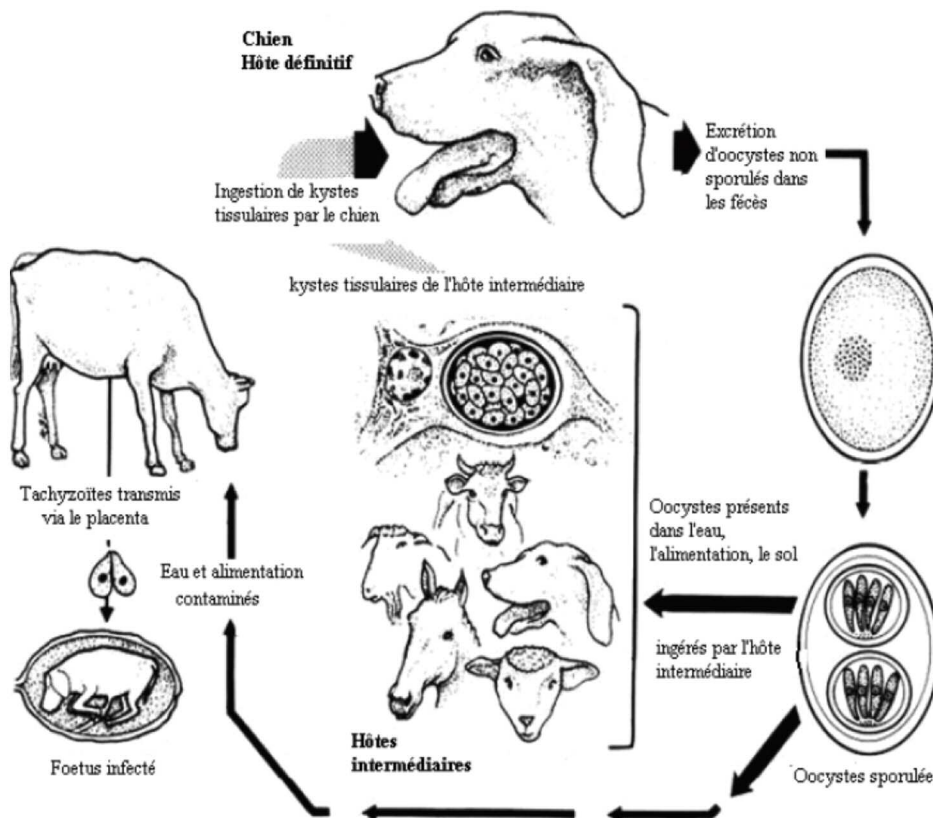


Figure 1 : Cycle évolutif de *Neospora caninum* (Dubey 1999).

(4) Chez la chienne, les arrêts de gestation survenant avant 40 ou 45 jours de gestation ne donnent pas lieu à des expulsions fœtales hors des voies génitales maternelles et passent le plus souvent inaperçus cliniquement. Classiquement, on parle d'« avortement » seulement lorsque les arrêts de gestation surviennent au-delà de 45 jours de gestation.

LA NÉOSPOROSE CANINE CLINIQUE

Symptômes (Guillot *et al.* 2000)

Jusqu'à présent, l'infestation spontanée par *Neospora* est surtout connue dans l'espèce canine pour générer des troubles nerveux, comme la polyradiculonévrite, chez les chiots. Celle-ci commence, en général, par une parésie des membres postérieurs évoluant vers une paralysie. On note souvent une faiblesse des membres antérieurs et une atteinte des nerfs crâniens et des muscles faciaux. La mort peut survenir par paralysie évolutive et/ou développement d'une méningo-encéphalite. Toutefois, l'atteinte neurologique étant variable, ainsi que la sensibilité des individus, la symptomatologie est multiple : simple modification des réflexes proprioceptifs, myalgies, modifications du comportement (agitation, anxiété, agressivité, plaintes...), hyper-extension spastique d'un ou des deux postérieurs, ataxie, atrophie musculaire de localisation variable, crises convulsives plus ou moins fréquentes, amaurose...

D'autres manifestations cliniques non neurologiques sont notées. Ainsi on peut rencontrer des atteintes cardiaques (myocardites entraînant parfois une mort brutale sans symptômes préalables), veineuses (phlébites), hépatiques (hépatites), pulmonaires (pneumonies), pancréatiques (pancréatites) ou cutanées (dermatites).

Diagnostic

On doit distinguer la néosporose du chiot à expression neurologique d'affections générant aussi des signes de l'atteinte du système nerveux : les traumatismes crâniens, les tumeurs cérébrales, les intoxications comme le botulisme, les encéphalites ou méningites d'origine infectieuse comme la maladie de Carré, les neuropathies congénitales ou héréditaires, le syndrome du chiot nageur, caractérisé par le retard de la myélinisation des motoneurons périphériques, les maladies neuro-musculaires et myosites d'autres origines. (Guillot *et al.* 2000)

Si la clinique donne des éléments de suspicion, notamment en cas de troubles neurologiques, le diagnostic de certitude nécessite d'avoir recours à des examens complémentaires de laboratoire. L'élévation de la concentration de la créatinine kinase dans le sang n'est pas spécifique de la néosporose, confirmant seulement la suspicion clinique d'une atteinte neuromusculaire. Il en est de même pour celle du taux des enzymes hépatiques, également fréquemment observée. On note, très souvent, dans le liquide céphalo-rachidien, une protéinorrhachie (0,2 à 0,5 g/L) et une pléiocytose avec la présence de neutrophiles et de monocytes (10 à 50 cellules par μ L).

De nombreux tests sérologiques ont été commercialisés : l'immunofluorescence indirecte depuis 1988, de nombreuses variantes de la technique ELISA depuis 1994 et depuis 1998, le test d'agglutination directe. L'avantage majeur de cette dernière technique est son emploi possible chez toutes les espèces animales, car elle ne nécessite pas l'utilisation d'anticorps spécifiques. La sérologie peut être réalisée sur le sérum ou dans le

liquide céphalo-rachidien. Il est possible de mettre en évidence des anticorps (IgG) dans les trois semaines qui suivent l'infection. Ces anticorps persistent toute la vie du chien.

Afin de mettre directement en évidence la présence de *Neospora*, certains auteurs préconisent une biopsie musculaire pour rechercher les tachyzoïtes par immunohistochimie, sur coupe histologique.

Prévalence chez le chien

Une publication récente (Dubey *et al.* 2007) rapporte les résultats d'études de séroprévalence chez le chien dans plusieurs pays d'Europe et hors d'Europe (**tableau 1**). Globalement, la séroprévalence constatée dans diverses populations canines oscille autour de 20 %. Elle est supérieure à l'incidence clinique de la maladie, ce qui suggère l'existence d'infections subcliniques. Les chiens de race seraient plus sensibles à l'infection par *Neospora caninum* (Sarrazin 2009). Toutefois, peu d'études concernent spécifiquement les chiens de race pure.

Neospora caninum : un agent à suspecter lors

PAYS	NOMBRE D'ANIMAUX TESTES	POURCENTAGE DE CHIENS SÉROPOSITIFS
Argentine	417	43,95
Australie	451	10,33
Autriche	1770	3,56
Belgique	511	19,68
Brésil	4882	40,5
Chili	208	31,8
République tchèque	938	5,5
Danemark	98	15,3
Allemagne	250	8,5
Îles Falkland	500	0,2
France	22	22,7
Hongrie	651	3,5
Iran	100	33
Italie	2547	17,56
Japon	246	19,2
Kenya	140	0
Corée	340	14,95
Mexique	57	35,5
Pays-Bas	496	14,55
Nouvelle Zélande	665	73,87
Roumanie	56	12,5
Espagne	139	12,2
Suède	398	0,5
Suisse	1110	13,65
Taiwan	13	23
Tanzanie	49	22
Thaïlande	82	1,2
Turquie	150	100
Royaume Uni	267	11,2
USA	1306	4,5
Uruguay	414	20

Tableau 1 : Bilan de différentes études récentes de séroprévalence chez le chien dans différents pays du monde (d'après Sarrazin 2009).

de troubles de la reproduction chez la chienne ?

Le rôle éventuel de *Neospora caninum* dans les troubles de la reproduction canine est largement inconnu. La littérature scientifique récente nous fournit des arguments incomplets et parfois contradictoires à ce sujet.

Arguments en faveur de l'implication de *Neospora caninum* dans les troubles de la gestation chez la chienne.

Le chien : un hôte intermédiaire classique ?

N. caninum se multiplie sous forme tachyzoïte dans différents tissus et organes des chiens infectés (système nerveux et muscles principalement, mais aussi, foie, rein, pancréas, surrénales, thyroïde), selon une évolution identique à ce que l'on observe chez d'autres hôtes intermédiaires développant des troubles de la reproduction. De plus, des tachyzoïtes ont été retrouvés dans les ovaires et dans l'utérus de chiennes présentant de tels troubles (Barber *et al.* 1996).

La transmission verticale de *Neospora caninum* chez la chienne est aujourd'hui un fait avéré. L'observation de chiots cliniquement atteints avant le sevrage a été rapportée depuis longtemps (Bjerkas *et al.* 1984, Cummings *et al.* 1988, Dubey *et al.* 1988) et ne peut s'expliquer que par une contamination par la mère lors d'infestation spontanée. La maladie neurologique peut s'exprimer dès 15 jours après la naissance, ce qui est en faveur d'une contamination *in utero* (Dubey & Lindsay 1996).

En outre, par analogie avec ce qu'on sait chez les bovins touchés par la maladie, Dubey *et al.* (1990) ont étudié la transmission répétée de *N. caninum* au cours de générations successives dans un élevage de chiens Pointer. À la génération F1, puis F2, de nombreux chiots se sont révélés contaminés et plusieurs ont présenté des troubles neurologiques. Dans cet élevage, le parasite s'est transmis à plusieurs portées successives. Le fait que plusieurs portées soient atteintes lors de plusieurs générations successives, suggère une réactivation de *N. caninum* chez les chiennes gestantes et la transmission de l'infestation lors de la gestation.

Des troubles de la reproduction reproduits expérimentalement

Deux séries d'expériences d'infection expérimentale ont confirmé le rôle potentiel de *N. caninum* lors de la gestation chez la chienne. Ces études étant toutefois complexes et coûteuses, le nombre de données publiées est encore trop restreint pour pouvoir conclure avec certitude.

– **Infection expérimentale lors du second mois de gestation:** Dubey et Lindsay (1989) ont inoculé un total de $1,5 \times 10^6$ tachyzoïtes par voies sous-cutanée et intramusculaire à une chienne Beagle, autour du 35^{ème} jour de gestation. Elle a mis bas huit chiots dont un mort-né. Trois chiots sont morts deux à trois jours après leur naissance, un chiot est décédé à 20 jours et trois chiots sont restés en bonne santé et ont survécu. Des tachyzoïtes ont été retrouvés dans les organes du chiot mort à 20 jours et

Neospora caninum a été identifié par culture cellulaire dans tous les tissus des chiots morts mais également dans les placentas, ce qui laisse supposer la transmission par voie placentaire.

– **Infection expérimentale en début de gestation:** Cole *et al.* (1995) ont inoculé à six chiennes, par voie sous-cutanée, une dose de 5×10^6 de tachyzoïtes, plus précocement au cours de la gestation, vers 21 jours. La gestation a été suivie par échographie et dès qu'une mort fœtale était constatée, la chienne était euthanasiée et autopsiée. Cinq chiennes sur six ont présenté des troubles de la gestation (**tableau 2**). Même si les conditions expérimentales ne sont pas celles d'une infection naturelle, les résultats sont en faveur de l'induction par *Neospora* de troubles de la gestation dans l'espèce canine.

Femelle (j)	Titre IFAT	Nombre chiots	Statut
1 (73)	400	4	1 macéré 3 résorptions
2 (43)	400	6	6 macérés
3	200	3	3 nés vivants
4 (38)	ND	3	3 résorbés
5 (54)	100	4	4 résorbés
6 (39)	400	12	7 morts (3 résorptions), 2 vivants, 3 ND Parasites identifiés pour 8/9 chiots et 4/1 placentas
(j)	nombre de jours de gestation lors de l'observation (euthanasie)		
ND	non déterminé		

Tableau 2 : Troubles de la gestation observés après infection expérimentale de 6 chiennes à 21 jours de gestation (d'après Cole *et al.* 1995).

Des observations cliniques récentes

Deux observations cliniques récentes indiquent que des troubles de la reproduction pourraient apparaître lors d'infections naturelles chez la chienne gestante.

Fioretti *et al.* (2006) rapportent le cas d'une chienne qui, ayant préalablement mis bas une portée infectée, a été par la suite remise à la reproduction. Elle a avorté à 45 jours et la présence du parasite a été démontrée dans les placentas et les tissus fœtaux.

En France, Tainturier (2009) rapporte le cas d'une chienne Dogue de Bordeaux séropositive à *Neospora* ayant présenté des résorptions embryonnaires répétées lors de gestations successives, sans qu'aucune cause autre que la néosporose ne puisse être mise en évidence. Traitée jusqu'au terme par un anti-coccidien, le décoquinat, à la dose de 2mg/kg par jour, elle a donné naissance à deux chiots en bonne santé, ayant survécu. Dans une seconde observation, une chienne Bulldog anglais, ayant donné naissance à des chiots moribonds nés par césarienne, présentait un taux élevé, non précisé dans l'article, d'anticorps diri-

gés contre *N. caninum*. Il ne s'agit bien entendu pas d'une preuve mais d'un élément de suspicion clinique supplémentaire du rôle possible de *N. caninum* dans les troubles de la reproduction canine lors d'infestation naturelle.

Arguments en défaveur de l'implication de *Neospora caninum* dans les troubles de la gestation chez la chienne.

Toutefois, malgré les résultats précédents, un doute subsiste encore. Barber et Trees (1996) ont conduit une étude prospective portant sur 17 chiennes mises à la reproduction et nettement séropositives (titre en anticorps > 1/50^e en immunofluorescence indirecte). Vingt portées, d'une taille moyenne de 6,5 ± 2,8 chiots, ont été suivies. Une prise de sang a été réalisée sur les chiots à cinq semaines d'âge, soit assez tardivement pour éviter le risque d'identifier un reliquat d'anticorps colostraux. Sur 188 chiots, seuls quatre (3 %) se sont révélés séropositifs et 3 % devinrent malades. Ainsi, près de 80 % des chiots nés de mères contaminées ne présentaient pas de titre décelable d'anticorps. Ces résultats semblent démontrer que la transmission de *N. caninum* au cours de la gestation est variable et loin d'être systématique. De ce fait, on peut se demander si dans les conditions naturelles d'infection, la néosporose induit fréquemment ou non des troubles de la gestation chez la chienne. Toutefois, cette étude ne fait pas état d'examen échographiques au cours de la gestation et bien que le nombre moyen de six chiots soit une valeur habituelle, on ne peut exclure que des résorptions embryonnaires se soient produites et soient passées inaperçues cliniquement,

***Neospora caninum* en reproduction canine : des études à conduire ?**

Dans toutes les revues récentes sur les causes d'arrêt de gestation chez la chienne, *N. caninum* est cité comme un agent potentiel, mais aucun argument n'est réellement probant (Johnston *et al.* 2001, Givens & Marley, 2008; Schlafer 2008). Le faible nombre d'études devrait inciter à poursuivre des recherches sur le rôle et l'incidence exacts de la néosporose chez le chien, hôte intermédiaire.

Prévalence de *Neospora* en élevage canine

La plupart des études de séroprévalence portent sur l'ensemble de la population canine dont la majorité des animaux ne sont pas destinés à la reproduction. Il serait très utile de savoir si les élevages canins semblent davantage infectés que la population générale.

Influence du taux d'anticorps maternels

Barber & Trees (1996) observent une forte corrélation (avec un coefficient de corrélation de 0,98), entre le titre sérique en anticorps et la proportion de chiots infectés de façon congénitale (**tableau 3**). En d'autres termes, le parasite semble d'autant plus transmis à la descendance que le titre en anticorps de la mère est fort. Cette observation, si elle était confirmée à plus large échelle, pourrait éventuellement aider à dépister les chiennes reproductrices potentiellement « à risque » en élevage canine.

En corollaire, la conduite à tenir face à des chiennes séropositives destinées à la reproduction devrait être clarifiée, pour savoir notamment s'il est utile de les réformer ou non.

Nécessité d'études cliniques plus systématiques et plus rigoureuses.

Lors d'arrêt de gestation se produisant avant 40 à 45 jours de gestation chez la chienne, une résorption embryonnaire, puis foetale *in utero* se produit et aucun signe clinique n'est le plus souvent observé. Ceci explique que les avortements au sens strict sont toujours tardifs dans cette espèce. De nos jours, il semble indispensable d'effectuer des examens échographiques répétés au cours de la gestation de chiennes infertiles, afin de pouvoir mettre en évidence d'éventuelles résorptions précoces survenant vers la fin du premier mois de gestation (après la mise en place d'une placentation) et passées jusqu'alors inaperçues (**figure 2**). Ainsi, en augmentant le nombre des suivis échographiques au cours de la gestation, on pourrait mieux évaluer la fréquence des cas de mortalité foetale et en recherchant systématiquement si *Neospora caninum* en est la cause, mieux apprécier l'importance de la néosporose dans les troubles de la gestation chez la chienne;

Titre en anticorps IFAT de la mère	Nombre de chiots nés	Nombre de chiots testés	Nombre de chiots séropositifs	Pourcentage séropositifs/testés	Intervalle possible*
50	91	82	4	5	04-14
200	46	41	9	22	20-30
800	57	47	15	32	26-44
12800	23	9	8	89	35-96
Total	217	179	36	20	17-34

*minimum calculé à partir de nombre de séropositifs/nombres nés; maximum calculé en supposant que tous les chiens non testés sont séropositifs.

Tableau 3 : Influence du taux d'anticorps maternels sur la transmission de *Neospora caninum* à la descendance (d'après Barber & Trees, 1996).



Figure 2 : Image de résorption embryonnaire visualisée à l'échographie au cours du premier mois de gestation chez une chienne (cliché ENVA/Alfort – Service d'Imagerie Médicale).

On visualise une vésicule embryonnaire à paroi épaisse et irrégulière, pourvue d'un centre liquidien de taille réduite dans lequel aucun embryon n'est visible.

Traitement des troubles de la reproduction liés à la néosporose canine.

Certains traitements se sont montrés efficaces vis-à-vis des formes nerveuses de néosporose, lorsqu'ils sont administrés précocement. Dans une étude sur le sujet, Lindsay & Dubey (2000) ont utilisé avec succès l'association de triméthoprime et de sulfadiazine pendant quatre semaines, ce qui a permis la guérison de la paralysie postérieure chez plusieurs chiots traités. La clindamycine est souvent citée, notamment pour les formes à expression cutanée (Dubey *et al.* 1995). Néanmoins ces traitements n'ont été appliqués que dans un nombre restreint de cas et ils ne semblent pas empêcher la transmission transplacentaire du parasite.

Récemment, le décoquinate, anti-coccidien également utilisé chez les bovins contaminés, a été proposé (Tainturier 2009). Néanmoins, aucun protocole précis et répétable ne vise spécifiquement les troubles de la reproduction éventuellement liés à *N. caninum*, ni la prévention de la transmission de la maladie *in utero*.

Enfin, l'étude d'un éventuel vaccin destiné à prévenir les troubles de la reproduction pourrait à terme être envisagée.

CONCLUSION

Le chien est l'hôte définitif de *Neospora caninum* mais son rôle dans le cycle parasitaire est complexe car il permet également la multiplication du parasite sous forme tachyzoïte, comme n'importe quel hôte intermédiaire. Ainsi, les conséquences néfastes sur la reproduction observées chez les autres hôtes intermédiaires pourraient légitimement être attendues chez le chien.

Ces différents constats posent de réelles questions qui restent encore sans réponse, sur l'éventuelle émergence de la néosporose dans les collectivités canines. Le développement de la recherche sur ce parasite et sur son implication lors de troubles de la reproduction pourrait permettre de savoir si cette maladie n'est pas à tort largement sous-estimée à l'heure actuelle en élevage canin.

BIBLIOGRAPHIE

- Barber, J.S. & Trees, A.J. 1996. Clinical aspect of 27 cases of neosporosis in dogs. *Vet Rec.* 139: 439-443.
- Barber, J.S., Payne-Johnson, C.E., Trees, A.J. 1996. Distribution of *Neospora caninum* within the central nervous system and other tissues of six dogs with clinical neosporosis. *J. Small Anim Pract.* 37: 568-574.
- Bjerkas, I., Mohn, S.F., Presthus, J. 1984. Unidentified cyst-forming sporozoan causing encephalomyelitis and myositis in dogs. *Z Parasitenkd.* 70: 271-274.
- Cole, R.A., Lindsay, D.S., Blagburn, B.L., Sorjonen, D.C., Dubey, J.P. 1995. Vertical transmission of *Neospora caninum* in dogs. *J. Parasitol.* 81: 208-211.
- Cummings, J.F., De La Hunta, A., Suter, M.M., Jacobson, R.H. 1988. Canine protozoan polyradiculoneuritis. *Acta. Neuropathol.* 76: 46-54.
- Dubey, J.P., Carpenter, J.L., Speer, C.A., Topper, M.J., Uggla, A. 1988. Newly recognised fatal protozoan disease of dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 192: 1269-1285.
- Dubey, J.P. & Lindsay, D.S. 1989. Transplacental *Neospora caninum* infection in dogs. *Am J Vet Res.* 50: 1578-1579.
- Dubey, J.P., Koestner, A., Piper, R.C. 1990. Repeated transplacental transmission of *Neospora caninum* in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 197: 857-860.
- Dubey, J.P., Metzger, F.L., Hattel, A.L., Lindsay, D.S., Fritz, D.L. 1995. Canine cutaneous neosporosis: clinical improvement with clindamycin. *Vet Dermatol.* 6: 37-43.
- Dubey, J.P. & Lindsay, D.S. 1996. A review of *Neospora caninum* and neosporosis. *Vet Parasitol.* 67: 1-59.
- Dubey, J.P. 1999. Recent advances in *Neospora* and neosporosis. *Vet Parasitol.* 84: 349-367.
- Dubey, J. P., Schares, G., Ortega-Mora, L.M. 2007. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clin Microbiol Rev.* 20: 323-367.
- Fioretti, D.P., Veronesi, F., Diaferia, M., Vitellozzi, G. 2006. On a naturally occurring repeated vertical transmission with probable abortive manifestations of *Neospora caninum* in a bitch. *Summa, Animali da compagnia* 23: 45-53.
- Givens, M.D. & Marley, M.S.D. 2008. Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology* 70: 270-285.
- Guillot, J., Escriou, C., Fritz, D. 2000. La néosporose canine. *Le Point Vétérinaire.* 31(208): 29-35.
- Johnston, S.D., Root-Kustritz, M.V., Olson, P.N.S. 2001. Canine pregnancy. In *Canine and Feline Theriogenology* (Ed. S.D. Johnston, M.V. Root-Kustritz and P.N.S. Olson), pp.66-104. WB Saunders, Philadelphia, USA.
- Lindsay, D. S & Dubey, J.P. 2000. Canine neosporosis. *J Vet Parasitol.* 14 (1): 1-10.
- Pitel, P-H., Legrand, L., Pronost, S., Maillard, K., Marcillaud-Pitel, C., Richard, É., Fortier, G. 2010. Néosporose bovine: de l'étude du cycle parasitaire à la définition des méthodes de lutte. *Bull Acad Vét France* 163 (2): 131-142.
- Sarrazin, C. 2009. *Transmission verticale de Neospora sp. chez les mammifères : quelles conséquences pour l'élevage canin ?* Thèse Méd. Vét., Alfort, 199 p.
- Schlafer, D.H. 2008. Canine and feline abortion diagnostics. *Theriogenology* 70: 327-331.
- Tainturier, D. 2009. *Neospora caninum* provoque des troubles de la reproduction chez la chienne. *La Semaine Vétérinaire* 1018, 24 au 30 janvier, p.8.