

anses

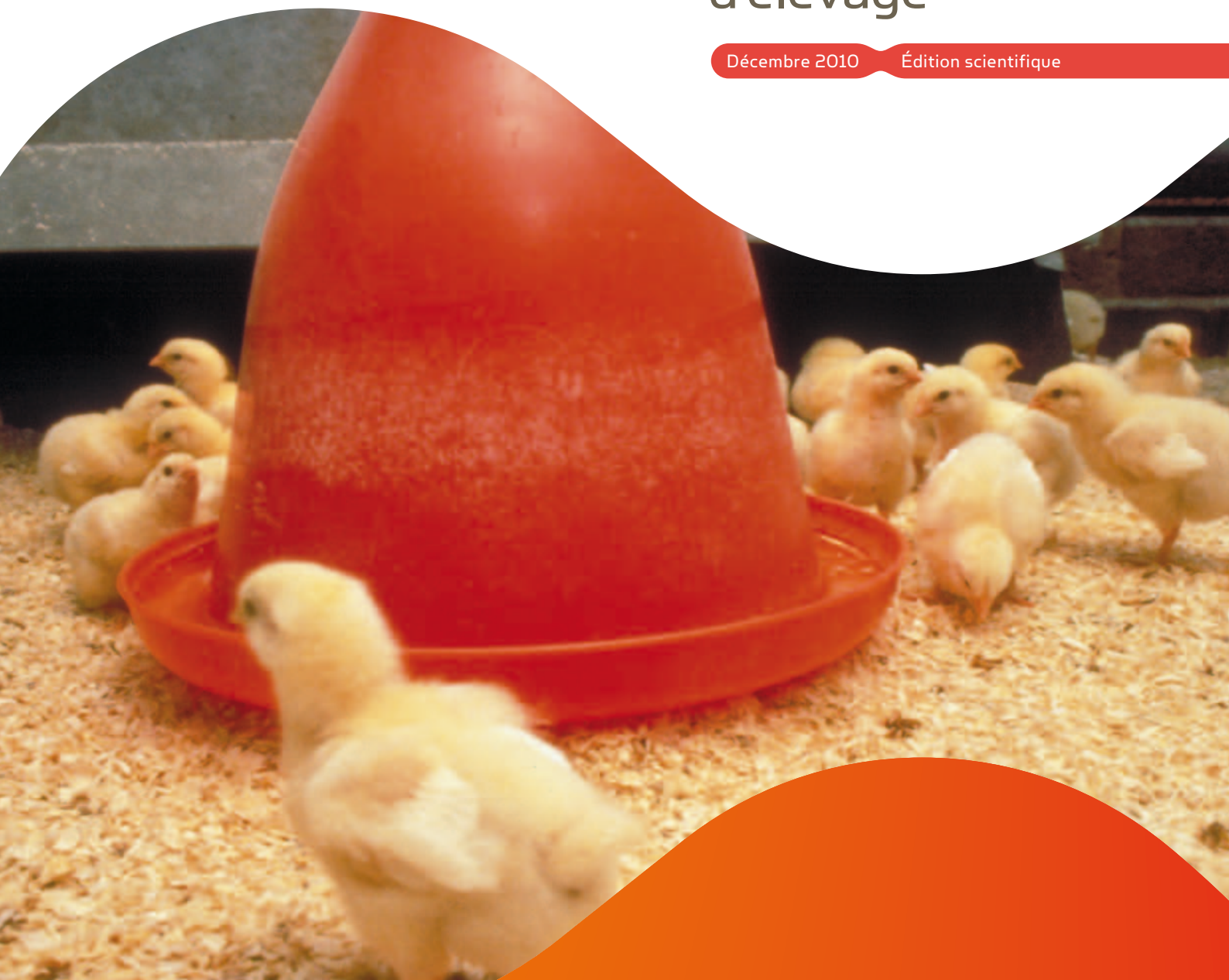
alimentation, environnement, travail



État des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage

Décembre 2010

Édition scientifique



anses

alimentation, environnement, travail



État des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage

Décembre 2010

Édition scientifique

**Etat des lieux des pratiques et
recommandations relatives à la qualité
sanitaire de l'eau d'abreuvement des
animaux d'élevage**

2010

(Saisine 2008-SA-0162)



Coordination éditoriale
Mme Caroline BOUDERGUE

Secrétariat administratif
Mme Sheila GROS-DESIRS



Composition du groupe de travail

Président

Monsieur Philippe SCHMIDELY
AgroParisTech
Président du Comité d'experts spécialisé "Alimentation Animale"

Membres

Comité d'experts spécialisé "Alimentation animale"

Madame Corine BAYOURTHE
ENSAT

Monsieur Francis ENJALBERT
ENV Toulouse

Monsieur Didier GAUDRÉ
IFIP

Monsieur François GROSJEAN
Retraité

Monsieur Stefan JURJANZ
ENSAIA

Monsieur Alain PARIS
INRA

Monsieur Hervé POULIQUEN
ONIRIS

Monsieur Yves SOYEUX
AgroParis-Tech-Engref

Comité d'experts spécialisé "Eaux"

Monsieur Jean DUCHEMIN
Agence de l'eau Seine Normandie

Monsieur Jacky MANIA
Professeur émérite Ecole Polytechnique de Lille

Monsieur Antoine MONTIEL
Retraité

Madame Michèle VIALETTE
Institut Pasteur de Lille

Comité d'experts spécialisé "Santé animale"

Monsieur Jean-Pierre GANIERE
ONIRIS

Madame Jacquemine VIALARD
Vétagro Sup Lyon

Comité d'experts spécialisé "Biotechnologie"

Madame Martine KAMMERER
ONIRIS

Relecteurs

Messieurs Pierre-Jean CABILLIC et Yves LÉVI
Comité d'experts spécialisé "Eaux"

Madame Arlette LAVAL et Monsieur Bertrand FAROULT
Comité d'experts spécialisé "Santé Animale"

Messieurs Bernard-Marie PARAGON et Michel WARNET
Comité d'experts spécialisé "Alimentation animale"

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) - Direction Santé Alimentation

Unité d'évaluation des risques liés à l'alimentation et à la santé animales (Unité pilote)

Madame Caroline BOUDERGUE (coordination scientifique)

Madame Catherine COLLIGNON (coordination scientifique)

Madame Edith AUTHIE (responsable de l'unité)

Unité d'évaluation des risques liés à l'eau

Madame Anne NOVELLI (coordination scientifique)

Madame Perrine PAYEN (coordination scientifique)

Madame Pascale PANETIER (responsable de l'unité)

Sommaire

Composition du groupe de travail.....	3
Sommaire	5
Tableaux et figures	7
Glossaire.....	8
1 Introduction	11
1.1 Contexte et questions posées.....	11
1.2 Méthode d'expertise.....	12
2 Les besoins en eau des animaux d'élevage.....	13
2.1 Les bovins	13
2.2 Les ovins et les caprins.....	14
2.3 Les porcs.....	14
2.4 Les volailles et lapins	15
3 Origines de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage.....	16
3.1 Eaux de surface	16
3.2 Eaux souterraines prélevées dans des puits ou forages privés	16
3.3 Eaux traitées <i>in situ</i> à la ferme.....	17
3.4 Eaux destinées à la consommation humaine	17
3.5 Eaux de pluie	17
4 Dangers biologiques et chimiques potentiels inhérents à l'eau d'abreuvement.....	20
4.1 Dangers biologiques potentiellement présents dans l'eau d'abreuvement	20
4.2 Dangers chimiques potentiellement présents dans l'eau d'abreuvement	21
4.3 Cas d'intoxication ou d'infection d'animaux d'élevage rapportés dans la littérature.....	21
4.3.1 Cas liés à un défaut de qualité initiale de l'eau	21
4.3.2 Intoxications liées à de mauvaises pratiques au sein des exploitations.....	23
5 Informations recueillies auprès de groupements de défense sanitaire, de groupements professionnels et du centre antipoison animal et environnemental de l'Ouest.....	26
5.1 Groupements de Défense Sanitaire (GDS)	26
5.1.1 Origine de l'eau dans l'élevage.....	27
5.1.2 Fréquence des analyses.....	27
5.1.3 Paramètres analysés	27
5.1.4 Critères de qualité utilisés pour l'interprétation des résultats d'analyses	27
5.1.5 Résultats d'analyses d'eau d'abreuvement	29
5.1.6 Recommandations des GDS en fonction des résultats d'analyses.....	30
5.1.7 Liens entre la qualité de l'eau d'abreuvement et pathologies rencontrées en élevage...	30
5.2 CAPAE-Ouest – ENV Nantes	31
5.2.1 Contamination microbiologique	31
5.2.2 pH	32
5.2.3 Nitrates et nitrites	32
5.2.4 Chlorure de sodium	32
5.2.5 Sulfates	32
5.2.6 Fer.....	32
5.2.7 Manganèse	33
5.2.8 Aluminium	33
5.2.9 Hydrocarbures	33
5.2.10 Pesticides.....	33
5.3 Autres données recueillies	33
6 Réglementations et recommandations existantes, en France et dans d'autres pays	35
6.1 Réglementations	35
6.1.1 <i>Codex alimentarius</i>	35
6.1.2 Réglementation européenne	35
6.1.3 Réglementation française	38

6.2	Recommandations	39
6.2.1	Recommandations de la FAO et de l'OMS.....	39
6.2.2	Recommandations en France.....	39
6.2.3	Recommandations dans d'autres Etats membres de l'Union européenne	40
6.2.4	Recommandations dans d'autres pays	42
7	Paramètres d'intérêt et recommandations de bonnes pratiques.....	46
7.1	Paramètres d'intérêt à rechercher dans l'eau d'abreuvement	46
7.1.1	Paramètres microbiologiques	47
7.1.2	Paramètres chimiques :	48
7.1.3	Récapitulatif des paramètres et critères de qualité retenus pour l'eau d'abreuvement ..	58
7.2	Recommandations sur les contrôles de la qualité de l'eau d'abreuvement.....	60
7.2.1	Fréquences des analyses de contrôle de la qualité de l'eau d'abreuvement.....	61
7.2.2	Création et protection d'un puits ou d'un forage privé	61
7.2.3	Distribution et traitement de l'eau dans les bâtiments d'élevage	62
8	Conclusions et recommandations.....	64
	Références bibliographiques.....	66
	Annexe 1 : Consommations moyennes d'eau par les animaux d'élevage.....	74
	Annexe 2 : Réglementation relative aux eaux destinées à la consommation humaine, aux eaux de surfaces et eaux souterraines, aux eaux de pluies	76
	Annexe 3 : Dangers biologiques potentiellement présents dans l'eau d'abreuvement en Europe de l'Ouest.....	78
	Annexe 4 : Limites et références de qualité de l'EDCH et origine des substances	93
	Annexe 5 : Dangers chimiques potentiellement présents dans l'eau d'abreuvement	103
	Annexe 6 : Synthèse des données transmises par les GDS	105
	Annexe 7 : Synthèse des appels d'éleveurs recensés par le CAPA-Ouest.....	106
	Annexe 8 : Recommandations sur la qualité de l'eau d'abreuvement aux États-Unis et en Afrique du Sud	107
	Annexe 9 : Valeurs de référence relatives à l'utilisation des eaux fortement minéralisées	110
	Annexe 10 : Recommandations sur la qualité de l'eau d'abreuvement en Australie et en Nouvelle Zélande.....	111
	Annexe 11 : Recommandations sur la qualité de l'eau d'abreuvement au Canada	116
	Annexe 12 : Qualité des eaux de surface et des eaux souterraines en France (SEQ-Eau).....	118
	Annexe 13 : Protocole d'élaboration des recommandations pour la qualité de l'eau d'abreuvement du Canada	119
	Annexe 14 : Synthèse des critères de qualité de l'eau d'abreuvement existants	120

Tableaux et figures

Liste des tableaux

Tableau I : Intoxications animales en Europe (hors France) liées aux cyanobactéries documentées dans la littérature scientifique (Afssa/Afsset, 2006)	22
Tableau II : Critères de qualité de l'eau d'abreuvement retenus par le GDS 44.....	28
Tableau III : Exemples de critères de qualité de l'eau d'abreuvement retenus par quelques GDS.....	29
Tableau IV : Résultats d'analyses réalisées par le GDS 29.....	30
Tableau V : Altération de l'usage abreuvement, paramètres associés et seuils de classement des altérations	40
Tableau VI : Lignes directrices pour l'eau d'abreuvement aux Pays-Bas	41
Tableau VII : Recommandations pour l'eau d'abreuvement en Allemagne	42
Tableau VIII : Composants potentiellement dangereux de l'eau et probabilité d'occurrence	45
Tableau IX : Paramètres chimiques d'alerte dans l'eau d'abreuvement	48
Tableau X : Concentrations maximales calculées pour certains éléments chimiques	50
susceptibles d'avoir pour origine l'eau d'abreuvement	50
Tableau XI : Valeurs limites maximales calculées pour certains éléments chimiques	53
Tableau XII : Estimation de la contribution de l'exposition de l'Homme consommant des denrées alimentaires d'origine animale contaminées <i>via</i> l'eau d'abreuvement des animaux.....	57
Tableau XIII: Analyses de routine au point d'entrée de l'eau destinée à l'abreuvement dans les exploitations.....	59
Tableau XIV: Analyses complémentaires lors de l'utilisation d'une nouvelle ressource en eau pour l'abreuvement	60

Liste des figures

Figure 1 : Origines possibles de l'eau d'abreuvement	19
Figure 2 : Schéma récapitulatif de la démarche et des paramètres à risques retenus.....	58

ADEME :	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AE :	Agence de l'eau
AEP :	Alimentation en eau potable
Afssa :	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
Afsset :	Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
Anses :	Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AOC :	Appellation d'origine contrôlée
ARMCANZ :	Agriculture and resource management Council of Australian and New Zealand
ANZECC :	Australian and New Zealand environment and conservation Council
ASR :	Micro-organismes anaérobies sulfite-réducteurs
AWRC :	Australian water resources Council
BCMOELP :	British Columbia Ministry of environment, lands and parks
BRGM :	Bureau de recherches géologiques et minières
CAPAE :	Centre antipoison animal et environnemental
CAST :	Council of agricultural science and technology (États-Unis)
CCME:	Canadian Council of Ministers of the environment (Conseil canadien des ministres de l'environnement). (anciennement CCREM)
CCREM :	Canadian Council of resource and environment Ministers (Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement)
CEPP :	Contribution de l'eau potable
CES :	Comité d'experts spécialisé
CLHP :	Chromatographie liquide haute performance
CR :	Concentration de référence
CSHPF :	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
CSP :	Code de la santé publique
DBO :	Demande biochimique en oxygène
DCE :	Directive cadre sur l'eau
DCO :	Demande chimique en oxygène
DDT :	Direction départementale des territoires
DDPP :	Direction départementale de la protection des populations
DGAI :	Direction générale de l'alimentation
DIVE :	Direction du végétal et de l'environnement de l'Afssa
DJA :	Dose journalière admissible
DJT :	Dose journalière tolérable
DME0 :	Dose minimale produisant un effet observé
DREAL :	Direction régionale de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt
DRIRE :	Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement

DSEO :	Dose sans effet observé
DWAF :	Department of water affairs and forestry (Afrique du Sud)
EDCH :	Eau destinée à la consommation humaine
EFSA:	European food security agency
ELISA :	Enzyme-linked immuno-sorbent assay
ENSAIA :	École nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires
ENSAT :	École nationale supérieure agronomique de Toulouse
ENV :	École nationale vétérinaire
ESO :	Eau d'origine souterraine
ESU :	Eau d'origine superficielle
FAO :	Organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FRGDS :	Fédération régionale de groupements de défense sanitaire
GBPH :	Guide de bonnes pratiques d'hygiène
GDS :	Groupement de défense sanitaire
HAP :	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HI :	Hôte intermédiaire
HD :	Hôte définitif
ICPE :	Installations classées pour la protection de l'environnement
IFEN :	Institut français de l'environnement
IFIP :	Institut de la filière porcine
INRA :	Institut national de la recherche agronomique
LDV :	Laboratoire départemental vétérinaire
MADO :	Maladie à déclaration obligatoire
MARC :	Maladie animale réputée contagieuse
MC :	Masse corporelle
MEDD :	Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer
MEEDDM :	Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement (ex MEDD)
MS :	Matière sèche
NAS :	National academy of sciences (États-Unis)
NCWQ :	National Commission on water quality (Australie)
NHMRC :	National health and medical research Council (Australie)
NKJ :	Azote Kjeldahl
NPP :	Nombre le plus probable
NRC :	National Research Council (Canada et USA)
NWQMS :	National water quality management strategy
OMS :	Organisation mondiale de la santé
ONEMA :	Office national de l'eau et des milieux aquatiques
ONIRIS :	École nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation, Nantes-Atlantique
PCB :	Polychlorobiphényles

PNSE :	Plan national santé environnement
PVC :	Polychlorure de vinyle
QECQ :	Quantité d'eau consommée quotidiennement
RQE :	Recommandation pour la qualité des eaux
SANCO :	Santé et protection des consommateurs
SAWQ :	South African water quality guidelines
SEEE :	Système d'évaluation de l'état de l'eau
SEQ-Eau :	Système d'évaluation de la qualité de l'eau
SIRIS :	Système d'intégration des risques par interaction des scores
STEC :	<i>Escherichia coli</i> producteur de shigatoxines
TA :	Titre alcalimétrique
TAC :	Titre alcalimétrique complet
TDS :	Total dissolved solids (Matières dissoutes totales)
TEF :	Toxic equivalent factor
TEQ :	Toxic equivalent quantity
TH :	Dureté ou titre hydrotimétrique
TIAC :	Toxi-infection alimentaire collective
UFC :	Unité formant colonie
US-EPA :	United-States environmental protection agency (Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis)

1.1 Contexte et questions posées

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), Anses depuis le 1^{er} juillet 2010, a été saisie par la Direction générale de l'alimentation (DGAI), en 2008, d'une demande d'appui scientifique et technique relative à la qualité sanitaire de l'eau de boisson destinée à des animaux d'élevage. L'agence a été sollicitée afin d'évaluer le niveau de risque (identification des dangers biologiques, chimiques et physiques, et analyse de ces dangers associés à la consommation d'eau de boisson contaminée) d'une part pour la santé animale, et d'autre part pour la santé humaine *via* la consommation de produits issus d'animaux.

L'eau est un élément indispensable à la vie et à la santé des organismes vivants, elle participe aux fonctions vitales de l'organisme telles que l'homéothermie, l'absorption et la digestion des aliments ainsi que l'élimination des déchets. Si l'organisme peut supporter un apport insuffisant en éléments nutritifs, même prolongé, il ne survit que quelques jours en l'absence d'eau, le renouvellement journalier de l'eau étant de 5 à 10% du poids vif. Les animaux d'élevage doivent donc disposer en permanence d'une eau en quantité suffisante et de qualité sanitaire satisfaisante.

Du fait de la nature géologique des terrains qu'elle traverse et des activités humaines (industries, agriculture et assainissement), la qualité chimique et bactériologique des ressources en eau est soumise à des variations. L'eau peut notamment jouer un rôle de vecteur passif ou de réservoir d'agents biologiques pathogènes : bactéries, virus, parasites. Ces eaux brutes (à la ressource) peuvent être utilisées soit directement comme eau d'abreuvement, soit après traitement *in situ* pour la production d'eau d'abreuvement ou pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) pouvant être utilisée pour l'abreuvement.

L'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) doit satisfaire à des exigences de qualité fixées par la réglementation. Celle-ci distingue deux types d'exigences de qualité :

- les limites de qualité portent sur des substances qui, lorsqu'ils sont présents dans l'eau, sont susceptibles de générer des effets immédiats ou à plus long terme sur la santé. Elles concernent aussi bien des paramètres microbiologiques que des substances chimiques, telles les nitrates, les pesticides, certains métaux et solvants chlorés, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les sous-produits de la désinfection de l'eau ;
- les références de qualité concernent des substances sans incidence directe sur la santé aux teneurs habituellement rencontrées, mais qui peuvent mettre en évidence, la présence importante d'un paramètre au niveau de la ressource, un dysfonctionnement des installations de traitement (fer, couleur, *etc.*) ou un mauvais entretien des installations de distribution (coliformes totaux).

En France, l'eau d'abreuvement des animaux n'est pas considérée comme un aliment pour les animaux, les exigences réglementaires ne lui sont donc pas applicables. Parallèlement, il n'existe pas d'exigences de qualité réglementaires pour l'eau d'abreuvement. Dans ce contexte, les exigences de l'EDCH sont souvent utilisées comme référence pour l'eau d'abreuvement des animaux, bien que les conditions de vie et d'abreuvement de ces derniers, leur sensibilité aux agents biologiques et chimiques susceptibles d'être présents dans l'eau, soient très différentes de celles de l'Homme. Les exigences de qualité de l'eau d'abreuvement doivent assurer la protection des animaux mais aussi celle des consommateurs de denrées animales produites.

L'objectif de ce rapport est de réaliser un état des lieux des pratiques d'abreuvement et de proposer des recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage.

Les animaux d'élevage concernés sont ceux des principales espèces productrices de denrées alimentaires destinées à l'Homme, à savoir les bovins, ovins, caprins, porcins, volailles de chair et pondeuses.

Le présent rapport :

- quantifie les besoins en eau des animaux d'élevage ;
- recense les différentes origines de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage ;
- identifie les dangers biologiques et chimiques potentiels inhérents à l'abreuvement, notamment sur la base des cas d'intoxication ou d'infection d'animaux d'élevage rapportés par la littérature, et par les groupements professionnels et de défense sanitaire ;
- recense les recommandations, référentiels ou réglementations existant en France et dans d'autres pays ;
- propose, sur la base des éléments analysés, des paramètres d'intérêt à rechercher dans l'eau d'abreuvement et des recommandations de conception et de suivi des systèmes de production et de distribution d'eau d'abreuvement internes à l'exploitation.

Les différents modes d'élevage (élevages hors sol intensifs et élevages extensifs avec abreuvement à partir de ressources naturelles) sont pris en considération dans ce travail. Les poissons, mollusques et crustacés sont exclus du champ de l'expertise. Il en va de même pour les animaux dont les produits ne sont pas destinés à l'alimentation de l'Homme.

La démarche d'expertise conduite dans le cadre de cette saisine ne prend pas en compte les risques liés à des pollutions particulières par rejet accidentel ou volontaire de contaminants chimiques ou biologiques dans les milieux aquatiques, pour l'animal et pour l'Homme consommant des denrées issues des animaux. En effet, de telles situations nécessitent une évaluation au cas par cas, espèce par espèce, incompatible avec la démarche d'expertise générale de cette saisine. L'évaluation des risques liés à des paramètres indicateurs de radioactivité sort du champ de compétence administrative de l'Anses.

Enfin, la qualité des denrées alimentaires d'origine animale, au regard des attentes organoleptiques des consommateurs, n'a pas été prise en compte dans cette saisine (acceptation par le consommateur de la couleur plus ou moins rosée de la viande de veau liée à l'ingestion de fer et de manganèse, par exemple).

1.2 Méthode d'expertise

L'expertise a nécessité la collecte de données et la réalisation d'enquêtes auprès de professionnels de l'élevage qui ont été menées par la coordination scientifique de l'Anses. À la demande du Comité d'Experts Spécialisé (CES) « Alimentation animale », l'Afssa a créé, le 26 février 2010, un groupe de travail dénommé « État des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage ». Le présent rapport a été adopté par le CES « Alimentation animale » le 16 novembre 2010, après relecture par les CES « Eaux » et « Santé animale ».

2 Les besoins en eau des animaux d'élevage

Les animaux d'élevage sont tributaires d'un apport constant et régulier en eau, leurs organismes sont composés de 65 à 80% d'eau. L'eau est un facteur déterminant dans le déroulement de la digestion et de la métabolisation des aliments ; elle assure le transport des nutriments dans l'organisme et elle permet l'excrétion des produits terminaux du métabolisme (urine, fèces, sueur) et la sécrétion de lait (animaux laitiers). De plus, l'eau est un élément-clé dans la régulation de la température corporelle (respiration, transpiration) et de l'osmolarité.

Un déficit hydrique chez les animaux conduit d'abord à une réduction de la prise d'aliments et entraîne ensuite une baisse des performances, une sensibilité accrue aux maladies ainsi qu'une agressivité plus élevée des animaux entre eux autour des points d'eau (Kamphues et Schulze, 2002 ; Schulze-Horsel, 1998 ; Steiger Burgos *et al.*, 2001).

Un apport hydrique insuffisant peut également entraîner une déshydratation, une accélération des fréquences cardiaque et respiratoire. Ces symptômes peuvent entraîner la mort des animaux en cas de manque prolongé, surtout chez les sujets jeunes et de petite taille. En effet, ces derniers disposent de très peu de réserves d'eau corporelle, ce qui les rend particulièrement vulnérables quand l'apport en eau est insuffisant par rapport à leurs besoins.

Les besoins en eau des animaux d'élevage varient en fonction de plusieurs facteurs :

- l'espèce et la race considérées ;
- la morphologie des animaux (poids, taille, *etc.*) ;
- leur état et leur stade physiologiques (croissance, gestation, lactation) ou pathologique (diarrhée, syndrome fébrile, *etc.*) ;
- leur environnement (température ambiante, hygrométrie).

La couverture des besoins en eau des animaux est assurée par l'eau bue d'une part, et par l'eau présente dans ou sur les aliments consommés, d'autre part. Les quantités bues varient en fonction :

- de l'alimentation (quantités ingérées, taux d'humidité des aliments, teneur en protéines, en fibres et en sel de la ration) ;
- du goût et de l'odeur de l'eau (salinité, chlore, *etc.*) ;
- de l'accès à l'eau.

Il s'avère souvent difficile de distinguer l'eau réellement ingérée de l'eau gaspillée par un animal, cette dernière pouvant prendre des proportions conséquentes. Il existe des systèmes d'alimentation bien adaptés à chaque catégorie d'animaux, ce qui permet de réduire considérablement les pertes à l'abreuvoir. Les données sur les quantités d'eau bue sont ainsi plus ou moins bien renseignées selon les espèces considérées.

2.1 Les bovins

Chez les vaches laitières :

- les pertes d'eau dues à la production laitière dépendent du niveau de performance des animaux et sont de 0,9 litre d'eau par kg de lait ;
- les pertes urinaires varient entre 5 et 30 litres d'eau par jour (Holter et Urban, 1992 ; Monteils *et al.*, 2002) ;

- les pertes fécales varient entre 10 et 20 litres par jour en fonction de la teneur en eau des fourrages et de la quantité d'aliment concentré offerte (Jean-Blain, 2002) ;
- les pertes liées à la respiration et à la transpiration varient entre 5 et 10 litres pour un bovin adulte.

Il faut souligner que les pertes urinaires, et surtout la production laitière, représentent une variable d'ajustement lorsque l'eau n'est pas apportée en quantité suffisante. En conséquence, la quantité d'eau d'abreuvement nécessaire résulte de la différence entre les pertes en eau (fèces, urines, lait et transpiration) et l'apport en eau libre par les aliments, et notamment par les fourrages. Ainsi, les vaches laitières fortes productrices peuvent dépasser une consommation quotidienne de 80 à 100 litres d'eau (Cardot *et al.*, 2008).

Les corrélations entre la quantité d'eau ingérée, la teneur en humidité de la ration, la température ambiante et le niveau de production laitière sont présentées dans l'annexe 1.

2.2 Les ovins et les caprins

Le mode de détermination des besoins en eau des ovins et caprins est très semblable à celui des bovins (*cf.* chapitre 2.1), même si les quantités bues sont nettement plus faibles. Ainsi, les moutons peuvent boire environ 10 litres par jour. Les animaux au pâturage, surtout durant les saisons fraîches, n'ont pas besoin de beaucoup d'eau car le fourrage leur en fournit suffisamment. Ils boivent davantage par temps chaud et sec. Les femelles des petits ruminants en lactation ont des besoins en eau plus élevés, en fonction de leur niveau de production laitière.

2.3 Les porcs

Le besoin strictement métabolique en eau des porcs peut être estimé à partir d'études utilisant des traceurs. Ainsi, l'essai de Yang (Yang *et al.*, 1981) indique que le besoin journalier en eau représente approximativement 120 mL par kg de poids vif pour des porcs en début d'engraissement pesant de 30 à 40 kg de poids vif (soit de 3,6 à 4,8 L/porc/jour), et 80 mL par kg de poids vif pour une truie adulte non allaitante (soit environ 12,6 L/jour). Cependant, le nombre d'études permettant de déterminer la consommation effective d'eau par les porcs est limité, et le besoin en abreuvement des porcs inclut une certaine part de gaspillage.

Le besoin en eau des porcs est en moyenne proche de 10% de leur poids vif (Massabie, 2001a). La consommation quotidienne d'eau est ainsi de 1 à 4 litres par porc en post-sevrage, de 4 à 12 litres en engraissement, de 15 à 20 litres et de 20 à 35 litres respectivement, pour la truie gestante et allaitante. L'Institut de la filière porcine (IFIP) retient une consommation journalière de 3,5 litres par porc en post-sevrage, 7 litres en engraissement, 17 litres en gestation et 25 litres en lactation.

Massabie (Massabie, 2001b) observe une augmentation de la consommation quotidienne d'eau avec l'élévation de la température des salles (105 et 140 mL d'eau par porc et par degré Celsius). Le National Research Council (NRC, 1998), indique qu'une augmentation de l'hygrométrie diminue l'élimination d'eau par la voie respiratoire, ce qui contribue à réduire les besoins en eau des porcs.

Le rationnement alimentaire influence également la quantité d'eau consommée par les animaux, celle-ci pouvant être augmentée pour parvenir à un état de satiété et un niveau de remplissage minimal de l'estomac (NRC, 1998). La composition de l'aliment peut également influencer sur la quantité d'eau consommée par les porcs : un excès de protéines

ou un excès de sel (NaCl) conduit à une augmentation de la consommation d'eau car l'animal doit parvenir à excréter, par la voie urinaire, les quantités non indispensables d'azote ou de sodium ingérées (Shaw et Patience, 2000). Enfin, l'apport de fibres dans la ration augmente l'excrétion d'eau par la voie fécale et, par conséquent, les besoins en eau du porc (Shaw et Patience, 2000).

2.4 Les volailles et lapins

Chez les volailles, la consommation d'eau est estimée à 1,8 fois la quantité de nourriture ingérée. Les volailles sont incapables de transpirer pour ajuster leur température corporelle. C'est l'augmentation du rythme respiratoire (polypnée) qui leur permet d'évacuer le surplus de chaleur de leur organisme. Les niveaux de production d'œufs ont un effet sur la consommation d'eau des pondeuses (Larbier et Leclerq, 1992). Grâce à l'amélioration des techniques d'abreuvement (pipettes notamment), le gaspillage d'eau peut être réduit, et la consommation d'eau des volailles peut être mesurée plus précisément.

Les besoins en eau des lapins correspondent à 1,5 à 2 litres d'eau/kg de matière sèche (MS) ingérée. L'ingestion d'eau d'une lapine en lactation peut atteindre 1 litre par jour.

L'annexe 1 récapitule les variations de consommation en eau des différents animaux d'élevage.

Les consommations d'eau d'abreuvement sont très variables en fonction des productions et des conditions d'élevages. Dans la suite de ce rapport, il est considéré que tout **animal adulte** producteur de denrées alimentaires boit au maximum **4 litres d'eau par kg de matière sèche ingérée**. Cette hypothèse, qui surestime la consommation d'eau des animaux sevrés dans des conditions climatiques normales, a été retenue afin de proposer une approche « pire cas » pour fixer de façon provisoire des exigences de qualité de l'eau d'abreuvement.

3 Origines de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage

L'importance relative des différentes origines de l'eau fournie aux animaux est mal connue, quels que soient les types d'élevages (hors-sol ou plein-air). L'eau d'abreuvement peut provenir notamment du réseau public de distribution d'eau potable, de puits privés faisant l'objet ou non d'un traitement de désinfection, ou de ressources naturelles (Dieuleveux *et al.*, 2006 ; Kammerer et Ganière, 1998 ; Métivet, 1996 ; Pierroux, 2008 ; Région-Limousin, 2009 ; UPA-Estrie *et al.*, 2002).

3.1 Eaux de surface

Lorsqu'ils sont en extérieur, les animaux d'élevage peuvent être amenés à boire des eaux de surface. Celles-ci comprennent les eaux courantes (cours d'eau, rivières, canaux) et les eaux de plans d'eau (lacs, retenues de barrage, étangs, mares, *etc.*). Il existe également des étendues d'eau saumâtre, en relation directe ou non avec la mer.

Ces eaux sont vulnérables aux pollutions microbiologiques et chimiques en raison des rejets liés aux activités humaines et au ruissellement.

Si le pompage en rivière permet de disposer d'eau courante renouvelée, l'utilisation de retenue et l'abreuvement direct dans les mares ou des trous d'eau exposent de plus les animaux à boire de l'eau souillée par la terre et leurs propres déjections.

La qualité de ces eaux, souvent stagnantes, est très peu évoquée dans la bibliographie mais, en règle générale, plus les volumes et les courants sont faibles et plus les effets d'une contamination seront importants. Par ailleurs, les eaux stagnantes soumises à des pressions d'eutrophisation (phosphore, azote, matières organiques, *etc.*) et de faible profondeur peuvent favoriser le développement de cyanobactéries productrices de neurotoxines ou d'hépatotoxines pouvant provoquer soit la mort des animaux, soit la contamination des denrées alimentaires produites.

3.2 Eaux souterraines prélevées dans des puits ou forages privés

Les éleveurs peuvent abreuver leurs animaux avec de l'eau d'origine souterraine, provenant de puits ou de forages privés. Les eaux souterraines comprennent les nappes libres, superficielles, et les nappes captives, en général plus profondes.

Les nappes libres sont les plus utilisées pour l'alimentation en eau. Elles ne sont pas limitées vers le haut par des terrains imperméables et sont alors alimentées par les précipitations. Elles sont le plus souvent en relation avec les rivières qui les drainent et/ou les alimentent. Ces nappes sont donc vulnérables aux différentes pollutions provenant de la surface qui percolent à travers les sols. Parmi les nappes libres, on distingue principalement les nappes alluviales (en relation avec les cours d'eau), les grandes nappes de formations sédimentaires (calcaires, craie, sable) et les nappes peu productives des roches dures fissurées (granite, roches volcaniques, schistes, *etc.*).

Les nappes captives sont situées entre deux couches imperméables et sont donc sous pression dans l'aquifère. C'est la raison pour laquelle ces nappes sont moins vulnérables aux infiltrations des pollutions anthropiques. Les nappes captives peuvent tout de même comporter une partie libre située en bordure d'aquifère, au niveau de laquelle les pluies s'infiltrent.

Les conditions réductrices qui prévalent dans les nappes captives sont favorables à la solubilisation de certains métaux comme le fer (Fe), le manganèse (Mn), l'arsenic (As), *etc.* Les teneurs en métaux détectées dans les nappes sont essentiellement dues à la composition géochimique naturelle de leur aquifère.

Dans le cas des puits privés peu profonds (moins de cinq mètres de profondeur), l'eau est peu filtrée par le sol et peut présenter les mêmes contaminations qu'une eau de surface.

3.3 Eaux traitées *in situ* à la ferme

Lors de l'utilisation de captages privés (eaux souterraines ou eaux de surface), des traitements peuvent être effectués *in situ* à la ferme. Ils ont pour objectifs principaux :

- de diminuer les concentrations de certains composants chimiques ou microbiologiques jusqu'à un niveau acceptable pour l'usage d'abreuvement ;
- de pouvoir utiliser l'eau comme vecteur de traitements thérapeutiques ou prophylactiques : vitamines, oligoéléments et acides organiques, iode, antibiotiques, vaccins, *etc.* ;
- de permettre la bonne dissolution des poudres de lait utilisées pour l'alimentation des veaux ou autres jeunes animaux.

Les traitements de l'eau, s'ils sont inadaptés ou mal utilisés, peuvent entraîner des effets indésirables sur les animaux et/ou réduire l'efficacité des traitements thérapeutiques ou prophylactiques.

3.4 Eaux destinées à la consommation humaine

Lorsque le site de l'élevage est relié au réseau de distribution public, certains éleveurs préfèrent ou sont contraints d'utiliser de l'EDCH, appelée plus communément "eau potable".

À l'exception du cuivre dont la limite de qualité de l'EDCH est trop élevée pour les ovins (Dubreuil et Sauvageau, 1993), les limites et références de qualité de l'EDCH semblent convenir à l'abreuvement des animaux. Pour certains paramètres, ces dernières apparaissent trop strictes car les animaux d'élevage ne sont pas exposés aux contaminants chimiques au-delà de quelques années, au regard de leur espérance de vie comparée à celle de l'Homme. Cependant, les animaux pouvant accumuler les contaminants, notamment liposolubles, l'exposition de l'Homme à ces contaminants peut être accrue par la consommation des denrées animales produites.

Par ailleurs, il est important de souligner que si de l'eau répondant aux limites et références de qualité des EDCH est fournie à l'entrée des installations d'élevage, l'eau effectivement bue par les animaux peut être de moindre qualité, en fonction des pratiques mises en place au sein des exploitations.

3.5 Eaux de pluie

Certains éleveurs utilisent les eaux de pluie provenant principalement des toitures des bâtiments de l'exploitation et stockées dans une réserve ou une citerne. Les quantités disponibles sont liées à la pluviométrie de l'année pour la région considérée, et constituent en général seulement une ressource d'appoint. Les eaux récupérées sur les toitures contiennent en général des micro-organismes, des particules liées au trafic automobile, des métaux, *etc.* (CSHPF, 2006).

Il ressort de la bibliographie (Chaumet, 2005 ; Dermaux, 1999 ; Gadin-Goyon, 2002 ; Métivet, 1996) et des données parcellaires recueillies auprès des groupements de défenses sanitaires (GDS) que de nombreux élevages intensifs utilisent l'EDCH, contrairement aux exploitations extensives. Environ 20 à 30% des élevages utilisent de l'eau du réseau public (EDCH), 5 à 10% des eaux de surface et 60 à 70% des eaux souterraines issues de captages (puits ou forages) privés.

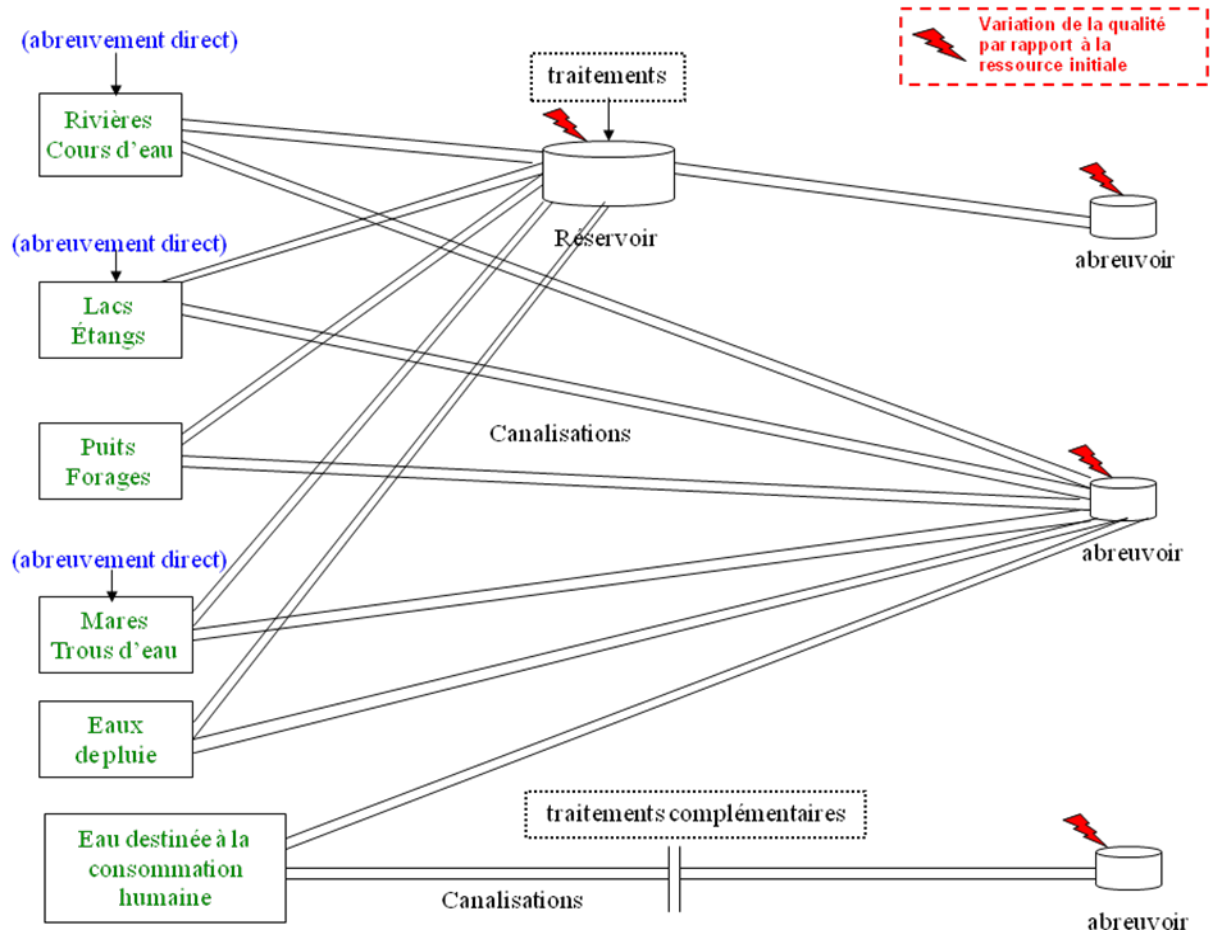
Selon les données de l'Institut Français de l'Environnement (www.ifen.fr), les prélèvements totaux d'eau dans le milieu naturel sont estimés à environ 40 millions de m³ par an. 12,5% (5 millions de m³ par an) des masses d'eau prélevées, dont 73% d'eau de surface, sont utilisés à des fins agricoles sans qu'il soit possible de déterminer la proportion utilisée pour l'irrigation de celle utilisée pour l'abreuvement.

Des évolutions des pratiques d'élevages liées à des modifications du contexte économique ou à la raréfaction des ressources en eau pourraient amener les éleveurs à modifier leurs pratiques quant à l'origine de l'eau d'abreuvement.

(cf. annexe 2 relative à la réglementation applicable à ces différentes catégories d'eau)

La répartition entre les différentes origines de l'eau destinées à l'abreuvement n'est pas bien connue en France. Elle varie d'une région à l'autre, en fonction du type d'élevage et de la possibilité d'accès aux différentes ressources.

Figure 1 : Origines possibles de l'eau d'abreuvement



4 Dangers biologiques et chimiques potentiels inhérents à l'eau d'abreuvement

4.1 Dangers biologiques potentiellement présents dans l'eau d'abreuvement

Une liste de micro-organismes pathogènes pouvant être transmis par l'eau d'abreuvement est présentée dans les tableaux I, II et III de l'annexe 3. Les micro-organismes pathogènes les plus importants par leur fréquence (évaluée par la bibliographie et par le nombre de cas notifiés), sont regroupés dans les tableaux I (agents pathogènes zoonotiques, c'est-à-dire transmissibles à l'Homme) et II (agents pathogènes non zoonotiques). Dans ces listes, il faut souligner l'importance de micro-organismes tels que les salmonelles, les *Campylobacter*, les colibacilles entéritiques (notamment *E. coli* 157 :H7), les *Yersinia* et les rotavirus. Parmi les parasites, les cryptosporidies, les *Giardia* et les coccidies sont des contaminants fréquents de l'eau d'abreuvement.

Certains de ces dangers biologiques peuvent persister plusieurs semaines à plusieurs mois dans l'eau en fonction de la température, de l'exposition aux rayonnements solaires et de la compétition avec les autres micro-organismes aquatiques (cf. annexe 3).

Le degré de contamination des eaux d'abreuvement par les micro-organismes est très variable selon l'origine de l'eau. Ainsi, les eaux superficielles, ruisseaux, mares, autres points d'eau naturels et parfois les puits en nappe très peu profonde (profondeur < 1 m), peuvent s'avérer fortement contaminés en raison des phénomènes de ruissellement, d'écoulement et d'infiltration entraînant un grand nombre de bactéries, virus ou parasites. L'utilisation d'une retenue d'eau et l'abreuvement direct dans des mares ou des trous d'eau exposent particulièrement les animaux aux pollutions microbiologiques. De plus, les troupeaux peuvent par leurs déjections être à l'origine d'une contamination des eaux de surface ou d'un captage mal protégé. À titre d'exemple, un bovin peut libérer 10 millions de salmonelles par gramme de déjections, alors que la dose infectante *per os* généralement admise est d'au moins un million de bactéries pour un animal domestique.

Les eaux souterraines issues de forages profonds sont généralement peu contaminées, grâce à la filtration de l'eau à travers le sol qui est capable de retenir certains micro-organismes. Une contamination de ces eaux peut se produire, soit au point de captage, soit dans les canalisations, ou encore dans les abreuvoirs, autre point de contamination biologique très sensible.

Il est important de préciser que, souvent, cette eau d'abreuvement ne constitue pas l'unique source de contamination microbiologique pour les animaux, mais représente un élément environnemental parmi d'autres, comme l'alimentation, les locaux, les sols ou l'air, selon les micro-organismes en cause. Elle représente néanmoins un facteur de risque très important, notamment pour de jeunes animaux.

Les micro-organismes indésirables peuvent avoir différents types de conséquences : certains agents pathogènes ne sont pas fréquents, mais très graves en terme de morbidité et de mortalité, pour l'animal et/ou pour l'Homme (par exemple l'agent du charbon bactérien). D'autres pourront être moins graves au plan sanitaire, mais entraîner des pertes économiques conséquentes en raison d'une baisse de production plus ou moins marquée. Certains micro-organismes peuvent par ailleurs entraîner peu de troubles chez l'animal, mais avoir de lourdes conséquences pour la santé humaine *via* les denrées alimentaires d'origine animale, comme les infections à salmonelles souvent inapparentes chez les volailles, mais à l'origine de toxi-infections graves chez l'Homme.

Les cyanobactéries sont des micro-organismes procaryotes photosynthétiques de pigmentation bleu-vert à rouge qui peuvent se développer dans les eaux stagnantes ou à débit lent, et dont certaines produisent des cyanotoxines. Des analyses de cyanobactéries

et cyanotoxines, effectuées en France entre 2002 et 2004 (Afssa/Afsset, 2006), montrent, sur des sites de prélèvement situés principalement dans l'ouest et le centre de la France sur des ressources superficielles, que :

- la probabilité de présence des cyanobactéries est maximale en septembre-octobre et minimale pendant les mois d'hiver (température optimale de développement de 20°C) ;
- cette présence est plus importante en bordure et en surface des zones aquatiques avec accumulation des masses de cellules poussées par le vent.

Cependant, les cas d'intoxications signalés sont assez rares en France et concernent principalement les animaux de compagnie (cf. chapitre 4.3).

4.2 Dangers chimiques potentiellement présents dans l'eau d'abreuvement

Des minéraux tels qu'arsenic, calcium, magnésium, sélénium, chlorures, fluorures et sulfates peuvent être naturellement présents dans les ressources en eau, et leurs concentrations varient en raison notamment de la nature géologique des terrains traversés. Ces ressources en eau font également l'objet de pollutions diffuses par différentes substances chimiques (nitrates, pesticides, etc.) liées aux activités humaines (cf. annexe 4). L'eau utilisée pour l'abreuvement des animaux d'élevage peut être contaminée par ces substances chimiques, par lessivage des sols pollués pour les eaux de surface, ou par infiltration des polluants en profondeur pour les eaux souterraines, après de fortes précipitations.

Une liste de dangers chimiques potentiellement présents dans l'eau est répertoriée dans l'annexe 5 ainsi que :

- leurs effets indésirables sur la santé des animaux ou sur les performances des animaux de rente ;
- leur transfert et bioaccumulation éventuels dans les denrées alimentaires produites.

Si la majorité des éléments minéraux susceptibles d'être présents dans l'eau d'abreuvement ne provoque pas de toxicité aiguë mais conduit, en cas d'exposition chronique, à des baisses de performances ou à une détérioration de la santé de l'animal, d'autres substances peuvent être toxiques pour les animaux ou bien présenter un risque pour le consommateur de denrées animales (transfert dans les produits animaux).

4.3 Cas d'intoxication ou d'infection d'animaux d'élevage rapportés dans la littérature

4.3.1 Cas liés à un défaut de qualité initiale de l'eau utilisée pour l'abreuvement des animaux

4.3.1.1 Cas d'intoxications par les cyanotoxines

Le rapport de l'Afssa sur les cyanobactéries et leurs toxines (Afssa/Afsset, 2006) ne mentionne que quelques rares cas de pathologies animales liés à l'eau d'abreuvement en France, principalement des chiens ayant bu de l'eau de lacs ou de rivières. Des cyanotoxines potentiellement neurotoxiques et la présence d'anatoxine-a ont été incriminées dans la plupart des cas.

D'autres cas d'intoxications animales par les cyanotoxines ont été observés en Europe (cf. tableau I) :

Tableau I : Intoxications animales en Europe (hors France) liées aux cyanobactéries documentées dans la littérature scientifique (Afssa/Afsset, 2006)

Lieu, année (référence)	Cyanobactérie et/ou toxine impliquée	Cas rapportés	Contexte de l'intoxication
Royaume uni, 1989 (Done et Bain, 1993)	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Mortalité de 15 chiens et 20 moutons. Nécrose hépatique accompagnée d'hémorragies, néphrose tubulaire chez deux moutons autopsiés	Abreuvement dans le lac affecté par une efflorescence et mort dans les prés à proximité
Suisse, années 70 à 95 (Mez et al., 1997) (Mez et al., 1994) (Naegeli et al., 1997)	<i>Oscillatoria benthique</i>	Mortalité de veaux et de génisses en alpage (plus de 100 sur la période). Symptômes neurologiques et signes d'hépatotoxicité à l'examen post-mortem	Abreuvement dans des mares ou petits torrents, caractérisés par la présence de matelas d'algues

Des cas de mortalité d'animaux ont été décrits sur tous les continents :

- en 2004, cinq chiens, des animaux sauvages et du bétail sont morts près des lacs du Nebraska aux États-Unis après ingestion de microcystines. Les principales cyanobactéries identifiées dans les « blooms »¹ présents dans les lacs étaient *Anabaena*, *Alphanizomenon* et *Microcystis* (Walker et al., 2008);
- des cas d'intoxications chez les ruminants buvant l'eau d'étangs ou de mares ont également été observés (Fitzgerald et Poppenga, 1993 ; Frazler et al., 1998 ; Kerr et al., 1987). Des animaux ont été retrouvés morts, d'autres couchés, faibles et anorexiques. Certains animaux affectés ont été traités et ont récupérés en 3 à 10 jours. Les cyanobactéries majoritairement incriminées étaient *Microcystis aeruginosa*.

Les cyanobactéries peuvent être poussées par le vent à certains endroits de l'étendue d'eau. Tous les animaux d'un troupeau n'ingèrent donc pas la même quantité de toxines, ce qui explique qu'ils ne soient pas tous intoxiqués lors d'une efflorescence de cyanobactéries toxigènes (Jaeg, 2007).

L'eau de réservoir utilisée pour l'abreuvement a également été à l'origine d'intoxications de bovins et de moutons par des cyanobactéries en Afrique du sud (*Nodularia spumigena* ou *Microcystis aeruginosa*) (Van Halderen et al., 1995).

Par ailleurs, la viande de bovins ayant bu une eau contaminée par des cyanobactéries toxigènes constitue une source potentielle de microcystines pour les consommateurs (Jaeg, 2007). Cependant, l'ingestion par un bovin d'eau contaminée par des cellules de *Microcystis aeruginosa* à une concentration de 1.10^5 cellules/mL pendant quatre semaines n'entraîne pas forcément des concentrations en microcystines dans le foie et le plasma sanguin représentant un risque pour le consommateur (Orr et al., 2003).

Jaeg (Jaeg, 2007) a noté une absence de contamination du lait de deux lots de vaches ayant ingéré de l'eau contaminée par des doses subcliniques de microcystines (7,4 et 15 mg par jour).

¹ Efflorescence algale massive.

4.3.1.2 Cas de botulisme

Le botulisme chez les bovins fait suite à l'ingestion de toxine botulinique de type C et/ou D produite par *Clostridium botulinum*.

En 2001, au Brésil, sept foyers se sont déclarés dans les régions de Sao Paulo et Mato Grosso do Sul. Sur un total de quelque 9 000 animaux, environ 2 850 sont morts après avoir manifesté, de manière aiguë à suraiguë, des troubles neurologiques allant de la parésie à la paralysie, avec dysphagie et salivation. Les toxines botuliniques C et/ou D ont été détectées dans des échantillons d'eau de boisson, et dans les viscères et le sérum des animaux morts. L'eau était contaminée par des végétaux et des carcasses d'animaux en décomposition (Dutra *et al.*, 2001).

4.3.1.3 Cas de charbon bactérien ou fièvre charbonneuse

Il existe des cas sporadiques de charbon bactérien, principalement chez les herbivores, surtout les ruminants. Ils peuvent faire suite à de fortes pluies, des inondations ou des travaux de terrassement occasionnant la résurgence de spores présentes en profondeur. Ces spores vont alors contaminer les pâturages et les points d'abreuvement. Elles peuvent résister des années, voire des décennies dans l'environnement.

En France, une dizaine de cas animaux de charbon sont répertoriés chaque année (Institut Pasteur, 2009). Huit vaches laitières sont mortes de fièvre charbonneuse en quelques jours, de manière foudroyante, dans le Puy de Dôme en juin 2009 et l'eau d'abreuvement a été suspectée de véhiculer les spores de *Bacillus anthracis* (Trouillet, 2009).

4.3.1.4 Cas d'intoxication par les nitrates/nitrites

En Inde, six bœufs sont morts et quelques animaux ont montré des signes de détresse respiratoire avec hypersialorrhée, entérite et œdème des articulations. La forte teneur en nitrates (1500 mg/L) de l'eau du puits récemment creusé, utilisée comme eau d'abreuvement, s'est révélée être à l'origine des intoxications (Sarathchandra *et al.*, 1997). Ce niveau de contamination n'est jamais rencontré en milieu naturel en France.

4.3.1.5 Cas d'intoxication par le sélénium

Quelques cas d'intoxications de gibier d'eau par le sélénium, liés à la consommation d'eau après de fortes précipitations ou après irrigations agricoles, en présence de sols riches en sélénium, ont été décrits aux États-Unis (Edmonson *et al.*, 1993).

4.3.2 Intoxications liées à de mauvaises pratiques au sein des exploitations

Des intoxications d'animaux d'élevages liées à la qualité de l'eau d'abreuvement peuvent avoir lieu sans que la qualité initiale de l'eau soit en cause. Il existe en effet des risques de contamination de l'eau au sein même des exploitations agricoles liées à :

- de mauvaises pratiques agricoles ;
- des dysfonctionnements dans les installations d'eau ;
- un mauvais entretien de ces installations, en particulier du point d'abreuvement.

4.3.2.1 Contamination de l'eau par des produits chimiques

Lorsque les installations sont mal conçues, ou en raison de mauvaises pratiques de la part des exploitants, des phénomènes de « retour d'eau » par siphonage (dépression) ou par refoulement (contrepression) peuvent se produire dans les canalisations, entraînant une contamination de l'eau d'abreuvement des animaux. De plus, lorsque les eaux de

puits ou de forages privés sont utilisées, il est important d'examiner la situation de ces derniers par rapport aux activités à risques sur l'élevage (principalement les stockages de déjections mais aussi de fioul ou de produits phytosanitaires), et leur position en amont ou en aval hydraulique des bâtiments, *etc.*, afin d'éviter une contamination de l'eau par ces produits.

Ainsi, la bibliographie rapporte des cas d'intoxication par des engrais, notamment des engrais azotés, chez des bovins, une chèvre et un mouton. L'eau d'abreuvement de ces animaux avait été transportée dans des conteneurs préalablement utilisés pour le transport d'engrais (Campagnolo *et al.*, 2002 ; Villar *et al.*, 2003).

Dans un autre cas, du nitrate d'ammonium, utilisé comme engrais, a contaminé les abreuvoirs de bovins en raison d'un dysfonctionnement d'une valve, entraînant des intoxications aiguës aux ions nitrate (Yeruham *et al.*, 1997).

Des porcs ont été intoxiqués par des nitrites, l'origine supposée de la contamination étant le reflux de l'eau de rinçage d'un dispositif de filtration biologique destiné à l'élimination des nitrates et contenant des nitrites à des concentrations de l'ordre de 2000 mg/L. Cet épisode résulterait d'une erreur de manipulation lors des opérations de maintenance (Beilage *et al.*, 2002).

4.3.2.2 Contamination de l'eau par les animaux

Il est important de vérifier que les animaux eux-mêmes ne contaminent pas l'eau qu'ils vont boire :

- soit au niveau des abreuvoirs ;
- soit au niveau des plans d'eau ou des rivières lorsque le bétail a un accès direct à l'eau. Des analyses réalisées en Belgique ont en effet montré que la contamination (nitrites, ammonium, phosphates et *E. coli*) des rivières était moindre lorsque les terrains adjacents étaient clôturés, empêchant les animaux d'y accéder.

Les déjections peuvent contaminer l'eau avec des organismes pathogènes pour les animaux, bactéries, virus ou parasites (*cf.* chapitre 4.1).

4.3.2.3 Contamination de l'eau par les matériaux au contact de l'eau

La nature des matériaux au contact de l'eau utilisés par les éleveurs peut également être à l'origine d'intoxications ou d'imprégnations.

Dubreuil et Sauvageau (Dubreuil et Sauvageau, 1993) rapportent le cas d'un agneau lourd ayant présenté les symptômes suivants : abattement, ataxie, ictère, hyperthermie et insuffisance hépatorénale. Les analyses réalisées sur cet animal ont mis en évidence une atteinte hépatique et rénale liée à une intoxication par le cuivre, avec une cuprémie de 237,5 µg/dL (valeur normale comprise entre 20 et 100 µg/dL). Des dosages du cuivre dans l'eau des abreuvoirs ont montré des teneurs 10 à 40 fois plus élevées que dans d'autres points du site (0,03 mg/L dans le bâtiment principal ; entre 0,31 et 1,16 mg/L dans les cinq différents abreuvoirs échantillonnés). L'eau arrivait aux points d'abreuvement par des canalisations en cuivre. Trois autres agneaux lourds sont morts dans les semaines qui ont suivi le premier cas, avec, pour deux d'entre eux, la présence de lésions compatibles avec une intoxication par le cuivre. L'eau d'abreuvement a été incriminée comme source de contamination des animaux.

En outre, une expertise a été menée il y a quelques années auprès d'un élevage afin de comprendre le phénomène des "veaux tristes". Dans quatre élevages de 4000 veaux chacun, les éleveurs avaient constaté que certains de leurs veaux présentaient un symptôme qualifié de « tristesse » après 90 jours conduisant à leur mort en quatre mois. Il est apparu que la poudre de lait utilisée pour l'alimentation des veaux avait été changée et nécessitait une eau de température supérieure à 65°C pour sa dissolution (contre 50°C

auparavant). Les cuves de stockage d'eau chaude, en polychlorure de vinyle (PVC) isotherme avec mousse de polyuréthane, remplies avec de l'eau à 70-75°C étaient fragilisées et présentaient des microfissures, entraînant une entrée d'eau dans la paroi de la cuve à l'endroit où la pression est la plus forte, à savoir au tiers de la hauteur de la cuve lorsque celle-ci est pleine. Ainsi, les premiers veaux, alimentés avec de l'eau prélevée à partir de la cuve pleine (pression forte au niveau des parois) n'étaient pas malades ; en revanche, les veaux alimentés avec de l'eau provenant d'une cuve moins remplie étaient malades : en effet le niveau étant moins élevé, la pression diminuait et l'eau qui était entrée dans la paroi et était en contact avec le polyuréthane, ressortait alors dans la cuve, contaminant ainsi l'eau restante par des composés du plastique.

Il existe un nombre limité de cas avérés d'intoxication ou d'infection d'animaux liés à une contamination de l'eau d'abreuvement. Les cas rapportés ne constituent cependant pas une liste exhaustive et ne concernent que des cas d'intoxication aiguë.

5 Informations recueillies auprès de groupements de défense sanitaire, de groupements professionnels et du centre antipoison animal et environnemental de l'Ouest

Des enquêtes ont été menées, durant la seconde moitié de l'année 2009, auprès de certains représentants du milieu professionnel de l'élevage, afin de connaître les actions menées concernant l'eau d'abreuvement en élevage, et d'étudier la possibilité d'identifier, les dangers liés à la qualité de cette eau.

Les organismes contactés ont été :

- des groupements de défense sanitaires (GDS) et fédérations régionales (FRGDS), en raison de leur position d'interlocuteurs privilégiés des éleveurs, et de leurs recommandations pour la réalisation des analyses d'eau (rôle incitatif et pilote pour la réalisation de campagnes d'analyses d'eau) ;
- l'Institut de l'élevage qui a fourni des éléments généraux sur le sujet ;
- le CAPAE-Ouest- ENV Nantes (Centre antipoison animal et environnemental de l'Ouest-ENV Nantes) qui a transmis une synthèse des appels reçus, entre 1992 et 2008, concernant l'eau en élevage.

5.1 Groupements de Défense Sanitaire (GDS)

Les GDS sont des organisations agricoles départementales offrant aux éleveurs adhérents un appui dans différents domaines : action contre des maladies d'importance pour l'élevage, dont les maladies animales réputées contagieuses (MARC) et les maladies à déclaration obligatoire (MADO), conduite d'élevage, hygiène et biosécurité. Ils travaillent en partenariat avec, entre autres, les services vétérinaires de l'Etat et les laboratoires départementaux d'analyses. Ces structures fonctionnent de manière indépendante les unes par rapport aux autres, il n'existe pas de politique commune concernant le contrôle de l'eau d'abreuvement en élevage.

Il existe une grande hétérogénéité dans le suivi de la qualité de l'eau d'abreuvement en élevage d'une région à l'autre et d'un département à l'autre. Certains FRGDS et GDS, notamment dans le centre et le sud-ouest, disposent de peu d'éléments en raison du faible nombre d'analyses d'eau d'abreuvement réalisées, malgré l'existence, dans certains cas, d'une politique incitative, comme dans le Puy de Dôme. La qualité de l'eau d'abreuvement des élevages laitiers est davantage contrôlée, à la demande des coopératives laitières.

D'autres GDS, en particulier du Grand-Ouest, réalisent un plus grand nombre d'analyses d'eau qui s'explique notamment par le grand nombre d'élevages présents dans cette région. De plus, un nombre croissant d'élevages laitiers adhère à une Charte de bonnes pratiques d'élevage et est alors sensibilisé à l'importance de la qualité de l'eau d'abreuvement et de l'eau destinée au nettoyage des mamelles et du matériel de traite. La réalisation régulière de ces analyses répond aussi à des demandes émanant des coopératives laitières.

L'enquête de l'Afssa auprès des GDS portait sur les points suivants :

- l'origine de l'eau dans les élevages ;
- la fréquence des analyses réalisées ;
- les paramètres physico-chimiques et microbiologiques demandés lors d'analyses ;
- l'interprétation des résultats d'analyses (critères, normes, référentiels, etc.) ;

- les recommandations découlant de ces résultats.

5.1.1 Origine de l'eau dans l'élevage

Les captages privés sont de plusieurs types : puits, forage, ruisseau, mare, étang, lac, réserve d'eau ou source. Ainsi, l'eau du réseau public peut ne constituer qu'une faible part de l'approvisionnement en eau (20% à 30% en Mayenne par exemple).

Le type de captage varie selon les régions, au regard notamment de la nature des sols et des possibilités de forage. En milieu montagneux ou semi-montagneux, les ruisseaux et autres sources d'eau superficielle sont les plus utilisés, les autres sources étant inaccessibles.

L'utilisation de captages privés s'explique également par des considérations financières comme le coût de l'EDCH.

Par ailleurs, les GDS du Grand-Ouest ont incité les éleveurs à délaisser les eaux de surface en raison notamment des risques de contamination microbiologique et parasitaire, au profit de forages moins exposés. Le GDS 53 a ainsi mené une politique encourageant les éleveurs à privilégier des forages profonds, ce qui a permis une amélioration de la qualité bactériologique de l'eau : les puits, qui, en 1990, représentaient 80% de l'approvisionnement d'eau, ont été progressivement remplacés par des forages, et en 2008, 50% des analyses portaient sur des eaux de forages.

5.1.2 Fréquence des analyses

Les GDS ayant réussi à mettre en place un suivi régulier de l'eau dans l'élevage préconisent généralement une analyse par an. Selon les résultats obtenus, ou en cas de problème particulier dans un élevage, les analyses peuvent être renouvelées. La qualité de l'eau d'abreuvement des élevages laitiers est davantage contrôlée à la demande des laiteries.

5.1.3 Paramètres analysés

Les paramètres les plus fréquemment recherchés sont :

- paramètres physico-chimiques :
 - ✓ pH ;
 - ✓ nitrates ;
 - ✓ fer ;
 - ✓ manganèse ;
 - ✓ dureté.
- paramètres microbiologiques :
 - ✓ coliformes totaux ;
 - ✓ *E. coli* (ou coliformes fécaux) ;
 - ✓ entérocoques intestinaux ;
 - ✓ spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices (ASR);
 - ✓ micro-organismes revivifiables à 22°C et 36°C ;
 - ✓ salmonelles et *Listéria* (ponctuellement, en cas de doute ou de problème particulier dans un élevage, généralement à la demande des éleveurs).

5.1.4 Critères de qualité utilisés pour l'interprétation des résultats d'analyses

Les critères de qualité retenus pour l'eau d'abreuvement varient en fonction des GDS, mais sont souvent les limites et références de qualité de l'EDCH. Quelques exemples peuvent être cités :

- certains GDS s'appuient sur la Charte de bonnes pratiques en élevage bovin et recommandent les critères suivants² :
 - ✓ « *E. coli* (coliformes fécaux) et entérocoques intestinaux : 0/100 mL (résultats conformes) ;
 - ✓ *E. coli* : 0/100 mL et entérocoques intestinaux : < 49 UFC/100 mL (résultats pouvant être validés, mais constituant un seuil d'alerte) ;
 - ✓ *E. coli* et/ou entérocoques intestinaux : > 49 UFC/100 mL (résultats non conformes). »
- le GDS 44 propose les critères suivants (cf. tableau II) :

Tableau II : Critères de qualité de l'eau d'abreuvement retenus par le GDS 44

	Micro-organismes revivifiables à 22°C (UFC/mL)	Coliformes totaux (UFC/100mL)	<i>E. coli</i> (UFC/100mL)	Entérocoques intestinaux (UFC/100mL)	Nitrates + Nitrites (mg/L)
Eau potable	< 100	0	0	0	< 50
Eau acceptable	101 à 200	1 à 10	1 à 5	1 à 5	50 à 100
Eau de mauvaise qualité	201 à 300	11 à 50	6 à 20	6 à 30	50 à 100
Eau de très mauvaise qualité	> 300	> 50	> 20	> 30	> 100

La dureté est également analysée, car une eau trop dure peut entraîner un entartrage des installations.

- Le GDS 56 distingue : « l'eau potable » conforme aux exigences de qualité de l'EDCH ; l'« eau douteuse » faiblement contaminée ; et l'eau « non potable bactériologiquement » lorsque les coliformes thermotolérants et/ ou les entérocoques intestinaux sont supérieurs à 10 UFC/ 100 mL ;
- Le GDS 29 tient compte, pour la qualité bactériologique de l'eau, de la présence d'*E. coli* et/ou d'entérocoques. Pour les paramètres physico-chimiques, il retient plusieurs fourchettes pour les nitrates (<50, 50-80, 80-100 et > 100 mg/L), et le pH (< 5,8 ; 5,8-6,5 ; 6,5-7,5 ; 7,5-8,5) ;
- Le GDS 35 propose trois analyses types à ses adhérents :
 - ✓ « l'analyse de cinq paramètres (pH, nitrates, coliformes, *E. coli*, entérocoques) pour les eaux non traitées destinées à l'abreuvement ;
 - ✓ l'analyse de huit paramètres (pH, nitrates, nitrites, ammonium, oxydabilité, coliformes, *E. coli*, entérocoques) pour les eaux traitées, notamment chlorées, destinées à l'abreuvement ;
 - ✓ l'analyse de 19 paramètres (pH, conductivité, TA, TAC, TH, chlorures, sulfates, oxydabilité, ammonium, nitrates, nitrites, fer, chlore libre, micro-organismes revivifiables à 22°C et à 37°C, coliformes totaux, *E. coli*, entérocoques, spores de bactéries sulfito-réductrices) pour les eaux destinées à la consommation humaine). ».

L'analyse « 5 paramètres » est largement majoritaire, puisqu'elle représente presque 90% des analyses. Ce GDS reprend les exigences de qualité de l'EDCH.

² Pour mémoire, les limites de qualité pour l'eau destinée à la consommation humaine sont : absence d'*E. coli* et d'entérocoques intestinaux dans 100 mL.

- Le GDS 53 propose un nombre de paramètres à analyser variable en fonction du type d’approvisionnement en eau (puits, forage, etc.). L’interprétation des résultats et les recommandations qui en découlent reposent sur un système de feux tricolores :
 - ✓ un feu vert correspond aux exigences de qualité de l’EDCH ;
 - ✓ un feu rouge est donné lorsque deux des six critères bactériologiques (flore totale à 22°C, flore totale à 36°C, coliformes totaux, *E. coli*, entérocoques intestinaux, spores ASR) ne sont pas conformes aux exigences de qualité de l’eau potable, ou lorsqu’au moins un germe indicateur de contamination d’origine fécale est identifié. La cause de la contamination est alors recherchée, et le traitement le plus approprié est mis en place. Le GDS souligne l’importance de l’entretien et de la désinfection réguliers des abreuvoirs, et donne des conseils sur les captages et systèmes de distribution d’eau ;
 - ✓ un feu orange correspond aux situations intermédiaires. De nouvelles analyses sont réalisées un mois plus tard.
- les critères proposés par les GDS 22, 35, 49, 50, 53 et 56 sont résumés dans le tableau III.

Tableau III : Exemples de critères de qualité de l’eau d’abreuvement retenus par quelques GDS

		GDS 22	GDS 35	GDS 49	GDS 50	GDS 53	GDS 56
Paramètres microbiologiques	Coliformes totaux (UFC/100 mL)		10	10		10	
	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	Absence	Absence	<5	Absence	Absence	10
	Entérocoques (UFC/100 mL)	Absence	Absence	<5	Absence	Absence	10
	Spores d’ASR (UFC/100mL)					1	
Paramètres physico-chimiques	pH	6,5 à 9	6,5 à 9		6,5 à 9		
	Nitrates (mg/L en NO ₃)	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	< 100	≤ 50
	Fer (µg/L)			< 200		< 200	≤ 200
	Manganèse (µg/L)			< 50		< 50	

5.1.5 Résultats d’analyses d’eau d’abreuvement

Une synthèse des données transmises par les GDS, dont des résultats d’analyses, figure en annexe 6.

Le GDS 56 échantillonne l’eau en début de circuit de distribution d’eau (73% de conformité bactériologique) et dans les abreuvoirs (seulement 45% de conformité bactériologique). Par ailleurs, le dosage du fer est réalisé sur 33% des captages, avec 75% de conformité (un tiers des forages analysés a un taux en fer supérieur à 200 µg/ L).

Le tableau IV ci-dessous reprend les résultats du GDS 29, basé sur 424 analyses.

Tableau IV : Résultats d'analyses réalisées par le GDS 29

BACTERIOLOGIE				
<i>E. coli</i> et entérocoques	Présence de l'un ou l'autre		Absence	
% d'analyses	28		72	
CHIMIE				
Nitrates (mg/L)	< 50	50-80	80-100	> 100
% d'analyse	50	36	8	7
pH	< 5.8 (très acide)	5,8-6,5 (acide)	6,5-7,5 (neutre)	7,5-8,5 (basique)
% d'analyses	38	32	24	6

5.1.6 Recommandations des GDS en fonction des résultats d'analyses d'eau d'abreuvement

Généralement, lorsque l'eau est considérée comme non conforme d'un point de vue bactériologique, des recherches spécifiques de micro-organismes ne sont pas entreprises et une approche globale est préconisée (protection et entretien du captage, suppression de la source de contamination éventuellement identifiée, désinfection de l'eau, en particulier par le biais d'une chloration).

Les GDS insistent sur l'importance de l'examen du captage, qui constitue souvent un point sensible, non suffisamment aménagé et protégé des sources de contamination. Selon eux, une chloration de l'eau ne serait pas suffisante si elle ne s'accompagne pas d'une protection des ouvrages contre les infiltrations. Les groupements proposent aux éleveurs, au vu des résultats, un diagnostic du captage afin d'en déterminer leur vulnérabilité. A titre d'exemple, le GDS 50 conseille les éleveurs sur la mise en place d'un plan de protection du captage, qui inclut : son étanchéité vis-à-vis des infiltrations et du ruissellement de surface, l'instauration d'un périmètre de protection et un entretien régulier. Pour le périmètre de sécurité, une distance de 50 mètres est recommandée entre le captage et des zones à risque telles que des zones de passage d'animaux, la présence d'eau stagnante (égouts, marécages, etc.), une fosse septique, une fosse à lisier ou une fumière, et des bâtiments d'élevage. Le point d'abreuvement représente également un point critique pour la contamination de l'eau, et son entretien régulier constitue un élément essentiel à souligner auprès des éleveurs.

5.1.7 Liens entre la qualité de l'eau d'abreuvement et les pathologies rencontrées en élevage

Il semble difficile d'établir un lien causal direct entre la qualité de l'eau d'abreuvement et certaines pathologies rencontrées en élevage ; les GDS interrogés n'ont pu rapporter de cas précis. Des micro-organismes comme les salmonelles sont souvent cités. Plusieurs GDS s'interrogent sur l'existence possible de liens entre la qualité de l'eau d'abreuvement et des affections comme les diarrhées néonatales, des entérotoxémies, mammites, des avortements, néphrites ou pyélonéphrites, ou la qualité du lait.

Les recommandations des GDS relatives aux paramètres à rechercher dans l'eau d'abreuvement et l'interprétation des résultats diffèrent d'un département à l'autre. Les professionnels utilisent souvent des critères de qualité proches de ceux de l'EDCH. Cependant, des contaminations microbiologiques supérieures aux critères de l'EDCH sont fréquemment observées dans des eaux d'abreuvement d'origine superficielle sans que des troubles sanitaires ne soient rapportés.

5.2 CAPAE-Ouest – ENV Nantes

Le CAPAE-Ouest (Centre Antipoison Animal et Environnemental de l'Ouest-Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes) a enregistré, entre 1992 et 2008, 273 appels concernant la qualité de l'eau d'abreuvement des animaux de production (*cf.* annexe 7).

Deux types de question sont abordés au cours de ces appels :

- l'éleveur peut-il donner, ou continuer à donner, une eau non potable à ses animaux (en raison d'une contamination accidentelle ou parce que la source ne répond pas aux critères de qualité de l'EDCH) ;
- un problème au sein de l'élevage peut-il être lié à l'eau d'abreuvement qui n'est pas conforme aux limites et références de qualité de l'EDCH pour tel ou tel paramètre.

Pour répondre à ces questions, le CAPAE-Ouest s'appuie sur les recommandations ou règlements en vigueur dans certains pays (USA, Canada, Australie, *etc.*), sur ses propres observations, et sur les données toxicologiques disponibles dans la littérature pour certains paramètres. Chaque cas est apprécié dans sa globalité, en recueillant le maximum de données sur la qualité de l'eau et son origine (localisation géographique, profondeur du puits, nature du sol, environnement immédiat du point de captage, *etc.*). Un paramètre isolé dépassant la valeur de référence peut avoir différentes origines et ne pas entraîner le même type de risque selon les circonstances.

Le CAPAE-Ouest reste prudent sur toute dérogation aux limites et références de qualité de l'EDCH :

- pour les paramètres physico-chimiques : lorsque les dépassements peuvent présenter un risque pour le consommateur de denrées animales, comme dans le cas des pesticides ou des hydrocarbures, aucun écart n'est toléré ; lorsque ni la santé animale ni la santé humaine ne semblent menacées, d'autres critères d'acceptabilité peuvent être proposés (nitrates, fer, pH, *etc.*) ;
- pour les paramètres microbiologiques : lorsque les analyses d'eau donnent des résultats non conformes, le CAPAE-Ouest tient compte de l'origine de l'eau et de l'environnement de la ressource. Ainsi, dans les eaux superficielles, une flore totale (micro-organismes revivifiants) assez abondante peut être acceptée à condition que les germes témoins de contamination fécale soient présents en faible quantité.

Ces appels au centre antipoison permettent de recueillir deux types de données pouvant contribuer aux connaissances épidémiologiques et toxicologiques des contaminants :

- les niveaux de contamination de l'eau d'abreuvement ;
- l'état de santé du troupeau permettant de retirer des informations sur la tolérance des animaux aux polluants et, éventuellement, les effets indésirables observés. Il est également intéressant de noter les teneurs en polluants supérieures aux valeurs de référence de l'EDCH pour lesquelles aucun effet apparent sur la santé des animaux et/ou leurs productions n'est observé.

Quelques exemples précis ont été rapportés par le CAPAE-Ouest :

5.2.1 Contamination microbiologique

Ce type de contamination représente la première cause de mauvaise qualité de l'eau d'abreuvement.

Plusieurs appels ont fait état de cas de diarrhée chez des animaux ayant bu de l'eau renfermant des centaines de coliformes fécaux /100 mL. L'eau peut alors être incriminée, sans pour autant exclure une autre cause possible des troubles. D'autres appels évoquent l'apparition de mammites, ce qui est plus hypothétique. Un appel parle

d'immunodépression (échec vaccinal) dans un troupeau buvant dans un ruisseau renfermant par endroits plusieurs milliers de coliformes /100 mL, ce qui est probablement fortuit.

Un appel concernait un troupeau de vaches allaitantes de race charolaise qui ne présentait aucun signe clinique (diarrhée ou autre), alors qu'il buvait de l'eau pompée dans une mare collectant des eaux de pluie et présentant les concentrations en micro-organismes suivantes :

- Germes revivifiables à 22°C : > 30 000 /mL ;
- Germes revivifiables à 37°C : 5 600 /mL ;
- Coliformes thermotolérants : 100 /100 mL ;
- Entérocoques intestinaux : 200 /100 mL ;
- Absence de salmonelles dans 1 L.

5.2.2 pH

Les appels concernent plutôt des eaux à pH acide. En effet, dans certaines régions, les eaux souterraines peuvent présenter un pH inférieur à 6. L'interrogation porte sur un éventuel risque d'acidose. Le CAPAE-Ouest a enregistré des observations faisant état d'absence de problèmes avec un pH 5 (hormis le risque éventuel de corrosion pour les canalisations).

5.2.3 Nitrates et nitrites

Une concentration de 195 mg/L en nitrates (NO_3^-) a été signalée dans l'eau d'un puits utilisé pour l'abreuvement de dindes, sans qu'aucun problème ne soit observé.

5.2.4 Chlorure de sodium

L'excès de chlorure de sodium intéresse essentiellement les élevages bovins pâturent en zone de marais. Le cas a été rapporté d'une teneur de 20 g/L en NaCl accompagnée de troubles digestifs et nerveux.

Un autre appel portait sur une eau de forage profond (70 m), conforme à l'EDCH au regard de la qualité microbiologique et de la teneur en nitrates/nitrites, mais de minéralisation très forte, notamment en sodium (568 mg/L), en chlorures (4150 mg/L) et en magnésium (476 mg/L). Une baisse de production des vaches laitières et une mortalité des veaux recevant du lait reconstitué avec l'eau de ce forage ont été observées.

5.2.5 Sulfates

Un forage profond, ayant une teneur en sulfates de 2200 mg/L a été mis en cause dans le cas d'un troupeau laitier présentant différents troubles : inappétence, amaigrissement, chute de production et diarrhée-mortalité chez les veaux.

5.2.6 Fer

Les eaux de forage profond sont souvent riches en fer, d'où un nombre relativement important d'appels, surtout avant utilisation du forage. Les concentrations sont généralement comprises entre 0,2 et 1 mg/L.

Un troupeau de vaches laitières consommant une eau renfermant 5,95 mg/L de fer (et 0,85 mg/L de manganèse) n'a pas présenté de troubles.

Un autre troupeau laitier, consommant une eau renfermant 9,23 mg/L de fer, a présenté une baisse de production, sans toutefois de certitude quant à un lien de cause à effet.

5.2.7 Manganèse

Plusieurs appels rapportent des teneurs élevées en manganèse, généralement associées à une concentration importante de fer. Un appel concernait un troupeau de vaches laitières buvant une eau renfermant 8,7 mg/L de manganèse sans présenter de troubles. Le CAPAE-Ouest a considéré que cet abreuvement pouvait se poursuivre sous réserve d'un apport adapté de manganèse par la ration alimentaire.

Dans un élevage présentant une fréquence élevée de mammites et de métrites, l'eau d'abreuvement contenait 4,97 mg/L de manganèse et 7,08 mg/L de fer, mais le CAPAE-Ouest n'a pu confirmer le rôle de l'eau dans les troubles observés.

5.2.8 Aluminium

Les dosages d'aluminium dans l'eau sont rares. Un appel porte sur une analyse réalisée dans l'eau d'un forage situé à proximité d'une décharge. L'eau renfermait 1 mg/L d'aluminium, 2,3 mg/L de fer et 0,034 mg/L de plomb. Elle était utilisée pour abreuver un troupeau de vaches allaitantes dans lequel le vétérinaire observait une baisse de fertilité. Après une revue des cas similaires dans la bibliographie, le CAPAE-Ouest n'a pas conclu à la responsabilité de l'eau.

5.2.9 Hydrocarbures

Le CAPAE-Ouest a collecté plus d'une dizaine d'appels relatifs à des pollutions accidentelles de l'eau d'abreuvement par des hydrocarbures, la pollution n'étant pas toujours quantifiée. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ont été en général analysés et les concentrations observées de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines de microgrammes/L, n'ont pas été associées à des problèmes sanitaires. Le CAPAE-Ouest précise que si le risque pour la santé animale à court terme est inexistant, une contamination des denrées alimentaires produites ne peut être exclue.

La plus haute concentration en hydrocarbures totaux mesurée provient d'un puits en Normandie : 740 µg/L. Les analyses réalisées deux mois plus tard révélaient une contamination de l'eau de 370 µg/L et du lait du troupeau de 500 µg/L.

5.2.10 Pesticides

Le dosage des pesticides dans l'eau d'abreuvement est très rare. Le CAPAE-Ouest dispose de quelques données anciennes (1995-2000) concernant généralement l'atrazine, avec des valeurs comprises entre 0,1 et 0,3 µg/L.

Actuellement, les préoccupations portent davantage sur le glyphosate, pour lequel les concentrations, lorsqu'elles ont été mesurées, se sont avérées de l'ordre de 0,1 µg/L.

La contamination par des micro-organismes représente la seule altération de la qualité de l'eau qui puisse être mise en relation avec un problème pathologique constaté en élevage. Le CAPAE-Ouest souligne qu'il est très difficile de proposer d'autres critères de qualité que ceux de l'EDCH.

5.3 Autres données recueillies

L'institut de l'élevage (bureau d'Angers) a fourni quelques éléments, concernant essentiellement les bovins. Il existe une grande disparité de l'origine de l'eau selon les régions, au regard de l'accessibilité à l'eau du réseau de distribution public, du type de sol et de relief permettant ou non de creuser des forages profonds. Les considérations financières sont également prises en compte.

Les analyses demandées sont essentiellement bactériologiques, avec la recherche principalement d'*E. coli*, d'entérocoques intestinaux et de spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices. Les analyses physico-chimiques comprennent très peu de paramètres (pH, nitrates, parfois le fer, ce dernier pouvant provenir de l'altération des canalisations).

Les résultats de ces analyses sont le plus souvent comparés aux critères de qualité de l'EDCH, notamment pour les porcs et les volailles, espèces plus sensibles que les bovins.

Les résultats montrent que l'eau des puits d'une profondeur de l'ordre de 10 à 15 mètres présente une non-conformité microbiologique pour au moins un paramètre dans 70 à 80% des cas. Les forages dont la profondeur est d'environ 80 mètres s'avèrent moins contaminés, avec une non-conformité d'environ 60%. Cependant, le captage subissant souvent une contamination après le forage, en particulier au point d'abreuvement, les bacs d'abreuvement des petits ruminants sont presque systématiquement contaminés.

Les enquêtes menées n'ont pas permis de mettre en évidence un lien avéré entre la contamination des eaux d'abreuvement et les maladies observées en élevage. Les paramètres d'intérêt à rechercher et des valeurs pour lesquelles aucun trouble ne serait observé dans l'élevage n'ont ainsi pu être déterminés.

6 Réglementations et recommandations existantes, en France et dans d'autres pays, sur l'eau d'abreuvement

6.1 Réglementations

Les réglementations relatives à l'eau d'abreuvement sont peu nombreuses et l'inventaire qui suit ne peut prétendre à l'exhaustivité. Une recherche bibliographique a été effectuée et les autorités compétentes, lorsqu'elles ont pu être identifiées, ont été consultées.

Ces réglementations ont deux objectifs explicites : la protection de la santé humaine et animale et celle du bien-être animal. Elles sont le plus souvent générales, se limitant à préciser que l'eau doit être de qualité « adéquate », « appropriée », *etc.* Ces formulations sont souvent voisines, quel que soit l'objectif visé.

Compte tenu du périmètre de la saisine, n'est récapitulé ci-dessous que ce qui relève du premier objectif relatif à la santé humaine ou animale.

6.1.1 Codex alimentarius

Le *Codex alimentarius* a adopté en 2004 un code d'usages pour une bonne alimentation animale. Ce code, amendé en 2008 (les amendements n'ont pas concerné le paragraphe relatif à l'eau) énonce au point 6.3.1. intitulé « Eau » : *"L'eau de boisson [...] devrait être de qualité adaptée aux animaux produits. Lorsqu'il y a lieu de s'inquiéter d'une éventuelle contamination des animaux par l'eau, il convient de prendre les mesures nécessaires pour évaluer et réduire le plus possible les dangers."*

6.1.2 Réglementation européenne

La directive 96/23/CE du Conseil du 29 avril 1996 relative aux mesures de contrôle à mettre en œuvre à l'égard de certaines substances et de leurs résidus dans les animaux vivants et leurs produits et abrogeant les directives 85/358/CEE et 86/469/CEE et les décisions 89/187/CEE et 91/664/CEE³ comporte des dispositions relatives à l'eau d'abreuvement. L'article 3 énonce que *"la surveillance de la filière de production des animaux et des produits primaires d'origine animale en vue de la recherche des résidus et des substances visés à l'annexe I dans les animaux vivants, leurs excréments et liquides biologiques, ainsi que dans les tissus et produits animaux, les aliments pour animaux et eaux de boisson doit être effectuée conformément aux dispositions du présent chapitre"*. L'annexe I dresse une liste comportant deux groupes : le groupe A, relatif aux substances ayant un effet anabolisant et substances non autorisées, le groupe B relatif aux médicaments vétérinaires (y compris les substances non enregistrées qui pourraient être utilisées à des fins vétérinaires) et contaminants. Ces autres substances et contaminants sont les suivantes : composés organochlorés, y compris les PCB, composés organophosphorés, éléments chimiques, mycotoxines, colorants, autres. L'article 5 prévoit la mise en place par chaque Etat membre d'un plan de surveillance. Ce plan doit *"prévoir la recherche des groupes de résidus ou des substances selon le type d'animaux, conformément à l'annexe II et préciser en particulier les mesures de recherche de la présence de ces substances [...] dans les eaux de boisson des animaux"*. L'annexe II, bien que s'intitulant *"Groupes de résidus et de substances à détecter par type d'animaux, d'aliments et d'eaux de boisson et par type de produits d'origine primaire"* présente un tableau qui ne précise rien en matière d'eaux de boisson. Le bilan des résultats de ces contrôles réalisés en France en 2008 (note de service de la DGA/SDSPA/N2009-8295 du

³ Modifiée en dernier lieu par la directive 2006/104/CE du Conseil du 20 novembre 2006 (JOUE L 363 du 20.12.2006, pages 352 à 367).

27 octobre 2009) montre que, concernant l'eau d'abreuvement, seuls des élevages de volailles ont été échantillonnés. Aucune des substances recherchées n'a été détectée.

Le règlement (CE) n° 178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires précise :

- dans son article 2, que : *"Aux fins du présent règlement, on entend par «denrée alimentaire» (ou «aliment»), toute substance ou produit, transformé, partiellement transformés ou non transformé, destiné à être ingéré ou raisonnablement susceptible d'être ingéré par l'être humain. Ce terme recouvre les boissons, les gommes à mâcher et toute substance, y compris l'eau, intégrée intentionnellement dans des denrées alimentaires au cours de leur fabrication, de leur préparation ou de leur traitement. Il inclut l'eau au point de conformité défini à l'article 6 de la directive 98/83/CE, sans préjudice des exigences des directives 80/778/CEE et 98/83/CE." ;*
- dans son article 3, que : *"Aux fins du présent règlement, on entend par «aliment pour animaux», toute substance ou produit, y compris les additifs, transformé, partiellement transformé ou non transformé, destiné à l'alimentation des animaux par voie orale.".*

Selon ce règlement, la fonction prise en compte pour définir l'aliment étant l'ingestion dans le cas d'un aliment destiné à l'Homme, et l'alimentation par voie orale dans le cas de l'aliment destiné aux animaux, l'eau d'abreuvement devrait être considérée comme un aliment pour animaux. D'ailleurs, la directive 2002/32/CE du Parlement européen et du Conseil du 7 mai 2002 sur les substances indésirables dans les aliments pour animaux⁴, précise :

- dans le 4^e considérant que : *"Les règles concernant la qualité et la sécurité des produits destinés aux aliments pour animaux doivent s'appliquer à la qualité et la salubrité de l'eau consommée par les animaux. Bien que la définition des aliments pour animaux n'empêche pas de considérer l'eau comme faisant partie des aliments pour animaux, celle-ci ne figure pas dans la liste non exhaustive des principales matières premières des aliments des animaux établie par la directive 96/25/CE du Conseil du 29 avril 1996 concernant la circulation et l'utilisation des matières premières des aliments pour animaux⁵. Il est nécessaire d'examiner, dans le cadre de cette directive, la question de savoir s'il convient de considérer l'eau comme faisant partie des aliments pour animaux⁶." ;*
- dans l'article 2, a) que : *"les produits d'origine végétale ou animale à l'état naturel, frais ou conservés, et les dérivés de leur transformation industrielle, ainsi que les substances organiques ou inorganiques, simples ou en mélanges, comprenant ou non des additifs, qui sont destinés à l'alimentation des animaux par voie orale.".* Cette définition détaillée⁷ est compatible avec celle du règlement (CE) n°178/2002.

⁴ Directive publiée au JOCE du 30 mai 2002, L 140, pages 10 à 21. Cette directive a abrogé la directive 1999/29/CE du Conseil du 22 avril 1999 concernant les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux (JOCE du 4 mai 1999, L 115, pages 32 à 46).

⁵ Il faut d'ailleurs noter que ce considérant ne figurait pas dans la proposition initiale de la Commission du 17 décembre 1999, publiée au JOCE du 28 mars 2000, C 89, pages 70 à 79. Il n'a été introduit qu'au cours de l'examen du texte par le Parlement européen.

⁶ Malgré l'existence de ce considérant, on ne trouve aucune trace dans les dispositions de la directive d'une réponse directe à cette question, pas plus qu'une prise en compte de l'apport éventuel de substances indésirables présentes dans l'eau d'abreuvement pour établir la limite maximale de ces substances dans les aliments pour animaux.

⁷ Cette définition est la reprise à l'identique de celle figurant à l'article 2 de la directive 1999/29/CE du 22 avril 1999.

Par ailleurs, le règlement (CE) n° 767/2009⁸ concernant la mise sur le marché et l'utilisation des aliments pour animaux précise :

- au 6^e considérant que : *"Contrairement à la définition des denrées alimentaires qui figure dans le règlement (CE) n° 178/2002, celle des aliments pour animaux n'inclut pas l'eau. En outre, étant donné que l'eau n'est pas commercialisée aux fins de l'alimentation des animaux, le présent règlement ne devrait pas fixer de conditions afférentes à l'eau utilisée dans l'alimentation animale. Il devrait toutefois s'appliquer aux aliments pour animaux qui sont utilisés dans l'eau. L'utilisation d'eau par les entreprises du secteur de l'alimentation est régie par le règlement (CE) n° 183/2005 du Parlement européen et du Conseil du 12 janvier 2005 établissant des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux"*⁹ ;
- dans son article 2 que : *"le présent règlement ne s'applique pas à l'eau, qu'elle soit ingérée directement par les animaux ou incorporée intentionnellement aux aliments pour animaux."*

Il en résulte que les obligations générales énoncées dans l'article 4 du règlement (CE) n° 183/2005 du Parlement européen et du Conseil du 18 janvier 2005 établissant des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux¹⁰ ne s'appliquent pas à l'eau d'abreuvement : *"lors de l'alimentation d'animaux producteurs de denrées alimentaires, les agriculteurs prennent des mesures et adoptent des procédures afin de maintenir au niveau le plus bas qui puisse être raisonnablement atteint le risque de contamination biologique, chimique et physique des aliments pour animaux, des animaux et des produits animaux"*.

De ce fait, seules les obligations énoncées dans le point 5 de l'article 5, concernent l'eau d'abreuvement : *"les agriculteurs se conforment aux dispositions de l'annexe III lors de l'alimentation des animaux producteurs de denrées alimentaires"*. Cette annexe III, précise que : *"L'eau destinée à l'abreuvement ou à l'aquaculture doit être d'un niveau de qualité adéquat pour les animaux en cours de production. Lorsqu'il y a lieu de craindre une contamination des animaux ou des produits animaux par l'eau, des mesures doivent être prises pour évaluer les risques et les réduire au minimum. Les installations d'alimentation et d'abreuvement doivent être conçues, construites et installées de manière à réduire au minimum les risques de contamination des aliments pour animaux et de l'eau. Les systèmes d'abreuvement doivent être nettoyés et entretenus régulièrement, dans la mesure du possible."*

Le règlement hygiène n° 183/2005 recommande aussi la réalisation de guides de bonne pratique d'hygiène (GBPH). Les guides relatifs aux bonnes pratiques d'hygiène en élevage ne donnent pas de recommandations précises sur la qualité de l'eau d'abreuvement.

Concernant le mode de production biologique relevant du règlement (CE) n° 834/2007 du Conseil du 28 juin 2007, la qualité de l'eau n'est envisagée que dans l'article 15 fixant les règles applicables à la production d'animaux d'aquacultures.

⁸ Règlement (CE) n°767/2009 du Parlement européen et du Conseil du 13 juillet 2009 concernant la mise sur le marché et l'utilisation des aliments pour animaux, modifiant le règlement (CE) n°1831/2003 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 79/373/CEE du Conseil, la directive 80/5111/CEE de la Commission, les directives 82/471/CEE, 83/228/CEE, 93/74/CEE, 93/113/CE et 96/25/CE du Conseil, ainsi que la décision 2004/217/CE de la Commission. Ce règlement est entré en vigueur le 21 septembre 2009 et applicable à compter du 1^{er} septembre 2010.

⁹ L'annexe I de ce règlement précise que *"l'eau utilisée dans la fabrication des aliments pour animaux doit être d'un niveau de qualité adéquat pour les animaux ; les conduites doivent être composées de matériaux inertes."*

¹⁰ Règlement publié au JOUE du 8 février 2005, entré en vigueur le jour de sa publication et applicable à compter du 1^{er} janvier 2006.

Ainsi, l'eau d'abreuvement n'est pas considérée comme un aliment pour animaux, alors que l'EDCH est considérée comme une denrée alimentaire (alimentation humaine). Au final, c'est principalement le règlement (CE) n° 183/2005 qui s'applique, et donc la prescription "eau d'abreuvement d'un niveau de qualité adéquate", qui est imprécise et peu contraignante.

6.1.3 Réglementation française

En France, il n'existe pas d'obligations réglementaires (ni de résultats, ni de moyens) relatives à la qualité sanitaire de l'eau destinée à l'abreuvement des animaux d'élevage, excepté pour les troupeaux de volailles de l'espèce *Gallus gallus*.

6.1.3.1 Charte sanitaire officielle des troupeaux de volailles de l'espèce *Gallus gallus*

La charte sanitaire officielle des troupeaux de volailles de l'espèce *Gallus gallus*, tant en filière chair¹¹ qu'en filière ponte d'œufs de consommation¹² impose que la qualité bactériologique de l'eau de boisson, à son point d'arrivée dans le bâtiment d'élevage, soit contrôlée : "La conformité de l'eau de boisson aux critères bactériologiques suivants doit être contrôlée au moins semestriellement en cas d'alimentation par réseau privé, et au moins annuellement s'il s'agit d'eau du réseau public :

- *Entérocoques* : absence dans 100 mL ;
- *E. coli* : absence dans 100 mL ;
- *Salmonelles* : absence dans 5 litres.

En cas de résultat défavorable, un traitement biocide dont l'efficacité est vérifiée, est appliqué. Le directeur départemental des services vétérinaires interdit l'usage des eaux de forage en cas d'échec de ce traitement, s'il considère que celui-ci peut-être à l'origine de ce résultat défavorable."

6.1.3.2 Règlement sanitaire départemental

L'article 154 du règlement sanitaire départemental type précise que : « *les bâtiments sont approvisionnés en quantité suffisante d'eau de bonne qualité pour l'abreuvement des animaux et d'eau de lavage pour l'entretien des établissements et des installations. Les installations et appareils de distribution destinés à l'abreuvement des animaux ne doivent pas être susceptibles, du fait de leur conception ou de leur réalisation, d'entraîner, à l'occasion des phénomènes de retour d'eau, la pollution du réseau d'eau potable.* ».

6.1.3.3 Autres

Les décrets relatifs aux appellations d'origine contrôlée (AOC) ne fixent pas, en général, d'exigences sur la qualité de l'eau à utiliser tout au long de la filière, notamment pour l'abreuvement des animaux.

La Direction des produits réglementés (ex DIVE) de l'Anses, en charge de l'évaluation des produits phytopharmaceutiques, évalue leur écotoxicité, notamment leurs effets sur les oiseaux et les mammifères via leur présence dans l'eau d'abreuvement conformément au guide SANCO 4145/2000. La méthodologie d'évaluation des risques liés aux pesticides dans l'eau d'abreuvement, pour les oiseaux et les mammifères, est basée sur l'exposition de petits animaux granivores. En effet, la plupart des oiseaux et des mammifères peuvent

¹¹ Arrêté du 26 février 2008 relatif aux modalités de la participation financière de l'Etat à la lutte contre les infections à *Salmonella* dans les troupeaux de reproduction de l'espèce *Gallus gallus* en filière chair (cf. annexe A).

¹² Arrêté du 26 février 2008 relatif aux modalités de la participation financière de l'Etat à la lutte contre les infections à *Salmonella* dans les troupeaux de reproduction de l'espèce *Gallus gallus* en filière ponte d'œufs de consommation (cf. annexe A).

satisfaire une grande partie de leurs besoins en eau *via* l'alimentation, excepté lorsque leur teneur en eau est faible, ce qui est le cas des graines. Cette méthodologie se réfère à des réservoirs d'eau très petits, l'eau retenue sur les feuilles des plantes après application d'un pesticide et irrigation (ou pluie) d'une part, et les flaques formées sur la surface d'un champ après la pluie, après application de pesticides d'autre part. Dans ces situations, la concentration en pesticides dans l'eau est très forte et bien supérieure aux concentrations auxquelles sont exposés les animaux d'élevage. Selon le guide, l'expérience a montré que l'absorption de l'eau à partir de grands plans d'eau était peu susceptible de présenter un risque (EFSA, 2008).

6.2 Recommandations

6.2.1 Recommandations de la FAO et de l'OMS

Les recommandations de l'Organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) sont basées sur celles (Ayers et Westcot, 1994) :

- de la "National Academy of Sciences" (NAS) concernant l'utilisation des eaux salines pour l'abreuvement et les concentrations en substances inorganiques toxiques tolérables (*cf.* paragraphe 5.2.4.3. et annexes 8 et 9) ;
- de l'"Australian Water Resources Councils" pour les concentrations en magnésium acceptables (*cf.* paragraphe 5.2.4.1. de l'annexe 10).

Actuellement, il n'existe pas de recommandations de l'OMS concernant les critères de qualité de l'eau d'abreuvement même si elles ont pu être édictées dans le passé au regard d'articles et de thèses en faisant mention (Dermaux, 1999 ; Gadin-Goyon, 2002 ; Pierroux, 2008). En revanche, l'OMS a édité des recommandations relatives notamment au contrôle des zoonoses d'origine hydrique (OMS, 2004b).

6.2.2 Recommandations en France

Le "SEQ-Eau abreuvement", même s'il n'a plus de valeur réglementaire et n'a jamais été beaucoup utilisé, propose des valeurs limites en contaminants à ne pas dépasser sur la base des recommandations canadiennes sur l'eau d'abreuvement publiées par le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (*cf.* annexe 11) ainsi que sur l'avis d'experts. En effet, parmi les usages des ressources en eau envisagés par le "SEQ-Eau" figure l'usage "Abreuvement", correspondant à l'aptitude de l'eau à permettre l'abreuvement des animaux d'élevage.

Ce système d'évaluation de la qualité de l'eau classe les animaux en trois catégories d'âge et de sensibilité :

1. *les animaux consommés "adolescents", volailles de chair, veaux de lait, porcs charcutiers. Ils ont une croissance accélérée et sont très sensibles à tous les polluants ;*
2. *les animaux consommés à maturité (ils ont une croissance lente et sont moins vulnérables) ;*
3. *les animaux de reproduction (exigences strictes pour la gestation et l'allaitement).*

Le "SEQ-Eau" définit trois niveaux de qualité de l'eau :

Bleu Eau permettant l'abreuvement de tous les animaux, y compris les plus sensibles (animaux "adolescents", en gestation ou allaitant).

Jaune Eau permettant l'abreuvement des animaux matures, moins vulnérables (bovins, ovins), mais demandant une surveillance accrue.

Rouge Eau inapte à l'abreuvement des animaux.

Le "SEQ-Eau abreuvement" prend en compte quatre altérations (grands types de dégradations de la qualité de l'eau) sur les 17 existantes, pour déterminer le niveau de

qualité de l'eau d'abreuvement (MEDD/Agences-de-l'eau, 2003 ; MEDD/Agences-de-l'eau/BRGM, 2003 ; ONEMA et OIEau, 2010 ; Simonet, 2001) (cf. tableau II de l'annexe 12).

Concernant l'altération "Minéralisation", au moins deux des trois paramètres (le paramètre calcium non compris) sont pris en compte pour le classement. Une trop forte salinité peut avoir des effets toxiques et parfois même mortels sur les animaux d'élevage (réduction de croissance, affaiblissement, troubles physiologiques, etc.). Certains ions, comme le calcium, sont indispensables à la croissance, mais de fortes concentrations peuvent contribuer à des carences en phosphore ou en certains oligoéléments comme le zinc. Les ions sulfates, entraînent une baisse de production et des carences en cuivre, zinc, fer ou manganèse. Chez des bovins en croissance ou à l'engraissement, une teneur supérieure à 2500 mg de sulfates/L est un facteur de risque de polioencéphalomalacie (NRC, 2005).

Concernant l'altération "Micropolluants minéraux", au moins quatre paramètres sur les neuf sont pris en compte pour le classement. Les paramètres aluminium, béryllium, bore, cobalt, fluorures, molybdène, vanadium ont été considérés comme des éléments pertinents vis-à-vis de l'abreuvement mais n'ont pas été pris en compte dans le système SEQ-Eau. Pour la fonction abreuvement des animaux, les micropolluants minéraux ont été considérés comme toxiques à deux niveaux : pour les animaux qui les ingèrent (réduction de croissance, anémie, baisse de production, effet mutagène et parfois effet cancérigène), mais également pour les humains, *via* les produits animaux qu'ils consomment (lait, foie, reins), susceptibles d'accumuler des micropolluants (cadmium, mercure, plomb).

Par ailleurs, les altérations "Pesticides", "Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)", "Polychlorobiphényles (PCB)" et " Micropolluants organiques (autres)" sont envisagées comme ayant une influence sur l'appétit de l'eau à l'abreuvement, mais ne sont pas pris en compte dans le SEQ-Eau.

Les recommandations du Canada relatives aux pesticides (mêmes limites de qualité de l'EDCH) et aux micro-organismes (absence d'*E. coli* et d'entérocoques intestinaux dans 100 mL pour la classe « bleu » et < 30 UFC/100 mL pour la classe « jaune »), envisagées un temps, ont été jugées trop sévères et n'ont pas été reprises (Montiel, 2007a ; Montiel, 2007b). Les critères de qualité proposés sont résumés dans le tableau V.

Tableau V : Altération de l'usage abreuvement, paramètres associés et seuils de classement des altérations

Altération	Paramètre de l'altération	Unités	Classe d'altération		
			Bleu	Jaune	Rouge
Nitrates	Nitrates	mg/L NO ₃	50	450	> 450
Nitrites	Nitrites	mg/L NO ₂	0,1	30	> 30
Minéralisation	Résidu sec	mg/L à 180°C	1000	5000	> 5000
	Sulfates	mg/L	250	1000	> 1000
	Sodium	mg/L	150	2000	> 2000
	Calcium	mg/L	1000	1000	>1000
Micropolluants minéraux	Arsenic	µg/L	50	500	> 500
	Cadmium	µg/L	5	20	> 20
	Chrome	µg/L	50	1000	> 1000
	Cuivre	µg/L	500	5000	> 5000
	Mercure	µg/L	1	3	> 3
	Nickel	µg/L	50	1000	> 1000
	Plomb	µg/L	50	100	> 100
	Sélénium	µg/L	10	50	> 50
	Zinc	µg/L	5000	50000	> 50000

6.2.3 Recommandations dans d'autres Etats membres de l'Union européenne ou faisant partie contractante de l'accord instituant l'espace économique européen

Les autres Etats membres de l'Union européenne ou faisant partie contractante de l'accord instituant l'espace économique européen n'ont pas de réglementation spécifique à la qualité de l'eau d'abreuvement.

L'Angleterre, le Pays de Galles, Chypre, la République Tchèque, la Slovénie, la Hongrie et l'Espagne recommandent d'utiliser de l'EDCH.

En Angleterre et au Pays de Galles, la consommation d'eaux de rivières et des ruisseaux est considéré comme sans risque pour les animaux contrairement à celle des mares dont la consommation est déconseillée.

Les pays disposant de recommandations et/ou de lignes directrices relatives à l'eau d'abreuvement sont peu nombreux.

6.2.3.1 Pays-Bas :

Les paramètres recherchés et leurs limites de qualité sont basés sur ceux de l'eau potable et sur l'expérience du secteur vétérinaire (Dutch Health organisation for cattle and husbandery animals, communication personnelle, 2010) et sont présentés dans le tableau VI.

Tableau VI : Lignes directrices pour l'eau d'abreuvement aux Pays-Bas

Paramètres	Vaches et autres ruminants (moutons, chèvres, etc.)		Porcs, chevaux et autres mono-gastriques		Volailles	
	Sans risque pour la majorité des animaux	À risque pour la majorité des animaux	Sans risque pour la majorité des animaux	À risque pour la majorité des animaux	Sans risque pour la majorité des animaux	À risque pour la majorité des animaux
pH	5-8,5	< 4 et > 9	5-8,5	< 4 et > 9	5-8,5	< 4 et > 9
Ammonium (mg/L)	< 2	> 10	< 1	> 2	< 1	> 2
Nitrites (mg/L en NO₂)	< 0,1	> 1,0	< 0,1	> 1,0	< 0,1	> 1,0
Nitrates (mg/L en NO₃)	< 100	> 200	< 100	> 200	< 100	> 200
Chlorures (mg/L)	< 250	> 2000	< 250	> 1000	< 200	> 250
Sodium (mg/L)	< 800	> 1500	< 400	> 800	< 150	> 200 (> 400 pour poudeuses)
Sulfates (mg/L)	< 150	> 250	< 150	> 250	< 150	> 250
Fer (mg/L)	< 0,5	> 10	< 0,5	> 10	< 0,5	> 5,0
Manganèse (mg/L)	< 1,0	> 2,0	< 1,0	> 2,0	< 0,5	> 1,0
Dureté (°DH¹³)	< 20	> 25	< 20	> 25	< 15	> 20
Oxydabilité (mg/L)	< 50	> 200	< 50	> 200	< 50	> 100
Sulfure d'hydrogène	Non détectable		Non détectable		Non détectable	
Bactéries coliformes (UFC¹⁴/mL)	< 100	> 100	< 100	> 100	< 100	> 100
Germes aérobies revivifiables (UFC/mL)	< 100 000	> 100 000	< 100 000	> 100 000	< 100 000	> 100 000

6.2.3.2 Allemagne

Des recommandations du ministère fédéral de l'alimentation, de l'agriculture et de la protection des consommateurs ("*Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*") existent depuis le 25 mai 2007 (Federal Ministry of Food Agriculture and Consumer Protection of Germany, 2010 ; Kamphues *et al.*, 2007). Elles ont été établies à partir de données de la littérature et de considérations de sécurité sanitaire. Ces dernières se basent sur le principe selon lequel pour une substance donnée, l'eau d'abreuvement ne doit pas apporter plus de 10% de la quantité maximale journalière admissible (consommation de 3 litres d'eau par kg de matière sèche ingérée). Cependant,

¹³ Degré allemand (°DH) = 1,79 degré français (°f).

¹⁴ UFC : Unité formant colonie.

si la concentration ainsi calculée est plus faible que celle exigée pour l'EDCH, la limite de qualité de l'EDCH a été retenue.

Tableau VII : Recommandations pour l'eau d'abreuvement en Allemagne

Paramètre	Limite de qualité	Commentaire
Paramètres microbiologiques		
<i>Salmonella</i> (UFC/100 mL)	Non détecté	
<i>Campylobacter</i> (UFC/100 mL)	Non détecté	
<i>Escherichia coli</i> (UFC/10 mL)	Non détecté	
Micro-organismes revivifiables à 20°C (UFC/mL)	10 000	
Micro-organismes revivifiables à 37°C (UFC/mL)	1 000	
Paramètres physico-chimiques		
pH	> 5 et < 9	Si pH < 5 corrosion possible du système de distribution d'eau
Conductivité (µS/cm)	< 3000	Diarrhées possibles si valeurs élevées et problème d'appétence
Sels dissous totaux (g/L)	< 2,5	
Oxydabilité (mg/L)	< 15 < 5 pour l'eau rentrant dans le système de distribution	Présence de substances organiques dans l'eau
Paramètres chimiques		
Ammonium (mg/L)	< 3	Présence de contamination
Arsenic (mg/L)	< 0,05	Problèmes pathologique
Plomb (mg/L)	< 0,1	
Cadmium (mg/L)	< 0,02	
Calcium (mg/L)	500	Troubles fonctionnels et dépôts de calcaires dans les canalisations et valves
Chlorures (mg/L)	< 250 pour les volailles < 500 pour les autres espèces	Déjections humides chez les volailles
Fer (mg/L)	< 3	Antagoniste des autres éléments traces, dépôts de fer dans les canalisations, formation de biofilm, problème de saveur
Fluor (mg/L)	< 1,5	Problèmes dentaires et osseux
Potassium (mg/L)	< 250 pour les volailles < 500 pour les autres espèces	Déjections humides chez les volailles
Cuivre (mg/L)	< 2	Il convient de faire attention à l'apport total en cuivre pour les moutons et les veaux, notamment s'ils consomment des substituts de lait (utiliser des substituts contenant peu de cuivre)
Manganèse (mg/L)	< 4	Sédimentation dans le système de distribution et formation possible de biofilm
Sodium (mg/L)	< 250 pour les volailles < 500 pour les autres espèces	Déjections humides chez les volailles
Nitrates (mg/L en NO ₃ ⁻)	< 300 pour les ruminants < 200 pour les veaux et autres espèces	Risque de méthémoglobinémie, faire attention à l'apport total.
Nitrites (mg/L en NO ₂ ⁻)	< 30	Risque de méthémoglobinémie, faire attention à l'apport total.
Mercure (mg/L)	< 0,003	Troubles généraux
Sulfates (mg/L)	< 500	Effet laxatif
Zinc (mg/L)	< 5 pour la préparation	

6.2.4 Recommandations dans d'autres pays

Les valeurs limites ou de références des contaminants proposées par ces pays pour l'eau d'abreuvement figurent en annexe et des précisions sur la façon dont ces valeurs ont été fixées par différents organismes sont données ci-après.

6.2.4.1 Australie et Nouvelle-Zélande

Des recommandations sur la qualité de l'eau d'abreuvement figurent dans deux documents (cf. annexe 10) :

- "Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality : volume 3 : primary Industries – Livestock drinking guidelines (octobre 2000)" du National Water Quality Management Strategy (NWQMS) - Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC), Agriculture and Resource management council of Australian and New Zealand (ARMCANZ)" (ANZECC et ARMCANZ, 2000) ;
- "A compilation of Australian water quality criteria" (Hart, 1974).

Dans le premier document, la détermination des valeurs limites a été réalisée sur la base d'une revue critique de la littérature disponible au moment de la rédaction des lignes directrices avec une préférence pour les données australiennes et néozélandaises. Beaucoup d'informations trouvées dans la littérature sont basées sur des observations de terrain plutôt que sur les données expérimentales. Pour plusieurs paramètres, des valeurs limites (valeurs en dessous desquelles le risque d'effets indésirables sur la santé animale est faible et au-delà desquelles des investigations sont recommandées pour évaluer les risques) ont été calculées en utilisant des données relatives aux effets chroniques et aigus sur l'animal, en prenant en compte le poids de l'animal, le pourcentage de la substance ingérée *via* l'eau et les facteurs de sécurité pour les données non spécifiques obtenues dans d'autres espèces.

Les recommandations émanant du deuxième document ont été élaborées à partir de trois documents sources principaux (AWRC, 1969) (NCWQ, 1968) (McKee et Wolfe, 1963).

6.2.4.2 Canada

Des concentrations limites maximales recommandées de contaminant dans l'eau d'abreuvement du Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) existent depuis 1987, et ont été mises à jour en 1992, 1999 et 2005 (CCME, 1999a ; CCME, 1999b) (cf. annexe 11). Elles visent à protéger à la fois les animaux d'élevage et le consommateur des denrées produites. Elles ont été élaborées selon le protocole figurant en annexe 13, en tenant compte :

- des données de toxicité sur l'animal et notamment de la dose journalière admissible (DJA) d'un contaminant donné pour les différentes espèces d'animaux d'élevage (en mg/kg de poids vif/j) ;
- de la quantité d'eau consommée quotidiennement (en L/j) ;
- de la masse corporelle des animaux (en kg) ;
- de la possibilité de bioaccumulation dans les produits d'élevage ;
- de la concentration de certains éléments ou composés ajoutés aux aliments pour favoriser la prise de poids et réduire le risque de maladie (par exemple, si l'eau de d'abreuvement contient des concentrations élevées en certains éléments, l'alimentation devra être modifiée pour que la ration quotidienne de ces éléments n'atteigne pas un niveau toxique pour les animaux).

Ce protocole ne s'applique pas aux substances cancérogènes (sans seuil d'effet toxique), pour lesquelles l'évaluation des données existantes a permis de décider si les recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine pouvaient être adoptées comme recommandations provisoires pour le bétail.

La DJA est calculée en divisant la moyenne géométrique¹⁵ de la dose minimale produisant un effet observé (DMEO) et de la dose sans effet observé (DSEO) par un facteur de sécurité approprié.

Les substances chimiques d'intérêt ont été choisies dans la liste des substances d'intérêt prioritaire de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement ou la liste des pesticides d'intérêt prioritaire du groupe de travail du CCME sur les recommandations pour la qualité des eaux. De plus, des organismes fédéraux, provinciaux et territoriaux ont été sollicités pour identifier les problèmes régionaux.

Pour chacun des paramètres d'intérêt, une recherche bibliographique a été effectuée, les études étant sélectionnées selon leur degré de pertinence afin de définir des recommandations pour la qualité de l'eau d'abreuvement destinée au bétail. Un nombre de données minimum ont été requis pour l'établissement de ces dernières : le nombre d'études relatives à un contaminant, la diversité des espèces étudiées vis-à-vis de la toxicité, la durée des essais, la bioconcentration, la mobilité de la substance, la persistance dans l'eau. Les études d'expositions chroniques, portant sur les stades de vie les plus sensibles, avec une administration de la substance par voie orale, ont été préférées.

6.2.4.3 USA

Des recommandations sur la qualité de l'eau d'abreuvement ont été publiées par plusieurs organismes (cf. annexe 8) :

- la "National Academy of Sciences" (NAS). Les valeurs proposées ont une marge de sécurité importante, elles sont basées sur les teneurs normalement retrouvées dans les eaux souterraines et de surface, et ne sont pas nécessairement les limites de tolérance de l'animal (NAS, 1974) ;
- l'"United States Environmental Protection Agency" (US-EPA, 1973);
- le "Council of Agricultural Science and Technology" (CAST, 1974).
- Selon le NAS, certains éléments, rares dans l'eau, ne sont pas problématiques pour les élevages car ils n'apparaissent pas à des taux importants sous forme soluble ou ne sont toxiques qu'à de fortes concentrations. C'est le cas du fer, de l'aluminium, du béryllium, du bore, du chrome, du cobalt, du cuivre, de l'iode, du manganèse et du zinc. Ces éléments ne semblent pas s'accumuler dans la viande, le lait ou les œufs même à des teneurs élevées dans l'eau d'abreuvement susceptibles de poser un problème pour la santé des animaux. À l'inverse, des éléments comme le plomb, le mercure, le cadmium doivent être considérés comme des problèmes potentiels car ils peuvent s'accumuler dans la viande, le lait ou les œufs à des teneurs rendant les produits impropres à la consommation humaine.

6.2.4.4 Afrique du Sud

Le South African water quality guidelines (South-Africa, 1996) propose des valeurs guide adaptées à l'Afrique du Sud au regard des travaux de recherche et des expériences locales fondées sur les recommandations canadiennes et australiennes (cf. annexe 8).

Les facteurs pris en compte pour l'établissement des valeurs du guide sont :

- les tolérances de l'espèce considérée ;
- l'impact climatique sur l'animal ;
- l'environnement alimentaire ;

¹⁵ La moyenne géométrique est la racine n-ième du produit des différentes valeurs qui est une meilleure approximation que la moyenne arithmétique lorsque les valeurs proviennent de sources diverses, sachant que les sources sont fausses sans doute de la même manière.

- le système de production ;
- la physiologie de l'animal ;
- la phase de production de l'animal ;
- l'effet du temps d'exposition à la substance dangereuse ;
- l'effet d'une ingestion concentrée pendant une courte période ;
- l'impact physiologique de l'exposition à des substances potentiellement dangereuses ;
- l'implication économique de telles expositions ;
- les interactions synergiques et antagonistes entre les composants de l'eau.

Ainsi, le guide précise :

- la concentration n'entraînant pas d'effet indésirable ;
- décrit les possibles effets qui peuvent apparaître si le bétail a accès à de l'eau dépassant ces concentrations ;
- les concentrations qui peuvent être tolérées pendant de courtes durées.

Tableau VIII : Composants potentiellement dangereux de l'eau et probabilité d'occurrence

CATEGORIE A : COMPOSANTS DE L'EAU POTENTIELLEMENT DANGEREUX, AVEC UNE HAUTE PROBABILITE D'OCCURRENCE	
Salinité Chlorure Sulfates Arsenic Cuivre Sodium	Calcium Fluorure Molybdène Magnésium Nitrates et nitrites Algues toxiques
CATEGORIE B : COMPOSANTS DE L'EAU POTENTIELLEMENT DANGEREUX, AVEC UNE FAIBLE PROBABILITE D'OCCURRENCE	
Cadmium Chrome Mercure Plomb Zinc Sélénium Bore Aluminium	Cobalt Fer Nickel Vanadium Manganèse Pesticides

Source : SAWQ, 1996

Les recommandations concernant la qualité de l'eau d'abreuvement dans les différents pays font appel à des approches et méthodologies différentes. Ainsi, la qualité recommandée pour l'eau d'abreuvement peut différer de façon importante selon les sources documentaires, dans la mesure où les concentrations guides déterminées correspondent parfois à des valeurs maximales admissibles, mais peuvent aussi être des concentrations "idéales" incluant des facteurs de sécurité.

7 Paramètres d'intérêt et recommandations de bonnes pratiques pour l'abreuvement des animaux

Dans les exploitations agricoles, les règlements du « paquet hygiène »¹⁶ imposent l'utilisation d'une eau conforme aux exigences de qualité réglementaires des EDCH pour certains usages comme l'hygiène corporelle des employés, le lavage des mains et de certains matériels (matériel de traite et de stockage du lait, etc.). Il en va de même pour l'administration de traitements médicamenteux. Cependant, pour d'autres usages comme l'abreuvement des animaux, une eau de qualité moindre peut être suffisante (cf. chapitre 5). Cette eau de qualité "adéquate" devrait être définie, ce qui est l'objectif de ce chapitre.

Les recommandations relatives à l'eau d'abreuvement mentionnées ci-dessous doivent être nuancées et adaptées en fonction du mode d'élevage :

- eaux alimentant des enceintes ou des bâtiments d'élevage, et dont la qualité peut être maîtrisée ;
- ressources en eau (rivières, lacs ou mares) dans lesquelles s'abreuvent directement les animaux et dont la qualité ne peut être maîtrisée.

Les recommandations doivent être adaptées à la sensibilité de l'espèce considérée et à l'état physiologique de l'animal (âge notamment).

7.1 Paramètres d'intérêt à rechercher dans l'eau d'abreuvement

La qualité de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage vis-à-vis de polluants chimiques et de contaminants microbiologiques doit être surveillée par les éleveurs. La fréquence des prélèvements d'échantillons d'eau et d'analyses à effectuer, les paramètres à rechercher et les critères de qualité (concentrations maximales) recommandés, sont définis ci-dessous.

Les paramètres à rechercher sont :

- soit des paramètres indicateurs devant servir de signal d'alerte en cas de dépassement, sans toutefois avoir forcément de conséquence directe sur la santé animale ou la salubrité des denrées animales produites (**paramètres d'alerte**) ;
- soit des paramètres dont le dépassement présente un risque pour la santé animale ou la salubrité des denrées animales produites (**paramètres à risque**).

Des analyses supplémentaires peuvent être réalisées en fonction de la situation locale (pollution, zoonose, etc.).

¹⁶ Notamment le règlement (CE) n° 853/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 modifié relatif à l'hygiène des denrées alimentaires et le règlement (CE) n° 953/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 modifié fixant des règles spécifiques applicables aux denrées alimentaires d'origine animale.

7.1.1 Paramètres microbiologiques

7.1.1.1 Paramètres et valeurs d'alerte

Il n'existe pas d'indicateur universel pouvant représenter l'ensemble des micro-organismes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux (bactéries, virus, protozoaires, champignons, etc.) (Afssa, 2009d)¹⁷.

En l'absence de données précises de contamination des eaux par les agents pathogènes spécifiés dans l'annexe 3 et de la possibilité pratique de les rechercher ou de les quantifier dans les eaux, le choix de rechercher des indicateurs de contamination d'origine fécale a été retenu : **Escherichia coli** et les **entérocoques intestinaux**. En effet, la recherche exhaustive de micro-organismes pathogènes dans l'eau est souvent longue et coûteuse et peu réalisable en routine dans les élevages.

Il convient de noter que la présence de certains micro-organismes pathogènes ubiquitaires dans les sols et les milieux hydriques, ou apportés par la faune sauvage (*Pseudomonas*, *Yersinia*, *Leptospira*, etc.) ne peut être corrélée à celle des germes témoins de contamination fécale retenus.

Les valeurs d'alertes pour les paramètres **Escherichia coli** et **entérocoques intestinaux** sont à moduler en fonction du mode d'élevage, de l'espèce considérée, de l'origine de l'eau d'abreuvement et de la possibilité de maîtriser sa qualité :

- Dans les conditions d'élevage où l'eau est distribuée aux animaux il est recommandé d'utiliser¹⁸:
 - ✓ de l'EDCH¹⁹ ;
 - ✓ ou de l'eau d'origine souterraine de puits ou de forages privés (ESO) : **≤ 10 UFC/100 mL** témoin de la bonne protection de la ressource et de l'intégrité du captage.

Si seule une eau d'origine superficielle est disponible, il est souhaitable qu'elle soit traitée pour obtenir un niveau de qualité microbiologique équivalente à l'ESO.

Dans ces conditions, quelle que soit l'espèce animale considérée, les indicateurs retenus doivent être recherchés dans l'eau au point d'arrivée dans l'élevage pour connaître la contamination initiale de la ressource lorsque de l'EDCH n'est pas utilisée. L'éleveur doit néanmoins s'assurer que le système de distribution d'eau n'altère pas la qualité de l'eau d'abreuvement (cf. chapitre 7.2).

- Pour les animaux élevés en plein air abreuvés avec de l'eau de surface (ESU) dont la qualité ne peut être maîtrisée, celle-ci peut être classée en quatre catégories :
 - ✓ Eau de bonne qualité (faible risque de présence d'agents pathogènes) : < 100 UFC/100mL ;
 - ✓ Eau de qualité moyenne : entre 100 et 500 UFC/100 mL (à éviter pour les jeunes animaux) ;
 - ✓ Eau de qualité médiocre : entre 500 et 1000 UFC/100 mL (acceptable pour les ruminants sevrés) ;
 - ✓ Eau de mauvaise qualité (fort risque de présence d'agents pathogènes) : > 1000 UFC/100 mL (usage à éviter).

¹⁷ Par exemple, le rapport entre les bactéries thermotolérantes de la flore fécale et la concentration entre les virus pathogènes peut varier d'un facteur 1000 dans l'eau, selon la présence ou non d'épizootie dans les populations animales en amont hydraulique du lieu de prélèvement.

¹⁸ Seule l'espèce *Gallus gallus* impose l'absence d'E.coli et d'entérocoques intestinaux dans 100 mL et l'absence de *Salmonelles* dans 5 L (cf. 6.1.3.1).

¹⁹ Les limites de qualité pour l'EDCH sont de 0/100 mL pour E. coli et les entérocoques intestinaux.

En cas de dépassement des valeurs acceptables, l'éleveur devra procéder à des investigations complémentaires sur les sources potentielles de contamination (cf. annexe 3) afin de les éliminer et mettre en œuvre les mesures correctives nécessaires.

7.1.1.2 Paramètres à risque

En raison de l'hétérogénéité des données disponibles et/ou l'absence de connaissance des doses minimales infectantes (DMI) pour chaque espèce animale, il n'est pas possible de fixer des critères de qualité dans l'eau d'abreuvement pour tous les micro-organismes pathogènes susceptibles d'être transmis par l'eau.

En cas d'infection déclarée avec suspicion de transmission hydrique, les micro-organismes responsables doivent être recherchés dans l'eau lorsque cela est réalisable au regard des méthodes d'analyse disponibles (normes AFNOR ou, à défaut, expertise des laboratoires) (cf. annexe 3). La présence ou la suspicion de présence de micro-organismes pathogènes dans l'eau d'abreuvement doit entraîner des mesures correctives et préventives.

En cas d'observations visuelles d'efflorescence de microalgues, il est fortement déconseillé d'utiliser cette eau pour l'abreuvement des animaux. Sinon, la recherche de cyanobactéries et, en cas de présence, la quantification des microcystines (cf. chapitre 4), seules cyanotoxines pour lesquelles une méthode analytique normalisée existe, doivent être réalisées, sans toutefois apporter une garantie d'absence de danger lié aux autres cyanotoxines.

7.1.2 Paramètres chimiques :

7.1.2.1 Paramètres et valeurs d'alerte

Les paramètres d'alerte retenus sont présentés dans le tableau IX.

Tableau IX : Paramètres chimiques d'alerte dans l'eau d'abreuvement

Paramètres	Critères de qualité	Commentaires
pH	6 ≤ pH ≤ 9	Pour des eaux agressives (pH < à 6) ou des eaux corrosives (pH <7 et conductivité < 200 ou > 1100 µS/cm), l'utilisation de canalisations et réservoirs de stockage métalliques est déconseillée. Si pH > 9, inefficacité de la chloration.
Conductivité	200 ≤ conductivité ≤ 1100 µS/cm à 25°C Pas de variation par rapport à la valeur habituelle	Pour des eaux corrosives (pH <7 et conductivité < 200 ou > 1100 µS/cm), l'utilisation de canalisation et réservoirs de stockage métalliques est déconseillée. En cas de variation brutale de la conductivité sur une eau souterraine (ESO), il convient de rechercher les sources d'intrusion d'eau de surface (ESU).
Carbone organique total (COT)	< 5 mg/L	Cette limite ne doit pas être dépassée lorsqu'une chloration de l'eau est prévue (inefficacité de la désinfection et formation de sous-produits de chloration). Pour l'ESO, entre 2 et 10 mg/L, l'origine du COT devra être recherchée. Pour l'ESU, une valeur supérieure à 10 mg/L peut être associée à un risque potentiel d'eutrophisation si présence de phosphore (> 0,2 mg/L de PO ₄ ³⁻) et d'azote (> 25 mg/L de NO ₃ ⁻)

En cas de dépassement des valeurs d'alerte pour le pH et la conductivité, l'éleveur doit être vigilant sur le choix des matériaux utilisés au regard du risque de corrosion de ces derniers. En cas de dépassement de la valeur d'alerte pour le COT et le pH, la chloration de l'eau sera inefficace.

7.1.2.2 Paramètres et valeurs à risque

Le groupe de travail a adopté la démarche suivante pour essayer identifier les paramètres à risque et déterminer les concentrations dans l'eau qui ne présenteraient aucun risque pour la santé des animaux et la salubrité des denrées alimentaires produites. En l'absence de résultats d'analyses sur l'eau d'abreuvement au niveau national, l'évaluation s'est basée sur les données de suivi de la qualité des eaux souterraines (ESO) et de surface (ESU) de l'Agence de l'eau de Seine Normandie et des rares résultats sur l'eau de pluie (Fargeon, 2008). Outre l'existence de quelques études à l'échelon local (Basselin *et al.*, 1999), des résultats d'analyses des eaux d'abreuvement, au niveau national, pour toutes les espèces et pour un plus grand nombre de paramètres, permettraient d'effectuer une évaluation plus précise.

Dans une première étape, ont été retenues les substances indésirables réglementées dans les aliments pour animaux (directive 2002/32/CE modifiée) et considérées comme susceptibles d'avoir pour origine l'eau d'abreuvement : l'arsenic, le plomb, le mercure, le fluor, le cadmium, les ions nitrite, ainsi que les polluants organiques persistants (organochlorés essentiellement) en dépit de leur caractère hydrophobe.

La directive 2002/32/CE modifiée fixe des teneurs maximales pour chaque substance indésirable exprimées en mg/kg d'aliment pour animaux ayant une teneur en humidité de 12%. Elle couvre le risque pour la santé animale et pour le consommateur des denrées alimentaires produites. Pour fixer ces dernières, l'apport éventuel par l'eau d'abreuvement n'a pas été pris en compte, à l'exception des ions nitrite ; dans ce cas, il a été considéré que, pour leur abreuvement, les animaux disposent d'eau conforme aux exigences fixées pour la consommation humaine (EDCH). Pour toutes les autres substances indésirables envisagées par la directive, les teneurs maximales retenues sont calculées en divisant par des facteurs de sécurité (de 2 à plus de 10 selon la substance, l'espèce et la production considérées) les teneurs reconnues comme sans effet nuisible. Les concentrations maximales (CM_{eau}) proposées pour ces substances chimiques dans l'eau d'abreuvement des animaux ont été calculées à partir des hypothèses suivantes :

- un animal producteur de denrées alimentaires boit 4 litres d'eau par kg de matière sèche ingérée ;
- la disponibilité des substances indésirables est identique dans l'eau et l'aliment ;
- pour chacune des substances indésirables, la quantité attribuable à l'eau d'abreuvement a été fixée arbitrairement à une valeur maximale de 10% de la quantité maximale ingérée *via* l'aliment²⁰. Cette quantité maximale dépend de la teneur maximale (TM) tolérée dans l'aliment à 12% d'humidité (directive 2002/32/CE modifiée).

$$CM_{\text{eau}} \text{ (mg/L)} = 0,1 \times \left\{ \frac{\text{TM (mg/kg d'aliments)} \times 1 \text{ (kg)}}{(1 - 0,12) \times 4 \text{ (L)}} \right\}$$

Les résultats de ces calculs figurent dans le tableau X.

²⁰ Une contribution, par défaut, de 10% a été attribuée par l'OMS pour l'Homme pour l'eau potable (OMS, (2004a). *Guidelines for Drinking-water Quality*, 3^e édition, volume 1, recommandations.

Tableau X : Concentrations maximales calculées pour certains éléments chimiques susceptibles d'avoir pour origine l'eau d'abreuvement

Paramètre chimique	Teneur maximale (TM) en mg/kg d'aliments ayant une teneur en humidité de 12% (Directive 2002/32/CE modifiée)	Concentration maximale (CM _{eau}) calculée dans l'eau d'abreuvement (mg/L)	Plage de variation des teneurs observées dans des eaux de surface (ESU) ²¹ , eaux souterraines (ESO) ²² et eau de pluie ²³ , (mg/L)	
Arsenic	2	0,06	0,0003 à 0,005 (ESU) 0,02 à 0,45 (ESO)	
Cadmium . Bovins, ovins, caprins . Jeunes ruminants et monogastriques	1 0,5	0,03 0,01	< LQ à 0,003 (ESU) 0,0006 à 0,003 (Eau de pluie)	
Fluor . Volailles . Ruminants . Ruminants en lactation	350 50 30	10 1,5 0,9	< 1,5 (ESU) < 4 (ESO) 9 (EMN ²⁴)	
Mercur . Toutes espèces	0,1	0,003	< LQ à 0,0003 (ESU)	
Nitrites . Toutes espèces	15 (NaNO ₂) 10 (NO ₂ ⁻)	0,4 (NaNO ₂) 0,3 (NO ₂ ⁻)	0,02 à 1 (ESU) (NO ₂ ⁻)	
Plomb . Toutes espèces	5	0,1	< LQ à 0,001 (ESU) 0,005 à 0,076 (Eau de pluie)	
Aldrine	0,01	0,0003	< LQ (LQ de l'ordre de 0,00001)	
Camphechlore	0,1	0,003		
Chlordane	0,02	0,0006		
DDT	0,05	0,0015		
Endosulfan	0,1	0,003		
Endrine	0,01	0,0003		
Heptachlore	0,01	0,0003		
Hexachlorobenzene	0,01	0,0003		
Hexachlorocyclohexane	0,02	0,0006		
Dioxine (PCDD+PCDF)	0,5.10 ⁻⁶ I-TEQ	0,015.10 ⁻⁶ I-TEQ		Pas de données

Pour l'arsenic, la valeur à risque dans l'eau d'abreuvement peut être atteinte en pratique, pour des eaux souterraines, dans des contextes hydrogéologiques particuliers (par exemple dans le Massif Central) (cf. annexe 4). Cependant, le facteur de sécurité (de l'ordre de 20) appliqué à l'arsenic dans le cadre de la directive 2002/32/CE modifiée,

²¹ Campagne d'analyses 2006/2009 sur 50 ruisseaux et rivières (têtes de bassins) en zones rurales d'élevage de Basse-Normandie, Bourgogne et Champagne-Ardenne. Réseau de suivi des eaux de surface AESN.

²² Agence de l'eau de Seine-Normandie (2008). BRGM (2006).

²³ Fargeon (2008).

²⁴ Certaines eaux minérales naturelles contiennent 9 mg/L de fluor (Afssaps, 2008).

limite le risque pour la santé animale et humaine et ne nécessite pas la recherche systématique de ce paramètre dans l'eau d'abreuvement.

Pour le fluor, le calcul indique que la concentration maximale dans l'eau d'abreuvement peut être atteinte en pratique pour les eaux souterraines et de surface, ce qui peut poser problème dans le cas des élevages de ruminants. De plus, le facteur de sécurité appliqué au fluor dans le cadre de la directive 2002/32/CE modifiée n'est que de 2. Néanmoins, les contextes hydrogéologiques induisant des teneurs en fluor de quelques mg/L restent marginaux (filons de fluorines dans certains massifs cristallins, cf. annexe 4).

Les eaux de surface et souterraines riches en nitrates peuvent générer des concentrations en nitrites, relativement importantes auxquels les jeunes animaux (porcelets et veaux) sont très sensibles. Néanmoins, le facteur de sécurité (de l'ordre de 10) appliqué aux nitrites dans le cadre de la directive 2002/32/CE modifiée limite le risque pour la santé animale et humaine. Il convient donc de surveiller les eaux riches en nitrates (> 100 mg/L) et leurs conditions de stockage susceptibles de favoriser la transformation des nitrates en nitrites.

Pour le plomb, la ressource en eau ne semble pas être à l'origine d'un risque ; c'est au niveau des systèmes de distribution d'eau (réseau et stockage) notamment pour les eaux agressives et/ou corrosives (comme l'eau de pluie) qu'il conviendra d'être vigilant.

Les polluants organiques persistants visés par la directive 2002/32/CE modifiée ne sont retrouvés dans l'eau qu'à des teneurs infimes (quelques ng/L, hors déversement accidentel ou remise en suspension de sédiments contaminés). Il n'y a donc pas lieu de les rechercher dans l'eau d'abreuvement.

Dans une deuxième étape, le groupe de travail a examiné les contaminants chimiques dont la teneur maximale dans les denrées alimentaires est fixée dans le règlement (CE) n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006 modifié et susceptibles d'avoir pour origine l'eau d'abreuvement. La majorité de ces substances ayant déjà été considérée dans la première étape dans la mesure où la directive 2002/32/CE modifiée couvre logiquement le risque de transfert de ces substances dans les denrées alimentaires d'origine animale, aucun contaminant n'a été retenu en sus.

Dans une troisième étape, ont été retenus les contaminants chimiques dont la tolérance pour les animaux a été étudiée par le NRC (2005), et susceptibles d'avoir pour origine l'eau d'abreuvement, mais qui ne sont pas prises en compte dans la directive 2002/32/CE modifiée.

Parmi ces éléments, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène, le sélénium et le zinc, sont des additifs nutritionnels, dont l'utilisation en alimentation animale est régie par le règlement (CE) n° 1831/2003 modifié. Les teneurs maximales autorisées pour ces additifs [règlement (CE) n° 1334/2003 modifié] ne peuvent pas être utilisées dans la présente démarche car les bases de leur fixation prennent non seulement en compte la sécurité sanitaire mais également la notion de besoin nutritionnel et l'impact environnemental.

Les concentrations maximales (CM_{eau}) proposées pour ces substances chimiques dans l'eau d'abreuvement des animaux ont été calculées à partir des hypothèses suivantes :

- les teneurs retenues pour l'animal sont les concentrations maximales tolérables (CMT) de minéraux dans les aliments (NRC, 2005). Ces teneurs ne prennent en compte aucun facteur de sécurité ;
- un animal producteur de denrées alimentaires consomme 4 litres d'eau par kg de matière sèche ingérée ;

- pour chacun de ces éléments chimiques, la quantité attribuable à l'eau d'abreuvement a été fixée à une valeur maximale de 10% de la quantité maximale apportée par l'aliment.

$$CM_{\text{eau}} \text{ (mg/L)} = 0,1 \times \left\{ \frac{\text{CMT (mg/kg d'aliments secs)} \times 1 \text{ (kg)}}{4 \text{ (L)}} \right\}$$

Les résultats de ces calculs figurent dans le tableau XI.

Concernant les sulfates et le magnésium, la CM_{eau} calculée pour certaines espèces peut être plus faible que les concentrations observées en eaux souterraines. Ces concentrations élevées sont souvent observées dans certains contextes hydrogéologiques (calcaires triasiques de la région de Vittel). Ceci ne concerne néanmoins que quelques % du territoire national.

Concernant les nitrates, les remarques émises précédemment (*cf* première étape) s'appliquent également.

Pour le chrome, la CM_{eau} a été calculée pour la forme trivalente (Cr^{3+}) alors que la forme hexavalente ($Cr VI$) est la plus toxique. Toutefois le Cr^{3+} est la forme trouvée naturellement dans les eaux, car le $Cr VI$ présent dans les rejets industriels (bains de traitement de surface, tannage de cuir, *etc.*) est rapidement réduit en Cr^{3+} . Le $Cr VI$ n'est retrouvé dans l'environnement que dans les cas de pollutions accidentelles massives récentes non étudiées dans le cadre de cette saisine (*cf* chapitre 1.2). Les laboratoires d'analyses mesurent le chrome total dans l'eau et les valeurs à risques retenues pour ce paramètre ne sont jamais rencontrées dans les ressources en eau et ne sont jamais atteintes dans les réseaux de distribution d'eau, même en cas de présence de matériaux métalliques et de problèmes de corrosion.

Pour le paramètre fer, la ressource peut exceptionnellement être à l'origine d'un risque d'exposition dans le cas de forage (eau souterraine), mais c'est au niveau des systèmes de distribution d'eau (réseau et stockage) notamment pour les eaux agressives et/ou corrosives (comme l'eau de pluie), que l'éleveur doit être vigilant s'il utilise des matériaux métalliques.

Pour les paramètres cuivre et zinc, la ressource en eau ne semble pas être à l'origine d'un risque d'exposition significatif ; c'est également au niveau des systèmes de distribution d'eau (réseau et stockage) notamment pour les eaux agressives et/ou corrosives (comme l'eau de pluie), que l'éleveur doit être vigilant s'il utilise des matériaux métalliques. La présence de métaux peut entraîner une coloration de l'eau, l'apparition d'un goût métallique et la neutralisation des désinfectants éventuellement utilisés.

Tableau XI : Valeurs limites maximales calculées pour certains éléments chimiques susceptibles d'avoir pour origine l'eau d'abreuvement

Paramètre chimique	Concentration maximale tolérable (CMT) en mg/kg d'aliments secs pour animaux (NRC, 2005)	Concentration maximale (CM _{eau}) calculée dans l'eau d'abreuvement (mg/L)	Plage de variation des teneurs observées dans des eaux de surface (ESU) ²¹ , eaux souterraines (ESO) ²² , eau de pluie ²³ et eau d'abreuvement ²⁵ (mg/L)
Chrome Volailles Autres espèces Toutes espèces	500 (Cr ³⁺) 100 (Cr ³⁺) 3000 (CrO)	12,5 (Cr ³⁺) 2,5 (Cr ³⁺) 75 (Cr ³⁺)	0,0005 à 0,004 (Cr total) (ESU) 0,0005 à 0,03 (Cr total) (ESO)
Cuivre Ovins Bovins Volailles, porcs, chevaux	15 40 250	0,375 1 6,25	0,001 à 0,004 (ESU) 0,0004 à 0,06 (ESO) 0,0015 à 0,012 (Eau de pluie)
Fer Porcs Autres espèces	3000 500	75 12,5	0,02 à 1 (ESU) 0,0001 à 8 (ESO) 0,16 à 0,223 (Eau de pluie) 0,2 à 10 (Eau d'abreuvement)
Magnésium Porcs Volailles Ruminants Pondeuses Chevaux	2400 5000 6000 7500 8000	60 125 150 187,5 200	1 à 60 (ESO) 20 (Eau d'élevage)
Manganèse Chevaux Porcs Autres espèces	400 1000 2000	10 25 50	0,0005 à 0,06 (ESO) 8,7 (Eau d'abreuvement)
Molybdène Ruminants, chevaux Volailles Porcs	5 100 150	0,125 2,5 3,75	0,0001 (ESO)
Nitrates Ruminants	5000 (NO ₃ ⁻)	125	5 à 70 (ESU) 5 à 600 (ESO) 0,5 à 0,6 (Eau de pluie) 195 (eau d'abreuvement)
Sélénium Volailles Porcs Autres espèces	3 4 5	0,075 0,1 0,125	0,001 à 0,04 (ESU) 0,0004 à 0,014 (ESO)
Sulfates Toutes espèces	3000 à 5000 (S total)	75 à 125 (S total) 225 à 375 (SO ₄ ²⁻)	4 à 100 (ESU) (SO ₄ ²⁻) 300 à 1500 (ESO) 3 à 4,8 (Eau de pluie) 2200 (Eau d'abreuvement)
Zinc Ovins Bovins, volailles, chevaux Porcs	300 500 1000	7,5 12,5 25	0,003 à 0,02 (ESU) 0,0001 à 0,6 (ESO) 0,005 à 0,08 (Eau de pluie)

²⁵ Basselin et al (1999).

Dans une quatrième étape, un calcul estimatif d'exposition concernant des substances non réglementées dans l'alimentation animale (directive 2002/32/CE modifiée) ou dans les denrées alimentaires [règlement (CE) n° 1881/2006 modifié] a été conduit pour certains polluants organiques, à titre d'exemples :

- PCB-non Dioxine Like (PCB-non DL), lindane ;
- Benzo[a]pyrène comme substance représentative des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ;
- Diuron, glyphosate, atrazine et isoproturon (et leurs métabolites) comme exemples de produits phytosanitaires largement utilisés dans le passé ou actuellement.

Les deux premiers groupes se caractérisent par une hydrophobicité élevée, à l'inverse du troisième.

Toutefois, compte tenu du nombre de produits phytosanitaires (autorisés ou désormais interdits mais persistants dans l'environnement) et du coût des analyses, le choix des produits phytosanitaires pertinents à rechercher doit être défini localement en fonction notamment des activités agricoles et des quantités de produits phytosanitaires vendus. La méthode « SIRIS-Pesticides » (Système d'intégration des risques par interaction des scores) est habituellement utilisée pour hiérarchiser les produits phytosanitaires à rechercher dans les ressources en eau (*cf.* site Internet : <http://www.ineris.fr/siris-pesticides/>)²⁶.

Dans le cas des PCB-non DL et du benzo[a]pyrène, un calcul d'exposition du consommateur a été réalisé en intégrant l'apport par les produits laitiers, les œufs, la viande bovine (accumulation possible de ces substances dans les graisses du fait de leur caractère lipophile), en partant des données bibliographiques sur le taux de transfert de ces substances dans les produits (Costera-Pastor *et al.*, 2006 ; Jondreville *et al.*, 2010 ; Kan et Meijer, 2007 ; Lutz *et al.*, 2006 ; Ounnas *et al.*, 2010). Le taux de transfert du polluant de l'animal à la denrée alimentaire produite (lait, viande et œufs) a été fixé à 0,01 (1% de transfert) pour le benzo[a]pyrène (la littérature rapporte des taux de transfert de moins de 0,01 vers le lait et l'œuf) et à 1 (transfert total) pour les PCB-non DL. Ces derniers sont associés aux matières en suspension (sédiments) dont la présence dans l'eau d'abreuvement expose les animaux pendant une durée estimée à 10% du temps d'élevage.

Pour les autres polluants considérés, il n'existe pas de données bibliographiques sur le taux de transfert et sur le devenir de ces substances (pharmacocinétique) chez l'animal en croissance et la poule pondeuse. Par ailleurs, le caractère hydrophile de ces substances permet de supposer une faible accumulation dans les viandes et l'œuf. En conséquence, l'exposition par ces denrées alimentaires n'a pas été calculée. Seule une exposition par les produits laitiers a été calculée sous l'hypothèse d'un taux de transfert maximaliste de 1 (hypothèse du « pire cas »), ce qui correspond à un transfert total de la substance ingérée quotidiennement dans le lait.

Le calcul estimatif a été réalisé en se basant sur les hypothèses suivantes :

- la concentration du polluant considéré dans l'eau d'abreuvement (C_{eau}) est la concentration la plus élevée rapportée dans la littérature ;
- le volume d'eau bue par l'animal producteur de denrées alimentaires ($\text{Conso}_{\text{eau}}$) est le volume maximum rapporté dans la littérature :
 - ✓ vache laitière : 100 L/j ;
 - ✓ bovin producteur de viande : 30 L/j ;
 - ✓ poule pondeuse : 0,4 L/j.

²⁶ L'éleveur doit se renseigner auprès de la Direction régionale de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt (DREAL) ou de la chambre d'agriculture pour connaître les pesticides pertinents à rechercher.

- les quantités de denrées alimentaires produites quotidiennement (Qté_{denrée}) :
 - ✓ vache laitière : 30 L/j de lait ;
 - ✓ bovin producteur de viande : 1,5 kg/j de gain de poids, soit 750 g de denrées ;
 - ✓ poule pondeuse : 0,033 kg/j d'œuf.
- Les métabolites de la molécule parente ont été considérés comme étant aussi dangereux pour la santé du consommateur que la molécule parente. En effet, certaines molécules, notamment le benzo[a]pyrène, sont très fortement métabolisées par les animaux et l'exposition aux métabolites est équivalente à l'exposition à la molécule parente ;
- l'exposition de l'homme a été calculée pour une consommation humaine journalière maximale théorique de denrées d'origine animale (Expo_{fort}) : en considérant qu'un individu de 60 kg de poids corporel ingère quotidiennement : 1,5 kg de lait et de produits laitiers, 0,5 kg de viande et d'abats d'origine bovine et 0,1 kg d'œuf²⁷ ;
- l'apport des polluants organiques dans les denrées alimentaires *via* l'eau d'abreuvement a été comparé :
 - ✓ pour le benzo[a]pyrène à la dose virtuellement sûre (DVS) qui est de 5 ng/kg de poids corporel/j (absence de limite réglementaire dans ces denrées) ;
 - ✓ pour les autres polluants (diuron, lindane, glyphosate, atrazine, isoproturon et PCB-non DL), à la dose journalière tolérable (DJT). En outre, la détermination de la DJT intègre un facteur de sécurité d'au moins 100 par rapport à la dose sans effet (DSE) déterminée chez l'animal de laboratoire²⁸.

Le calcul estimatif pour le benzo[a]pyrène a été réalisé pour une exposition du consommateur *via* le lait et les produits laitiers la viande et les œufs. Pour les autres molécules le calcul a été réalisé uniquement pour une exposition du consommateur *via* le lait et les produits laitiers qui sont les denrées alimentaires le plus susceptibles d'être contaminées par ces molécules (tableau XII).

$$C_{\text{denrée}} (\mu\text{g/L ou } \mu\text{g/kg}) = \text{transfert} \times \frac{C_{\text{eau}} (\mu\text{g/L}) \times \text{Conso}_{\text{eau}} (\text{L/j})}{\text{Qté}_{\text{denrée}} (\text{L/j ou kg/j})}$$

Avec : transfert = 0,01 pour le benzo[a]pyrène et 1 pour les autres substances.
 Dans le cas du taurillon, la C_{denrée} a été calculée sur toute la période de croissance, en considérant d'une part que l'animal boit 30 L d'eau/j durant 420 j (période d'élevage du taurillon) et, d'autre part, qu'il dépose durant cette période 300 kg de muscles et graisses. Pour les PCB-non DL, l'eau d'abreuvement est susceptible d'être contaminée par des sédiments remis en suspension venant de l'amont du point d'abreuvement durant 10% du temps.

$$\text{Expo}_{\text{via lait/viande/oeuf}} (\mu\text{g/j/kg de p.c.}) = \frac{C_{\text{denrée lait}} (\mu\text{g/L}) \times \text{QDC} (\text{kg/j})}{60 (\text{kg})}$$

²⁷ Chiffres de la consommation humaine journalière théorique [règlement (CE) n° 429/2008 de la Commission du 25 avril 2008 relatif aux modalités d'application du règlement n° 1831/2003 en ce qui concerne l'établissement et la présentation des demandes ainsi que l'évaluation et l'autorisation des additifs pour l'alimentation animale].

²⁸ Le facteur de sécurité peut être inférieur à 100 si la DJT est basée sur des études épidémiologiques.

Où : QDC est la quantité de la denrée consommée quotidiennement (0,1 kg/j d'œufs, 1,5 kg/j de lait et 0,5 kg/j de viande), p.c est le poids corporel.

Les résultats de ces calculs figurent dans le tableau XII.

En ce qui concerne l'exposition de l'Homme consommant des produits laitiers, de la viande et des œufs issus d'animaux buvant des eaux contaminées par les différents polluants organiques pris à titre d'exemple, l'eau d'abreuvement contribue à moins de 10% de leur DJT.

Ces calculs pris à titre d'exemples et basés sur des hypothèses très défavorables²⁹ témoignent d'une faible contribution de l'eau d'abreuvement à la contamination éventuelle des denrées alimentaires. Il n'y a pas lieu de contrôler régulièrement les polluants organiques dans l'eau d'abreuvement.

²⁹ Médiane du 95^{ème} percentile ou la valeur observée la plus élevée des polluants dans des eaux d'abreuvement, transfert maximal connu des polluants aux denrées animales, consommation d'une eau contaminée durant toute la phase de croissance chez le bovin (sauf pour les PCB non-DL), consommation humaine maximale théorique de denrées animales.

Tableau XII : Estimation de la contribution de l'exposition de l'Homme consommant des denrées alimentaires d'origine animale contaminées via l'eau d'abreuvement des animaux

Paramètres	(C _{eau}) Concentration du polluant dans l'eau d'abreuvement (µg/L)	(Conso _{eau}) Eau ingérée par l'animal (L/jour)			(C _{denrée}) Concentration dans la denrée alimentaire (µg/L ou µg/kg)			Exposition du fort consommateur (µg/j/kg p.c.)			DVS ou DJT (µg/kg p.c./jour)	Contribution de denrées alimentaires issues d'animaux consommant différents contaminants via l'eau d'abreuvement à la DJT ou la DVS (%)		
		Vache laitière	Bovin à viande	Pondeuses	Lait	Viande bovine	œufs	Via le lait	Via la viande	Via les œufs		Via le lait	Via la viande	Via les œufs
Benzo[a]pyrène	0,05 ¹	100	30	0,4	0,0017	0,021	6.10 ⁻⁶	4,2.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁸	0,005	<5	<5	<5
Lindane	0,2 ²	100			0,67			0,017			5	<5		
Glyphosate	5 ³	100			16,7			0,42			300	<5		
Atrazine	0,4 ⁴	100			1,34			0,034			0,5	7		
Isoproturon	0,2 ⁵	100			0,67			0,017			3	<5		
PCB-non DL	0,003 ⁶	100	30	0,4	0,001	0,013	3,7.10 ⁻⁶	2,5.10 ⁻⁵	1,1.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁹	0,01 ⁸	<5	<5	<5
Diuron	1,3 ⁷	100			4,34			0,11			7	<5		

¹ Réseau de suivi des eaux souterraines du bassin Seine Normandie- AESN 1995-2005 (la valeur de 0,05 µg/L correspond à la médiane du 95^{ème} percentile).

² Analyses en amont de rivières dans des zones de cultures intensives type Beauce/Brie (réseau de suivi RNB et phyto sur rivières 2003-2006).

³ Réseau de suivi des eaux souterraines du bassin Seine Normandie- AESN 1995-2005 (la valeur de 5 µg/L correspond à la valeur observée la plus élevée).

⁴ Réseau de suivi des eaux souterraines du bassin Seine Normandie- AESN 1995-2005 (la valeur de 0,4 µg/L correspond à la valeur observée la plus élevée).

⁵ Réseau de suivi des eaux souterraines du bassin Seine Normandie- AESN 1995-2005 (la valeur 0,2 µg/L correspond à la valeur observée la plus élevée).

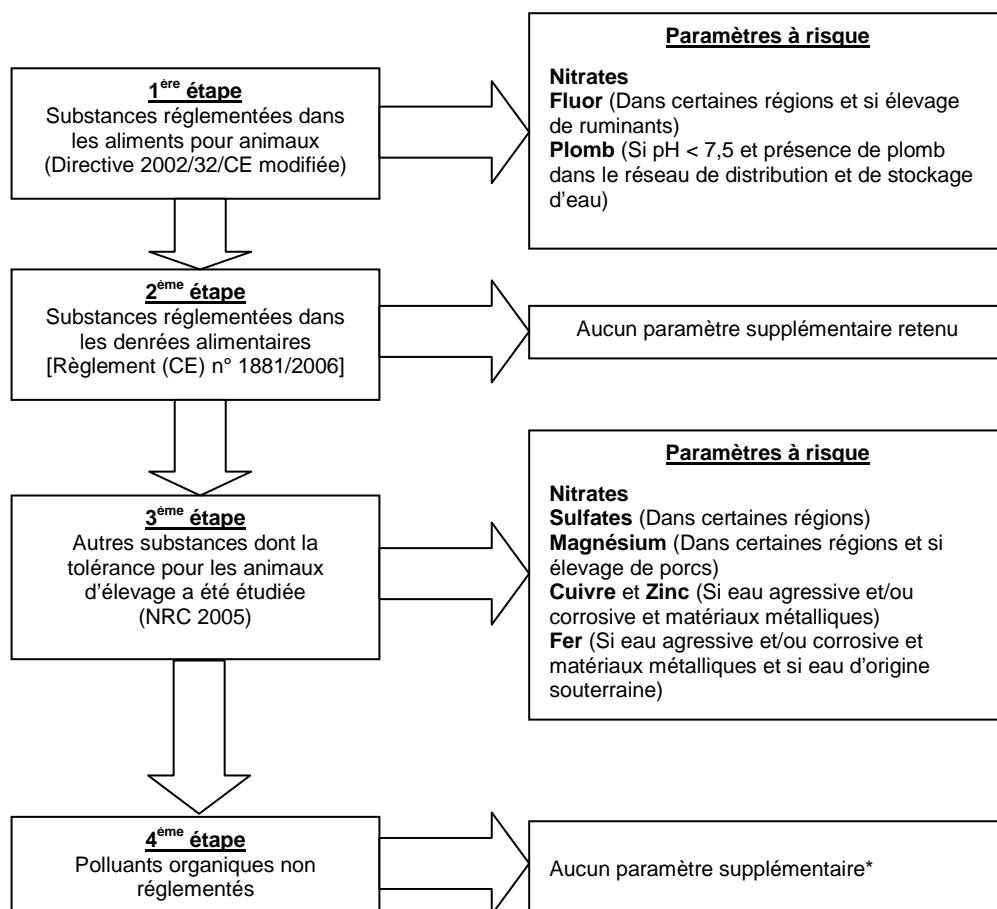
⁶ Réseau de suivi des eaux souterraines du bassin Seine Normandie- AESN 1995-2005 (la valeur de 0,003 µg/L correspond à la borne supérieure du 95^{ème} percentile).

⁷ Réseau de suivi des eaux souterraines du bassin Seine Normandie- AESN 1995-2005 (la valeur de 1,3 µg/L correspond à la valeur la plus élevée).

⁸ DJT des PCB-non DL (PCB-28, 52, 101, 138, 153 et 180).

p.c : poids corporel.

Figure 2 : Schéma récapitulatif de la démarche et des paramètres à risques retenus



* sauf zone faisant l'objet d'une pollution historique

7.1.3 Récapitulatif des paramètres et critères de qualité retenus pour l'eau d'abreuvement

Une synthèse des paramètres et critères de qualité retenus par le groupe de travail à partir de l'évaluation conduite précédemment est présentée dans les tableaux suivants :

- tableau XIII : analyses de routine à réaliser systématiquement, au point d'entrée de l'eau dans l'exploitation ;
- tableau XIV : analyses complémentaires à effectuer lors de l'utilisation d'une nouvelle ressource pour l'eau d'abreuvement dans certains cas. L'analyse est à réaliser au point d'entrée de l'eau dans l'exploitation à l'exception des métaux dont l'analyse est à réaliser au point d'abreuvement.

Toutefois les modalités du contrôle des eaux d'abreuvement proposées doivent être adaptées à partir d'une analyse des risques et du contexte local.

Pour les animaux élevés en plein air, s'abreuvant directement dans la ressource, les paramètres physico-chimiques tels que le COT, la conductivité, le pH, les métaux (plomb,

civre, fer³⁰ et zinc) n'ont pas à être recherchés (absence de traitement de désinfection et de transport d'eau par des canalisations métalliques).

Lors de la première analyse d'une nouvelle ressource en eau, une attention particulière devra être portée sur les produits phytosanitaires, leurs métabolites, et autres polluants organiques ou métalliques, en particulier pour les élevages situés dans des zones faisant l'objet d'une pollution historique.

Tableau XIII: Analyses de routine au point d'entrée de l'eau destinée à l'abreuvement dans les exploitations

Paramètres	Unités	Critères de qualité	
		valeurs d'alerte	valeurs à risques
Paramètres microbiologiques			
<i>E. coli</i> et Entérocoques intestinaux	UFC/100 mL	<u>Eaux souterraines en milieu non karstique (ESO) :</u> ≤ 10	
		<u>Eaux de surface (ESU) et eau de pluie :</u> ✓ Eau de bonne qualité (faible risque de présence de pathogène) : < 100 UFC/100mL ✓ Eau de qualité moyenne : entre 100 et 500 UFC/100 mL (à éviter pour les jeunes animaux) ✓ Eau de qualité médiocre : entre 500 et 1000 UFC/100 mL (acceptable pour les ruminants sevrés)	
Paramètres chimiques			
Carbone organique total (COT)	mg/L	5 (si désinfection par le chlore)	
Conductivité	µS/cm	200 ≤ conductivité ≤ 1100 à 25°C (si matériaux métalliques) et pas de variation par rapport à la normale	
Nitrates (NO₃⁻)	mg/L		100 (jeunes animaux)
pH (concentration en ions hydrogènes)	Unités pH	6 ≤ pH ≤ 9 (si matériaux métalliques ou désinfection)	

³⁰ Sauf en cas d'eau d'origine souterraine.

Tableau XIV: Analyses complémentaires lors de l'utilisation d'une nouvelle ressource en eau pour l'abreuvement

Paramètres	Unités	Critères de qualité (valeurs à risques)	Notes
Analyse au point d'entrée de l'exploitation			
Fluorures	mg/L	< 1,5 (ruminants) < 0,9 (ruminants en lactation)	À rechercher si élevage de ruminants
Magnésium	mg/L	< 60 (porcs)	À rechercher si élevage de porcs
Sulfates	mg/L	< 225 (SO ₄ ²⁻)	
Fer total	mg/L	< 12	À rechercher si eau d'origine souterraine sauf pour les élevages de porcs moins sensibles
Analyse au point d'abreuvement			
Cuivre	mg/L	< 0,3 (ovins) < 1 (bovins) < 6 (volailles, porcs, chevaux)	À rechercher si eau agressive et/ou corrosive et si canalisations et réservoirs de stockage métalliques.
Fer total	mg/L	< 75 (porcs) < 12 (autres espèces)	
Plomb	mg/L	< 0,1	
Zinc	mg/L	< 7,5 (ovins) < 12,5 (bovins, volailles, chevaux) < 25 (porcs)	

Les tableaux I (paramètres microbiologiques) et II (paramètres physico-chimiques) de l'annexe 14 synthétisent les critères de qualité de l'eau d'abreuvement retenus par le groupe de travail et ceux proposés par d'autres pays ou par les GDS.

A ce jour, il n'existe pas de base de données sur la qualité des eaux d'abreuvement qui permettrait de valider les critères de qualité proposés provisoirement ci-dessus.

Des analyses d'eau d'abreuvement (selon les modalités définies dans le paragraphe 6.1.4) devraient être réalisées dans de nombreux élevages, dans différentes régions de France et sur les différents types de ressources en eau utilisés, et leurs résultats examinés en relation avec l'état sanitaire des animaux d'élevage.

7.2 Recommandations sur les contrôles de la qualité de l'eau d'abreuvement et sur la conception et le suivi des systèmes de production et de distribution d'eau internes à l'exploitation.

Pour assurer la qualité de l'eau d'abreuvement, des dispositifs de vigilance doivent être mis en œuvre par les éleveurs. La maîtrise des risques repose sur :

- la surveillance de la qualité des eaux d'abreuvement par la réalisation périodique d'analyses,
- la protection des captages,
- la maîtrise de la qualité de l'eau dans les réseaux intérieurs de distribution par l'utilisation de systèmes de protection, de matériaux, de produits et procédés de traitement adaptés,

- la mise en place de bonnes pratiques d'abreuvement afin d'éviter la contamination de l'eau par les animaux et ce point n'est pas abordé dans ce rapport, car il relève des guides de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH).

Certaines de ces mesures sont difficilement applicables aux élevages en période de transhumance.

7.2.1 Fréquences des analyses de contrôle de la qualité de l'eau d'abreuvement

La réalisation au minimum d'une analyse annuelle (analyses de routine telles que définies au paragraphe 6.1.4.), au point d'entrée dans l'exploitation ou au niveau de la ressource lorsque l'eau est bue directement, est recommandée pour connaître sa qualité initiale (excepté pour l'EDCH du réseau public qui ne le nécessite pas)³¹.

La fréquence des analyses doit néanmoins être adaptée, au regard :

- de l'origine de l'eau utilisée : la fréquence doit être accrue pour les eaux de surface (rivières, mares) par rapport aux eaux de forages ;
- des conditions climatiques et/ou environnementales : la fréquence doit être accrue pour les eaux de surface lors de variations fortes et/ou prolongées de la pluviométrie (lessivage de certains polluants chimiques ou biologiques) ou de températures élevées (concentration de microorganismes) ;
- de l'apparition de maladies ou de cas d'intoxication dans l'élevage.

Lors de la création d'un forage ou d'une nouvelle source d'approvisionnement en eau, une analyse bactériologique et chimique la plus complète possible (analyses de routine et analyses complémentaires telles que définies au paragraphe 7.1.4.) doit être réalisée au point d'entrée de l'eau dans l'exploitation à l'exception de l'analyse des métaux qui doit être réalisée au point d'abreuvement.

7.2.2 Création et protection d'un puits ou d'un forage privé

La procédure administrative (déclaration ou autorisation) à laquelle est subordonnée la création d'un puits ou d'un forage est complexe : elle dépend du volume et/ou du débit (prélèvement supérieur ou inférieur à 1000 m³/an ou 8 m³/h), de la profondeur et de l'usage.

L'éleveur doit se renseigner auprès du service de l'Etat chargé de la police de l'eau ou des ICPE (DDT ou DDPP).

Les réglementations et la procédure administrative qui s'appliquent aux forages, les conditions d'implantation d'un forage (distances minimales à respecter vis-à-vis des sources de pollution : bâtiments d'élevage, silos, stockage de lisier, aires d'épandage ou recevant des produits phytosanitaires et fertilisants, utilisation d'eau usée à des fins d'irrigation³², etc.) (Chaumet, 2005), les mesures techniques destinées à assurer l'étanchéité d'un ouvrage sont précisés dans un guide technique du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat (MEDD et BRGM, 2004).

La contamination des eaux souterraines par des micro-organismes, à l'exception de celles situées dans des terrains calcaires karstiques ou issues de nappes très superficielles en terrain grossier, provient quasi exclusivement de l'infiltration d'eaux parasites à la

³¹ Il est conseillé de confier les prélèvements et analyses à un laboratoire agréé par le ministère chargé de la santé pour le contrôle sanitaire de l'EDCH (la liste des laboratoires et les paramètres pour lesquels ils sont agréés sont consultables sur le site internet du ministère de la santé et des sports à l'adresse suivante : <http://www.sante-sports.gouv.fr>, « les dossiers de la santé de A à Z », « Eau », « le contrôle sanitaire des eaux »).

³² Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts.

périphérie des cuvelages et des tubages, en l'absence de corroi d'argile ou de dalle de propreté pour les puits, ou de cimentation annulaire pour les forages. C'est pourquoi, les ouvrages, en particulier les puits, doivent être bien conçus et entretenus, le terrain en périphérie des ouvrages aménagé (contre pente, tumulus, fossé) pour faire obstacle à l'introduction directe d'eaux de ruissellement.

7.2.3 Distribution et traitement de l'eau dans les bâtiments d'élevage

7.2.3.1 Prévention des contaminations du réseau d'EDCH

Les dispositions de l'article R. 1321-57 du code de la santé publique (CSP) et de ses textes d'application doivent être respectées lorsqu'un élevage raccordé au réseau public est parallèlement alimenté par un forage privé (prévention des « retours d'eau » notamment).

Le circuit d'EDCH et celui d'eau issue de captages privés ne doivent présenter aucune interconnexion et doivent être facilement identifiables.

7.2.3.2 Matériaux et objets entrant en contact avec les eaux d'abreuvement

Les matériaux entrant en contact avec les eaux d'abreuvement ne doivent pas libérer de contaminants chimiques. En l'absence de réglementation sur les matériaux en contact avec l'eau d'abreuvement, il est conseillé d'utiliser ceux conformes avec la réglementation en vigueur pour l'EDCH³³ :

- articles R. 1321-48, 49 et 52 du CSP,
- arrêté du 29 mai 1997 modifié³⁴ relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine,
- circulaires n° 99/217 du 12 avril 1999, n° 2000/232 du 27 avril 2000³⁵, n° 2002/571 du 25 novembre 2002³⁶ et DGS/SD7A/2006/370 du 21 août 2006³⁷.

L'éleveur doit en outre s'assurer, si nécessaire, que les matériaux sont compatibles avec l'eau chaude (utilisée pour dissoudre la poudre de lait artificiel) et/ou les produits ajoutés dans l'eau :

- de nombreux matériaux organiques disposant d'une ACS (Attestation de conformité sanitaire) n'ont été testés qu'à environ 20°C ;
- le zinc des matériaux en acier galvanisé se solubilise dès 55°C et ne protège donc plus le fer ;

³³ Des éléments supplémentaires d'information sont disponibles sur le site Internet du ministère de la santé (www.sante.gouv.fr), sous la rubrique relative aux "matériaux entrant au contact de l'eau (accès direct par thème / "e" / eau / eau du robinet / matériaux entrant au contact de l'eau).

³⁴ Arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine modifié par les arrêtés du 24 juin 1998, 13 janvier 2000, 22 août 2002 et 16 septembre 2004 (publiés respectivement aux Journaux Officiels des 1er juin 1997, 25 août 1998, 21 janvier 2000, 3 septembre 2002 et du 23 octobre 2004).

³⁵ Circulaires ministérielles n°99/217 du 12 avril 1999 et n°2000/232 du 27 avril 2000 relatives aux matériaux utilisés dans les installations fixes de distribution d'eau destinée à la consommation humaine (respectivement publiées au Bulletin Officiel du ministère chargé de la santé n° 99/25 et 2000/18).

³⁶ Circulaire ministérielle n°2002/571 du 25 novembre 2002 relative aux modalités de vérification de la conformité sanitaire des accessoires et des sous-ensembles d'accessoires, constitués d'au moins un composant organique entrant au contact d'eau destinée à la consommation humaine.

³⁷ Circulaire DGS/SD7A/2006/370 du 21 août 2006 relative aux preuves de conformité sanitaire des matériaux et produits finis organiques renforcés par des fibres, entrant au contact d'eau destinée à la consommation humaine, à l'exclusion d'eau minérale naturelle.

- l'ajout d'acides dans l'eau peut conduire à des corrosions importantes et une libération de fer et de cuivre dans le cas de canalisations métalliques.

7.2.3.3 Produits et procédés de traitement des eaux d'abreuvement

En l'absence de réglementation sur les produits et procédés de traitement de l'eau d'abreuvement, il est conseillé d'utiliser ceux conformes avec la réglementation en vigueur pour l'EDCH :

- articles R. 1321-50 et R. 1321-51 du CSP ;
- circulaire n° 2000/166 du 28 mars 2000 relative aux produits et procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine.

L'éleveur doit également vérifier que :

- l'agrément du produit ou du procédé de traitement porte sur l'usage qu'il veut en faire. Par exemple, l'eau oxygénée n'est pas agréée pour la désinfection des eaux ;
- le traitement est compatible avec les caractéristiques de l'eau. Par exemple, la désinfection par le chlore est déconseillée dans le cas d'eaux chargées en matière organique (COT > 5 mg/L) du fait de la formation de sous-produits de chloration potentiellement toxiques et de l'inefficacité de la désinfection si la demande immédiate en chlore est trop forte ;
- le cas échéant, l'agrément a été délivré pour un fonctionnement intermittent (par exemple en cas d'utilisation de lampes à rayonnement ultra-violet ou de résines échangeuses d'anions pour la dénitrification).

7.2.3.4 Nettoyage et désinfection des canalisations et des réservoirs d'eau

Il est recommandé d'utiliser les produits employés pour l'EDCH (conformes aux dispositions de l'article R. 1321-54 du CSP, de l'article 11 du décret n° 73-138 du 12 février 1973, de l'arrêté du 8 septembre 1999³⁸ et de la circulaire DGS/VS4/97 n° 482 du 7 juillet 1997³⁹).

Il convient de rappeler la nécessité de réaliser :

- des rinçages, nettoyages et désinfections après toute intervention sur le réseau d'eau. Cette mesure vise à éviter une contamination microbiologique de l'eau en distribution ;
- un nettoyage suivi d'une désinfection, au moins une fois par an, de tous réservoirs de stockage d'eau.

L'importance du choix des matériaux, des désinfectants et des agents nettoyants est rappelé dans le guide de bonnes pratiques d'élevage de la FAO et de l'OIE (FAO et OIE, 2009).

³⁸ Arrêté du 8 septembre 1999 pris pour l'application de l'article 11 du décret n° 73-138 du 12 février 1973 modifié portant application de la loi du 1^{er} août 1905 sur les fraudes et falsifications en ce qui concerne les procédés et les produits utilisés pour le nettoyage des matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées, produits et boissons pour l'alimentation de l'homme et des animaux.

³⁹ Circulaire DGS/VS4/97 n° 482 du 7 juillet 1997 relative à l'emploi de produits pour le nettoyage des réservoirs d'eau destinée à la consommation humaine.

8 Conclusions et recommandations

1. Les quantités d'eau bues par les animaux d'élevage en bonne santé varient en fonction de facteurs intrinsèques (liés aux animaux) ou extrinsèques (facteurs environnementaux). Les origines des eaux utilisées pour l'abreuvement en élevage comprennent les eaux de surface, les eaux souterraines, les eaux de pluie, et l'eau destinée à la consommation humaine du réseau public (EDCH). Les eaux de surface courantes ou stagnantes sont vulnérables aux pollutions microbiologiques et chimiques liées aux activités humaines, au ruissellement, ou aux souillures d'origine tellurique ou animale. L'eau de puits ou de forages privés (eaux souterraines) est issue de nappes libres (les plus utilisées) alimentées par l'eau de surface, ou de nappes captives (profondes). Si les nappes libres sont vulnérables aux mêmes pollutions que les eaux de surface, les nappes profondes sont à l'inverse moins affectées par les infiltrations de pollutions anthropiques. La répartition entre les différentes origines de l'eau destinée à l'abreuvement n'est pas bien connue en France. Elle varie d'une région à l'autre, en fonction du type d'élevage et de la possibilité d'accès aux différentes ressources (conditions géologiques, accessibilité au réseau d'eau potable, etc.). Par ailleurs, la qualité de l'eau entrant dans les installations d'élevage ne correspond pas forcément à celle de l'eau effectivement bue par les animaux, du fait d'altérations possibles dans l'exploitation.

2. L'abreuvement par une eau contaminée peut entraîner chez l'animal différents troubles organiques (pouvant aller jusqu'à la mort) ou des baisses de performances de production ou de reproduction. Les contaminants de l'eau peuvent se retrouver également dans les denrées animales produites et ainsi présenter des risques pour l'homme (microbiologiques ou chimiques). C'est pourquoi il est important de définir ce que devrait être une eau d'abreuvement de « qualité adéquate » telle que mentionnée dans la réglementation.

3. Il n'est rapporté dans la littérature qu'un nombre limité de cas avérés d'intoxication ou d'infection d'animaux liés à une contamination de l'eau d'abreuvement. Les cas recensés en France sont souvent liés à de mauvaises pratiques agricoles, des dysfonctionnements dans les systèmes de distribution d'eau ou un mauvais entretien de ces derniers, plutôt qu'à un défaut de qualité initiale de l'eau. D'après les enquêtes réalisées en 2009 dans le cadre de ce rapport, la contamination par des microorganismes représenterait la première source de mauvaise qualité de l'eau d'abreuvement sans toutefois qu'un lien de causalité entre la qualité de l'eau d'abreuvement et les pathologies ou intoxications rencontrées n'ait été démontré.

4. En l'absence de données nationales (résultats d'analyses) sur l'eau d'abreuvement, l'évaluation s'est basée sur des données de suivi de la qualité des eaux souterraines (ESO) et de surface (ESU) par l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Des analyses d'eau d'abreuvement associées à l'étude de l'état sanitaire des élevages pourraient permettre d'effectuer une évaluation plus précise. En tenant compte de ces limites, l'Anses émet les recommandations suivantes :

- Les paramètres de routine à contrôler régulièrement dans l'eau d'abreuvement sont : *E. coli*, entérocoques intestinaux et nitrates. De plus, le pH, la conductivité et le carbone organique total (COT) sont à contrôler en cas d'utilisation de matériaux métalliques et/ou de chloration de l'eau ;
- En outre, lors de la première exploitation d'une ressource en eau, il conviendrait d'analyser certains paramètres supplémentaires, au regard de la nature géologique du sol (fer, fluor, magnésium et sulfates), de la présence de plomb et/ou de matériaux métalliques dans le système de distribution et de stockage

d'eau (cuivre, fer, plomb, zinc) et du contexte environnemental de l'élevage (utilisation de pesticides ou présence d'autres contaminants de l'environnement) ;

- Au minimum une analyse annuelle de routine, ou une analyse complète lors de l'utilisation d'une nouvelle ressource, devrait être réalisée au point d'entrée de l'eau dans l'exploitation ou dans la ressource. La qualité initiale de l'eau devrait être préservée jusqu'au point d'abreuvement des animaux, par une bonne conception et un suivi régulier des systèmes de production et de distribution d'eau internes à l'exploitation, mais également par la mise en œuvre de bonnes pratiques d'abreuvement dans l'élevage, ces dernières relevant des guides de bonnes pratiques d'hygiène d'élevage des animaux.
- Lors de maladies ou d'intoxications potentiellement transmises par l'eau, il conviendrait d'effectuer des analyses complémentaires afin de déterminer si l'eau peut être incriminée. Ces résultats pourraient être recensés dans une base de données afin de mieux connaître l'implication de l'eau dans le déterminisme de certaines affections ;

5. Les paramètres à rechercher dans l'eau d'abreuvement et les critères de qualité proposés doivent être des outils de gestion pour l'éleveur, outils qui doivent être adaptés à partir d'une analyse des risques, du type d'élevage et du contexte environnemental local et qui ne doivent pas être considérés en l'état comme des paramètres et des critères impératifs à respecter dans tous les élevages.

6. L'Anses demande que des études soient menées afin d'obtenir des résultats d'analyses d'eau d'abreuvement, associés à l'état sanitaire des élevages, dans plusieurs régions de France, sur différents types d'élevages et de ressources en eau. Elles permettraient d'obtenir une base de données, dont les valeurs pourraient être confrontées aux valeurs proposées dans le présent rapport. Au regard de ces résultats les critères de qualité proposés pour l'eau d'abreuvement pourraient être révisés.

Le directeur général

Marc MORTUREUX

Références bibliographiques

- Adams, R.S., (1995). Calculating drinking water intake for lactating cows. *Dairy reference manual, Ithaca, N.Y. : Northeast Regional Agricultural Engineering Service.*
- Afssa, (2000). Rapport de la commission d'étude des risques liés à *Listeria monocytogenes*.
- Afssa, (2002). Rapport sur le botulisme d'origine aviaire et bovine.
- Afssa, (2003). Bilan des connaissances relatives aux *E. coli* producteurs de shiga-toxines (STEC).
- Afssa, (2006). Fiche de description de danger transmissible par les aliments : *Yersinia enterocolitica* et *Yersinia pseudotuberculosis*.
- Afssa, (2007a). Bilan des connaissances relatives aux virus transmissibles à l'homme par voie orale.
- Afssa, (2007b). Rapport relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux situations de dépassement des limites et références de qualités des eaux destinées à la consommation humaine (fiche 1 : antimoine; fiche 2 : chlorites; fiche 3 : fluorures; fiche 4 : plomb; fiche 5 : arsenic; fiche 6 : sélénium; fiche 7 : chlorure de vinyle; fiche 8 : aluminium; fiche 9 : sulfates; fiche 10 : chlorures; fiche 11 : benzo[a]pyrène; fiche 11bis : HAP; fiche 12 : nickel; fiche 13 : cuivre; fiche 14 : trichloroéthylène; fiche 15 : tétrachloroéthylène, fiche 16 : trichloroéthylène et tétrachloroéthylène; fiche 17 : pesticides).
- Afssa, (2007c). Avis relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux situations de dépassement de la limite de qualité baryum des eaux destinées à la consommation humaine.
- Afssa, (2008a). Avis relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux situations de dépassement de la limite de qualité des bromates dans les eaux destinées à la consommation humaine.
- Afssa, (2008b). Avis relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux situations de dépassement de la limite de qualité des nitrates et des nitrites dans les eaux destinées à la consommation humaine.
- Afssa, (2009a). Avis relatif à une demande d'avis sur le risque de contamination humaine par le virus de l'hépatite E (VHE) après ingestion de figatelles (saucisses crues à base de foie porc).
- Afssa, (2009b). Avis relatif au virus de l'hépatite E : méthodes de détection, risques pour le consommateur et risques liés à l'environnement.
- Afssa, (2009c). Paratuberculose des ruminants.
- Afssa, (2009d). Appui scientifique et technique pour la révision de la directive 98/83/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (paramètres microbiologiques).
- Afssa, (2010). Avis relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux situations de dépassement de la limite de qualité du paramètre "trihalométhanes totaux" dans les eaux destinées à la consommation humaine.
- Afssa/Afssset, (2006). Rapport relatif à l'évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives.
- Afssaps, (2008). Rapport relatif à l'utilisation du fluor dans la prévention de la carie dentaire avant l'âge de 18 ans.
- Agence de l'eau de Seine-Normandie, (2008). Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales du Bassin Seine-Normandie.
- Altekruse, S.F. et Tollefson, L.K., (2003). Human campylobacteriosis : a challenge for the veterinary profession. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223: 445-451.

- Anses, (2010a). Rapport relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition par ingestion de Pseudomonades dans les eaux destinées à la consommation humaine (hors eaux conditionnées).
- Anses, (2010b). Avis relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés aux situations de dépassement de la limite de qualité du benzène dans les eaux destinées à la consommation humaine.
- ANZECC et ARMCANZ, (2000). Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. *Primary Industries - Industries Rationales and background information. Livestock drinking guideline*, 3.
- Arricau-Bouvery, N. et Rodolakis, A., (2005). Is Q fever an emerging or re-emerging zoonosis ? *Veterinary Research*, 36: 327-349.
- AWRC, (1969). Quality aspects of farm water supply. *Arkansas water resources center*.
- Ayers, R.S. et Westcot, D.W., (1994). Water quality for agriculture. *FAO irrigation and drainage paper*, 29.
- Basselin, O., Kammerer, M. et Lacourt, A., (1999). La qualité de l'eau d'abreuvement des vaches laitières : une étude sur le terrain en Ile-et-Vilaine. *Bulletin des GTV*, 1: 61-70.
- Beilage, E.G., Zentek, J. et Wendt, M., (2002). Acute nitrite toxicosis in fattening pigs. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere - Nutztiere*, 30 23-29.
- Bénet, J.P. (Editor), (2008). Tuberculose animale. Polycopié des Unités de Maladies Contagieuses des Ecoles Vétérinaires Françaises, Merial (Lyon), 74 pp.
- BRGM, (2006). Aquifères et eaux souterraines. *Edition BRGM*.
- Bridger, J.C. et Knowles, N.J. (Editors), (2006). Porcine enteric astroviruses. *Diseases of the swine*. Blackwell publishing.
- Cabaret, J., (2002). The use of urban sewage sludge on pastures : the cysticercosis threat. *Veterinary Research*, 33: 575-597.
- Campagnolo, E.R., Kasten, S. et Banerjee, M., (2002). Accidental ammonia exposure to country fair show livestock due to contaminated drinking water. *Veterinary and Human Toxicology*, 44: 282-285.
- Cardot, V., Le Roux, Y. et Jurjan, S., (2008). Drinking behaviour of lactating dairy cows and prediction of water intake. *Journal of Dairy Science*, 91: 2257-2261.
- CAST, (1974). Quality of water for livestock. *Council for Agricultural Science and technology*, 1.
- Castro-Hermida, J.A., (2009). Detection of *Cryptosporidium spp.* and *Giardia duodenalis* in surface water: a health risk for humans and animals. *Water research*, 43: 4133-4142.
- CCME, (1999a). Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles - protocoles. *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*.
- CCME, (1999b). Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles - introduction. *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*.
- Chartier, C., (2003). Coccidioses des ruminants - Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. *Tec et Doc*: 1541.
- Chaumet, F., (2005). Puits privés en milieu agricole : éléments d'analyse et de gestion des risques sanitaires. *Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP)*.
- Costera-Pastor, A., Feidt, C., Marchand, P., Le Bizec, B. et Rychen, G., (2006). PCDD/F and PCB transfer to milk in goats exposed to a chronic intake of contaminated hay. *Chemosphere*, 64: 650-657.
- CSHPF, (2006). Rapport sur la position relative aux enjeux sanitaires liés à l'utilisation d'eau de pluie.
- Dauphin, G. et Zientara, S., (2001). Mise en évidence du virus de la maladie de Borna en France. *Epidémiologie et santé animales*, 40: 63-71.
- Dermaux, V., (1999). Thèse : Etude réglementaire et sanitaire de la qualité de l'eau d'abreuvement des animaux domestiques. *ENV Lyon*: 37-38.

- Dieuleveux, V., Grosbois, F. et Malas, J., (2006). Fiches techniques - Nutrition équine - Eau. *Librairie des haras nationaux*.
- Done, S.H. et Bain, M., (1993). Hepatic necrosis in sheep associated with ingestion of blue-green algae. *Veterinary Research*, 133: 600.
- Dubreuil, P. et Sauvageau, R., (1993). Intoxication chronique au cuivre chez des agneaux lourds par l'eau d'abreuvement. *Canadian Veterinary Journal* 34: 428-430.
- Dutra, I.S., Döbereiner, J., Rosa, I.V., Souza, L.A.A. et Nonato, M., (2001). Surtos de botulismo em bovinos associados à ingestão de água contaminada. *Pesq. Vet. Bras.*, 21: 43-48.
- Dwyer, R.M., (2007). Equine rotavirus. *Equine infectious diseases* 17: 181-183.
- Edmonson, A.J., Norman, B.B. et Suther, D., (1993). Survey of state veterinarians and state veterinary diagnostic laboratories for selenium deficiency and toxicosis in animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 202: 865-872.
- Edwards, S., (2000). Survival and inactivation of classical swine fever virus. *Veterinary Microbiology*, 73: 175-181.
- EFSA, (2008). Scientific opinion of the panel on plant protection products and their residues on a request from the EFSA PRAPeR Unit on risk assessment for birds and mammals. *The EFSA Journal*, 734: 1-181.
- EFSA, (2010). Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008.
- Euzéby, J.P., (2006). Dictionnaire de bactériologie vétérinaire.
- FAO et OIE, (2009). Guide des bonnes pratiques d'élevage visant à assurer la sécurité sanitaire des denrées d'origine animale.
- Fargeon, M., (2008). Politique de la DDASS du Doubs face aux questions posées par les eaux à usages alimentaires ou sanitaires, ne provenant pas de l'adduction publique. *Mémoire d'Ingénieur d'Etudes Sanitaires de l'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique (EHESP)*.
- Fayer, R., (2003). *Cryptosporidium* : a waterborne zoonotic parasite. *Veterinary Parasitology*, 126: 37-56.
- Federal Ministry of Food Agriculture and Consumer Protection of Germany, (2010). Hygienic quality of water for drinking - Indicative framework for an assessment with regard to animal feed law.
- Feldman, K.A., (2003). Tularemia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222: 725-730.
- Fitzgerald, S.D. et Poppenga, R.H., (1993). Toxicosis due to microcystin hepatotoxins in three Holstein heifers. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 5: 651-653.
- Foster, D.M. et Smith, G.W., (2009). Pathophysiology of diarrhea in calves. *Veterinary Clinics of North America*, 25: 13-36.
- Frazler, K., Colvin, B., Styer, E., Hullinger, G. et Garcia, R., (1998). Microcystin toxicosis in cattle due to overgrowth of blue-green algae. *Veterinary and Human Toxicology*, 40: 23-24.
- Froese, C. et Small, D., (2001). Water consumption and waste production during different production stages in hog operations, St. Andrews, Manitoba *Manitoba Livestock Manure Management Initiative*.
- Gadin-Goyon, N., (2002). Qualité bactériologique de l'eau et impact en élevage bovin laitier. *Thèse de doctorat vétérinaire - Université Claude Bernard Lyon I*.
- Gajadhar, A.A. et Allen, J.R., (2004). Factors contributing to the public health and economic importance of waterborne zoonotic parasites. *Veterinary Parasitology*, 126: 3-14.
- Gourreau, J.M., (2008). Le charbon bactérien. *Les maladies des bovins. Institut de l'élevage, 4ème édition*
- Gourreau, J.M. et Guillot, J., (2008). Hydatidose. *Les maladies des bovins. Institut de l'élevage, 4ème édition*.
- Guide-lapin, (1998). *Conseil des productions animales du Québec Inc.*

- Guillot, J., (2008). Cysticerose bovine. *Les maladies des bovins. Institut de l'élevage, 4ème édition.*
- Guillot, J. et Beugnet, F., (2008). Sarcosporidiose. *Les maladies des bovins. Institut de l'élevage, 4ème édition.*
- Haddad, N. et Toma, B., (2008). Les zoonoses infectieuses. *Polycopié des Unités de Maladies Contagieuses des Ecoles Vétérinaires Françaises, Merial (Lyon).*
- Hart, B.T., (1974). Compilation of Australian water quality criteria. *Australian Water Resources Council Technical Paper, 77.*
- Hess, J.C. et Paré, J.A., (2004). Viruses of waterfowl. *Seminars in avian and exotic pet medicine, 13: 176-183.*
- Holter, J.B. et Urban, W.E.J., (1992). Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science, 75: 1472-1479.*
- Hybrid-turkeys-producer-guide, (2006). *Hybrid Turkeys (Kitchener, Ont.).*
- Institut Pasteur, (2009). Fiches sur les maladies infectieuses - Charbon (anthrax). www.pasteur.fr.
- Jaeg, J.P., (2007). Microcystines: Intoxication des animaux domestiques et sécurité des aliments d'origine animale. 158: 46-58.
- Jarrige, R. (Editor), (1999). Alimentation des bovins, ovins et caprins. Edition INRA, Paris, 476 pp.
- Jean-Blain, C., (2002). Introduction à la nutrition des animaux domestiques. Edition Tec et Doc. Lavoisier, 424 pp.
- Joergensen, G., (1985). Mink production - Hilleroed. *Denmark - Scientur.*
- Jondreville, C., Fournier, A., Travel, A., Feidt, C. et Roudaut, B., (2010). Contaminants chimiques organiques des œufs de poules pondeuses : aspects réglementaires, modalités et risques de transfert. *INRA Productions Animales, 23: 205-214.*
- Jones, J.L. et Dubey, J.P., (2009). Waterborne toxoplasmosis - Recent developments. *Experimental parasitology.*
- Jordan, F., Pattison, M., Alexander, D. et Faragher, T. (Editors), (2002). Poultry diseases. *WB Saunders.*
- Kammerer, M. et Ganière, J.P., (1998). Qualité de l'eau d'abreuvement des ruminants. *Point vétérinaire, 29: 75-82.*
- Kamphues, J. et Schulze, J., (2002). Praxisrelevante Aspekte der de Wasserversorgung von Nutz- und Liebhabertieren. Übers. *Tierernährung, 30: 65-107.*
- Kamphues, J., Böhm, R., Flachowsky, G., M., L.-W., Meyer, U. et Schenkel, H., (2007). Empfehlungen zur Beurteilung der hygienischen Qualität von Tränkwasser für Lebensmittel liefernde Tiere unter Berücksichtigung der gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen. *Landbauforschung Völkenrode, 3: 255-272.*
- Kan, C.A. et Meijer, G.A.L., (2007). The risk of contamination of food with toxic substances present in animal feed. *Animal Feed Science and Technology, 133: 84-108.*
- Kerr, L.A., McCoy, C.P. et Eaves, D., (1987). Blue-green algae toxicosis in five dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 191: 829-830.*
- Koci, M.D. et Schultz-Cherry, S., (2002). Avian astroviruses. *Avian pathology, 31: 213-227.*
- Kozdrun, W., Samorek-Salamonowicz, E. et Czekaj, H., (2006). Role of reoviruses in avian pathology. *Medycyna weterynaryjna, 62: 974-976.*
- Larbier, M. et Leclerq, B. (Editors), (1992). Nutrition et alimentation des volailles. Edition INRA Paris, 339 pp.
- Laval, A., (2009). La grippe porcine - Formes classiques et nouveautés épidémiologiques. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire, 3: 51-56.*
- Le-Gall-Reculé, (2003). Le virus de la maladie hémorragique virale du lapin ou RHDV. *Virologie, 7: 203-215.*
- Lutz, S., Feidt, C., Monteau, F., Rychen, G., Le Bizec, B. et Jurjan, S., (2006). Effect of exposure to soil-bound polycyclic aromatic hydrocarbons on milk contaminations

- of parent compounds and their mono-hydroxylated metabolites. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54: 263-268.
- Martella, V., Bányai, K., Ciarlet, M., Iturriza-Gómara, M., Lorusso, E., De Grazia, S., Arista, S., Decaro, N., Elia, G., Cavalli, A., Corrente, M., Lavazza, A., Baselga, R. et Buonavoglia, C., (2006). Relationships among porcine and human rotaviruses: evidence that the different human P[6] lineages have originated from multiple interspecies transmission events. *Virologie*, 344: 509-519.
- Martineau, G.P., (1997). Maladies d'élevage des porcs. *Edition France agricole*.
- Massabie, P., (2001a). L'abreuvement des porcs. *TechniPorc*, 24: 9-14.
- Massabie, P., (2001b). Incidence des paramètres d'ambiance sur les performances zootechniques du porc charcutier. *Institut Technique du Porc- document technique*.
- Matthijssens, J., (2008). Two out of the 11 genes of an unusual human G6P[6] rotavirus isolate are of bovine origin. *Journal of General Virology* 89: 2630-2635.
- Mauroy, A., Scipioni, A., Mathijs, E. et Thiry, E., (2007). Les norovirus bovins, virus entériques méconnus dans l'espèce bovine. *Annales de recherches vétérinaires*, 151: 257-268.
- Mauroy, A., Scipioni, A., Mathijs, E., Miry, C., Ziant, D.T., C. et Thiry, E., (2008). Noroviruses and sapoviruses in pigs in Belgium. *Archives of Virology*, 153: 1927-1931.
- McFarland, D.F., (1998). Watering dairy cattle. *Dairy feeding systems management, components and nutrients (NRAES-116)*, Ithaca, N.Y. : Natural Resources, Agriculture and EGINEERING Services.
- McKee, J.E. et Wolfe, J.W., (1963). Water Quality Criteria. 2nd edition. *State Water Quality Board Publication 3A, Sacramento, Calif.* .
- MEDD et BRGM, (2004). Guide d'application de l'arrêté interministériel du 11/9/2003 relatif à la rubrique 1.1.0 de la nomenclature eau : sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain non domestique exécuté en vue de la recherche, de la surveillance ou d'un prélèvement d'eau souterraine.
- MEDD/Agences-de-l'eau, (2003). Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) - Grilles d'évaluation version 2.
- MEEDDM-MSS, (2009). Plaquette système d'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment - Règles et bonnes pratiques à l'attention des installateurs.
- Merial, L'entérite hémorragique de la dinde. *Fiche merial*.
- Métivet, P., (1996). Pollution chimique de l'eau d'abreuvement : risques pour la santé des animaux d'élevage. *Thèse de doctorat vétérinaire - Université Nantes*.
- Mez, K., Hanselmann, K., Hauser, B., Braun, U., Schmidt, J. et Naegeli, H.R., (1994). Aufzu zur mitteilung von beobachtungen sind cyabak terien *Schweiz. Arch. Tierheik.*, 136: 313-314.
- Mez, K., Beattie, K.A., Codd, G.A., Hanselmann, K., Haiser, B. et Naegeli, H.R., (1997). Identification of microcystin in benthic cyanobacteria linked to cattle deaths on alpine pastures in Switzerland. *European Journal of Phycology* 32: 111-117.
- Millemann, Y., (2008). Salmonelloses. *Les maladies des bovins. Institut de l'élevage, 4ème édition*.
- Millemann, Y., Beugnet, F. et Guillot, J., (2008). Fasciolose. *Les maladies des bovins. Institut de l'élevage, 4ème édition*: 118.
- Monteils, V., Jurjanz, S., Blanchart, G. et Laurent, F., (2002). Nutrition utilisation by dairy cows fed diets differing in crude protein level, with a deficit in ruminal fermentable nitrogen. *Reproduction Nutrition Development*, 42: 545-557.
- Montiel, A., (2007a). Qualité de l'eau en élevage avicole. *Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars 2007*.
- Montiel, A., (2007b). Eau de boisson : une politique de qualité à engager *La France Agricole*, 29.
- Mosier, D.A. et Oberst, R.D., (2000). Cryptosporidiosis : a global challenge. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 916: 102-111.

- Mougeot, G., (2001). Infections à protozoaires et environnement. *Revue française des laboratoires*, 336: 25-31.
- Naegeli, H., Sahin, A., Braun, U., Haiser, B., Mez, K., Hanselmann, K., Preisig, H.R., Bivetti, A. et Eitel, J., (1997). Plotzliche to desfalle von alpindern im kanton Grawbunden. *Schweiz. Arch. Tierheik.*, 139: 201-209.
- NAS, (1974). Nutrients and toxic substances in water for livestock and poultry. *National Academy of Sciences*.
- NAS/NAE, (1973). Water quality criteria. *National Academy of Sciences / National Academy of Engineering - Washington, D.C.*
- NCWQ, (1968). Report of the national technical advisory committee on water quality criteria *National commission on water quality*.
- North, M.O. et Bell, D.D., (1990). *Commercial chicken production manual, 4^e édition, N. Y. : Van Nostrand Reinhold.*
- NRC, (1998). Nutrient requirements of swine. National Research Council. Washington, D.C.
- NRC, (2005). Mineral tolerance of animals, National Research Council - Committee on Minerals and Toxic Substances in Diets and Water for Animals - Board on Agriculture and Natural Resources - Division on Earth and Life Studies.
- Nutrient-requirements-of-poultry, (1994). *National Research Council - 6^e édition, Washington, D.C.*
- Nutrient-requirements-of-sheep, (1985). *National Research Council - 6^e édition, Washington, D.C.*
- Nutritional-requirements-of-beef-cattle, (2002). *National Research Council (4) . 7^e édition révisée, Washington, D.C.*
- Olkowski, A.A., (2009). La qualité de l'eau d'abreuvement du bétail : Guide de terrain relatif aux bovins, aux chevaux, à la volaille et aux porcs, Canada.
- OMS, (2004a). Guidelines for Drinking-water Quality, 3^e édition, volume 1, recommandations.
- OMS, (2004b). Waterborne Zoonoses : Identification, Causes and control. *Edited by J.A. Cotruvo, A. Dufour, G. Rees, J. Bartram, R. Carr, D.O. Cliver, G.F. Craun, R. Fayer and V.P.J. Gannon.*
- ONEMA et OIEau, (2010). Bilan des efforts de surveillance de la qualité des cours d'eau.
- Orr, P.T., Jones, G.J., Hunter, R.A. et Berger, K., (2003). Exposure of beef cattle to sub-clinical doses of *Microcystis aeruginosa*: Toxin bioaccumulation, physiological effects and human health risk assessment. *Toxicon*, 41: 613-620.
- Ortega-Pierre, G., (2009). New tools provide further insights into *Giardia* and *Cryptosporidium* biology. *Trends in parasitology*, 25: 410-416.
- Ounnas, F., Feidt C, M., Ph., , Toussaint, H., Le Bizec, B., Rychen, G. et Jurjanz, S., (2010). Polychlorinated Biphenyls and low Polybrominated Diphenyl Ethers transfer to milk in lactating goats chronically exposed to contaminated soil. *Environmental Science & Technology*, 44: 2682-2688.
- Pensaert, M.B. et Yeo, S.G., (2006). Porcine epidemic diarrhoea *Diseases of the swine, 9th edition. Blackwell publishing*: 367-372.
- 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).*
- Région-Limousin, (2009). Soif d'autonomie l'abreuvement au champs. *Programme Structurel Herbe et Fourrages.*
- Ryser, M.P., (2004). Paratuberculose. *Office Vétérinaire Fédéral.*
- Saif, Y.M., (2008). Diseases of Poultry. Blackwell Publishing, 1324 pp.
- Sanchez, S., Lee, M.D., Harmon, B.G., Maurer, J.J. et Doyle, M.P., (2002). Animal issues associated with E coli O157 :H7. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221: 1122-1126.
- Sarathchandra, G., Albert, A., Muralimanohar, B. et Venugopalan, A.T., (1997). Borewell water nitrate toxicosis in cattle. *Indian Veterinary Journal*, 74: 750-751.

- Schelcher, F., (2008a). Rota- et coronaviroses néonatales. *Les maladies des bovins. Institut de l'élevage, 4ème édition.*
- Schelcher, F., (2008b). Coccidioses. *Les maladies des bovins. Institut de l'élevage, 4ème édition.*
- Schulze-Horsel, T., (1998). Feldstudie zur Wasserversorgung und Wasserqualität in Schweinebeständen Norddeutschlands. Hannover, Tierärztliche Hochschule., *Dissertation.*
- Shadomy, S.V. et Smith, T.L., (2008). Anthrax. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 233: 63-72.
- Shaw, M.I. et Patience, J.F., (2000). Dietary factors influencing water consumption. *Prairie swine Centre Annual Report* 22-23.
- Simonet, F., (2001). Le nouveau système d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières : le SEQ-Eau. *Revue de l'agence de l'Eau Adour-Garonne*, 81: 7-9.
- South-Africa, (1996). Agricultural water use : livestock watering South African water quality guidelines.
- Steiger Burgos, M., Senn, M., Sutter, F., Kreuzer, M. et Langhans, W., (2001). Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. *Journal of Physiology*, 280.
- Stordeur, P. et Mainil, J., (2002). *Annales de Médecine Vétérinaire*, 146: 11-18.
- Swayne, D.E. et King, D.J., (2003). Avian influenza and Newcastle disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 222: 1534-1540.
- Tenter, A.M., (2000). Toxoplasma gondii : from animals to humans. *International Journal for Parasitology*, 30: 1217-1258.
- Thiry, E., (2002). Virologie clinique du porc. Edition du Point Vétérinaire- revue, 188 pp.
- Toma, B., (2004). Les zoonoses infectieuses. *Polycopié des Unités de Maladies Contagieuses des Ecoles Vétérinaires Françaises.*
- Toma, B., (2008). La fièvre aphteuse *Polycopié des Unités de Maladies Contagieuses des Ecoles Vétérinaires Françaises, Mérial (Lyon).*
- Trap, D., (1993). Epidémiologie des leptospiroses animales. *Méd. Mal. Inf.*, 23: 504-506.
- Trouillet, S., (2009). Fièvre charbonneuse. Foudroyante épidémie au pied du Sancy : huit vaches laitières emportées en quelques jours. *La semaine vétérinaire*, 1371: 20.
- UPA-Estrie, Agriculture-Pêcheries-et-Alimentation-Québec-Estrie et Fondation-des-lacs-et-rivières-du-Canada, (2002). L'abreuvement des ruminants hors cours d'eau. *Guide technique.*
- US-EPA, (1973). Quality of water for livestock. *U.S. Environmental Protection Agency*, Vol. I. Washington, D.C.
- Van Halderen, A., Harding, W.R., Wessels, J.C., Schneider, D.J., Heine, E.W., Van der Merwe, J. et Fourie, J.M., (1995). Cyanobacterial (blue-green algae) poisoning of livestock in the western Cape Province of South Africa. *Journal of the South African Veterinary Association*, 66: 260-264.
- Villar, D., Schwartz, K.J., Carson, T.L., Kinker, J.A. et Barker, J., (2003). Acute poisoning of cattle by fertilizer-contaminated water. *Veterinary and Human Toxicology*, 45: 88-90.
- Villeneuve, A., (2003). Les zoonoses parasitaires. *Presses de l'Université de Montréal.*
- Walker, S., Lund, J., Schumacher, D., Brakhage, P., McManus, B., Miller, J., Augustine, M., Carney, J., Holland, R., Hoagland, K., Holz, J., Barrow, T., Rundquist, D. et Gitelson, A., (2008). Nebraska experience. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 619: 139-152.
- Wang, Q.H., Costantini, V. et Saif, L.J., (2007). Porcine enteric caliciviruses: genetic et antigenic relatedness to human caliciviruses, diagnosis and epidemiology. *Vaccine*, 25: 5453-5466.
- Wray, C., (1975). Survival and spread of pathogenic bacteria of veterinary importance within the environment. *The Veterinary Bulletin*, 45: 543-550.
- Yang, T.S., Howard, B. et McFarlane, W.V., (1981). Effects of food on drinking behaviour of growing pigs. *Applied Animal Ethology*, 7: 259-270.

Yeruham, I., Shlosberg, A., Hanji, V., Beilaiche, M., Marcus, M. et Liberboim, M., (1997). Nitrate toxicosis in beef and dairy cattle herds due to contamination of drinking water and whey. *Veterinary and Human Toxicology*, 39: 296-298.



Annexe 1 : Consommations moyennes d'eau par les animaux d'élevage

(Adams, 1995 ; Froese et Small, 2001 ; Guide-lapin, 1998 ; Hybrid-turkeys-producer-guide, 2006 ; Jarrige, 1999 ; Joergensen, 1985 ; McFarland, 1998 ; NAS/NAE, 1973 ; North et Bell, 1990 ; NRC, 2005 ; Nutrient-requirements-of-poultry, 1994 ; Nutrient-requirements-of-sheep, 1985 ; Nutritional-requirements-of-beef-cattle, 2002)

Ordre de grandeur des quantités d'eau totale bues (en L par kg de MS ingérée) par les ruminants en stabulation hivernale (t° < 15°C) :

Ces quantités sont à augmenter de 30, 50 et 100% respectivement pour des températures de 20, 25 et 30°C.

ESPECE	QUANTITE D'EAU TOTALE INGEREE (L/kg DE MS INGEREE)
Bovins	
Veau pendant la phase d'allaitement	6 – 7
Bovins en croissance ou à l'engrais	3,5
Vaches en fin de gestation	4 - 5
Vaches en lactation	4,5 – 5,5
Ovins	
En croissance ou à l'engrais	2
A l'entretien ou en fin de gestation	2 – 2,5
Fin de gestation	
• 1 agneau	3 – 3,5
• 2 ou 3 agneaux	3,5 – 4,5
Brebis en lactation	
• 1 ^{er} mois	4 – 4,5
• Mois suivants	3 – 4
Caprins	
Début de gestation	2 – 3
Fin de gestation	3 – 4
Lactation	3 - 4

Consommation d'eau (L/j) chez les vaches laitières en fonction de leur production :

TYPES DE FOURRAGES	TENEUR EN MS DES FOURRAGES EN %	QUANTITE D'EAU TOTALE INGEREE (L/j)			
		VACHE TARIE	VACHE EN PRODUCTION		
			Kg DE LAIT PAR VACHE PAR JOUR		
			20	30	40
Herbe ou ensilage directe	15 à 25	< 30	40	60	80
Ensilage de maïs+ concentré	40	< 40	60	80	100
Foin + ensilage, paille ou foin avec ou sans concentré	> 60	< 40	70	90	> 100

Porcs :

Consommation d'eau en fonction de leur poids et de leur âge dans les conditions courantes

TYPE DE PORC	POIDS (KG)	QUANTITE D'EAU REQUISE (L/JOUR)
PORCELET PRE-SEVRAGE	1,5-7	0,3-2
PORCELET SEVRE	7-22	1-5
PORC A L'ENGRAIS	23-36	4-5
	36-70	5-8
	70-110	8-12
TRUIE GESTANTE	-	14-20
TRUIE ALLAITANTE ^a	-	15-30

Poulets:

Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

AGE DES POULETS DE CHAIR (SEMAINES)	BESOINS EN EAU (L/1000 OISEAUX/JOUR)	
	21°C	32°C
1-4	50-260	50-415
5-8	345-470	550-770

Dindons :

Consommation d'eau par les dindons en fonction de l'âge.

AGE DES DINDONS (SEMAINES)	QUANTITE D'EAU REQUISE ^a (L/1000 OISEAUX/JOUR)	
	10-21 °C	27-35 °C
1-7	38-327	38-448
8-14	403-737	508-1063
15-21	747-795	1077-1139

^a Incluant les pertes dues au gaspillage (habituellement 2 % ou moins de la consommation totale).

Lapins :

ESPECE ANIMALE	POIDS(Kg)	ESTIMATION DE LA CONSOMMATION MOYENNE D'EAU ^a (L/JOUR)
LAPIN - LAPINE GESTANTE	4,5	0,35
LAPIN - LAPINE AVEC PORTEE, AVANT LE SEVRAGE	8,5 ^b	1,02
LAPIN - LAPIN DE CHAIR DE 6 SEMAINES	1,0	0,30
LAPIN - LAPIN DE CHAIR DE 12 SEMAINES	2,3	0,64

^a Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

^b Poids total : 1 lapine de 4,5 kg et 8 lapereaux de 0,5 kg.

Annexe 2 : Réglementation relative aux eaux destinées à la consommation humaine, aux eaux de surfaces et eaux souterraines, aux eaux de pluies

Eaux destinées à la consommation humaine :

Selon l'article R. 1321-1 du Code de la santé publique, les EDCH sont définies comme étant :

- toutes les eaux qui, soit en l'état, soit après traitement, sont destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques, qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'une citerne, d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs. Les eaux de source entrent dans cette catégorie ;
- toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication, la transformation, la conservation ou la commercialisation de produits ou de substances, destinés à la consommation humaine, qui peuvent affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale, y compris la glace alimentaire d'origine hydrique.

D'après les articles R. 1321-2 et R. 1321-3 du Code de la santé publique, les EDCH doivent :

- ne pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ;
- être conformes aux limites de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et chimiques, susceptibles de générer des effets immédiats ou à plus long terme ;
- satisfaire à des références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques, chimiques et radiologiques sans incidence directe sur la santé, établis à des fins de suivi des installations de production, de distribution et de conditionnement d'eau et d'évaluation des risques pour la santé des personnes.

Les exigences de qualité actuellement en vigueur en France sont fixées par l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du Code de la santé publique. Elles ont été établies en application de la réglementation européenne (directive 98/83/CE) et complétées par certains paramètres (cf. annexe 4 récapitulant ces limites et références de qualité et précisant l'origine, géologique ou anthropique, des contaminants mentionnés).

Eaux de surface et eaux souterraines :

La directive cadre sur l'eau 2000/60/CE (DCE)⁴⁰, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (JOCE du 22 décembre 2000) a été transposée en droit français par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004. Elle exige que soit établi, dans chaque district hydrographique, un programme de surveillance des eaux et fixe comme objectif de parvenir à l'échéance de 2015 au bon état des eaux et des milieux aquatiques.

L'arrêté du 25 janvier 2010 fixe les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

Ainsi le Système d'évaluation de l'état de l'eau (SEEE) en projet depuis 2007 à l'initiative de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) remplace le Système d'évaluation de la qualité de l'eau (SEQ-Eau) du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et des Agences de l'eau (ONEMA, 2010 ; Porcher, 2009).

⁴⁰ Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau (JOCE du 22 décembre 2000, L327, pages 1 à 72).

Les objectifs de qualité du SEQ-Eau fixant des normes pour les eaux superficielles afin de déterminer leur aptitude à être utilisées pour la production d'eau potable, les loisirs aquatiques, l'irrigation ou l'abreuvement deviennent avec la DCE des objectifs environnementaux.

Eaux de pluie :

L'arrêté du 21 août 2008, relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, précise notamment les conditions d'installation, d'entretien et de surveillance des équipements nécessaires à leur récupération et utilisation. Les ministères chargés de la santé et de l'écologie ont élaboré une plaquette destinée à accompagner les professionnels concernés par la mise en œuvre et l'entretien des installations de récupération des eaux de pluie (MEEDDM-MSS, 2009).



Annexe 3 : Dangers biologiques potentiellement présents dans l'eau d'abreuvement en Europe de l'Ouest

TABLEAU 1 : Contaminants biologiques les plus fréquents de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage en Europe de l'Ouest – Agents pathogènes zoonotiques

Il s'agit d'une contamination humaine *via* les denrées alimentaires d'origine animale issues d'animaux ayant consommé l'eau contaminée par ces agents pathogènes

P = portage

S = symptomatique

Agent biologique	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène pour l'homme	Survie de l'agent pathogène dans l'eau	Norme Analytique EDCH	Préconisations analytiques
Bactéries					
<p><i>Campylobacter jejuni</i> <i>Campylobacter coli</i> (campylobactériose)</p> <p>(Altekruse et Tollefson, 2003 ; EFSA, 2010 ; Haddad et Toma, 2008)</p>	<p>Oiseaux (volailles= principale source pour l'homme), bovins, porcins, petits ruminants (P)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pathogène strict • Généralement gastro-entérite aiguë, spontanément résolutive • Personnes âgées, immunodéprimées, enfants : formes plus sévères possibles (bactériémie, localisations secondaires, phénomènes post-infectieux) <p>Plutôt cas sporadiques, source de TIAC également (premier contaminant en Europe)</p>	<p>Plusieurs semaines à plusieurs mois dans le milieu extérieur, les eaux de surface non traitées et le fumier.</p>	<p>ISO 17995 : 2005 Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement d'espèces thermotolérantes du genre <i>Campylobacter</i></p>	<p>ISO 10272-1 : 2006 Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement des <i>Campylobacter spp.</i></p> <p>Partie 1 : méthode de recherche</p> <p>Partie 2 : technique par comptage des colonies</p>
<p><i>Escherichia coli</i></p> <p>(Afssa, 2003 ; Martineau, 1997 ; Sanchez <i>et al.</i>, 2002 ; Toma, 2004)</p>	<p>Porcs, bovins et petits ruminants (sérotipe O157 : H7), chevaux, volailles (P)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entérites, source de TIAC • Syndrome hémolytique et urémique chez les enfants et les personnes âgées causé par des STEC (O157 : H7) 	<p>Plusieurs semaines. O157 : H7 survit pendant plus de 300 j à 22°C</p>	<p>NF EN ISO 9308 Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement des <i>Escherichia coli</i> et des bactéries coliformes</p> <p>Partie -1 : Méthode par filtration sur membrane</p> <p>Partie 3 : Méthode miniaturisée (NPP) pour la recherche et le dénombrement des <i>E. coli</i> dans les eaux de surface et résiduelles)</p>	

Agent biologique	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène pour l'homme	Survie de l'agent pathogène dans l'eau	Norme Analytique Eau destinée consommation humaine	Préconisations analytiques
Bactéries					
<p><i>Listeria monocytogenes</i> (listériose)</p> <p>(Afssa, 2000 ; Toma, 2004)</p>	<p>Mammifères, oiseaux (P, S)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Contamination accidentelle Généralement asymptomatique chez les personnes immunocompétentes Bactériémie chez les sujets immunodéprimés Sensibilité des femmes enceintes (surtout au 3^e trimestre de grossesse) Pouvoir invasif, vers le système nerveux central (méningite) et à travers le placenta (avortements, formes néonatales) Létalité globale = 25-30% 	<p>Caractère ubiquitaire : eau, sols, végétaux. Survie et croissance à des températures comprises entre quelques degrés en dessous de 0 et +42°C</p>		<p>NF EN ISO 11290 * Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement de <i>Listeria monocytogenes</i></p> <p>Partie 1 : méthode de recherche Partie 2 : méthode de dénombrement</p>
<p><i>Mycobacterium avium subsp avium</i></p> <p>(Bénet, 2008)</p>	<p>Porcs, volailles, nombreuses espèces (P, S)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Bactérie opportuniste (sujets immunodéprimés) Affection chronique Formes pulmonaires ou extra-pulmonaires 	<p>Peut rester infectante jusqu'à 1 an dans les pâtures contaminées, plus longtemps encore dans l'eau</p>		<p>NF U47-103 Méthodes d'analyse en santé animale - Isolement et identification de <i>mycobacterium avium subsp. paratuberculosis</i> à partir de prélèvements (féces ou organes) de ruminants</p> <p>NF U47-104 Méthodes d'analyse en santé animale - Isolement et identification des mycobactéries autres que <i>mycobacterium avium subsp. paratuberculosis</i> chez l'animal</p>

Agent biologique	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène pour l'homme	Survie de l'agent pathogène dans l'eau	Norme Analytique Eau destinée consommation humaine	Préconisations analytiques
Bactéries					
<p>Salmonella spp, dont S. Typhimurium (salmonellose)</p> <p>(Millemann, 2008 ; Wray, 1975)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nombreuses espèces ; • Infection des volailles (S. Enteritidis et S. Typhimurium notamment) ; • Souvent inapparente 	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les souches ne sont pas pathogènes pour l'homme • Première source de TIAC en France : gastro-entérites d'évolution spontanément favorable ; • Personnes âgées, enfants : formes sévères possibles (septicémies) 	<p>Survie quelques semaines dans l'eau possible</p>	<p>ISO 6340 : 1995 Qualité de l'eau. Recherche de <i>Salmonella</i>.</p>	<p>NF EN ISO 6785 Lait et produits laitiers - Recherche de <i>Salmonella</i> spp.</p> <p>NF EN ISO 6579 Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche des <i>Salmonella</i> spp.</p> <p>FD CEN/TR 15215* Caractérisation des boues - Détection et dénombrement de <i>Salmonella</i> spp. dans les boues, les sols, les amendements du sol, les supports de culture et les biodéchets Partie 1 : méthode par filtration sur membrane permettant la reviviscence quantitative des bactéries stressées de manière sub-léthale (pour confirmer l'efficacité de l'abatement de logs lors des procédés de traitement) Partie 2 : méthode par enrichissement en milieu liquide sélénite-cystine puis en milieu de Rapport-Vassiliadis pour la détermination semi-quantitative par la méthode du NPP Partie 3 : présence/absence par enrichissement en milieu liquide peptone-novobiocine puis sur milieu Rapport-Vassiliadis</p> <p>XP X33-018 Caractérisation des boues - Dénombrement de <i>Salmonella</i> - Méthode de dénombrement en milieu liquide (méthode du Nombre le Plus Probable - NPP)</p> <p>NF EN ISO 6579 Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche de <i>Salmonella</i> spp.</p>

Agent biologique	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène pour l'homme	Survie de l'agent pathogène dans l'eau	Norme Analytique Eau destinée consommation humaine	Préconisations analytiques
Bactéries					
<i>Yersinia enterocolitica</i> (yersiniose) (Afssa, 2006 ; Euzéby, 2006 ; Toma, 2004)	Nombreuses espèces (porcs) (P)	<ul style="list-style-type: none"> • Toxinogène • Portage asymptomatique assez fréquent • Entérocolite aiguë en général, spontanément résolutive, mais pouvant persister plusieurs mois • Sujets sensibles (diabète, cirrhose, immunodépression) : septicémie, localisations à distance possibles 	Dans de l'eau douce : 20 j à 4°C (dans le sol : 540 j)		NF EN ISO 10273 Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche de <i>Yersinia enterocolitica</i> présumées pathogènes
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i> (pseudotuberculose) (Afssa, 2006 ; Euzéby, 2006 ; Toma, 2004)	Mammifères, oiseaux (S)	<ul style="list-style-type: none"> • Toxinogène (endotoxine) • Homme= hôte accidentel • Surtout chez les jeunes (5-20 ans) ; formes plus sévères chez les personnes âgées et sensibles (<i>cf. Y. enterocolitica</i>) • Surtout vomissements aigus, fébriles, de résolution spontanée (pseudo-appendicite) 			
Virus					
<i>Rotavirus</i> (Foster et Smith, 2009 ; Martella <i>et al.</i> ; Matthijnsens, 2008 ; Schelcher, 2008a)	<ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs espèces (porcs, bovins) (P, S) • Contamination inter-spécifique possible 	<ul style="list-style-type: none"> • Généralement infraclinique chez l'adulte • Symptômes surtout chez les jeunes enfants et nourrissons • Infection des cellules matures du sommet des villosités de l'épithélium de l'intestin grêle • Gastroentérite aiguë 	Les rotavirus humains survivent plus de 64 j dans l'eau du robinet		<i>cf. Recherche Enterovirus</i> (XP T 90-451)
Parasites					
<i>Cryptosporidium parvum</i> (certains géotypes) (Castro-Hermida, 2009 ; Fayer, 2003 ; Mosier et Oberst, 2000 ; Mougeot, 2001 ; Ortega-Pierre, 2009)	Ruminants, porcs, très nombreux mammifères (P, S)	<ul style="list-style-type: none"> • Chez l'homme : surtout les nouveau-nés et les personnes immunodéprimées ; • Contamination directe (à partir d'animaux ou d'humains malades) ou indirecte (<i>via</i> l'eau : de boisson, de baignade, <i>etc.</i>). • Nombreuses épidémies hydriques rapportées 	Kystes peuvent persister 6 mois dans l'eau ; résistent au froid (4°C) ; très résistants aux agents chimiques (désinfection) et aux traitements courants de l'eau (chloration, ozonation, UV)	ISO 15553:2006 Qualité de l'eau - Isolement et identification des oocystes de <i>Cryptosporidium</i> et des kystes de <i>Giardia</i> NF T90-455 Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement d'oocystes de <i>Cryptosporidium</i> et de kystes de <i>Giardia</i> - Méthode de concentration et de dénombrement	

Agent biologique	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène pour l'homme	Survie de l'agent pathogène dans l'eau	Norme Analytique Eau destinée consommation humaine	Préconisations analytiques
Parasites					
<i>Giardia intestinalis</i> (certains génotypes) (Castro-Hermida, 2009 ; Mougeot, 2001 ; Ortega-Pierre, 2009)	Ruminants, porc, cheval (P, S)	<ul style="list-style-type: none"> Parasite opportuniste surtout chez les sujets immuno-déprimés, les enfants en bas âge ; Diarrhée subaiguë ou chronique Atteinte hépatobiliaire, neurovégétative possible Répercussions possibles sur la croissance 	Survie jusqu'à 6 mois dans de l'eau à 2-5°C (kystes peu sensibles aux désinfectants habituels)	ISO 15553:2006 Qualité de l'eau - Isolement et identification des oocystes de <i>Cryptosporidium</i> et des kystes de <i>Giardia</i> NF T90-455 Qualité de l'eau - Recherche et dénombrement d'oocystes de <i>Cryptosporidium</i> et de kystes de <i>Giardia</i> - Méthode de concentration et de dénombrement	
<i>Taenia saginata</i> (<i>Cysticercus bovis</i>) (Cabaret, 2002 ; Guillot, 2008)	Bovins (hôte intermédiaire) (P)	<ul style="list-style-type: none"> Homme = hôte définitif (localisation dans le jéjunum) Symptômes généralement bénins : troubles digestifs, amaigrissement Infection par ingestion de viande bovine parasitée, crue ou insuffisamment cuite 	Survie plusieurs mois dans l'eau (longévité moyenne des œufs dans l'étable = 18 mois, >1an si température basse à modérée et humidité adéquate)		XP X33-017* Caractérisation des boues - Dénombrement et viabilité des œufs d'helminthes parasites - Méthode par une technique de triple flottation prXP X33-031* Caractérisation des boues - Dénombrement et viabilité des œufs d'helminthes parasites - Méthode par flottation au nitrate de sodium

***NF EN ISO 11290** : norme alimentaire qu'il est prévu d'évaluer sur des matrices de l'environnement (AFNOR, recherche de financement).

***FD CEN/TR 15215** : trois parties pour ce projet de norme pour la recherche des Salmonelles dans les matrices de l'environnement en cours d'évaluation au niveau européen (suite du projet HORIZONTAL-HYGIENE).

***XP X33-017** et **prXP X33-031** : deux « projets » de normes pour la recherche des helminthes dans les matrices de l'environnement en cours d'évaluation au niveau français (AFNOR, recherche de financement).

TABLEAU 2 : Contaminants biologiques les plus fréquents de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage en Europe de l'ouest – Agent pathogènes non zoonotiques

Agent biologique	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène pour l'animal	Survie de l'agent pathogène dans l'eau	Norme Analytique Eau destinée consommation humaine	Préconisations analytiques
Bactéries					
<p>Certaines souches d'<i>Escherichia coli</i> (colibacilloses)</p> <p>(Martineau, 1997 ; Sanchez <i>et al.</i>, 2002 ; Stordeur et Mainil, 2002 ; Toma, 2004)</p>	<p>Porcs, bovins, petits ruminants, volailles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pouvoir invasif et +/- toxigène • Colibacillose digestive, parfois extra-digestive, du veau • Septicémie possible chez les jeunes • Mammite colibacillaire de la vache • Souvent infection secondaire chez les volailles 	<p>Plusieurs semaines</p>	<p>NF EN ISO 9308 Qualité de l'eau -- Recherche et dénombrement des <i>Escherichia coli</i> et des bactéries coliformes</p> <p>Partie 1 : Méthode par filtration sur membrane</p> <p>Partie 3 : Méthode miniaturisée (NPP) pour la recherche et le dénombrement des <i>E. coli</i> dans les eaux de surface et résiduaires)</p>	
<p><i>Mycobacterium avium</i> subsp <i>paratuberculosis</i> (paratuberculose ou maladie de Johne)</p> <p>(Afssa, 2009c ; Bénét, 2008 ; Ryser, 2004)</p>	<p>Bovins, ovins, caprins</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Non toxigène • Sporadique ou enzootique • Incubation très longue (plusieurs années parfois) • Animaux infectés excréteurs asymptomatiques • Maladie chronique cachectisante, avec diarrhée (discrète voire absente chez les petits ruminants) 	<p>6-18 mois dans l'eau courante ou l'eau de mare. Ne se multiplie pas dans l'environnement</p>		<p>NF U47-103 Méthodes d'analyse en santé animale - Isolement et identification de <i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> à partir de prélèvements (féces ou organes) de ruminants</p> <p>NF U47-104 Méthodes d'analyse en santé animale - Isolement et identification des mycobactéries autres que <i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> chez l'animal</p>

Agent biologique	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène pour l'animal	Suvie de l'agent pathogène dans l'eau	Norme Analytique Eau destinée consommation humaine	Préconisations analytiques
Bactéries					
<p><i>Salmonella Gallinarum</i> et <i>S. Pullorum</i> (typhose, pullorose)</p> <p>(Wray, 1975)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Poule, dinde, faisan (pintade, caille, perdrix, canard) • France indemne en élevage industriel. • Quelques souches régulièrement isolées chez les pintades. • Contamination des animaux notamment via l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Seulement 1 à 5 cellules du biovar Pullorum suffisent pour infecter un poussin de quelques jours (>10 000 pour un adulte) • Mortalité = 50-100% chez embryons et poussins • Adultes : formes plus bénignes (baisse de ponte), voire inapparentes • Bactéries persistant dans macrophages spléniques et tractus génital (transmission verticale et maintien de l'infection dans un élevage) 	Plusieurs semaines à plusieurs mois	<p>ISO 6340:1995</p> <p>Qualité de l'eau. Recherche de <i>Salmonella</i>.</p>	<p>NF EN ISO 6785 Lait et produits laitiers - Recherche de <i>Salmonella</i> spp.</p> <p>NF EN ISO 6579 Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche des <i>Salmonella</i> spp.</p> <p>FD CEN/TR 15215* Caractérisation des boues - Détection et dénombrement de <i>Salmonella</i> spp. dans les boues, les sols, les amendements du sol, les supports de culture et les biodéchets</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partie 1 : méthode par filtration sur membrane permettant la reviviscence des bactéries stressées de manière sub-léthale (pour confirmer l'efficacité de l'abatement de logs lors des procédés de traitement) • Partie 2 : méthode par enrichissement en milieu liquide sélénite-cystine puis en milieu de Rapport-Vassiliadis pour la détermination semi-quantitative par la méthode du NPP • Partie 3 : présence/absence par enrichissement en milieu liquide peptone-novobiocine puis sur milieu Rapport-Vassiliadis <p>XP X33-018 Caractérisation des boues - Dénombrement des <i>Salmonella</i> - Méthode de dénombrement en milieu liquide (méthode du Nombre le Plus Probable - NPP)</p> <p>NF EN ISO 6579 Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche des <i>Salmonella</i> spp.</p>

*FD CEN/TR 15215 : trois parties pour ce projet de norme pour la recherche des Salmonelles dans les matrices de l'environnement en cours d'évaluation au niveau européen (suite du projet HORIZONTAL-HYGIENE).

Agent biologique	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène pour l'animal	Survie de l'agent pathogène dans l'eau	Norme Analytique Eau destinée consommation humaine	Préconisations analytiques
Virus					
Coronavirus bovin Coronavirus porcin (Foster et Smith, 2009 ; Pensaert et Yeo, 2006 ; Schelcher, 2008a)	Bovins, porcs	<ul style="list-style-type: none"> • Surtout atteinte des jeunes, mais réinfections possibles chez les adultes • A l'origine de diarrhées néonatales chez les veaux (plus graves qu'avec les rotavirus) et chez les porcelets • Infections respiratoires 			
Parasites					
<i>Eimeria</i> spp (coccidiose) (Chartier, 2003 ; Schelcher, 2008b)	Bovins, ovins, caprins (espèces spécifiques de leurs hôtes respectifs)	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction des cellules épithéliales de l'intestin par pénétration et reproduction des sporozoïtes • Modification importante de la microflore intestinale • Symptômes lors d'ingestion massive d'ookystes ou de stress physiologique (sevrage) • Diarrhée + amaigrissement • Formes subcliniques 	Ookystes résistants plusieurs mois (résistantes au froid, à l'eau de Javel, très sensibles à l'absence d'humidité)		
<i>Eimeria</i> spp (<i>E. scabra</i>, <i>E. polita</i>, <i>E. spinbliecki</i>, <i>E. suis</i>, <i>E. porci</i>) <i>Iso spor a suis</i> (Martineau, 1997)	Porcs	<ul style="list-style-type: none"> • Atteinte des très jeunes porcelets (<2-3 semaines) : diarrhée, retard de croissance • Morbidité variable • Mortalité faible 	Ookystes : plusieurs mois dans le milieu extérieur		
<i>Eimeria</i> spp (Jordan <i>et al.</i> , 2002)	Volailles	<ul style="list-style-type: none"> • <i>E. tenella</i> la plus pathogène chez le poulet (mortalité importante possible) • Surtout chez les animaux immunodéprimés • Atteinte de l'intestin 	Ookystes très résistants		

TABLEAU 3 : Autres contaminants biologiques potentiels de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage en Europe de l'Ouest

Agent biologique	Zoonose en général	Zoonose par ingestion de denrées d'origine animale	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène	Survie de l'agent pathogène dans l'eau
Bactéries					
<p><i>Bacillus anthracis</i> (charbon bactérien)</p> <p>(Gourreau, 2008 ; Shadomy et Smith, 2008)</p>	Oui	Oui	Surtout ruminants, porcs et chevaux	<ul style="list-style-type: none"> • Spore = forme infectante • Production de toxines (oedématogène et létale) • Faible incidence sur le bétail en France (cas sporadiques) • Evolution suraiguë (mortalité rapide et soudaine) à aiguë • Zoonose grave, surtout par voie pulmonaire, cutanée, éventuellement digestive (charbon gastro-intestinal) 	Bactérie hydro tellurique. Spores résistant des décennies dans le milieu extérieur
<p><i>Brucella abortus</i> (brucellose bovine)</p> <p>(Wray, 1975)</p>	Oui	Oui	Bovins	<ul style="list-style-type: none"> • Bovins pubères, souvent infection toute leur vie • Jeunes : guérison fréquente • Facteur de sensibilité : gestation • Avortement, mortinatalité, rétention placentaire, orchite, épидидymite, arthrite • aucun foyer depuis 2002 	10 à 70 jours dans l'eau, selon la température
<p><i>Brucella melitensis</i> (brucellose ovine et caprine)</p> <p>(Wray, 1975)</p>		Oui	Ovins, caprins	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination surtout par voie digestive (produits d'avortement, eau et aliments) • Persistance de l'infection chez les animaux pubères • Avortements. Infection souvent inapparente • Aucun foyer depuis 2004 	
<p><i>Brucella suis</i> (brucellose porcine)</p> <p>(Wray, 1975)</p>			Suidés domestiques (ruminants)	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination surtout par voie digestive (produits d'avortement, eau et aliments souillés). Transmission vénérienne également importante • Bactériémie importante, persistant parfois 2-3 mois • Localisation aux nœuds lymphatiques, organes génitaux, mamelles et articulations • <i>Brucella suis 2</i> infectant le porc en France, peu ou pas pathogène pour l'Homme (France, 1993-2009 : 60 foyers dans 30 départements) 	
<p><i>Burkholderia pseudomallei</i> (mélioïdose ou pseudo-morve)</p> <p>(Euzéby, 2006 ; Anses, 2010a)</p>	Oui (rare)	Possible	Mammifères, oiseaux;	<ul style="list-style-type: none"> • Nombreuses voies de contamination, possible par ingestion d'aliments contaminés • Différentes souches pourraient expliquer les nombreuses formes cliniques (septicémie, infections localisées chroniques) • Infections latentes possibles 	Bacille hydro tellurique (eaux stagnantes des mares, des marigots, des retenues d'eau), grande résistance au froid (plus de 6 mois à 5°C).

Agent biologique	Zoonose en général	Zoonose par ingestion de denrées d'origine animale	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène	Survie de l'agent pathogène dans l'eau
Bactéries					
<i>Clostridium botulinum</i> (botulisme) (Afssa, 2002)	Oui	Oui (toxine)	Mammifères, oiseaux	<ul style="list-style-type: none"> • Toxinogène (neurotoxine à l'origine de la maladie) • Volailles : types C et D (parfois E) en France jusqu'à 60% de mortalité dans le lot exposé • Foyers sporadiques chez des bovins ou équidés 	Spores résistant plusieurs mois dans l'environnement, dont l'eau
<i>Clostridium perfringens</i> (intoxication alimentaire, entérite nécrotique) (Martineau, 1997)	Non	Oui (TIAC)	Mammifères, oiseaux	<ul style="list-style-type: none"> • Sécrétion de nombreuses toxines, d'où des entérites nécrotiques et des entérotoxémies • Pas de transmission directe entre animal malade et Homme documentée à ce jour • Emergence de l'entérocolite nécrotique à <i>C. perfringens</i> chez les volailles dans les années 2000 	Bactérie anaérobie hydro tellurique très ubiquitaire, spores très résistantes
<i>Coxiella burnetii</i> (fièvre Q) (Arricau-Bouvery et Rodolakis, 2005)	Oui	Possible	Nombreuses espèces	<ul style="list-style-type: none"> • Transmission à l'Homme essentiellement par voie aérogène 	Résistant dans l'environnement
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> (rouget) (Martineau, 1997 ; Toma, 2004)	Oui	Non	Porcs, ovins, oiseaux	<ul style="list-style-type: none"> • Portage intestinal chez les ruminants et autres espèces • Forme clinique sporadique chez le porc • Plutôt septicémies chez le porc et les oiseaux • Ovins, plutôt formes articulaires chroniques • Surtout transmission indirecte à l'Homme par contamination de plaies, également via l'eau 	Bactérie hydro tellurique
<i>Francisella tularensis subsp holarctica</i> (tularémie) (Feldman, 2003 ; Toma, 2004)	Oui	Oui	Lagomorphe (lièvre ++)	<ul style="list-style-type: none"> • Transmission par des mammifères vecteurs non sensibles (sanglier, chat, chien, renards) et des vecteurs arthropodes (tiques, moustiques, taons) • Contamination par différentes voies (voie cutanée) dont la voie digestive • Bactérie invasive, d'où des foyers de nécrose disséminés (foie, rate, poumon) • Présence signalée dans de nombreux départements en France, chez le lièvre et l'Homme • Pathologies très variées dépendant de la voie d'infection • Agent de la menace biotox 	Très résistant dans le milieu extérieur (eau notamment)
<i>Leptospira spp</i> (Dermaux, 1999 ; Trap, 1993)	Oui	Non	Mammifères	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination surtout par voie cutanée ou muqueuse, possible par ingestion d'eau (muqueuse buccale) • Recrudescence estivo-automnale • Troubles variables selon les sérovars : formes asymptomatiques, discrètes ou sévères, évolution aiguë ou chronique • Bovins : avortements, mammites, ictère • Porc : Avortements 	Maintien facile dans l'environnement (eaux douces, sols boueux) : quelques semaines à pH alcalin, eaux stagnantes, à 12-30°C, en l'absence d'UV

Agent biologique	Zoonose en général	Zoonose par ingestion de denrées d'origine animale	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène	Survie de l'agent pathogène dans l'eau
Bactéries					
Complexe <i>Mycobacterium tuberculosis</i> (<i>M. tuberculosis</i> , <i>M. bovis</i> , <i>M. caprae</i> ; (Bénet, 2008)	Oui	Oui	Ruminants	Pouvoir pathogène variable selon <ul style="list-style-type: none"> le bacille en cause l'espèce animale, plus ou moins sensible à un type de mycobactérie l'âge de l'animal l'état général de l'animal la dose infectante 	Plusieurs semaines à plusieurs mois
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Anses, 2010a ; Euzéby, 2006)	Non	Non	Nombreuses espèces	<ul style="list-style-type: none"> Bactérie opportuniste, à l'origine d'infections diverses Commensal dans l'intestin de l'Homme et des animaux Toxinogène Risque important pour les immunodéprimés 	Sous forme libre, tropisme naturel pour les milieux hydriques et peu compétitif dans les sols Survie en milieu oligotrophes Développement dans les biofilms
Virus					
Virus de l'entérite virale du canard (<i>Anatid herpesvirus1</i>) (Hess et Paré, 2004 ; Jordan <i>et al.</i> , 2002)	Non	Non	Canard, oie	<ul style="list-style-type: none"> Contamination directe ou indirecte Foyers peu fréquents, mais menace permanente pour canards et avifaune Souches virales de virulence très variable Canards guéris souvent porteurs Affection aiguë, mortalité jusqu'à 100% selon souche 	Modérément résistant dans le milieu extérieur. Désinfectants usuels efficaces
Virus de la fièvre aphteuse (<i>Aphthovirus</i>) (Toma, 2008)	Si immuno-déprimé	Non	Artiodactyles	<ul style="list-style-type: none"> Contamination par de nombreuses voies, dont la voie digestive peu fréquente Présent dans toutes les excréments et sécrétions Sévérité des troubles variable selon la souche virale, l'âge des animaux, l'espèce et la race (France indemne depuis 2001) 	Survie d'environ 3 semaines
Virus du syndrome dysgénésique et respiratoire Porcin (<i>Arterivirus du porc</i>) (Thiry, 2002)	Non	Non	Porcins	<ul style="list-style-type: none"> Troubles respiratoires et de la reproduction : Syndrome Dysgénésique et Respiratoire Porcin (SDRP) Contamination essentiellement à partir d'animaux contaminés et par voie aérienne 	Résistance modérée dans l'environnement Bonne sensibilité aux désinfectants
<i>Astrovirus</i> chez les animaux (Bridger et Knowles, 2006 ; Koci et Schultz-Cherry, 2002)	Non	A préciser	Porc, veau, mouton, volailles	<ul style="list-style-type: none"> Gastroentérites de gravité variable chez le mouton, le porc Syndrome mortel chez le dindon Néphrite aiguë chez le poulet Hépatites mortelles chez le caneton. Astrovirus isolés chez l'animal ne sont pas zoonotiques 8 sérotypes humains (correspondant aux génotypes) 	Vraisemblablement assez résistant dans le milieu extérieur

Agent biologique	Zoonose en général	Zoonose par ingestion de denrées d'origine animale	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène	Survie de l'agent pathogène dans l'eau
Virus					
Virus de la maladie de Gumboro <i>(infectious bursal disease virus; IBDV; birnavirus)</i> (Jordan <i>et al.</i> , 2002)	Non	Non	Poulet	<ul style="list-style-type: none"> Contamination par voie digestive, par contact Jeunes plus sensibles (entre 3 et 6 semaines) Atteinte des lymphocytes B immatures dans les organes lymphoïdes (thymus, rate, amygdales caecales) A l'origine d'une immunodépression chez les très jeunes (< 3 semaines) et de surinfections Mortalité jusqu'à 30% 	Survie des semaines dans l'aliment, l'eau et les fientes (des mois dans les poulaillers)
Virus de la maladie de Borna <i>(Bornavirus)</i> (Dauphin et Zientara, 2001)	incertain	?	Mouton	<ul style="list-style-type: none"> Rare Contamination probablement par voie olfactive ou par voie digestive ; espèces réservoirs en partie identifiées (musaraignes) Troubles nerveux et comportementaux Proportion d'un troupeau atteinte cliniquement, mais nombreuses infections subcliniques Caractère persistant du virus, épisodes récurrents possibles (Caractère zoonotique incertain, même controversé. Pourrait être responsable de troubles psychiatriques ?) 	Vraisemblablement faible résistance dans l'eau (virus enveloppé)
Virus de la diarrhée virale bovine - maladie des muqueuses <i>(Bovine viral diarrhea virus ; Pestivirus bovin)</i>	Non	Non	Bovins	<ul style="list-style-type: none"> Transmission directe ou indirecte Troubles digestifs, avortements, mortalité de jeunes bovins (forme maladie des muqueuses); nombreuses infections subcliniques Effet immunodépresseur transitoire 	Survie de 6 à 24 jours dans l'eau à 20°C
Virus de la maladie de l'amaigrissement du porcelet <i>(circovirus porcine de type 2 : PCV2)</i> (Thiry, 2002)	Non	Non	Porcins	<ul style="list-style-type: none"> Agent de la maladie de l'Amaigrissement du porcelet (MAP) Provoque des retards de croissance, de la mortalité, des troubles de la reproduction Massivement excrété par voie fécale Contamination orale 	Très résistant dans l'environnement Très résistant aux désinfectants usuels
Circovirus aviaires (Saif, 2008)	Non	Non	Poulet Pigeon, Psittacidés	<ul style="list-style-type: none"> Poulet : anémie infectieuse : anémie aplasique et déplétion lymphocytaire Pigeon et psittacidés : maladie du bec et des plumes : mauvaises performances, diarrhée, chute et défaut de croissance des plumes, déformation du bec Excrétion fécale massive Transmission horizontale et verticale 	Très résistant dans l'environnement Très résistant aux désinfectants usuels
Virus de l'hépatite E <i>(Hepevirus)</i> (Afssa, 2007a ; Afssa, 2009a ; Afssa, 2009b)	Oui	Oui	Porc, poulet, vache	<ul style="list-style-type: none"> Importance notamment du sanglier et du porc comme réservoirs potentiels 	Virus persistant dans l'eau

Agent biologique	Zoonose en général	Zoonose par ingestion de denrées d'origine animale	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène	Survie de l'agent pathogène dans l'eau
Virus					
Influenza A aviaire (Swayne et King, 2003)	Oui	Non	Volailles	<ul style="list-style-type: none"> Pouvoir pathogène variable selon les souches (souches hautement pathogènes, surtout de sous-type H5 ou H7, ou faiblement pathogènes) Contamination surtout directe (sécrétions respiratoires et matières fécales), également indirecte (nourriture, eau, matières et vêtements contaminés) 	Survie plusieurs semaines à plusieurs mois dans l'eau. Le pouvoir infectieux diminue avec l'augmentation de la température de l'eau et la salinité
Influenza A porcine (Laval, 2009 ; Thiry, 2002)	Oui	Non	Porcs	<ul style="list-style-type: none"> Agents de la grippe du porc (H1N1, H1N2, H3N2) Contamination surtout directe par voie aérienne mais également indirecte (nourriture, eau, matières et vêtements contaminés) Transmission de l'homme au porc et vice-versa occasionnelle 	Survie plusieurs semaines à plusieurs mois dans l'eau
Virus de la maladie hémorragique du lapin (rabbit hemorrhagic disease virus ; Lagovirus) (Le-Gall-Reculé, 2003)	Non	Non	<i>Oryctolagus cuniculus</i> (lapin)	<ul style="list-style-type: none"> Contamination essentiellement par voie digestive, également par voie respiratoire Surtout animaux de plus de 4 mois Mode suraigu à aigu (mortalité brutale) 	Très résistant dans l'environnement (plusieurs mois possible)
Norovirus bovin (Newbury Agent 2); porcine (Po/Sw918); humaine (virus Norwalk) (Mauroy et al., 2007 ; Mauroy et al., 2008)	Non	Non	Porcs, bovin	<ul style="list-style-type: none"> Grande diversité des souches virales Dose infectieuse très faible (<100 particules virales) Jeunes animaux plus sensibles Porcs et bovins adultes plutôt infectés de manière asymptomatique Immunité non durable 	Forte stabilité dans l'environnement
Paramyxovirus aviaire type 1 virulent (maladie de Newcastle) (Swayne et King, 2003)	Oui	Non	Oiseaux	<ul style="list-style-type: none"> Virulence variable selon les souches Tropisme respiratoire, digestif et neurologique (système nerveux central) (Très rare dans les élevages domestiques (vaccination), menace constante pour élevages de plein air, gibiers (faisans) en particulier)	Transmission directe ou indirecte Résistant à température ambiante, notamment dans matières fécales.
Virus de la maladie de Derzsy (Goose Parvovirus ; GPV) (Hess et Paré, 2004 ; Jordan et al., 2002)	Non	Non	Oie, canard	<ul style="list-style-type: none"> Transmission horizontale, directe ou indirecte Jeunes plus sensibles Réplication dans les cellules intestinales puis dissémination par voie sanguine à un grand nombre d'organes Evolution aiguë à subaiguë selon l'âge Syndrome nanisme bec court chez les canards mulards (Impact économique majeur dans les pays d'élevage de palmipèdes) (Répartition mondiale)	Virus très résistant
Parvovirus porcine	Non	Non	Porcs	<ul style="list-style-type: none"> Agent de momification fœtale Contamination horizontale, excréation fécale, infection oronasale prédominante Répandu dans le monde entier 	Très résistant dans l'environnement Très résistant aux désinfectants usuels

Agent biologique	Zoonose en général	Zoonose par ingestion de denrées d'origine animale	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène	Survie de l'agent pathogène dans l'eau
Virus					
Virus de la peste porcine classique (<i>Pestivirus porcine</i>) (Edwards, 2000)	Non	Non	Suidés domestiques et sauvages	<ul style="list-style-type: none"> Souches très virulentes (épizooties meurtrières) à peu virulentes (ex : troubles de la reproduction) Biotype non cytopathogène largement prédominante, infection <i>in utero</i> à l'origine d'animaux immunotolérants infectés persistants, excréteurs de virus Contamination surtout par voies digestive, respiratoire et transplacentaire Infections subcliniques ou aiguës (diarrhée), syndrome hémorragique ou infections fœtales, mais la plupart des souches actuelles sont responsables d'atteintes cliniques modérées 	Survie de 6 à 24 jours dans l'eau à 20°C. Résistant dans le milieu extérieur (quelques mois)
Réovirus du canard et du poulet (Jordan <i>et al.</i> , 2002 ; Kozdrun <i>et al.</i> , 2006)	Non	Non	Canard de Barbarie, oie, poulet	<ul style="list-style-type: none"> Fréquent en France pour le canard. Impact économique significatif Diarrhée et hépatite chez le canard et l'oie Chez le poulet, symptômes très variés (arthrite, malabsorption, affections respiratoires aiguës ou chroniques) 	Très résistant (plusieurs mois) dans milieu extérieur. Résistant aux désinfectants usuels et à la chaleur (6h à 56°C)
Sapovirus porcine (Mauroy <i>et al.</i> , 2008 ; Wang <i>et al.</i> , 2007)	Oui	?	Porc	<ul style="list-style-type: none"> Infection porcs tous âges Diarrhée chez les jeunes 	Virus résistants, persistant dans le milieu extérieur
Rotavirus équin (Dwyer, 2007)	Non	Non	Cheval	<ul style="list-style-type: none"> Entérite surtout chez les poulains 	Peut résister des mois dans le milieu extérieur
Adénovirus du dindon (Merial)	Non	Non	Dinde	<ul style="list-style-type: none"> Agent de l'entérite hémorragique de la dinde et de la maladie de la rate marbrée du faisan Sensibilité maximale vers l'âge de 6-12 semaines Immunodépression, d'où des infections secondaires 	Vivant et virulent très longtemps dans le milieu extérieur : 6 mois à +4°C. Sensible à l'eau de Javel et au formol, résistant aux ammoniums quaternaires.
Parasites					
Balantidium coli (Gajadhar et Allen, 2004 ; Martineau, 1997)	Oui	Non	Porcs	<ul style="list-style-type: none"> Atteint surtout les porcelets. Faible taux d'infection chez l'homme (mauvaises conditions d'hygiène) 	Kystes peu résistants dans milieu extérieur (survie 2 semaines à température ambiante).
Echinococcus granulosus (échinococcose, hydatidose) (Gajadhar et Allen, 2004 ; Gourreau et Guillot, 2008)	Oui (HI)	Non	HI : Ruminants, porcins	<ul style="list-style-type: none"> Presque disparu en élevage porcine hors-sol Infection humaine le plus souvent contractée au contact du chien (HD) 	Survie dans l'eau : 3 semaines à 30°C, 225 j à 6°C, 32 j à 10-21°C

Agent biologique	Zoonose en général	Zoonose par ingestion de denrées d'origine animale	Animaux d'élevage	Pouvoir pathogène	survie de l'agent pathogène dans l'eau
Parasites					
<i>Fasciola hepatica</i> (grande douve) (Millemann <i>et al.</i> , 2008)	Oui	Non	Ruminants	<ul style="list-style-type: none"> Contamination par ingestion de végétaux ou d'eau contaminés par des métacercaires Ragondin = porteur sain 	Survie des métacercaires : 2-3 mois l'été, plus de 6 mois en saison froide
<i>Sarcocystis sui hominis et bovi hominis</i> (Guillot et Beugnet, 2008)	Oui (HD)	Oui	HI : Porcs, Bovins	<ul style="list-style-type: none"> Le plus souvent asymptomatique, carcasses de bovins avec lésions éosinophiliques 	
<i>Toxoplasma gondii</i> (Jones et Dubey, 2009 ; Mougeot, 2001 ; Tenter, 2000 ; Villeneuve, 2003)	Oui (HI)	Oui	Surtout petits ruminants et porcs	<ul style="list-style-type: none"> Hôte définitif : chat Prévalence plus élevée chez le mouton, la chèvre et le porc d'élevage artisanal que chez les autres animaux domestiques (bovins, chiens volailles, chevaux) 	<p>Ookystes très résistants</p> <ul style="list-style-type: none"> dans le milieu extérieur (survie jusqu'à 54 mois dans l'eau à 4°C) vis-à-vis des désinfectants usuels de l'eau d'abreuvement (chloration, ozonisation, traitements par les UV)
cyanobacteries (<i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>oscillatoria benthique</i>) (Afssa/Afsset, 2006)	Non	Non	Bovins, moutons, chiens	<ul style="list-style-type: none"> Libération d'hépatotoxines (ex : microcystines), de neurotoxines Rares cas rapportés en France 	Facteurs de développement : chaleur, luminosité, nutriments dans l'eau (phosphore et/ou azote)

HI= Hôte intermédiaire

HD= hôte définitif

TIAC= Toxi-infections alimentaires collectives

Annexe 4 : Limites et références de qualité de l'EDCH et origine des substances dans l'eau

Paramètres chimiques	Limites de qualité	Origine des substances dans l'eau (Afssa, 2007b)			
		Naturelle	Anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Acrylamide	0,10 µg/L			Monomère résiduel des polyacrylamides, utilisés notamment comme agent flocculant.	Monomère résiduel des polyacrylamides, utilisés dans les matériaux au contact de l'eau.
Antimoine	5,0 µg/L	Peu abondant dans l'écorce terrestre, peut être présent dans les eaux souterraines des terrains riches en minéraux sulfurés.	Employé avec d'autres métaux pour accroître leur dureté. Utilisé dans la fabrication de semi-conducteurs, dans les plastiques et les produits chimiques.		Présent dans certaines soudures sans plomb (Sb/Sn) des réseaux de distribution publique.
Arsenic	10 µg/L	Présent dans plus de 200 minéraux, dans les roches éruptives et métamorphiques. Il est redistribué par les processus d'altération dans les terrains sédimentaires et peut être concentré dans les roches argileuses. Dans les eaux souterraines, les teneurs sont faibles en dehors des terrains riches en sulfures ou dans certaines formations alluviales. Les conditions d'oxydo-réduction qui prévalent dans les aquifères influent de manière prépondérante sur sa disponibilité.	Applications industrielles (fabrication d'alliages, fonderies de métaux non ferreux, microélectronique, textile) ou agricoles.		
Baryum (Afssa, 2007c)	0,70 mg/L	Le baryum présent dans l'eau est principalement d'origine naturelle. Ce composé est disséminé dans les roches magmatiques et sédimentaires, sous forme de sulfate (forme prépondérante) ou de carbonate. Les concentrations les plus élevées sont retrouvées dans les eaux de pH acide dans lesquelles la solubilité du baryum est plus importante. Les concentrations dans l'eau sont relativement stables.	Le baryum (métal ou oxyde) et ses sels (de sulfate et de carbonate) sont utilisés dans de nombreuses applications, telles que la fabrication du papier photographique, du verre, des peintures, etc.		

Paramètres chimiques	Limites de qualité	Origine naturelle	Origine anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Benzène (Anses, 2010b)	1,0 µg/L	Naturellement présent à de très faibles concentrations dans l'environnement et dans certaines denrées végétales et animales (Afssa, 2010) Les volcans, le pétrole brut et les feux de forêt comptent parmi les sources naturelles du benzène.	Utilisé dans l'industrie comme solvant volatil et comme intermédiaire dans la production de nombreux produits chimiques. Surtout présent dans les carburants : il augmente l'indice d'octane et agit comme anti-détonnant..		Lors d'une contamination du sol, il peut traverser les canalisations en polyéthylène haute densité (PEHD) et en polychlorure de vinyle (PVC). Ainsi, il est conseillé que de telles canalisations utilisées pour l'alimentation en eau de consommation soient insérées dans un fourreau étanche afin d'éviter la migration du benzène vers l'eau destinée à la consommation humaine lorsqu'elles sont situées à proximité d'une station service où les risques de déversements de super sans plomb sont élevés.
Benzo[a]pyrene	0,010 µg/L	Incendies de forêt, éruptions volcaniques.	Procédés industriels (22%), chauffage résidentiel (11%), brûlages agricoles (8%), gaz d'échappement automobiles (4%).		Les HAP sont présents dans les produits bitumineux. Ils sont utilisés comme produit d'étanchéité des réservoirs d'eau brute (revêtement) ou des canalisations d'eau de consommation humaine (joint).
Bore	1,0 mg/L	X	Le bore élémentaire est utilisé principalement dans les structures en matériaux composites et ses composés sont employés dans la fabrication de détergents et dans certains procédés industriels. La présence de composés du bore dans l'eau provient des effluents industriels et domestiques.		
Bromates (Afssa, 2008a)	10 µg/L			2 origines possibles : - l'oxydation des ions bromure naturellement présents dans les eaux brutes lors de l'ozonation - les solutions d'hypochlorite de sodium utilisées pour la désinfection des eaux qui peuvent contenir des bromates à des concentrations plus ou moins importantes.	

Paramètres chimiques	Limites de qualité	Origine naturelle	Origine anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Cadmium	5,0 µg/L		X		X
Chlorure de vinyle	0,50 µg/L		Rejets industriels : émissions gazeuses et liquides des unités de production de matériaux en polychlorure de vinyle (PVC) peut aussi se former à partir du tri- et du tétrachloroéthylène. Éventuellement présents dans les eaux souterraines ou peut provenir d'une percolation des eaux de pluie à travers un centre d'enfouissement technique de déchets.		Migration possible à partir des conduites en PVC et PVC-C.
Chrome total	50 µg/L	X (peu)	Le Cr ³⁺ est la forme trouvée naturellement dans les eaux, car le Cr ⁶⁺ présent dans les rejets industriels (bains de traitement de surface, tannage de cuir, etc.) est rapidement réduit en Cr ³⁺ . Le Cr ⁶⁺ n'est retrouvé dans l'environnement que dans les cas de pollutions accidentelles massives récentes.		Corrosion des matériaux métalliques.
Cuivre	2,0 mg/L	Constituant de la croûte terrestre présent dans le sol sous forme de minéraux.	Utilisé dans de nombreuses activités industrielles : <ul style="list-style-type: none"> - fabrication de fils électriques ou d'alliages métalliques (laiton et bronze), - élimination des mercaptans dans le raffinage du pétrole, - protection du bois et pratiques agricoles (fongicides, algicides et médicament vétérinaire). 		Entre dans la composition de différents alliages (laiton, bronze), utilisés pour la fabrication d'accessoires de plomberie (tuyaux, raccords, robinets). Indicateur de suivi de corrosion des réseaux de distribution d'eau (altération des caractères organoleptiques et esthétiques de l'eau).
Cyanures totaux	50 µg/L		X		
1,2-dichloroéthane	3,0 µg/L		X		
Epichlorohydrine	0,10 µg/L		X	Monomère résiduel des résidus époxydiques utilisés dans les empotages de modules de filtration.	Migration possible à partir des matériaux (monomère résiduel des résidus époxydiques utilisés dans les revêtements et les colles époxydiques).

Paramètres chimiques	Limites de qualité	Origine naturelle	Origine anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Fluorures	1,50 mg/L	En dehors des eaux minérales dans lesquelles le fluor peut avoir une origine profonde (magmatique), les valeurs les plus élevées dans les eaux souterraines sont associées à la fluorite (CaF ₂) et surtout à l'apatite [Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F, Cl, OH)]. Le fluor peut être présent également en substitution dans les micas et les amphiboles. Dans le cas des roches sédimentaires, il s'agit souvent de gisements secondaires issus du lessivage des roches ignées ou métamorphiques. Le fluor peut être aussi fixé sur les argiles. Les teneurs les plus fortes sont observées dans des eaux présentant de faibles teneurs en calcium.	Utilisé dans la fabrication du verre, des céramiques, de l'émail, de la brique, de la poterie, du ciment, de l'aluminium, de l'acier, dans la fonderie, le traitement de surface, le soudage et le brasage des métaux mais aussi dans la production de substances chimiques fluorées. Le fluorure de sodium est utilisé dans la fabrication de divers pesticides et peut être présent, comme impurété, dans les engrais phosphatés.		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	0,10 µg/L Pour la somme des composés suivants benzo[b]fluoranthène benzo[k]fluoranthène, benzo[ghi]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène.		X		Présents dans les produits bitumineux utilisés comme produits d'étanchéité (revêtements) des réservoirs d'eau brute ou des joints de canalisations d'eau de consommation humaine.
Mercure	1,0 µg/L	X (peu)	X		
Total microcystines	1,0 µg/L Par « total microcystines », on entend la somme de toutes les microcystines détectées et quantifiées	X			

Paramètres chimiques	Limites de qualité	Origine naturelle	Origine anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Nickel	20 µg/L	Élément assez fréquent dans les roches de la croûte terrestre (teneur inférieure en général à 1 µg/g). Les teneurs peuvent être beaucoup plus élevées dans certaines formations volcaniques basaltiques et dans des secteurs proches de filons minéralisés.	Utilisé dans de nombreuses activités industrielles, telles que l'extraction minière, la transformation des métaux non-ferreux, le recyclage de matériaux, la fabrication de verre, de céramique, de bijoux, de prothèses médicales.		Au niveau du réseau de distribution : le nickel entre dans la composition de différents accessoires de plomberie (tuyaux, raccords, robinets).
Nitrates (NO₃⁻) (Afssa, 2008b)	50 mg/L La somme de la concentration en nitrates divisée par 50 et de celle en nitrites divisée par 3 doit rester inférieure à 1.	Présence dans les sols provenant de la fixation de l'azote atmosphérique par certaines espèces végétales (légumineuses). Les nitrates des eaux souterraines peuvent provenir du lessivage par l'eau de pluie des nitrates produits naturellement dans le sol superficiel, ou apportés sous forme d'engrais. La concentration naturelle en nitrates dans les eaux souterraines est inférieure à 10 mg/L.	Les nitrates des eaux souterraines peuvent provenir du lessivage par l'eau de pluie des nitrates apportés sous forme d'engrais. Les nitrates des eaux superficielles ont plusieurs origines : l'apport par les activités agricoles et les rejets d'eaux usées urbaines, qui contiennent aussi de l'ammonium. Certaines activités industrielles (par exemple dans l'agro-alimentaire) peuvent rejeter des eaux usées chargées en nitrates. Le lessivage par la pluie des sols agricoles, particulièrement en hiver ou à la suite d'orages importants peu de temps après l'épandage d'engrais, peut également constituer une source significative de nitrates.		

Paramètres chimiques	Limites de qualité	Origine naturelle	Origine anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Nitrites (NO₂) (Afssa, 2008b)	0,50 mg/L En sortie des installations de traitement, la concentration en nitrites doit être inférieure ou égale à 0,10 mg/L.				X (rare) Peut se former dans les canalisations où la corrosion est importante, mais il est très rapidement oxydé en ions nitrate par le chlore libre, de sorte qu'il n'est qu'exceptionnellement retrouvé dans les eaux de distribution.
Pesticides	0,10 µg/L (par substance individuelle) 0,03 µg/L pour Aldrine, dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance individuelle) 0,50 µg/L pour « total pesticides » (somme de tous les pesticides individualisés détectés et quantifiés)		Leur présence dépend des activités dans le bassin versant, en particulier les activités agricoles ; l'entretien au sein des zones urbaines et des voies ferrées peuvent aussi être des sources de contamination importantes. Le niveau de contamination dépend de divers facteurs : des caractéristiques physico-chimiques de la molécule, des quantités épandues, du mode d'application, de facteurs météorologiques, du contexte hydrologique, du type de terrain...		
Plomb	10 µg/L La limite de qualité est fixée à 25 µg/L jusqu'au 25 décembre 2013.	X (rare) Le plomb constitue des gisements primaires dans les roches éruptives et métamorphiques où il est alors présent essentiellement sous forme de sulfure (galène). Il est redistribué via l'altération dans toutes les roches sous forme de carbonate (cérosite), de sulfate (anglésite) et peut se substituer au potassium dans les roches silicatées et les phosphates. Il s'agit cependant d'un métal dont les composés sont très peu hydrosolubles et de faible mobilité géochimique. Les teneurs dans les eaux souterraines sont en conséquence très basses en dehors des zones minières où le pH de l'eau peut être très acide. Il est aussi immobilisé dans les sédiments.	X (rare) Depuis la suppression du plomb dans l'essence, les teneurs présents dans les eaux pluviales issues des axes routiers ont beaucoup diminué. Les industries utilisant du plomb sont à l'origine des rejets les plus importants mais il s'agit en général de rejets de fines poussières à partir duquel le plomb n'est pas aisément solubilisé.		Au niveau des réseaux de distribution la dissolution du plomb est possible à partir des canalisations des réseaux intérieurs, de soudures ou de raccordements au réseau public.

Paramètres chimiques	Limites de qualité	Origine naturelle	Origine anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Sélénium	10 µg/L	Très peu abondant dans la croûte terrestre, le sélénium est un constituant de très rares minéraux. Dans les roches du socle il accompagne les minéraux sulfurés et est associé aux minéraux formés par l'argent, le cuivre, le plomb et le nickel. Dans les terrains sédimentaires il est présent dans certaines formations riches en matière organique. Sa libération dans les eaux est déterminée par les variations de potentiel redox et s'observe le plus souvent dans les nappes captives car il est soluble en conditions oxydantes.	Utilisé dans l'industrie électronique (semi-conducteurs), photographique, chimique pour la production de catalyseurs, de caoutchouc, de pigments et d'additifs pour la métallurgie, de verrerie et dans les industries pharmaceutique et textile.		
Tétrachloroéthylène et Trichloroéthylène	10 µg/L Somme des concentrations des deux paramètres spécifiés.		Utilisation importante dans l'industrie comme solvant dans les industries de nettoyage à sec et de nettoyage des pièces métalliques (tétra) ou pour le traitement de surface des métaux (tri), ils peuvent se retrouver dans l'eau via les effluents industriels. Bien qu'il soit peu mobile dans les sols, il peut rejoindre les eaux souterraines, où en raison de sa densité, il s'accumule au fond des nappes avec une très faible dégradation. Sa dégradation peut conduire à la formation de chlorure de vinyle.		
Trihalométhanes (THM) – Total (Afssa, 2010)	100 µg/L Somme des concentrations des paramètres : chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane)		Utilisés comme solvants dans l'industrie chimique. Présents dans les effluents des papeteries (utilisation du chlore pour le blanchiment de la pâte à papier) et les effluents domestiques.	Impuretés du chlore. Sous-produits de chloration des EDCH.	La présence de postes de rechloration permet la formation de THM par action du chlore libre résiduel sur les matières organiques des biofilms. L'arrivée et le stockage de l'eau dans les réservoirs peuvent conduire à une réduction de la teneur en THM par dégazage et volatilisation.
Turbidité	1,0 NFU	X	X	X	X

Paramètres chimiques	Références de qualité	Origine			Transport de l'eau/ réseau intérieur
		Naturelle	Anthropique	Traitement	
Aluminium total	200 µg/L 500 µg/L pour les eaux ayant subi un traitement thermique pour la production d'eau chaude	Altération naturelle des roches, ruissellement sur les sols et peut se rencontrer dans l'eau sous les trois formes : insoluble, colloïdale et soluble		Sels d'aluminium (sulfate d'aluminium, sels d'aluminium prépolymérisés) utilisés lors du traitement des EDCH comme réactifs chimiques dans l'étape de coagulation.	
Ammonium	0,10 mg/L 0,50 mg/L si origine naturelle démontrée pour eaux souterraines	X	X		
Carbone organique total (COT)	2,0 mg/L et aucun changement anormal				
Oxydabilité au permanganate de potassium mesurée après 10 minutes en milieu acide	5,0 mg/L O₂				
Chlore libre et total	Absence d'odeur ou de saveur désagréable et pas de changement anormal.			X	
Chlorites	0,2 mg/L			Formation à partir du dioxyde de chlore mis en œuvre lors de l'étape de préoxydation et/ou lors de l'étape de désinfection, et de certaines étapes de traitement intermédiaires (notamment l'étape d'ozonation).	
Chlorures	250 mg/L Les eaux ne doivent pas être corrosives.	Issus d'abord des précipitations où ils sont présents à la faveur de l'évaporation des océans et de certains rejets industriels. Ils se reconcentrent par évapotranspiration dans les sols avant de s'infiltrer. Dans certains secteurs des apports en chlorures sont associés à des formations salifères et en zone littorale l'intrusion des eaux marines peut contribuer à en accroître leur teneur.	Engrais (KCl), certaines activités industrielles et lixiviats de décharge.	Le chlorure ferrique et le chlorure d'aluminium pré neutralisé peuvent être utilisés comme réactif chimique dans l'étape de coagulation. L'acide chlorhydrique peut être utilisé comme réactif chimique lors de l'étape d'acidification. Les dérivés chlorés sont utilisés pour la désinfection de l'eau.	X

Paramètre chimique	Références de qualité	Origine naturelle	Origine anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Conductivité	≥ 180 et ≤ 1 000 µS/cm à 20°C ou ≥ 200 et ≤ 1100 µS/cm à 25°C				
Couleur	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal notamment une couleur inférieure ou égale à 15 mg/L (Pt)				
Cuivre	1,0 mg/L	X	X		X
Equilibre calco-carbonique	Les eaux doivent être à l'équilibre calco-carbonique ou légèrement incrustantes				
Fer total	200 µg/L	X	X		X
Manganèse	50 µg/L	X	X (peu)		
Saveur	Acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal, notamment pas de saveur détectée pour un taux de dilution de 3 à 25°C				
Sodium	200 mg/L	X			
Sulfates	250 mg/L Les eaux ne doivent pas être corrosives	Les sulfates sont naturellement présents dans divers minéraux. Le sulfate de calcium est la forme la plus souvent retrouvée dans les ressources en eau. Les concentrations les plus élevées dans les eaux souterraines sont généralement d'origine naturelle.	Présents dans l'eau via les effluents industriels et les dépôts d'origine atmosphérique.	Le sulfate d'aluminium est utilisé comme réactif chimique dans l'étape de coagulation. L'acide sulfurique peut être utilisé comme réactif chimique lors de l'étape d'acidification.	

Paramètre chimique	Références de qualité	Origine naturelle	Origine anthropique	Traitement	Transport de l'eau/ réseau intérieur
Température	<p>25°C</p> <p>A l'exception des eaux ayant subi un traitement thermique pour la production d'eau chaude. Cette valeur ne s'applique pas dans les départements d'outre-mer.</p>				
Turbidité	<p>0,5 NFU : la référence de qualité est applicable au point de mise en distribution, pour les eaux visées à l'article R. 1321-37 et pour les eaux d'origine souterraine provenant de milieux fissurés présentant une turbidité périodique importante et supérieure à 2,0 NFU. En cas de mise en œuvre d'un traitement de neutralisation ou de reminéralisation, la référence de qualité s'applique hors augmentation éventuelle de la turbidité due au traitement.</p> <p>2 NFU : la référence de qualité s'applique aux robinets normalement utilisés pour la consommation.</p>	X	X	X	X

Annexe 5 : Dangers chimiques potentiellement présents dans l'eau d'abreuvement

Annexe établie sur la base du guide relatif à la qualité de l'eau d'abreuvement (Olkowski, 2009) et du NRC (NRC, 2005).

Agents chimiques ingérés	Animaux d'élevage	Concentration maximale tolérable (mg/kg de MS aliment) (NRC, 2005)	Effets indésirables sur la santé ou sur les performances des animaux de rente (dépassement de la dose tolérable)	Transfert dans les produits animaux
Éléments et micropolluants minéraux				
Arsenic	Toutes espèces	30	Douleurs abdominales, diarrhées pigmentation cutanée, kératoses,	foie, reins, muscles, lait
Cadmium	Toutes espèces	10	Dysfonctionnement rénal Troubles osseux	foie, reins, muscles
Chrome	Volailles Autres Toutes espèces	500 (Cr ³⁺) 100 (Cr ³⁺) 3000 (CrO)	Ralentissement de croissance, atteintes hépatorénales	foie, reins
Cuivre	Ovins, caprins Bovins sevrés Volailles, porc	15 40 250	Apathie, ictère et insuffisance hépatorénales	foie
Fer	Porcs Autres	3000 500	Faible toxicité mais altération du gout de l'eau : baisse de consommation de l'eau et chute des performances antagonisme avec l'absorption d'autres micronutriments (carence en Cu, Mn, Se, Co, Zn)	foie, reins, muscles
Fluor	Bovins, Ovins Porcs, volailles	40 60 150	Troubles osseux et dentaires, baisse de croissance	œufs, lait
Plomb	Monogastriques Ruminants	10 100	Anémie signes digestifs (diarrhée ou constipation), inappétence	foie, reins, lait
Magnésium	Porcs Volailles Ruminants Pondeuses Chevaux	2400 5000 6000 7500 8000	Retard de croissance, troubles locomoteur	ND
Manganèse	Chevaux Porcs Autres	400 1000 2000	Faible toxicité mais altération du gout de l'eau : baisse de consommation d'eau et chute des performances antagonisme avec l'absorption d'autres micronutriments (carence en Cu, Mn, Se, Co, Zn)	foie, reins, muscles
Molybdène	Ruminant, chevaux Volailles porcs	5 100 150	Carence conditionnée en Cu : diarrhées, anorexie, dépigmentation des poils Retard de croissance	lait, œufs, muscles
Mercure	Chevaux, Volailles Porcs, Ruminants	1 1-0,2** 2	Troubles nerveux, toxicité rénale	Foie, reins, muscles, lait, œufs
Nickel	-	-	Faible toxicité par voie digestive	ND

Agents chimiques ingérés	Animaux d'élevage	Concentration maximale tolérable (mg/kg de MS aliment) (NRC, 2005)	Effets indésirables sur la santé ou sur les performances des animaux de rente (dépassement de la dose tolérable)	Transfert dans les produits animaux
Nitrates	Ruminants	5000	Peu toxique mais réduction en nitrite (surtout dans le rumen)	transfert négligeable dans le lait et tissus
Nitrites	Porcs Bovins		Troubles urinaires, baisses de performances (carence en vitamine A), méthémoglobinémie	transfert négligeable dans le lait et tissus
Sélénium	Volailles Porcs Autres	3 4 5	Toxicité aigüe à forte dose (perte de poils, atrophie)	lait
Sulfates	Toutes espèces	3000 à 5000 (S total)	Antagonisme avec absorption de micronutriments (Cu, Mn, Zn), baisse de performance, polioencéphalomalacie (ruminants)	pas de transfert
Zinc	Porcs Bovins, volailles, Chevaux, Ovins	1000 500 300	Baisse d'appétit, perte de poids, diarrhée, anémie	foie, reins
Micropolluants persistants organiques				
PCB, dioxines		1,5 ng OMS- TEQ/kg***	Pas d'effet	lait, œufs, foie, graisse
Benzo[a]pyrène			Pas d'effet	transfert de métabolites inférieur à 5 % dans le lait et les œufs
Pesticides				
Deséthyl Atrazine			Pas de données	
Isoproturon			Pas de données	
Lindane			Pas de données	lait, œufs, graisses
Glyphosate			Pas de données	

** Hg organique-inorganique

*** Directive 2002/32 modifiée fixant les teneurs maximales pour les substances indésirables dans l'alimentation des animaux

Annexe 6 : Synthèse des données transmises par les GDS

GDS (département, année)	22 (2008)	35 (2008)	44 (2003-2004)	49 (2008-2009)	50 (2008-2009)	53 (2007-2008)	56 (2008)
Nombre d'analyses	2302	967	1116	757	1495	2234	# 1470
Types de captage analysé	Forages (45 %) Puits (29%) Source (26%)	Non renseigné	Forages (41%) Puits (52%) Autres (7%)	Non renseigné	Forages (63 %) Puits (28%) Source (9%)	Forages (50%) Puits (50%)	Forages (52%) Sources ou puits (46%)
Paramètres physico-chimiques	pH Nitrates	pH nitrates	Nitrates Dureté	Nitrates	pH Nitrates Fe	pH Nitrates +/- Fe +/- Mn +/- Dureté totale	pH Nitrates Fe
Paramètres microbiologiques	Coliformes totaux <i>E. coli</i> Entérocoques	Coliformes totaux <i>E. coli</i> Entérocoques	Flore totale à 22°C Coliformes totaux <i>E. coli</i> Entérocoques	Flore totale à 22°C Coliformes totaux <i>E. coli</i> Entérocoques	Coliformes totaux <i>E. coli</i> Entérocoques	Flore totale à 22°C Flore totale à 36° C Coliformes totaux <i>E. coli</i> Entérocoques Spores d'ASR	Coliformes totaux <i>E. coli</i> Entérocoques
Critères utilisés	pH (6,5 – 9) Nitrates (≤ 50 mg/l) <i>E. coli</i> (0/100mL) Entérocoques (0/100mL)	pH (6,5 – 9) Nitrates (≤ 50 mg/L) Coliformes totaux (10/100mL) <i>E. coli</i> (0/100mL) Entérocoques (0/100mL)	cf. tableau chapitre 4 « critères de qualité de l'eau d'abreuvement retenus par le GDS44 »	Nitrates (≤ 50 mg/L) Coliformes totaux (10/100mL) <i>E. coli</i> (5/100mL) Entérocoques (5/100mL)	pH (6.5 – 9) Fe (< 200 μ g/L) Nitrates (≤ 50 mg/l) Coliformes totaux (0/100mL) <i>E. coli</i> (0/100mL) Entérocoques (0/100mL)	Fe (< 200 μ g/L) Mn (< 50 μ g/L) Nitrates (< 100 mg/L) Coliformes totaux (10/100mL) <i>E. coli</i> (0/100mL) ASR (0/20 ml de préférence)	Nitrates (≤ 50 mg/L) Fe (≤ 200 μ g/L)
Résultats physico-chimiques (taux de conformité)	pH (36%) Nitrates (55%)		Nitrates (70%)	Nitrates (65%)	Nitrates (80%) Fe (74%) pH (44%)	Forages (2/3) Puits, sources (25%)	pH<6 (68% des eaux provenant de sources/puits) pH<6 (41% des forages) Nitrates (56%) Fe (75%)
Résultats microbiologiques	75%(conformes)	60% (conformes)	Eau potable (36%) Eau acceptable (25%)	49% (conformes)	Conformité (64%) Eau à surveiller (11%) Eau non potable (25%)	Forages : 70-80% sans contamination Puits : mauvaise qualité, grandes variations (20-25% potabilité)	73% conformes en début de circuit, 45% en abreuvoir

Annexe 7 : Synthèse des appels d'éleveurs recensés par le CAPA-Ouest

OBJET DE L'APPEL	ESPECE CONCERNEE	NOMBRE D'APPELS
Micro-organismes	Ruminants	7
pH	Ruminants	5
	Porc	2
Nitrates/ Nitrites	Ruminants	46
	Lapin/volailles	5
	Cheval	2
Ammonium	Ruminants	5
	Lapin	2
	Porc	4
Chlorure de sodium	Ruminants	14
	Lapin/volailles	3
	Porc	8
Chlorures	Ruminants	4
	Lapin/volailles	1
Sulfates	Ruminants	2
Magnésium	Ruminants	1
Fer	Ruminants	30
	Lapin/volailles	5
	Porc	6
Manganèse	Ruminants	11
	Porc	3
Aluminium	Ruminants	2
	Lapin	1
	Porc	2
Cuivre	Ruminants	14
	Volaille	4
	Porc	4
Zinc	Ruminants	1
Arsenic	Ruminants	1
Plomb	Ruminants	3
	Lapin	1
	Porc	2
Phénols	Ruminants	4
	Volailles	1
Hydrocarbures	Ruminants	15
Pesticides	Ruminants	6
	Volailles	2
Glyphosate	Ruminants	2
Atrazine	Ruminants	16
	Volailles	2
	Porc	2
Cyanobactéries	Ruminants	3
Eau de mauvaise qualité (sans précision)	Ruminants	14
	Lapin/volailles	3
	Porc	2
TOTAL		273

Annexe 8 : Recommandations sur la qualité de l'eau d'abreuvement aux États-Unis et en Afrique du Sud

	USA			AFRIQUE DU SUD	
	NAS (1974)	US EPA (1973)	CAST (1974)	SAWQ (1996)	
Contaminant	Concentration limite à ne pas dépasser	Concentration limite maximale sans danger	Concentration limite maximale sans danger	Valeur cible de qualité des eaux (n'entraînant pas d'effet indésirable)	Remarques
Microcystis (Exprimé en cellules / mL)				. Pas de bloom visible . < 6 colonies de cyanobactéries / 0,5mL . < 2000 cellules de <i>Microcystis</i> / mL	<ul style="list-style-type: none"> • Si pas de bloom visible et < 6 colonies / 0,5mL ou < 2000 cellules de <i>Microcystis</i> /mL : faible risque d'effet toxique aigu • Si bloom visible et > 6 colonies / 0,5mL ou > 2000 cellules de <i>Microcystis</i> /mL : haute risque d'effet toxique aigu, les animaux d'élevage ne doivent pas accéder à cette eau
Coliformes thermotolérants (Coliformes fécaux)				. < 200 UFC/100 mL . < 1000 UFC/100 mL pour moins de 20% des échantillons	<ul style="list-style-type: none"> • La gamme de concentration induisant un risque d'infection diffère entre les animaux jeunes, porcs, volailles et les animaux âgés • Risques d'infection dans les élevages intensifs, où la proportion de jeunes est très importante, beaucoup plus élevé qu'en élevage extensif
Aluminium				< 5 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 5 à 10 mg/L : effets chroniques sauf si exposition pendant une courte durée, et ingestion adéquate de calcium et phosphore • > 10 mg/L : effets chroniques et aigus mais peut être toléré pendant une courte période
Arsenic	0,2 mg/L	5,0 mg/L	0,5 mg/L	< 1,0 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 1,0 à 1,5 mg/L : effets aigus possibles chez les animaux sensibles (porcs et volailles) mais tolérables à court terme, moins probables chez les animaux plus grands (bovins, moutons, chèvres, chevaux) sauf si concentration élevée dans l'alimentation • >1,5 mg/L effets aigus possibles mais exposition à court terme tolérable, si apport en zinc adéquate
Baryum	Données insuffisantes	0,2 mg/L			

Contaminant	USA			AFRIQUE DU SUD	
	NAS Concentration limite	US EPA Concentration limite	CAS Concentration limite	Valeur cible	Remarques
Bore			5,0 mg/L	< 5 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 5 à 50 mg/L : effets chroniques possibles, ruminants plus tolérants que monogastriques • > 50 mg/L : effets chroniques possibles
Cadmium	0,05 mg/L	5,0 mg/L	0,5 mg/L	< 0,01 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 0,01 à 0,02 mg/L : effets chroniques possibles sauf si exposition à court terme, ingestion adéquate en protéines, calcium et phosphore. Effets aigus avortements, hépato et néphrotoxicité (chez animaux allaitants ou en gestation) • > 0,02 mg/L : effets chroniques et aigus possibles
Calcium				< 1000 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 1000 à 2000 mg/L : effets chroniques possibles, les ruminants peuvent tolérer une gamme plus large du ratio Ca/P que les monogastriques • > 2000 mg/L : effets chroniques
Chlorure				< 3000 mg/L : mouton et bétail, vaches laitières en gestation et allaitante, ruminants < 1500 mg/L monogastriques et volailles	<ul style="list-style-type: none"> • Gamme de concentrations induisant l'apparition d'effets chroniques différentes selon les espèces
Chrome	1,0 mg/L (Cr total)	0,05 mg/L (Cr total)	5,0 mg/L (Cr total)	Chrome VI : < 1 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 1 à 2 mg/L : effets chroniques possibles tels que des diarrhées • > 2 mg/L : effets chroniques possibles et effets cancérigènes possibles.
Cobalt	1,0 mg/L	1,0 mg/L	1,0 mg/L	< 1 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 1 à 2 mg/L: effets chroniques tels que inappétence et perte de poids • > 2 mg/L : effets chroniques possibles
Cuivre	0,5 mg/L	1,0 mg/L	0,5 mg/L	< 5 mg/L : chevaux, porcs, volailles < 1 mg/L : ruminants < 0,5 mg/L : mouton, veaux pré-sevrés	<ul style="list-style-type: none"> • Gamme de concentration induisant l'apparition d'effets chroniques différents selon les espèces
Cyanure	Données insuffisantes				
Fer	Données insuffisantes	2,0 mg/L		< 10 mg/L	
Fluorure	2,0 mg/L	0,5 mg/L	3,0 mg/L	< 2 mg/L (ruminants et monogastriques)	Gamme de concentrations induisant l'apparition d'effets chroniques différents pour les ruminants et les monogastriques (plus sensibles)
Magnésium				< 500 mg/L	Gamme de concentrations induisant l'apparition d'effets chroniques différents pour les ruminants et les non ruminants
Manganèse	Données insuffisantes		Données insuffisantes	< 10 mg/L	10 à 50 mg/L : effets chroniques : perte de poids due à une perte d'appétit

Contaminant	USA			AFRIQUE DU SUD	
	NAS Concentration limite	US EPA Concentration limite	CAS Concentration limite	Valeur cible	Remarques
Mercuré	0,010 mg/L	0,001 mg/L	0,01 mg/L	< 1µg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 1 à 6 µg/L : effets chroniques possibles si ingestion simultanée en zinc et sélénium • > 6 µg/L : effets chroniques et aigus probables
Molybdène	Données insuffisantes		Données insuffisantes	< 0,01 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 0,01 à 0,02 mg/L : effets chroniques possibles mais improbables si ajout adapté en cuivre et sulfates • > 0,02 : effets chroniques et aigus probables
Nickel	1,0 mg/L			< 1 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • Gamme de concentrations induisant l'apparition d'effets chroniques différents entre les porcs et les autres animaux. • Pas d'effet indésirable chez le porc si < 5 mg/L.
Nitrates	100 mg/L (N-NO ₃ ⁻)	100 mg/L (N-NO ₃ ⁻)	300 mg/L (N-NO ₃ ⁻)	< 100 mg/L (NO ₃ ⁻)	<ul style="list-style-type: none"> • Gamme de concentrations induisant l'apparition d'effets chroniques différents pour les ruminants et les monogastriques et différents si les femelles sont en gestation ou non. • Ruminants : pas d'effets si < 200 mg/L (NO₃⁻).
Nitrites	(33 mg/L NO ₂ ⁻)	33 mg/L (NO ₂ ⁻)	10 mg/L (N-NO ₂ ⁻)		
Pesticides				voir ci-dessous "molécules organiques"	
Plomb	0,1 mg/L		0,1 mg/L	< 0,1 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • Gamme de concentrations induisant l'apparition d'effets chroniques différents entre les porcs et les autres animaux. • Pas d'effets indésirables chez le porc si < 0,5 mg/L.
Sélénium	0,05 mg/L	0,05 mg/L		< 0,05mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • 50 à 75 µg/L : effets chroniques, diminution de la prise alimentaire, perte de poids, diarrhée. • > 75 µg/L : effets chroniques et aigus (diarrhée, perte d'appétit, difficultés à respirer, ballonnements, anormalités dans la démarche).
Sodium				< 2000 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • Gamme de concentrations induisant l'apparition d'effets différents selon les espèces.
Sulfates				< 1000 mg/L	<ul style="list-style-type: none"> • A de plus hautes concentrations, animaux jeunes moins tolérants que les animaux adultes
TDS (salinité) Matières dissoutes totales	<i>voir tableau en annexe 8</i>			< 3000 mg/L : moutons < 2000 mg/L : bovins, chevaux < 1000 mg/L : élevages laitiers, porcs et volailles	<ul style="list-style-type: none"> • Gamme de concentrations induisant l'apparition d'effets différents selon les espèces
Vanadium	0,1 mg/L	0,1 mg/L	1,0 mg/L	< 1 mg/L	
Zinc	25 mg/L	25 mg/L	25 mg/L	< 20 mg/L	

Annexe 9 : Valeurs de référence relatives à l'utilisation des eaux fortement minéralisées (eaux de mer, eaux saumâtres, etc.)

La salinité d'une eau peut être mesurée par les matières dissoutes totales (TDS), les sels dissous totaux (TSS) ou la conductivité électrique.

TABLEAU 1 : Guide pour l'utilisation des eaux salines pour le bétail et la volaille (NAS, 1974)

Concentration en Sels solubles totaux (TSS) dans les eaux (en mg/L)	Commentaires
< 1000	Pas de d'effet sérieux quelle que soit l'espèce animale
1 000-2 999	Eaux satisfaisantes pour toutes les classes de bétail et de volaille peut causer des diarrhées chez les ruminants non habitué ou la volaille mais ne devrait pas affecter leur santé ou leur performance
3 000-4 999	Ces eaux devraient être satisfaisantes pour toutes les classes de bétail mais il est très possible qu'elles causent des diarrhées ou qu'elles soient refusées par les animaux non habitués. Chez les volailles : augmente la mortalité et diminue la croissance, principalement chez les dindes
5 000-6 999	Peuvent être utilisées pour les bovins à l'engrais et les vaches laitières, moutons, porcs et chevaux Éviter les concentrations les plus élevées pour les femelles en gestation ou allaitantes Eaux non acceptables pour les volailles (réduction de la croissance et de la production, mortalité croissante)
7 000-10 000	Eaux inaptes aux volailles et probablement aux porcs. Grand risque pour les animaux en gestation ou allaitant (bovins, chevaux et petits ruminants) et les jeunes ou pour les animaux en grand stress ou déshydratés. Leur utilisation doit être évitée bien que les ruminants adultes, les chevaux et même les volailles et les porcs puissent survivre longtemps en consommant une telle eau
> 10 000	Risques élevés : eau jamais recommandée

TABLEAU 2 : Tolérances du bétail aux matières dissoutes totales (TDS) dans l'eau d'abreuvement (ANZECC et ARMCANZ, 2000)

Effet sur l'animal Espèce	TDS en mg/L		
	Pas d'effet indésirable sur les animaux	Les animaux peuvent avoir une réticence à boire au début mais s'adaptent sans chute de production	Chute de production et baisse d'état des animaux. Tolérance possible de ces concentrations pendant de courtes périodes si elles sont atteintes progressivement
Bovins	0-4000	4000-5000	5000-10000
Vaches laitières	0-2400	2400-4000	4000-7000
Moutons	0-4000	4000-10000	10000-13000
Chevaux	0-4000	4000-5000	5000-7000
Porcs	0-4000	4000-6000	6000-8000
Volailles	0-2000	2000-3000	3000-4000

Annexe 10 : Recommandations sur la qualité de l'eau d'abreuvement en Australie et en Nouvelle Zélande

Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality: volume 3 : Primary Industries - Livestock drinking guidelines, version octobre 2000		A compilation of Australian water quality criteria (Hart, 1974)			
National Water Quality Management Strategy (AWRC, 1969)					
Australian and New Zealand Environment and Conservation Council Agriculture and Resource management council of Australian and New Zealand (ANZECC et ARMCANZ, 2000)-					
Contaminant	Références	Valeurs limites	Remarques	Valeurs	Référence et remarques
Microcystines (Exprimé en équivalent microcystine-LR) et Cyanobactéries	Calcul (selon principes de l'US EPA et de l'OMS) de la valeur limite à partir de LOAEL trouvées dans la littérature	2,3 µg/L et/ou 11 500 cellules/100mL (<i>Microcystis aeruginosa</i>) Valeurs limites pour les différentes catégories d'animaux : . bétail : 4,2 µg/L (21 000 cellules) . mouton : 3,9 µg/L (19500 cellules) . porc : 16,3 µg/L (81500 cellules) . poulet : 3,1 µg/L (15500 cellules) . chevaux : 2,3 µg/L (11500 cellules)	Données insuffisantes pour déduire des valeurs limites pour les autres cyanotoxines	Eviter la croissance massive des cyanobactéries (notamment <i>Microcystis</i> et <i>Anabaena</i>)	
Coliformes thermotolérants (Coliformes fécaux)	OMS / US EPA + considérations locales Valeur médiane basée sur les programmes de surveillance	< 100 UFC/100mL (valeur médiane)	Coliformes thermotolérants: indicateurs de contamination fécale et de présence éventuelle de pathogènes : bactéries entériques, <i>Escherichia coli</i> et <i>Salmonella puis</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i> . Autres genres bactériens connus pour affecter les élevages transmissibles par l'eau: <i>Leptospira</i> , <i>Pseudomonas pseudomallei</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Mycobacteria</i> , <i>Pseudomonas</i> Tenir compte aussi de: <i>Cryptosporidium parvum</i> , <i>Giardia</i> , <i>Taenia saginata</i> , Cyanobactéries. Des recherches sur l'origine de la contamination doivent être entreprises si 20% des résultats dépassent 4 fois la valeur guide médiane	Moyenne mensuelle : < 1000 UFC/100mL avec un maximum par échantillon de 5000 UFC/100mL	<i>Leptospira</i> <i>Salmonella</i> <i>Clostridium</i> <i>Clostridium</i> virus (picornavirus, parvovirus, & adenovirus, rinderpest (peste bovine), swine fever, african swine fever, maladies muqueuses protozoaires, plathelminthes, ascarides

	NWQMS, 2000 / ANZECC / ARMCANZ 2000			(Hart, 1974)	
Contaminant	Références	Valeurs limites	Remarques	Valeurs	Référence et remarques
Aluminium	ANZECC (1992) + valeur théorique calculée à partir de données de la littérature et d'hypothèses : Bétail : 5,6 mg/L Mouton : 5,1 mg/L Poulet : 3,6 mg/L	5 mg/L Si > 5mg/L l'apport de phosphore doit être contrôlée (il doit être suffisant pour compenser les effets de l'Al)	Cohérent avec une étude NOAEL Bétail Bétail : 5,6mg/L Mouton : 5,1mg/L Poulet : 3,6mg/L Cohérent avec les recommandations du Canada et de l'Afrique du sud		
Arsenic	ANZECC (1992)	0,5mg/L 5mg/L toléré si pas d'additifs contenant de l'arsenic ou si l'arsenic naturel des aliments est bas	Cohérent avec les recommandations du Canada et de l'Afrique du Sud 1,0 mg/L mais exposition à long terme >1,5mg/L (danger pour les espèces sensibles comme les porcs et la volaille)	< 1,0 mg/L (marge suffisante de sécurité)	Publication sur la toxicité de l'arsenic sur différents animaux d'élevage
Béryllium		Données insuffisantes			
Bore	Calculs (selon principes de l'OMS) basés sur le taux maximum tolérable de 150 mg/kg dans l'alimentation du bétail (NRC, 1980). Valeurs limites par espèce Bétail : 7 mg/L Porc : 5,8 mg/L Mouton : 6,2 mg/L Poulet : 11,3 mg/L Chevaux : 8,6mg/L	5mg/L > 5mg/L tolérée pour une courte période si la concentration dans l'alimentation est basse	Si > 5mg/L la teneur totale en bore dans l'alimentation doit être recherchée cohérents avec Canada et Afrique du sud		Des concentrations autour de 450 mg/L d'acide borique dans l'eau de boisson inhibent la croissance animale
Cadmium	ANZECC (1992) basé sur Hart (1982)	0,01 mg/L	Cohérent avec les recommandations d'Afrique du sud et du Canada proposant 0,08 mg/L (CCME 1999)	0,01 mg/L	Expérimentation sur le rat, sur les ruminants
Calcium	ANZECC (1992)	> 1000 mg/L si Ca est le cation le plus concentré < 1000 mg/L si grande concentration en Mg et Na ou Ca ajouté	Cohérent avec les recommandations du Canada et d'Afrique du Sud	1000 mg/L 700 mg/L pour les bovins si du Mg est également présent	Publications sur les animaux d'élevage et sur le mouton

	NWQMS, 2000 / ANZECC / ARMCANZ 2000			(Hart, 1974)	
Contaminant	Références	Valeurs limites	Remarques	Valeurs	Référence et remarques
Chrome	ANZECC (1992)	1 mg/L pour le chrome total	cohérent avec Canada (CCREM) Afrique du sud : 1mg/L pour le chrome VI	1 à 5 mg/L	(US EPA, 1973 et (McKee et Wolfe, 1963)) rapports d'expérimentation animale
Cobalt	ANZECC (1992)	1 mg/L pour le cobalt total > 1 mg/L dangereux surtout si suppléments en cobalt sont utilisés	Cohérent avec recommandations du Canada (CCREM) et de l'Afrique du Sud (DWAF)		
Cuivre	ANZECC (1992) pour les moutons	> 0,5 mg/L : (moutons) > 1 mg/L : (bovins) > 5 mg/L : (porcs et volaille)	Cohérent avec Canada et Afrique du Sud L'alimentation en soufre et en molybdène doit être prise en compte	0,5 à 2,0 mg/L selon les concentrations en cuivre dans l'alimentation	Publication : expérimentation sur le mouton et sur le porc
Fer		Pas de valeur car très faibles risques pour la santé	Pas de valeur au Canada 10 mg/L proposé pour l'Afrique du Sud mais des concentrations > 50 mg/L peuvent être tolérées	10 mg/L dans l'eau utilisée pour irriguer les prairies utilisées par les vaches pour paître	
Fluorure	ANZECC (1992)	2 mg/L 1 mg/L si l'alimentation contient des fluorures	2 mg/L cohérent avec Canada et Afrique du Sud bien qu'elle indique qu'il n'y a pas de risque pour les ruminants à des concentrations < 4 mg/L	2,0 mg/L	Publications sur les animaux d'élevage, sur le bétail, les vaches laitières et leur lait
Magnésium		Données insuffisantes	ANZECC (1992): limite haute de 600mg/L mais non retenu (car haute concentration en Mg associée à concentration en sels dissous) Afrique du sud: 1000 mg/L limite max (DWAF, 1996b)	. 250 mg/L : chevaux, vaches à lait brebis avec agneaux . 400 mg/L bovins . 500 mg/L moutons adultes . < 250 mg/L porcs et volailles	Publications sur différents animaux d'élevage
Manganèse		Pas de valeur déterminée	Cohérent avec Canada Afrique du sud : 10 mg/L (au-delà effet chroniques possibles comme perte de poids et anémie)		

	NWQMS, 2000 / ANZECC / ARMCANZ 2000			(Hart, 1974)	
Contaminant	Références	Valeurs limites	Remarques	Valeurs	Références et remarques
Mercur	ANZECC (1992)	0,002 mg/L au-delà le mercure peut s'accumuler dans les tissus et présenter un risque pour la santé humaine	0,003 mg/L au Canada 0,001 mg/L en Afrique du Sud	0,002 mg/L	Publications : le mercure dans le sang et les tissus des animaux d'élevage
Molybdène	Calcul basé sur un taux maximum tolérable en molybdène de 10 mg/kg dans l'alimentation animale (NRC, 1980) Valeurs limites (mg/L) Bétail : 0,15 Mouton : 0,15	0,15mg/L dépend de l'ingestion totale en molybdène, cuivre, fer et soufre	> 0,15 mg/L recherches à effectuer sur le taux en cuivre	0,01 mg/L	Exposition au molybdène principalement par l'alimentation dans les prairies. Les effets du molybdène sont aggravés par une déficience en cuivre chez l'animal
Nickel	ANZECC (1992)	1 mg/L	Cohérent avec Canada et Afrique du Sud		
Nitrates (1mg/L N-NO ₃ ⁻ = 4,43 mg/L NO ₃)	Publications	400 mg/L NO ₃ ⁻ > 400 mg/L NO ₃ ⁻ si nitrates dans les aliments pas élevés > 1500 mg/L	Canada : 100 mg/L N-NO ₃ ⁻ (CCREM 1987) Afrique du Sud : de 100 à 400 mg/L en fonction du type de bétail, son état et la durée d'exposition DWAF (1996b) Les animaux sont plus exposés aux nitrates par les aliments que par l'eau	90 à 200 mg/L NO ₃ ⁻ selon le type de bétail	Publications sur des observations sur différents animaux d'élevage (veaux, bovins, moutons)
Nitrites (1 mg/L N-NO ₂ ⁻ = 3,29 mg/L NO ₂ ⁻)		30 mg/L NO ₃ ⁻	Canada : 10 mg/L N-NO ₂ ⁻ (CCREM 1987)		
Pesticides	Recommandations australiennes pour l'eau brute pour la production d'EDCH + lignes directrices canadiennes pour la qualité de l'eau pour l'abreuvement du bétail (CCREM, 1987)			Même teneurs que pour l'eau destinée à la consommation humaine	

	NWQMS, 2000 / ANZECC / ARMCANZ 2000			(Hart, 1974)	
Contaminant	Références	Valeurs limites	Remarques	Valeurs	Références et remarques
Plomb	ANZECC (1992)	0,1 mg/L	Cohérent avec Canada et Afrique du sud bien que l'Afrique du Sud indique qu'il n'y a pas de risque pour les porcs à des concentrations < 0,5 mg/L	0,5 mg/L	Observations sur animaux et vaches expérimentation sur la souris et le rat
Sélénium	ANZECC (1992)	0,02 mg/L	0,05 mg/L pour le Canada et l'Afrique du Sud	0,02 mg/L	Publications sur brebis et vaches laitières et contamination du lait par le sélénium La contamination des aliments est généralement plus importante que celle de l'eau
Sulfates	Résultats d'essais expérimentaux sur animaux	1000 mg/L	surtout pour les jeunes ou en lactation. Si > 2000 mg/L problèmes chroniques ou aigus possibles chez le bétail	1000 mg/L	Publications : expérimentation sur le bétail et sur le mouton
TDS (salinité) Matières dissoutes totales	ANZECC 1992	Pas d'effet indésirable aux concentrations suivantes (mg/L) : Bovin : 0-4000 . Vache laitière : 2400 Mouton : 4000 Chevaux 4000 Porc 4000 Volaille : 2000	Si TDS > 2400 mg/L, l'eau doit être analysée pour déterminer la concentration d'ions spécifiques. Cohérent avec Canada et Afrique du Sud. Canada le taux maximum sans effet qui est recommandé pour la consommation du bétail est de 10 000 mg/L (CCREM, 1987)	Concentrations maximales auxquelles des bonnes conditions peuvent être attendues : Mouton : 13000 mg/L Bovins : 5 000 mg/L Vache laitière : 4 000 mg/L Chevaux: 6000 mg/L Porc : 3 000 mg/L Volaille : 3 000 mg/L	Observations de terrain expérimentation sur le mouton concentrations maximales qui peuvent être sans risque pour une période limitée : . . Bovins : 10000 mg/L . Vache laitière: 6000 mg/L . Chevaux : 7 000 mg/L . Porc : 4 000 mg/L . Volaille : 4 000 mg/L
Température				Eau à 18°C : meilleur gain de poids qu'à 31°C	Expérimentation sur élevages
Uranium	CCREM (1987)	0,2 mg/L (valeur temporaire)			
Vanadium	Valeurs des guides existants en contradiction avec résultats d'études publiées	Information insuffisante	ANZECC (1992): 0,1 mg/L pour toutes les formes d'animaux d'élevage, cohérent avec Canada (CCREM 1987) Afrique du Sud : 1 mg/L		
Zinc	ANZECC (1992) basé sur Hart(1982)	20 mg/L		20,0 mg/L	

Annexe 11 : Recommandations sur la qualité de l'eau d'abreuvement au Canada

Recommandations du CCME (conseil canadien des ministres de l'environnement, anciennement appelé CCMRE)			
Contaminant	Concentrations maximales recommandées dans l'eau d'abreuvement	Date des recommandations	Remarques
Cyanobactéries	Eviter les proliférations importantes	1987	
Coliformes thermotolérants (Coliformes fécaux)			Absence dans 100 ml (<i>recommandation de 1992 non reprise par la suite</i>)
Coliformes totaux			Absence dans 100 ml dans 95% des échantillons sans dépasser 10 UFC dans un échantillon (<i>recommandation de 1992 non reprise par la suite</i>)
Entérocoques intestinaux			Absence dans 100 ml (<i>recommandation de 1992 non reprise par la suite</i>)
Spoires de <i>Clostridia</i> sulfite réducteurs			Absence dans 20 ml (<i>recommandation de 1992 non reprise par la suite</i>)
Bactéries aérobies revivifiables (à 22°C et 36°C)			Pas de variation anormale (1 log ou 1 puissance de 10) Absence dans 100 ml (<i>recommandation de 1992 non reprise par la suite</i>)
Aluminium	5 mg/L	1987	Publications sur moutons, vaches, bœufs, volaille
Arsenic	25 µg/L (recommandation provisoire)	1997	
Béryllium	0,1 mg/L (provisoire)	1987	Publications : expérimentation sur souris et rat
Bore	5 mg/L	1987	
Cadmium	80 µg/L	1996	
Calcium	1000 mg/L	1987	Basé sur (Hart, 1974) NAS (1973,1974 et 1980)
Chrome	Chrome III : 50 µg/L (provisoire) Chrome VI : 50 µg/L (provisoire)	1997 1997	
Cobalt	1 mg/L	1987	NAS/NAE, 1973
Cuivre	0,5 mg/L pour le mouton 1mg/L pour le bétail 5 mg/L pour le porc et la volaille	1987	

Contaminant	Concentrations maximales recommandées dans l'eau d'abreuvement	Date des recommandations	Remarques
Fer	Pas de recommandation		
Fluorure	1 à 2 mg/L 1 mg/L si les aliments renferment des fluorures	1987	
Manganèse	Pas de recommandation		
Mercure	3 µg/L	1987	Publications sur la dinde, le bétail, le mouton, le poulet
Molybdène	0,5 mg/L	1987	
Nickel	1 mg/L	1987	Publications chez la souris et le rat
Nitrates (1 mg/L N-NO ₃ ⁻ = 4,43 mg/L NO ₃ ⁻)	Nitrates+nitrites : 100 mg/L N-NO ₃ ⁻	1987	Publications : données sur les porcelets, dindes et vaches laitières, veaux de boucherie
Nitrites (1 mg/L N-NO ₂ ⁻ = 3,29 mg/L NO ₂ ⁻)	10 mg/L N-NO ₂ ⁻	1987	
Plomb	0,1 mg/L	1987	Publications sur différents animaux
Sélénium	0,05 mg/L	1987	
Sulfates	1000 mg/L	1987	Publications sur jeunes animaux, génisses, vaches laitières
TDS (salinité) Matières dissoutes totales	3000 mg/L	1987	Basé sur publications (Hart, NAS)
Uranium	0,2 mg/L	1987	
Vanadium	0,1 mg/L	1987	
Zinc	50 mg/L	1987	

Annexe 12 : Qualité des eaux de surface et des eaux souterraines en France (SEQ-Eau)

Le SEQ-Eau est un système qui était utilisé pour évaluer la qualité d'une eau et déterminer son aptitude à être utilisée pour certains usages (cf. tableau 1).

TABLEAU 1 : Liste des aptitudes potentielles des eaux superficielles et souterraines

Eaux superficielles	Eaux souterraines
<ul style="list-style-type: none"> • Usages : <ul style="list-style-type: none"> - Production d'eau potable - Loisirs aquatiques - Irrigation - Abreuvement - Aquaculture 	<ul style="list-style-type: none"> • Usages : <ul style="list-style-type: none"> - Production d'eau potable - Industrie - Énergie (pompes à chaleur, climatisation) - Irrigation - Abreuvement
<ul style="list-style-type: none"> • Potentialité biologique 	<ul style="list-style-type: none"> • État patrimonial • Potentialité biologique

Ce système d'évaluation repose sur une quinzaine d'altérations différentes listées dans le tableau 2 (Simonet, 2001).

TABLEAU 2 : Liste des altérations permettant d'évaluer la qualité des eaux de cours d'eau et des eaux souterraines

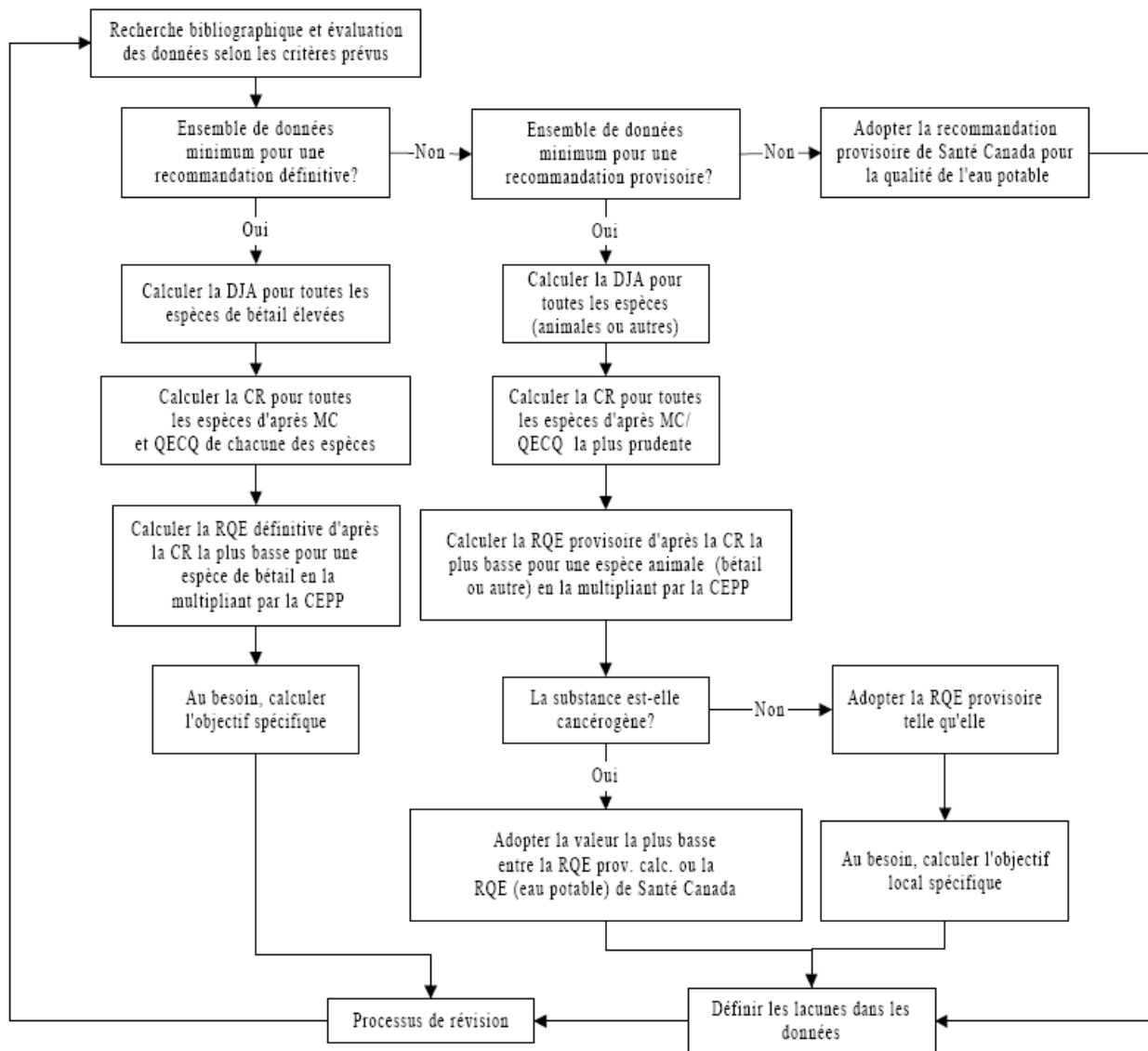
	Altérations SEQ cours d'eau	Altérations SEQ eaux souterraines
1	Matières organiques et oxydables	Goûts et odeurs
2	Matières azotées hors nitrates	Coloration
3	Nitrates	Matières organiques et oxydables
4	Matières phosphorées	Particules en suspensions
5	Particules en suspension	Fer et manganèse
6	Couleur	Micro-organismes
7	Température	Minéralisation et salinité
8	Minéralisation	Nitrates
9	Acidification	Matières azotées (hors nitrates)
10	Phytoplancton	Micropolluants minéraux
11	Micro-organismes	Pesticides
12	Métaux	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
13	Micropolluants minéraux	Poly-chlorobiphényles (PCB)
14	Pesticides	Micropolluants organiques (autres)
15	HAP	Corrosion
16	PCB	Formation de dépôts
17	Micropolluants organiques (autres)	Température

Les altérations présentées ci-dessus correspondent à des regroupements de paramètres physico-chimiques de même nature ou ayant les mêmes effets, pouvant altérer la qualité de l'eau et en perturber les usages. Cette approche par altération est conçue essentiellement pour identifier les grands types de dégradation de la qualité de l'eau.

Pour chacun des paramètres décrivant une altération, des valeurs limites sont déterminées, permettant de définir différents niveaux de qualité de l'eau ou différents niveaux d'aptitude de l'eau à satisfaire un usage. Les valeurs limites déterminées pour les eaux de surface sont distinctes de celles des eaux souterraines. C'est le paramètre le plus défavorable (déclassant) d'une altération qui détermine la classe de qualité de cette altération et c'est l'altération la plus défavorable qui détermine le classement général de la qualité de l'eau ou de l'aptitude à un usage donné. Toutes les altérations ne sont cependant pas utilisées pour déterminer l'aptitude d'une eau à un usage, mais seulement une sélection d'entre elles pertinente.

Cinq classes permettent d'évaluer la qualité globale de l'eau allant du bleu pour la meilleure au rouge pour la pire correspondant à : très bonne, bonne, moyenne, médiocre et mauvaise (Simonet, 2001). Les aptitudes de l'eau à assurer certaines fonctionnalités sont en général évaluées à l'aide de cinq classes également, excepté l'usage « Abreuvement » pour lequel trois classes seulement sont distinguées (Simonet, 2001). Ces deux classements sont indépendants l'un de l'autre.

Annexe 13 : Protocole d'élaboration des recommandations pour la qualité de l'eau d'abreuvement du Canada



Annexe 14 : Synthèse des critères de qualité de l'eau d'abreuvement existants

TABLEAU 1 : Paramètres microbiologiques

Paramètres	Anses	Pays-Bas	Allemagne	Australie	Nouvelle-Zélande	Canada	Afrique du Sud	USA	GDS 22	GDS 35	GDS 44	GDS 49	GDS 50	GDS 53	GDS 56
<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	ESO : ≤ 10 ESU : Bonne qualité : < 100 UFC/100 mL Qualité moyenne : entre 100 et 500 UFC/100 mL Qualité médiocre : entre 500 et 1000 UFC/100 mL		0/10 mL	< 1000 (moyenne) < 5000 (max)	<100	1 à 10	200		0	0	5	5	0	0	10
Entérocoques intestinaux (UFC/100 ml)	ESO : ≤ 10 ESU : Bonne qualité : < 100 UFC/100 mL Qualité moyenne : entre 100 et 500 UFC/100 mL Qualité médiocre : entre 500 et 1000 UFC/100 mL					3 à 30			0	0	5	5	0		10
Bactéries coliformes (UFC/100 mL)		< 100/mL (SR) > 100/mL (AR)				10				10	10	10		10	
Dénombrement des microorganismes revivifiants à 22°C et 36°C		< 100 000 (SR) > 100 000 (AR)	10 000 (20°C) 100 (37°C)								200				
Salmonelles (UFC/100 mL)			0												
<i>Campylobacter species</i> (UFC/100 mL)			0												
Spoires de micro- organismes anaérobies sulfito- réducteurs (UFC/20 mL)														1	

SR : sans risque
AR : à risque

TABLEAU 2 : Paramètres physico-chimiques

Paramètres	Anses	Pays-Bas	Allemagne	Australie	Nouvelle-Zélande	Canada	Afrique du Sud	USA	GDS 22	GDS 35	GDS 44	GDS 49	GDS 50	GDS 53	GDS 56
Arsenic (mg/L)	0,06		0,05	0,5	1	0,5	1	0,5							
Cadmium (mg/L)	0,03 (B, O, C) 0,01 (Rj, M)		0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05 à 5							
Carbone organique total (mg/L)	5														
Oxydabilité (mg/L)		50* 200**	<15 <5 (entrée)												
Conductivité (µS/cm à 25°C)	200 à 1100		< 3000												
Chrome total (mg/L)	12,5 (V) 2,5			1	1 à 5	1	1	0,05 à 5							
Cuivre (mg/L)	0,3 (O) 1 (B) 6 (V, P, Ch)		2	0,5 (O) 1 (B) 5 (P, V)	0,5 à 2	0,5 (O) 1 (B) 5	0,5 (O) 1 (B) 5	0,5 à 1							
Fer (mg/L)	75 (P) 12,5	0,5* 10**			10	0,3	10	2					0,2	0,2	0,2
Fluor (mg/L)	10 (V) 1,5 (R) 0,9 (RI)		1,5	2	2	2	2	0,5 à 3							
Magnésium (mg/L)	60 (P) 125 (V) 150 (R) 187 (P) 200 (C)					6000	500								
Manganèse (mg/L)	10 (Ch) 25 (P) 50	1* 2**	4			0,05	10							0,05	
Mercure (mg/L)	0,003		0,003	0,003	0,002	0,003	0,001	0,001 à 0,01							
Molybdène (mg/L)	0,1 (R, Ch) 2,5 (V) 3,75 (P)			0,15	0,01	0,5	0,01								
Nitrates (mg/L de NO ₃ ⁻)	100 (JA)	100* 200**	300 (R) 200	400	90 à 200	443	100	443	50	50		50	50	100	50
Nitrites (mg/L de NO ₂ ⁻)	0,3	0,1* 1**	30			32		33							
pH	6-9	5-8,5	5-9			6,5-8,5			6,5-9	6,5-9			6,5-9		
Plomb (mg/L)	0,1		0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1							
Sélénium (mg/L)	0,075 (V) 0,1 (P) 0,125														
Sulfates (mg/L de SO ₄ ²⁻)	225 à 375	150* 250**	500	1000	1000	1000	1000								
Zinc (mg/L)	7,5 (O) 12,5 (B, V, Ch) 25 (P)		5	20	20	50	20	25							

B : bovins
 C : caprins
 Ch : chevaux
 O : ovins
 P : porcs
 V : volailles
 Vp : Pondeuses
 R : ruminants
 Rj : jeunes ruminants
 RI : ruminants en lactation
 M : monogastriques
 JA : jeunes animaux
 * valeur sans risque
 ** valeur à risque



Agence nationale de sécurité sanitaire
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
27-31 avenue du général Leclerc
94701 Maisons-Alfort Cedex
www.anses.fr