

2. La cryptosporidiose chez les ruminants

2.1. Espèces affectées

De nombreux ruminants, sauvages comme domestiques, sont susceptibles d'être atteints de cryptosporidiose. On peut par exemple citer de nombreuses espèces de gazelles (*Gazella dorcas*, *Gazella leptosperos*, *Gazella thomsoni*...), de cerf, de gnou, d'antilopes, de bisons, de buffle, d'élan... (Voir la liste des animaux de l'ordre des Artiodactyles dont bon nombre sont des ruminants dans l'Annexe 2).

Les espèces d'intérêt en ce qui concerne la cryptosporidiose en France sont principalement les bovins, caprins et ovins dont les élevages sont nombreux et chez qui les répercussions en termes de santé et d'économie sont très importantes.

En ce qui concerne *C. parvum*, ce sont les jeunes ruminants qui développent des formes cliniques de la maladie, les adultes étant généralement porteurs sains et excréant les oocystes à bas-bruit (FAYER *et al.*, 2000).

Dans cette thèse, nous allons donc étudier les ruminants domestiques présents de façon courante en élevage et sensibles à *C. parvum*, à savoir les ovins, caprins et bovins.

2.2. Épidémiologie descriptive

2.2.1. À l'échelle mondiale

La cryptosporidiose des ruminants est présente dans le monde entier (FAYER 2004).

Beaucoup d'études épidémiologiques étudient la prévalence d'excrétion, et pas forcément la maladie clinique (RADOSTITS, 2007).

Des taux de prévalence entre 5 et 35% sont rapportés chez les chevreaux d'après DIAZ et al. (2010), et entre 0 et 42,9% selon SANTIN et TROUT (2008). LEFAY *et al.* (2000) évoquent des taux d'excrétion compris entre 14 et 80% chez les bovins, ces taux dépendant de plusieurs facteurs, notamment l'âge et le statut clinique de l'animal. Ils estiment que la prévalence d'excrétion oocystale moyenne chez des bovins de 3 jours à l'âge adulte est de 20%, mais que celle-ci augmente chez les veaux nouveaux nés et chez les animaux diarrhéiques.

Nous allons maintenant donner les résultats de quelques études épidémiologiques menées à travers le monde. Il est important de noter que les prévalences calculées dans ces études sont très variables pour plusieurs raisons. Pour commencer, les méthodes de détection des oocystes n'ont pas toutes la même sensibilité, ce qui peut amener à des très fortes variations de prévalence « annoncée » ; ensuite, selon l'âge des animaux, leur statut clinique, le mode d'élevage, la période à laquelle sont réalisés les échantillons, on peut encore observer de fortes variations.

Océanie : 2 études menées en Australie ont mis en évidence des prévalences d'excrétion d'oocystes de 48,1% et de 0% chez des veaux entre 0 et 12 semaines et chez des adultes respectivement, sur la base de l'analyse microscopique des fèces. Chez des moutons, une étude de prévalence réalisée sur 1647 animaux a montré une prévalence de 2,6% sur la seule base de l'analyse microscopique des fèces ; la prévalence s'élevait à 26,25% lorsque l'on soumettait les selles des mêmes animaux à une analyse PCR, ce qui permet de voir que la prévalence estimée est très dépendante de la technique de détection des oocystes utilisée. En Nouvelle-Zélande, une enquête menée sur des veaux nouveaux nés a sur une vingtaine de fermes a permis de mettre en évidence une prévalence de 21,2% (SANTIN et TROUT, 2008).

Amérique du Sud : Au Brésil, une enquête menée sur 30 vaches adultes et 30 veaux de moins de 14 mois a montré des prévalences respectives de 0% et 47% sur la base d'une détection sans faire appel à des méthodes de biologie moléculaire. Au Venezuela, une prévalence d'excrétion de 29,3% a pu être mise en évidence sur un lot de 75 veaux de 2 à 20 semaines. Au Mexique, des prévalences de 24% et de 2,4% on pu être mise en évidence respectivement chez des agneaux et des brebis (SANTIN et TROUT, 2008).

Asie : En Inde, la prévalence d'excrétion chez des bovins laitiers d'âges variés a été estimée à 40%. Au Japon, elle a été évaluée à 93% chez 30 veaux de moins de 30 jours provenant d'un même élevage. En Corée, 84 bovins ayant fait l'objet d'une recherche de cryptosporidies dans leurs selles par des techniques autres que moléculaires ont tous été contrôlés « positifs », affichant par conséquent une prévalence de 100% (SANTIN et TROUT, 2008).

Afrique : En Tanzanie, une enquête ayant porté sur presque 500 bovins laitiers d'âges variés a montré une prévalence de 5,3%. Une autre enquête menée en Zambie sur 250 veaux de moins de 90 jours a révélé une prévalence de 42,8%. En Egypte, les prévalences trouvées chez des agneaux s'échelonnaient entre 24% et 82% selon les études et surtout selon la méthode de détection utilisée. Une étude longitudinale de 12 mois réalisée au Sri Lanka a montré chez des chevreaux une prévalence maximale de 70,8% survenant autour de l'âge de 2 mois (SANTIN et TROUT, 2008).

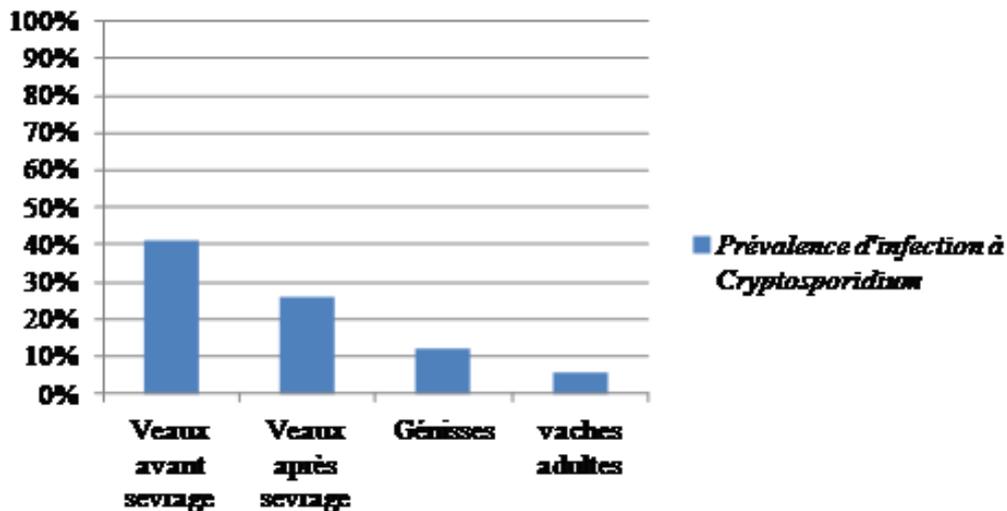
Amérique du Nord : Au Canada, des enquêtes épidémiologiques réalisées sur des veaux de race laitière ont montré des prévalences allant de 15 à 100%, alors que la prévalence chez des bovins adultes était de 0%. Une prévalence de 23% a été enregistrée chez des moutons (SANTIN et TROUT, 2008).

Aux États-Unis, l'infection est commune et bien connue mais les taux de prévalence dans les fèces varient largement en fonction des études et des animaux prélevés. Ainsi, dans certaines études menées aux USA, on a pu trouver des prévalences allant de 1,1% dans des fèces d'adultes en Californie, à 79% sur des veaux symptomatiques dans le Maryland. Une étude nationale aux USA sur 7369 veaux a montré que les fermes étaient infectées avec un taux de prévalence à 59,1 % et le taux de prévalence sur les veaux était de 22,4%.

Une autre étude avec des échantillonnages effectués quotidiennement sur des veaux entre 0 et 4 semaines a montré des taux d'infection plus élevés et une prévalence allant jusqu'à 100%.

Aux États-Unis toujours, la prévalence d'infection à *C. parvum* chez des veaux dans des fermes de 7 États de la côte Est a été évaluée, sachant que le parasite était présent dans toutes ces fermes. Chez des veaux de moins de 2 mois selon les fermes on a trouvé des valeurs entre 4,4% et 62,8% avec une moyenne à 35,1%. Chez des veaux de plus de 3 mois, le taux d'infection à *C. parvum* était minime. Ces auteurs soulignent la disparité des résultats trouvés en étudiant différentes classes d'âge. Ainsi, aux États-Unis, la prévalence d'infection à *Cryptosporidium* a été évaluée respectivement à 41%, 26%, 12% et 5,7% chez des veaux en pré-sevrage, en post-sevrage, chez des génisses et chez des vaches respectivement (voir figure 19) (SANTIN *et al.*, 2004).

Figure 19: Prévalence d'infection de différentes classes d'âges de bovins aux États-Unis (Adapté de SANTIN *et al.*, 2004).



Les variations liées à l'âge sont fréquemment mises en évidence, et pas qu'aux États-Unis. Ainsi, dans la plupart des résultats des enquêtes de prévalence que nous venons de citer, on peut remarquer que l'excrétion est beaucoup plus importante chez les jeunes animaux, qu'il s'agisse de bovins, d'ovins ou de caprins.

2.2.2. À l'échelle européenne

La cryptosporidiose est largement présente en Europe.

LEFAY *et al.* (2000) comparent les prévalences d'excrétion ookystale sur des veaux infectés entre différents pays européens : la France, avec 43,4% se situe au dessus du Danemark, de la Hongrie et de la Grande Bretagne, respectivement à 17%, 27%, et 23-32,9%. Elle est à peu près au même niveau que l'Italie (40%), que l'Allemagne (40-44%) et que l'Irlande (44,4%). Enfin, elle se situe plus bas que l'Espagne (52,3%), les Pays Bas (55%), la Finlande (76%).

SANTIN *et al.* (2004) soulignent le fait qu'en Europe aussi des différences de prévalence existent selon les classes d'âges : ainsi, une étude au Danemark a montré des prévalences d'infection de 96%, 84% et 14% chez des jeunes veaux, des veaux plus âgés et chez des vaches respectivement. Au Portugal, de la même façon, une prévalence plus élevée de 25,4% a été trouvée chez des veaux, contre 4,5% chez des vaches.

Une étude relatée par SMITH (2008) semble particulièrement intéressante. Il s'agit d'une étude longitudinale menée sur 6 ans au Royaume-Uni sur des troupeaux de bœuf, de vaches laitières, de veaux, d'agneaux et sur des rongeurs des exploitations. Elle a montré que *Cryptosporidium* était endémique et présent de façon persistante chez toutes les espèces testées. Cette étude a montré en outre que les modèles d'infection étaient variables et que la prévalence étudiée à court terme ou de façon ponctuelle ne pouvait pas donner une image représentative des taux d'infection réels. Les taux de prévalence et le nombre d'oocystes dans les fèces étaient en revanche toujours plus élevés pour les jeunes animaux.

CHARTIER (2002) cite d'autres études menées dans des pays d'Europe notamment en Hongrie sur des agneaux où des cas cliniques de cryptosporidiose ont été décrits avec une prévalence pouvant atteindre 100% des agneaux diarrhéiques. En Pologne, les prévalences sur des brebis et des agneaux étaient respectivement de 28,5 et 47%. En Espagne, sur un total de 97 fermes ovines et 31 fermes caprines prises au hasard, la prévalence de l'infection était respectivement de 47 et 36 % au sein du troupeau et de 15 et 11% au plan individuel, sur les jeunes de moins de 5 semaines ; *C. parvum* est d'ailleurs le premier agent étiologique responsable de diarrhée néonatale de l'agneau et du chevreau (60 à 65% des épidémies) dans ce pays (CHARTIER et PARAUD, 2010). Une autre enquête réalisée en Galice en Espagne a montré un taux de prévalence d'infection de 47,9% chez des veaux de mois de 3 semaines, ce qui est à peu près équivalent à la prévalence trouvée chez les agneaux et chevreaux.

2.2.3. À l'échelle française

Il est important de rappeler le fait que les diarrhées néonatales du veau ont un impact économique majeur en élevage bovin car elles représentent 60 à 80 % des symptômes observés pendant le premier mois de vie et concernent environ un veau sur cinq. Une étude menée dans 11 départements français a permis de montrer que c'était la cryptosporidiose qui avait la prévalence la plus élevée avec un taux de 35%, suivie de la rotavirose (30%) puis de la colibacillose CS31A (23%) (FOURNIER et NACIRI, 2007).

D'après un rapport de l'AFSSA en 2002 des enquêtes ont été menées en France concernant la prévalence de la cryptosporidiose. Selon les études et les régions, la prévalence variait chez les veaux de 18 % à 60% et se situaient chez les caprins autour de 55 %. L'expression clinique sous forme de diarrhée était rapportée entre 5 % à 90 % des cas, avec une prévalence moyenne de 43,5 %.

La prévalence de cryptosporidiose chez les veaux diarrhéiques en France a été évaluée à 43,4% par LEFAY *et al.* (2000) ; cette estimation a été basée sur la recherche de cryptosporidies dans les selles d'environ 400 veaux diarrhéiques dans 10 départements français, l'Allier, le Cantal, la Creuse, le Doubs, l'Ille-et-Vilaine, le Maine-et-Loire, la Manche, le Pas-de-Calais, la Saône-et-Loire, la Vendée. Ces mêmes auteurs ont estimé à 17,9% la prévalence d'infection chez des veaux laitiers choisis aléatoirement donc sans tenir compte de leur statut clinique ; ces veaux avaient été recrutés sur 12 mois consécutifs dans 7 régions françaises, à savoir l'Aquitaine, la Bretagne, la Franche-Comté, la Lorraine, la Normandie, le Nord, les Pays de la Loire, ce qui permet de penser dans les 2 études que le résultat est assez représentatif pour la France entière. Quelques variations régionales avaient pu être notées, ainsi que des petites variations saisonnières, à relier avec le pic de vêlage, puisque les veaux concernés par ces enquêtes avaient entre 4 et 12 jours et à relier aussi probablement avec un taux d'infection plus bas en été (LEFAY *et al.* 2000).

Des enquêtes menées pendant plus de 10 ans dans les Deux-Sèvres ont mis en évidence une prévalence de la cryptosporidiose chez les chevreaux comprise entre 40 et 60% pendant toutes ces années, avec une moyenne de 55,6% sur 1109 chevreaux entre 1987 et 2001. (Rapport AFSSA, 2002)

CHARTIER et PARAUD (2010) rapportent des prévalences d'excrétion de 10 à 20% chez les jeunes agneaux ou chevreaux tout-venant. Des prévalences plus élevées (91%) sont rapportées chez des agneaux diarrhéiques.

Tous ces travaux qui concernaient des effectifs assez importants et de multiples zones géographiques, confirmaient donc la large répartition de la cryptosporidiose en France.

De plus, la cryptosporidiose a été déterminé comme étant la cause étiologique première de diarrhée chez les veaux nouveaux nés en France. (NACIRI *et al.*, 1999)

2.2.4. Variabilité des résultats d'études épidémiologiques

Ainsi, les études épidémiologiques à travers le monde sont nombreuses, mais mettent en avant le fait que si un très grand nombre de pays est touché, il est difficile d'obtenir un résultat univoque et surtout représentatif de la réalité pour plusieurs raisons. Premièrement, on se rend compte assez rapidement que les taux d'excrétions varient fortement dans le temps, notamment selon l'âge des animaux. D'autre part, les prévalences enregistrées dépendent fortement de la méthode de détection des oocystes mise en œuvre car, nous le verrons plus tard, toutes les méthodes ne se valent pas en termes de sensibilité et de spécificité. Enfin, une autre considération à prendre en compte est que la prévalence d'infection est en général réalisée sur des animaux de tout venant, sans tenir compte du statut clinique. Chez des animaux choisis parce qu'ils sont diarrhéiques, la prévalence d'infection sera bien entendu plus élevée. De plus, certaines enquêtes ne prennent en compte que certaines espèces de cryptosporidies ce qui peut également apporter un biais supplémentaires (PAOLETTI, 2002).

2.3. Épidémiologie analytique

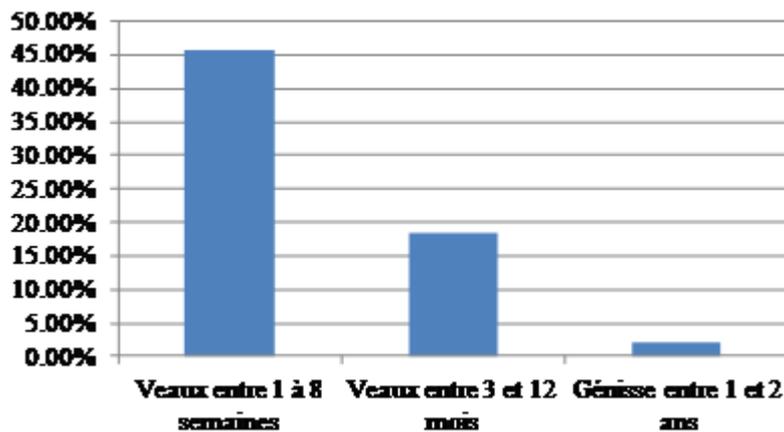
2.3.1. Sources de parasites

2.3.1.1. Les jeunes ruminants

Les jeunes animaux infectés du troupeau sont les sources principales de cryptosporidies. Ils rejettent des oocystes dans leurs fèces en grande quantité, en particulier pendant la deuxième semaine de leur existence. Dans la majorité des cas, l'excrétion d'oocystes est concomitante de l'épisode de diarrhée. Cela étant, l'excrétion d'oocystes a aussi été démontrée hors épisode de diarrhée, avec des prévalences importantes (FAYER, 2004).

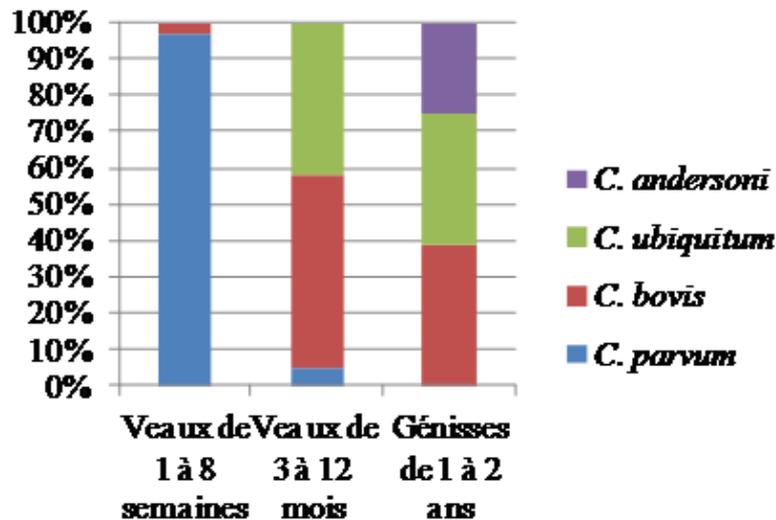
SANTIN *et al.* (2008) ont montré dans un élevage de vaches laitières dans le Maryland que la prévalence d'excrétion d'oocystes de *C. parvum* est plus importante chez les veaux avant le sevrage (1 à 8 semaine d'âge) que pour des veaux après le sevrage (3 à 12 semaines d'âge) et que pour des génisses entre 1 et 2 ans (figure 20). Des résultats similaires avaient été trouvés par SANTIN *et al.* en 2004 chez des bovins de 15 fermes laitières de la côte Est des États-Unis avec une prévalence de 35,5% chez les 5 jours-8 semaines et de 19,7% chez les 3 mois-11 mois.

Figure 20: Prévalence d'excrétion d'oocystes de *Cryptosporidium* par tranche d'âge dans un élevage de bovins laitiers (Adapté de SANTIN *et al.*, 2008).



De plus, SANTIN *et al.* ont montré en 2004 que *C. parvum* était l'espèce présente dans 85% des cas chez les moins de 2 mois, et dans seulement 1% des cas chez les 3 mois-11 mois. Plus tard, dans l'étude de 2008, ils ont déterminé la répartition des différentes espèces de *Cryptosporidium* dans 3 classes d'âge de jeunes bovins. Les résultats figurent sur la figure 21. Les autres espèces retrouvées étaient *C. andersoni*, *C. bovis* et *C. ryanae*; leur potentiel zoonotique ainsi que les signes cliniques qu'ils engendrent sont bien moindres (SANTIN *et al.*, 2004).

Figure 21: Pourcentage de représentation de différentes espèces de *Cryptosporidium* selon l'âge des bovins infectés (Adapté de SANTIN *et al.*, 2008).



Ainsi, quand on dit que ce sont les jeunes animaux la source la plus importante d'oocystes, c'est à plus forte raison les jeunes animaux avant le sevrage, comme le montrent les figures 19 et 20, car on voit non seulement que la prévalence est plus élevée chez les jeunes en pré-sevrage, mais que ce sont ces derniers qui sont touchés par la principale espèce d'intérêt en médecine vétérinaire et humaine, à savoir *C. parvum*. Ces résultats sont en accord avec ceux de multiples autres études similaires réalisées à travers le monde.

En ce qui concerne la quantité d'oocystes excrétés, elle varie fortement d'un individu à l'autre. Des expériences ont montré que des veaux infectés par 10^5 oocystes excrètent 10^9 à 10^{10} oocystes pendant 7 à 10 jours (FAYER, 2004).

Le niveau d'excrétion moyen pour un veau infecté et clinique est de 10^7 . D'autres études ont montré un taux d'excrétion journalière chez des veaux allant de $4 \cdot 10^2$ à $4 \cdot 10^7$ oocystes par gramme de fèces (FAYER *et al.*, 1998).

D'après CHARTIER (2002), c'est environ 10 milliards d'oocystes qui sont excrétés par les agneaux pendant la période pré-patente. SMITH et NICHOLS (2010) citent des taux d'excrétion de plus de 10^9 d'oocystes par jour pendant 14 jours pour des agneaux infectés expérimentalement selon une source, et de $4,8 \cdot 10^9$ oocystes par gramme de fèces en moyenne selon une autre source.

Chez des animaux immunocompétents, la période patente, c'est-à-dire le temps pendant lequel des oocystes sont excrétés, peut durer de une à plusieurs semaines. Elle est de 6 à 9 jours le plus souvent. L'excrétion peut devenir intermittente sur la fin (FAYER *et al.*, 1998 ; CHARTIER, 2002).

2.3.1.2. Les ruminants adultes

Les animaux adultes peuvent également transmettre le parasite à leur progéniture lorsqu'ils sont porteurs. Ces animaux peuvent aussi avoir un rôle de réservoir puisqu'ils excrètent de façon continue, et participent donc à la pérennisation de l'infection dans les élevages (PAOLETTI, 2002).

L'existence d'une transmission *in utero* chez les bovins a été suggérée car des veaux retirés de sous leur mère immédiatement après la naissance et mis dans des locaux extrêmement bien désinfectés ont quand même développé la maladie (FAYER, 2004).

Chez les bovins adultes, chez qui la prévalence de *C. parvum* peut parfois atteindre 100%, le niveau d'excrétion est plus bas, de 900 à 18000 œufs par gramme de fèces. Aucune variation d'excrétion liée à la mise-bas n'a été mise en évidence et le lien épidémiologique avec la cryptosporidiose des veaux n'est pas établi mais fortement suspecté (CHARTIER et PARAUD, 2010).

Chez les adultes, l'espèce la plus souvent retrouvée est *C. andersoni* (SANTIN *et al.*, 2008).

Chez la brebis, l'excrétion d'oocystes de *C. parvum* ne se produit qu'au moment de la mise bas ; elle est indécélable en dehors de cette période (CHARTIER et PARAUD, 2010).

Enfin, chez les caprins, les seules données connues montrent une excrétion résiduelle chez des animaux âgés de 12 mois (CHARTIER et PARAUD, 2010).

2.3.1.3. Les autres espèces animales

Il semble qu'on puisse avoir une transmission inter espèces, par le biais des fèces. Ainsi, on sait que *C. parvum* est transmissible à de nombreuses espèces, notamment les rongeurs, les chevaux et les hommes (RADOSTITS *et al.*, 2007) ; il est donc évident que ces derniers participent aussi à la propagation de l'agent pathogène au sein d'un élevage.

De plus, nous avons vu que certains animaux peuvent jouer le rôle de transporteurs passifs, comme les mouches, certains organismes microscopiques nommés rotifères, et certains oiseaux migrateurs (FAYER *et al.*, 2000).

2.3.1.4. L'eau

Les cas de cryptosporidiose ayant une origine hydrique sont fréquents dans l'espèce humaine, nous allons le voir plus tard. Ainsi, on peut supposer que des cas dus à une consommation d'eau contaminée peuvent exister chez les ruminants, même si ce problème n'a pas été étudié en profondeur.

La source principale de contamination, quelle que soit l'espèce, sont donc les animaux en pré-sevrage. Ces derniers excrètent des quantités très importantes d'oocystes. Les animaux adultes ou d'autres animaux, notamment des rongeurs, peuvent également être des sources,

mais dans une moindre mesure étant donné les niveaux d'excrétion plus bas ; ils représentent cependant une source d'infection continue.

2.3.2. Modes d'infection

L'infection se fait principalement par voie oro-fécale, par ingestion d'oocystes, qui sont directement infectants dès leur rejet dans les fèces. Ces oocystes peuvent être présents sur le pelage, dans les aliments ou l'eau souillée. Dans les étables, la transmission se fait principalement par passage de jeune ruminant infecté à jeune ruminant soit directement, soit via divers substrats souillés (murs, sols, cornadis...). La résistance élevée des oocystes évoquée précédemment joue alors un rôle important dans la transmission indirecte (FAYER *et al.*, 2000).

Il semblerait que la dose infectante soit très basse chez les très jeunes ruminants, comme le suggère FAYER en 2004, aux vues du fait que des veaux nouveaux nés mis juste après leur naissance dans des pièces nettoyées et désinfectées, se sont mis à excréter des oocystes en 3 jours. Ceci peut également suggérer une infestation *in utero*. D'autres études citées par RADOSTITS *et al.* (2007) sur des agneaux ont indiqué qu'un oocyste unique pouvait être suffisant à l'infection. Le cycle particulièrement « explosif » de *C. parvum* permet d'amplifier rapidement et de façon importante une dose infectieuse initialement infime.

2.3.3. Causes favorisantes

Le parasite est présent dans de nombreux élevages, mais ce n'est pas pour autant que des cas cliniques de cryptosporidiose aiguë vont se déclarer dans tous ces élevages annuellement. Il existe de nombreux facteurs de risque qui vont avoir un rôle dans l'apparition de la maladie.

On peut par exemple citer un facteur important qui est l'hygiène générale, qui comprend notamment la densité d'animaux, la fréquence et la qualité du paillage et des sessions de nettoyage-désinfection, la propreté et la qualité de l'alimentation et de l'eau, l'existence ou non de mélanges d'animaux d'âges ou d'espèces différentes, la maîtrise des populations de nuisibles, le statut en oligo-éléments notamment le sélénium (CHARTIER et PARAUD, 2010 ; Rapport AFSSA, 2002).

Il est intéressant de noter que la prévalence de la cryptosporidiose « maladie », est plus importante chez les veaux laitiers que chez les veaux à viande, la raison supposée étant le mode d'élevage, ce qui correspond bien, dans la majorité des cas, aux facteurs de risques cités ci-dessus (densité animale, intensification, prise colostrale). D'autres auteurs ont au contraire mis en évidence une prévalence plus forte chez les veaux élevés sous la mère donc de races allaitante. La transmission serait facilitée d'après l'auteur par les nombreux contacts entre animaux: d'un veau à l'autre directement quand les animaux sont en stabulation libre ou d'une mère à son veau par des pis souillés, par des fèces contaminés (PAOLETTI, 2002 ; CHARTIER et PARAUD, 2010).

En outre, de nombreuses études s'accordent à dire que la prévalence de la maladie est plus importante en fin de saison de mise bas, ce qui correspond aussi généralement à une augmentation des facteurs de risques cités ci-dessus. Dans les espèces caprines et ovines, le regroupement des mises bas sur 2 à 3 mois est un facteur de risque important, car il entraîne une augmentation soudaine de la densité d'animaux, ainsi qu'une diminution des soins prodigués et de la qualité de ces soins (Rapport AFSSA, 2002 ; CHARTIER et PARAUD, 2010).

Une influence de la saison a été soulevée par de nombreux auteurs, mais il semblerait que ce soit plus le nombre d'animaux jeunes présents en grande quantité à certaines époques de l'année qui soient à l'origine d'une variation saisonnière plus que l'influence de la saison et donc des températures, de l'humidité eux-mêmes (PAOLETTI, 2002).

Pour illustration, CASTRO-HERMIDA *et al.* (2002) dans une étude sur des veaux en Galice ont mis en évidence que le risque d'avoir la cryptosporidiose dans une ferme où les veaux sont élevés sur de la paille ou sur un sol en terre battue était 66% plus élevé que dans les fermes où les veaux étaient élevés sur du béton. Ils ont également remarqué que le type de nettoyage était étroitement lié au type de sol, à savoir que les sols en béton étaient nettoyés à l'eau et les autres types de sols étaient curés. De la même manière, les veaux dont les cases étaient nettoyées une fois par mois avaient 2 fois plus de risque de contracter la maladie que des veaux dont les cases étaient nettoyées tous les jours. La désinfection des sols s'est aussi montré une variable importante car les veaux dont les cases n'étaient pas désinfectées avaient 62% de risque en plus d'être infectés.

Les causes favorisantes de la maladie sont donc, comme dans de nombreuses maladies infectieuses, liées à une mauvaise hygiène générale, à la densité importante et aux mélanges d'animaux d'âges ou d'espèces différents.

2.3.4. Réceptivité/sensibilité

2.3.4.1. Espèce

En ce qui concerne la cryptosporidiose chez les ruminants domestiques, les caprins sont les plus sensibles, suivis des bovins puis des ovins.

Par ailleurs, l'espèce parasitaire retrouvée majoritairement chez les veaux, chevreaux et agneaux est *C. parvum*.

Chez les bovins, mais plus âgés, on retrouve *C. bovis*, *C. andersoni* et *C. ryanae*. Chez les ovins, on retrouvera, en plus de *C. parvum*, *C. xiaoi*, *C. hominis* et *C. ubiquitum*. Chez les chèvres, *C. parvum* est largement dominant (CHARTIER et PARAUD, 2010).

2.3.4.2. Race

Nous avons vu plus haut que chez les races laitières, la prévalence de la maladie était plus importante que chez les races allaitantes. Ceci n'est pas réellement dû à un effet « race » d'après CHARTIER et PARAUD (2010) mais est plutôt influencé par les modes d'élevages

liés à telle ou telle race, les allaitants étant souvent élevés de manière plus extensive. Cette affirmation est remise en cause par XIAO et FAYER (2008) qui citent une étude de KVAC *et al.* (2006) ayant montré que dans des conditions d'élevage identiques, des veaux de race allaitante étaient moins atteints que des veaux laitiers.

2.3.4.3. Âge

Il a été montré plus haut que dans une étude de SANTIN *et al.* (2008) la source principale d'oocystes était les veaux entre 1 et 8 semaines, qui avaient une prévalence d'excrétion plus de 2 fois supérieure à celle de veaux entre 3 et 12 mois, et plus de 10 fois supérieure à celle des génisses entre 1 et 2 ans. Nous avons également vu que l'excrétion par les adultes est beaucoup plus faible. De plus, il a également été mis en évidence par ces mêmes auteurs que la tranche d'âge entre 1 et 8 semaines est principalement excrétrice de *C. parvum*, à 98%. Les infections des tranches d'âge supérieures sont dues à des espèces au pouvoir pathogène bien moindre (*C. bovis*, *C. ubiquitum*, *C. andersoni*). Ainsi, l'ensemble de ces données porte à penser que les animaux jeunes avant sevrage sont plus réceptifs et sensibles à l'infection.

D'après CHARTIER et PARAUD (2010), les animaux jeunes sont plus réceptifs, surtout en dessous de l'âge de 3 semaines. CASTRO-HERMIDA *et al.* (2002) affirment qu'il a été prouvé qu'il existe une association significative entre l'âge et le risque d'être infecté par la cryptosporidiose uniquement pour les animaux de moins de 30 jours. Ces mêmes auteurs ont montré que la période la plus à risque dans les 30 premiers jours de vie était située entre 9 et 12 jours d'âge lors d'une étude expérimentale réalisée sur une cohorte de 32 veaux. Tous les animaux de cette étude finissaient par contracter la maladie avant l'âge de 18 jours, alors qu'ils étaient élevés séparément et dans de très bonnes conditions d'hygiène ; l'origine de l'infection avait dans cette étude été imputée à l'eau de boisson des animaux qui aurait été contaminée.

2.3.4.4. Statut immunitaire

L'immunocompétence joue également un rôle essentiel dans la réceptivité à la maladie ; ainsi, une immunodéfiance, qu'elle soit naturelle et liée à l'âge, ou acquise suite à une affection intercurrente, une maladie ou à une thérapeutique immunosuppressive, va favoriser l'apparition de la maladie.

Rentrent donc en compte indirectement la qualité du colostrum (avec comme facteur sous-jacent le niveau d'immunité des mères), de sa prise, et du transfert des immunoglobulines. Le statut nutritionnel et en particulier celui en oligo-élément a également été relevé comme facteur de réceptivité, notamment en ce qui concerne des taux faibles en Sélénium (CHARTIER et PARAUD, 2010).

La présence de pathologies associées, et plus particulièrement d'atteintes entériques, joue également un rôle en facilitant la contamination lorsque les animaux sont affaiblis. Ainsi, des expériences menées en Algérie chez des veaux ont montré que les animaux issus de troupeaux vaccinés contre le coronavirus, le rotavirus et *E. coli* excrétaient significativement moins de cryptosporidies que ceux provenant de cheptels non vaccinés (ADJOU, 2011).

Les facteurs de réceptivité ont non seulement un rôle dans l'apparition des symptômes mais peuvent aussi avoir un rôle en augmentant les taux de mortalité dus à la maladie (CHARTIER et PARAUD, 2010).

La réceptivité est donc liée à l'espèce, à l'âge de l'animal, et à son niveau immunitaire ; les chevreaux sont les plus sensibles, suivi des veaux puis des agneaux.