

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

16629
Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général-de-Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

ABREUVEMENT DES ANIMAUX

DOMESTIQUES EN REGIONS CHAUDES :

ASPECTS PHYSIOLOGIQUES ET ZOOTECHNIQUES

par

Adama COULIBALY
et
Boubacar NIARE

année universitaire 1992-1993



**ABREUVEMENT DES
ANIMAUX
DOMESTIQUES EN
REGIONS CHAUDES:
ASPECTS
PHYSIOLOGIQUES ET
ZOOTECHNIQUES**

**COULIBALY Adama
NIARE Boubacar**

**ABREUVEMENT DES ANIMAUX
DOMESTIQUES EN REGIONS
CHAUDES : ASPECTS
PHYSIOLOGIQUES ET
ZOOTECHNIQUES.**

RESUME

L'abreuvement des animaux domestiques en régions chaudes arides et semi-arides constitue sans conteste un problème crucial surtout pendant la saison sèche. Ainsi, la qualité de l'eau et le rythme d'abreuvement auront une influence certaine sur la physiologie et les performances zootechniques des animaux.

Dans ce travail, les auteurs rapportent les résultats d'essais réalisés sur le sujet. Il apparaît que la qualité de l'eau (caractéristiques physico-chimiques essentiellement) et l'abreuvement espacé ont des conséquences sur la physiologie (fonctions excrétrices urinaire et fécale, la thermorégulation, le milieu intérieur...) et les performances zootechniques (production et reproduction) des animaux domestiques.

MOTS-CLES:

**ABREUVEMENT
REGIONS CHAUDES
ANIMAUX DOMESTIQUES
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES
PHYSIOLOGIE**

DATE DE SOUTENANCE: 7 MAI 1993

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I/ GENERALITES	2
1-Animaux domestiques concernés	2
2-Notion de régions chaudes	2
3-Ressources en eau pour le bétail	2
3.1-Pluviosité	
3.2 Eaux de surface	
3.2.1-Cours d'eau	
3.2.2-Lacs	
3.2.3-Mares	
3.3-Eaux souterraines	
3.3.1-Nappes superficielles	
3.3.2-Nappes profondes	
4-Qualité de l'eau	5
4.1-Caractéristiques physico-chimiques de l'eau	
4.2-Maladies liées à l'eau	
4.2.1-Maladies parasitaires	
4.2.2-Maladies infectieuses	
5-Besoins en eau	8

6-Eau dans l'organisme 10

- 6.1-Rôles de l'eau
- 6.2-Eau et thermolyse
- 6.3-Mouvements de l'eau

7-Résistance des animaux à la privation d'eau 14

8-Utilisation des ressources en eau 15

II-ABREUVEMENT DES ANIMAUX DOMESTIQUES EN REGIONS CHAUDES 16

A-Aspects physiologiques 16

1-Qualité de l'eau et adaptations physiologiques 16

2-Abreuvement et grandes fonctions 16

2.1-Abreuvement et fonction digestive

2.2-Abreuvement et fonctions excrétrices

2.2.1-Excrétion fécale

2.2.2-Excrétion urinaire

2.3-Abreuvement et fluctuations du milieu intérieur

2.4-Abreuvement et fonction respiratoire

2.5-Abreuvement et thermorégulation

3-Abreuvement et utilisation métabolique des aliments 21

3.1-Métabolisme énergétique

3.2-Métabolisme azoté

4-Conclusion 22

B-Aspects zootechniques	24
1-Eau et alimentation en régions chaudes	24
1.1-Qualité de l'eau et alimentation	
1.2-Rythme d'abreuvement et alimentation	
2-Rythme d'abreuvement et performances zootechniques	24
2.1-Performances de reproduction	
2.2-Performances de production	
3-Qualité de l'eau et performances zootechniques	25
3.1-Qualité de l'eau et performances de reproduction	
3.2-Qualité de l'eau et performances de production	
4-Conclusion	28
III-CONCLUSION GENERALE	30
BIBLIOGRAPHIE	

INTRODUCTION

"L'eau !

Eau, tu n'as ni goût, ni couleur, ni arôme, on ne peut pas te définir, on te goûte sans te connaître. Tu n'es pas nécessaire à la vie: tu es la vie. Tu nous pénètres d'un plaisir qui ne s'explique point par les sens.

Avec toi rentrent en nous tous les pouvoirs auxquels nous avons renoncés. Par ta grâce, s'ouvrent en nous les sources taries de notre cœur.

Tu es la plus grande richesse qui soit au monde, et tu es aussi la plus délicate, toi si pure au centre de la terre. On peut mourir sur une source d'eau magnésienne. On peut mourir à deux pas d'un lac d'eau salée. On peut mourir malgré deux litres de rosée qui retiennent en suspens quelques sels. Tu n'acceptes point de mélange, tu ne supportes point d'altération, tu es une ombrageuse divinité...

Mais tu répands en nous un bonheur infiniment simple".

Ainsi s'exprimait **A. DE SAINT. EXUPERY** dans "Terre des hommes" après une épuisante marche forcée dans le désert. (23).

Ces réflexions inspirées par le supplice de la privation d'eau illustrent parfaitement l'importance que revêt l'abreuvement dans les régions chaudes en général, dans les zones arides et semi-arides en particulier.

L'abreuvement des animaux domestiques constitue sans conteste dans ces régions un problème crucial; aussi, la qualité de l'eau et le rythme d'abreuvement auront une influence certaine sur la physiologie et les performances zootechniques des animaux.

Il est évident que ces considérations (physiologie et performance) varieront suivant la race, le sexe et l'âge des animaux.

En tant que tel, l'eau d'abreuvement apparaît comme un facteur limitant en élevage extensif.

Par cette note bibliographique, nous n'entendons pas aborder tous les aspects du problème de l'eau, mais apporter notre modeste contribution pour une meilleure connaissance du sujet.

I-GENERALITES

1-Animaux domestiques concernés

D'une façon générale, tous les animaux domestiques vivant dans les régions chaudes sont confrontés au problème d'abreuvement.

Toutefois, les espèces réagissent à des degrés divers à une privation hydrique selon leur adaptation au milieu. Ainsi, le dromadaire peut résister à une diète hydrique de un mois; par ailleurs, la chèvre et le mouton sont bien connus pour leur résistance dans les conditions d'abreuvement difficiles.

2-Notion de régions chaudes

Les régions chaudes sont assez arbitrairement définies comme la zone du globe située entre les 30ème parallèles nord et sud. La chaleur peut y être modérée par l'altitude: hautes terres d'Afrique comme l'Ethiopie, le Kenya, la Tanzanie....

Elle est aggravée en saison sèche et sa contrainte est plus lourde pour l'élevage que celle de la saison froide des zones tempérées.

Partant de ce qui précède, la notion de régions chaudes nous paraît subjective. C'est pourquoi, nous avons choisi de limiter le cadre de notre travail aux zones arides et semi-arides qui constituent des zones d'élevage par excellence par opposition à certaines zones tropicales humides à vocation traditionnellement agricole et où les contraintes sanitaires rendent l'élevage difficile.

Les zones arides et semi-arides occupent plus du tiers de la surface des terres émergées. Elles couvrent de grandes superficies en Afrique, en Australie, en Amérique. **Les caractéristiques de ces zones sont les suivantes:**

- faiblesse et irrégularité des précipitations;**
- terres à grand risque éco-climatique où la réussite des cultures est aléatoire;**
- zones d'élevage extensif où les effectifs sont souvent importants et en constante augmentation.**

3-Ressources en eau

L'élevage en régions arides et semi-arides chaudes est sous la dépendance des disponibilités en eau. Les contraintes climatiques augmentent les besoins en eau du bétail, alors qu'elles raréfient les points d'abreuvement . réagissent à des degrés divers à une privation hydrique selon leur adaptation au milieu. Ainsi, le dromadaire peut résister à une diète hydrique de un mois, de même, la chèvre et le mouton sont connus pour leur résistance à plusieurs jours de privation.

3-1.Pluviosité

Une grande partie des eaux qui permettent l'abreuvement du bétail tire son origine de la pluie: eaux de cours d'eau, des mares, des nappes phréatiques. Par conséquent, son irrégularité dans le temps et sa répartition dans l'espace constituent un facteur limitant des ressources en eau à certaines périodes de l'année. Toutefois, en saison des pluies et les mois suivants, l'eau est abondante; par contre, vers la fin de la saison sèche l'eau se raréfie et l'abreuvement devient problématique.

3-2.Eaux de surface

3-2-1.Cours d'eau

Des cours d'eau plus ou moins permanents parcourent les régions arides et semi-arides au cours de l'année.

Les cours d'eau permanents prennent naissance dans les régions montagneuses et mieux arrosées. C'est le cas du fleuve Niger et du fleuve Sénégal qui prennent leur source dans le Fouta-Djallon en Guinée. Leur débit est important pendant la période des hautes eaux.

Par ailleurs, il existe des cours d'eau non permanents qui lorsqu'ils ne coulent plus, laissent des trous d'eau pouvant servir à l'abreuvement des troupeaux. C'est le cas par exemple du Ferlo au Sénégal qui coupe la zone sahélienne et alimente le lac de Guiers avec une période active se limitant à trois ou quatre mois (35).

3-2-2.Lacs

Vastes points d'eau permanents, dépressions du lit ou aboutissements de cours d'eau, les lacs représentent des ressources en eau importantes pour le bétail en régions chaudes. **Citons en exemple quelques lacs en zones sahélienne et soudano-sahélienne:**

- **le lac de Guiers** au Sénégal alimenté par le Ferlo dont il occupe la dépression terminale;
- **le lac Tchad**, le plus grand des lacs d'Afrique occidentale offrant plus de 500 kms de rives en période normale. Il est alimenté par le fleuve Chari;
- **les lacs Faguibine, Niangay , Garou et Haribongo** sont en rapport avec le fleuve Niger au Mali au moment des hautes eaux.

3-2-3.Mares

La formation d'une mare dépend de la présence d'une dépression sans exutoire, dont le fond est suffisamment imperméable pour retenir l'eau.

Certaines mares sont permanentes, d'autres ne subsistent que quelques mois après la fin des pluies et sont donc temporaires.

Le fait de surcreuser le fond des mares naturelles permet de prolonger leur durée d'utilisation.

L'assèchement des mares non perennes est le plus souvent dû à l'évaporation. Il existe des mares qui doivent leur pérennité, à leur communication avec une nappe, qui lorsqu'elles s'assèchent permettent l'abreuvement permanent du bétail par le creusement de puisards à leur bord, dans lesquels l'eau est accessible à faible profondeur.

Nous citons les mares de Gossi, Dorey, In Tillit au Mali entre autres.

3-3.Eaux souterraines

Ells ont des origines diverses. Les nappes phréatiques ne sont séparées de la surface par aucune couche imperméable. Elles peuvent être superficielles ou profondes suivant la situation du niveau imperméable qui les supporte. Certaines nappes sont séparées de la surface par une ou plusieurs couches imperméables.

3-3-1.Nappes superficielles

Nappes de sables éoliens: elles jouent un rôle important dans l'abreuvement du bétail car l'eau peut être facilement atteinte par des puits traditionnels. L'exemple le plus caractéristique est la nappe de Kamen. On les trouve également dans la région de Nioro-Nara au Mali ou dans l'Aouker en Mauritanie (25).

Nappes des fonds de mares: dans les zones arides, on remarque que les pentes très faibles, la pluviométrie limitée et l'ensablement des vallées favorisent les concentrations d'eau de ruissellement dans des mares qui s'échelonnent le long de ces vallées. Le niveau statique de ces nappes se situe au dessous du plan d'eau de la mare et elles sont exploitables par des puisards de quelques mètres lorsque cette dernière s'assèche (35).

Nappes alluviales: au Sahel, les nappes alluviales continues sont rares en raison de l'insuffisance des pluies et de la faible perméabilité des alluvions argileuses.

Nappes d'altération des régions de socle: dans ces régions, on trouve des formations géologiques rigoureusement imperméables. Seules les parties altérées ou fissurées peuvent contenir de l'eau. En raison de ce phénomène on doit le plus souvent percer profondément la couche aquifère si l'on veut obtenir des débits qui ne soient pas trop faibles. Néanmoins, il peut arriver qu'aucune eau ne puisse y être trouvée.

3-3-2.Nappes profondes

Elles se situent au déla de 40 mètres de la surface et existent en terrains cristallins et précambriens, primaires, volcaniques et dans les grands bassins sédimentaires.

En terrains cristallins et précambiens:

Ces terrains couvrent une partie importante des zones arides à l'Ouest du Nil, à Madagascar, au Nord-Est du Brésil, en Inde et en Australie.

Compacts et dépourvus de porosité, ces sols présentent des ressources en eau très faibles.

En terrains primaires:

En Australie on peut citer les bassins de Baly et de la Géorgie. L'eau est atteinte grâce à des forages. La salinité est très variable mais reste acceptable pour le bétail.

En terrains volcaniques:

On les trouve dans l'Aïr, au Soudan, dans le Nord-Est de la péninsule de l'Inde et dans l'Ouest de l'Australie. Ils peuvent contenir dans leurs cavités des quantités d'eau importantes.

Les grands bassins sédimentaires:

En Afrique Occidentale les nappes sont continues et souvent très importantes. On peut citer la cuvette tchadienne, les bassins du Niger, du Sénégal, de la Mauritanie, la région avoisinant le delta intérieur du Niger et le détroit Soudanais. Les débits fournis par les puits de toutes ces régions sont satisfaisants et la qualité de l'eau est bonne.

Les grands bassins sédimentaires d'Australie sont les bassins du Canning ou de Carnarvon. L'Inde ne possède pas de grands bassins sédimentaires. Les ressources en eau existent, leur exploitation est plus ou moins facile et onéreuse.

A travers les zones pastorales sèches, de grands programmes d'hydraulique ont été mis en place afin d'augmenter la persistance et le nombre de points d'eau.

L'origine de l'eau, ses modes d'exhaure et de distribution lors de l'abreuvement sont des facteurs déterminants de sa qualité.

4-Qualité de l'eau

Les eaux fournies aux animaux domestiques pour leur abreuvement ne sont pas de qualité égale. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau ainsi que sa contamination éventuelle par des agents pathogènes peuvent avoir des conséquences sur la santé des animaux et partant, sur leur état physiologique et leurs performances zootechniques.

4-1.Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

L'eau peut se montrer déficiente pour des raisons de composition chimique surtout lorsqu'elle est chargée en sels minéraux.

Pour l'abreuvement du bétail, toute eau contenant moins de 0,5 g/l de minéraux peut être considérée comme peu minéralisée et donc parfaitement utilisable.

Par ailleurs, entre 0,5 g/l et 2 g/l les eaux sont salines et le troupeau doit y être habitué. Par conséquent, une transition douce s'avère nécessaire lors du passage d'une eau pure à une eau saline afin d'éviter les troubles digestifs qui pourraient en résulter.

En zone aride, il existe des eaux naturellement chargées en sels minéraux: carbonates, chlorates, sulfates de sodium ou de magnésium, sels de fer, fluor... Par ailleurs, certaines eaux peuvent contenir des éléments et ions toxiques. Les eaux bicarbonatées sodiques douces sont parfaitement bues par le bétail. Elles peuvent provoquer des diarrhées au dessus d'une concentration de 2 g/l. Il en est de même des eaux sulfatées sodiques qui, en plus présentent une mauvaise odeur sulfureuse capable d'éloigner le bétail au dessus de 4 g/l; aussi, elles sont plus nocives pour les installations que pour le bétail.

Lorsqu'il s'agit d'eau de surface, l'évaporation peut accentuer la concentration en minéraux (22).

La qualité des eaux souterraines varie en fonction de la nature du sol qui les abrite. En Inde par exemple, les eaux souterraines salées présentent de fortes teneurs en chlorure de sodium.

Les animaux domestiques réagissent différemment à la salinité de l'eau. C'est ainsi que le dromadaire supporte des doses assez élevées en sel. A l'inverse, le porc et le cheval supportent moins bien l'eau salée (voir tableau ci-dessous).

TABLEAU 1 :Niveau de tolérance du bétail à la salinité de l'eau de boisson

Espèces	% total de sel dans l'eau de boisson
Chameau	5.5
Bovin	1 à 1.5
Chèvre	1.5
Mouton	1.3 à 2
Ane	1.0
Cheval	0.9
Porc	0.9

SOURCE: KING 1983, (22).

En pratique, un grand nombre d'espèces présente une adaptation à des niveaux de salinité plus élevés et les chiffres donnés dans le tableau n° 1 sont le plus souvent dépassés. (30).

L'eau peut contenir des substances naturelles spécifiquement toxiques ou résultant d'une pollution. En effet, le risque de contamination existe avec l'arsenic, les organo-phosphorés ou d'autres pesticides utilisés dans les bains antiparasitaires (voir tableau 2, page 7).

TABLEAU 2: seuil de toxicité des éléments et ions toxiques contenus dans l'eau d'abreuvement du bétail

Elements	seuil de tolérance (mg/l)	Remarques
Arsenic	1	Oxyde inorganique, puits surtout.
Bore		Inhibe la croissance à 450 mg/l.
Cadnuim	0.01	S'accumule dans le foie et dans les reins.
Calcuim	1000	<700 mg/l bénéfique pour la croissance surtout en présence de magnésuim.
Chrome	1 à 5	Effluents industriels.
Cuivre	0.5 à 2	Traces, toxicité pourrait apparaître lors d'usage abusif.
Fluor	2	
Fer	10	Diarrhée (pâturages irrigués avec une eau riche en fer).
Plomb	0.5	Toxicité cumulative.
Magnésuim	250 à 500	prédispose au rachitisme lors de carence en calcium.
Mercure	0.002	Risque pour la santé humaine lors de consommation de viande.
Molybdène	0.01	Seulement dangereux si accumulation dans les pâturages (irrigués).
Nitrate	90 à 200	Les sols fertilisés en sont les sources.
Sélénuim	0.02	
Sulfate	1000	Une concentration élevée en sulfate de magnésuim cause des troubles graves.
Zinc	20	Relativement peu toxique, contamination naturelle ou industrielle.

SOURCE: KING 1983, (22).

4-2.Maladies liées à l'eau

Les points d'eau sont en général des sources fréquentes de maladies, mais plus précisément de maladies parasitaires (helminthoses,protozooses,...).

4-2-1.Maladies parasitaires

Les milieux humides favorisent les parasitismes car ils permettent la prolifération d'hôtes intermédiaires tels que les mollusques et les insectes piqueurs. Ils permettent aussi la survie et l'évolution des oeufs de parasites qui, moyennant une certaine chaleur, peuvent y évoluer jusqu'au stade infestant et ainsi atteindre un grand nombre d'animaux.

Suivant les formes d'abreuvement, des occasions d'infestation du bétail par certains parasites (Fasciola, Dicrocoelium, Schistosoma) existent.

Nous citerons en exemple la fasciolose africaine à *Fasciola gigantica* qui est liée aux mares permanentes de bas-fonds, aux mares de décrue dans les zones d'inondation des fleuves ainsi qu'aux lacs de barrages aux rives en pente douce pourvus d'une végétation aquatique auxquels le bétail peut avoir directement accès pour s'abreuver (29).

4-2-2.Maladies infectieuses

salmonelloses (35), (30). De plus, le maintien et l'extension des maladies sont favorisées par l'abandon de cadavres et des Les rassemblements de bétail autour des points d'eau sont l'occasion de contacts étroits, au cours desquels les micro-organismes pathogènes circulent entre animaux malades et sains.

Parmi les maladies les plus redoutables, citons: la péripneumonie contagieuse bovine, la peste bovine, les pasteurelloses, les charbons, la brucellose, les déjections auprès des points d'abreuvement.

5-Besoins en eau

Les besoins en eau du bétail dépendent de nombreux facteurs d'ordre extrinsèques et intrinsèques:

- **l'insolation et la température ambiante:** lorsqu'on passe de 17,2°C à 33,9°C la consommation d'eau augmente de 67% chez les bovins (FOURIE et coll cité par NICHOLSON) (30). Ceci a été confirmé expérimentalement par les études de BIANCA et coll qui démontrèrent que la consommation d'eau doublait pratiquement lorsque la température passait de 15°C à 40°C (30). KING (22), quant à lui mit en évidence une relation significative entre l'intensité des radiations solaires et l'évaporation chez les animaux. Aussi, les travaux de SILANIKOVE (15), et ceux de FRENCH cités par MICHEL M.(25), qui ont porté sur des zébus et des moutons respectivement, nous rapportent que les animaux sous abris consommaient moins d'eau que ceux exposés au soleil.

- **l'humidité atmosphérique:** en saison chaude elle est très faible, les besoins en eau sont alors très importants.
- **l'humidité et la teneur en matière sèche des aliments:** l'herbe, pendant sa période de croissance peut contenir jusqu'à 80% d'eau. Ce taux s'abaisse à 10 à 15% dans la paille. On conçoit aisément que pendant la saison sèche chaude les besoins en eau soient très importants.
- **la composition chimique de la ration:** les besoins en eau augmentent lorsque la teneur en fibre de la ration augmente. Un besoin supplémentaire en eau a également été rapporté par BROSH et coll (7) et IKHATUA (19) lorsque les animaux reçoivent une ration riche en azote, ceci dans le but d'éliminer rapidement les produits terminaux du métabolisme azoté (7),(12),(41). Les aliments riches en sel entraînent chez les animaux une augmentation du besoin en eau (8).
- **l'état et le statut physiologique de l'animal:** pendant la lactation les pertes en eau sont exacerbées, ceci entraîne une augmentation similaire des besoins en eau. De même, les jeunes animaux ont des besoins en eau élevés pour leur croissance. Ces besoins sont normalement couverts par l'eau contenue dans le lait maternel. Les jeunes agneaux Mérinos ont un taux de renouvellement métabolique de l'eau deux fois supérieur à celui des adultes. Les femelles en gestation ont également des besoins importants en eau surtout à la fin de la saison sèche, saison pendant laquelle elles ont subi des pertes pondérales sérieuses.
- **le rythme d'abreuvement:** il a un effet notable sur les besoins en eau. Le dromadaire est bien connu pour son aptitude à conserver de l'eau et à résister à une privation hydrique de 10 jours voire plus, résultant de sa grande résistance à la déshydratation (30). Quant aux petits ruminants, ils supportent entre 3 et 4 jours de privation hydrique.

TABLEAU 3 :Variation des besoins en eau du bétail en fonction des saisons

Saisons	Température	Humidité atmosphérique	Humidité des aliments	besoins en eau
Saison des pluies (juil-oct)	élevée	élevée	élevée	faibles
Saison fraîche (nov-fev)	modérée	sèche	faible	modérés
Saison chaude (mars-juin)	très élevée	très sèche	très faible	très importants

SOURCE: SERRES 1980, (35).

TABLEAU 4: Besoins quotidiens en eau de diverses espèces

Espèces	Saison des pluies	Saison fraîche	Saison chaude
Bovin (250 kg)	10 l	20 l	30 l
Chameau (400 kg)	15 l	25 l	40 l
Petit rum. (30 kg)	2 l	3 l	5 l

SOURCE: SERRES 1980, (35).

Il faut majorer ces chiffres de 10 à 20% pour les femelles laitières et selon leur niveau de lactation.

- l'effort musculaire

6-Eau dans l'organisme

L'eau est un constituant indispensable à la vie animale. Elle est le composant majeur de l'organisme. Chez les mammifères, elle représente 60 à 80% du poids corporel. Une diminution de la quantité d'eau corporelle en deçà d'un certain seuil critique est beaucoup plus menaçante pour la vie de l'animal qu'un manque de tout autre constituant excepté l'oxygène.

6-1.Rôle de l'eau

Eau de dissolution

Toutes les réactions biochimiques dans l'organisme se font en milieu aqueux (hydrolyse, hydratation, oxydoréduction, synthèses organiques...), et ceci même au niveau intracellulaire. Au niveau du tube digestif, les enzymes attaquent les aliments dans un milieu riche en eau et les produits de leur dégradation doivent être dissouts ou très finement émulsionnés pour être assimilés par la paroi digestive. Par ailleurs, le sang ne transporte les nutriments que sous forme soluble (même les globulines qui sont des grosses molécules).

L'élimination au niveau du rein met en oeuvre des mécanismes de filtration, de resorption de substances toujours en solution.

Eau liée

La matière vivante est composée de macromolécules auxquelles l'eau est intimement liée. A titre d'exemple, une molécule de lipoprotéine est liée à 44000 molécules d'eau.

Contrairement à l'eau de dissolution, l'eau liée n'est pas mobilisable et reste constante. On peut encore distinguer l'eau suivant sa localisation qu'on définit en compartiments:

- compartiment intracellulaire:** 60% de l'eau de l'organisme,
- compartiment extra cellulaire:** qui se divise en:
 - un secteur plasmatique (8% de l'eau),
 - un secteur interstitiel (32% de l'eau).

6-2.Eau et thermolyse

Dans une ambiance chaude, l'animal doit lutter contre la chaleur et ainsi dissiper des calories. Le mécanisme thermorégulateur majeur passe par la voie de l'évaporation de l'eau. Cette dernière peut se faire au niveau de la peau et de l'appareil respiratoire. La thermolyse cutanée est d'autant plus active que l'animal a de glandes sudoripares. La thermolyse respiratoire est plus active lorsque l'animal a la capacité d'accroître son rythme respiratoire par la polypnée thermique.

Nous citerons en exemple le cas du zébu qui utilise prioritairement la voie cutanée et celui du mouton qui privilégie la voie respiratoire.

Dans tous les cas, l'eau vaporisée doit être renouvelée par un abreuvement supplémentaire.

6-3.Mouvements de l'eau

pour maintenir la quantité d'eau corporelle dans des limites compatibles avec le maintien de l'homéostasie, toute perte doit être compensée. La proportion ou la quantité d'eau utilisée par unité de temps définit le renouvellement métabolique encore appelé turn-over. Ce dernier varie selon les espèces, leur taille, l'âge et leur statut physiologique (30).

Les variations du taux de renouvellement métabolique de l'eau dans quatre espèces animales sont données dans le tableau ci-dessus.

TABLEAU 5 : Turn-over de l'eau chez différentes espèces domestiques

Espèces	ml par kg de poids vif/jour
Chameau	37-74
Zébu	70-197
Mouton	74-200
Chèvre	81-208

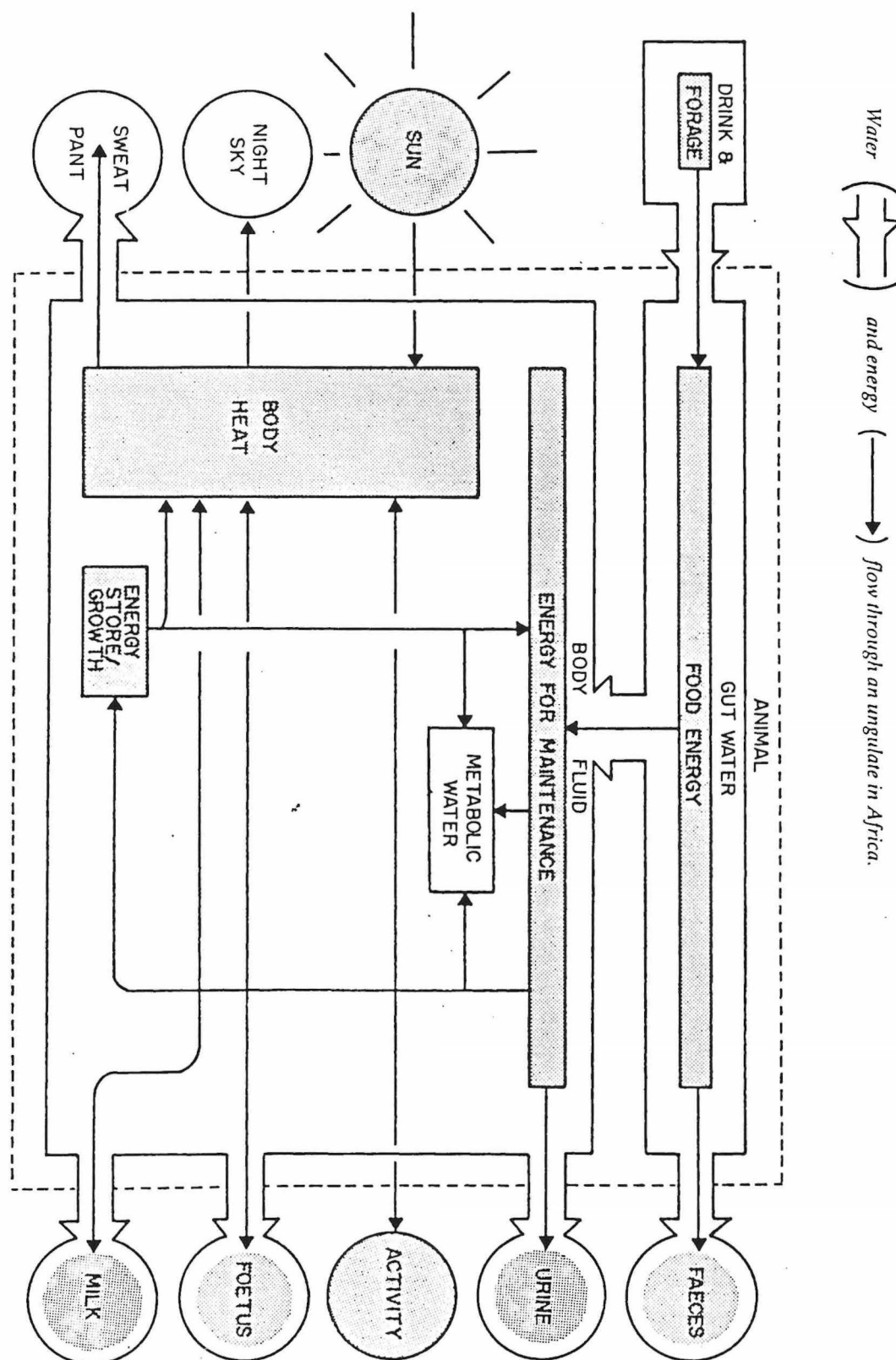
SOURCE: KING 1983, (22).

Ce tableau montre que les dromadaires présentent le plus faible taux de renouvellement, les zébus et moutons présentent des taux comparables tandis que les chèvres présentent le taux le plus élevé. Ceci est en désaccord avec les observations faites par MAC DOWELL cité par NICHOLSON (30), selon lesquelles les chèvres d'origines tropicales semblent avoir un turn-over inférieur de 11% à celui des moutons à des températures élevées.

Le renouvellement métabolique de l'eau dépend de nombreux paramètres et les interactions entre ces derniers sont complexes (SCHEMA 1 page suivante).

L'organisme élimine l'eau de façon continue sous forme de vapeur d'eau et sous forme liquide par différentes voies: rénale, fécale, lactée (femelles en lactation). Pour faire face à ces pertes, l'animal peut bénéficier de l'eau par diverses voies: alimentaire, atmosphérique et métabolique.

SCHEMA 1: mouvements de l'eau



SOURCE: KING 1983, (22).

L'évaporation

Les pertes d'eau par évaporation augmentent avec la température ambiante quand les autres mécanismes de thermorégulation (radiation, convection, conduction, vasodilatation) sont inefficaces.

L'évaporation serait donc une source importante de pertes d'eau, spécialement dans les régions chaudes quand l'animal est exposé aux radiations solaires.

Expérimentalement, des bovins maintenus à 15°C et à 40°C perdent par évaporation 30 à 61 % de l'eau ingérée (BIANCA et Coll cité par NICHOLSON 1985), (30).

Les pertes par évaporation peuvent être cutanées et/ou respiratoires; l'importance de chacune de ces voies varie selon les espèces.

TABLEAU 6: Contribution à la perte calorique par évaporation (en %)

	Ane	Chameau	Vache	Ov/Cap	Chien	porc
Sudation	100	95	65	40	10	0
Halètement	0	5	35	60	90	100

SOURCE: KING 1983, (22).

Les pertes fécales

Les pertes d'eau par voie fécale sont plus importantes comparées à celles de la voie urinaire sauf si l'on se situe dans les régions très chaudes.

Les pertes urinaires

La voie urinaire est une voie non négligeable pour les pertes en eau; pour ce faire deux mécanismes sont possibles:

le premier est en rapport avec la capacité de concentrer l'urine jusqu'à une certaine limite fonction de l'anatomie rénale.

le second mécanisme peut être plus efficace dans la rétention d'eau grâce à l'inhibition de la diurèse quand les quantités d'eau ingérée sont importantes.

Les pertes par voie lactée

La production laitière constitue une contrainte supplémentaire dans l'économie de l'eau chez les mammifères domestiques.

Même si les vaches laitières en régions chaudes sont moins bonnes productrices que celles des régions tempérées, tout animal en lactation voit sa demande en eau augmenter comparativement aux vaches taries et aux mâles, ce dans les mêmes conditions d'environnement. En effet, pour chaque kilogramme de lait produit, la proportion d'eau est de 85% (SHKOLNIK.A et Coll cité par NICHOLSON) (30). Nous reviendrons plus en détail sur ces aspects dans la suite de l'exposé.

7-Résistance des animaux à la privation d'eau

Les animaux domestiques réagissent différemment à la privation d'eau. En effet, les différentes espèces présentent des mécanismes d'adaptation physiologiques et anatomiques qui leur permettent de résister plus ou moins bien selon les conditions éco-climatiques. C'est ainsi que la mort surviendra lorsqu'au cours d'une privation hydrique l'animal aura perdu environ 25% de son poids (parfois jusqu'à 30%) exposé à une température de 40°C :

- pour le bovin**, cela se situe entre 3 et 5 jours,
- pour le mouton**, la mort survient entre 6 et 10 jours,
- pour le dromadaire**, la résistance va au delà de 15 jours.

Les mécanismes d'économie d'eau sont multiples:

Rétention tissulaire d'eau: tous les ruminants utilisent leur rumen comme réservoir d'eau. Cette réserve peut atteindre 15% du poids vif aussi bien chez les bovins, les ovins, les caprins que chez les camélidés. En revanche, des différences importantes apparaissent quant aux possibilités de mise en réserve dans le tissu conjonctif.

Economie des pertes d'eau:

Economie des pertes urinaires: elle est réalisée au niveau rénal par réabsorption

TABLEAU 7: Débit et concentration urinaires pendant la privation hydrique chez les ruminants domestiques

	Chameau (400 kg)	Zébu (300 kg)	Mouton (30 kg)
Abreuvé (ml/mn)	8	30	2
Privé (ml/mn)	2	5	0.3
Concentration	3.8 osmoles/l	2.6 osmoles/l	3.1 osmoles/

SOURCE: SERRES 1980, (35).

Economie des pertes fécales: les fèces d'un animal abreuvé sont très humides. Lors de la privation, la réabsorption a lieu au niveau du colon; elle est plus forte et les fèces sont alors plus sèches.

TABLEAU 8: Pourcentages d'humidité des fèces chez les ruminants domestiques

Espèces	Humidité dans les fèces (%)
Chameau	38
Mouton	45
Zébu	60

SOURCE: SERRES 1980, (35).

Par ailleurs, une hémorragie importante, une salivation excessive, un jetage muqueux ou séreux, consécutifs à des traumatismes ou à des pathologies peuvent être à l'origine d'importantes pertes en eau. Cependant, ces aspects sortent du cadre de notre travail, par conséquent nous n'y reviendrons pas dans la suite de l'exposé.

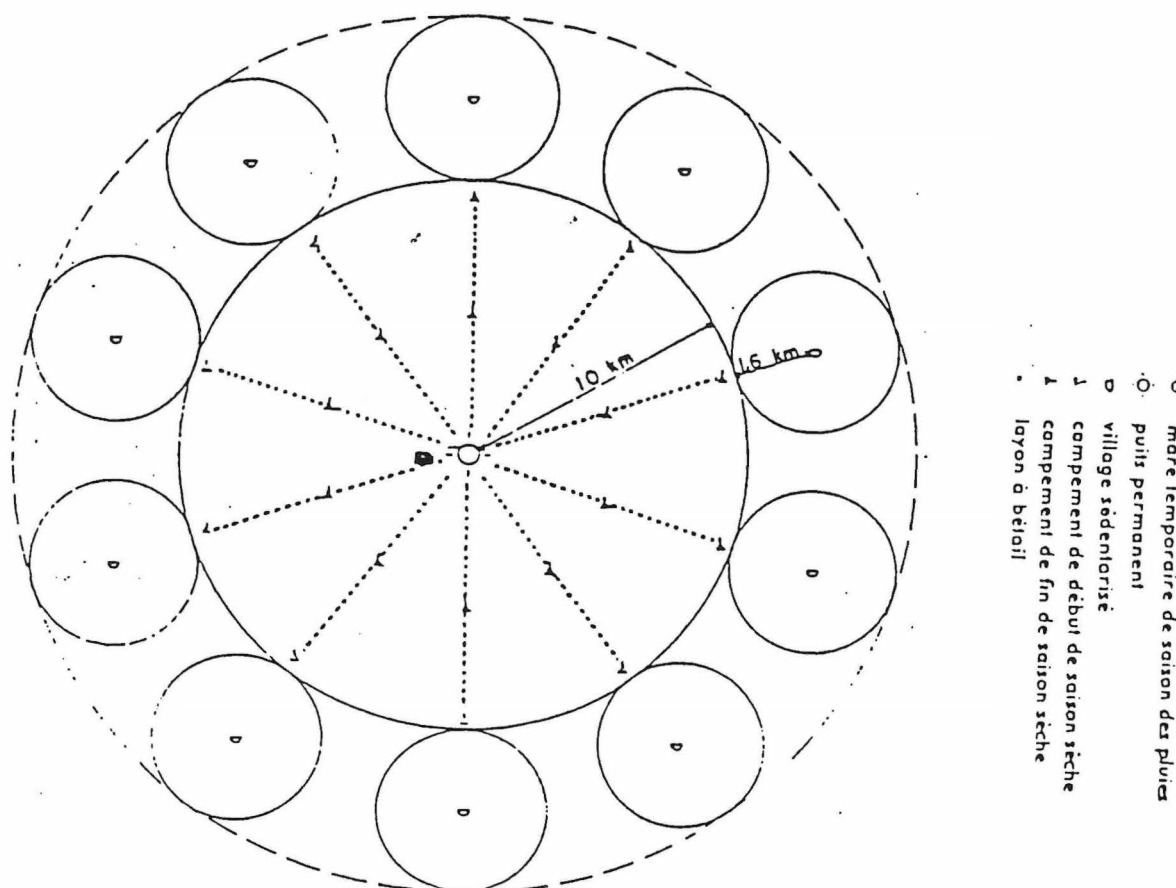
8-Utilisation des ressources en eau

L'élevage en zones arides et semi-arides est étroitement dépendant des disponibilités en eau. Or si cette dernière est abondante pendant quelques mois dans l'année, elle maintient une contrainte très sévère au cours de la saison sèche si bien que l'exploitation des parcours est conditionnée par l'existence de ressources artificielles en eau.

La répartition spatiale des points d'eau, celle des ressources fourragères et leur disponibilité de même que les conduites d'élevage vont conditionner l'utilisation des ressources en eau dans les régions chaudes, arides et semi-arides.

D'après des essais menés dans le Ferlo sénégalais par BILLE (1977) cité par GUERIN, (17), les animaux ont en effet tendance à pâturer sur les zones les plus proches du point d'eau tant qu'elles présentent un minimum de fourrage; en début et en milieu de saison sèche sur les sites éloignés de 3 à 20 Kms du forage de Tatki.

SCHEMA 2: Aménagement du terroir sahélien



SOURCE: BOUDET 1984, cité par GUERIN (17).

C'est ce que représentent les mesures de biomasse effectuées. Ces observations sont confirmées par LHOSTE et MELVILLE 1986, qui ajoutent à ce point de vue les besoins vivriers et les disponibilités en main-d'oeuvre du groupe familial.

II-ABREUVEMENT DES ANIMAUX DOMESTIQUES EN REGIONS CHAUDES

A-Aspects physiologiques

Dans les zones arides et semi-arides, les animaux développent des mécanismes d'adaptation physiologiques leur permettant de faire face à la pénurie de l'eau d'abreuvement et aux grandes chaleurs, surtout de saison sèche (24).

Dans la suite de l'exposé, nous allons mettre en lumière les implications (adaptations et modifications) physiologiques, tant digestives et excrétrices que homéostatiques et respiratoires, ce en rapport avec la qualité de l'eau d'abreuvement, le rythme d'abreuvement et l'utilisation métabolique des aliments.

1-Qualité de l'eau et adaptations physiologiques

Dans le présent chapitre, nous entendons par qualité de l'eau, sa teneur en minéraux (sodium et potassium) essentiellement.

D'après FARID et KANDIL (12), (21), chez le mouton comme chez le chameau, l'abreuvement à l'eau salée entraîne une augmentation de l'ingestion volontaire d'eau. Cette augmentation de l'ingestion d'eau est rapportée par de nombreux auteurs cités par MICHEL M.(25).

Aux Seychelles BURKE G., (9), nous rapporte chez des chèvres retournées à l'état sauvage, et ayant bu l'eau de mer; que l'absorption d'eau dans le colon semble être le moyen principal pour économiser l'eau. Aussi, les reins de ces animaux ne présentent aucune anomalie morphologique, mais la médullaire rénale semble plus épaisse. Par ailleurs, ces animaux ont la capacité de produire une urine plus concentrée, mais aussi, malgré une alimentation assez riche en eau, les animaux produisent des fèces relativement sèches.

2-Abreuvement et grandes fonctions

2.1-Abreuvement et sphère digestive

Chez les ruminants, le rumen est le premier réservoir gastrique à recevoir l'eau, par conséquent , il est le premier affecté lors de la privation hydrique dans sa physico-chimie.

De nombreux auteurs ont déjà travaillé sur la question chez les chèvres Bédouines.(5), (6), (7), (8), (34).

D'après certains auteurs cités par NICHOLSON, (30), le rumen et le tractus gastro-intestinal servent de réservoirs d'eau.

Les études de BROSH et Coll, (5), (6), (7), (8) chez les chèvres Bédouines alimentées au foin de luzerne et abreuvées une fois tous les quatre jours, les animaux voient leur fluide ruminal augmenter considérablement. Par ailleurs, l'osmolarité du rumen augmente. Chez ces mêmes animaux, les auteurs notent une diminution des besoins en eau de 50 % et un ralentissement du transit lors de la privation hydrique; ils concluent qu'un abreuvement espacé permet aux particules de rester plus longtemps dans le tractus digestif en dépit de leur taille réduite.

Les mêmes animaux abreuvés tous les deux ou quatre jours, des modifications profondes surviennent dans l'osmolarité, le volume du rumen et d'une façon générale dans la physico-chimie de cet organe.

2.2-Abreuvement et fonctions excrétrices

2.2.1-Excrétion fécale

La plupart des animaux domestiques excrètent des fèces humides lorsque l'abreuvement est libre. Cependant, pendant la saison sèche ou, soumis à une restriction hydrique, les animaux réduisent leurs pertes fécales d'eau de 10 à 35 % et excrètent des fèces très sèches (24).

Par exemple, la chèvre du Turkana et le mouton Somalien à queue grasse excrètent des fèces contenant 130 à 280g d'eau/100g de M.S.

La réduction de la teneur en eau des fèces a été rapportée par de nombreux auteurs (1), (12), (41).

D'après MACFARLANE cité par KING (22), les taurins sont en mesure de réduire l'humidité des fèces de 45 %, les chèvres de 50 % et les chameaux de 45 %.

THORNTON (41), nous rapporte que le gros intestin joue un rôle régulateur dans la réduction des pertes fécales d'eau lors de la privation hydrique.

Ayant travaillé sur des moutons et des chameaux en Egypte, FARID (12), pense que les deuxièmes sont en mesure de mieux conserver l'eau dans les conditions de privation, principalement par la régulation des pertes fécales.

2.2.2-Excrétion urinaire

La pénurie de l'eau d'abreuvement tel que l'on observe dans les zones arides et semi-arides, conduit les animaux à contrôler également leur perte d'eau par voie urinaire.

D'après MALOY (24), en situation d'abreuvement espacé, les ruminants du désert (dromadaires, moutons et chèvres) sont en mesure d'une part, de diminuer le volume des urines émises, d'autre part, de concentrer fortement leur urine en retenant les métabolites dans le fluide corporel. Abreuvés normalement, le volume des urines émises est plus important; aussi, la concentration en urée et en électrolytes (sodium, potassium, chlorures) est plus faible.

Les travaux de WITTENBERG et Coll (42), sur les chèvres Bédouines vivant dans les déserts du Moyen-Orient, nous rapportent que le rein de ces animaux joue un rôle essentiel dans la conservation de l'eau et des électrolytes lors de la privation hydrique. Il nota chez ces animaux, une chute : du débit urinaire, de la filtration glomérulaire, mais aussi une diminution de l'excrétion du sodium et du potassium chez les animaux déshydratés. Par ailleurs, la rénine plasmatique et le taux d'aldostérone augmentent chez les animaux privés d'eau..

D'après JACQUET et Col cité par MICHEL M. (25), le pouvoir de concentration du rein est lié à des caractéristiques anatomiques: longueur des anses de Henlé et sensibilité du rein au mécanisme régulateur de la vasopressine.

Il faut enfin signaler que le chameau abreuvé est très sensible à l'action antidiurétique de la vasopressine qui entraîne une augmentation de l'excrétion des électrolytes (potassium surtout)(38).

2.3-Abreuvement et fluctuations du milieu intérieur

L'abreuvement espacé a une incidence certaine sur les caractéristiques du milieu intérieur. En effet, l'eau représente 50 à 80 % du poids corporel chez les animaux. Par ailleurs, l'eau joue le rôle de solvant et intervient dans toutes les réactions biochimiques (hydrolyses, synthèses organiques...etc.) de l'organisme.

2.3.1-Déshydratation

Pendant la privation hydrique, de nombreux auteurs ont rapporté une perte de poids chez les animaux concernés.(18), (22).

D'après HASSAN et coll (18), les animaux déshydratés reprennent rapidement leur poids initial.

Les pertes sont variables suivant les espèces d'après MACFARLANE et HOWARD cité par KING (22).

Bovins: 7 à 8 % du poids vif par jour,

Dromadaire: 1 à 2 % du poids vif par jour,

Ovins: 4 à 6 % du poids vif par jour.

Les pertes majeures s'opéreraient au niveau du tissu conjonctif, des muscles et de la peau, alors que les organes essentiels restent épargnés; aussi, les pertes d'eau à partir du flux sanguin apparaissent en dernier.

D'après JACQUET et coll cité par MICHEL M (25), pour répondre au besoin en eau, il se produit un flux de fluide du tube digestif, de l'espace interstitiel, puis intracellulaire vers la circulation sanguine. L'eau des réservoirs gastriques, même si elle est plus importante chez les ruminants que chez les autres herbivores reste faible. La résorption d'eau entraîne rapidement la dessiccation du contenu digestif incompatible avec un bon fonctionnement des réservoirs.

Pour les différentes espèces domestiques, il existe un seuil de déshydratation à partir duquel certains symptômes peuvent apparaître: diminution du volume sanguin, accélération des rythmes cardiaque et respiratoire, élévation de la température centrale, apparition de signes d'hyperthermie lorsque la température rectale atteint 39.5 °c, démarche ébrillieuse, décubitus.

2.3.1-Compartiments hydriques

De nombreux travaux ont déjà été réalisés sur les chèvres dans différentes zones arides et semi-arides.

D'après les travaux de WITTENBERG et Coll (42), sur les chèvres Bédouines vivant dans les déserts du Moyen-Orient, ces animaux peuvent résister à une privation hydrique de 2 à 4 jours même pendant l'été. CHOSHNIAC et coll cité par cet auteur, nous rapporte que, lorsque ces animaux sont soumis à une déshydratation prolongée, ils voient leur fluide corporel et leur volume plasmatique chuter. Abreuvés normalement, les animaux récupèrent leur perte d'eau en 30 mn même si cette perte excède 30 % du poids corporel. L'eau est d'abord retenue dans le rumen puis, elle est progressivement distribuée dans les autres compartiments hydriques.

Les travaux de BAKER (4), sur 5 boucs (une nubienne et quatre alpines) et ceux de EL-NOUTHY (11), sur les chèvres Aardi d'Arabie soumises respectivement à deux et quatre jours de privation hydrique, nous confirment l'augmentation de l'osmolarité du plasma.

A l'issue d'une restriction hydrique de 25, 50, 75 % par rapport au besoin quotidien et d'une privation de 3 jours sur des moutons Marwari en Inde PIROHIT et coll (33), notent d'une part, une chute des volumes sanguin et plasmatique, d'autre part, une diminution des liquides intracellulaire, extracellulaire et interstitiel lorsque la restriction hydrique atteignait 75 % du besoin quotidien.

2.3.2-Constantes biochimiques et sanguines

De nombreux auteurs (3), (4), (18), font état d'une variation de ces constantes pendant la privation hydrique.

Les travaux de AGANGA (3), sur les brebis Yankassa du Nigeria (12 gestantes, 12 non gestantes et 12 en lactation), soumises à trois régimes d'abreuvement (24 heures, 48 heures et 72 heures), nous rapportent les modifications suivantes: une augmentation des protéines totales, une augmentation de l'urée sanguine, une augmentation des phosphatases alcalines sauf chez les animaux en lactation, aussi, le taux d'hémoglobine, l'hématocrite, les globules rouges, la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine, le volume corpusculaire moyen, les électrolytes augmentent. Une augmentation des protéines plasmatiques et de l'hématocrite est constatée par BAKER chez la chèvre (4).

2.4-Abreuvement et thermorégulation

Dans les zones arides et semi-arides, les animaux sont souvent soumis à des pressions de chaleur auxquelles s'ajoute la pénurie en eau d'abreuvement. Dans ces conditions, les pertes de chaleur ont lieu soit par évaporation cutanée (sudation), soit par évaporation respiratoire (halètement). L'importance de l'une ou l'autre voie de dissipation de l'excès de chaleur varie suivant les espèces.

2.4.1-Respiration

Les travaux de HASSAN (18) ont porté sur 18 boucs dont 6 Baladi Egyptiens, 6 Anglo-Nubiens et 6 métis. Ces animaux soumis à une privation hydrique de 3 jours en été ont considérablement réduit leur rythme respiratoire dans le but de conserver l'eau.

Les travaux de EL-NOUTHY (11) et de AGANGA (2) confirment l'observation précédente.

Le premier a travaillé sur des boucs au printemps et en été. Privés d'eau pendant 4 jours, ces animaux voyaient leur rythme respiratoire baisser de façon significative (-58 %). Le second quant à lui, a travaillé sur des bœufs Yankassa soumis à quatre régimes d'abreuvement (24 heures, 48 heures, 72 heures et 96 heures). Chez ces bœufs, le rythme respiratoire a chuté de 32 mouvements/minute à 29, 21, et 20 mouvements/minute respectivement selon la rigueur de la privation imposée pendant la saison sèche.

Nous pouvons aisément conclure partant de ces quelques travaux, que lorsque les animaux sont exposés à un abreuvement irrégulier, ils réduisent leur fréquence respiratoire dans le but de minimiser les pertes d'eau.

2.4.2-Thermorégulation

Lorsque dans les régions chaudes arides et semi-arides, la température de l'air excède la température corporelle, les animaux dissipent l'excès de chaleur soit par sudation (évaporation cutanée) soit par halètement (évaporation respiratoire).

BAKER (4) a exposé des chèvres à une température ambiante de 40°C et soumises à une privation hydrique de 48 heures. Pendant l'exposition à la chaleur, les animaux hydratés privilégiaient l'évaporation par la voie de l'halètement et de la sudation. Les animaux déshydratés présentaient une sudation moins prononcée, mais une température rectale plus élevée. La fréquence respiratoire était la même dans les deux groupes. Il conclut que la sudation est une voie privilégiée pour la déperdition calorique chez les chèvres déshydratées et exposées à des températures ambiantes élevées.

Alors que chez l'âne et le chameau, la sudation serait la principale voie de dissipation de la chaleur, le chien et le porc utiliseraient principalement le halètement. Le halètement serait beaucoup plus efficace chez les petits animaux.

Les bovins comme les chameaux privilégieraient la sudation en situation de stress thermique. Les petits ruminants quant à eux privilégieraient le halètement et peuvent perdre jusqu'à 60 % d'eau par cette voie..

2.4.3-Température rectale

De nombreux auteurs rapportent une augmentation de la température rectale pendant la privation hydrique (2), (4), (11).

L'augmentation de la température rectale varie suivant les espèces. Alors que le dromadaire supporte des augmentations de l'ordre de 6 à 8°C, la chèvre quant à elle supporte des augmentations de l'ordre de 3 à 4°C. Le mouton est thermostable pendant la déshydratation; sa température rectale reste inférieure à 2°C.

D'après FILILI et coll cité par MICHEL M. (25), ce stockage de chaleur a un rôle important dans l'économie d'eau. La chaleur gagnée va être éliminée durant la nuit par des moyens non évaporatifs lorsque la température corporelle est inférieure à la température ambiante.

3-Abreuvement et utilisation métabolique des aliments

3.1-Métabolisme énergétique

BROSH et ses collaborateurs (7) ont travaillé sur les chèvres Bédouines vivant dans les déserts du Moyen-Orient. Les animaux étaient abreuvés soit une fois par jour, soit une fois tous les quatre jours et recevaient trois qualités d'aliment dans chaque régime d'abreuvement: foin de luzerne, l'herbe de Rhode et la paille de blé. Ils concluent que l'abreuvement espacé accroît la digestibilité de l'aliment et diminue les besoins en énergie métabolisable, aussi, il permettrait aux animaux d'équilibrer ces besoins lorsque les conditions d'alimentation se détériorent.

Plusieurs travaux font état d'une augmentation de la digestibilité des aliments pendant la privation hydrique(13), (15), (16), (20), (40).

Les chèvres Bédouines, abreuvées une fois par jour et nourries avec du foin de luzerne voient leurs besoins en eau et en énergie brute chuter de 50 % et 60 % respectivement, comparées aux animaux abreuvés quotidiennement. Par ailleurs, chez les chèvres privées d'eau, la digestibilité de l'aliment augmente de 4 %.

Pendant la privation hydrique, les chèvres Aardi élevées au Moyen-Orient, voient leur consommation de matière sèche chuter de 77 % lorsqu'elles sont soumises à une privation hydrique de 4 jours (11).

JONHSON (20), a soumis des bovins (2 zébus et 2 taurins) et deux buffles à une privation hydrique de 4 jours d'intervalle. Il nota une augmentation de la digestibilité apparente de tous les nutriments, aussi, les animaux d'expérience ont ingéré moins d'eau que les témoins pendant la privation. Par ailleurs, il remarque une bien meilleure efficacité dans l'utilisation digestive des aliments.

3.2-Métabolisme azoté

Les études de IKHATUA (19), ont porté sur des bovins élevés dans la zone sahélo-soudanienne du Nigeria. Les animaux sont soumis à trois régimes d'abreuvement et divisés en trois groupes. Le métabolisme de l'azote n'est pas modifié, cependant, l'équilibre et la rétention azotées sont meilleures chez les animaux privés à 50%. Il conclut que l'aptitude de ces animaux à vivre dans ces zones caractérisées par la pénurie d'eau pourrait être due une augmentation du recyclage de l'azote, mais aussi, à une diminution des pertes, surtout pendant la saison sèche.

BROSH et coll (8), ont travaillé sur les chèvres Bédouines élevées dans les déserts du Moyen-Orient. Les animaux étaient abreuvés soit quotidiennement, soit une fois tous les quatre jours et étaient alimentés avec du foin de luzerne (19% de protéines), l'herbe de Rhode (10% de protéines), et de la paille de blé (3,7% de protéines). Avec les aliments de mauvaise qualité, le recyclage et la rétention de l'urée s'est vue améliorer, aussi, l'urée était excrétée à un taux plus faible.

Il conclut que l'abreuvement espacé améliore la digestibilité de l'azote lorsque les animaux sont alimentés avec les régimes pauvres, plutôt qu'avec la luzerne.

4-CONCLUSION

Dans les zones arides et semi-arides, la rigueur du climat conditionne d'une part, la fréquence de l'abreuvement des animaux, d'autre part, la qualité et la quantité des aliments disponibles. Dans les régions les plus difficiles avec le plus souvent une longue saison sèche associée à une forte chaleur, les animaux développent des adaptations physiologiques et comportementales en vue de faire face à la pénurie de l'eau. Ces mécanismes passent par:

- **une réduction des pertes fécales** (fèces plus sèches),
- **une diminution du volume urinaire**, donc une concentration des urines plus importante.
- **des mouvements d'eau entre les différents compartiments hydrique** notamment du tube digestif vers les espaces interstitiel, intracellulaire et vers le sang,

- **une diminution de la fréquence respiratoire, et des pertes par évaporation.**

Certains animaux présentent un pelage léger (cas du zébu par exemple) et/ou réfléchissant, **mais aussi des adaptations comportementales:** sélection de végétaux humides ou contenant un faible taux de sel lors du pâturage, utilisation d'abris, modulation de l'activité de pâturage pendant la journée...etc.

B-Aspects zootechniques

1-Eau et alimentation en régions chaudes

Le mode d'abreuvement et les caractéristiques de l'eau (quantité et qualité) ont des effets sur les quantités de fourrages ingérées, l'utilisation digestive et métabolique de la ration.

Un aliment sec n'apporte que très peu d'eau aux animaux qui partant, sont obligés de compenser ce manque à gagner par une consommation accrue d'eau. Par conséquent, un même animal aura des besoins en eau d'abreuvement plus élevés si son aliment est sec que s'il était humide.

De même, la teneur en M.A.T influe sur les besoins en eau. L'augmentation de la teneur en M.A.T entraîne une augmentation des pertes urinaires.

20g-----190g M.A.T/kg de M.S.
eau bu

1.1-Qualité de l'eau et alimentation

CHALLIS (10), a montré que dans les régions chaudes une diminution de la salinité de l'eau de boisson pouvait avoir un effet bénéfique sur la quantité d'aliments ingérés par des vaches. Par ailleurs, l'eau peut constituer une source de minéraux pour les animaux (37). HELLER cité par CHALLIS (10), avait lui montré que si les animaux avaient le choix, ils boiraient l'eau ayant le goût le plus agréable.

1.2-Rythme d'abreuvement et alimentation

Le rythme d'abreuvement peut influencer sur l'alimentation des animaux, surtout dans les régions chaudes où les points d'abreuvement peuvent être éloignés les uns des autres. Pour les herbivores, les animaux ont le plus souvent tendance à pâturer sur les zones les plus proches du point d'eau tant qu'elles présentent un minimum de fourrage.

L'abreuvement espacé est le plus souvent observé quand le fourrage est rare, et qu'il faut s'éloigner assez suffisamment des points d'eau pour en trouver (43).

2-Rythme d'abreuvement et performances zootechniques

2.1-Performances de reproduction

Peu d'essais sur le sujet ont été réalisés par les auteurs. Toutefois, MITTAL (27), a mesuré les performances reproductrices des brebis Magra et Marwari dans les zones désertiques indiennes. Les animaux maintenus sur un

parcours de *Cenchrus ciliaris* furent soumis à une privation hydrique (deux abreuvements par semaine), et comparés à des animaux témoins (abreuvés ad libitum). Cet essai a montré qu'en l'absence de troubles pathologiques majeurs, des éléments comme la durée de l'oestrus, la durée du cycle oestral, le taux de conception, le taux de mise-bas, la durée de gestation, l'intervalle mise-bas/mise-bas; n'étaient pas affectés de façon significative par la privation d'eau.

Ceci confirme l'essai réalisé une année plus tôt par le même auteur (MITTAL (26)), sur des chèvres soumises au même rythme d'abreuvement. Ces dernières n'étaient nullement affectées sur le plan de la reproduction, de même que le taux de survie des chevreaux (voir tableau 9 page 27).

NICHOLSON (32), rapporta les résultats d'essais réalisés sur les zébus Borona soumis à un rythme d'abreuvement différent (une fois/24 heures; 48 heures; 72 heures). Aucune différence significative n'a été notée au niveau du taux de naissance et du poids des nouveau-nés.

2.2-Performances de production

Parmi tous les paramètres zootechniques, la production laitière semble être le plus sensible au rythme d'abreuvement.

D'après NICHOLSON (31), le poids au sevrage des veaux peut être significativement affecté avec toutefois une croissance compensatrice en période post-sévrage.

3-Qualité de l'eau et performances zootechniques

Lorsque l'on parle de la qualité de l'eau en régions chaudes, on pense généralement aux minéraux qui peuvent y être dissouts. Dans certaines zones arides et semi-arides l'eau est salée. C'est la raison pour laquelle presque tous les essais réalisés visaient à comparer les différences entre des animaux recevant de l'eau du robinet à ceux soumis à un abreuvement salé.

3.1-Qualité de l'eau et performances de reproduction

FAWZIA et BAYOUMI (14), rapportèrent les résultats d'essais réalisés sur deux lots de brebis. L'un recevant de l'eau du robinet comparé à l'autre recevant de l'eau de mer diluée contenant 1,3 % de sel dissout. La prise d'eau salée aboutit à des performances de reproduction meilleures par rapport au groupe témoin. Les brebis du second lot présentaient un gain de poids plus élevé pendant le premier mois de gestation. Les agneaux nés vivants de ces brebis avaient un poids à la naissance et un gain de poids (kg/ 100 kg brebis) significativement plus élevés. Toutefois, le gain de poids

d'une manière générale était plus élevé dans le groupe recevant de l'eau salée.

TABLEAU 10: les paramètres de reproduction des brebis abreuvés à l'eau du robinet et à l'eau salée (1.3 % de sel), (Barki x Mérinos).

	Eau du robinet	Eau salée
Nombre de brebis	23	25
Pour 100 brebis		
Gestantes	78.3	92
Non gestantes	21.7	8
Avortements	8.7	8
Agnelages	69.6	84
Jumeaux	4.3	8
Mort-nés	8.7	12
Agneaux nés	73.9	88
Agneaux vivants	65.2	76
Agneaux sevrés	30.4	60
Pour 100 kg de brebis		
Poids à la naissance	4.88	6.91
Poids au sevrage	8.94	16.92

SOURCE: FAWZIA et BAYOUMI, 1990, (14).

Ces résultats sont intéressants sur le plan pratique. En effet, ils montrent l'effet positif que l'abreuvement à l'eau salée peut avoir sur les performances de reproduction chez des brebis maintenues au pâturage pendant la saison sèche. Toutefois, cette observation n'est pas en accord avec les résultats de deux expériences menées en Australie sur des brebis et des béliers entretenus sur parcours naturels par PEIRCE cité par FAWZIA et BAYOUMI (14). Ce dernier conclut que les béliers étaient plus tolérants que les brebis vis à vis de l'eau salée.

MITTAL cité par SECK (36), relève qu'il n'y avait aucun effet néfaste sur la libido des mâles et la fertilité des moutons du désert. Après une adaptation graduelle, la libido des béliers n'était nullement affectée par le niveau de sel dans l'eau de boisson.

Le même auteur, dans un essai rapporté en 1988 (28) a utilisé une eau riche en nitrate et en magnésium à des concentrations respectives de 1g/l et 4g/l. Il ne remarque aucun effet défavorable sur les performances de reproduction et l'état général des animaux. Toutefois, avec des concentrations plus élevées, les incidents de reproduction augmentent.

3.2-Qualité de l'eau et performances de production

Les essais réalisés concernent essentiellement les femelles en production.

CHALLIS (10), a comparé les effets que pouvait avoir une eau de puits contenant entre 4000 et 5000 ppm éléments minéraux dissouts et, cette

TABLEAU 9: effets du rythme d'abreuvement sur les performances zootechniques des bovins, ovins et caprins

Espèces	Rythme d'abreuvement	Variation des paramètres zootechniques	Auteurs
Bovins (zébu, élevage extensif Afr. de l'Est.	Tous les deux trois jours.	P.V. des femelles : diminution de 5 % en saison sèche Fécondité: N.S Poids naissance: diminution de 10 % Poids sevrage: diminution de 6 à 10% Poids à 28 mois: N.S	NICHOLSON 1987.
Ovins (élevage extensif Indien)	Tous les 3 jours	P.V. post-partum: diminution de 4 % (N.S.)	MITTAL et GHOSH 1986
Caprins Chèvres Bédouines-luzerne déshydratée-stabulation Chèvres Marwari-zone aride Inde	Tous les 4 jours Tous les 2 jours Tous les 3 jours	P.V.: N.S G.Q.M. femelle pendant gestation, poids à la naissance, production laitière: N.S G.Q.M.: diminution pendant gestation Poids à la naissance: diminution Production laitière: diminution (% non précisés).	BROSH et coll 1986. MITTAL 1985.

G.Q.M.= Gain quotidien moyen

N.S.= Non significatif

P.V.= Poids vif

SOURCE: GUERIN 1987, (17).

même eau après déminéralisation sur des vaches dans le sud de l'Arabie Séoudite. Il a constaté que les animaux qui recevaient de l'eau traitée buvaient plus, consommaient plus de concentrés et produisaient significativement plus de lait que ceux ayant reçu l'eau de puits.

Il a également montré qu'il existait une différence de production laitière à l'intérieur d'un même groupe selon que l'eau de boisson était fraîche ou chaude. En effet, celles qui recevaient de l'eau fraîche produisaient plus de lait même si les différences avec les autres n'étaient pas significatives ($p > 0,05$).

FAWZIA et BAYOUMI (14) ont réalisé le même type d'essai sur des brebis auxquelles ils offrirent de l'eau salée (1,3 % de sel dissout). Ces dernières produisirent moins de lait que leurs congénères abreuvés à l'eau du robinet. Les différences de production laitière étaient plus significatives ($p < 0,01$) vers la fin de la lactation. (voir fig 3 page 29).

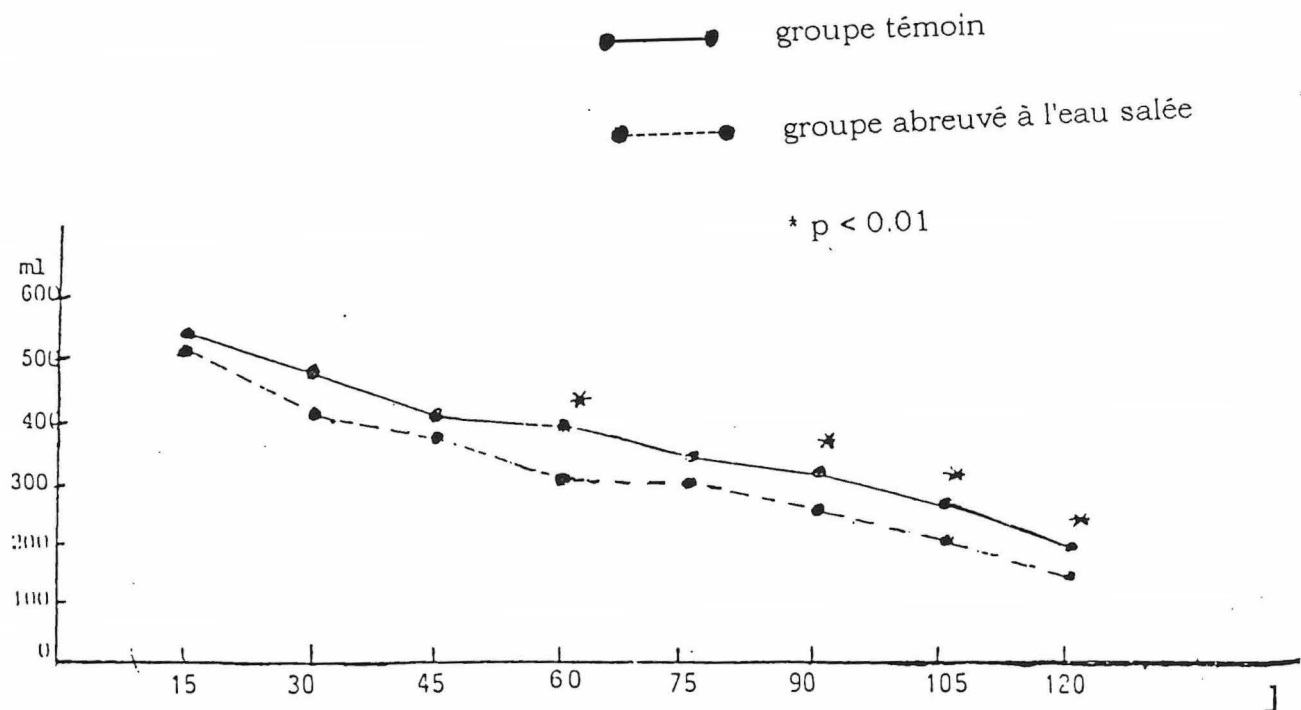
4-CONCLUSION

L'élevage en zones arides et semi-arides est sous la dépendance des disponibilités en eau. Le climat chaud et sec augmente les besoins du bétail, alors qu'il raréfie les points d'abreuvement.

La diminution de l'alimentation hydrique, qu'elle résulte d'un rationnement de l'eau ou d'un espacement de l'abreuvement, a des conséquences sur le comportement alimentaire et sur l'utilisation de la ration alimentaire par les animaux.

Les performances zootechniques sont peu modifiées par un abreuvement tous les deux jours. Cependant, la production des femelles en lactation est affectée par un abreuvement tous les trois jours.

Il semble que la qualité de l'eau est un paramètre plus influent que le rythme d'abreuvement (une fois tous les deux ou trois jours). En effet, lorsque l'abreuvement n'est pas quotidien, l'ingestion d'eau augmente à chaque prise.



SCHEMA 3 : Production laitière des brebis abreuvées à l'eau salée par rapport aux témoins d'après FAWZIA et BAYOUMI (14).

III-CONCLUSION GENERALE

Dans les les régions chaudes arides et semi-arides, l'élevage est sous la dépendance des disponibilités en eau. En effet, dans ces zones, la rigueur du climat conditionne d'une part, la fréquence d'abreuvement des animaux, d'autre part, la qualité et la quantité des aliments disponibles. Le climat chaud et sec augmente les besoins du bétail en eau alors qu'il raréfie les points d'abreuvement. Dans ces conditions, les animaux développent des adaptations physiologiques et comportementales en vue de faire face à la pénurie de l'eau. Aussi, les performances de production et de reproduction se verront dans ces conditions influencées, d'une part, par la disponibilité de l'eau, sa qualité, d'autre part, par le contexte alimentaire défavorable. Les adaptations physiologiques et comportementales passent par:

une réduction des pertes fécales d'eau (fécès plus sèches),
une diminution du volume avec une concentration très importante des urines,
des mouvements d'eau entre les différents compartiments hydriques, notamment du tube digestif vers les espaces interstitiel, intracellulaire et vers le sang,
une diminution de la fréquence respiratoire et des pertes d'eau par évaporation,
 la sélection de végétaux humides ou contenant un faible taux de sel lors du pâturage.

On remarque aussi que certains animaux présentent un pelage léger (cas du zébu par exemple) et/ou réfléchissant. Par ailleurs, pendant les heures chaudes de la journée les animaux peuvent également utiliser des abris, se protégeant ainsi contre la forte insolation.

En ce qui concerne les performances zootechniques, un abreuvement tous les deux jours les modifie peu. Cependant, **la production des femelles en lactation est affectée par un abreuvement tous les trois jours.** Par ailleurs, **la qualité de l'eau semble être le paramètre le plus important dans le cas d'un abreuvement tous les deux ou trois jours.**

BIBLIOGRAPHIE

1-ADEGBOLA T.A. and ABROHA F.C., (1984).

Water intake and excretion of west African dwarf sheep in southern Nigeria.
J. Anim. Prod. Res., 4 (1) , 85-97.

2-AGANGA A.A., UMUNNA N.N., OYEDIPE E.O. and OKOH P.N., (1988).

Seasonal Variations in Water Requirement and Influence of Intermittent Watering on Grazing Yankassa Sheep.
Small Ruminant Research., 1, 381-386.

3-AGANGA A.A., UMUNNA N.N., OYEDIPE O.E. and OKOH P.N.(1989).

Influence of Water Restriction on Some serum Components in Yankassa Ewes.
Small Ruminants Research., 2 ,19-26.

4-BAKER M.A., (1990).

Seawater Consumption and Water Economy of Tropical Feral Goats.
BIOTROPICA; 22 (4) : 416-419.

5-BROSH A., CHOSHNIK I., TADMOR A. and SHKOLNIK A., (1986).

Infrequent drinking, digestive efficiency and particle size of digesta in black Bedouin goats.
J. agric. Sci. Camb., 106, 575-579.

6-BROSH A., CHOSHNIK I., TADMOR A. and SHKOLNIK A., (1988).

Physico-chemical condition in the rumen in Bedouin goats: Effect of drinking, food quality and feeding time.
J. agric. Camb., 111, 147-153.

7-BROSH A., SHKOLNIK A. and CHOSHNIK I., (1986).

Metabolic effects of infrequent drinking and low quality feed on Bedouin goats.
Ecology., 67 (4), 1086-1090.

8-BROSH A., SHKOLNIK A. and CHOSHNIK I., (1987).

Effects of infrequent drinking on the nitrogen metabolism of Bedouin goats maintained on different diets.
J. agri. Sci. Camb., 109, 165-169.

9-BURKE M.G. (1990).

Seawater Consumption and Water Economy of Tropical Feral Goats.
BIOTROPICA., 22 (4), 416-419.

10-CHALLIS D.J., ZEINSTRA J.S., ANDERSON M.J., (1987).

Some effects of water quality on the performance of high yielding cows in an arid climate.

Veterinary Record., 120, 12-15.

11-EL-NOUTHY F.D., AL-HAIDARY A. and BASMAEIL S.M., (1990).

Physiological responses, feed intake, urine volume and serum osmolality of Aardi goats deprived of water during spring and summer.

AJAS., Vol 3, N°4, 331-336.

12-FARID M.F.A., (1985).

Water intake and excretion of camels and sheep in relation to diet characteristics and water deprivation.

Proceedings of the Third Asian Australian Association of Animal Production. Animal Science congress, Seoul, May 6-10, 799-801.

13-FARID M.F.A., AHMED M.H., HASSAN N.I., BORHAMI B.E. and SAFINAZ M.S., (1987).

Effect of drinking saline well water in sheep: I. Feed and nitrogen utilization; In: International Conference on Animal Production in Arid Zones (I.C.A.P.A.Z) , Part II, Syrie, September 7-12, 893-905.

14-FAWZIA A. and BAYOUMI M.T., (1990).

Effects of drinking saline water on reproduction in the ewe, milk yield and lamb growth.

Int. J. Anim., 5: 77-82.

15-FRENCH M.H., (1956).

The effect of infrequent water intake on the consumption and digestibility of hay by zebu cattle.

Empire Journal of Exper. Agric., Vol 24, N°94, 128-136.

16-GAUTHIER-PELTERS H., (1977).

Contribution à l'étude de l'écophysiologie du dromadaire en été dans son milieu naturel (moyenne et haute Mauritanie).

Bulletin de l'I.F.A.N., T. 39, Ser.A., N°2.

17-GUERIN H., (1987).

Effets du rythme d'abreuvement sur l'alimentation et les performances des ruminants en régions arides et semi-arides.

Etudes et synthèses de l' I.E.M.V.T. N°30, 853-880.

18-HASSAN G.E.A., (1989).

Physiological Responses of Anglo-Nubian and Baladi Goats and their crossbreds to water deprivation under Sub tropical conditions.

Livestock Production Science., 22, 295-304.

19-IKHATUA U.J., EHOCHÉ O.W. and UMOH J.E., (1985).

Effects of restricted water on feed intake, nutrient utilization and nitrogen balance in zebu cattle.

J. Agric. Sci. Camb., 105, 463-467.

20-JOHNSON W.L., JAVIER T.R., HARDISSON W.A., ORDEVEZA A.L., (1966).

The effects of restricted water intake on feed intake, digestibility and on nitrogen balance with cattle in Carabao.

Philippine Agriculturist., 49, 668-680.

21-KANDIL H.M., SOOUD A.O., FARID F.A., EL-SHAER H.M. and EL-ASHRY M.A., (1987).

Effects of drinking saline water on feed utilization and nitrogen and mineral balances in camel.

In: International Conference on Animal Production in Arid Zones (I.C.A.P.A.Z) , Part II, Syrie, September 7-12, 918-932.

22-KING J.M., (1983).

Livestock water needs in pastoral Africa in relation to climate and forage.

I.L.C.A. Research Report (addis Ababa, Ethiopia), N°7.

23-LAURENT F., (1972).

Le rôle de l'eau dans l'épidémiologie des maladies bactériennes et virales chez les animaux.

Thèse Doct Vet., Lyon, N°27.

24-MALOY G.M.O., (1973).

Water metabolism of East African ruminants in arid and semi-arid regions.

Zeitschrift für Tierzucht und zuchtungs biologie., Vol 90, N°3, 219-228.

25-MICHEL M., (1992).

L'abreuvement du bétail en zones arides et semi-arides.

E.N.I.T.A. de Dijon (chaire de production animale), France, dossier bibliographique 20 pages.

26-MITTAL P., (1985).

Impact of water stress on goat production under Indian arid zone.

Proceedings of the third AAAP Animal Science Congress, May 6-10, 796-798.

27-MITTAL J.P. and GHOSH P.K., (1986).

Effect of prolonged intermittent water restriction on the reproductive performance of ewes in the Indian desert.

Animal Production., 43, 255-260.

28-MITTAL J. P., (1988).

Use of nitrate and magnesium rich water in desert sheep farming.
Central Arid Zone Research Institute., Jodhpur, India.

29-MOREL P.C., (1976).

Helminthoses du bétail liées aux milieux aquatiques.
Etudes et synthèses de l'I.E.M.V.T. Maisons-Alfort, France.

30-NICHOLSON M.J., (1985).

The water requirements of livestock in Africa.
In Out look on Agriculture, Vol 14, N°4.

31-NICHOLSON M.J., (1987).

The effect of drinking frequency on some aspects of the productivity of zebu cattle.
J. agric. sci. Camb., 108, 119-128.

32-NICHOLSON M.J. and SAYERS A.R., (1987).

Relationships between body weight, condition score and heart girth changes in boran cattle.
Tropical Animal Health Production., 19, 115-120.

33-PIROHIT G.R., GHOST P.K. and TANEJA G.C., (1971).

Water metabolism in desert sheep: effects of various degrees of water restriction on the distribution of body water in marwari sheep.
Aust. J. agric. Res., 23, 685--691.

34-SAFINAZ M.S., FARID M.F.A. and AHMED M.H., (1987).

Effect of drinking saline well water in sheep: II. rumen function and the rumen protozoal population.
In: International conference on Animal Production in Arid Zones (I.C.A.P.A.Z).
, Part II, Syrie, September 7-12, 906-917.

35-SERRES H., (1980).

Politique d'hydraulique pastorale (developpement en zones arides).
PRESSE Universitaire de France (Agence de coopération technique et culturelle).

36-SECK .O.K., (1991).

Effet de la qualité de l'abreuvement sur l'alimentation et les performances zootechniques des ruminants en régions arides et semi-arides.
Synthèse bibliographique, D.E.S.S. de Productions Animales en Régions chaudes. 10 pages.

37-SHIRLEY R.L., (1985).

Water requirements for grazing ruminants and water as a source of minerals.
Nutrition of Grazing Animals., 37-57.

38- SIEBER B.D. and MACFARLANE W.V., (1975).

Water turnover and renal function of dromaderies in the desert.
Physiological Zoology., 44, 225-240.

39-SILANIKOVE., (1989).

Interrelationships between water, food and digestible energy intake in desert and temperate goats.
Appetite., 12, 163-170.

40-SINGH N.P., MORE T. and SAHNI K.L., (1976).

Effect of water deprivation and feed intake, nutrient digestibility and nitrogen retention in sheep.
J. agric. Sci. Camb., 86, 431-433.

41-THORNTON R.F. and YATES N.G., (1968).

Some effects of water restriction on apparent digestibility and water excretion of cattle.
Aust. J. agric. Res., 19, 665-672.

42-WITTEMBERG C., CHOSHNIK I., SHKOLNIK A., THURAU K. and ROSENFELD J., (1896).

Effect of dehydration and rapid rehydration on renal function and on plasma renin and aldosterone levels in the black bedouin goats.
Pflügers Arch., 406, 405-408.

43-YAGIL R., VAN CREVELD C., OREN T., ROGEL A. and ARONSON A., (1988).

Responses of Awassi sheep and Black goats to grazing in summer.
Int. J. Anim. Sci., 3, 181-189.