

# EFFICACITÉ D'UN TRAITEMENT SPÉCIFIQUE CONTRE LA DIARRHÉE DU CHAMELON

Mohammed BENGOUMI<sup>1</sup>, Jaouad BERRADA<sup>1</sup>, France DE LA FARGE<sup>2</sup>,  
Kamal HIDANE<sup>3</sup> & Bernard FAYE<sup>4</sup>

## 1. INTRODUCTION

La mortalité des chameçons est l'une des contraintes majeures au développement de l'élevage camelin. Elle peut atteindre plus de 50% dans certains pays avec une moyenne de 20 à 30%. La diarrhée est la principale cause de morbidité et de mortalité des chameçons avant sevrage ; elle entraîne des pertes économiques sévères. Des études épidémiologiques au Niger, la Mauritanie et le Maroc ont révélé la complexité de l'étiologie des diarrhées. Des bactéries (Colibacilles, Salmonelles, ...), des virus (*Coronavirus*, *Rotavirus*, ...), des parasites et des troubles nutritionnels ont été reconnus comme agents responsables (Faye & Bengoumi, 1999). L'étude la physiopathologie de la diarrhée montre qu'elle entraîne une déshydratation hypotonique (hémococoncentration, hyponatrémie, légère hyperkaliémie) et une acidose compensée (légère hypobicarbonatémie) (Bengoumi *et al.*, 1998).

À la lumière des résultats obtenus lors de l'étude de la physiopathologie de la diarrhée du chameçon, la formule d'un traitement spécifique associant un réhydratant et des anti-infectieux a été élaborée par les laboratoires SANOFI SANTÉ ANIMALE . L'objectif du présent travail est d'évaluer l'efficacité de ce traitement chez des chameçons diarrhéiques.

---

<sup>1</sup> Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P.6202-Instituts, 10101 Rabat, Maroc

<sup>2</sup> CHU Toulouse-Rangueil, 31054 Toulouse, France

<sup>3</sup> Direction Provinciale de l'Agriculture, Oued Eddahab, Dakhla, Maroc

<sup>4</sup> CIRAD-EMVT, Programme Productions Animales, 34032 Montpellier, France

## **2. MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **2.1. Régions et période de l'étude**

L'étude a été réalisée dans la province de Oued Eddahab et, en particulier dans la région d'Aousserd et dans la région de Guelmim. Le choix de la région de Dakhla a été imposé par la présence de la majorité des troupeaux du Sahara dans les parcours riches de la région d'Aousserd et surtout en raison de la précocité et de l'importance de la pluviométrie cette année.

Ce travail a été réalisé entre janvier et avril 1999. Le choix de cette période s'explique par la saison des chamelages qui s'étend de décembre en mars et, par conséquent, une fréquence élevée des diarrhées du chamelon.

### **2.2. Animaux**

Cette étude a été réalisée sur 21 chamelons comprenant 12 femelles et 9 mâles (15 à Dakhla et 6 à Guelmim). L'âge des animaux variait de 15 et 90 jours et leurs poids oscillait entre 30 à 75 kg. Le choix des troupeaux a été dicté par la présence de chamelons diarrhéiques. En effet, dans la région d'Aousserd qui se trouve à environ 400 km de la ville de Dakhla, une équipe mobile visitait les troupeaux à la recherche d'animaux malades. Dans la région de Guelmim, le travail a concerné deux troupeaux où la maladie a été déclarée.

Les chamelons diarrhéiques ont subi à un examen clinique complet et des prélèvements de sang et de fèces avant et après 3 jours de traitement.

### **2.3. Traitement**

Le traitement des chamelons présentant des diarrhées consistait à leur administrer un sachet d'AQUAJMEL® par jour pendant trois jours. Le sachet est dilué dans 3 litres d'eau et réparti en quatre prises. Pendant la période du traitement, le lait a été supprimé.

### **2.4. Examen clinique**

Une fiche d'anamnèse était remplie pour chaque chamelon diarrhéique, indiquant le sexe, l'âge, le poids, l'âge au début de l'apparition des symptômes, les signes cliniques relevés par l'éleveur, les mesures thérapeutiques ainsi que toutes les informations sur les conditions d'apparition réelles ou supposées du syndrome diarrhéique. Au remplissage de cette fiche classique d'anamnèse, s'est ajouté un examen clinique approfondi comprenant 3 temps :

- un examen de l'état général de l'animal: embonpoint, appétit, attitude et température rectale;
- un examen détaillé des selles: consistance, couleur, odeur, présence d'éléments tels que mucus, sang, fibrine, parasites;
- une description des signes cliniques de déshydratation: enfoncement des globes oculaires, test du pli cutané.

## 2.5. Prélèvements

Les prélèvements de sang ont été réalisés par ponction de la veine jugulaire sur des deux tubes héparinés. Les matières fécales ont été prélevées sur des tubes à hémolyse stériles. Les échantillons ont été conditionnés dans une glacière à +4°C jusqu'au campement (environ 4-6 heures). Après détermination de l'hématocrite, les échantillons de sang ont été centrifugés à 3000 g pendant 15 min. Ensuite, Le plasma et les fèces ont été stockés à -20°C jusqu'à l'analyse.

## 2.6. Analyses sanguines

Dès le prélèvement, l'hématocrite a été estimé après centrifugation du sang total pendant 15 min à 3000 g. Les paramètres biochimiques témoins des perturbations métaboliques ont été analysés à l'aide d'un auto-analyseur Ektachem Kodak XR 700. Les éléments analysés comprenaient les électrolytes indicateurs du métabolisme hydrominéral (sodium, potassium, chlorures, bicarbonates, calcium, phosphore, magnésium), les paramètres organiques indicateurs du métabolisme énergétique et lipidique (glucose, triglycérides, cholestérol) et du métabolisme azoté (protéines totales, urée, créatinine, bilirubine totale) et les enzymes, témoins de la souffrance cellulaire, hépatique ou musculaire telles que l'aspartate aminotransférase (ASAT), l'alanine amino-transférase (ALAT), la lactate déshydrogénase (LDH), la gamma-glutamyl transférase (GGT), les phosphatases alcalines (PAL) et la créatine kinase (CK) (Bengoumi *et al.*, 1998).

## 2.7. Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique des matières fécales s'est focalisée sur la recherche des salmonelles et des colibacilles selon les méthodes classiques: enrichissement sur bouillon de tétrathionate de sodium, isolement sur gélose, identification biochimique et sérotypage.

## 2.8. Analyse statistique

Le traitement statistique s'est appuyé sur des méthodes d'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA).

### 3. RÉSULTATS

La diarrhée a influencé fortement l'état général des chamelons avec essentiellement la chute de l'appétit et difficulté de tétée, l'abattement, l'hyperthermie et la déshydratation (persistance du pli cutané et énophtalmie). L'état d'embonpoint des animaux était en grande partie mauvais ou moyen. Le traitement a eu un effet significatif sur l'état général des animaux avec rétablissement de l'appétit, une meilleure attitude et réactivité, l'absence de l'hyperthermie et un bon état d'hydratation estimé notamment par le pli cutané et l'absence d'éнопhtalmie (Tableau 1).

**Tableau 1. Effet du traitement sur certains paramètres cliniques**

Paramètre	État	Avant traitement		Après traitement	
		Effectif	%	Effectif	%
Appétit	Bon	1	5	18	86
	Moyen	15	71	3	14
	Mauvais	5	24	0	0
Embonpoint	Bon	5	24	5	24
	Moyen	9	43	10	48
	Mauvais	7	33	6	29
Attitude	Éveillé	8	38	19	90
	Abattu	11	52	2	10
	Décubitus	2	10	0	0
Pli cutané	<5s	0	0	19	90
	5-10s	12	57	2	10
	persistent	9	43	0	0
Enophtalmie	Absence	2	10	19	90
	Légère	17	81	2	10
	Sévère	2	10	0	0
Réflexe de succion	Puissant	5	24	16	76
	faible	14	67	5	24
	désorganisé	2	10	0	0
Température	<38	3	14	13	62
	38-39	11	52	8	38
	>39	7	33	0	0

#### 3.1. Analyse des matières fécales

Les résultats de l'analyse descriptive des matières fécales sont répertoriés dans le tableau 2. Ils indiquent, entre autres, que plus de 66% des échantillons ont présenté une consistance liquide, et une odeur nauséabonde. Par ailleurs, la présence du mucus et du sang a été relevée, respectivement, dans 33% et 10% des cas.

Le traitement a eu un effet hautement significatif sur les caractéristiques des selles qui sont devenues à 96% pâteuses et à plus 60% de couleur et d'odeur normale avec absence de substances étrangères dans 81% des cas (Tableau 2).

**Tableau 2. Effet du traitement sur les caractéristiques des fèces**

Paramètre	État	Avant traitement		Après traitement	
		Effectif	%	Effectif	%
Consistance	Pâteuse	1	5	18	86
	En bouillie	15	71	3	14
	Liquide	5	24	0	0
Couleur	Verdâtre	3	14	14	67
	Jaune verdâtre	12	57	7	33
	Jaunâtre	6	29	0	0
Odeur	Normale	1	5	13	62
	Putride	20	95	8	38
Substances étrangères	Absence	12	57	17	81
	Mucus	7	33	4	19
	Fibrine	0	0	0	0
	Sang	2	10	0	0

La recherche bactériologique a permis, pour la première fois au Maroc, d'isoler *Escherichia coli* K99<sup>+</sup> chez cinq chamelons originaires de 4 troupeaux différents. La présence simultanée de *Salmonella* sp. et d'*Escherichia coli* K99<sup>+</sup> ne fut observée (Tableau 3).

**Tableau 3. Principales bactéries isolées avant traitement**

Agent infectieux	Effectif (n=17)	%
<i>Escherichia coli</i> K99 <sup>+</sup>	5	29
<i>Escherichia coli</i> K99 <sup>-</sup>	11	65
<i>Salmonella</i> sp.	1	6
Gram- non entérobactérie	2	12

### 3.2. Paramètres sanguins

Le traitement a eu un effet significatif sur l'hématocrite, la natrémie, la bicarbonatémie, la magnésémie, la protéinémie, l'urémie, la créatininémie et la glycémie. Les autres paramètres sanguins n'ont pas été affectés significativement par le traitement (Tableau 4).

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Traitement de la diarrhée

Le traitement des diarrhées peut être : symptomatique et étiologique. Le traitement symptomatique comprend la réhydratation pouvant être associée à des médicaments antisécrétoires ou à des inhibiteurs de la motricité ou à des adsorbants de toxines.

**Tableau 4. Effet du traitement sur les paramètres sanguins (moyenne  $\pm$  écart type)**

	Avant traitement	Après traitement	ANOVA
Hématocrite (l/l)	33 $\pm$ 2	26 $\pm$ 2	***
Sodium (mmol/l)	150 $\pm$ 4	156 $\pm$ 5	*
Potassium (mmol/l)	5,6 $\pm$ 0,7	5,4 $\pm$ 0,4	NS
Chlorures (mmol/l)	109 $\pm$ 6	109 $\pm$ 8	NS
Bicarbonates (mmol/l)	18,3 $\pm$ 3,6	22,2 $\pm$ 2,4	***
Calcium (mmol/l)	2,50 $\pm$ 0,11	2,57 $\pm$ 0,07	NS
Phosphates (mmol/l)	3,26 $\pm$ 0,42	3,35 $\pm$ 0,27	NS
Magnésium (mmol/l)	0,84 $\pm$ 0,10	0,97 $\pm$ 0,12	*
Protéines (g/l)	61 $\pm$ 9	56 $\pm$ 7	NS
Urée (mmol/l)	7,8 $\pm$ 7,3	4,6 $\pm$ 1,2	NS
Créatinine (mmol/l)	132 $\pm$ 86	98 $\pm$ 28	NS
Bilirubine (mmol/l)	3,5 $\pm$ 0,9	2,7 $\pm$ 0,5	NS
Glucose (mmol/l)	6,5 $\pm$ 0,5	7,2 $\pm$ 0,6	**
Triglycérides (mmol/l)	0,82 $\pm$ 0,38	0,83 $\pm$ 0,34	NS
Cholestérol (mmol/l)	1,48 $\pm$ 0,95	1,15 $\pm$ 0,41	NS
ASAT (U/l)	125 $\pm$ 45	124 $\pm$ 29	NS
ALAT (U/l)	21 $\pm$ 6	20 $\pm$ 4	NS
LDH (U/l)	2461 $\pm$ 534	2367 $\pm$ 476	NS
PAL (U/l)	375 $\pm$ 70	393 $\pm$ 62	NS
GGT (U/l)	16 $\pm$ 3	17 $\pm$ 2	NS
CK (U/l)	158 $\pm$ 53	140 $\pm$ 38	NS
NS	P>0.05	* P<0.05	** P<0.01
			** P<0.001

La réhydratation vise à compenser la perte d'eau et d'électrolytes, d'une part, et à combattre l'acidose et l'hypoglycémie d'autre part (Massipet *al.*, 1983 ; Brugère, 1985 ; Fontaine *et al.*, 1995 ). Deux types de réhydratation sont possibles :

#### • Réhydratation intraveineuse

La restauration de la réserve alcaline et la compensation des pertes hydro-sodées peuvent être obtenues par l'utilisation de :

- \* Solution isotoniques de bicarbonates et d'acétate de sodium , mais il y a risque d'alcalose même si l'acétate de sodium est un alcalinisant progressif qui stimule la néoglucogenèse et la vasodilatation (Demigne *et al.*, 1981).
- \* Solutions glucosées qui activent la diurèse et, par conséquent, l'élimination du potassium.
- \* Solutions hydro-électrolytiques assurant un apport en sodium, chlorures, potassium et magnésium. Toutefois, l'utilisation du potassium doit être faite avec précaution pour ne pas aggraver l'hypokaliémie. La plus simple préparation préconisée est composée de trois solutions isotoniques : une solution de NaCl (0.85%), NaHCO<sub>3</sub> (1.3%) et de glucose de 5% (Radostis *et al.*, 1994).

La réhydratation par voie intraveineuse est indiquée lors d'une déshydratation sévère. Elle est très peu pratiquée dans les élevages traditionnels. Chez le dromadaire, la réhydratation parentérale ne peut être pratiquée que dans les troupeaux péri-urbains et chez le animaux gravement atteints.

#### • Réhydratation par voie orale

Elle doit être effectuée dès l'apparition des premiers signes de diarrhée. Cette voie permet d'administrer de grands volumes : 2 à 6 litres par jour en 3 à 4 prises en supprimant le lait qui ne sera donné que progressivement. Le réhydratant, sous forme d'un soluté isotonique, doit contenir un glucide, du NaCl, du potassium, du calcium, du phosphore, du magnésium et du propionate ou acétate (Dyer, 1980). La réhydratation par voie orale présente l'avantage d'être facile à mettre en œuvre dans tous les élevages et, en particulier, dans les troupeaux nomades. Elle permet également d'administrer de grandes quantités de solutés sans risque de toxicité ou de choc. Elle présente l'inconvénient de ne pas lutter contre l'acidose et d'être peu efficace lors de lésions intestinales graves (Fontaine *et al.*, 1995). Cependant, la réhydratation orale n'est efficace que si la déshydratation est modérée et en absence de lésions intestinales (Brugère, 1985).

Les médicaments antisécrétoires sont des composés qui modifient la concentration des messagers (AMPc ou GMPc, Ca-calmoduline) dont l'activation par les toxines bactériennes entraîne une hypersécrétion intestinale (forte élimination d'eau et d'électrolytes). Plusieurs composés sont utilisables notamment (Massip *et al.*, 1983 ; Brugère, 1985) :

- \* la loperamide inhibant le complexe Ca-calmoduline.
- \* Les dérivés de la phénothiazine mais les effets secondaires sont indésirables.
- \* Les anti-inflammatoires stéroïdiens et non stéroïdiens quand la sécrétion est due à l'inflammation.

En ce qui concerne les inhibiteurs de la motricité, leur prescription n'est pas justifiée puisqu'elle permet le maintien des entérotoxines. Cependant, elle permet de soulager les douleurs abdominales (Brugère, 1985 ; Wilson, 1985). Plusieurs antipéristaltiques sont préconisés mais la loperamide est la plus efficace car elle :

- réduit la motricité intestinale.
- a un effet antisécrétoire.
- stimule l'absorption intestinale.
- est dépourvue d'actions centrales.

Le kaolin, la pectine et le charbon activé sont connus pour leur activité adsorbante de toxines (Bywater, 1983 ; Fontaine *et al.*, 1995).

Le traitement étiologique correspond à l'utilisation d'un anti-infectieux. Les antibiotiques et certains antiseptiques sont utilisés contre les gastro-entérites colibacillaires ou salmonelliques. Toutefois, il faut tenir compte de la résistance bactérienne. Les souches isolées au Maroc sont toutes sensibles à l'association Triméthopri- me - Sulfadimidine (Bengoumi *et al.*, 1998).

L'élevage du dromadaire est essentiellement de type extensif avec des déplacements continus et sur de grandes distances. L'éloignement des centres urbains et l'absence des moyens de communication imposent la mise à la disposition des éleveurs des produits efficaces et faciles à utiliser. Le produit AQUAJMEL<sup>®</sup> proposé comprend un anti-infectieux (sulfadimidine - triméthopri- me ) et assure un apport en glucose, sodium, chlorures, potassium, calcium, phosphates, magnésium et propionate. Son utilisation est simple. Un sachet dilué dans trois litres d'eau par jour pendant trois jours pour un poids moyen de 50 kg.

#### **4.2. Échantillonnage**

L'évaluation de l'efficacité d'AQUAJMEL est difficile en absence d'un modèle expérimental approprié. Chez d'autres espèces, il est possible de reproduire la diarrhée par l'administration d'une dose connue d'agents pathogènes. Par conséquent, notre choix s'est porté sur des animaux diarrhéiques tout venant.

Selon les éleveurs, les causes de la diarrhée sont essentiellement liées à la consommation du lait ou à une pathologie appelée communément "Douda ". Cette pathologie correspondrait à un syndrome septicémique (Bengoumi *et al.*, 1998). Ainsi, la suppression du lait est appliquée dès l'apparition de la diarrhée, mais, aucune mesure diététique ou complémentation n'est assurée. Toutefois, certains éleveurs donnent parfois de l'eau.

#### **4.3. Effet d'AQUAJMEL sur les paramètres cliniques**

La diarrhée a affecté l'état général des animaux avec une hyperthermie, une diminution de l'appétit, un réflexe de succion faible ou désorganisé, un abattement, une prostration et parfois un décubitus. L'état d'embonpoint ne semble pas être affecté par la diarrhée bien que son évolution ait été assez longue dans certains cas. Les signes de déshydratation sont bien marqués, en particulier, la persistance du pli cutané et l'enfoncement du globe oculaire ou énophtalmie. Des résultats similaires ont été observés chez le dromadaire dans une étude précédente (Bengoumi *et al.*, 1998) et chez le veau (Vallet, 1983).

Après trois jours de traitement, on note une nette amélioration de l'état général notamment la disparition de l'hyperthermie et de l'abattement et la reprise de l'appétit avec un bon réflexe de succion. Les signes de déshydratation, i.e. persistance du pli cutané et énoptalmie ont été corrigés.

Ces effets seraient liées à l'utilisation d'un traitement anti-infectieux et surtout à la restauration de l'équilibre hydro-électrolytique et à l'apport de glucose comme source d'énergie (Dyer, 1980 ; Radostis *et al.*, 1994).

#### **4.4. Effet du traitement sur les caractéristiques des fèces**

Chez le chamelon, les infections bactériennes responsables des diarrhées sont essentiellement la salmonellose, la colibacillose et les entérotoxémies. Les études précédentes menées au sud du Maroc ont permis d'isoler plusieurs sérotypes de salmonelles : *S. enteritidis*, *S. tenesse*, *S. tanarive*, *S. tahalasse* (Bengoumi *et al.*, 1998). Cependant, c'est la première fois que *Escherichia coli* K 99+ a été isolée chez le dromadaire au Maroc. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés dans les autres pays (Faye & Bengoumi, 1999).

Les caractéristiques des selles restent de loin les symptômes les plus évidents et les plus pathognomoniques. Les selles d'un chamelon normal ont une consistance pâteuse, une couleur verdâtre, une odeur légèrement lactique avec absence de substances étrangères telles que le mucus, la fibrine ou le sang (Bengoumi *et al.*, 1998).

La diarrhée a provoqué une modification très importante des selles avec une consistance liquide ou en bouillie, une couleur jaune-verdâtre à jaunâtre, une odeur putride et la présence du mucus ou du sang. Ces perturbations sont comparables à celles observées chez le veau (Vallet, 1983).

Les pertes hydriques par voie fécale et les fermentations intestinales associées à l'entérite sont à l'origine de ces modifications, plus marquées chez les jeunes en allaitement total, en raison de la putréfaction rapide des protéines du lait. En effet, les toxines produites par les agents infectieux induisent une hypersécrétion intestinale et une fuite d'eau et des électrolytes (sodium, potassium, chlorures, bicarbonates, ...) vers la lumière intestinale. Il en résulte une augmentation de la fluidité des fèces et de la fréquence de leur émission souvent accompagnée d'une hypermotricité intestinale (Gouet *et al.*, 1982 ; Bywater, 1983). Le traitement a entraîné une modification significative des selles qui sont devenues normales i.e. une consistance pâteuse, une couleur verdâtre, une odeur légèrement lactique avec absence de substances étrangères. L'effet du traitement sur

les caractéristiques des selles s'expliqueraient par la lutte contre les bactéries et, par conséquent, leurs toxines, par les anti-infectieux utilisés (Radostis *et al.*, 1994).

#### 4.5. Effet du traitement sur les paramètres sanguins

Les paramètres sanguins permettent de renseigner sur l'état d'hydratation de l'animal, les équilibres hydro-électrolytiques et acido-basiques, l'intégrité et la fonction de certains organes tels que le foie, les reins, les muscles, l'os, le cœur, etc. Des études précédentes ont permis d'établir les valeurs usuelles des principaux paramètres biochimiques chez le chamelon (Tableau 5) (Bengoumi, 1992 ; Bengoumi *et al.*, 1998).

La diarrhée a eu un effet significatif sur certains paramètres sanguins notamment l'augmentation de l'hématocrite, de l'urémie et de la créatininémie, d'une part, et la baisse de la natrémie, de la bicarbonatémie, de la glycémie et de la magnésémie, d'autre part.

L'hématocrite renseigne globalement sur le volume des liquides circulants (hémodilution, hémococoncentration) au cours des privations ou des apports d'eau. La mesure de l'hématocrite peut donc apporter des informations utiles sur l'état de déshydratation de l'animal. La fuite d'eau dans les selles se répercute directement sur le liquide extra-cellulaire, en particulier le plasma. L'hémococoncentration qui s'en suit se traduit par une élévation des éléments corpusculaires du sang. Les valeurs habituelles de l'hématocrite varient entre 25 et 30% avec des extrêmes pouvant varier de 22 à 43 %. L'hématocrite est plus faible chez les jeunes chamelons que chez les adultes. Ces valeurs sont comparables à celles d'autres herbivores domestiques, mais inférieures à celles de la plupart des autres mammifères. L'hématocrite a diminué en moyenne de 7 points après 3 jours de traitement (33 *vs* 26). Cette diminution est liée à l'apport d'eau qui était de 3 litres par jour mais aussi à la diminution des pertes dans les matières fécales.

Dans les conditions physiologiques, les bicarbonates filtrés par le rein sont réabsorbés en totalité et à 85% par le tube contourné proximal. Pour le maintien de l'équilibre acido-basique, le rein assure la réabsorption des bicarbonates filtrés et l'excrétion de la charge acide métabolique (Friedlanger, 1984). La réabsorption commence par le transfert actif d'un ion  $H^+$  de la cellule vers la lumière tubulaire en échange avec un ion sodium ( $Na^+$ ). Dans la lumière tubulaire, l'ion  $H^+$  réagit avec un ion  $HCO_3^-$  pour former  $H_2CO_3$ ; celui-ci est déshydraté en  $CO_2$  qui diffuse dans la cellule. La vitesse de cette déshydratation dépend de la présence au niveau de la bordure en brosse du tube contourné proximal d'anhydrase carbonique, l'enzyme qui catalyse la réaction. Dans la cellule, le  $CO_2$  est rapidement hydraté en  $H_2CO_3$  qui se dissocie en  $H^+$  et  $HCO_3^-$ . Les bicarbonates passent

alors vers le plasma péri-tubulaire (Friedlanger, 1984). Par sa concentration, le couple tampon ( $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ ) est le plus important dans l'organisme. Ce tampon est sujet à de grands écarts pour de faibles variations du pH sanguin. Selon l'équation de Henderson-Hasselbach, le pH sanguin dépend des concentrations des bicarbonates et d'acide carbonique mais surtout du ratio entre les deux (Whitby *et al.*, 1984).

**Tableau 5. Valeurs usuelles de certains paramètres sanguins chez le chamelon\***

	Min	Max
Hématocrite (l/l)	23	30
Sodium (mmol/l)	150	165
Potassium (mmol/l)	4.17	6.20
Chlorures (mmol/l)	104	130
Bicarbonates (mmol/l)	16	30
Calcium (mmol/l)	2,37	2,87
Phosphates (mmol/l)	2,14	3,81
Magnésium (mmol/l)	0,90	1,20
Protéines (g/l)	45	63
Urée (mmol/l)	2,3	12,5
Créatinine (mmol/l)	50	150
Bilirubine (mmol/l)	2	4
Glucose (mmol/l)	5,6	10,6
Triglycérides (mmol/l)	0,60	1,50
Cholestérol (mmol/l)	0,90	1.60
ASAT (U/l)	60	180
ALAT (U/l)	10	30
LDH (U/l)	1000	6000
PAL (U/l)	150	700
GGT (U/l)	10	30
CK (U/l)	80	240

\* D'après Bengoumi *et al.* (1998) ; Elias *et al.* (1984)

En ce qui concerne les électrolytes, les valeurs observées sont similaires à celles répertoriées dans la littérature (Bengoumi 1992, Elias *et al.*, 1984). Chez les chamelons malades, la natrémie est légèrement plus basse mais dans une proportion moins importante que celle décrite chez le veau diarrhéique (Demigne & Remesy, 1980).

L'hyponatémie serait beaucoup plus importante mais elle est masquée par l'hypovolémie (Bengoumi *et al.*, 1993). L'hyponatémie résulte de la fuite du sodium dans les matières fécales (Kaneko, 1989). Il s'agirait donc d'une déshydratation de type hypotonique, caractérisée par la diminution de la pression osmotique. L'association du traitement anti-infectieux et de l'apport du sodium a permis de lutter contre les fuites de cet électrolyte et de rétablir la natrémie.

La kaliémie et la chlorurémie n'ont pas été affectées par la diarrhée ou le traitement, ce qui confirme les observations antérieures (Bengoumi *et al.*, 1998). Chez le veau diarrhéique, l'élévation de la kaliémie est plus importante (Lewis & Philips, 1972, Maach *et al.*, 1995). L'hyperkaliémie est liée au passage des ions  $K^+$  du milieu intra-cellulaire au compartiment extra-cellulaire, contribuant ainsi par l'échange avec l'ion  $H^+$ , à compenser l'acidose métabolique (Fahmy *et al.*, 1983). Le rapport K intra/K extra-cellulaire influe sur le potentiel d'action membranaire pouvant conduire à une perturbation de la fonction nerveuse, musculaire et cardiaque. Dans notre étude, l'absence d'hyperkaliémie chez le chamelon diarrhéique expliquerait donc que l'abattement et le décubitus sont des symptômes moins prononcés que chez les veaux.

L'influence de la diarrhée sur la chlorurémie n'est pas claire et les résultats de la littérature sont contradictoires (Lewis & Philips, 1972, Maach *et al.*, 1995, Bengoumi *et al.*, 1998). La chlorurémie n'a pas de régulation propre. Les modifications de la chlorurémie suivent en général celles de la natrémie (Kaneko, 1989).

La baisse de la concentration plasmatique des bicarbonates chez les chamelons diarrhéiques est comparable à celle rapportées chez les veaux (Brugère, 1985 ; Maach *et al.*, 1995) et chez les chamelons (Bengoumi *et al.*, 1998).

Les bicarbonates, encore appelés réserve alcaline, proviennent de la décomposition de l'acide carbonique ( $H_2CO_3$ ), lui même issu de la condensation d'une molécule de  $CO_2$  et d'une molécule d' $H_2O$  (David *et al.*, 1985).

La diminution de la concentration des bicarbonates lors de la diarrhée sert à compenser l'acidose métabolique consécutive à la fuite importante du sodium et des bicarbonates dans les matières fécales et à la production d'acides organiques, en particulier, l'acide lactique (Demigne et Remesy, 1980).

Le traitement a eu un effet significatif sur la concentration plasmatique des bicarbonates qui a été augmentée de 18 à 22 mmol/l. Cet effet serait lié à la diminution des pertes fécales et à l'apport du sodium, électrolyte alcalinisant par excellence. Par ailleurs, l'apport de glucose permet également de limiter la production d'acides.

L'apport de magnésium dans le traitement a induit une légère augmentation de la magnésémie. Le magnésium joue un rôle métabolique important comme cofacteur d'un grand nombre d'enzymes, en particulier les kinases qui catalysent les réactions de phosphorylation aboutissant à

la production d'énergie. L'hypomagnésémie s'accompagne d'une léthargie et d'une fatigue générale. La régulation de la magnésémie est assurée par le contrôle de l'absorption et de l'excrétion. La fuite du magnésium lors de la diarrhée contribuerait à l'abatement des animaux (Kaneko, 1989).

La diarrhée ne semble pas affecter la calcémie et la phosphatémie. En effet, ces deux paramètres sont soumis à une régulation hormonale et leur déficit est comblé par une diminution de l'excrétion et surtout une mobilisation des réserves osseuses. Des observations similaires ont été observé chez les veaux (Brugère, 1985 ; Maach *et al.*, 1995) et chez les chamelons (Bengoumi *et al.*, 1998).

La glycémie du dromadaire est plus élevée que celle des autres ruminants ou herbivores. La néoglucogenèse est très active chez le dromadaire. La conversion du pyruvate, du lactate, du glutamate et du propionate en glucose est trois fois plus active dans le rein et deux fois plus active dans le foie du dromadaire que dans les mêmes organes d'ovins (Emmanuel, 1981). En effet, les enzymes clés de la néoglucogenèse (la glucose 6-phosphatase et la fructose 1,6 diphosphatase) sont plus concentrées dans le rein et le foie du dromadaire que dans ceux des autres ruminants. Il en résulte une glycémie plus élevée chez le dromadaire (Mirgani *et al.*, 1987; Al-Ali *et al.*, 1988). Par ailleurs, l'importance du rein dans le métabolisme énergétique du dromadaire pourrait être lié au rôle de cet organe dans l'adaptation au milieu, en particulier, lors des déshydratations (Al-Ali *et al.*, 1988).

Les valeurs observées dans notre étude chez les animaux sains sont comparables à celles publiées (Elias *et al.*, 1984 ; Bengoumi *et al.*, 1998). La glycémie est généralement plus élevée chez les jeunes que chez les adultes, du fait de l'apport en lactose et sans doute du stress lors du prélèvement (Bengoumi, 1992).

L'inappétence et la faible absorption du glucose sont responsables de l'hypoglycémie observée lors de la diarrhée. L'apport du glucose et du propionate, qui est un stimulateur de la néoglucogenèse, explique l'augmentation significative de la glycémie après le traitement.

Généralement, la diarrhée se traduit par une élévation de la protéinémie, de l'urémie et de la créatininémie par un simple effet d'hypovolémie liée à la déshydratation. Celle-ci, aboutissant à une diminution de la diurèse, se traduit par une accumulation des produits issus du catabolisme protéique dans le sang (Maach *et al.*, 1995). Ces phénomènes semblent moins marqués chez le chamelon, comparé au veau, bien que, chez les chamelons les plus déshydratés, l'urémie ait atteint 29 mmol/l. La légère diminution non significative de l'urémie et de la créatininémie serait liée au rétablissement de l'équilibre hydrique et, par conséquent, de l'excrétion rénale.

La diarrhée et le traitement ne semblent pas influencer la fonction hépatobiliaire comme en témoigne la stabilité de la bilirubinémie.

Les activités plasmatiques de l'ASAT, de l'ALAT, de la GGT, de la CK, de la LDH et des PAL sont comparables à celles rapportées chez le dromadaire (Bengoumi *et al.*, 1997). Elles ne sont pas significativement influencées par la diarrhée ou le traitement. Il en découle que les tissus hépatique, musculaire, cardiaque, osseux ou pulmonaire n'ont pas subi une souffrance cellulaire lors de la diarrhée ou à la suite du traitement. En effet, la déshydratation n'a pas d'effet significatif sur l'activité plasmatique de ces enzymes chez le dromadaire (Bengoumi *et al.*, 1998).

## 6. CONCLUSION

Les premiers résultats montrent que la formule d'AQUAJMEL associant un anti-infectieux et un réhydratant, mise au point pour la première fois, est efficace dans le traitement de la diarrhée du chamelon. Les résultats des enquêtes écopathologiques permettront de proposer une stratégie de lutte contre la diarrhée du chamelon basée sur l'utilisation adéquate de ce traitement

## RÉFÉRENCES CITÉES

- Al-Ali A.K., Al-Husainy H. A. & Power D. M. (1988) Purification and comparison of the phosphoenolpyruvate carboxykinase from the liver and kidney of the arabian camel (*Camelus dromedarius*). *Comp. Biochem. Physiol.* 89 : 335-338
- Bengoumi M. (1992) Biochimie clinique du dromadaire et mécanismes de son adaptation à la déshydratation *Thèse de doctorat ès Sciences Agronomiques, I.A.V. Hassan II, Rabat, Maroc*, 184 p.
- Bengoumi M., Riad F., Giry G., De la Farge F., Safwate A., Davicco M.-J. & Barlet J.-P. (1993) Hormonal control of water and sodium in plasma and urine of camels during dehydration and rehydration. *Gen. Comp. Endocrinol.* 89: 378-386
- Bengoumi M., Robins S.P., De La Farge F., Coxam V., Davicco M.J. & Barlet J.P. (1996) Effect of water deprivation on bone metabolism on camel *Reprod. Nutr. Develop.* 36: 545-554
- Bengoumi M., Faye B., De La Farge F., Olson W.G. & Rico A.G. (1997) Clinical enzymology in the dromedary camel. Part I. Enzyme activities and distribution. *J. Camel. Pract. Res.* 4 : 19-23
- Bengoumi M., Michel J.F., Hidane K., Bonnet P. & Faye B. (1998) Ecopathological study of the camel young mortality in the south of Morocco. *Proc. 3rd ann. meeting for anim. prod. under arid conditions. Al-Ain, May 2-3, 1998, U.A.E.*
- Bengoumi M., Rochdi M., Hidane K., De La Farge F. & Faye B. (1998) Physiopathologie des diarrhées du chamelon au Maroc : Signes cliniques et perturbations métaboliques. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 51 : 277-281
- Bengoumi M., Faye B. & De La Farge F. (1998) Clinical enzymology in the dromedary camel. Part III. Effect of dehydration on serum enzyme activities. *J. Camel. Pract. Res.* 5 : 119-122

- Bennani Y. (1988) Épidémiologie des diarrhées néonatales à *E. Coli* K99<sup>+</sup> et *Cryptosporidium* du veau. *Thèse de doctorat vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc*
- Berrada J., Bengoumi M., Hidane K. & Tuti J. (1997) Salmonella infection in new-born camels in the south of Morocco *XII<sup>ème</sup> Congrès vétérinaire maghrébin, 3-6 mai 1997, Tripoli, Lybie.*
- Boubaker A. (1995) Contribution à l'étude des agents infectieux et parasitaires des diarrhées du chamelon au Niger Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, École Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet, Tunisie, 1995
- Brugère H. (1983) *Les diarrhées; Physiopathologie et déductions thérapeutiques. Rec. Med. Vét.* 159 : 149-158
- Buxton A. & Fraser G. (1977) *Animal microbiology. Vol. 1, Blackwell scientific publ., Oxford, England*
- Demigné C. & Remesy C. (1980) Evidence of different types of acidosis associated with diarrhea in the neonatal calf. *Ann. Rech. Vét.* 11: 267-272
- Elias E. & Yagil R. (1984) Haematological and serum biochemical values in lactating camels (*Camelus dromedarius*) and their newborn. *Refuah Vet.* 41 : 7-13
- Emmanuel B. (1981) Further metabolic studies in the rumen epithelium of camel (*Camelus dromedarius*) and sheep (*Ovis aries*). *Comp. Biochem. Physiol.* 68 : 155-158
- Fahmy F., Salem F.S. & Mohamed S.E. (1983) Hemogram and serum electrolytes in camels suffering from dietetic diarrhoea before and after treatment. *J. Drug. Res. Egypt* 14 : 107-112
- Faye B. & Mulato C. (1991) Facteurs de variation des paramètres protéo-énergétiques, enzymatiques et minéraux dans le plasma chez le dromadaire de Djibouti. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 44 : 325-334
- Faye B., Lefèvre P.C., Lancelot R. & Quirin R. (1994) Écopathologie animale. Méthodologie et applications en milieu tropical. *Publ. INRA/CIRAD, Versailles, France*
- Faye B. (1997) Le guide de l'élevage du dromadaire. *Publ. SANOFI, Libourne, France*
- Faye B. & Bengoumi M. (1999) Le guide de l'élevage du dromadaire [en arabe]. *Publ. SANOFI, Libourne, France*
- Fayet J.C. (1968) Recherches sur le métabolisme hydrominéral chez le veau normal ou en état de diarrhée. *Ann. Rech. Vét.* 1: 109-115
- Friedlanger G. (1984) Physiologie rénale : rein et organes génito-urinaires *Encycl. Méd. Chir., Paris, France*
- Kane Y. A. (1988) Contribution à l'étude de la variole du dromadaire (camelpox) en Mauritanie. *Thèse de doctorat vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc*
- Kaneko J.J. (1989) *Clinical biochemistry of domestic animals Fourth Ed., Academic Press, New York*
- Lewis L.D. & Phillips R.W. (1973) Water and electrolytes losses in neonatal calves with acute diarrhea. A complete balance study. *Cornell Vet.* 62 : 596-607

- Maach L., Grunder H.D. & Boujija A. (1995) La diarrhée néonatale du veau. Etude physiopathologique. *Maghreb Vét.* 7 : 30
- Michel J.F., Bengoumi M., Bonnet P., Hidane K., Zro K. & Faye B. (1997) Typologie des Systèmes de production camelins dans la province de Laâyoune, Maroc. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 50: 47-53
- Mirgani T., Uro A.O. & Sallman H.P. (1988) Studies on gluconeogenesis in the camel. *Univ. Khartoum, Fac. Vét. Sci. Scientific report part I* : 62-70
- Mutugi M.W., Olaho-Mukani W., Kuto B., Alushula H. & Njogu A.R. (1993) Haematological characteristics of the one-humped camel *Camelus dromedarius*, in Kenya. *Bull. Anim. Prod. Afr* 41 : 181-184
- Petrelli F., Dahir A.M., Mohamed A.S. & Moretti P. (1982) Blood values in clinically normal african camels (*Camelus dromedarius*) of various age. *Bull. Scient. Fac. Zootech. Vet., Univ. Naz. Somalia* 3 : 133-137
- Snow D.H., Billah A. & Ridah A. (1988) Effects of maximal exercise on the blood composition of the racing camel. *Vet. Rec.* 123 : 311-312
- Tennant B., Harrold D. & Reina-Guerra M. (1972) Physiologic and metabolic factors in the pathogenesis of neonatal enteric infections in calves. *J. A. V. M. A.* 161 : 993-1007
- Vallet A. (1983) Rôle des facteurs du milieu dans la pathologie du veau nouveau-né. *Epidémiologie et santé animale. Bull. A.E.E.M.A.* 3 : 5-24
- Whitby L.G., Percy-Robb I.W. & Smith A.F. (1984) Lecture notes on clinical chemistry. *Ed. III, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburg*

### Résumé

La diarrhée du chamelon est une pathologie majeure au Maroc. Des études antérieures ont permis d'identifier les principaux agents infectieux mis en cause, d'élucider la physiopathologie de cette diarrhée et d'élaborer la formule d'un réhydratant associé à un traitement anti-infectieux. L'efficacité de ce traitement a été évaluée chez 21 chamelons diarrhéiques dans la région de Dakhla et Guelmim au Sud du Maroc. Un examen clinique et des prélèvements de sang et de matières fécales ont été réalisés avant et après 3 jours de traitement. Les résultats montrent que ce traitement est efficace contre la diarrhée du chamelon. Les paramètres cliniques ont été rétablis et les signes cliniques et biochimiques de la déshydratation ont été corrigés. En effet, le traitement de 3 jours a entraîné une amélioration de l'état général avec diminution de la température corporelle, reprise de l'appétit, une bonne réactivité et disparition de l'énophtalmie et de la persistance du pli cutané. En ce qui concerne les caractéristiques des selles, on note un effet significatif sur la consistance, la couleur, l'odeur et la présence de substances étrangères. Le traitement a induit une baisse significative de l'hématocrite, une augmentation de la natrémie, la magnésémie, la bicarbonatémie, la glycémie.

**Mot-clés :** Dromadaire - Chamelon - Diarrhée - Traitement réhydratant