



**conservatoire
fédératif
des espaces
naturels
de basse-normandie**

10/18 grand parc
bureau 117
14200 hérouville saint-clair
tel/fax: 02 31 53 01 05
e-mail: cfen.bassenormandie@wanadoo.fr

**PROGRAMME REGIONAL D' ACTIONS
POUR LES MARES DE BASSE-NORMANDIE**



**RISQUES INFECTIEUX ET PARASITAIRES LIES
À L'ABREUVEMENT DANS LES MARES**

PROBLEMATIQUES, ETAT DES CONNAISSANCES ET PERSPECTIVES

ARMELLE PIERROUX, 2008

Ce document pourra être référencé comme suit : PIERROUX A., (2008).- *Risques infectieux et parasitaires liés à l'abreuvement dans les mares*. Mémoire bibliographique, Conservatoire Fédératif des espaces naturels de Basse-Normandie (Mondeville) : 26p.

Rédaction : Armelle PIERROUX

Relecture : Claudine JOLY, Loïc CHEREAU

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I. PROBLEMATIQUES LIEES A L'ABREUUREMENT DES ANIMAUX D'ELEVAGE	3
I.1 : <u>Types de contamination</u>	4
I.1.1 : Paramètres physico-chimiques	4
I.1.2 : Contamination bactérienne	4
I.1.3 : Contamination parasitaire	6
I.2 : <u>Conséquences d'une contamination</u>	6
II. LES RISQUES INFECTIEUX EN LIEN AVEC LES MARES	8
II.1 : <u>Les bactéries</u>	8
II.2 : <u>Les parasites</u>	11
II.2.1 : Le cas de la Grande douve : biologie et conséquences	11
II.2.2 : Le cas du Paramphistome : biologie et conséquences	12
II.2.3 : Exemples des prévalences de la Grande douve et du Paramphistome.....	15
II.3 : <u>Les solutions techniques</u>	17
III. ELEMENTS DE DISCUSSION ET PERSPECTIVES.....	23
BIBLIOGRAPHIE.....	25

INTRODUCTION

Depuis quelques années, la **qualité des eaux est devenue une préoccupation majeure** des acteurs de l'environnement. Les risques sanitaires liés à la consommation d'une eau contaminée sont avérés et ont amené à la mise en place de normes de potabilité humaine.

Pour les animaux d'élevage, la qualité de l'eau d'abreuvement est également importante. Si l'eau est de mauvaise qualité, les animaux boiront moins. Or dans les ateliers laitiers, il a été prouvé que la quantité d'eau ingérée est corrélée positivement à la quantité de lait produit (GADIN-GOYON, 2002). Cependant, la problématique de la qualité de l'eau dans les élevages est abordée plus rarement, les documents étant essentiellement focalisés sur les risques pour la santé humaine.

Cette étude sera centrée sur un élément du **système d'abreuvement : la mare en contexte agricole.**

Le Programme national de recherche sur les zones humides (PNRZH) donne la **définition d'une mare** (DUTILLEUL *et al.*, 2004) : « étendue d'eau à renouvellement généralement limité, de taille variable pouvant atteindre un maximum de 5000m². Sa faible profondeur, qui peut atteindre deux mètres, permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire et aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. De formation naturelle ou anthropique, elle se trouve dans des dépressions imperméables, en contextes rural, périurbain voire urbain. Alimentée par les eaux pluviales et parfois phréatiques, elle peut être associée à un système de fossés qui y pénètrent et en ressortent, elle exerce alors un rôle tampon au ruissellement. Elle peut être sensible aux variations météorologiques et climatiques, et ainsi être temporaire. La mare constitue un écosystème au fonctionnement complexe, ouvert sur les écosystèmes voisins, qui présente à la fois une forte variabilité biologique et hydrologique interannuelle. Elle possède un fort potentiel biologique et une forte productivité potentielle. »

Dans le passé, **les usages de la mare étaient multiples** : évacuation de l'eau ruisselant dans les chemins, abreuvement des animaux domestiques, nettoyage des outils, lavoir, élevage de canards, viviers pour les poissons, réserve d'eau pour la lutte contre les incendies... (DUTILLEUL *et al.*, 2004) Localement, il existait également des usages spécifiques comme le rouissage du lin. (ANGELIBERT *et al.*, 2005). Les changements des pratiques agricoles et l'évolution des paysages ont été à l'origine de la disparition d'une partie de ces usages, donc d'un abandon des mares. De plus, les mares ne bénéficient pas d'une image positive : pour le public, les mauvaises odeurs sont synonymes d'insalubrité et le manque de protection constitue un danger pour les enfants. Cette image négative a entraîné de nombreux comblements volontaires. Au final, ce sont entre **30 et 50% des mares qui ont disparu depuis 1950.** (DUTILLEUL *et al.*, 2004)

Aujourd'hui, d'autres fonctionnalités ont été mises en évidence : les mares ne couvrent que 0.05% du territoire mais constituent des **refuges de valeur pour la faune** (notamment amphibie) **et la flore.** De plus, elles jouent un **rôle tampon** vis-à-vis du ruissellement et contribuent à **limiter les problèmes d'inondations.** Elles ont également de par leur végétation des **capacités épuratrices avérées.** (DUTILLEUL *et al.*, 2004) Par exemple, les végétaux fixent les métaux lourds et les bactéries présentes dans l'eau réalisent le processus de dénitrification, réduction des nitrates en nitrites puis en diazote gazeux (N₂), forme naturellement présente dans l'atmosphère (MONOT, 2003).

Au cours de prospections **dans le bocage normand**, il a été établi qu'en milieu rural extensif, **la fonction d'abreuvement reste courante.** La mare constitue un réservoir d'eau plus ou moins permanent dans lequel les animaux boivent et se rafraîchissent. Elle évite à l'éleveur des transports d'eau pénibles et coûteux en temps et en argent. Mais la mare est également considérée comme une source de germes pathogènes dans les élevages, une perte de surface sur les systèmes de culture intensifs et un élément induisant un entretien spécifique dans tous les cas.

En se basant sur ces constats, sur l'importance de la qualité de l'eau dans un élevage et sur les fonctionnalités environnementales non négligeables d'une mare, il est intéressant d'engager une réflexion sur les usages contemporains de la mare et les conseils à apporter aux éleveurs : **l'abreuvement des animaux dans une mare est-il à recommander ou à proscrire ? Sous quelles conditions ? Pour quelles raisons ?**

L'objectif de ce document est de dresser l'état des lieux des connaissances sur les problématiques d'abreuvement dans les mares et d'en mettre en évidence les fondements scientifiques, afin d'émettre des recommandations argumentées et nuancées.

La 'qualité de l'eau' requiert elle-même une définition : qu'est-ce qu'une eau de bonne qualité pour les animaux ? Quels sont les risques pour la santé des animaux, les conséquences sur les productions ? Qu'en est-il pour les bovins laitiers de la région normande ? Ensuite, un état des lieux des connaissances concernant l'élément mare dans les systèmes d'abreuvement sera établi : les mares sont-elles perçues comme utiles et utilisées ? Sont-elles réellement sources de maladies ? Si oui, dans quelle mesure ? Quelles en sont les conséquences, directes ou indirectes ? Sont-elles quantifiables et effectivement quantifiées ? A la lumière des réponses à ces questions, quels facteurs critiques nécessiteraient un approfondissement des connaissances ? Enfin, les diverses **solutions existantes, techniques ou agronomiques**, seront évoquées.

Les conclusions émises dans la discussion finale n'auront pas pour vocation de répondre précisément et définitivement aux questions précédentes, la problématique et les solutions variant selon de nombreux paramètres (région, type d'élevage, objectifs de l'éleveur, moyens techniques...), mais d'**apporter des éléments précis et validés sur le plan scientifique dans le cadre d'une réflexion globale**.

I. PROBLEMATIQUES LIEES A L'ABREUUREMENT DES ANIMAUX D'ELEVAGE

L'eau est un élément clé d'une exploitation agricole, utilisée dans de nombreux postes (abreuvement, nettoyage), une vache laitière pouvant ingérer jusqu'à 170 litres par jour (en gestation en été, (GADIN-GOYON, 2002)). Les eaux d'abreuvement sont issues soit du réseau d'adduction (réseau public) soit du pompage des eaux des ruisseaux, mares, plans d'eau et puits. L'abreuvement direct dans les ruisseaux et plans d'eau est également possible et courant (DERMAUX, 1999). Si la qualité de ces eaux n'est pas suffisante, les conséquences sur les animaux donc sur les finances de l'exploitation peuvent se révéler sérieuses. Ainsi, le Groupement de Défense Sanitaire de l'Isère a constaté que, si un bovin laitier diminue sa consommation d'eau de 60%, sa production de lait diminue de 16%. (GDS Isère, sd)

Or, l'eau peut être un réservoir naturel d'éléments minéraux et de microorganismes dont la composition peut être modifiée par les déjections. Elle peut permettre la survie et/ou la dissémination des différents agents d'une infection (bactéries ; œufs, larves et hôtes intermédiaires de parasites). L'eau est enfin un **pôle attractif** pour de nombreux animaux sauvages porteurs de germes (LEBON, 1982 ; GADIN-GOYON, 2002 ; THIN, 1985).

Cependant, il n'existe **pas de norme** ni même de cadre réglementaire **concernant la potabilité des eaux d'abreuvement**, que ce soit au niveau national ou européen. L'Organisation Mondiale de la Santé et d'autres organismes ont seulement publié des normes souhaitables pour certains paramètres physico-chimiques, notamment les métaux et les éléments toxiques, synthétisées dans le tableau I de l'annexe I (DERMAUX, 1999 ; GADIN-GOYON, 2002) et le tableau II de l'annexe I (GADIN-GOYON, 2002). **Par défaut, ce sont donc les normes de potabilité humaine qui sont appliquées.** Il peut également exister des recommandations émises au niveau départemental, par exemple dans les règlements sanitaires départementaux (DDAF ORNE, *comm. pers.*).

En 1982, voici comment étaient perçues les mares (LEBON, 1982) : *"la mare est toujours trouble et plus ou moins malodorante et, cependant, les animaux qui y sont habitués la boivent avec plaisir, la préfèrent même souvent à celle qui est limpide. Un tel mode d'abreuvement ne va pas sans présenter de grands dangers pour la santé des animaux : les eaux des mares sont profondément souillées et peuvent renfermer et entretenir des microbes et des parasites très variés à l'origine de maladies toujours graves. Pour réduire ces dangers, quelques précautions peuvent être prises : interdiction de l'accès à la mare aux animaux, qui augmentent le degré de pollution par leurs déjections et leurs pieds souillés, suppression de l'abreuvement à la mare pendant la période chaude où l'eau devient éminemment favorable à la pullulation de microorganismes de toutes sortes et à l'éclosion de maladies parasitaires. [...] Ainsi, une mare peut se transformer en véritable bouillon de culture de germes responsables des épizooties et des parasitoses. [...] Le drainage, l'assèchement ou la suppression de ces points d'eau difficiles à contrôler [...] constituent les seules mesures aptes à faire reculer la maladie chez l'animal dans les zones rurales."*

Aujourd'hui, un agriculteur nous explique que les animaux boivent effectivement l'eau de la mare, mais qu'ils préfèrent tout de même l'eau fraîche et claire d'un abreuvoir, l'eau de la mare servant d'appoint et de point de rafraîchissement. (P. DUFAY, 2007, *comm. pers.*).

Dans cette partie **seront abordées** les problématiques les plus fréquemment citées dans la bibliographie, celles-ci étant de trois ordres : **la contamination physico-chimique, la contamination bactériologique et la contamination parasitaire**. Certaines des maladies provoquées par des agents pathogènes liés à l'eau affectent à la fois les animaux et les humains ; dans ce cas, les conséquences des affections sur les animaux sont moins développées dans la bibliographie consultée que les conséquences sur les hommes.

I.1 : Types de contamination

I.1.1 : Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques susceptibles d'affecter les animaux sont présentés avec les valeurs des normes de potabilité humaine dans le tableau I en annexe I. (GADIN-GOYON, 2002)

Le terme 'paramètres physico-chimiques' regroupe alors :

- les paramètres **organoleptiques** : couleur, turbidité, odeur, saveur
- les paramètres **physico-chimiques vrais**, mesures des caractéristiques de l'eau ou substances naturellement présentes dans l'eau, tels que le pH, la température, le calcium, le magnésium...
- les **substances indésirables** (dangereuses en excès), qui sont soit des composés (nitrates, hydrocarbures) soit des éléments chimiques (bore, fer, manganèse...)
- les **substances toxiques** : éléments chimiques toxiques (cadmium, mercure...) ou composés toxiques issus par exemple des pesticides

Les conséquences sur les animaux sont variées et dépendent de leur âge et de leur état de santé lors de la contamination initiale. Si l'eau présente une odeur, saveur ou couleur désagréable, l'animal peut la refuser, boire moins et s'affaiblir, son état de santé sera plus alors fragile et sa production diminuera. Les sulfates, les chlorures et le magnésium donnent par exemple un goût désagréable à l'eau (GADIN-GOYON, 2002 ; DERMAUX, 1999).

Certains paramètres peuvent également s'avérer dangereux 'par excès' (GADIN-GOYON, 2002 ; DERMAUX, 1999) : au-delà d'une certaine dose, ils deviennent toxiques pour l'organisme de l'animal. Ces paramètres provoquent le plus souvent des **diarrhées** plus ou moins sévères mais peuvent avoir des conséquences beaucoup plus grave, notamment chez les jeunes, tels que des **troubles du système nerveux** se traduisant par des mouvements désordonnés (excès de manganèse, de mercure et de plomb), des pathologies osseuses se traduisant par une baisse d'alimentation et des fractures (excès de fluor), des retards de croissance ou des avortements (excès de nitrates)... (GADIN-GOYON, 2002 ; DERMAUX, 1999 ; LEBON, 1982).

De manière générale, si certaines fonctions métaboliques sont perturbées, **l'animal produit moins d'énergie et devient alors plus faible** face à d'autres sources de contamination.

Les **intoxications aiguës** (ponctuelles) sont rares et il est souvent difficile d'en déterminer les causes exactes. Les **contaminations sur le long terme** sont plus fréquentes mais difficilement décelables, car elles se traduisent souvent par des symptômes relativement courants (diarrhées, baisse d'appétit).

I.1.2 : Contamination bactérienne

Les **bactéries** sont des organismes vivants unicellulaires, procaryotes (sans noyau vrai). Elles sont présentes dans tous les milieux et sont dites ubiquistes. La multiplication asexuée est assurée par division cellulaire. La rapidité de la multiplication dépend des conditions du milieu : température, taux d'oxygène, nutriments. Les bactéries utilisent les énergies d'origine chimique ou lumineuse, et le carbone d'origine organique ou gazeuse. Elles sont anaérobies ou aérobies, complètes ou partielles.

Toutes les bactéries ne sont pas pathogènes, certaines sont mêmes naturellement présentes dans le tube digestif des animaux et nécessaires à son bon fonctionnement. C'est le cas de certaines bactéries dites opportunistes, qui sont naturellement présentes dans l'organisme et ne provoquent de maladies que lorsque ses défenses sont affaiblies (CAMPBELL, 1995).

Le **pouvoir pathogène** d'une bactérie dépend de son **pouvoir invasif** et de son **pouvoir toxigène**. Le pouvoir invasif est lié à la capacité de la bactérie à se répandre dans les tissus et à y établir un foyer infectieux malgré les défenses immunitaires de l'hôte, ce qui perturbe plus ou moins gravement les fonctions physiologiques de l'hôte. Les agents responsables de la tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*) et de la lèpre (*Mycobacterium leprae*) humaines sont des exemples de

bactéries pathogènes par invasion. Le pouvoir toxicogène est quant à lui lié à la capacité de la bactérie à produire des toxines. *Clostridium botulinum*, agent du botulisme, *Vibrio cholerae*, agent du choléra et le genre *Salmonella* responsable de la salmonellose sont des bactéries toxiques.



Mycobacterium tuberculosis
(<http://www.futura-sciences.com/sinformer/n/news4837.php?xml=1>)

Certaines bactéries sont capables de survivre de nombreuses semaines, voire des mois, dans des milieux variés, dont l'eau. **Les contaminations bactériennes d'une eau d'abreuvement sont souvent d'origine fécale.** La contamination se propage ensuite également par l'épandage de lisier/fumier.

Le tableau III en annexe I présente une liste non exhaustive des bactéries pathogènes pour l'Homme et/ou les animaux, susceptibles d'être présentes dans l'eau (GADIN-GOYON, 2002). Il existe ainsi des maladies présentes à la fois chez l'homme et les animaux, provoquées par le même genre mais des espèces différentes, qui sont alors appelées des épizoonoses. Cependant ce tableau ne distingue pas quelles espèces sont pathogènes pour les animaux uniquement, ni les groupes d'animaux touchés.

Pour évaluer la qualité de l'eau sur le plan bactérien, des **Indicateurs de Contamination Fécale (ICF)** sont utilisés par les laboratoires d'analyse. Lors d'une analyse, ce ne sont pas les bactéries pathogènes qui sont recherchées mais des bactéries indicatrices, qui se développent dans les mêmes conditions mais qui sont décelables plus facilement. Les analystes considèrent alors que plus il y a de bactéries indicatrices dans l'échantillon, plus le risque de présence de bactéries pathogènes est grand.

Selon la réglementation, l'interprétation de la qualité de l'eau est basée sur les dénombrements des indicateurs suivants : **Escherichia coli** et **Entérocoques**. La prise en compte de ces indicateurs en particulier et la définition des normes de potabilité humaine est fixée par le décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 du code de la santé publique.

SELON LES NORMES DE POTABILITE HUMAINE A LA CONSOMMATION, LA PRESENCE D'UN ICF OU D'UN AGENT PARASITAIRE DANS 100ML D'EAU INDIQUE UNE EAU NON POTABLE.

Cependant les laboratoires d'analyse proposent en routine des analyses plus complètes, comprenant le dénombrement des **Coliformes totaux**, des **Entérocoques** et des **Clostridies Sulfito-réductrices**, qui sont également des **indicateurs** de la qualité d'une eau.

Les **Coliformes** sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatives, capables de cultiver en présence de sels biliaires et qui fermentent le lactose à différentes températures. Excepté *Escherichia coli*, ils ne sont pas pathogènes. Il existe deux types de Coliformes, regroupés sous le terme « Coliformes totaux » : les Coliformes fécaux, dits thermotolérants, et les Coliformes non fécaux.

Les Coliformes non fécaux se développent et se multiplient à 30°C mais ne tolèrent pas les températures supérieures comme la température interne d'un organisme. Leur présence révèle une absence de contamination fécale.

Les Coliformes thermo tolérants supportent quant à eux la température interne d'un animal et se développent et se multiplient à 44°C. Leur présence n'est pas systématiquement synonyme de contamination fécale : certaines souches de bactéries connues ne sont pas capables de se multiplier à 44°C, et tous les Coliformes thermotolérants ne sont pas d'origine fécale.

E. coli est un Coliforme exclusivement d'origine fécale : c'est donc un indicateur fiable mais plus difficile à mettre en évidence. (GADIN-GOYON, 2002)

Les **Entérocoques, également appelés Streptocoques fécaux**, correspondent en fait à des espèces issues de deux genres différents, *Enterococcus* et *Streptococcus*. Les Streptocoques fécaux ne se multiplient pas dans l'eau et sont donc des témoins plus sensibles d'une contamination fécale que les Coliformes. (GADIN-GOYON, 2002)

Les **Clostridies Sulfito-réductrices** sont des bactéries ubiquistes dont la présence est révélatrice d'infiltration tellurique ou de matières organiques en putréfaction. Ces bactéries ne sont pas pathogènes. Seule une espèce, *Clostridium perfringens*, est un indicateur assez spécifique de la pollution liée aux déjections animales. (GADIN-GOYON, 2002)

GADIN-GOYON (2002) soulève les **problèmes liés à une contamination bactérienne de l'eau d'abreuvement** : une eau riche en bactéries est souvent une eau enrichie en azote, avec une mauvaise odeur qui n'incitera pas les animaux à boire et provoquera éventuellement des troubles digestifs. Or, la quantité d'eau consommée et la production de lait sont corrélées positivement. Une baisse de production est donc possible. Il n'y aura cependant de conséquences cliniques (visibles) que si l'infection est importante et que les défenses immunitaires ne sont pas suffisantes : c'est la notion de **Dose Minimale Infectante**. Pour *Salmonella typhimurium*, elle varie entre 10^4 et 10^{10} bactéries ingérées par voie digestive, en une journée. La DMI varie également en fonction de l'âge de l'animal, de son état immunitaire, de son stress... elle est donc difficile à établir.

I.1.3 : Contamination parasitaire

Les **parasites** sont des organismes qui se développent, se nourrissent et se reproduisent grâce à un **hôte** dont ils tirent profit en absorbant les nutriments présents dans leurs liquides biologiques. Une relation parasitaire est donc nuisible à l'hôte. L'hôte est soit **intermédiaire**, abritant les stades de développement intermédiaires du parasite (stades immatures), soit **définitif**, abritant la forme adulte et reproductrice, soit encore **paraténique**, abritant un parasite qui n'évolue pas mais qui utilise la locomotion de son hôte pour se disperser. Il existe des endoparasites, qui vivent à l'intérieur des tissus de leurs hôtes, comme les vers et certains protozoaires, et des ectoparasites, qui vivent à la surface de leurs hôtes, comme les tiques (CAMPBELL, 1995).

Les conséquences d'une infection parasitaire sont aussi multiples et variées que les types de parasites, allant de l'irritation dermatologique à la destruction d'un organe. Le parasitisme peut également affaiblir le système immunitaire et favoriser le développement d'autres agents pathogènes, comme des bactéries (Yvone et al., 1996).

I.2 : Conséquences d'une contamination

Les conséquences d'une contamination sont donc très variées et dépendent de la nature de l'agent pathogène, de l'intensité de l'infection, de l'âge de l'animal...

DE MANIERE GENERALE, L'ENERGIE QUE CONSACRERA UN ANIMAL A LUTTER CONTRE UN MICROORGANISME PATHOGENE, BACTERIE COMME PARASITE, ENTRAINERA UNE DIMINUTION PONCTUELLE DE SES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES.

L'affaiblissement de son système immunitaire par manque d'énergie rendra l'organisme plus fragile face à d'autres infections (mammites cliniques, exprimées par une inflammation de la mamelle ; staphylocoques...) (GADIN-GOYON, 2002). Les conséquences peuvent également être plus graves (anémies, destruction d'organes voire mort).

Enfin, les conséquences peuvent également affecter les humains. Une pollution microbiologique aura des conséquences à court terme sur le troupeau et la production, alors qu'une pollution

toxicologique diffuse mais régulière peut avoir des conséquences à long terme, puisque certaines toxines peuvent s'accumuler dans la viande ou le lait destinés à la consommation humaine (PNR AVESNOIS, 2004), comme la toxine botulique.

Tableau V : systématique des parasites et bactéries en lien avec les mares évoqués dans cette synthèse (d'après Bourdoiseau, 1997 ; Campbell, 1995)

règne	embranchement	classe	ordre	super famille / sous-ordre	famille	genre	espèces	maladie déclarée
Parasites								
<i>Animalia</i>	<i>Platyhelminthes</i>	<i>Trematoda</i>	<i>Digenea</i>		<i>Fasciolidae</i>	<i>Fasciola</i>	<i>F. hepatica</i>	Fasciolose
<i>Animalia</i>	<i>Platyhelminthes</i>	<i>Trematoda</i>	<i>Prosostomata</i>	<i>Paramphistomata</i>	<i>Paramphistomidae</i>	<i>Paramphistomium</i>	<i>P. daubneyi</i>	Paramphistomose
Bactéries								
<i>Bacteria</i>		<i>Schizomycetes</i>	<i>Spirochaetales</i>			<i>Leptospira</i>	<i>L. interrogans</i>	Leptospirose
<i>Bacteria</i>	<i>Proteobacteria</i>	<i>Gamma Proteobacteria</i>	<i>Enterobacteriales</i>		<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Salmonella</i>		Salmonellose
<i>Bacteria</i>	<i>Firmicutes</i>	<i>Clostridia</i>	<i>Clostridiales</i>		<i>Clostridiaceae</i>	<i>Clostridium</i>		Botulisme, tetanos
<i>Bacteria</i>	<i>Actinobacteria</i>		<i>Actinomycetales</i>	<i>Corynebacterinaea</i>	<i>Mycobacteriaceae</i>	<i>Mycobacterium</i>	<i>M. tuberculosis</i>	Paratuberculose

II. LES RISQUES INFECTIEUX EN LIEN AVEC LES MARES

Les problématiques précédemment évoquées concernent les éléments du système d'abreuvement situés à l'extérieur de l'exploitation, où l'eau est de qualité variable et souvent peu contrôlée : ruisseaux, plans d'eau, mares, puits, pompages, abreuvoirs. Parmi ces éléments, les mares constituent un terrain a priori propice aux contaminations : l'eau stagne au soleil, est enrichie par les déjections animales, le ruissellement des épandages et des pesticides...

D'après le témoignage d'agriculteurs et des constats sur le terrain, les vaches boivent effectivement dans les mares, même si elles préfèrent de l'eau fraîche et limpide d'un abreuvoir lorsqu'elles ont le choix. (P. DUFAY, 2007, *comm. pers.*) Les chevaux sont connus pour être plus sensibles à la qualité de l'eau.

A LA LECTURE DES DOCUMENTS CONCERNANT LES PROBLEMATIQUES D'ABREUUREMENT, IL APPARAÎT QUE LE CAS DES MARES EST RAREMENT ABORDE. 17% DES DOCUMENTS ÉVOQUENT LES MARES MAIS 60% D'ENTRE EUX SE LIMITENT À L'ÉNONCIATION DU PRINCIPE DE PRECAUTION : IL VAUT MIEUX CLOTURER UNE MARE ET EN INTERDIRE L'ACCÈS POUR L'ABREUUREMENT POUR NE PAS PRENDRE DE RISQUES, SANS PLUS DE NUANCES.

Dans ce travail, le lien potentiel avec les mares a donc été établi selon les caractéristiques et cycles des agents parasitaires ou bactériens. Les agents pathogènes évoqués dans les paragraphes suivants sont donc des organismes capables de vivre un certain temps dans l'eau ou en milieu humide, des organismes pour lesquels l'eau est un facteur limitant de développement ou encore des organismes parasitant des hôtes inféodés aux milieux humides.

Il faut également noter que les problèmes relevés ne sont pas spécifiques aux mares mais à tous les points d'eau stagnants : **un abreuvoir métallique souillé par des déjections et la salive peut contenir autant de germes qu'une mare.**

La systématique des microorganismes listés dans les paragraphes suivants est donnée dans le tableau V en page ci-contre.

AUCUNE DONNÉE ÉCONOMIQUE SUR LES PERTES LIÉES AUX PROBLÈMES DE QUALITÉ DE L'EAU DANS LES ÉLEVAGES N'A ÉTÉ TROUVÉE.

II.1 : Les bactéries

Le lien entre les bactéries et les mares est difficile à établir. De nombreuses bactéries peuvent potentiellement contaminer l'eau d'une mare par le biais des déjections des animaux sauvages ou des animaux du troupeau, et y survivre de quelques jours à plusieurs mois. **Les maladies présentées dans ce rapport sont celles qui ont été relevées le plus fréquemment dans la bibliographie et celles évoquées par les vétérinaires** : la **paratuberculose** (*Mycobacterium paratuberculosis*), la **salmonellose** (genre *Salmonella*), la **leptospirose** (*Leptospira interrogans*) (Baudry, 2005) et le **botulisme** (genre *Clostridium*) (GADIN-GOYON, 2002 ; THIN, 1985). La fièvre charbonneuse est également une maladie liée à l'eau, très grave (*Anthrax*) mais rare en France, faisant l'objet d'une déclaration obligatoire.

Les conséquences de ces maladies sur les animaux sont peu évoquées.

Ces bactéries sont donc souvent présentes dans les mares, mais cette dernière n'en est pas le seul réservoir : **une prairie longuement pâturée par des animaux infectés peut être tout aussi contaminée qu'une mare.**

Des cyanobactéries peuvent également se développer dans les eaux stagnantes, mais aucun cas d'intoxication en lien avec une mare n'a jamais été révélé en France. De plus, 30 à 50% des cyanobactéries d'eau douce ne sont pas toxiques. (ARAP, 2001)

Tableau IV : principales maladies hydriques d'origine bactérienne.

Bactérie	Animaux affectés	Conséquences	Traitement
<i>Salmonella</i> sp.	Vertébrés	Diarrhée, fièvre	Antibiotiques
<i>Leptospira interrogans</i>	Les animaux domestiques déclarent la maladie, les sauvages sont porteurs sains	Fièvre, douleurs, atteintes musculaires et cardiaques	Aucun si diagnostic tardif
<i>Clostridium</i> sp.	Vertébrés	Paralysies	Aucun si diagnostic tardif
<i>Mycobacterium paratuberculosis</i>	Bovins	Diarrhée persistante, mort	Aucun si diagnostic tardif

II.2 : les parasites

Les parasites les plus couramment évoqués dans les documents bibliographiques sont la **Grande douve** et le **Paramphistome**. Leur diagnostic n'est pas évident sur les animaux vivants car il nécessite une analyse sanguine pour la Grande douve et une analyse coproscopique (analyse des déjections) pour le Paramphistome.

D'autres parasites, majoritairement des nématodes digestifs, sont souvent présents aux abords des mares et sur les prairies humides. Cependant, ces parasites ne sont pas strictement inféodés à la présence de mares sur l'exploitation.

La Grande douve du foie est le parasite le plus souvent cité dans la bibliographie : les documents le concernant représentent 4/5^{ème} de la bibliographie consultée sur les parasites.

II.2.1 : Le cas de la Grande douve du foie, *Fasciola hepatica* (d'après BOURDOISEAU, 1997)

La Grande douve est un parasite hépatobiliaire, c'est-à-dire qui s'établit à l'état adulte dans les voies biliaires du foie.

Adulte : 2 à 3 cm de long pour 1cm de large ; forme aplatie en feuille lancéolée ; l'avant du corps est rétréci en un cône muni d'une ventouse.

Œufs : couleur paille, 140 x 80 µm.

Cycle évolutif dixène (deux hôtes différents). L'hôte intermédiaire est la Limnée tronquée (*Galba truncatula*, mollusque amphibie).

Le parasite reste persistant dans le milieu et dans le temps grâce à :

- la diversité des espèces d'hôtes définitifs : tous les ongulés (mammifères pourvus de sabots ou d'onglons) et certains autres mammifères sauvages. Le mouton est une espèce "de choix", comme le Ragondin.
- la prolificité des adultes et la résistance de l'œuf dans le milieu extérieur aux basses températures (légèrement supérieure à 0°C)
- la résistance des hôtes intermédiaires infestés (*Lymnaeidae*) à la dessiccation et à l'hiver
- la propension des hôtes intermédiaires à assurer la dispersion. Un œuf infestant une limnée est à l'origine de plusieurs centaines de métacercaires (formes de résistance) réparties dans la pâture : c'est ce gastéropode qui donne à la fasciolose son caractère enzootique.

Chez l'hôte intermédiaire, la Limnée, la Grande douve se développe sous ses stades larvaires. Elle est ensuite excrétée sous forme de cercaires qui **s'enkystent** sous une forme plus résistante, les métacercaires, **sur tous les végétaux** aquatiques (*Nasturtium officinale*, *Ranunculus spp.*, *Juncus spp.*...) ou non (*Taraxacum spp.* (= pissenlits) ...) et peuvent survivre ainsi plusieurs mois à 4°C.

Les métacercaires sont **ingérées lors du pâturage par les bovins**. Dans l'organisme des hôtes définitifs, les jeunes douves immatures migrent alors dans la cavité péritonéale (d'où péritonite localisée) puis dans le parenchyme hépatique, où elles se nourrissent du foie. Lorsqu'elles sont adultes, les douves s'installent dans les voies biliaires et provoquent des lésions, des anémies et des cirrhoses avec pour conséquence des baisses de production. Elles excrètent des œufs qui se retrouvent dans les déjections de l'animal. Ces déjections véhiculent les œufs vers les zones de pâturage et peuvent contaminer les points d'eau s'ils ne sont pas protégés et d'autres animaux sur la pâture. Les œufs sont alors ingérés par des *Lymnaeidae*, et le cycle commence.

Biologie de l'hôte intermédiaire :

Les **Limnées tronquées (*Galba truncatula* O.F. Müller)** sont des **gastéropodes amphibies** vivant dans les zones humides, qui **peuvent parfois être limitées à des zones de piétinement**. La multiplication des stades larvaires nécessite la présence d'eau.

Le développement de l'œuf en embryon suppose les conditions suivantes :

- la présence d'eau (flaques, empreintes de roue, de pieds d'animaux, aires de débordement des mares, berges, zones marécageuses)
- une température > 10°C
- de l'oxygène : la couche d'eau ne doit pas être trop épaisse

Ces conditions définissent la répartition géographique et le caractère saisonnier de la fasciolose et donc de la contamination.

Conséquences cliniques chez les animaux d'élevage et dépistage :

En Vendée, une enquête sérologique effectuée en 2000 par le syndicat des vétérinaires, dans près de 300 élevages, a révélé que **plus de la moitié des troupeaux est confrontée à la Grande douve**, quelle que soit la zone géographique. (GDMA 85, 2000 ; Enquête nationale OGD).

Les conséquences cliniques de la Grande douve sont peu chiffrées : PETIT (2006) évoque une diminution de 23% de la fécondité, une chute de production chez les laitières variant de 8 à 20% et une augmentation de la durée d'engraissement pour les ateliers viande d'environ 39 jours.

Chez les bovins adultes, l'intensité parasitaire suit une distribution sur-dispersée. La population parasitaire est agrégée chez une minorité d'individus hôtes : **60% des animaux parasités présentent une intensité parasitaire inférieure à 20 parasites**. Si tous les animaux ne sont pas contrôlés, le diagnostic coproscopique sur l'échantillon apparaît alors généralement faussement négatif et la Grande douve passe inaperçue. (OGDScope, 2006)

Les conséquences varient en fonction des types d'ateliers : **il existe maintenant un critère 'foie douvé' lors du contrôle des animaux de viande à l'abattoir**. L'abattoir peut saisir le foie infesté et applique alors une mention D ou douve sur le ticket de pesée, produit un certificat de saisie et peut appliquer une pénalité financière de l'ordre de quelques euros. Cependant l'information concernant la douve issue des abattoirs est assez aléatoire, les contrôles n'étant pas systématiques et les conséquences déjà destructrices chez l'animal. Pour les ateliers laitiers, le Groupement de Défense Sanitaire du département peut effectuer un dépistage de la Grande douve sur le lait, pour environ 5 euros, mais le test est peu sensible. Pour les ateliers allaitants, le dépistage nécessite une prise de sang effectué par un vétérinaire (ANONYME, 2004).

L'immunité de prémunition n'existe pas (PETIT, 2006). **Une immunité à la réinfestation peut se développer au fur et à mesure des contacts avec le parasite**, au bout de 3 ou 4 ans, c'est-à-dire qu'après une première infestation, le taux de réinfestation sera moindre (PNR DES BOUCLES DE LA SEINE-NORMANDE, sd). La durée de l'acquisition de l'immunité est à mettre en parallèle avec la durée de 'vie' (de présence sur l'exploitation) d'un animal : par souci de rentabilité, les vaches laitières comme les allaitantes sont rarement gardées plus de 5 ou 6 ans, sachant que la première gestation se fait en général après la deuxième année. De plus chez un animal immun la réaction inflammatoire est très intense et les lésions sont plus marquées (LHOSTIS M., *comm. pers.*).

II.2.2 : Le cas du paramphistome, *Paramphistomum daubneyi* (d'après BOURDOISEAU, 1997)

Le Paramphistome est moins souvent cité dans les documents. Il est cependant **facile à mettre en évidence par coproscopie**.

Le Paramphistome est un **parasite fréquent de l'intestin et de la caillette** aux stades immatures puis **du rumen et du réseau** au stade adulte. La **confusion clinique avec la Grande douve** peut induire l'utilisation de fasciolicides dont la plupart sont inactifs sur les Paramphistomes. *P. daubneyi* est l'espèce infectant les bovins, *P. cervi* et *P. ichikawai* les espèces infectant les ovins.

Morphologie : 0,5 à 1cm de long, forme conique, légèrement arquée

Œufs : gris verdâtre, 160x80 µm très proche morphologiquement de celui de la Grande douve.

La couleur est un élément différentiel.

Cycle évolutif : le cycle dixène est très proche de celui de la Grande douve. Les hôtes intermédiaires sont la Limnée tronquée (*Galba truncatula*) mais aussi des Planorbidae et d'autres mollusques aquatiques, notamment d'autres Lymnaeidae.

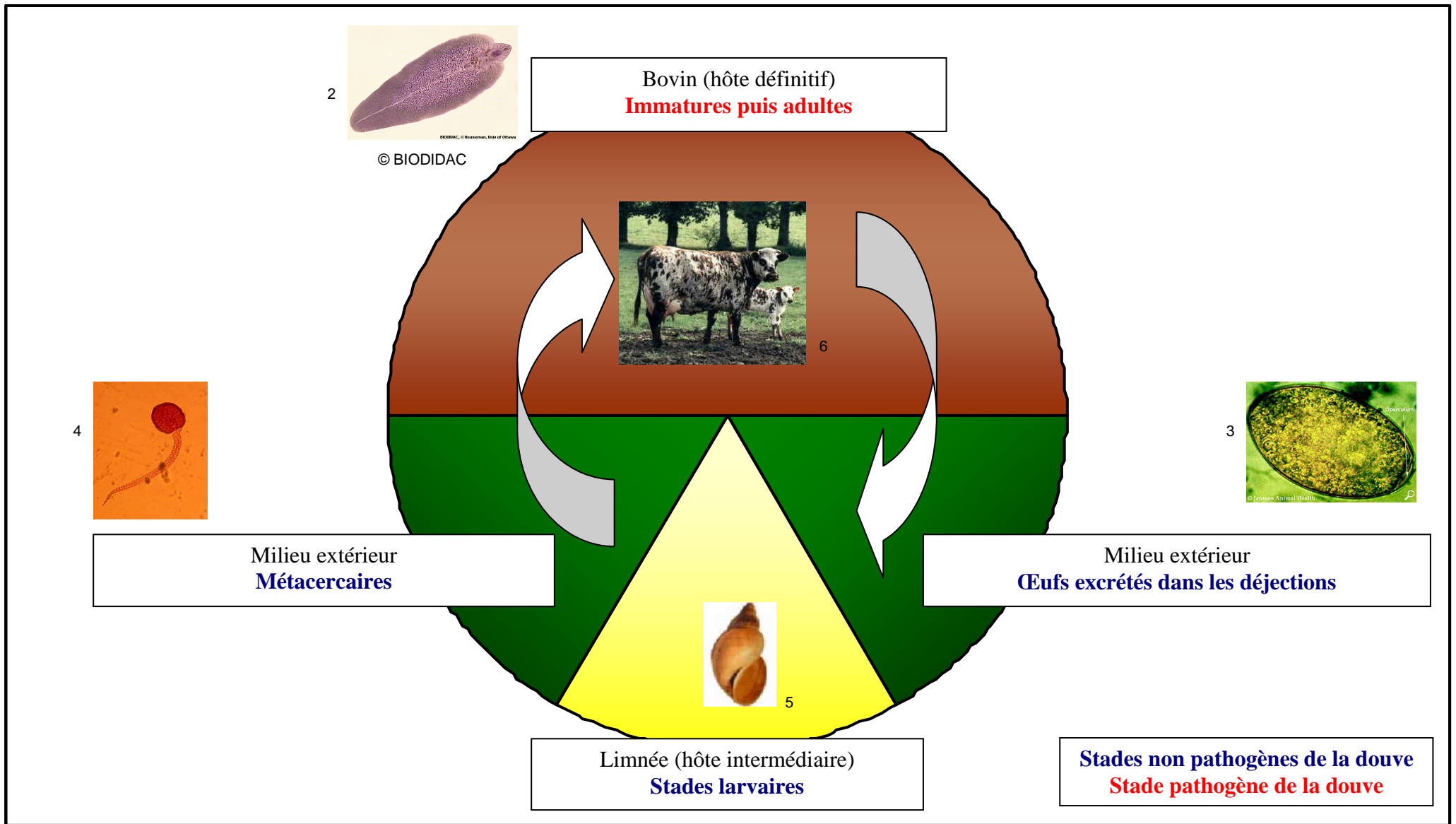
Le pouvoir pathogène varie selon le stade : faible chez le parasite adulte (très faible hématophagie et irritation de la muqueuse gastrique), important chez les stades pré-imaginaux. Les immatures s'enfoncent dans la sous-muqueuse intestinale et provoquent irritation, inflammation et destruction de cette muqueuse. **La forme clinique est due aux larves, qui n'excrètent pas d'œufs, et n'est donc pas détectable par coproscopie.** Les conséquences les plus fréquentes sont un amaigrissement et une chute de la production.



Œuf de Douve (plus foncé)

Œuf de Paramphistome

Illustration de la similitude entre œufs de douve et de Paramphistome
(http://www.arsia.be/pages_web/FR/Avril2004.htm [consulté le 05/04/07])



¹ http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm?File_name=Trem054p&File_type=gif [consulté le 05/04/07]
² <http://www.rvc.ac.uk/review/Parasitology/RuminantEggs/Fasciola.htm> [consulté le 05/04/07]
³ <http://rydberg.biology.colostate.edu/Dissections/CPfasciolahepatica%20lc.htm> [consulté le 05/04/07]
⁴ <http://www.pharma.unilim.fr/parasito/pages/accueil.htm> [consulté le 05/04/07]
⁵ <http://www.lavache.com/vamonde/france/normande.htm> [consulté le 05/04/07]

Cycle de la douve (*Fasciola hepatica*), élaboré d'après BOURDOISEAU (1997)

II.2.3 : exemple des prévalences de la Grande douve et du Paramphistome

Les cas de la Grande douve et du Paramphistome sont abordés dans cette synthèse car ce sont les seules données issues de la recherche, donc validées sur un plan scientifique, qui ont été trouvées.

En épidémiologie, la **prévalence** est une mesure de l'état d'infection à un instant donné. Pour une affection donnée, c'est le nombre de cas de malades présents à un instant donné dans une population rapportée à la population totale. La prévalence est donc une proportion, qui s'exprime généralement en pourcentage. (WIKIPEDIA⁶).

Il faut distinguer la **prévalence clinique**, nombre de cas de maladies exprimés par des symptômes, de la **prévalence sérologique**, nombre d'individus infectés mais qui n'expriment pas les symptômes, ces individus étant appelés des porteurs sains ou ayant été en contact avec le parasite.

MAGE *et al.* (2002) ont publié un article sur **les prévalences comparées de la Grande douve et du Paramphistome** (*P. daubneyi* dans ce cas) sur 12 ans, dans des élevages bovins du centre de la France (Limousin). Il s'agit des prévalences sérologiques, mesurées par coproscopie (recherche de la présence d'œufs dans les déjections) chez les bovins et des prévalences mesurées par dissection chez les hôtes intermédiaires communs, les Limnées. Les conclusions sont les suivantes :

- pour la Grande douve, la prévalence chez les bovins diminue depuis 1993 mais les variations ne sont pas significatives
- les taux de prévalences du Paramphistome chez les Limnées et chez les bovins sont quant à elles significatives
- **pour les deux parasites, il n'y a pas de corrélation entre la variation de la prévalence chez les Limnées et la variation de la prévalence chez les bovins.**

L'augmentation de la prévalence du Paramphistome s'explique notamment par le fait que le diagnostic coproscopique a gagné en précision et qu'aucun traitement n'existe à l'heure actuelle.

La diminution de la prévalence de la Grande douve, même si ses variations ne sont pas significatives, serait due à la mise au point, dans les années 1990 de traitements fasciolicides performants. Cette perception des choses est toutefois discutable (LHOSTIS, *comm. pers.*). Certes les traitements diminuent l'intensité parasitaire mais étant donné le taux de traitement élevé et les différentes périodes de contamination des animaux, l'infestation est très largement présente à un moment ou l'autre de l'année.

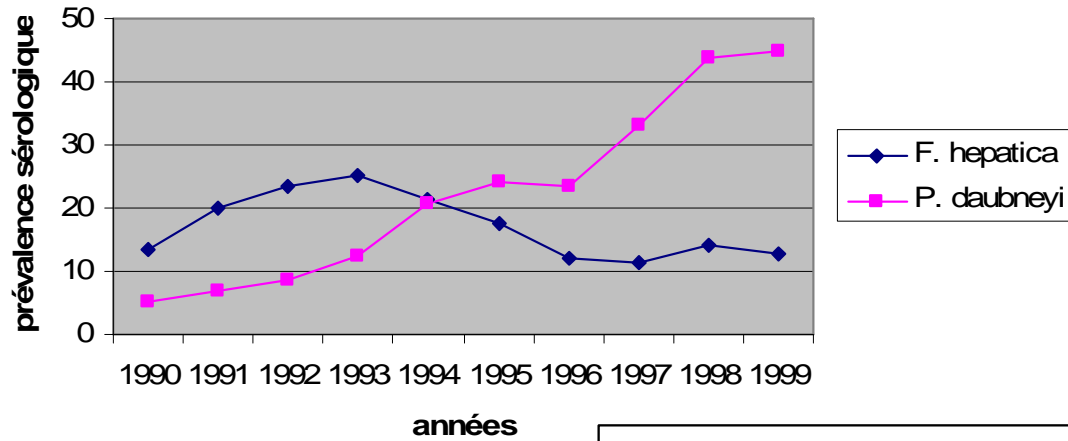
Il faut noter qu'il s'agit ici de la prévalence sérologique, c'est-à-dire la présence du parasite dans l'organisme sans symptômes déclarés. Or, les éleveurs ne réagissent que s'ils constatent un changement dans l'état de santé de leur troupeau : la douve va donc rester présente dans les élevages dans les années à venir, de manière silencieuse. Différentes publications évoquent de plus une possibilité de chimiorésistance de la part des douves face aux traitements courants (LHOSTIS, *comm. pers.*).

Dans les années à venir, en l'absence de traitement, le Paramphistome devrait continuer à s'étendre.

Une telle étude est importante car elle permet de chiffrer la présence de maladies pas toujours détectables et de prévoir leurs évolutions. De plus, elle donne la possibilité de pondérer les solutions proposées dans la partie suivante : **si tous les élevages sont réellement confrontés à ce point à la Grande douve sans que les conséquences ne soient plus sérieuses, des solutions systématiques et extrêmes ne sont peut-être pas requises.**

⁶ site Wikipédia <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A9valence> [consulté le 05/04/07]

Prévalences de *F. hepatica* et *P. daubneyi* (en %) chez les bovins, entre 1990-99 en Corrèze



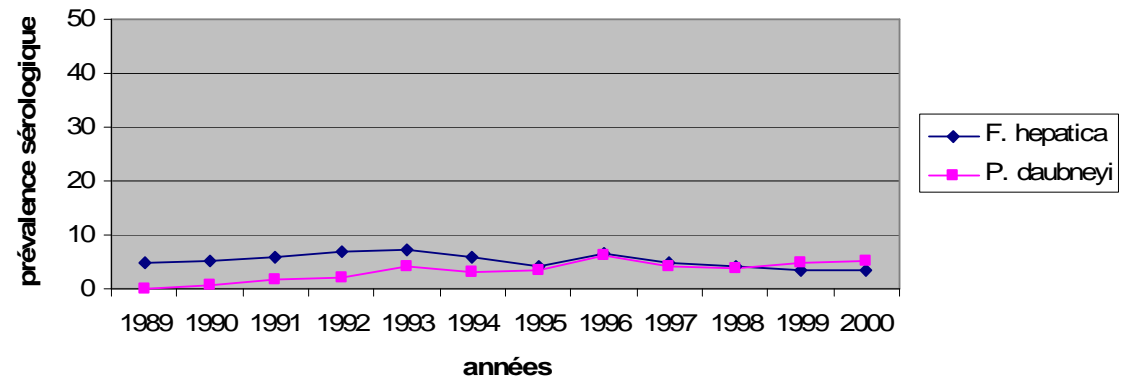
moyennes chez les bovins

F. hepatica : 17.1%

P. daubneyi : 22.3%

Graphiques établis à partir des tableaux de Mage et *al.*

Prévalences de *F. hepatica* et *P. daubneyi* (en %) chez les Limnées, entre 1989 et 2000 dans le Limousin



II.3 : solutions et perspectives

Les pertes économiques consécutives aux maladies liées aux mares n'étant pas mesurées, il est difficile de savoir si les solutions à proposer méritent un investissement lourd ou non. Les différents types de solutions existants correspondent aux étapes potentielles de contamination des animaux puis aux étapes d'évolution des maladies : **l'éleveur peut intervenir à l'étape d'abreuvement ou à l'étape de dissémination des agents pathogènes.**

Pour certaines maladies, des **traitements préventifs ou curatifs** sont en vente et régulièrement utilisés par les éleveurs (BAUDRY, 2005). Souvent, l'absence de symptômes et la difficulté d'identification de la maladie incitent l'éleveur à traiter en préventif, avec plusieurs produits. L'idéal pour l'exploitant serait de traiter l'ensemble des maladies en préventif lors d'un passage unique, ce qui réduirait le temps et donc le coût des traitements.

D'UN POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE, IL EST PREFERABLE DE TRAITER LE PROBLEME A LA SOURCE EN MINIMISANT LES RISQUES DE CONTAMINATION DES ANIMAUX ET EN PRESERVANT, SI POSSIBLE, LA MARE.

Les coûts des traitements varient en fonction du produit utilisé et de l'atelier concerné, certaines substances étant interdites en atelier laitier. Pour information (Baudry, 2005) :

- traitement curatif ponctuel contre la Grande douve et les parasites intestinaux : environ 3€ par traitement et par animal
- traitement à effet prolongé dans le temps de la Grande douve (utilisé éventuellement en l'absence de diagnostic en prévention) : environ 6€ par traitement et par animal

Les solutions relevées dans la bibliographie et qui peuvent être envisagées sont les suivantes, concernant les mares de manière directe mais aussi des pratiques agricoles complémentaires sur les parcelles de pâtures. Les données de coûts sont issues de deux documents, avec des chiffrages différents : AAVL (2006) et ANONYME (sd).

AMELIORER LES CONDITIONS D'ACCES A LA MARE

Objectifs : limiter les zones de piétinements favorables aux hôtes intermédiaires des principaux parasites

Applications : maladies bactériennes et parasitaires

Mesure : aménagement d'un accès empierré / d'une cale d'accès

Inconvénients : si la mare est libre (sans arbres ni clôtures), un empierrement localisé n'empêchera pas les animaux de s'abreuver en tous points de la mare. Il est donc nécessaire de limiter l'accès des animaux à ce secteur de la mare).

Mesures complémentaires : clôtures, plantation de haies

Coût moyen : 70-90€ / UGB et 1.5 jour de travail pour le terrassement, la clôture et l'aménagement de la descente empierrée (AAVL, 2006)

LIMITER L'ARRIVEE DE SUBSTANCES INDESIRABLES DANS LA MARE

Objectifs : épurer l'eau de ruissellement avant qu'elle alimente la mare

Applications : paramètres physico-chimiques

Mesure : mettre en place des bandes enherbées autour de la mare

Inconvénients : valable seulement si la mare est alimentée en majeure partie par des eaux de ruissellement

Mesures complémentaires : -

Coût moyen : pas de données

EVITER L'ABREUVEMENT DIRECT

Objectifs : limiter les zones de piétinements favorables aux hôtes intermédiaires des principaux parasites ; éviter la contamination de l'eau par les déjections et les pieds souillés des animaux

Applications : paramètres physico-chimiques, maladies bactériennes et parasitaires

Mesure : clôturer complètement la mare et mettre en place une pompe de prairie

Inconvénients : travaux d'installation, coût, difficulté d'utilisation des pompes par les jeunes animaux, problèmes de compétition au sein du troupeau

Mesures complémentaires : -



Mare, Putanges Pont-Ecrépin (61), crédits : Armelle PIERROUX

Sans clôture, les berges de la mare sont intensément piétinées.

Les zones humides ainsi créées favorisent la prolifération des hôtes intermédiaires des parasites ainsi que la contamination de l'eau par les déjections et les pieds souillés des animaux.

L'installation des pompes de prairies nécessite un socle, un dispositif de pompage et un abreuvoir. L'efficacité et la rentabilité des systèmes de pompage dépendent de la taille des troupeaux et de la situation géographique. Il existe trois types de systèmes : pompe de prairie, éolienne de pompage ou pompe photovoltaïque. (Anonyme, sd)

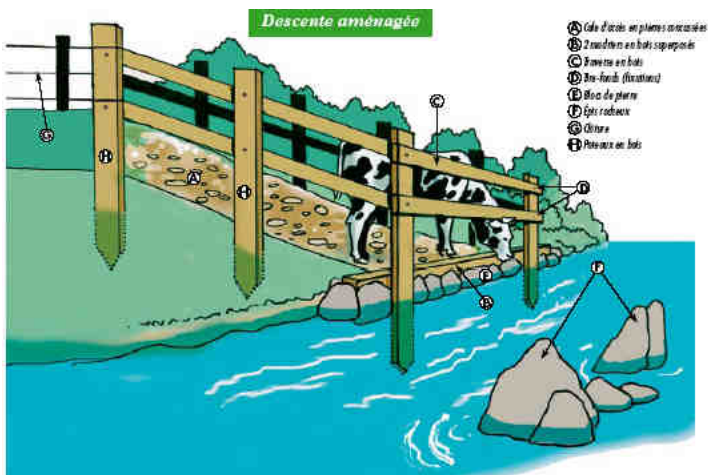
- **pompe de prairie** : le succès de l'installation dépend du nombre d'animaux, de la hauteur, des caractéristiques du plan d'eau, de l'assèchement estival, de la qualité de l'eau... c'est le système le plus rentable financièrement, pour un petit troupeau (la pompe est satisfaisante pour 10 animaux selon témoignages). De plus, les animaux doivent s'y habituer, il peut également y avoir quelques problèmes de succession : les animaux dominants peuvent, par exemple, empêcher les jeunes de venir s'abreuver. L'idéal est d'installer plusieurs pompes à proximité d'un point d'ombrage, pour que les animaux y viennent sans se gêner et sans piétiner leurs aires de repos.

Illustrations des différents systèmes :

Descente aménagée :



Crédits : AAVL, 2006



Crédits : AAVL, 2006

Pompe de prairie :



Crédits : AAVL, 2006



(crédits : <http://www.julien-sa.fr/abreuvoirs.htm>)

Pompe photovoltaïque :



Crédits : AAVL, 2006

Eolienne de pompage :



Crédits : AAVL, 2006

- **éolienne de pompage** : elle permet l'abreuvement de 20 à 60 bêtes avec un remplissage continu de l'abreuvoir. L'efficacité dépend du débit désiré, du lieu d'implantation de l'éolienne, de la région et de l'existence d'obstacles pouvant gêner l'arrivée du vent sur l'éolienne. Il y a une irrégularité de fonctionnement due aux variations des conditions climatiques, nécessitant un réservoir d'une capacité équivalente à 2-3 jours d'autonomie. L'alimentation éolienne est plus rentable que la solaire pour un grand troupeau.

(photo : <http://www.news.batiweb.com/uploadimages/eolienne1204.jpg>)

- **pompe photovoltaïque** : l'efficacité dépend du volume désiré et doit prendre en compte le caractère temporaire du point d'eau. Cette installation est efficace pour un troupeau jusqu'à 50 animaux, un éolien sera moins coûteux pour un troupeau de plus de 50 animaux. De plus, les forts besoins en eau coïncident avec l'ensoleillement maximal (été). Il faut souligner la même irrégularité de fonctionnement qu'avec un système éolien, lié au climat.

Coûts moyens :

- pompe de prairie : 200€ une pompe de prairie pour 15-20 vaches (Anonyme, sd) ; 40-50€ / UGB et 2h par pompe pour le montage (AAVL, 2006)

- éolienne de pompage (pylône + roue + pompe + réservoir) : de 1200 à 2700€., avec un coût moyen de 1800€ (Anonyme, sd) ; 80-110€ / UGB et 3 à 5 jours de travail (AAVL, 2006)

- pompe photovoltaïque (capteurs + batterie + régulateur + pompe (immergée ou de surface)) : 1600€ (le prix varie en fonction de l'ampérage et du type de pompe) (Anonyme, sd) ; 80-110€ / UGB et 2 jours de travail (AAVL, 2006)

DESINFECTER/FILTRE L'EAU D'ABREUUREMENT :

Objectifs : proposer aux animaux une eau sans bactéries et sans parasites

Applications : maladies bactériennes et/ou parasitaires

Mesure : désinfecter ou filtrer l'eau par des moyens chimiques ou physiques

Inconvénients : difficulté des travaux d'installation (il faut une arrivée d'eau unique et nette), coût. Pour être efficaces, les filtres doivent avoir des mailles à taille fine, mais ceux-ci sont très coûteux.

Mesures complémentaires : l'installation d'un filtre ou d'appareils désinfecteurs nécessite la présence d'un abreuvoir et la pose d'une clôture autour de la mare.

La désinfection est possible grâce à une pompe à chlore ou un stérilisateur UV (BAUDRY, 2005).

Il existe une technique de désinfection à base de cuivre pour éliminer à court terme et en partie les cyanobactéries mais qui est peu recommandée pour des petits volumes (ARAP, 2001).

La diminution de la concentration en sulfates et en nitrates est trop coûteuse pour être envisageable à l'échelle d'une exploitation. Pour les nitrates, il reste plus simple et plus économique de prévenir la contamination de l'eau.

Coût : pas de données.

Tableau VI : avantages et inconvénients des solutions de désinfection de l'eau (d'après Baudry, 2005)

	Pompe à chlore	Stérilisateur UV
+	Bon pouvoir oxydant sur les bactéries	Inactivation des bactéries, virus et parasites, pas de produits chimiques, pas de formation de sous-produits
-	Formation de produits secondaires nuisibles, mauvaise efficacité contre les virus, efficacité du chlore dépendante du pH de l'eau, diminution de l'efficacité en eaux troubles, nécessité de recharger en chlore	Bons résultats avec de l'eau relativement claire seulement, nécessité d'une alimentation électrique

ISOLER LES GITES DES HOTES INTERMEDIAIRES DES PARASITES :

Objectifs : isoler l'habitat des hôtes intermédiaires des parasites (Limnées et autres mollusques aquatiques ou amphibiens), éviter la contamination des autres pâtures

Applications : maladies parasitaires

Mesure : isoler du pâturage les zones de végétaux humides, en les fauchant avant l'été ou en empêchant l'accès par des clôtures

Inconvénients : difficulté d'identification des habitats, réduction de la surface de pâture, pose de clôtures.

Mesures complémentaires : traitement douvicide des animaux

Remarques : le traitement chimique des pâtures est à éviter en zone humide

Résultats (XIMENES *et al.*, 1993) : couplée à un traitement douvicide et un traitement chimique des gîtes, l'application de ces mesures a fait passer la prévalence sérologique de 46% à 11% (sur un an) contre 78 à 55% avec une intervention thérapeutique seule.

Coût : pas de données

ELIMINER LES HOTES INTERMEDIAIRES DES PRAIRIES DE PATURE (XIMENES *et al.*, 1993)

Mesure : introduire des prédateurs des hôtes intermédiaires ou des organisme aquatiques plus compétitifs

Objectifs : obtenir l'absence d'hôtes intermédiaires pour limiter la contamination des animaux

Applications : maladies parasitaires

Inconvénients : difficulté d'identification des habitats, moyens matériels, technique, perturbe l'équilibre écologique initial

Mesures complémentaires : fauche des habitats des hôtes intermédiaires au Printemps

Résultats : les meilleurs résultats sont obtenus avec une combinaison de prédateurs. Plusieurs années de traitement sont nécessaires car les mollusques s'échappent des gîtes à Limnées et d'autres individus peuvent coloniser l'habitat. A long terme (environ 3 ans), il y a recolonisation des habitats traités par des Limnées issues d'habitats en aval et les prédateurs s'échappent. La recolonisation peut être limitée par la mise en place de barrages sur les cours d'eau traversant les pâtures. Il existe également des modifications culturales qui peuvent être associées au contrôle biologique : isolement des gîtes, fauche de la végétation hygrophile en juin au lieu de septembre par exemple.

Coût : pas de données

LIMITER LA PROPAGATION DE L'INFESTATION (INA-PG, sd) :

Mesure : limiter les rotations de pâturage et ne pas mettre en pâture les adultes avec les jeunes

Objectifs : limiter la propagation d'une infection, particulièrement chez les jeunes

Applications : maladies parasitaires et bactériennes

Inconvénients : séparation du troupeau, moyens techniques

Mesures complémentaires : limiter l'épandage et l'apport de fumier non composté sur les parcelles où paissent les jeunes, les proscrire en cas d'infection avérée sur le cheptel.

Coût : pas de données

L'efficacité de toutes ces techniques varie fortement en fonction de la région géographique, des moyens et objectifs de l'éleveur, ainsi que de sa capacité à identifier les maladies.

III. ELEMENTS DE DISCUSSION ET PERSPECTIVES

La **facilité d'accès aux documents**, lorsqu'ils existent, est **très variable**. Concernant certaines infections courantes dans les élevages, en particulier la Grande douve, les articles sont nombreux et accessibles. A l'inverse, nous avons manqué de références bibliographiques dans le domaine infectieux en rapport avec les milieux aquatiques. Concernant les mares, il existe des documents pratiques de gestion mais les articles scientifiques étudiant le lien entre les mares et les infections dans les élevages sont quasi inexistantes. De même, il n'a pas été possible d'obtenir des chiffres généraux sur les prévalences sérologiques et cliniques réelles dans les élevages à l'échelle de la France ou même d'une région.

Il est apparu que la solution généralement préconisée jusqu'ici était d'interdire l'accès aux mares aux animaux, voire de les assécher, au nom du principe de précaution, sans vraiment plus d'investigations. Certaines conclusions ont pu être établies dans ce document et permettent de nuancer cette application du principe de précaution.

Ainsi, en comparant des analyses d'eau issues de différents systèmes d'abreuvement, il est apparu que des mares sont parfois de meilleure qualité bactériologique que des sources (GADIN-GOYON, 2002 et PNR SCARPE ESCAUT, inédit). Un puisement d'eau mal entretenu ou souillé par les déjections peut ainsi être plus propice au développement d'agents pathogènes qu'une mare.

Un résultat important est fourni par **BAUDRY (2005)** : dans son étude, **aucun lien statistiquement valable** n'a été établi entre le **nombre de mares** présentes dans le système d'abreuvement d'une exploitation et le **pourcentage d'infestation du troupeau**. Cependant, cette infestation a été reconnue par l'éleveur uniquement de manière visuelle, sans analyse vétérinaire ni examen sérologique et pourrait être plus importante à la lumière d'examens plus approfondis. Comme il a été dit précédemment, différentes maladies hydriques provoquent souvent des symptômes similaires.

De même, **GADIN-GOYON (2002)** précise qu'il n'existe **pas de différence statistiquement significative** concernant le **nombre de cellules infectieuses** entre des élevages alimentés par le réseau public d'eau potable et des élevages alimentés par captages privés. Ce résultat n'est pas discutable car il concerne des sources et des puits et non des mares.

Dans leur étude, **MAGE et al. (2002)** établissent qu'il n'y a **pas de lien entre la prévalence des Limnées** aux alentours des points d'abreuvement ou dans les pâtures **et les prévalences sérologiques de la Grande douve et du Paramphistome**. Ce constat signifie que la transmission des parasites de l'hôte intermédiaire vers l'hôte définitif n'est pas systématique et dépend de nombreux paramètres intrinsèques à l'élevage et parfois dépendants entre eux, donc difficilement contrôlables (propreté, âge du troupeau, contact entre les animaux, durée de mise à l'herbe...).

Les **difficultés d'identification et de différenciation** ainsi que le peu d'expressions cliniques des différentes pathologies n'incitent pas les éleveurs à agir en prévention ni à formuler la problématique de la qualité de l'eau d'abreuvement.

De plus, **certaines analyses et détectations effectuées en laboratoire ne sont pas forcément adaptées pour poser avec certitude le diagnostic de contamination ou non de l'individu**. Par exemple, l'analyse coproscopique n'est valable qu'à partir du stade adulte de la Grande douve. Dans les stades précédents, les jeunes douves ne peuvent pas produire d'œufs et ne sont donc pas détectables. Seule l'analyse sérologique est pertinente mais plus onéreuse. Le contrôle du foie à l'abattoir n'est pas non plus systématique.

Enfin, **la question de l'immunité des bovins face à la Grande douve n'a pas de réponse claire**. Certains auteurs affirment qu'il n'y a pas d'immunité possible (PETIT, 2006), d'autres considèrent qu'une immunité peut être acquise après 3 à 4 ans d'exposition aux parasites (PNR DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE, sd). Même si l'immunité de réinfestation peut être acquise, le délai de 3-4 ans rapporté à la durée d'exploitation moyenne d'un animal d'élevage est trop long pour envisager la mise en place d'une protection du troupeau par exposition volontaire aux parasites.

AINSI, AUCUN LIEN STATISTIQUEMENT VALABLE N'A ÉTÉ ÉTABLI ENTRE LA PRÉSENCE DE MARES DANS LE SYSTÈME D'ABREUVEMENT ET LA PRÉSENCE DE MALADIES OU LE TAUX D'INFESTATION DU TROUPEAU.

Il convient également de **s'interroger sur la menace réelle constituée par les maladies hydriques**. La Grande douve est souvent citée, avec des chiffres annoncés oscillant entre 30 et 90% des élevages français touchés (PETIT, 2006). Cependant les pertes financières n'ont jamais été évaluées et la prévalence clinique, c'est-à-dire l'expression des symptômes semble très faible.

Les **solutions techniques proposées sont diverses** et plus ou moins radicales. Certaines ont déjà fait preuve de leur efficacité lors de campagnes menées par différents acteurs, en particulier les Parcs Naturels Régionaux. Leur efficacité est encore améliorée lorsqu'elles sont couplées à des pratiques agronomiques visant à réduire les gîtes/sources d'infestation (lutte intégrée) : rotation des parcelles, fauche décalée...

Cependant, **sans chiffrage des conséquences économiques** des maladies évoquées et de leurs prévalences, il est **difficile de recommander une solution plutôt qu'une autre**. Les techniques à mettre en œuvre sont à envisager au cas par cas.

AFIN DE COMPLETER CE RAPPORT AVEC DES STATISTIQUES PRECISES ET DES CONSTATS DE TERRAIN, IL SERAIT INTERESSANT DE RECUEILLIR :

- les chiffres des prévalences et des fréquences des maladies principales au niveau régional ou si possible départemental, en consultant les Directions départementales des services vétérinaires ;
- des chiffres et des conclusions sur les infestations en lien avec les différents systèmes d'abreuvement (abreuvement direct dans la mare, abreuvement avec accès empierré à la mare, abreuvement avec mare clôturée et pompe, abreuvement dans un abreuvoir/source, abreuvement sur réseau d'adduction public), établis par le biais d'expériences scientifiques ;
- des données chiffrées sur l'efficacité des solutions proposées (variations des taux d'infestation, temps d'amortissement) ;
- recueillir les avis des vétérinaires et professionnels de la recherche sur la santé animale pour tenir un discours justifié.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGELIBERT S., AUDERSET D., DESSAIVRE M., FINIDORI S., LIMOGES O., OERTLI B., SCHRIMER B.** (2005) *Mares n°2 – le journal d'information du Pôle-Relais Mares & Mouillères de France*. 12p.
- ANONYME** (2004) *Pensez dès maintenant à traiter contre la douve*. Disponible sur <http://www.paysan-breton.fr/article.php?id=4359> [consulté le 04/04/07]
- ANONYME** (sd) *Présentation technique des trois systèmes de pompage retenus dans le cadre du programme de réhabilitation des mares en Dombes*.
- ARAP** (2001) *Le bétail et la qualité de l'eau*.
- ARAP** (Agriculture and agri-food Canada, Prairie farm rehabilitation administration) (2000) *Livestock and water quality*.
- AAVL** (Association pour l'Aménagement de la Vallée du Lot) (2006) *Les systèmes d'abreuvement au pâturage*. Guide technique. Disponible sur <http://www.contrat-riviere-cele.com/pdfs/Plqt-Abreuvement.pdf> [consulté le 16/06/2007]
- BAUDRY P.** (2005) *Diagnostic et restauration des mares prairiales dans le Parc Naturel Régional de l'Avesnois*. Mémoire de Master Pro GBECC.
- BOURDOISEAU G.** (1997) Identification et biologie : les douves des ruminants. *Le point vétérinaire*. 28 :15-18.
- BOURDOISEAU G.** (1997) Identification et biologie : les paramphistomes ou douves des estomacs. *Le point vétérinaire*. 28 :18-19.
- CAMPBELL N.A.** (1995) *Biologie*. 3^{ème} éd., Ed. du Renouveau Pédagogique Inc., Saint-Laurent (Québec, Canada).
- CHILOU D.** (2000) *Epidémiologie de la cryptosporidiose des Mammifères*. Thèse pour le doctorat vétérinaire, université de Nantes.
- COLLARD P.** (2002) *Lymnaea truncatula* au secours de *Rana temporaria* ? Colloque herpétologique de Namur (1999). Disponible sur <http://environnement.wallonie.be/sibw/organisations/OFFH/progISB/amprep/colloqueherpeto1999/resume20.html> [consulté le 28/03/07]
- COLLEU B.** (2006). Lutte contre la douve – identifier les zones d'infestation. Disponible sur <http://www.web-agri.fr/outils/fiches/fichedetail.asp?id=30376> [consulté le 16/04/07]
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT** (1999) Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles – protocoles, dans *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, 1999. Winnipeg.
- DELAHAYE F., LEMEE E.** (1984) Les mares, des milieux vivants à préserver. *Bulletin de la société des amis naturalistes de l'Eure-et-Loire*, 3 :1-12.
- DERMAUX V.** (1999) *Etude réglementaire et sanitaire de la qualité de l'eau d'abreuvement des animaux domestiques*. Thèse de doctorat vétérinaire, Université de Lyon. 111p.
- DUTILLEUL C., GAILLEDROT M., GRILLAS P., LIMOGES O., MOUGEY T., SALAJOLI B.** (2004) *Mares n°1 – le journal d'information du Pôle-Relais Mares & Mouillères de France*. 8p.
- GADIN-GOYON N.** (2002) *Qualité bactériologique de l'eau et impact en élevage bovin laitier*. Thèse n°209 de l'école vétérinaire de Lyon.

- GDMA 85** (Groupe Départemental Maladies Animales de Vendée) (2000) *Déparasitage de rentrée : la Grande douve*. Disponible sur http://www.gdma85.asso.fr/HTML/Infos_sanitaires/Douve/tract%20annuel2000.pdf [consulté le 12/04/07]
- GDS Isère** (sd) *La qualité de l'eau en élevage*. Disponible sur <http://www.gds38.asso.fr/web/gds.nsf/85255e950050831085255e95004fa9c3/15245290f0c6c45ec1256d160041a92e!OpenDocument> [consulté le 21/05/07]
- INA-PG** (sd) *La maîtrise de parasitisme dans les élevages bovins, ovins et caprins biologiques*. Disponible sur http://www.inapg.inra.fr/spip/IMG/pdf/parasitisme_ruminants.pdf [consulté le 20/04/07]
- LEBON J-F.** (1982) *Considérations sur l'abreuvement des bovins*. Thèse pour le doctorat vétérinaire, Université de Toulouse.
- MAGE C., BOURGNE H., TOULLIEU J-M., RONDELAUD D., DREYFUSS G.** (2002) *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi* : changes in prevalences of natural infections in cattle and in *Lymnaea truncatula* from central France over the past 12 years. *Vet. Res.*, éd. INRA, 33:439-447.
- MONOT A.** (2003) *Mares et étangs : pourquoi ne pas les assécher ?* Compte-rendu de débat avec B. Sajaloli. Disponible sur http://www.cafe-geo.net/article.php?id_article=72 [consulté le 29/05/07]
- OGDscope** (2006) *Observatoire de la Grande douve : bilans et perspectives, la lettre de l'Observatoire de la Grande douve*. n°3.
- PARC NATUREL REGIONAL DE L'AVESNOIS** (2004) *La préservation des mares prairiales en Avesnois – enjeux et programme d'actions* (actes du colloque).
- PARC NATUREL REGIONAL DES BOUCLES DE LA SEINE-NORMANDE** (sd) *Elevage : lutter contre les parasites en préservant l'environnement* (fiche technique).
- PARC NATUREL REGIONAL SCARPE-ESCAUT** (2005) *Analyses bactériologiques d'eau d'abreuvement*.
- PETIT N.** (2006) *Lutte contre la Grande douve – une démarche qualité antiparasitaire*. Disponible sur <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/sante-animale/article-lutte-contre-la-Grande-douve-demarche-qualite-1184-36277.html> [consulté le 02/04/07]
- PETIT N.** (2006) *Parasitisme des bovins – 90% des élevages concernés par la Grande douve*. Disponible sur <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/sante-animale/article-Grande-douve-bovins-fasciologie-1090-31956.fr> [consulté le 16/04/07]
- THIN R.** (1985) L'abreuvement chez les bovins. *Bulletin des GTV*. 2 :63-73.
- XIMENES T., RONDELAUD D., MAGE C., CHERMETTE R.** (1993) L'élimination de la Limnée tronquée dans les pâturages : contrôle biologique et lutte intégrée contre la fasciolose. *Le point vétérinaire*, 24(149) : 615-621.
- YVORE P., CABARET J., PERY P.** (1996) Les maladies parasitaires en élevage : la recherche de nouveaux moyens de lutte. *INRA prod. Anim.* hors série : 111-117.

Personnes/organismes contactées :

Messieurs DUFAY P., LAIGNEL S. et GRANDIN P., agriculteurs à Putanges Pont-Ecrépin (61)

M. CHARLET F., technicien au PNR de l'Avesnois

Mme MAEGHT N., technicienne restauration de mares prairiales au PNR Scarpe-Escaut

M. SCHER O., responsable du pôle-relais mares & mouillères de France

Melle GIBOURDEL S., stagiaire au PNR Cap et marais d'Opale

Le Groupement de Défense Sanitaire du Calvados

Le laboratoire d'analyses Franck Duncombe à Hérouville Saint-Clair (14)

Annexe I : qualité et contamination de l'eau

Tableau I : paramètres physico-chimiques étudiés pour l'analyse de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine (Gadin-Goyon, 2002)

PARAMETRES	UNITES	EAUX DISTRIBUEES		EAUX BRUTES
		Limites de qualité	Valeurs recommandées	Limites de qualité
Paramètres organoleptiques				
* couleur	mg/l Pt	15		200
* turbidité	U.J.	2		
* odeur	lx dilution	2 à 12°C - 3 à 25°C		
* saveur	lx dilution	2 à 12°C - 3 à 25°C		
Paramètres physicochimiques				
* température	°C	25		25
* pH	unité pH	6,5 à 9		
* conductivité	µS/cm à 20°C		400	
* chlorures	mg/l	200		200
* sulfates	mg/l	250		250
* calcium	mg/l		< 100	
* magnésium	mg/l	50		
* sodium	mg/l	150		
* potassium	mg/l	12		
* aluminium total	mg/l	0,2		
* résidu sec	mg/l	1.500		
* agressivité			absence	
Substances indésirables				
* nitrates	mg/l	50		eaux sup : 50 eaux sout. : 100
* nitrites	mg/l	0,1		
* ammonium	mg/l	0,5		4
* azote Kjeldahl	mg/l	1		
* oxydabilité au KMnO ₄	mg/l O ₂	5		10
* hydrogène sulfure		non détectable à l'odeur		
* substances extractibles au chloroforme	résidu sec mg/l		< 0,1	
* hydrocarbures dissous	µg/l	10		1 000
* phénols	µg/l	0,5		100
* bore	µg/l		< 1 000	
* agents de surface	µg/l	200		500
* fer	µg/l	200		
* manganèse	µg/l	50		
* cuivre	mg/l	1		
* zinc	mg/l	5		5
* phosphore	mg/l	5		
* argent	µg/l	10		
* fluor	µg/l			
* baryum	de B à 12°C	1 500		eaux sup : 1 000
* Cl ₂ résiduel	de 25 à 30°C	700		
* organochlorés autres que pesticides (1)	µg/l		< 100	
* HCS	µg/l		< 0,1	
			< 1	
			absence	
Substances toxiques				
* arsenic	µg/l	50		100
* cadmium	µg/l	5		5
* cyanure	µg/l	50		50
* chrome total	µg/l	50		50
* mercure	µg/l	1		1
* nickel	µg/l	50		
* plomb	µg/l	50		50
* antimoine	µg/l	10		
* sélénium	µg/l	10		10
* hydrocarbures polycycliques aromatiques				
* pour le total des 6 substances :	µg/l	0,2		1
- fluoranthène				
- benzo(3,4)fluoranthène				
- benzo(1,12)fluoranthène				
- benzo(3,4)pyrène				
- benzo(1,12)pyrène				
- indeno(1,2,3-cd)pyrène				
* benzo(3,4)pyrène	µg/l	0,01		
Paramètres microbiologiques				
* salmonelles	N / 5 l	0		
* staphylocoques pathogènes	N / 100 ml	0		
* bactériophages fécaux	N / 50 ml	0		
* entérovirus	N / 10 l	0		
* coliformes	N / 100 ml	0 dans 95% des analyses		
* coliformes thermo tolérants	N / 100 ml	0		20 000
* streptocoques fécaux	N / 100 ml	0		10 000
* bactéries sulfonoductrices	N / 20 ml	1		
* germes totaux	N / ml	0		
	eaux non traitées		37°C : < 10 22°C : < 100	
	eaux traitées		37°C : < 2 22°C : < 20	
Pesticides et produits apparentés				
* total (2)	µg/l	0,5		Parathion : 5 HCH : 5
* par substance	µg/l	0,1		Dieldrine : 5
Sauf : - atrazine	µg/l	0,03		
- diazinon	µg/l	0,03		
- hexachlorobenzène	µg/l	0,01		

(1) Recommandations concernant ce paramètre : circulaire du 16 mai 1989

(2) Recommandations concernant les triazines : circulaire du 12 avril 1990

Tableau II : synthèse des recommandations proposées par différents organismes pour l'abreuvement du bétail, concernant les paramètres physico-chimiques (Gadin-Goyon, 2002)

Tableau II : Normes de possibilité proposées pour l'eau d'abreuvement des animaux domestiques.

Paramètres	regl	OMS normes sanitaires	OMS normes bétail	Canada 1996 niveau guide	USEPA 1973	autres	FC Océre	veaux Océre	Vol Océre	lapins Océre	BV Océre	CV Océre	LJA 90	ITP
Aliments majeurs	Calcium		400	1 000		1 000								
	chlorures		200	400		3 000							250	< 50
	nitrates						< 50	< 30	< 30	< 30	< 50	< 30		< 30
	nitrates			10	33								0.1	< 50
	les deux			100										
	ammoniac												0.5	< 10
	magnésium		125	250			500							
	sulfates		250	500	1 000		1 000							250
	solides totaux			3 000			5 000							
	solidité tot.				3 000									
métaux toxiques et éléments traces	aluminium			5	50									
	arsenic	0.05	0.1	5	0.2	1								
	beryllium			0.1	aucune									
	boor			5	5									
	cadmium	0.01	0.02	0.02	0.05	0.1								
	chrome	0.05	0.1	1	1	5								
	cobalt			1	1									
	cuivre			5 FC	0.5									
				0.5 CV										
	Zn				aucune		< 0.2	0	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2		0.2
	fluor			2	2									
	plomb	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5								
	mercure		0.002	0.003	0.001									
niobyletane			0.5	aucune										
nickel			1											
sélénium	0.01	0.02	0.05	0.05	0.5									
vanadium			0.2											
vanadium			0.1	0.1										
Autres	ZnS	5	10	50	25	50	6.5-7.5	6.5-7	7	6.5-7	7	7	5.5-9.5	5.5-9.5
	pH						12-20	< 15	10-15	< 15	10-20	< 15	8-15	

Tableau III : synthèse des bactéries pathogènes présentes dans l'eau et susceptibles d'affecter l'homme et/ou les animaux, avec la maladie associée (Gadin-Goyon, 2002)

Genre	Espèces bactériennes	Maladies
Acinetobacter		Méningite, septicémie, infection
Aeromonas	<i>A. hydrophila</i> <i>A. sobria</i>	Gastroentérite
Bacillus	<i>Bacillus anthracis</i>	Charbon bactérien
Brucella	<i>B. melitensis</i> <i>B. abortus</i>	Brucellose
Campylobacter	<i>C. fetus jejuni</i>	Méningite aiguë, septicémie, gastroentérite
Clostridium	<i>Cl. botulinum</i>	Botulisme
	<i>Cl. perfringens</i>	Gangrène gazeuse, entérotoxémie (A) myonécrose (A)
	<i>Cl. tetani</i>	Tétanos
Escherichia	<i>E. coli</i>	Gastroentérite
	Entéropathogène Entérotoxigène	Diarrhée cholérique
Flavobacterium		Gastroentérite
Francisella	<i>F. tularensis</i>	Tularémie
Klebsiella	<i>K. pneumoniae</i>	Suppuration respiratoire et génitale
	<i>K. oxytoca</i>	

Staphylococcus	<i>S. aureus</i>	Infection, entérocolite, septicémie, intoxication
Streptococcus	<i>S. faecalis</i>	Infection, suppuration, endocardite, septicémie
	<i>S. pneumoniae</i>	Infection ORL, méningite, endocardite
Vibrio	<i>V. cholerae</i> biotype El Tor	Cholera
	<i>V. parahaemolyticus</i>	Gastroentérite
Yersinia	<i>Y. enterocolitica</i>	Entérocolite, septicémie
	<i>Y. pseudotuberculosis</i>	Adénite, septicémie, érythème

Leptospira	<i>L. icterohemorrhagica</i>	Leptospirose
	<i>L. interrogans</i>	
Listeria	<i>L. monocytogenes</i>	Listériose
Mycobacterium	<i>M. tuberculosis</i>	Tuberculose
	<i>M. paratuberculosis</i>	Paratuberculose
	<i>M. avium</i>	Tuberculose aviaire
	<i>M. balnei</i>	Tuberculose atypique
	<i>M. kansasii</i>	Tuberculose atypique
	<i>M. intracellulare</i>	Tuberculose atypique
	<i>M. scrofulaceum</i>	Tuberculose atypique
	<i>M. fortuitum</i>	Tuberculose atypique
	<i>M. peregrinum</i> <i>M. gordonae</i> <i>M. leprae</i>	Tuberculose atypique Lèpre (H)
Neisseria	<i>N. gonorrhoeae</i>	Blennorragie (H) infect.
Pasteurella	<i>P. multocida</i>	Pasteurellose
Plesiomonas	<i>Pl. shigelloides</i>	Diarrhée aiguë
Proteus providencia		Infection
Pseudomonas	<i>Ps. Aeruginosa</i>	Ubiquitaire, infection, gastroentérite
	<i>Ps. Mallei</i>	Morve
	<i>Ps. Pseudomallei</i>	Mélioïdose
Salmonella	<i>S. typhi</i>	Salmonellose
	<i>S. typhimurium</i>	Fièvre typhoïde Ubiquitaire
	<i>S. paratyphi A</i>	
	<i>S. heidelberg</i>	Paratyphoïde
	<i>S. agona</i>	
	<i>S. senftenberg</i>	
	<i>S. thompson</i>	
	<i>S. serovar B</i>	
<i>Autres sérotypes...</i>		
Serratia	<i>S. liquefaciens</i>	Infection ORL
Shigella	<i>Sh. Dysenteriae</i>	Dysenterie bacillaire
	<i>Sh. Sonnei</i>	
	<i>Sh. boydii</i>	
	<i>Sh. flexneri</i>	

