



Bovins laitiers

L'eau



Par : Dany Cinq-Mars, agronome, Ph.D.
Nutrition et alimentation
MAPAQ/Direction de l'innovation scientifique et technologique
<http://www.agr.gouv.qc.ca>
Pour commentaires : dcinqmar@agr.gouv.qc.ca
Révisé le 27 septembre 2001

Introduction

L'eau demeure sans contredit le nutriment le plus important pour les bovins laitiers. De façon générale, l'eau présente dans tout l'organisme fait partie de 99,2 % des molécules qui composent les ruminants. De plus, elle participe à l'équilibre homéothermique en conservant la chaleur corporelle par temps froid, tout en facilitant sa dispersion par temps chaud. Parallèlement, ce nutriment participe à la digestion des aliments ingérés, au métabolisme des nutriments absorbés, à l'hydrolyse de différentes molécules comme les lipides, les protides et les hydrates de carbone et à l'élimination des déchets. L'eau sert également de coussin pour le système nerveux, aide à la lubrification des articulations, sert au transport des sons dans l'oreille et à la vision (Aseltine 1992).

L'animal perd son eau corporelle de plusieurs façons. La production lactée demeure la voie majeure pour les vaches en lactation. Puis, on dénote la perte d'eau dans l'urine, les fèces, la respiration et la transpiration.

Quantité

L'eau doit demeurer disponible à volonté et en quantité suffisante. Il semble que lorsqu'un troupeau ne produit pas selon son potentiel, on s'attarde énormément à l'équilibre du régime alimentaire, en oubliant souvent de considérer l'eau consommée par l'animal.

Les quantités d'eau consommées varient en fonction de la production laitière, la nature des aliments, la prise alimentaire, la température de l'eau d'abreuvement, la température ambiante, l'humidité relative, le débit des abreuvoirs, la présentation de l'eau (abreuvoirs automatiques ou réservoirs), la hiérarchie prévalant dans le troupeau, les tensions parasites, la qualité de l'eau, etc.

Les quantités de lait produites accroissent la consommation d'eau. On estime rapidement les besoins en eau consommée à quatre fois la production laitière. De plus, les vaches boivent environ 3 à 4 litres d'eau par kg de matière sèche ingérée (Aseltine 1992). Il existe différentes équations qui tiennent compte des variables citées précédemment de même que d'autres susceptibles d'influencer la consommation d'eau.

Parmi celles-ci, la température de l'eau et la température ambiante doivent recevoir une certaine attention. Dans un environnement froid, les bovins préfèrent consommer l'eau sous sa forme liquide plutôt que sous forme de neige ou de glace concassée (Degen et Young 1984). Par contre, en stress de chaleur, les vaches ayant accès à une eau refroidie consomment plus d'aliments et produisent plus de lait que celles recevant de l'eau à la température ambiante (Milam et coll. 1986; Wilks et coll. 1990).

Sur cette base, les entreprises apportant de l'eau au pâturage avec des installations temporaires devraient éviter la tuyauterie de plastique noir exposée au soleil. Cette dernière attire la chaleur faisant grimper la température de l'eau à des valeurs qui favorisent un développement microbien plus important dans la tuyauterie qu'à des températures moins élevées. De plus, les vaches boivent moins d'eau tiède en période chaude que d'eau fraîche. Il faudrait plutôt privilégier le plastique blanc qui n'attire pas la chaleur même par les journées ensoleillées. Les études ont démontré l'avantage d'une telle pratique chez la vache laitière au pâturage pendant les périodes très chaudes de l'été. Les mêmes recommandations s'appliquent aux réservoirs extérieurs contenant l'eau d'abreuvement. Toutefois, il demeure préférable de fournir une eau tiède, plutôt qu'une eau trop loin des animaux.

D'autres informations se rapportant aux besoins d'eau au pâturage se retrouvent dans l'article « [De l'eau en quantité et en qualité](#) ». Bien que celui-ci s'applique aux bovins de boucherie, l'information demeure applicable aux bovins laitiers au pâturage.

Par ailleurs, les vaches s'abreuvent à l'aide de buvettes automatiques passent généralement plus de temps à boire que celles utilisant des réservoirs. Évidemment, le débit de ces buvettes influence le temps passé à consommer l'eau. De plus, un faible débit soit 2 L/min., provoque une diminution de la quantité d'eau ingérée par l'animal comparativement à un débit plus élevé, soit de 12 L/min. (Anderson et coll. 1984). À titre d'exemple, dans cette expérience, les vaches ayant accès aux abreuvoirs à faible débit ont bu en moyenne 77 L/jour contre 88,4 L/jour pour le plus fort débit. Ceci s'est traduit par une tendance à une production laitière accrue de 2 à 3 % pour les vaches recevant le débit le plus important comparativement à celles recevant le plus faible. Cette tendance n'étant pas statistiquement valable, il demeure difficile d'établir des recommandations précises sur cette base. Toutefois, en privilégiant des débits plus élevés, on s'assure de ne pas imposer de restriction sur la consommation d'eau des vaches. Dans la nature, lorsqu'aucune restriction n'est imposée, rappelons que les vaches boivent entre 15 et 20 L/min. d'eau.

Par ailleurs, pour les vaches au pâturage et pour celles en stabulation libre, où l'accès aux abreuvoirs occasionne des comportements agressifs, Anderson et coll. (1984) ont observé que les vaches dominées ingéraient environ 7 % moins d'eau que les dominantes. La consommation de foin diminuait également de 9 %. Il s'ensuivait une production laitière généralement inférieure pour les vaches dominées, consommant moins d'eau, que pour les dominantes.

La consommation d'eau des vaches laitières peut également diminuer lorsqu'il existe des tensions parasites (Gorewit et coll. 1989). Les entreprises laitières ne devraient pas tolérer ces problèmes chez elles car, en plus de provoquer chez certaines vaches des

baisses dans la consommation d'eau, elles peuvent provoquer d'autres problèmes au sein du troupeau.

En plus de l'eau d'abreuvement, la vache reçoit une certaine quantité de ce nutriment par les aliments qu'elle consomme. Ces quantités sont négligeables dans le cas des aliments secs (foin, grain, etc.), mais peuvent devenir importantes dans des régimes contenant de fortes proportions d'ensilage ou d'aliments humides. Dans ces conditions, la vache s'abreuve moins.

Murphy (1992) a observé que la quantité totale d'eau ingérée (aliments et abreuvement) deviendrait plus élevée avec des aliments servis humides comparativement à ces mêmes aliments mais servis secs. Ce phénomène s'expliquerait partiellement par un accroissement des besoins hydriques pour éliminer le surplus d'azote et de potassium solubles dans les aliments sous forme humide.

L'eau métabolique est produite par le métabolisme des sucres, des lipides et des protéines par l'animal. Évidemment, plus le métabolisme de l'animal s'élève, plus l'eau ainsi fournie à l'animal augmente. On estime qu'entre 5 et 10 % des besoins hydriques de l'animal sont fournis par l'eau métabolique (Maynard et coll. 1979).

Ainsi, la composition des aliments, la prise alimentaire, la production laitière, la température ambiante sont tous des facteurs affectant la consommation d'eau chez les bovins laitiers.

Des chercheurs ont donc tenté d'établir des équations servant à estimer cette consommation d'eau en se servant de différents paramètres. Ainsi, il devient possible de prédire l'eau ingérée chez la vache tarie en se servant de l'énoncé suivant (Holter et Urban 1992).

$$\begin{aligned} \text{Eau (kg/jour)} &= -10,34 (0,2296 \% \text{ MS aliments}) + 2,212 \text{ CVMS} + 0,03944 \% \text{ PB} \\ \text{Où} & \\ \text{CVMS} &= \text{consommation volontaire de matière sèche (kg/jour)} \\ \% \text{ MS aliments} &= \text{pourcentage de matière sèche des aliments ingérés} \\ \% \text{ PB} &= \text{pourcentage des protéines brutes des aliments ingérés} \end{aligned}$$

Parallèlement chez la vache en lactation, on obtient (Murphy 1992) :

$$\begin{aligned} \text{Eau (kg/jour)} &= 15,99 + 1,58 \text{ CVMS} + 0,90 \text{ lait} + 0,05 \text{ sodium} + 1,20 \text{ T } ^\circ\text{C} \\ \text{CVMS} &= \text{consommation volontaire de matière sèche (kg/jour)} \\ \text{Lait} &= \text{quantité de lait produite (kg/jour)} \\ \text{Sodium} &= \text{quantité de sodium totale ingérée (g/jour)} \\ \text{T } ^\circ\text{C} &= \text{température minimale quotidienne moyenne (} ^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

Ou encore (Holter et Urban 1992) :

$$\begin{aligned} \text{Eau (kg/jour)} &= 32,39 + 2,47 \text{ CVMS} + 0,6007 \text{ lait} + 0,6205 \% \text{ MS} + 0,0911 \text{ jour} - 0,000257 (\text{jour})^2 \\ \text{CVMS} &= \text{consommation volontaire de matière sèche (kg/jour)} \end{aligned}$$

Lait = production laitière (kg/jour)
 % MS = pourcentage de matière sèche dans les aliments
 Jour = jour de l'année pour lequel on fait le calcul, calendrier julien

Il existe également des tableaux et d'autres informations disponibles dans des publications québécoises (Roy et coll. 1993). On retrouve certaines de ces informations aux tableaux 1 et 2. Pour bien comprendre ce tableau, prenons 2 exemples d'une vache de 700 kg de poids vif, soit à la fin de la gestation ou en lactation.

Exemples : A. Vache gestante de 700 kg aura besoin de $30,6 + 19,9 = 50,5$ L/jour.
 B. Vache en lactation 30 kg de lait, à 3,5 % mg, 700 kg de poids vif = $30,6 + (2,8 \times 30) = 30,6 + 84 = 114,6$ L/jour.

Tableau 1. Besoins hydriques des bovins laitiers

Animal	Poids vif (kg)	Consommation d'eau à température ambiante de 10°C	
		L/tête/jour	L/kg MS
Veau (croissance)	-	-	6,5 ¹
	35	2,0	3,33
	75	6,7	3,33
Besoins de base			
Génisse (croissance)	200	17,3	3,33
Taure (croissance)	400	29,3	3,33
Vache (entretien)	350	17,3	3,33
	550	25,9	3,33
	700	30,6	3,33
Supplément fin de gestation²			
Génisse	550	16,6	3,33
Vache	700	19,9	3,33
Supplément production laitière³		2,8	3,33

Source : Roy et coll. (1993)

1 De la naissance jusqu'à l'âge de 5 semaines.

2 Quantité à ajouter au besoin de base pendant le dernier tiers de la gestation.

3 Quantité à ajouter au besoin de base pour chaque kilogramme de lait produit à 3,5 % de matière grasse et à 10°C.

Tableau 2. Besoins hydriques des bovins laitiers selon la température ambiante

Température (°C)	5	10	15	21	27	32
litres d'eau / kg MS	3,08	3,33	3,83	4,49	5,16	7,33
Lactation : litres à ajouter aux valeurs ci-dessus pour chaque kg de lait selon la température ambiante.						
Taux butyreux						
3,0 % gras	2,5	2,6	2,9	3,2	3,6	4,7
3,5 % gras	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	5,0
4,0 % gras	2,7	2,9	3,2	3,6	4,0	5,3
4,5 % gras	2,8	3,0	3,4	3,7	4,2	5,6

Source : Roy et coll. (1993)

Qualité

Tout comme l'aspect quantitatif, l'aspect qualitatif de l'eau de boisson revêt une importance capitale dans l'alimentation de la vache laitière. On évalue la qualité de l'eau par les propriétés physiques, chimiques et bactériologiques qu'on y retrouve.

Aspects physiques

Les aspects physiques de la qualité de l'eau incluent la couleur, la turbidité, l'odeur, le goût et la température. On attache peu d'importance à la couleur de l'eau de consommation pour les bovins laitiers.

De façon générale, l'odeur vient de divers composés volatils dissous dans l'eau. Dans les cas extrêmes, mentionnons, à titre d'exemple, une odeur de gaz ou de pétrole. Cette dernière peut provoquer certains refus d'abreuvement. D'autres odeurs suspectes révèlent la présence de certains contaminants nous forçant à pousser plus loin l'analyse. Le goût semble étroitement relié à l'odeur. Les mêmes observations s'effectuent donc avec ce critère de qualité. Certains minéraux comme le fer, le manganèse et les chlorures, lorsque présents en fortes concentrations, peuvent communiquer un goût indésirable à l'eau de boisson et ainsi contribuer à en réduire l'ingestion.

Aspects chimiques

Les aspects chimiques de l'eau contribuent également à sa qualité. On dénote ici le pH, la dureté, la salinité, la présence d'éléments toxiques et de pesticides (tableaux 3, 4). Le pH mesure la quantité d'ions hydrogène présents dans le liquide. Il s'exprime sur une échelle logarithmique. Une valeur oscillant entre 6,5 et 8,5 ne pose généralement pas de problème pour les bovins laitiers.

Tableau 3. Concentrations typiques et potentiellement dangereuses des constituants de l'eau d'abreuvement des bovins laitiers

Constituant	Concentrations typiques (mg/litre)	Concentrations potentiellement dangereuses (mg/litre)
PH	6,8-7,5	< 5,5 ou > 8,5
Solides dissous	500 ou moins	> 3 000
Chlorure	0-250	... ¹
Sulfate	0-250	> 2 000; peut diminuer la disponibilité du cuivre et du sélénium alimentaires
Fluor	0-1,2	> 2,4
Phosphate	0-1,0	...
Dureté totale	0-180	Généralement pas un problème
Calcium	0-43	> 500
Magnésium	0-29	> 125
Sodium	0-3	De fortes concentrations de sodium et de faibles concentrations de calcium et de magnésium traduisent généralement l'usage d'un adoucisseur d'eau
Fer	0-0,3	> 0,3 (problème de goût)
Manganèse	0-0,05	> 0,05 (problème de goût)
Cuivre	0-0,6	> 0,6
Silice	0-10	...
Potassium	0-20	...
Arsenic	0,05	> 0,20
Cadmium	0-0,01	> 0,05
Chrome	0-0,05	...
Mercure	0-0,005	> 0,01
Plomb	0-0,05	> 0,1
Baryum	0-1	> 10
Zinc	0-5	> 25
Molybdène	0-0,068	...
Total - bactéries/100 mL	<200	> 1 million
Total - coliformes/100 mL	<1	> 1 (veaux); > 15 (vaches)

Source : Beede et Myers (2000)

¹ Aucune valeur fournie.

Tableau 4. Critères de qualité de l'eau pour le bétail

Facteur de qualité	Seuil extrême (mg/litre)	Directive - limite supérieure (mg/litre)
Aluminium	5,0	0,5
Arsenic	0,2	0,05
Bore	5,0	5,0
Cadmium	0,05	0,005
Chrome	1,0	0,1
Cobalt	1,0	1,0
Cuivre	0,5	1,0
Fluor	2,0	2,0
Plomb	0,1	0,015
Manganèse	... ¹	0,05
Mercure	0,01	0,01
Nickel	1,0	0,25
NO ₃ -N+NO ₂ -N	100	...
NO ₂ -N	10,0	...
Radionucléides	Satisfait aux objectifs pour l'eau potable	...
Sélénium	0,05	0,05
Vanadium	0,1	0,1
Zinc	25,0	5,0
Salinité (total, sels solubles)	3000,0	...
Algues toxiques	Pas de forte croissance	...
Pesticides		
Aldrine	0,001	...
Chlordane	0,003	...
DDT	0,05	...
Dieldrine	0,001	...
Endrine	0,0005	...
Heptachlore	0,0001	...
Époxyde d'heptachlore	0,0001	...
Lindane	0,005	...
Méthoxychlore	1,0	...
Toxaphène	0,005	...
Carbamates et organophosphorés	0,1	...

Source : Beede et Myers (2000)

¹ Pas de valeur disponible.

Par contre, certains vaccins ou médicaments distribués dans l'eau d'abreuvement sont sensibles à des pH extrêmes, car ils perdent ainsi de leur efficacité. De plus, une eau trop acide (faible pH) peut devenir corrosive pour la tuyauterie. Elle peut également favoriser l'apparition de l'acidose métabolique chez la vache laitière recevant peu de fourrages.

On mesure la salinité de l'eau d'abreuvement en analysant tous les sels dissous qu'elle contient (tableau 5). Cet aspect devient important aux endroits où les bovins doivent s'abreuver d'eau salée. Avec celle-ci, il peut être nécessaire de diminuer les apports de sel alimentaire.

Tableau 5. Critères de salinité de l'eau d'abreuvement des bovins laitiers

Sels dissous totaux (mg/L)	Observations / recommandations
Moins de 1 000	Eau fraîche / recommandable
Entre 1 000 et 2 999	Légèrement saline/peut causer des fèces plus liquides mais ne pose pas de véritables menaces pour les animaux
Entre 3 000 et 4 999	Modérément saline/peut causer de la diarrhée lorsque consommée pour la première fois, satisfaisante pour les bovins
Entre 5 000 et 6 999	Saline/acceptable pour les adultes, éviter son utilisation pour les vaches en gestation et pour les veaux
Entre 7 000 et 9 999	Très saline/éviter son utilisation, effets négatifs observés chez la majorité des bovins laitiers
10 000 et plus	Approchant la saumure/dangereuse, ne jamais utiliser cette eau

Source : Beede (1991)

Pour sa part, la dureté mesure les sels de calcium et de magnésium dissous. La présence de fortes quantités de calcium dissous contribue à l'apport calcique des bovins laitiers. Il faudra se méfier d'une telle situation surtout pour les vaches tarées qui possèdent des besoins minimes en calcium et dont l'excès peut causer des problèmes métaboliques. Si le cas se présente, on apportera une attention particulière au programme alimentaire.

Des critères de dureté adaptés aux bovins laitiers demeurent difficiles à trouver (tableau 6). Par contre, basons-nous sur des normes établies pour la consommation humaine. Ainsi, une eau « très bonne » contient entre 50 et 80 mg/L de sels dissous. Une eau « bonne » contient entre 81 à 120 mg/L. Elle devient passable entre 121 et 180 mg/L et mauvaise à plus de 180 mg/L.

Tableau 6. Catégorie de dureté de l'eau

Catégories	Dureté (mg/litre)
Douce	0 à 60
Modérément douce	61 à 120
Dure	121 à 180
Très dure	> 180

Source : Beede et Myers (2000)

Concernant le fer, lorsque l'eau contient plus de 0,3 mg/L de fer, elle acquiert un mauvais goût. De telles situations peuvent provoquer des baisses de consommation hydrique. Il semble que des concentrations en fer de plus de 1 mg/L rendent l'eau non potable pour les animaux.

Les sulfates se retrouvent occasionnellement dans l'eau d'abreuvement. Pour les jeunes veaux, il faut viser des concentrations en dessous de 600 mg/L alors que les adultes peuvent tolérer jusqu'à 1 000 mg/L. Au-delà de ce niveau, il faut s'attendre à des baisses de performances zootechniques chez les animaux. De fortes concentrations en sulfate peuvent entraîner également des baisses de consommation d'eau, provoquer de légères diarrhées et nuire à l'assimilation de certains oligo-éléments comme le cuivre, le zinc, le manganèse, le sélénium, le fer et la vitamine E.

L'azote, sous forme de nitrites ou de nitrates, se retrouve également dans l'eau d'abreuvement. Une contamination est possible par des fertilisants chimiques ou organiques, par des fumiers, des fosses septiques et des résidus végétaux et industriels. Les nitrites sont plus toxiques que les nitrates. On suggère un maximum de 10 mg de nitrite par litre d'eau pour les animaux. Toutefois, on retrouve généralement plus de nitrates que de nitrites dans l'eau d'abreuvement. De trop fortes concentrations de ces composés peuvent engendrer de graves problèmes de santé chez la vache laitière (tableau 7). On notera que sous certaines conditions environnementales, une combinaison entre les nitrates de l'ensilage de maïs et celles retrouvées dans l'eau peut devenir critique et doit être surveillée. On modifiera l'alimentation en conséquence le cas échéant.

Tableau 7. Effets de différents niveaux de nitrates (NO₃) dans l'eau d'abreuvement des bovins laitiers

NO₃ (mg/L)	Observations / Recommandations
0-44	Pas de problèmes
45-132	Relativement sécuritaire si le régime alimentaire est bien équilibré pour la protéine dégradable
133-220	Peut devenir toxique surtout sur de longues périodes
221-660	À éviter, peut causer des mortalités
661-800	Dangereuse, forte probabilité de mortalité
800 et plus	Très dangereuse, ne jamais servir une telle eau

Source : Beede (1991)

La contamination de l'eau de boisson par des fongicides, des herbicides et des insecticides demeure très regrettable d'autant qu'elle peut être évitée la plupart du temps en respectant les normes environnementales. Ces produits s'accumulent dans la chaîne alimentaire et leurs effets sur la santé peuvent devenir sérieux.

De plus, un excès de ces polluants provoque une baisse dans l'efficacité du transport de l'oxygène sanguin. Dans des cas graves, cela peut même causer la mort de l'animal. D'autres éléments potentiellement toxiques se retrouvent dissous dans l'eau d'abreuvement des bovins laitiers. On s'assurera que leur concentration se situe en dessous des limites maximales de façon à ne pas risquer de réduire les performances zootechniques des animaux (tableau 8).

Tableau 8. Directives pour l'évaluation de la qualité de l'eau pour le bétail

Facteur de qualité	Concentration seuil (mg/litre)¹	Concentration extrême (mg/litre)²
Matières totales dissoutes (MTD)	2 500	5 000
Cadmium	5	
Calcium	500	1 000
Magnésium	250	500 ³
Sodium	1 000	2 000 ³
Arsenic	1	
Bicarbonate	500	500
Chlorure	1 500	3 000
Fluor	1	6
Nitrate	200	400
Nitrite	Aucune	Aucune
Sulfate	500	1 000 ³
Plage de pH ⁴	6,0-8,5	5,6-9,0

Source : Beede et Myers (2000)

- 1 Les seuils représentent les concentrations auxquelles les volailles ou les animaux sensibles peuvent afficher des effets légers après l'usage prolongé de l'eau en question. Les faibles concentrations sont peu préoccupantes, voire sans importance.
- 2 Les concentrations extrêmes sont fondées sur des critères provisoires, Afrique du Sud. Les animaux en lactation ou en production peuvent afficher des réactions indésirables sans équivoque.
- 3 L'ensemble des composés du magnésium plus le sulfate de sodium ne devraient pas dépasser 50 % du total des solides dissous. Source : California State Water Quality Control Board, 1963 (cité par van der Leerden, 1990).
- 4 Plage de pH acceptable pour l'eau d'abreuvement.

Aspects microbiologiques

Parmi les microorganismes susceptibles de se retrouver dans l'eau d'abreuvement, mentionnons les virus, les bactéries, les protozoaires et autres. Les coliformes et les streptocoques sont des bactéries dont le dénombrement par 100 ml d'eau est souvent effectué pour déterminer la qualité microbiologique.

Pour les bovins laitiers, on peut tolérer 10 bactéries coliformes par 100 ml d'eau. Il semble que les adultes peuvent tolérer des concentrations se situant entre 25 et 50 bactéries par 100 ml d'eau, même si cela peut conduire à une certaine détérioration des performances zootechniques.

Pour les bovins laitiers, on ne devrait pas retrouver la présence de coliformes fécaux, ni de streptocoques fécaux dans l'eau de consommation. Leur présence indique que l'eau a été contaminée par des matières fécales. De plus, les jeunes animaux y sont plus sensibles.

Les algues bleu-vert prolifèrent en présence de matière organique dans les eaux stagnantes. Les animaux ayant accès à ces eaux et qui consommeraient ce type d'algues pourraient se placer en position précaire. En effet, les toxines que contiennent ces algues empoisonnent le système nerveux de la vache et peuvent provoquer la mort.

En conclusion, l'eau d'abreuvement demeure l'un des nutriments les plus importants pour les bovins laitiers. Les vaches laitières en consomment probablement plus que la plupart des autres animaux de la ferme, toutes proportions gardées. Une alimentation bien raisonnée du troupeau commencera donc par un approvisionnement adéquat en eau de boisson, ce autant en terme de quantité que de qualité.

À cette fin, il existe des laboratoires spécialisés qui s'empresseront d'effectuer les analyses nécessaires. Nous suggérons donc aux entreprises de procéder à l'évaluation de la qualité de leur eau périodiquement et de ne pas prendre pour acquis que l'eau bonne aujourd'hui, le sera dans six mois, dans un an, etc.

Bibliographie

- ANDERSON, M., Schaar, J. and Wiktorsson, H. 1984. Effects of drinking water flow rates and social rank on performance and drinking behaviour of tied-up dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 11 : 599.
- ASELTINE, M. 1992. Maintenance of high-quality water assures good dairy cattle health. *Feedstuffs*. Sept. 28 : 14.
- BEEDE, D.K. 1991. Mineral and water nutrition. *Vet. Clinics North Amer. : Food Anim. Pract.* 7 : 373.
- BEEDE, D.K. and Myers, Z.H. 2000. *L'eau, un nutriment essentiel*. 24^e Symposium sur les bovins laitiers. CRAAQ, Québec, Canada, pp. 71-91.
- DEGEN, A.A. and Young, B.A. 1984. Effects of ingestion of warm, cold and frozen water on heat balance in cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 64: 73.
- GOREWIT, R.C., Aneshansley, D.J., Lumdington, D.C., Pellerin, R.A. and Zha, X. 1989. AC voltages on water bowls: effects on lactating Holstein. *J. Dairy Sci.* 72: 2184.
- HOLTER, J.B. and Urban, Jr. W.E. 1992. Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 75: 1472.
- MAYNARD, L.A., Loosli, J.K., Hintz, H.F. et Warner, R.G. 1979. *Animal Nutrition*. Seventh Edition. McGraw Hill Publications in the Agricultural Sciences, 602 pages.
- MILAM, K.Z., Coppock, C.E., West, J.W., Nave, D.H., Labore, J.M., Stermer, R.A. and Brasington, C.F. 1986. Effects of drinking water temperature of production responses in lactating Holstein cows in summer. *J. Dairy Sci.* 69: 1013.
- MURPHY, M.R. 1992. Symposium: Nutritional factors affecting animal water and waste quality. *Water metabolism of dairy cattle*. *J. Dairy Sci.* 75: 326.
- ROY, N., Poussier, S. et Senay, L. 1993. *L'eau d'abreuvement des animaux*. Gouvernement du Québec. MAPAQ. Direction régionale de Beauce-Appalaches. 55 p.
- WILKS, D.L., Coppock, C.E., Lanham, J.K., Brooks, K.N., Baker, C.C., Bryson, W.L., Elmore, R.G. and Stermer, R.A. 1990. Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperature. *J. Dairy Sci.* 73 : 1091