

# Sommaire

147-148 Editorial (*en français*)

149-150 Editorial (*en anglais*)

## RESSOURCES ALIMENTAIRES

151-162 **Analyse de l'évolution du système pastoral du Maroc oriental.** Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad M., Bendaou M. (*en français*)

163-171 **Principales intoxications végétales chez les ruminants en zone méditerranéenne.** Mohammedi D., Mohammedi S., Keck G. (*en français*)

## SYSTEMES LAITIERS

173-182 **Typologie exploratoire des systèmes d'élevage laitier familiaux de la mégalopole du Grand Caire en Egypte, contraintes et opportunités.** Daburon A., Tourrand J.F., Alary V., Ali A., Elsorougy M. (*en français*)

183-191 **Performances des exploitations laitières familiales au Maroc : arguments pour l'amélioration du prix du lait à la ferme et de l'appui technique.** Sraïri M.T., Chergui S., Iguel H., Sannito Y. (*en français*)

193-200 **Stratégies d'adaptation des éleveurs bovins laitiers en zone montagneuse d'Algérie.** Mouhous A., Alary V., Huguenin J. (*en français*)

## SYSTEMES D'ELEVAGE

201-212 **Complexité de l'élevage dans les systèmes d'agriculture-élevage des *New Reclaimed Lands* (NRL) en Egypte.** Osman M., Daoud I., Melak S., Salah E., Hafez Y., Haggah A., Aboul Naga A., Alary V., Tourrand J.F. (*en anglais*)

## FILIERE CAMELINE

213-221 **Elevage camelin en Afrique du Nord : état des lieux et perspectives.** Faye B., Jaouad M., Bhrawi K., Senoussi A., Bengoumi M. (*en français*)

223-228 **Qualité de la viande de dromadaire dans les abattoirs de Ouargla en Algérie. I. Quelques caractéristiques physico-chimiques de la viande au cours de la maturation.** Benaïssa A., Ould El Hadj-Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Mehiriq M., Boufaghes B., Attoussi M., Samili H., Becila S. (*en français*)

**229-233**    **Qualité de la viande de dromadaire dans les abattoirs de Ouargla en Algérie. II. Contamination bactérienne superficielle des carcasses.** Benaïssa A., Ould El Hadj Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Hammoudi M., Riad A. (*en français*)

## SANTE ANIMALE

**235-240**    **Séroprévalence et facteurs de risque des hémoparasitoses (theilériose, babésiose et anaplasmose) chez les bovins dans quatre grandes régions d'élevage du Maroc.** Rahali T., Sahibi H., Sadak A., Ait Hamou S., Losson B., Goff W.L., Rhalem A. (*en français*)

**241-247**    **Epidémiologie de la theilériose tropicale bovine (infection par *Theileria annulata*) en Tunisie : une synthèse.** Gharbi M., Rjeibi M.R., Darghouth M.A. (*en français*)

# Contents

147-148 Editorial (*in French*)

149-150 Editorial (*in English*)

## FEED RESOURCES

151-162 **Analysis of the evolution of the pastoral system of Eastern Morocco.** Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad M., Bendaou M. (*in French*)

163-171 **Major plant poisonings in ruminants in the Mediterranean area.** Mohammedi D., Mohammedi S., Keck G. (*in French*)

## DAIRY SYSTEMS

173-182 **Typology of dairy family farming systems in the megalopolis of Greater Cairo in Egypt, constraints and opportunities.** Daburon A., Tourrand J.F., Alary V., Ali A., Elsorougy M. (*in French*)

183-191 **Performances of family dairy farms in Morocco: Arguments for improving farm milk price and technical support.** Srairi M.T., Chergui S., Igueld H., Sannito Y. (*in French*)

193-200 **Adaptive strategies of dairy farmers in mountainous areas of Algeria.** Mouhous A., Alary V., Huguenin J. (*in French*)

## LIVESTOCK SYSTEMS

201-212 **Animal husbandry complexity in the crop-livestock farming systems of the New Reclaimed Lands in Egypt.** Osman M., Daoud I., Melak S., Salah E., Hafez Y., Haggah A., Aboul Naga A., Alary V., Tourrand J.F. (*in English*)

## CAMEL PRODUCTION SECTOR

213-221 **Camel farming in North Africa: Current state and prospects.** Faye B., Jaouad M., Bhrawi K., Senoussi A., Bengoumi M. (*in French*)

223-228 **Quality of camel meat in the slaughterhouse of Ouargla in Algeria. I. Some physical and chemical characteristics of meat during ageing.** Benaissa A., Ould El Hadj-Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Mehriq M., Boufaghes B., Attoussi M., Samili H., Becila S. (*in French*)

**229-233 Camel meat quality in the slaughterhouse of Ouargla in Algeria. II. Bacterial surface contamination of carcasses.** Benaissa A., Ould El Hadj Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Hammoudi M., Riad A. (*in French*)

## **ANIMAL HEALTH**

**235-240 Seroprevalence and risk factors of bovine hemoparasitic diseases (theileriosis, babesiosis and anaplasmosis) in four major breeding areas of Morocco.** Rahali T., Sahibi H., Sadak A., Ait Hamou S., Losson B., Goff W.L., Rhalem A. (*in French*)

**241-247 Epidemiology of tropical bovine theileriosis (*Theileria annulata* infection) in Tunisia: A review.** Gharbi M., Rjeibi M.R., Darghouth M.A. (*in French*)

# Sumario

147-148 Editorial (*en francés*)

149-150 Editorial (*en inglés*)

## RECURSOS ALIMENTICIOS

151-162 **Análisis de la evolución del sistema pastoril de Marruecos oriental.** Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad M., Bendaou M. (*en francés*)

163-171 **Principales intoxicaciones vegetales en los rumiantes en zona mediterránea.** Mohammedi D., Mohammedi S., Keck G. (*en francés*)

## SISTEMAS LECHEROS

173-182 **Tipología exploratoria de los sistemas de cría lechera familiares de la megápolis de Gran Cairo en Egipto, obstáculos y oportunidades.** Daburon A., Tourrand J.F., Alary V., Ali A., Elsorougy M. (*en francés*)

183-191 **Rendimientos de los establecimientos lecheros familiares en Marruecos: argumentos para la mejoría del precio de la leche en la finca y del apoyo técnico.** Sraïri M.T., Chergui S., Igueld H., Sannito Y. (*en francés*)

193-200 **Estrategias de adaptación de los criadores de bovinos lecheros en la zona montañosa de Argelia.** Mouhous A., Alary V., Huguenin J. (*en francés*)

## SISTEMAS DE GANADERIA

201-212 **Complejidad de la cría animal en los sistemas de fincas agrícolas-ganaderas en las Tierras Recién Reclamadas en Egipto.** Osman M., Daoud I., Melak S., Salah E., Hafez Y., Haggah A., Aboul Naga A., Alary V., Tourrand J.F. (*en inglés*)

## PRODUCCION DE CAMELLOS

213-221 **Cría de camélidos en África del Norte: situación actual y perspectivas.** Faye B., Jaouad M., Bhrawi K., Senoussi A., Bengoumi M. (*en francés*)

223-228 **Calidad de la carne de dromedario en los mataderos de Ouargla en Argelia. I. Algunas características físico-químicas de la carne durante la maduración.** Benaïssa A., Ould El Hadj-Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Mehiring M., Boufaghes B., Attoussi M., Samili H., Becila S. (*en francés*)

**229-233** Calidad de la carne de dromedario en los mataderos de Ouargla en Argelia. **II. Contaminación bacteriana de las carcasas.** Benaissa A., Ould El Hadj Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Hammoudi M., Riad A. (*en francés*)

## SALUD ANIMAL

**235-240** Seroprevalencia y factores de riesgo de hemoparasitosis (theileriosis, babesiosis y anaplasmosis en los bovinos de cuatro regiones principales de cría de Marruecos. Rahali T., Sahibi H., Sadak A., Ait Hamou S., Losson B., Goff W.L., Rhalem A. (*en francés*)

**241-247** Epidemiología de la theileriosis tropical bovina (infección por *Theileria annulata*) en Túnez: síntesis. Gharbi M., Rjeibi M.R., Darghouth M.A. (*en francés*)

# Editorial

*Un numéro thématique sur l'élevage autour de la Méditerranée dans une revue essentiellement tropicaliste, cela peut surprendre. Toutefois, il est aisé de constater que la revue publie de plus en plus d'articles relevant de l'activité d'élevage dans le nord de l'Afrique, voire au Moyen-Orient. De plus, la stratégie géopartenariale du Cirad \* a évolué vers un intérêt grandissant pour cette zone, du fait des complémentarités économique et sociale prévalant entre l'Europe et le versant sud de la Méditerranée. Enfin, face aux enjeux actuels de la globalisation économique, de l'émergence des risques climatiques et épidémiologiques, de l'accélération des migrations, et de la nécessité d'approvisionner en protéines animales une population humaine de plus en plus urbanisée, l'élevage sous toutes ses formes et dans toutes ses dimensions joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire et le maintien des populations rurales. Autant de raisons pour qu'un numéro thématique sur cette région du monde ait toute sa place dans la revue.*

*Le présent numéro rassemble ainsi onze articles abordant la problématique de l'élevage méditerranéen sous plusieurs angles d'approche, de la ressource aux filières, des systèmes d'élevage à la santé animale. Ce n'est un secret pour personne que le Maghreb est confronté à une pression accrue sur les ressources pastorales dans une zone affectée par une aridification des milieux. Un premier article (Bechchari et coll.) fait état de la situation actuelle au Maroc oriental, montrant, de fait, une certaine régression des faciès de bonne productivité au profit de formations moins favorables à l'élevage, ce qui induit de la part des pasteurs des stratégies d'adaptation, décrits dans l'article, comme le changement de race animale et l'usage croissant de la supplémentation alimentaire. Accessoirement, la dégradation des ressources peut conduire les animaux d'élevage à se rabattre sur des espèces a priori peu appréciées et potentiellement toxiques (Mohammedi et coll.). Ces intoxications, spécifiques ou non à la région, sont le fait de quelques plantes désormais bien identifiées.*

*Si les systèmes d'élevage dans le nord de l'Afrique ont connu de fortes évolutions au cours des dernières décennies, c'est sans doute dans le domaine laitier que ces évolutions ont été les plus marquantes, que ce soit en Egypte dans les zones périurbaines (Daburon et coll.) au sein des exploitations familiales participant à l'approvisionnement de la mégapole du Caire, au Maroc (Sraïri et coll.) où l'enjeu de l'amélioration des performances zootechniques et économiques des exploitations familiales du Gharb est analysé en se focalisant sur le prix de revient du litre de lait, et enfin en Algérie (Mouhous et coll.) où les stratégies d'adaptation des élevages familiaux en zones de montagne, basées notamment sur la capacité à capter des dotations favorables, sont soulignées. Si la spécialisation (lait ou viande) est une voie possible pour se plier aux contraintes des marchés et aux opportunités liées aux subventions du moment, pour les petits élevages familiaux, une intégration accrue aux activités agricoles dans les milieux plus favorables, comme le delta du Nil en Egypte (Osman et coll.), est également une possibilité s'appuyant sur le rôle multifonction de l'animal au sein de ces systèmes mixtes associant agriculture et élevage dans des régions où, traditionnellement, ces deux activités cohabitaient plus qu'elles ne travaillaient ensemble.*

*La plupart des études sur l'élevage en Méditerranée se focalisent sur l'élevage bovin, notamment laitier, et ovin, largement dominant dans la zone. Pourtant, le versant sud de la Méditerranée se caractérise par la présence, certes secondaire mais néanmoins essentielle dans les régions les plus arides, d'un élevage camelin. Cette filière, relativement peu étudiée, fait l'objet dans le présent numéro d'une revue sur l'état actuel des connaissances en la*

*matière ainsi que sur les perspectives de développement (Faye et coll.). Si la spéculation laitière chez cette espèce connaît un important mais récent développement, c'est surtout la filière viande qui structure l'élevage camelin actuel. On s'intéressera ici à un aspect de première importance concernant la viande de dromadaire, tout particulièrement en Algérie (Benaïssa et coll.), à savoir sa qualité, à la fois physico-chimique au cours de la maturation de la viande et bactériologique, témoignant ainsi des conditions d'abattage et de mise sur le marché de ce produit largement consommé dans les régions rurales désertiques.*

*Il est fréquent de terminer un numéro par les aspects vétérinaires, les maladies animales étant une contrainte de l'élevage, il n'est sans doute pas souhaité de leur donner la première place. Dans le bassin méditerranéen comme ailleurs, la santé animale représente un frein largement souligné dans la littérature et par les acteurs de l'élevage. Parmi les maladies animales, le présent numéro s'est focalisé sur les maladies hémoparasitaires bovines dont l'effet débilant est fort connu. Deux articles en témoignent, soulignant, d'une part, leur importance quantitative sur la base d'une enquête de prévalence des hémoparasitoses bovines menées dans quatre régions du Maroc (Rahali et coll.) et, d'autre part, le mode de dissémination de l'une d'entre elles (la theileriose) en Tunisie (Gharbi et coll.).*

*Ce numéro thématique montre la diversité des questionnements, des enjeux et des contraintes à l'élevage dans un ensemble géographique marqué lui-même par une certaine variabilité des écosystèmes, depuis les régions fertiles du delta du Nil jusqu'aux portes du Sahara, en passant par les montagnes plus ou moins arides qui façonnent toute la région.*

*Bernard Faye  
Coordinateur du numéro thématique*

---

\* [www.cirad.fr/](http://www.cirad.fr/)

# Editorial

*A thematic issue on livestock farming in the Mediterranean in a mainly tropicalist journal may come as a surprise. However, it is easy to notice that the journal has published lately more articles on animal farming in North Africa or even the Middle East. Furthermore, CIRAD\*'s geographical partnership strategy has led to a growing interest in this area because of social and economic complementarities that prevail between Europe and the Southern part of the Mediterranean. Finally, in the face of today's challenges of economic globalization, emergence of climatic and epidemiological risks, acceleration of migration, and need to supply an increasingly urbanized human population with animal protein, livestock farming in all its forms and dimensions plays a vital role in food security and in maintaining rural populations. All the more reasons for a thematic issue on this region of the world to take its full place in the journal.*

*This issue comprises eleven articles and approaches problematics of Mediterranean livestock farming from different angles, from resources to animal production sectors, and from livestock farming systems to animal health. It is no secret that Maghreb is facing increased pressure on pastoral resources in an area affected by increased aridity. A first article (Bechchari et al.) analyzes the current situation in Eastern Morocco and shows some regression of good-productivity facies to the benefit of formations with lesser interest to livestock, which leads herders to apply adaptation strategies described in the article, e.g. swapping animal breeds and increasing the use of food supplements. Incidentally, resource degradation can force livestock to feed on species that may be less palatable and potentially toxic (Mohammedi et al.). These intoxications, specific to the region or not, are caused by plants that are now clearly identified.*

*Livestock systems in Northern Africa have been undergoing major changes in the past decades. However, it is undoubtedly in the dairy sector that these changes are most striking, whether in i) Egypt in suburban areas (Daburon et al.), where family farms contribute to supplying Cairo megalopolis, ii) Morocco (Srairi et al.), where the challenge to improve livestock and economic performances of family farms in Gharb area is analyzed with a focus on the cost price of a liter of milk, or iii) Algeria (Mouhous et al.), where the adaptation strategies of family farms in mountainous areas are highlighted, in particular their ability to secure endowments. Specialization (milk or meat) may be a way to comply with market constraints and opportunities related to ongoing subsidies. However, another possibility is for small family farms to expand farming activities in more favorable environments, as in the Nile delta in Egypt (Osman et al.), using the multifunctional role of animals in mixed crop-livestock systems, although the two activities are traditionally run separately rather than in combination in these areas.*

*Most studies on farming in the Mediterranean focus on cattle – especially dairy –, and sheep, largely dominant in the area. Yet, the Southern part of the Mediterranean is characterized by the lesser nonetheless crucial presence of camel breeding in the most arid parts. This sector, comparatively little studied, is reviewed in this issue with a focus on the current state of knowledge on the subject and on development prospects (Faye et al.). If speculation on camel milk has undergone recent but significant development, it is mainly the meat sector that shapes today's camel breeding. We focus here on a key aspect concerning camel meat, especially in Algeria (Benaïssa et al.), i.e. its quality, both physicochemical during meat ageing, and bacteriological, showing conditions of slaughter and marketing for this product widely consumed in rural desert areas.*

*It is common to end an issue with veterinarian aspects. As animal diseases are a constraint of livestock, it may not be desirable to give them the first place. In the Mediterranean and elsewhere, animal health is a limiting factor largely emphasized in the literature and by livestock actors. Among animal diseases, this issue focuses on blood parasitic diseases in bovine, whose debilitating effect is well known. One article stresses their quantitative importance based on a prevalence survey of bovine hemoparasitic diseases conducted in four regions of Morocco (Rahali and al.). Another article reviews how one of these diseases, i.e. theileriosis, disseminates in Tunisia (Gharbi et al.).*

*This issue shows the diversity of questions and constraints on farming in a geographical area marked by some variability of its ecosystems, from the fertile areas of the Nile delta to the gates of Sahara, and the more or less arid mountains that shape the entire region.*

*Bernard Faye  
Thematic Issue Coordinator*

---

\* <http://www.cirad.fr/en>

*Translated from the French by M.-C. Maraval*

# Analyse de l'évolution du système pastoral du Maroc oriental

A. Bechchari<sup>1\*</sup> A. El Aich<sup>2</sup> H. Mahyou<sup>1</sup>  
M. Baghdad<sup>2</sup> M. Bendaou<sup>1</sup>

## Mots-clés

Ovin – Parcours – Dégradation des terres – Pastoralisme – Politique de développement – Maroc.

## Résumé

Le système pastoral des hauts plateaux du Maroc oriental est caractérisé par l'étendue des parcours (3,2 millions d'hectares) et la dominance de l'élevage ovin (1,2 million de têtes). Ce travail, mené à Béni Mathar au nord et à Maâtarka au sud, traite la question des changements d'occupation des terres de parcours et de conduite des troupeaux, à partir de l'hypothèse d'une dégradation des parcours suivie d'une baisse de la pression de pâturage. Cette dynamique est perçue par l'étude de l'occupation des sols en 1970, 1988 et 2013. Les modes de conduite sont identifiés au travers d'enquêtes (85) et lors d'ateliers participatifs. L'analyse de l'occupation des sols montre la régression des bonnes formations végétales et leur substitution par des formations de moindre valeur, et une baisse des apports fourragers sur parcours. Parallèlement, on note une augmentation des effectifs d'animaux de moins en moins mobiles et de plus en plus supplémentés (20 à 40 p. 100 de satisfaction des besoins, essentiellement par l'orge et le son de blé), et un changement progressif dans la composition raciale des troupeaux en faveur de la race Ouled Djellal (à valeur commerciale compétitive) au détriment de la race locale Béni Guil. L'histoire de la société pastorale étudiée témoigne d'une capacité d'adaptation malgré les perturbations socio-économiques et climatiques relevées depuis l'indépendance. Les grands éleveurs (plus de 200 brebis) profitent davantage des pâturages et savent mieux spéculer lors de la commercialisation que les petits éleveurs (moins de 50 brebis) qui sont davantage menacés par l'abandon de l'élevage.

## ■ INTRODUCTION

L'activité pastorale au Maroc oriental est au centre de nombreux enjeux. Les aspects sociopolitiques ont dicté, depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, la fixation des populations autrefois nomades. La dégradation des parcours steppiques de la zone s'est accentuée au fil des années donnant lieu à une perte de biomasse et à l'altération de la biodiversité des espèces végétales.

L'aridité du milieu et la fréquence élevée des années de sécheresse comptent parmi les facteurs responsables de la faible productivité et de l'affaiblissement de la capacité de régénération du couvert

végétal sur un sol pauvre et très vulnérable à l'érosion. L'abandon progressif de la mobilité des troupeaux et leur sureffectif, ainsi que l'extension des terres de culture sont autant de facteurs qui accélèrent les processus de dégradation de la végétation (23).

Dans cette étude, focalisée sur les communes de Béni Mathar au nord et de Maâtarka au sud, nous avons analysé l'évolution du système pastoral de la zone des hauts plateaux du Maroc oriental, communément connu pour l'élevage ovin sur de vastes étendues de parcours collectifs. La dynamique des principales formations pastorales de la zone a été abordée pour tenter de déterminer si les stratégies suivies par les éleveurs tiennent compte de la dynamique de la végétation exploitée. Des données sur la population de ces communes sont présentées dans le tableau I.

Devant les projections climatiques défavorables, comme la récurrence des années de sécheresse (22) qui ne permettent pas la restauration des ressources pastorales sous pression animale croissante, les hypothèses suivantes ont été émises : a) la dynamique de

1. Institut national de la recherche agronomique, BP 415 RP, Rabat, Maroc.

2. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat Instituts, Rabat, Maroc.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : +212 (0)6 67 24 10 34

E-mail : bechchari@yahoo.com

Tableau I

Population dans la zone d'étude située dans l'Oriental au Maroc en 2010

	Habitants	Densité (hab./km <sup>2</sup> )	Accroissement (%)	Ménages (nb. de personnes)	Pauvreté (%)
Béni Mathar	7 078	2 à 5	3,1	1 152 (6)	37
Maâtarka	8 030	< 1	- 0,7	1 125 (7)	62,5

■ RESSOURCES ALIMENTAIRES

la végétation s'accompagne de la régression des bonnes formations végétales en faveur d'espèces de moindre valeur fourragère, et b) la dégradation des ressources végétales, en affectant l'offre fourragère sur parcours, conduit à la baisse des effectifs ovins.

Jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle, la nature du milieu et la complémentarité entre les différents secteurs de la zone avaient toujours orienté les populations vers un mode d'exploitation des ressources basé sur le nomadisme (13). La zone était qualifiée de zone pastorale à élevage vraiment extensif jusqu'à l'occupation par les troupes françaises en 1904, date d'un pacte avec les notables de Béni Mathar. La société pastorale des hauts plateaux est passée, en quelques années seulement, d'une société nomade (ou du moins d'une société où le déplacement occupe une place importante) à une société fixée sur des aires de pâturage, sur lesquelles les amplitudes de déplacement étaient de plus en plus restreintes (19), limitées à une dizaine de kilomètres du campement.

Les signes de destruction de la société pastorale remontent aux années 1920 quand plusieurs facteurs ont progressivement transformé le nomadisme de la zone. On note, entre autres, le problème de la sécurité, la création de nouveaux marchés largement tournés vers l'exportation, l'ouverture des mines et des chantiers de l'alfa, la démographie, des changements dans les formes de solidarité, l'expansion de l'agriculture, l'effet des aléas climatiques. Les communautés pastorales de base (réseaux de relations sociales effectives ou *douars* [groupements d'habitations] [29]), qui avaient l'habitude de se déplacer en groupe défensif et de camper ensemble, ne le font plus depuis les années 1940.

Après la sécheresse de 1945-46 et ses effets néfastes sur les troupeaux (beaucoup de troupeaux décimés), les années 1950 ont marqué le début du nomadisme de petits groupes et l'apparition du camion chez les plus gros éleveurs aux dépens du dromadaire qui recule alors progressivement. C'est à cette époque qu'on note un grand nombre de petits éleveurs qui vivaient sur un parcours d'élevage à rayon court, l'importance du travail salarial temporaire (dépendance d'une grande partie de la population par rapport aux nouveaux revenus provenant du travail dans les mines, les chantiers d'alfa et l'émigration), et le début de la double implantation steppe/ville donnant lieu à une vie bipolaire (rurale et urbaine). La mobilité spatiale n'est plus qu'une alternative (arrêt des déplacements) vers les années 1960.

La société pastorale, très déstructurée à l'aube de l'indépendance (1956), s'est reconstruite, surtout après les années 1990, sur des bases nouvelles différentes de celles d'autrefois. Ainsi, environ 67 p. 100 des tentes et des troupeaux étaient encore installés en milieu rural, 22 p. 100 des familles vivaient en ville et 10 p. 100 avaient émigré. Ce rétablissement témoigne d'une capacité de réadaptation dictée par l'importance de l'activité d'élevage sur les vastes étendues de parcours.

A présent, la régression des apports fourragers des parcours et la tendance à la désertification ont favorisé l'émergence de nouveaux

systèmes d'élevage plus sédentaires et tributaires de la supplémentation. De plus, la recherche d'une diversification des sources de revenus pour pallier les incertitudes du milieu ont fait apparaître des comportements individuels opportunistes et des modes de vie bipolaires.

■ MATERIEL ET METHODES

L'étude concerne le système pastoral des hauts plateaux du Maroc oriental, reconnu pour leurs vastes faciès pastoraux (plus de trois millions d'hectares de pâturages) et l'activité dominante de l'élevage ovin sur parcours, conduit en mode extensif (environ 1,6 million de têtes).

Zone d'étude

Les communes de l'étude (figure 1) ont été sélectionnées en raison des différences de dégradation des ressources végétales supposées être plus fortes à Béni Mathar au nord qu'à Maâtarka au sud où

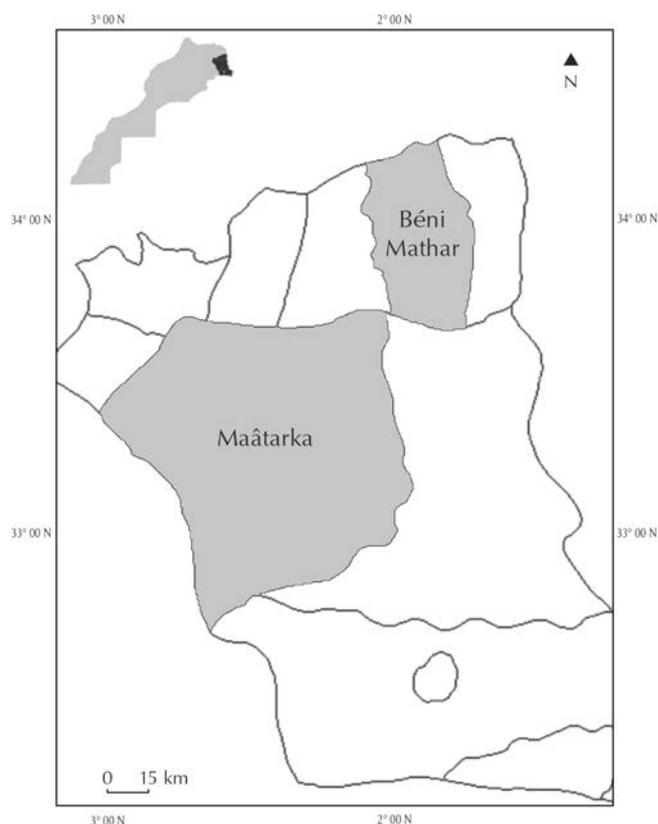


Figure 1 : carte montrant les deux communes de l'étude situées dans les hauts plateaux de l'Oriental au Maroc.

Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 2014, 67 (4) : 151-162

les espaces de pâturage sont plus étendus. Les éleveurs de Béni Mathar, plus sédentaires, exploitent un espace de 1 690 km<sup>2</sup> environ avec un effectif de 83 830 têtes, alors que ceux de Maâtarka exploitent un espace pastoral plus vaste de 6 980 km<sup>2</sup> environ avec un effectif de 272 210 têtes (tableau II).

Les systèmes d'élevage pratiqués sont de type pastoral extensif à semi-extensif. L'élevage, principale activité de la zone, se caractérise par une productivité annuelle faible de 14 à 18 kilogrammes par unité zootechnique (soit une brebis et sa suite), suite aux contraintes du milieu et à la conduite traditionnelle des éleveurs. Dominé par l'espèce ovine (tableau II), l'élevage tire profit des pâturages naturels de la zone et de la supplémentation en concentré (à base d'orge et de son) qui est devenue courante après les années 1980, malgré sa nette dépendance aux marchés et souks locaux.

Les terrains de parcours, globalement de statut collectif, sont ouverts à tous les usagers d'une même tribu avec une tendance au cantonnement à un niveau infratribal. Le climat de la zone (figure 2) est de type méditerranéen subaride à aride, à hiver froid à tempéré, avec un gradient bioclimatique décroissant du nord au sud. Les précipitations sont faibles et irrégulières et les températures moyennes annuelles avoisinent 19 °C. Les vents sont très fréquents et violents : le Chergui estival peut occasionner de véritables tempêtes de sable remontant du Sahara et contribuer nettement à l'élévation de l'évapotranspiration qui avoisine 1 200 mm/an (23).

Les grandes formations végétales rencontrées dans la zone sont les steppes à armoise blanche, les steppes à alfa, les steppes à chénopodiacées et les steppes désertiques présahariennes. Avec le phénomène de la dégradation, ces formations connaissent une dynamique régressive en faveur des steppes dégradées à *Noaea mucronata*, ou mixtes (*Anabasis*, asphodèles, *Thymelaea* et *Peganum harmala*), et

à psammophytes et gypso-halophytes (3). Dans ces différentes formations, une végétation annuelle à cycle court se développe. Les études réalisées sur les parcours de la zone dénotent une évolution régressive du couvert végétal (23) et mettent l'accent sur le phénomène de désertification prononcée dans la zone. D'ailleurs, la productivité végétale rapportée à l'hectare demeure en général très faible et ne dépasse pas 80 unités fourragères (UF)/ha.

**Collecte et traitement des données**

L'étude de la dynamique de la végétation s'est appuyée sur une analyse de l'importance des principales formations pastorales en 1970, 1988 et 2013. Pour 1970, les cartes d'occupation du sol (15) ont été scannées, puis les formations végétales ont été digitalisées. Les images Landsat des printemps 1988 et 2013 (www.usgs.gov) ont permis d'établir des estimations basées sur les classifications supervisées (sur Arcgis) sur la base des données provenant de l'étude de la cartographie des parcours en 1988 (9), et de nos propres observations et mesures de la végétation réalisées en 2013.

L'étude des causes du changement du système pastoral a été menée selon le modèle forces, pressions, état, impacts, réponses (FPEIR). Ce modèle permet d'analyser les relations entre des facteurs qui ont une incidence sur l'environnement selon une logique de causalité avec des indicateurs classés en fonction de l'étape du cycle de l'approche (25). Les forces représentent les perturbations indirectes relatant la problématique de la zone, et les pressions décrivent les actions ou activités induisant directement les changements.

L'effet de la dégradation sur les systèmes d'élevage et les stratégies d'adaptation a été estimé au travers d'une enquête auprès d'un échantillon de 85 éleveurs (35 à Béni Mathar et 50 à Maâtarka) choisis parmi les listes de vaccination et représentant les différentes tailles des élevages : les petits élevages (moins de 50 têtes), les moyens (50 à 200 têtes) et les grands (plus de 200 têtes).

Le questionnaire structuré utilisé a porté sur la situation des éleveurs et les composantes de l'élevage, en l'occurrence l'utilisation des parcours (choix des sites, règles d'accès, conflits) et la conduite de troupeaux (aspect technique d'élevage, main d'œuvre et relèvé). L'analyse factorielle a été faite par SPSS sur les variables et les indicateurs clés du questionnaire, ce qui a permis de regrouper ces variables en six facteurs (race, degré d'intensification de l'élevage, superficie possédée, effectif des animaux, paramètres de croissance, et couverture des besoins alimentaires) dont les trois premiers se sont avérés discriminants entre les communes étudiées.

**Tableau II**

Cheptel (têtes) dans la zone d'étude située dans l'Oriental au Maroc en 2010

	Ovins	Caprins	Bovins	Densité (UPB/km <sup>2</sup> )
Béni Mathar	83 830	12 720	2 500	57
Maâtarka	272 210	41 680	1 100	45

UPB : unité de petit bétail (ou équivalent ovine)

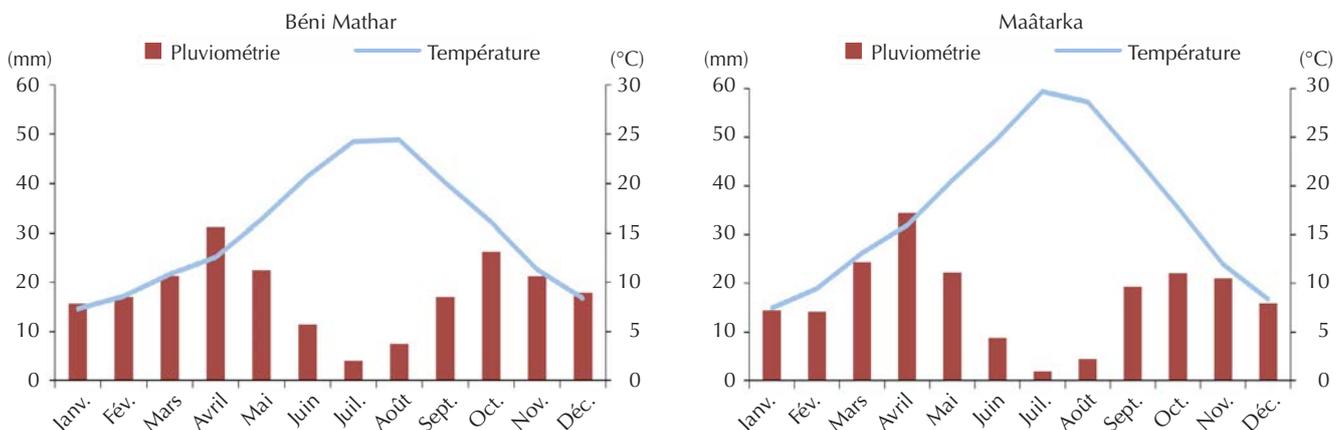


Figure 2 : diagrammes ombrothermiques (1931-2013) pour les deux communes situées dans l'Oriental au Maroc.

L'analyse de l'évolution des effectifs a été basée sur les informations des services d'élevage (actuellement Office national de sécurité sanitaire des produits alimentaires) et les statistiques disponibles ont permis de considérer le capital de femelles reproductrices pour éviter les divergences rencontrées lorsque les animaux de l'année étaient intégrés et pour procéder aux calculs des charges animales. Les charges réelles (ou effectives) ont été basées sur l'estimation du nombre d'animaux par hectare de parcours, alors que les intensités d'exploitation des pâturages ont été déduites du rapport entre la charge animale réelle et la capacité de charge.

La perception du climat et les stratégies d'adaptation ont été discutées au cours d'ateliers participatifs comprenant de 10 à 25 personnes (élites, éleveurs et personnes concernées par la gestion des parcours). Les débats, orientés par un animateur confirmé, ont porté notamment sur les pâturages, l'élevage, l'évolution de la taille des troupeaux, le mode de gestion. Les informations discutées ont été capitalisées par deux rapporteurs équipés de magnétophones (pour compléter ultérieurement les notes prises).

■ RESULTATS

**Dégradation des ressources pastorales**

La tendance à la désertification (34) s'est manifestée au niveau de la zone de l'étude depuis au moins les trois dernières décennies par une dynamique régressive des bons sites pastoraux (à alfa et à armoise), voire même des sites en état moyen. Ils ont été remplacés par des espaces défrichés et des formations dégradées où dominent des espèces indicatrices de la dégradation (figure 3). Les principales formations pastorales ainsi identifiées sont :

- les steppes à alfa en bon état ; formations où l'alfa (*Stipa tenacissima*) domine les élévations et les zones protégées ; les espèces en association comprennent *Thymus* sp., *Helianthemum* sp., *Asphodelus microcarpus*, *Artemisia herba-alba*, *Lygeum spartum*, *Noaea mucronata*, *Peganum harmala* et *Atractylis* sp. ;
- les steppes à alfa moyennement dégradées qui dominent la majeure partie du paysage ; les espèces en association comprennent les annuelles, *Schismus barbatus*, des asphodèles et *Noaea mucronata* sur les sols sableux, et *Lygeum spartum* sur les sols caillouteux et sablo-limoneux ;
- les faciès à alfa très dégradés ; l'alfa a disparu ou est en voie de disparition ; les espèces de remplacement sont *Noaea mucronata* et *Lygeum spartum* sur les sols caillouteux et sablo-limoneux ;
- les faciès à armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) ; faciès des bas-fonds, des lits d'oueds et zones de dépression ; l'armoise est associée à diverses espèces selon l'état de dégradation des faciès ; dans les faciès en bon état, on rencontre *Lygeum spartum*, *Atractylis serratuloides*, *Thymelaea microphylla*, *Astragalus armatus*, *Stipa parviflora*, *Schismus barbatus* et *Plantago albicans* ; dans les faciès dégradés, on trouve surtout *Noaea mucronata*, *Anabasis aphylla*, *Atractylis serratuloides* et *Peganum harmala* ;
- les formations de dégradation ; il s'agit essentiellement de a) steppes à *Noaea mucronata* qui remplacent les steppes à alfa sur sols caillouteux, b) faciès à *Anabasis* qui remplacent les faciès à armoise sur les parcours dégradés et c) steppes à *Peganum harmala* qui colonisent aussi les faciès à armoise soumis à des pressions de pâturage.

Les mises en culture sont éparpillées dans la zone (phénomène de mitage des parcours) au niveau des dépressions dominées auparavant par l'armoise, au niveau des lits des oueds et des piémonts, et

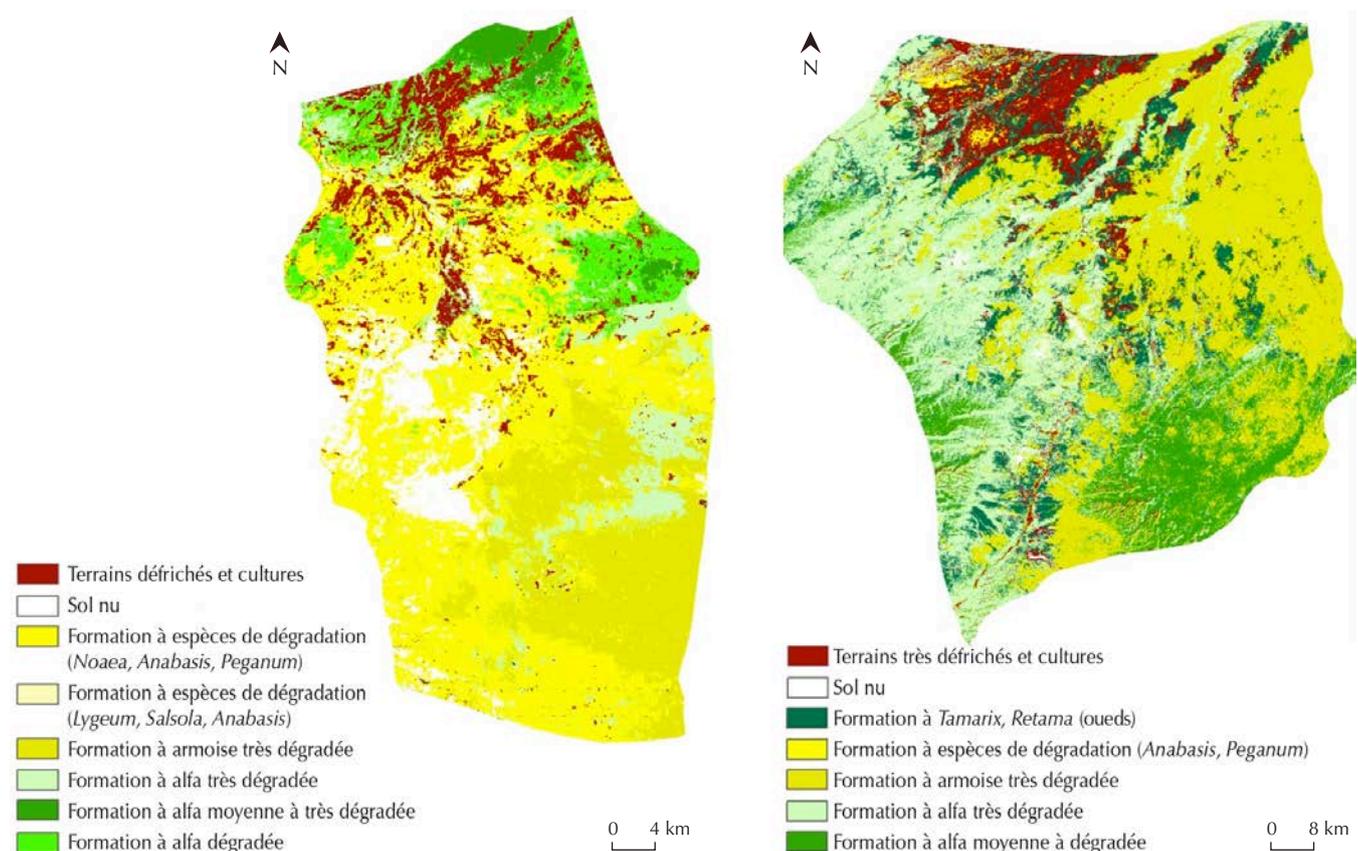


Figure 3 : cartes d'occupation des sols des communes de l'étude situées dans l'Oriental au Maroc.

Tableau III

Evolution des superficies (ha) des principales formations pastorales dans la zone d'étude située dans l'Oriental au Maroc

	CR *	1970	%	1988	%	2013	%
Faciès à alfa en bon état	1	35 074	21	0	0	0	0
	2	223 837	32	0	0	0	0
Faciès à alfa en moyen état	1	20 548	12	18 538	11	4 892	3
	2	33 712	5	94 988	14	80 822	12
Faciès à alfa dégradé à très dégradé	1	15 096	9	33 027	20	30 800	18
	2	55 476	8	105 434	15	225 610	32
Faciès à armoise moyen à dégradé	1	65 971	39	24 076	14	0	0
	2	196 498	28	308 213	44	0	0
Armoise dégradé à très dégradé	1	2 724	2	32 808	19	29 633	18
	2	73 990	11	87 162	13	231 853	33
Terrain dénudé, mise en culture	1	12 639	8	28 038	17	32 962	20
	2	3 285	1	3 687	1	12 992	2
Végétation des oueds	1	3 262	2	0	0	0	0
	2	63 222	9	48 788	7	88 000	13
Formations de dégradation	1	13 806	8	32 633	19	70 833	42
	2	48 102	7	49 842	7	58 837	8

\*Commune rurale : 1. Béni Mathar ; 2. Maâtarka

là où les possibilités de labours se présentent (possession de terres, récolte de grains ou déprimage).

Les tendances superficielles confirment la première hypothèse puisqu'elles révèlent la disparition des bons faciès à alfa et à armoise (tableau III). Les formations en état moyen ne sont pas à l'abri de la dégradation, particulièrement à Béni Mathar. Les espaces sont davantage occupés par les formations végétales à armoise dégradées à très dégradées, les formations à espèces de dégradation, et par des espaces dénudés ou mis en culture.

Il en résulte des espèces végétales à forte capacité colonisatrice au détriment des formations végétales de base (alfa et armoise blanche) qui abondaient encore au début des années 1970 (tableau IV) (27). Le recouvrement de la végétation, qui reste dans la majorité des cas inférieur à 20 p. 100, est un indicateur clé qui témoigne de la perte de la vigueur de la végétation steppique de la zone.

La dynamique de la végétation régressive s'accompagne aussi d'une baisse remarquable de la phytomasse sur parcours (figure 4). Estimée à environ 29 140 tonnes à Béni Mathar et 146 680 tonnes à Maâtarka en 1970, la phytomasse a connu une baisse respectivement de 51 et 46 p. 100 en 1988, et de 35 et 27 p. 100 en 2013, soit respectivement environ 60 et 68 p. 100 de baisses enregistrées depuis les années 1970.

### Evolution des effectifs et systèmes alimentaires

Devant la situation critique des ressources pastorales, l'analyse de l'évolution des effectifs révèle une augmentation du cheptel de la

Tableau IV

Evolution de la flore et du recouvrement des principaux faciès pastoraux dans la zone d'étude située dans l'Oriental au Maroc

	Type de faciès	RGA <sup>1</sup> (%)	PF <sup>2</sup> (UF/ha)
1970-71	Faciès à alfa	15-35	200
	Faciès à alfa et à armoise	10-25	250
1989-90	Faciès à alfa	12-24	50
	Faciès à alfa et à armoise	4-16	80
	Faciès à <i>Noaea mucronata</i>	9-16	25
2003-04	Faciès à alfa dégradé à très dégradé	3-15	35
	Faciès à <i>Peganum harmala</i>	10-20	35
	Faciès à <i>Noaea mucronata</i>	< 8	5

<sup>1</sup> Recouvrement global aérien des espèces pérennes<sup>2</sup> Production fourragère des faciès dominants

zone qui aggrave davantage les possibilités de couvrir les besoins croissants des animaux sur parcours (figure 5). On observe, depuis le début des années 1990 jusqu'à l'an 2000, un accroissement annuel moyen des ovins de 6,2 et 5,2 p. 100 respectivement à Béni Mathar et Maâtarka, suivi d'une baisse respective de

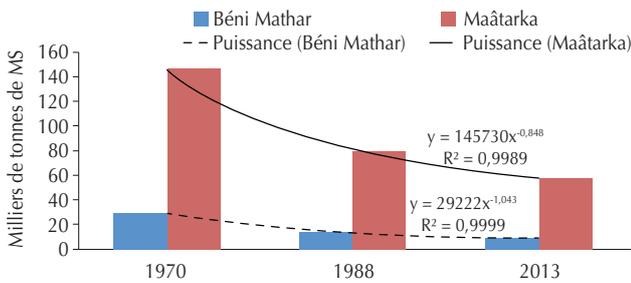


Figure 4 : comparaison de la phytomasse des parcours entre les années 1970 (ERES, 1970) et 1980 (Berkat et Hammoumi, 1990) pour les deux communes de l'étude situées dans l'Oriental au Maroc. Poly. : polynomiale. MS : matière sèche.

1 et 1,5 p. 100 après 2004. En revanche, le nombre de caprins a augmenté en moyenne respectivement de 7,8 et 8,9 p. 100. Ceci montre clairement que la dégradation des pâturages n'a pas été suivie d'une baisse des effectifs d'ovins, de sorte que la dégradation ne peut que s'accroître.

Les charges réelles, estimées par le nombre d'animaux à l'hectare, sont nettement élevées par rapport à l'optimum toléré par les pâturages de la zone, soit 0,25 unité de petit bétail (UPB)/ha (11). Elles montrent des valeurs plus élevées à Beni Mathar, zone nord, qu'à Maâtarka, zone sud. Les tendances affichent une augmentation continue au nord et une certaine stabilité au sud.

Les capacités de charge, effectifs maximaux de bétail par unité de surface, que les pâturages peuvent supporter sans se détériorer affichent au cours des deux derniers siècles des baisses linéaires ( $y = -0,001x + \text{constante}$ ,  $r^2 = 0,99$ ), avec des moyennes

respectives de 0,10 et 0,12 tête par hectare à Beni Mathar et Maâtarka (calculs basés sur les effectifs et des estimations approchées de productions des parcours).

Les intensités d'exploitation des pâturages, rapport entre la charge animale réelle et la capacité de charge, affichent des moyennes de 4,97 à Beni Mathar ( $\sigma = 2,11$ ) et de 3,32 à Maâtarka ( $\sigma = 0,77$ ). Toutes les valeurs affichées dépassent 1 (signe de surexploitation des pâturages) et deviennent plus fortes avec le temps, surtout à Beni Mathar.

La dégradation des ressources, en quantité et en qualité, provoque une baisse importante de l'offre fourragère sur parcours. Cette offre demeure nettement faible par rapport aux besoins des animaux et s'amplifie avec le temps (figure 6).

La tendance linéaire des bilans alimentaires calculés depuis le début des années 1990 ( $y = -80\,525x + 2E + 09$ ;  $R^2 = 0,9$ ) a permis de simuler les situations des années passées. Les résultats suggèrent que le point de décrochement de l'écosystème pâturé (point où les parcours ne peuvent plus subvenir aux besoins alimentaires des animaux) pourrait avoir eu lieu au début des années 1940. Suite à ce déséquilibre, les éleveurs ont eu recours à des aliments de supplémentation riches en concentrés (tableau V) pour répondre aux besoins croissants du cheptel.

La majorité des éleveurs de Beni Mathar se caractérise par le recours aux parcours (les grands mouvements du cheptel sont quasi abandonnés) et fréquemment à la supplémentation (de 0,5 à 1 kg/tête/jour) qui couvre environ 40 p. 100 des besoins des troupeaux dont la taille est très moyenne (90 UPB). L'orge et le son, introduits des zones extérieures, sont les aliments les plus utilisés. L'utilisation de pulpe sèche de betterave (PSB), de paille et de luzerne (généralement disponible sur le périmètre irrigué de Beni Mathar) vient ensuite, avec une baisse entre mai et septembre

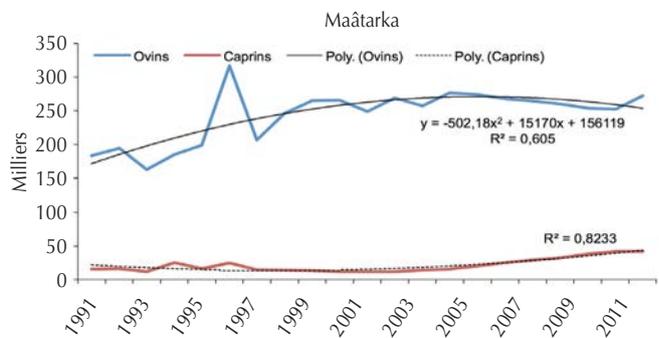
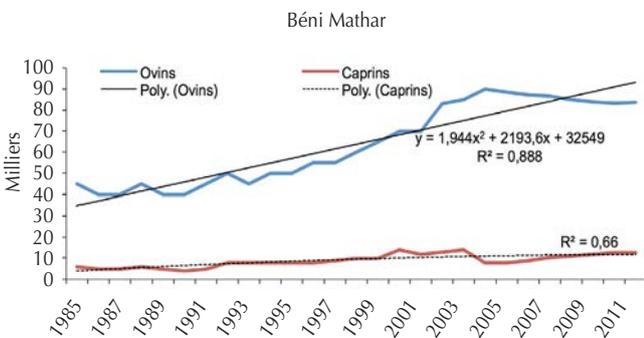


Figure 5 : évolution des effectifs des animaux pour les deux communes situées dans l'Oriental au Maroc. Poly. : polynomiale.

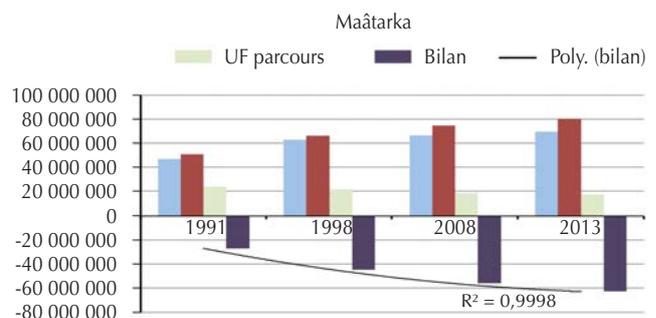
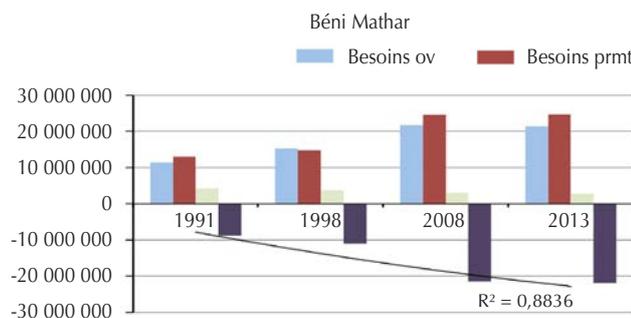


Figure 6 : confrontation des besoins du cheptel aux apports du parcours pour les deux communes de l'étude situées dans l'Oriental au Maroc. Ov : ovin ; prmt : petits ruminants ; poly. (bilan) : corrélation polynomiale pour le bilan entre besoins et apports ; UF : unité fourragère.

**Tableau V**

Quantités moyennes d'aliments utilisés (quintaux/élevage/an) dans la zone d'étude située dans l'Oriental au Maroc

	Béni Mathar	Maâtarka
Unité fourragère / an	18 049	28 786
Orge grain	94	181,5
Son	73	117
Luzerne	34,5	1,3
Mais	4,3	21
Pulpe sèche de betterave	24	8
Paille	16	53,5
Aliment composé	1,5	3,4

(lorsque les chaumes sont disponibles). L'avoine est faiblement employée.

Les élevages de Maâtarka sont de type naisseur, basés sur la mobilité des troupeaux d'assez grande taille (320 UPB), avec 30 p. 100 des éleveurs pratiquant des déplacements n'excédant pas 30 kilomètres et 14 p. 100 pratiquant des mouvements de grande amplitude. La supplémentation couvre environ 20 p. 100 des besoins et repose essentiellement sur l'orge et le son (aliments les plus disponibles dans les souks locaux) distribués entre octobre et avril, et en période de disette.

### Stratégies d'adaptation

Les données collectées auprès des éleveurs des différentes tailles de troupeaux (tableau VI) reflètent des comportements variables face aux effets de la sécheresse, qui dépendent nettement du statut socio-économique de l'éleveur.

Tout d'abord, les petits éleveurs, avec en moyenne 27 têtes de femelles reproductrices ( $\sigma = 10,6$ ), de type élevage de subsistance, ont un comportement passif face aux effets de la sécheresse car ils manquent d'anticipation lors d'années de sécheresse. Ils rencontrent fréquemment des problèmes financiers pour subvenir aux différents besoins de leurs familles et des troupeaux et se plaignent souvent des grands éleveurs qui exploitent davantage l'espace (les mises en repos, l'appropriation de grands espaces de pâturages et de cultures) et profitent mieux des redevances et subventions. L'effectif du troupeau varie en raison de la vente fréquente des animaux. Une majeure partie de ce groupe est continuellement à la recherche d'activités annexes liées ou non à l'élevage (en

**Tableau VI**

Stratification socio-économiques des éleveurs et stratégies dans la zone d'étude située dans l'Oriental au Maroc

	Nb.	Taille du troupeau	Importance (%)	Cheptel (%)
Grands éleveurs	12	Plus de 200 têtes	14	65
Éleveurs moyens	15	50 à 200 têtes	18	19
Petits éleveurs	58	Moins de 50 têtes	68	16

l'occurrence le gardiennage des troupeaux des plus grands éleveurs). L'abandon de l'élevage, l'exode et l'émigration sont des scénarios souvent envisagés par cette catégorie possédant des troupeaux de faibles effectifs, entretenus par la main-d'œuvre familiale (gardiennage, alimentation), avec moins de deux ouvriers occasionnels par élevage et par an pour assurer la tonte.

Ensuite, les exploitations pastorales intermédiaires, avec en moyenne 96 brebis ( $\sigma = 38,8$ ), sont plus à l'aise que les petits éleveurs et trouvent des intérêts mutuels avec les deux autres catégories. Pour elles, le troupeau est un moyen pour survivre et n'est pas, dans l'ensemble, conçu comme un capital à rentabiliser. Généralement, cette catégorie combine l'opportunité de déplacer les troupeaux vers des sites moins dégradés pour minimiser les coûts de la supplémentation, la vente d'animaux et l'approvisionnement régulier en suppléments. La taille de l'élevage fluctue souvent puisqu'il est la source principale de revenus. La main d'œuvre familiale est utilisée plus fréquemment que celle rémunérée, avec deux ouvriers occasionnels en moyenne par exploitation par an pour s'occuper de la tonte et un berger permanent.

Enfin, les exploitations les plus grandes, avec en moyenne 415 brebis ( $\sigma = 199$ ), sont caractérisées par un niveau de gestion plus concret et visent la réalisation de profits et la rentabilisation du capital (Acherkouk et coll. les qualifient de spéculateurs [2]), notamment dans des activités liées à l'élevage et probablement dans d'autres secteurs ou activités (non déclarées). Cette stratégie se manifeste par la possession d'un effectif d'animaux plus important, l'appropriation de grandes superficies de terres de parcours et l'acquisition d'équipement (camion, tracteur, entre autres). Pour surmonter les effets de la sécheresse, la mobilisation des fonds de l'épargne réalisée en période favorable est la solution pour entretenir un grand effectif d'animaux reproducteurs et engraisser les jeunes destinés à la vente, avec des stocks d'aliments achetés bien avant la baisse des ressources alimentaires sur parcours et la possibilité de transhumer ailleurs (plus rare au nord qu'au sud). Cette stratégie permet à cette catégorie de surmonter plus facilement les contraintes et ainsi de garder les animaux au lieu de les vendre à bas prix. L'utilisation de la main d'œuvre salariée est fréquente pour réaliser la plupart des tâches liées à l'élevage et à la commercialisation.

L'âge moyen des éleveurs était assez avancé ; plus de 50 p. 100 des éleveurs avaient plus de 55 ans. Avec un taux d'analphabétisme élevé (85 p. 100), l'avenir de l'élevage dans la zone semble incertain surtout chez les éleveurs les moins disposés à adopter de nouvelles technologies (2) et parce que les plus jeunes éleveurs rêvent d'émigration.

Les ventes demeurent une politique généralisée à caractère spéculatif chez les grands éleveurs qui vendent à la bonne période et valorisent mieux leur engraissement. Elles sont sécurisantes pour les plus petits qui ne vendent pas toujours au meilleur moment. Elles concernent presque toutes les catégories d'animaux. Les plus vendus sont les jeunes de six à douze mois (40 p. 100 des ventes totales réalisées), suivis des plus jeunes de moins de six mois (36 p. 100) et des plus âgés de plus d'un an (24 p. 100).

## ■ DISCUSSION

Ce travail a été confronté à des difficultés liées à la disponibilité des informations antérieures et à leur accès. Il a été nécessaire de contacter des personnes clés pour rassembler des études anciennes et les compiler. Des biais potentiels restent toutefois possibles en raison d'approches et de techniques de suivis différentes pour

l'étude de la végétation, de la fiabilité des statistiques exploitées et de la typologie d'éleveurs utilisée.

L'histoire de la zone met en évidence le fait que la société pastorale est dotée d'une forte capacité d'adaptation dictée par l'importance de l'activité d'élevage, liée aux vastes espaces des parcours. Cependant, les perturbations vécues (socio-économique, politique et environnementale) ont modifié les modes de vie des pasteurs qui recherchent de plus en plus les services urbains, le bien-être et des activités à revenu plus stables que celui de l'élevage pastoral, très influencé par les aléas.

En effet, la production des parcours de la zone est très affectée par la dégradation des bons faciès à alfa et à armoise alors que ces derniers abondaient encore au début des années 1970. Les formations pastorales en état moyen ne sont pas non plus à l'abri de la dégradation. Les espaces sont de plus en plus occupés par les formations végétales à armoise dégradées à très dégradées et par des espaces dénudés ou mis en culture. La situation est devenue plus alarmante avec l'évolution négative et exponentielle de l'offre fourragère des pâturages, davantage occupés par des espèces de plantes plus ou moins appétibles (23) et leur forte capacité colonisatrice.

La dégradation des parcours, estimée par la régression des ressources pastorales et la diminution de la biomasse des espèces pérennes (4), est constatée dans la zone depuis plus de quatre décennies. Les actions de restauration réalisées, en particulier par les projets de développement des parcours et de l'élevage dans la zone, ne semblent pas stopper ce processus malgré la multitude et la diversité de ces actions (notamment mise en repos, plantations, organisation des usagers en coopératives pastorales et unions, redevance sur le pacage, études sur la stratégie des parcours et usages des ressources). Les difficultés liées à la sécheresse et au respect des actions d'aménagement par les usagers sont les plus notées bien que des mesures de contrôle (gardienage) et de sanction (police pastorale) avaient été fermement prises. Pour homogénéiser le langage des départements ministériels concernés (d'autant que l'organe de tutelle des terres collectives, le ministère de l'Intérieur, privilégie la sûreté publique), un accord tripartite entre les ministères de l'Agriculture, des Eaux et Forêts et de l'Intérieur a été adopté (on y reproche l'absence des usagers et le retard dans la mise en œuvre).

Outre les limites techniques des organes de gestion étatiques et les contraintes de la diversification des espèces végétales utilisées (principalement *Atriplex nummularia*), la responsabilisation de la population dans la restauration des sites dégradés manque

considérablement malgré la constitution de coopératives pastorales. En effet, même si les éleveurs s'accordent sur le fait que le paysage végétal dans la région est prédominé par des espèces à très faible qualité pastorale et que dans la majorité des couverts les végétaux sont très peu appétibles ou ne le sont pas, rares sont ceux qui reconnaissent leur responsabilité dans cette dégradation (surpâturage, défrichage pour le bois-énergie, labour des terres de parcours, utilisation irrationnelle des parcours). Ils préfèrent accuser les épisodes de sécheresse. L'impact de la sécheresse est, en fait, faible ou négligeable là où l'impact humain et animal est faible ou nul (22). La végétation et les sols des zones arides se sont adaptés à des conditions de sécheresse récurrentes au cours des siècles passés (22).

L'analyse climatique réalisée sur une série de données collectées depuis les années 1930 (figure 7) montre une tendance à la baisse des précipitations, comme observé par Mahyou et coll. (23). Ces derniers relèvent une fréquence croissante des années de sécheresse, passant pendant les trois dernières décennies de deux à trois années sur cinq (23). La fréquence élevée des années de sécheresse et la baisse de la moyenne pluviométrique annuelle ont affaibli la capacité de régénération des espèces végétales et fragilisent les systèmes de production (33). Le facteur anthropique reste le plus pesant dans la dynamique défavorable que connaît la zone. Les contraintes physiques et climatiques ne constituent dans la plupart des cas que des facteurs favorables (31).

Les pasteurs ont acquis un savoir sur la dynamique des écosystèmes qui les amène à déceler les changements et à s'adapter en conséquence. Ils avouent être moins capables que par le passé (surtout avant les années 1960) de supporter les effets de la sécheresse, et ce, en raison de la baisse de la mobilité des troupeaux qui permettait d'exploiter des pâturages plus favorables. On notait à l'époque le respect des règles et des usages coutumiers tribaux, et une certaine concordance entre les effectifs élevés et l'offre de parcours. Pour certains, les petits éleveurs sont les plus vulnérables au changement climatique (7), pour d'autres, ce sont les grands éleveurs qui en souffrent le plus puisqu'ils utilisent davantage les ressources naturelles (30). Avec des moyens moins limités, ces derniers arrivent à exploiter plus d'espace sans pour autant éviter le devoir de respecter les droits de pacage des autres.

Paradoxalement à la sédentarisation cadencée des troupeaux, on assiste à l'évolution des effectifs des animaux (figure 5). La culture ancestrale et le positionnement social ont toujours marqué

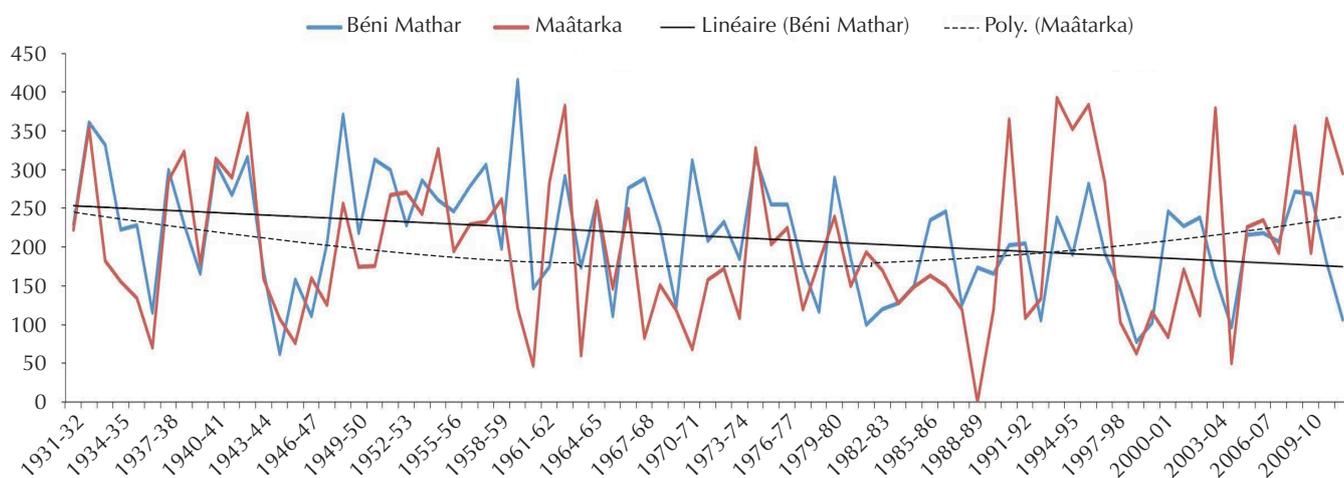


Figure 7 : pluviométries moyennes annuelles (Maâtarka relève de la station de Tendrara) pour les deux communes de l'étude situées dans l'Oriental au Maroc. Poly. : polynomiale.

les éleveurs avec davantage d'animaux. Mais l'augmentation des effectifs constatée ne peut se passer sans pression nuisible sur les ressources pastorales, imposant impérativement la supplémentation des troupeaux dont les besoins n'ont pas été satisfaits sur parcours (les enclos d'élevage, ou *zribas*, sont transformés en bergeries à ciel ouvert).

L'élevage est considéré rentable et regardé comme une activité noble au sein de la société rurale. Le maintien des animaux de moins en moins mobiles et en nombre bien supérieur aux capacités de charge des parcours (28) s'explique par le recours à la supplémentation des animaux qui profitent aussi des actions encourageantes des programmes de développement (mises en repos, points d'eau, subventions d'alimentation, interventions sanitaires, etc.).

La concentration des animaux, émanant de comportements opportunistes des individus sans règles collectives de bonne gestion, est notée sur des sites particuliers et autour des points d'eau avec des itinéraires de pâturage plus rétrécis et des temps de séjour plus longs, sans prise en compte de la période active de la végétation. Ces attitudes, individuelles ou collectives, se mettent en place, pour certains éleveurs, par la sélection et l'appropriation des meilleurs parcours (corrélées au niveau de la richesse moyenne des *douars* [groupement d'habitations] ou résultat d'un rapport de force historique entre les fractions [entités sociales formant les tribus]) et, pour d'autres, par les mises en culture (corrélées à la structure démographique des fractions) permettant ainsi d'accéder à de vastes espaces pastoraux (12). La dominance par la mise en culture n'a aucun impact sur les décisions individuelles, alors que celle par le pâturage réduit les risques et les vulnérabilités (12).

La prolifération des moyens de transport a été fortement influencée par la multiplication du nombre de véhicules ou engins (essentiellement le camion qui a remplacé le dromadaire) qui traversent le pâturage en toute saison et favorisent la montée en puissance des grands troupeaux (33). Ces troupeaux de 300 têtes (au nord) et 600 têtes (au sud), gardés par un berger expérimenté (avec un contrat informel annuel très précis), exploitent plus d'espace et deviennent une cause majeure de dégradation (forte pression) lorsque les séjours sont prolongés sur le même site ou si plusieurs troupeaux se succèdent. En effet, les grands troupeaux ne peuvent passer sur les ressources sans incidence. Benbrahim et coll. (8) notent que la dégradation dans la zone aride est corrélée avec une charge animale excessive. En maintenant des effectifs de plus en plus grands, de moins en moins mobiles et bien supérieurs à la capacité de charge (33), la pression sur les pâturages est considérée comme étant l'une des principales causes anthropiques de la dégradation des parcours de la zone. Selon Tag (32) le surpâturage n'est pas nouveau, il est antérieur à la sécheresse de la fin des années 1970 début 1980.

La passivité des pouvoirs publics et de la société civile vis-à-vis de l'installation du processus de désertification a permis aux éleveurs d'accaparer de grands espaces steppiques et de les mettre à nu, par la mise en culture et le surpâturage (33). La mobilité qui assurait les besoins des animaux toute l'année par l'exploitation de différents sites est devenue, depuis les années 1960, seulement une alternative car une majorité d'éleveurs déclare avoir cessé les déplacements après la sécheresse des années 1970 (29).

L'abandon du dromadaire, progressivement remplacé par le camion qui a rendu le système nomade sélectif (29), peut être considéré comme une rupture marquante du système pastoral d'autrefois. Mais le recul de la transhumance trouve des explications dans les contraintes climatiques, sociopolitiques et administratives, donnant lieu à une sédentarisation généralisée qui caractérise la crise des pasteurs, développée depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle (32). Selon certains auteurs (21, 32), la mobilité pastorale était jugée par

les administrateurs coloniaux (voire postcoloniaux) comme incompatible avec le progrès technique et le développement socio-économique, et aucune innovation ne pouvait être introduite en milieu pastoral tant que subsisterait le mode jugé archaïque de production de l'élevage transhumant.

Aujourd'hui, rares sont les éleveurs qui cherchent à exploiter des parcours hors zones ou à réduire les effectifs pour s'adapter à l'offre fourragère disponible. La disponibilité des moyens de transport et de stockage d'eau et d'aliments a facilité la fixation des troupeaux et leur maintien sur des sites dégradés. «L'eau et les concentrés viennent maintenant vers les troupeaux» (33).

Les coûts de production au niveau de la zone, incluant principalement les frais d'alimentation, d'amortissement et de main d'œuvre, sont estimés entre 62 000 et 687 000 dirhams (dh) par an (soit 5 710 et 63 280 €/an), et les marges bénéficiaires nettes réalisées sont entre 19 000 et 550 300 dh (1 750 et 50 690 €) selon la taille de l'élevage (2). La supplémentation, cette charge lourde qualifiée de burlesque par les éleveurs de la zone (29), surtout avant les années 1970 car pour profiter des ressources il suffisait d'allonger le temps de séjour des bêtes, a été adoptée progressivement, particulièrement au début des années 1980. L'introduction de quelques aliments sert d'ailleurs de repère historique, comme par exemple celle de la pulpe sèche de betterave en 1978-79 et de l'aliment composé en 1989. Elle a été favorisée par un marché actif d'aliments de bétail et par les actions encourageantes de l'Etat (programme de sauvegarde du cheptel, subventions pour les aliments et le transport, essais d'alimentation menés chez les éleveurs par les directions provinciales de l'agriculture et par les centres de travaux agricoles, etc.), particulièrement avec la mise en place du projet de développement des parcours et de l'élevage de l'Oriental. Les pouvoirs publics ont largement contribué à l'essor de la pratique de la supplémentation (10), suite à la prise de conscience que le sort des éleveurs relevait de leur responsabilité.

En fait, les animaux n'arrivent pas à satisfaire leurs besoins quelles que soient les conditions météorologiques de l'année. Le Fonds international de développement agricole (FIDA) (18) rapporte que les apports sont estimés à 57 millions, 113 millions et 170 millions d'UF pour les besoins des animaux respectivement de 188 millions d'UF en année sèche, 214 millions d'UF en année moyenne et 226 millions d'UF en année bonne.

Les rations des compléments sont composées essentiellement d'orge grain (57 à 66 p. 100), de son (18 à 28 p. 100) et de l'aliment composé (3,4 à 9,5 p. 100). Les apports sont utilisés pour supplémer les animaux, surtout en période de disette, en privilégiant les animaux sensibles (fin de gravidité, début de lactation) ou destinés à la vente. L'engraissement des jeunes est considéré bénéfique pour la décongestion des parcours (19) et plus rémunérateur sur les marchés locaux, surtout au moment des fortes demandes de l'année (fête du sacrifice, cérémonies d'été).

Les éleveurs affirment qu'une bonne année pluvieuse est une opportunité à saisir pour minimiser les coûts élevés de la supplémentation. Lors des années bonnes ou moyennes les bons pâturages sont exploités et les effectifs des troupeaux sont augmentés. Malonine, cité par Ouedraogo (26), rappelle que les petits ruminants constituent un disponible monétaire accessible à tout moment et que l'accroissement des effectifs serait une réponse à la monétarisation progressive de l'élevage. Le cas échéant, la supplémentation des troupeaux est le remède incontournable avant de procéder à la vente des animaux. Hormis les effets sociaux discutables (les subventions profitent généralement aux éleveurs les plus aisés) et les retombées économiques globales incertaines, les subventions fourragères en période de sécheresse ont aussi des effets préjudiciables sur les terres de pâturage (16).

Parallèlement à cette intensification alimentaire, on note un changement dans la composition raciale des troupeaux. Alors qu'ils étaient dominés par la race locale Béni Guil (la région de l'Oriental est officiellement reconnue comme étant le berceau de cette race par arrêté du ministère de l'Agriculture n° 1064 du 9 novembre 1984), les troupeaux sont de plus en plus envahis par la race blanche algérienne Ouled Djellal. Bon nombre d'interviewés attribuent l'expansion de cette race à la sédentarisation et à l'intensification des élevages de la zone. Ils pensent que cette race d'origine algérienne aurait des avantages liés à sa précocité, ses performances pondérales et son phénotype plus distingué, lui conférant une bonne valeur marchande et bouchère. La dévaluation du dinar algérien avait amplement influencé les flux incontrôlés entre les frontières et l'expansion de cette race qui représente environ 30 à 50 p. 100 des effectifs de la zone d'étude (2).

Curieusement, l'introduction de cette race dans le centre-ouest de la Tunisie a été jugée comme une cause du quasi-abandon de l'usage de l'espace pastoral du fait de ses besoins élevés (5). La race locale Béni Guil, malgré ses partisans qui privilégient son adaptation et sa rusticité (6), serait plus délaissée sans les efforts de sélection génétique soutenus par les groupements d'éleveurs au sein de l'Association nationale ovine et caprine (ANOC).

L'intensification de l'élevage chez les éleveurs mieux adaptés prend place progressivement lorsque d'autres éleveurs souffrent beaucoup de la sévérité des conditions du milieu qui a obligé un bon nombre d'entre eux à abandonner l'élevage extensif (estimé par les interviewés à 70 p. 100 de la population depuis les années 1970), voire à abandonner définitivement l'élevage (31) et à se tourner vers le travail occasionnel qui produit un revenu plus stable.

La capacité d'adaptation des éleveurs est, certes, dépendante de l'amplitude des variations de la pluviosité vécue, mais la capacité d'anticiper dépend nettement de la taille de l'élevage et des moyens matériels et financiers disponibles. Alors que l'on distingue dans les années 1980 neuf classes d'éleveurs allant des micro-éleveurs sédentaires aux grands pasteurs transhumants (27), les classes ou types d'éleveurs sont actuellement limités aux petits, moyens et grands sans parfois de distinctions claires. Le passage d'une classe à une autre est souvent observé dans la zone. La pluviosité influence nettement la taille des élevages et détermine par conséquent le passage d'une catégorie à une autre. Les élevages de moins de 70 têtes à Béni Mathar ou de 100 têtes à Maâtarka sont davantage menacés. Les éleveurs de moins de 20 têtes sont considérés pratiquement sans troupeau et doivent se recycler dans d'autres champs d'activités pour survivre (28). Les éleveurs plus aisés ne se sentent pas à l'abri des effets de la sécheresse, surtout s'ils manquent de moyens de financement.

Aggravée par les effets de la sédentarisation généralisée et le maintien des effectifs par la supplémentation, la dégradation des parcours ne peut être stoppée sans cadre stratégique pour le développement durable de la zone intégrant un plan pour le développement des parcours et de l'élevage. Les aménagements pastoraux en zone aride, jugés problématiques (17) dans ces milieux complexes, peuvent suivre le modèle technique et écologique à trois démarches proposé par Aronson, cité par Ferchichi (17), à savoir la restauration (milieux moins perturbés), la réaffectation (remplacer un espace ou un écosystème par un autre de même usage mais de composition floristique différente) et la réhabilitation, mettre un écosystème simplifié inspiré de l'écosystème de référence.

Le plan de développement ou d'aménagement, à caractère interactif et participatif, doit arrêter les choix stratégiques, les textes juridiques, les approches et les programmes d'aménagement et de gestion. Les insuffisances notées dans la nouvelle stratégie marocaine

de développement agricole (Plan Maroc Vert, 2009–2020) peuvent être couvertes en adoptant par exemple un plan de gestion écosystémique (11). Mais la centralisation des prises de décision et l'insuffisance des mécanismes institutionnels de concertation entre les acteurs du développement rural (pluralité d'acteurs aux compétences mal réparties et aux responsabilités mal définies) rendent la tâche difficile et affaiblissent davantage les organisations communautaires censées être chargées de la gestion des ressources. Plusieurs rapports (notamment FIDA, BIRD, Icarda) proposent le retour aux institutions locales et encouragent les associations de pasteurs.

La lutte contre la désertification, la dégradation des ressources pastorales et l'atténuation des effets de la sécheresse sont des actions à mener conjointement aux actions de renforcement des connaissances et de développement des systèmes d'observation des ressources naturelles. La lutte contre les pratiques préjudiciables aux ressources naturelles doit être menée en intériorisant les bases de l'approche participative, éléments déterminants (19), vers l'autonomisation des ruraux (24). La mise en culture, souvent non rentable (mois de cinq quintaux par hectare) et visant essentiellement l'appropriation des terres, est à délimiter (7) pour au moins stopper l'extension, comme cela a été décidé par les habitants d'Ouled Sidi Abdelhakem, commune à l'est de Béni Mathar. L'anticipation et le développement de techniques d'adaptation prématurées minimiseront les coûts et permettront de surmonter les effets indésirables. Les travaux de conservation des eaux et des sols sont à prévoir continuellement pour limiter l'érosion, favoriser l'infiltration et protéger la zone contre l'ensablement (19).

Il est important de promouvoir les techniques et les pratiques profitables et respectueuses de l'environnement en assurant l'équilibre entre les prélèvements du cheptel et les capacités de production fourragère des parcours (33). A l'utilisation rationnelle des ressources sous forme de schéma directeur (19) ou système de support de décision (20), à la régulation des charges animales (20) et à la promotion de la mobilité des troupeaux (vers une charge pastorale intertribale basée sur le bon voisinage et la conservation des parcours), s'ajoute l'importance de réhabiliter les espaces dégradés et de reconvertir les espaces défrichés ou dénués. Il est temps de passer à l'organisation de l'espace pastoral en unités qui tiennent compte de l'organisation sociale (7) et des expériences réussies d'alliance pastorale.

Le recours au pacage raisonné ou rotatif, qui impliquera en premier les usagers potentiels, est vivement conseillé même au plus bas des échelles des communautés (à la recherche d'affinités ethniques). Les actions de restauration combinées à la gestion de charges optimales en période d'ouverture doivent cibler l'amélioration du couvert végétal et la biodiversité (1). La compétition observée entre les coopératives pastorales sur les niveaux de réussite des mises en repos réalisées dans la zone est un acquis qu'il faut retravailler en insistant sur la solidarité sociale, l'appui incitatif et les encouragements (à prévoir dans un fonds de développement pastoral à l'image du fonds de développement agricole). Les actions de reboisement, de plantation et/ou d'ensemencement doivent privilégier la biodiversité en espèces pastorales autochtones. Le problème de la disponibilité des semences est à résoudre par l'installation de réserves semencières dans les zones potentielles et par l'appui aux programmes des centres de recherche et de production (cas du Centre national de production des semences pastorales d'El Jadida et ses antennes régionales).

Si le rôle de l'Etat reste déterminant dans ces écosystèmes fragiles et si du temps est nécessaire au redressement de la situation (26), la réussite de ce plan de développement des parcours et de l'élevage dans la zone repose sur le niveau d'adhésion des populations

(organisation effective de toutes les catégories et responsabilisation plus concrète des usagers), sur l'intégration du savoir local, sur les réformes institutionnelles (20) et sur le respect des règles et conditions de restauration.

La privatisation, solution préconisée pour certains sites (26), a été nettement déclarée pour l'ensemble de la zone de l'étude par un bon nombre d'usagers (particulièrement à l'atelier de Béni Mathar) et par des chercheurs (dans un atelier organisé à Oujda par l'Icarda en 2001) à l'image du système de *ranching*. La privatisation au niveau tribal est avancée (14) comme solution alternative au dilemme encore persistant dans les pays du WANA (ouest de l'Asie et nord de l'Afrique) qui considèrent les parcours comme propriété de l'Etat (14).

La durabilité du système ne peut avoir lieu avec l'augmentation des effectifs qui conduit au surpâturage (26). Des considérations telles que la saisonnalité et l'hétérogénéité spatiale sont importantes pour une gestion rationnelle (20). Des décisions législatives et réglementaires en matière de sécurisation du foncier et le devenir du collectif dans la zone (7), considéré comme la cause du drame de la gestion des pâturages marocains (10), s'avèrent des mesures pressantes au même titre que le besoin d'harmonisation et de mise à jour des textes qui régissent directement ou indirectement l'utilisation des ressources pastorales (19).

Enfin, la relève des éleveurs de plus en plus âgés reste un défi qui nécessite de promouvoir davantage les programmes de développement humain. Des efforts de conciliation entre les parents et les jeunes ne peuvent être que bénéfiques pour une société où naissent de nouveaux conflits entre les générations du fait de l'absence de communication et de divergences des objectifs.

## ■ CONCLUSION

Il ressort que l'évolution du système pastoral se manifeste clairement par une dynamique régressive constante des ressources suite à la dégradation continue des parcours. Les stratégies suivies par les éleveurs apparaissent non adaptées à la dynamique constatée. La régulation conséquente en termes d'effectifs n'est malheureusement pas observée, donnant lieu à une pression croissante sur la ressource de base. Les facteurs anthropiques demeurent plus importants que les facteurs climatiques qui n'ont, eux, qu'un effet amplifiant les usages abusifs et opportunistes des pasteurs peu soucieux de la ressource collective. Les formes de production basées sur les déplacements qui tenaient compte de l'état des pâturages ne sont plus présentes aujourd'hui. Les analyses historiques montrent une forte tendance à la sédentarisation et à l'intensification des élevages suite à la baisse de la production en fourrage des parcours.

Malgré sa longue tradition et son adaptation à l'écosystème, l'élevage pastoral au Maroc oriental ne peut perdurer sans mesures de redressement des tendances observées. Il est capital de combiner, au niveau du plan d'intervention et du schéma directeur, des mesures de réhabilitation et d'amélioration des parcours dégradés et des modes de gestion rationnelle fondés sur l'organisation effective des usagers et des règles de pacage et de contrôle des charges animales et de la mobilité. Un système de veille biologique et d'alerte précédant la prise de décision, alimenté régulièrement par des données sur l'état des ressources pastorales, sur la dynamique et les prélèvements des troupeaux (moyennant des indicateurs de structure et de fonctionnement clés), doit être mis en place par les structures de tutelle sur le collectif et sous le contrôle d'unité de suivi et d'évaluation.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ABATE T., EBRO A., NIGATU L., 2010. Traditional rangeland resources and pastoralist's perceptions on land degradation in South-East Ethiopia. *Trop. Grassl.*, **44**: 202-212.
2. ACHERKOUK M., MAATOUGUI A., BOUAYAD A., 2006. Caractérisation économique de l'élevage ovin dans les hauts plateaux de l'Oriental. In : Boulonnoir B., Paquay R., eds, L'élevage du mouton et ses systèmes de production au Maroc. Rabat, Maroc, Nadacom, p. 91-102.
3. ACHERKOUK M., MAATOUGUI A., EL HOUMAZI A., 2011. Communautés végétales et faciès pastoraux dans la zone de Taourirt-Tafoughalt du Maroc oriental. Ecologie et inventaire floristique. *Acta Botanica Malacit.*, **36** : 125-136.
4. AIDOUK A., 1994. Pâturages et désertification des steppes arides en Algérie : cas de la steppe d'alfa. *Paralelo*, **37** : 33-42.
5. AMRI L., 1992. Mutation du système de production ovin dans les hautes steppes tunisiennes. Cas de la région de Sidi Bouzid en Tunisie centrale. In : Séminaire int. Réseau parcours, privatisation de l'espace pastoral et sédentarisation, Chlef, Algérie, 7-9 avr. 1992, 113 p.
6. BECHCHARI A., EL KOUDRIM M., CHERKANI A., 2014. La cohabitation des races ovines Ouled Jellal et Béni Guil et développement de l'élevage ovin dans le système pastoral du Maroc Oriental. In : Séminaire int. Arimnet, Mediterranean biodiversity as a tool for the sustainable development of the small ruminant sector. [http://arim-domestic.net/attachments/article/134/BECCHARI\\_cohabitation.pdf](http://arim-domestic.net/attachments/article/134/BECCHARI_cohabitation.pdf) (accessed 03/08/2015)
7. BENARADJ A., BOUCHERIT H., 2014. Gestion intégrée des ressources pastorales dans la zone de Naâma (Algérie). *Rev. Algérienne Dév. Econ.*, **1** : 19-29.
8. BENBRAHIM K.F., ISMAILI M., FIKRI B., TRIBAK A., 2004. Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation, impact du phénomène au Maroc. *Sécheresse*, **15** : 307-320.
9. BERKAT O., HAMMOUMI M., 1990. Etude de synthèses cartographique sur les parcours. Notice des cartes du marché n°3/89/DE. Rabat, Maroc, ministère de l'Agriculture, 56 p.
10. CHALLOT J.P., 1952. La restauration et l'amélioration des pâturages semi-arides du Maroc. *Rev. Forest. Fr.*, **4** : 280-287.
11. CRPII, 2011. Plan de gestion écosystémique spécifique (PDGE) filière viande rouge ovine de la zone steppique des hauts plateaux de l'Oriental et de la moyenne Moulouya. In : Séminaire présentation des PDGE des filières du programme PAPSA (UE) / Plan Maroc Vert, Oujda, Maroc, Sept. 2012, 93 p.
12. DUTILLY-DIANE C., ACHERKOUK M., BECHCHARI A., BOUAYAD A., EL KOUDRIM M., MAATOUGUI A., 2007. Dominance communautaire dans l'exploitation des espaces pastoraux : impacts sur les modes de vie et implications pour la gestion des parcours du Maroc oriental. *Cah. Agric.*, **16** : 338-346.
13. EL HARRADJI, 1997. Aménagement, érosion et désertification sur les Hauts-Plateaux du Maroc oriental. *Rev. Méditerran.*, **86** : 15-23.
14. EL MOURID M., NEFZAOUI A., 2008. Rangeland improvement and management in arid and semi-arid environment of West Asia and North Africa. Giza, Egypt, KariaNet.
15. ERES, 1970. Etude pour l'aménagement des terrains de parcours du Maroc oriental : situation actuelle. Rabat, Maroc, ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime, 439 p.
16. FAO, 1997. Livestock and the environment: finding balance. Rome, Italy, FAO. [www.fao.org/docrep/x5303e/x5303e00](http://www.fao.org/docrep/x5303e/x5303e00) (accessed 12/09/2014)
17. FERCHICHI A., 1999. Rangelands of pre-Saharan Tunisia: potential desertification, state and management problems. In: Etienne M., Ed., Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral system. *Cah. Options Méditerran.*, **39**: 137-141.
18. FIDA, 2002. Projet de développement des parcours et de l'élevage de l'Oriental. Rapport d'évaluation à mi-parcours. Paris, France, FIDA, 210 p.
19. FIDA, 2002. Projet de développement des parcours et de l'élevage de l'Oriental. Rapport d'évaluation intermédiaire. [www.ifad.org/evaluation/public\\_html/eksyst/doc/prj/region/pn/morocco/Morocco.pdf](http://www.ifad.org/evaluation/public_html/eksyst/doc/prj/region/pn/morocco/Morocco.pdf) (consulté 16/07/2014)

20. JAKOSY O., QUAAS M.F., BAUMGARTNER S., FRANK K., 2015. Adapting livestock management to spatio-temporal heterogeneity in semi-arid rangelands. *J. Environ. Manage.*, **162**: 179-189.
21. LANDRY A.D., DJAMEN P., VALL E., KOUSSOU M.O., COULIBALY D., LOSSOUARN J., 2012. Du nomadisme à la sédentarisation. *Rev. Ethnoécol.* [www.ethnoecologie.revues.org/779?lang=en](http://www.ethnoecologie.revues.org/779?lang=en) (consulté 10/09/2014)
22. LE HOUEROU H.N., 1995. Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, **6** : 167-182.
23. MAHYOU H., MIMOUNI J., HADRIA R., 2010. Mise en place d'un système d'alerte précoce à la sécheresse. Oujda, Maroc, Hilalpress, 29 p.
24. NARJISSE H., EL HARIZI K., HERZENNI A., BOUAYAD A., BECHCHARI A., MAATOUGUI A., MAHYOU H., MIMOUNI J., ACHERKOUK M., EL KOUDRIM M., RAHMI M., SNAIBI W., ZIRARI M., 2005. Autonomisation des ruraux dans les hauts plateaux de l'Oriental (Maroc). Rapport de restitution. Rabat, Maroc, INRA, 170 p.
25. NDIAYE D.S., 2010. Cadre conceptuel d'analyse DPSIR /FPEIR. [www.fao.org/nr/lada/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=592&Itemid=165&lang=fr](http://www.fao.org/nr/lada/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=592&Itemid=165&lang=fr) (consulté 04/03/2014)
26. OUEDRAOGO D., 2010. Perception et adaptation des éleveurs pasteurs au changement climatique en zones sahélienne, nord et sud soudanienne du Burkina Faso. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, IDR. [www.beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2010-OUE-PER/IDR-2010-OUE-PER.pdf](http://www.beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2010-OUE-PER/IDR-2010-OUE-PER.pdf) (consulté 20/07/2014)
27. PDPEO, 1988. Rapport d'identification du Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'Oriental. Figuig, Maroc, ministère de l'Agriculture, 93 p.
28. PDPEO, 2003. Rapport d'achèvement du Projet de développement des parcours et de l'élevage dans l'Oriental. Figuig, Maroc, ministère de l'Agriculture, 56 p.
29. RACHIK H., 2000. Comment rester nomade. Casablanca, Maroc, Afrique Orient, 175 p.
30. REGASSA T., 2008. Farmers' perception of environmental degradation and their response to environmental management. A case of Dale Woreda, Sidama zone, SNNPR. Doct. Thesis, Addis Ababa University, College of Development Studies, Institute of Population Studies, Ethiopia, 75 p.
31. TABLI M., 1997. Action anthropique et dégradation de l'environnement aride : la désertification en Tunisie du Sud-Est. *Méditerranée*, **86** : 25-31.
32. TAG B., 2003. Espace et société agro-pastorale en mutation dans le Maroc oriental steppique. Sais-Fès, Maroc, faculté des Lettres et des Sciences humaines, 375 p. (Sér. Thèses et Monographies, n° 5)
33. TTOBA, 2008. Etude sur l'opérationnalisation de la stratégie de développement des parcours et de l'élevage dans l'oriental : le plan directeur de l'aménagement des hauts plateaux de l'Oriental. PDPEO, FIDA, [www.menarid.icarda.org/Projects/MPCDPRASA/StudiesTechnical%20Background/Forms/AllItems.aspx](http://www.menarid.icarda.org/Projects/MPCDPRASA/StudiesTechnical%20Background/Forms/AllItems.aspx) (consulté 21/04/2015)
34. UNCCD, 1994. Acteurs institutionnels luttant contre la désertification. Comité scientifique français de la désertification. [www.csf-desertification.org/international/item/unccd](http://www.csf-desertification.org/international/item/unccd) (consulté 24/03/2015)

Accepted 16 September 2015; Online publication 30 September 2015

## Summary

**Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad M., Bendaou M.** Analysis of the evolution of the pastoral system of Eastern Morocco

The pastoral system of the high plateaus of Eastern Morocco is characterized by extensive rangelands (3.2 million hectares) and the dominance of sheep breeding (1.2 million head). The study was conducted at Beni Mathar in the North, and Maatarka in the South. It addresses the issues of change in rangeland use and herd management, from the hypothesis of rangeland degradation followed by a decrease in grazing pressure. Dynamics are perceived by studying land use in 1970, 1988 and 2013. A survey involving 85 breeders and participatory workshops contributed to identify flock management types. The land use analysis shows a regression of good plant formations replaced by less valuable formations, and a decrease in rangeland forage. Concomitantly, there is a rise in the number of animals that are decreasingly mobile and increasingly supplemented (mainly barley and wheat bran cover 20–40% of needs), and a change in herd composition as the local Beni Guil breed is gradually replaced by the Ouled Djellal breed for its competitive market value. The history of the studied pastoral society shows resilience despite socio-economic and climatic disturbances recorded since independence. Ranchers (over 200 ewes) benefit more from the rangelands and marketing than small farmers (less than 50 ewes) who are more at risk to abandon farming.

**Keywords:** Sheep – Rangeland – Land degradation – Pastoralism – Development policy – Morocco.

## Resumen

**Bechchari A., El Aich A., Mahyou H., Baghdad M., Bendaou M.** Análisis de la evolución del sistema pastoril de Marruecos oriental

El sistema pastoril de las Mesetas Altas de Marruecos oriental se caracteriza por la extensión del recorrido (3,2 millones de hectáreas) y la dominancia de la cría ovina (1,2 millones de cabezas). El presente trabajo, llevado a cabo en Beni Mathar al Norte y en Maâtarka al Sur, trata el tema de los cambios de ocupación de las tierras de recorrido y de gestión de los rebaños, a partir de la hipótesis de una degradación de los recorridos, seguida de una baja de la presión de pastoreo. Esta dinámica es percibida por el estudio de la ocupación de suelos en 1970, 1988 y 2013. Los modos de gestión son identificados mediante encuestas (85) y durante talleres participativos. El análisis de la ocupación de los suelos muestra la regresión de buenas formaciones vegetales y su sustitución por formaciones de menor valor, así como una disminución de los aportes forrajeros en el recorrido. Paralelamente, se nota un aumento de los efectivos de animales cada vez menos móviles y cada vez más suplementados (20 a 40% de satisfacción de las necesidades esencialmente mediante cebada y salvado de trigo) y un cambio progresivo en la composición racial de los rebaños a favor de la raza Ouled Djellal (con valor comercial competitivo) en detrimento de la raza local Beni Guil. La historia de la sociedad pastoril estudiada atesta de una capacidad de adaptación, a pesar de las perturbaciones socio económicas y climáticas observadas desde la independencia. Los grandes criadores (más de 200 ovejas) benefician más de los pastizales y especulan mejor con la comercialización, mientras que los pequeños criadores (menos de 50 ovejas) están más bajo la amenaza del abandono de la cría.

**Palabras clave:** Ovino – Tierra de pastos – Degradación de terras – Pastoralismo – Política de desarrollo – Marruecos.

# Principales intoxications végétales chez les ruminants en zone méditerranéenne

D. Mohammedi<sup>1\*</sup> S. Mohammedi<sup>1</sup> G. Keck<sup>2</sup>

## Mots-clés

Ruminant – Empoisonnement – *Hyoscyamus muticus* – *Ferula communis* – *Quercus coccifera* – *Cistus monspeliensis* – *Silybum marianum* – Algérie.

## Résumé

Les intoxications végétales chez les ruminants sont assez fréquentes mais elles restent méconnues et d'importance difficile à quantifier du fait de la diversité des plantes toxiques qui en sont responsables. Les impacts des intoxications végétales dans le Bassin méditerranéen devraient être mieux évalués pour les distinguer de ceux causés par des infections. En effet, les vétérinaires établissent difficilement un diagnostic d'intoxication végétale et incriminent souvent les agents infectieux. Il est donc important de réunir un maximum d'informations objectives, ce qui est souvent assez délicat au regard des informations relativement approximatives dans les descriptions des cas. Certaines plantes responsables d'intoxication ont une répartition très large au sud et au nord de la Méditerranée, y compris en France. D'autres sont au contraire relativement spécifiques des milieux désertiques du Maghreb et sont retrouvées notamment en Algérie. Les animaux les plus fréquemment concernés sont les ovins (61,5 p. 100), les bovins (24,7 p. 100), les dromadaires (9 p. 100) et les caprins (4,6 p. 100). Les intoxications rencontrées chez les ruminants sont provoquées par *Hyoscyamus muticus* spp. *falezlez* (Coss.) Maire, *Ferula communis* L., *Thapsia garganica*, *Hypericum crispum* L., *Tetraena cornuta* (Coss.) Beier & Thulin, *Drimia maritima* (L.) Stearn, *Quercus coccifera* L., *Nerium oleander* L., *Cistus monspeliensis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sorghum drummondii* (Stend.) Nees ex Millsp. & Chase, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Malva parviflora* L., *Oxalis pes-caprae* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Calobota saharae*, *Diploaxis harra* (Forssk.) Boiss.

## ■ INTRODUCTION

Les plantes toxiques sont nombreuses. Toutefois, leur incrimination dans les cas de mortalités d'animaux est difficile à établir avec certitude. Il est souvent difficile de poser un diagnostic d'intoxication végétale d'autant que c'est un argument facilement avancé par les éleveurs lors de pathologies non élucidées. L'identification de la plante incriminée n'est pas toujours aisée, les connaissances botaniques, notamment des vétérinaires, étant souvent insuffisantes. Il n'est pas aisé d'évaluer la quantité et le type de

végétaux toxiques consommés, et de confirmer la relation entre leur consommation et les signes cliniques observés.

L'objectif du présent travail a été de répertorier les plantes toxiques les plus courantes dans les différentes régions d'Algérie afin de les faire connaître aux vétérinaires, ce qui leur permettrait de les inclure dans leur diagnostic différentiel et, dans la mesure du possible, de donner des conseils aux éleveurs en terme de prévention et pour une meilleure prise en charge lors d'une intoxication végétale.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Les données épidémiologiques dont nous disposons sont basées sur les informations fournies par les vétérinaires du service de toxicologie de l'Ecole nationale vétérinaire d'Alger. Ces vétérinaires sont environ une centaine, installés dans différentes régions du pays. Ceux qui interviennent auprès de plusieurs types d'animaux (ruminants, carnivores et volailles) ou auprès de ruminants

1. Ecole nationale supérieure vétérinaire d'Alger, rue Assad Abbés, El Alia, Alger, Algérie.

2. Ecole nationale vétérinaire de Lyon, Unité de pharmacie toxicologie, 69280 Marcy l'Etoile, France.

\* Auteur pour la correspondance

E-mail : mohammedidahmane@yahoo.fr

uniquement sont minoritaires par rapport à ceux qui sont consultés seulement pour les volailles. Par conséquent, les déclarations de cas d'intoxication végétale sont peu nombreuses.

La première étape de cette enquête épidémiologique a été de collecter les informations, puis d'établir des hypothèses. La deuxième étape a été l'évaluation du risque en fonction de la toxicité de la plante suspectée, des quantités ingérées et des circonstances décrites. Ces informations ont permis de vérifier (ou non) les hypothèses initiales faites par le vétérinaire, en fonction des données bibliographiques et de l'expertise progressivement mise en place.

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

D'après les données issues d'appels et de cas transmis, les végétaux ont représenté la deuxième cause d'intoxication (14 à

18 p. 100) chez les animaux, après les pesticides agricoles (45 à 50 p. 100). Les ovins ont été l'espèce la plus touchée.

De 1995 à 2013, nous avons recensé 643 cas collectifs d'intoxications végétales en Algérie (tableau I). Plus de 3 000 animaux ont été affectés par ces intoxications végétales car un cas peut représenter plusieurs animaux, parfois jusqu'à une centaine (tableau II), contrairement aux carnivores où une déclaration correspond à un individu. Les espèces les plus fréquemment concernées ont été les ovins (61,5 p. 100) et les bovins (24,7 p. 100), puis les dromadaires (9 p. 100) et les caprins (4,6 p. 100) (tableau II). La répartition des intoxications en fonction des espèces végétales est indiquée dans le tableau II. La répartition par famille de plantes a été différente pour chaque espèce animale (tableau I). En fonction de l'espèce affectée, les caractéristiques géographiques, physiques et toxicologiques des plantes, et/ou les symptômes et les lésions qu'elles ont causés sont décrits ci-après.

Tableau I

Nombre de cas \* d'intoxication par espèce animale et végétale en Algérie de 1995 à 2013

Plante	Ovin	Bovin	Caprin	Dromadaire
<i>Hyoisoyamus muticus</i> spp. <i>falezlez</i> (Coss.) Maire (jusquiamie <i>falezlez</i> )	12	0	10	15
<i>Thapsia garganica</i> L.	20	0	0	12
<i>Hypericum crispum</i> L. (millepertuis)	28	0	0	0
<i>Tetraena cornuta</i> (Coss.) Beier & Thulin (zygophylle)	35	0	0	0
<i>Nerium oleander</i> L. (laurier rose)	0	0	12	0
<i>Cistus monspeliensis</i> L. (ciste de Montpellier)	0	60	0	0
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn. (chardon-Marie)	0	50	0	0
<i>Sorghum drummondii</i> (Stend.) Nees ex Millsp. & Chase (sorgho)	0	12	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn (fougère aigle)	0	10	0	0
<i>Malva parviflora</i> L. (mauve)	0	12	0	12
<i>Ferula communis</i> L. (férule commune)	150	25	0	0
<i>Oxalis pes-caprae</i> L. (oxalis)	0	35	0	0
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. (sorgho d'Alep)	0	0	0	12
<i>Calobota saharae</i> (genêt saharien)	0	0	0	15
<i>Diploxaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.	0	0	0	15
<i>Drimia maritima</i> (L.) Stearn. (scille maritime)	25	24	0	0
<i>Quercus coccifera</i> L. (chêne kermès)	22	20	0	0
Total des cas		643		

\* Un cas peut représenter jusqu'à une centaine d'animaux.

Tableau II

Nombre d'intoxications par espèce animale et végétale en Algérie de 1995 à 2013

Plante	Ovin	Bovin	Caprin	Dromadaire
<i>Hyoisoyamus muticus</i> spp. <i>falezlez</i> (Coss.) Maire (jusquiamie <i>falezlez</i> )	1 023	0	138	60
<i>Thapsia garganica</i>	170	0	0	36
<i>Hypericum crispum</i> L. (millepertuis)	160	0	0	0
<i>Tetraena cornuta</i> (Coss.) Beier & Thulin (zygophylle)	120	0	0	0
<i>Nerium oleander</i> L. (laurier rose)	0	0	10	0
<i>Cistus monspeliensis</i> L. (ciste de Montpellier)	0	220	0	0
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn. (chardon-Marie)	0	56	0	0
<i>Sorghum drummondii</i> (Stend.) Nees ex Millsp. & Chase (sorgho)	0	38	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn (fougère aigle)	0	45	0	0
<i>Malva parviflora</i> L. (mauve)	0	50	0	66
<i>Ferula communis</i> L. (férule commune)	300	120	0	0
<i>Oxalis pes-caprae</i> L. (oxalis)	0	120	0	0
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. (sorgho d'Alep)	0	0	0	24
<i>Calobota saharae</i> (genêt saharien)	0	0	0	36
<i>Diploxaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.	0	0	0	75
<i>Drimia maritima</i> (L.) Stearn. (scille maritime)	125	95	0	0
<i>Quercus coccifera</i> L. (chêne kermès)	115	66	0	0
Total (%)	2 013 (61,6)	810 (24,8)	148 (4,6)	297 (9)

## Ovins

Les intoxications rencontrées chez les ovins ont été provoquées par sept espèces de plantes (tableau II).

### *Hyoscyamus muticus* spp. *falezlez* (Coss.) Maire (jusquiame, *falezlez*, *bettina*, *ifehleleh*)

#### ■ Caractéristiques

La jusquiame est une plante herbacée des sables et des pâturages sablonneux sahariens, de la famille des solanacées. Elle est vivace avec des tiges nombreuses dressées, des feuilles lancéolées pétiolées, une corolle blanchâtre, et d'un violet noir dans le haut du tube (8, 13).

Elle renferme trois alcaloïdes : l'hyoscyamine, un peu d'atropine et de la scopolamine. L'atropine et l'hyoscyamine sont des esters du tropanol. L'hyoscyamine est la forme lévogyre alors que l'atropine est la forme racémique. La scopolamine, également appelée hyoscine, est lévogyre. Ces alcaloïdes ont des propriétés parasympholytiques (9, 56).

La scopolamine, du point de vue pharmacologique, se différencie nettement de l'atropine. Alors que cette dernière est un excitant central, la scopolamine est un sédatif central. Cette action sur le système central est d'autant plus accentuée que l'encéphale du sujet est développé ; les animaux y sont donc moins sensibles que l'homme. Comme l'atropine, la scopolamine a des propriétés parasympholytiques.

#### ■ Symptômes et lésions

Les effets spécifiques de l'atropine, qui résultent de son action périphérique, comprennent : l'arrêt de certaines sécrétions (sueur, mucus, salive), l'inhibition du système vagal (tachycardie, dilatation des pupilles et paralysie de l'accommodation du cristallin) et enfin le relâchement des fibres musculaires lisses (bronchiques, intestinales ou autres). Les effets centraux se manifestent par de l'excitation, suivie de dépression et de paralysie du bulbe rachidien.

Dans l'intoxication collective rapportée par les vétérinaires de la région de Béchar, dans le Sud-Ouest algérien, les premiers symptômes sont apparus 24 heures après l'arrivée des animaux au pâturage, et les premiers cas de mortalité 48 heures après. L'intoxication serait liée à la méconnaissance de cette plante par les animaux qui venaient d'une région où elle leur est inconnue. De plus, sur les lieux de pâture, le dessèchement de la flore était presque total, sauf pour cette plante qui présentait des feuilles bien vertes.

Les manifestations de dépression du système nerveux étaient nettes : apathie, prostration, errance (action sédatrice centrale de la scopolamine). Certains sujets ont présenté une hyperexcitabilité nerveuse et neuromusculaire : agitation et excitabilité, torticolis et signes de démence. De la tachycardie, de la polypnée et un dessèchement total des muqueuses buccales ont été également notés mais paradoxalement environ 40 p. 100 des animaux ont présenté du ptyalisme. Ces symptômes, observés chez les ovins intoxiqués par *H. muticus* spp. dans la région de Béchar, ont été assez proches de ceux rapportés chez des bovins empoisonnés par *H. niger* en Grande Bretagne (16).

Les mortalités ont été de 60 p. 100 dans les troupeaux affectés, ce qui atteste de la toxicité de la jusquiame pour les ovins. A l'autopsie, les vétérinaires ont retrouvé un foie hypertrophié et noirâtre, une vésicule biliaire hypertrophiée et une congestion intestinale. Le contenu des estomacs était desséché. Il y avait également un hypopéricarde.

### *Ferula communis* L. (férule commune, *kalkha*, *toufelt*)

#### ■ Caractéristiques

*Ferula communis* L., de la famille des Apiaceae (ombellifères), est largement rencontrée dans les pays méditerranéens et particulièrement en Algérie. C'est une grande plante de deux à quatre mètres de haut, à tiges épaisses et creuses. Elle pousse au sud et au nord de la Méditerranée, notamment en Corse où elle est abondante (44). Elle préfère les terrains calcaires, les coteaux arides et les murs, où elle fleurit de juin à août en France, beaucoup plus tôt dans les zones plus arides (mars-avril en Algérie).

La férule contient, surtout au début de la période de végétation et au niveau des racines, un latex toxique provoquant un syndrome hémorragique (36). Le principe toxique serait une substance coumarine analogue au dicoumarol (14). Les inflorescences non épanouies (*boubal*) sont consommées cuites, comme légume, bien qu'elles ne soient pas totalement inoffensives (37) : elles pourraient induire des troubles de la coagulation en cas de troubles de l'hémostase préexistants ou chez la femme en période de menstruation (34).

Bien que cette espèce soit toxique pour l'homme, elle est encore plus dangereuse pour les animaux domestiques, notamment les moutons. Au Maroc, deux variétés de *Ferula communis* sont rencontrées : la variété *brevifolia* (sur la côte atlantique) et la variété *genuina* (à l'intérieur du pays) (35). En Algérie, on retrouve la variété *brevifolia* dans les zones côtières, la variété *genuina* dans les zones montagneuses et une troisième variété, jamais décrite auparavant, qui semble être un hybride des deux variétés précédentes (42). La férule commune a fait l'objet de nombreuses études également en Italie (4, 5), en Israël (49) et en Espagne (24, 51). Elle est peu étudiée en Algérie bien que la première description de l'intoxication, « le férulisme », ait été faite par une équipe de l'Institut Pasteur d'Alger (12, 55). Alors que son feuillage et ses tiges verdoyantes parsèment les pâturages, les animaux évitent de la consommer : ils le font lorsque plus aucun autre fourrage n'est disponible (49).

Les coumarines prénylées, responsables de l'activité anticoagulante de la férule, sont le féruléol (3-farnésyl-4-hydroxycoumarine), la ferprénine et des dérivés proches. Les variations de toxicité de la férule, connues depuis très longtemps, sont principalement liées à une variabilité chimique intraspécifique : les racines des férules sardes contiennent soit des sesquiterpènes, soit des dérivés 4-hydroxycoumariniques (54), le composé majoritaire pouvant être le féruléol ou son dérivé  $\omega$ -oxygéné (4). Les férules du Maroc ont une composition voisine (féruléol et ses dérivés hydroxylés en C-12' et C-15', isoferprénine) mais, là encore, différente selon la variété (34, 38).

#### ■ Symptômes et lésions

L'intoxication des moutons provoque de la prostration et de l'épistaxis. Des diarrhées hémorragiques apparaissent après quelques heures, suivies d'émission de sang non coagulé. Une hématurie est observée, puis l'animal présente de la dyspnée et meurt rapidement. Chez toutes les espèces atteintes, les diarrhées sont présentes. Après les premiers signes d'intoxication, les mortalités sont élevées (75 p. 100).

Dans les cas qui nous ont été décrits, des hémorragies et de l'abatement étaient présents et provenaient de différentes régions du pays, en particulier de la région de Saida. Les vétérinaires ont rapporté une anorexie subite, des diarrhées hémorragiques, une hématurie et une épistaxis. Les animaux se tenaient à l'écart du troupeau, insensibles à leur environnement et prostrés. Ils ont présenté une tachypnée, une tachycardie et un pouls filant. La respiration

des animaux intoxiqués est devenue de plus en plus dyspnéique à mesure que l'anémie s'installait, puis ils sont tombés et sont morts rapidement. Les mortalités ont été très élevées, proches parfois de 90 p. 100. Les seules lésions *post mortem* observées ont été une congestion généralisée et d'importantes hémorragies avec hémithorax, hémopéritoine, hématomes et suffusions sous-cutanées. Ces signes cliniques et ces lésions ont également été rapportés par d'autres auteurs (14, 49).

#### *Thapsia garganica* L. (*derias, bounafaa*)

##### ■ Caractéristiques

*Thapsia garganica* est une plante vivace, de la famille des Apiaceae (ombellifères), à tige florifère dressée, peu ramifiée, haute environ de 1,50 m. Elle a de grandes feuilles en touffe, très découpées, à divisions linéaires, pourvues d'un pétiole en gaine à la base. Les feuilles supérieures sont réduites à une gaine large et épaisse, d'un vert grisâtre comme la tige. Les fruits sont ovales et longs de plus de deux centimètres, et largement ailés. La racine est volumineuse, noirâtre à l'extérieur et blanche à l'intérieur. La résine extraite de la souche a des propriétés vésicantes (50). Les racines contiennent principalement des constituants volatils et des lactones sesquiterpènes, dont la thapsigargine (17). La thapsigargine est capable d'induire la libération d'histamines de diverses cellules de l'organisme. Cette propriété est à l'origine du caractère vésicant mais aussi d'intoxication humaine si elle est consommée (3).

##### ■ Symptômes et lésions

Dans les cas de la région de Djelfa qui nous ont été rapportés, notamment à Birine, les moutons ont consommé des graines séchées de *Thapsia*. Au début, ils ont présenté des signes d'hyperexcitabilité avec des tremblements, des crises épileptiformes avec écoulement de bave, puis de l'abattement et de la prostration. Ils ont pris une posture d'auto-auscultation avec la tête fortement fléchie sur le thorax. En fin d'évolution, après une phase de paralysie, ils sont entrés dans le coma. Des signes de gastro-entérite et d'hématurie ont été notés.

Cette intoxication a affecté environ 5 à 10 p. 100 des animaux du troupeau, notamment les brebis et surtout les agneaux. Les mâles adultes, engraisés dans d'autres enclos, n'ont pas été concernés par l'intoxication. Les brebis se sont rétablies après une longue convalescence alors que les conséquences de cet empoisonnement sur les agneaux ont été très importantes avec un taux de mortalités de 100 p. 100. Les lésions observées correspondaient à celles d'une gastro-entérite avec un foie blanchâtre. Ces symptômes et ces lésions ont été similaires à ceux rapportés chez les ruminants d'Afrique du Nord (19).

#### *Hypericum crispum* L. (*millepertuis, el hamra*)

##### ■ Caractéristiques

Le millepertuis est une plante de la famille des clusiacées (Clusiaceae ex. guttifères, hypéricacées), haute de 10 à 40 cm, à tiges herbacées régulièrement ramifiées. Ses feuilles à bords ondulés sont parsemées de nombreux petits points qui sont des glandes contenant les huiles essentielles (41). La fleur est jaune d'or.

Le millepertuis est une plante photosensibilisante qui, consommée par les animaux, provoque un syndrome appelé hypéricisme. Le principe toxique est l'hypéricine, hexa-oxy-2-2'-diméthyl-naphthodanthrone, pigment rouge fluorescent responsable des propriétés photosensibilisantes de la plante (6, 29, 33, 52). Les ovins et les bovins sont les espèces les plus fréquemment affectées. Toutes les parties de la plante sont toxiques lorsqu'elles sont ingérées en quantités suffisantes. Les intoxications se produisent lorsque la plante est jeune et qu'elle est dominante dans le pâturage.

##### ■ Symptômes et lésions

Les signes cliniques peuvent apparaître dans les quelques jours qui suivent le début du pâturage et disparaissent habituellement une à deux semaines après le retrait des animaux (11). Dans les cas décrits en Algérie, autour d'Annaba, des lésions cutanées sont apparues sur les oreilles et sur les régions dépourvues de laine sous forme d'érythème très prurigineux avec grattage intense. Les oreilles étaient enflées et exsudaient un liquide jaunâtre. Ces signes cliniques et ces lésions étaient très semblables à ceux décrits chez des ovins intoxiqués par le millepertuis (16).

#### *Tetraena cornuta* (Coss.) Beier & Thulin (*zygophylle, bou griba, haaka*)

##### ■ Caractéristiques

*Tetraena cornuta* (anciennement *Zygophyllum cornutum*) est un arbuste de la famille des zygophyllacées, à rameaux blanchâtres et comme emboîtés. Les feuilles comportent deux folioles, les fleurs sont blanchâtres. Les fruits, de couleur violette, sont dressés, longs de deux centimètres et longuement recourbés en crochets. Le zygophylle pousse dans les régions arides sur des terrains salés (44).

##### ■ Symptômes et lésions

Cette plante, utilisée à des fins thérapeutiques comme remède contre le diabète, provoquerait, d'après les informations fournies par des vétérinaires et des éleveurs de la région de Birine, des avortements chez les brebis. Par ailleurs, les brebis qui ont pâture sur les terrains où poussait le zygophylle pendant la période de lutte, ont donné naissance à des agneaux normaux mais, au bout de quatre à cinq semaines, ces agneaux ont présenté de l'ataxie, un fléchissement du train postérieur et ne pouvaient rester debout après avoir été relevés. Ces agneaux ne survivent pas en général et, s'ils survivent, leur croissance et leur développement sont médiocres. Comme les brebis qui ont consommé du zygophylle n'ont exhibé aucun symptôme, il est possible que cette plante contienne des principes embryotoxiques.

#### *Drimia maritima* (L.) Stearn (*scille maritime, scille officinale, urginée maritime, feraoun, beçal el far*)

##### ■ Caractéristiques

La scille maritime est une plante de la famille des Liliaceae selon la classification classique, ou des Asparagaceae ou des Hyacinthaceae selon la classification phylogénétique. C'est une plante à bulbe recouvert de tuniques brunes. Les feuilles, lancéolées et multinervées, ont 5 à 15 cm de large et peuvent atteindre un mètre de long. Elles sont généralement dressées et de couleur vert foncé. Le bulbe est très gros et peut atteindre 20 cm de diamètre. La tige florifère est très robuste, haute de 40 cm au moins et peut atteindre 1,5 m. Les fleurs sont disposées en grappe serrée et spiralée, de couleur blanche, assez rarement striées de rose, placées à l'aisselle d'une bractée individuelle (44). Elle est largement répandue en Afrique du Nord et, malgré son nom, elle s'étend profondément à l'intérieur des terres. Les principes toxiques de la scille sont des hétérosides cardiotoniques stéroïdiques dont le scillarène A et le scillarène B, ainsi que le scilliroside à activité raticide (14).

##### ■ Symptômes et lésions

Les premiers symptômes (inappétence, inquiétude et abattement) apparaissent vingt-quatre heures après ingestion de la plante. Par la suite surviennent des troubles cardiaques et circulatoires, suivis de troubles urinaires avec anurie et parfois hématurie. Après une phase de coma, la mort survient par arrêt cardiaque. Les lésions décrites sont une congestion sous-cutanée, des pétéchies et des suffusions endocardiques, ainsi qu'une gastro-entérite (53).

La scille maritime a été à l'origine d'une cinquantaine de cas graves rencontrés à l'est de l'Algérie (Annaba) et au nord-ouest (Médéa), où elle serait la première cause de réforme. Les animaux intoxiqués étaient en mauvais état corporel, leur poil était piqué, des tremblements sont apparus, puis ils se sont mis en décubitus et sont morts à moins d'être sacrifiés. Les lésions retrouvées ont été des hémorragies au niveau du tractus digestif. Les symptômes et les lésions décrits par les vétérinaires ont évoqué ceux rapportés par d'autres auteurs (18, 53).

### *Quercus coccifera* L. (chêne kermès, ballout)

#### ■ Caractéristiques

Le chêne kermès, de la famille des Fagaceae, est un arbre ou arbuste à feuilles persistantes et coriaces, d'un à trois mètres de haut et à tiges recouvertes d'une écorce brun noir finement crevascée. Les feuilles ont un aspect luisant sur le dessus et le dessous. Les fleurs jaunâtres apparaissent en avril-mai. Les fruits, isolés, portés par un pédoncule très court, sont des glands, de forme globuleuse. La cupule, qui les enveloppe pour plus de la moitié, est couverte d'écailles rigides, nombreuses, terminées en pointe aiguë. Les chênes contiennent des tanins, substances polyphénoliques dont la structure est voisine de celle des hétérosides (29). L'intoxication survient après consommation de glands ou de jeunes feuilles riches en tanins.

#### ■ Symptômes et lésions

Les signes de l'intoxication apparaissent une dizaine de jours après l'ingestion de glands chez les ruminants. Les premiers signes sont l'anorexie, la prostration, de la polyurie, un œdème ventral, des coliques sourdes, une constipation suivie de diarrhées muqueuses, parfois sanguinolentes (11). Les signes urinaires et hémolytiques sont caractérisés par une douleur aiguë à la palpation de la région lombaire.

Cette intoxication a été décrite par de nombreux vétérinaires à l'est et au nord de l'Algérie, en zone montagnaise. Les symptômes décrits par les vétérinaires ont été des troubles urinaires avec des mictions fréquentes et de l'hématurie. Ces signes urinaires ont également été décrits en France (28). Environ un tiers des animaux intoxiqués sont morts.

### Caprins

Les chèvres sont plus rarement sujettes à des intoxications ; seules deux espèces de plantes ont été incriminées (tableau II).

#### *Hyoscyamus muticus* spp. *falezlez*

Les chèvres ont semblé moins sensibles que les moutons à cette intoxication. Dans un troupeau comportant 652 moutons et 108 chèvres, seulement 9 chèvres sont mortes (8 p. 100) suite à la consommation de la jusquiame, alors que 394 moutons (60 p. 100) en ont été victimes. Les symptômes décrits sont identiques à ceux rapportés chez les ovins.

#### *Nerium oleander* L. (laurier rose, *defla, ilili*)

#### ■ Caractéristiques

Le laurier rose, de la famille des apocynacées, est un arbuste à tiges érigées, à feuilles coriaces entières, à grandes fleurs roses ou blanches selon les variétés (10). Il renferme un ensemble d'hétérosides de structure proche de celle des hétérosides digitaliques. Dans les feuilles, on trouve principalement l'oléandroside, le nérosiode et le nérianthoside parmi les substances responsables de toxicité cardiaque. Toutes les parties de la plante, feuille, fleur, écorce, bois, sont vénéneuses (29).

#### ■ Symptômes et lésions

Les signes de l'intoxication sont cardiaques, gastro-intestinaux et neurologiques. Il y a une bradycardie ou une tachycardie, des arythmies, des blocs auriculo-ventriculaires. On observe des diarrhées, une faiblesse neuro-musculaire et des convulsions. La mort survient 36 heures après l'ingestion (1).

Les cas qui nous ont été rapportés ont concerné des chèvres qui s'étaient abreuvées dans des flaques d'eau, au niveau d'oueds bordés de lauriers roses, dans la région de Ksar-El-Boukhari. Ces animaux ont été retrouvés morts à côté des flaques. Ces observations rejoignent celles décrites par d'autres auteurs (1, 11).

### Bovins

Les bovins sont assez souvent concernés par les intoxications végétales ; les plus fréquentes ont été provoquées par neuf espèces (tableau II).

#### *Cistus monspeliensis* L. (ciste de Montpellier, *oum alyia, tame itibt*)

#### ■ Caractéristiques

Le ciste de Montpellier est un arbuste de la famille des cistacées, haut d'un mètre en moyenne, très ramifié dès la base, velu et visqueux en toutes ses parties. Les feuilles sont lancéolées ou linéaires, et rugueuses. Les fleurs sont blanches, de deux à trois centimètres de diamètre (44). Le ciste de Montpellier est retrouvé dans les forêts et broussailles en terrain non calcaire dans toute l'Algérie.

Il n'existe aucune publication rapportant la toxicité du ciste de Montpellier chez les bovins bien qu'il soit très répandu dans les pays méditerranéens. Toutefois son rôle a été évoqué dans des cas de cystite chez des génisses en transhumance dans le sud de la France (32). En revanche au Maroc, *Cistus ladaniferus*, *C. crispus* et *C. salviifolius* sont responsables d'intoxications chez les moutons.

#### ■ Symptômes et lésions

Les symptômes observés sont surtout d'ordre nerveux et digestif. Au début, l'animal se déplace difficilement, présente une faiblesse générale et une amaurose. Les troubles digestifs apparaissent tardivement avec surtout des coliques et des diarrhées. Des avortements ont été également rapportés chez les femelles gravides (2).

Dans les cas qui nous ont été décrits, une centaine de bovins mâles et femelles, pâturant dans des zones montagneuses à l'est du pays (Annaba), ont présenté des symptômes proches de ceux décrits en France. Selon les éleveurs, cette plante poussant de manière très dense a été consommée quasi exclusivement par les bovins qui n'ont pas trouvé d'autres plantes aussi vertes. Il est à noter qu'après les fréquents incendies des maquis, seul le ciste de Montpellier prolifère. D'après les éleveurs, cette plante n'agirait pas seule mais de manière synergique avec les cendres provenant de cistes calcinés sur lesquelles elle prolifère. Les symptômes décrits ont été l'abattement, l'anorexie, l'hypothermie, la miction difficile, l'oligurie et enfin de l'anurie. Les lésions ont présenté un épaississement des parois vésicales. Aucun signe nerveux n'a été observé.

#### *Ferula communis*

Les cas qui nous ont été décrits ont présenté de l'abattement, de la prostration et de l'épistaxis, ainsi que des diarrhées hémorragiques et une hématurie. A l'examen, les vétérinaires ont observé une tachycardie, une dyspnée et une pâleur des muqueuses. Ces signes cliniques et ces lésions ont également été rapportés par d'autres auteurs (14, 57).

***Silybum marianum* (L.) Gaertn. (chardon-Marie, choug boutli, zaz, el bouk)**

## ■ Caractéristiques

Le chardon-Marie est une plante de la famille des astéracées (ou des composées). C'est une plante puissante, généralement bisannuelle, à tiges rameuses et sillonnées, atteignant environ 1,50 m de haut. Les feuilles sont vertes, maculées de blanc, dentées et épineuses (44). Le chardon-Marie est retrouvé dans les champs, les fossés, les lieux incultes et les décombres. Il serait parmi les plantes les plus riches en nitrates en Israël (47).

## ■ Symptômes et lésions

Les nitrates qu'il contient sont transformés en nitrites qui provoquent une méthémoglobinisation. La consommation de cette plante en grandes quantités par les bovins est toxique mais, dans de nombreux cas, les bovins peuvent en ingérer beaucoup sans effet visible (11).

L'intoxication qui nous a été rapportée, dans la région de Sedrata à l'est du pays, s'est déclarée en trois jours chez les animaux alimentés exclusivement au chardon-Marie, alors que chez ceux qui recevaient du fourrage et du chardon-Marie, elle ne s'est déclarée qu'au bout de 15 jours. Chez les dix-huit cas rapportés, les symptômes ont été les suivants : troubles neuromusculaires et oculaires se manifestant brusquement, chancellement, difficulté à se tenir debout, tremblements, somnolence, flaccidité musculaire, tachycardie, inappétence et hypothermie. Les muqueuses étaient cyanosées, le sang était brun-noirâtre en raison de la méthémoglobinisation. Les mortalités ont été de 50 p. 100 environ. Etant donné qu'il y a peu de cas décrits d'intoxication par le chardon-Marie, la description des signes cliniques faite par les vétérinaires algériens illustre les effets méthémoglobinisants des nitrates contenus dans cette plante (cyanose, tachycardie, troubles neuromusculaires).

***Sorghum drummondii* (Stend.) Nees ex Millsp. & Chase (sorgho)**

## ■ Caractéristiques

Le sorgho est une plante fourragère de la famille des graminées. Il est utilisé comme culture fourragère d'urgence pour la fin de la saison. Il est consommé soit en pâturage, soit sous forme de fourrage vert. C'est une plante de 1,5 m de haut, dont l'appareil végétatif ressemble à celui du maïs mais, contrairement à ce dernier, il n'y a qu'une inflorescence terminale très fournie et très rameuse de 20 à 40 cm.

Les sorghos sont des plantes cyanogénétiques. Ils renferment de la dhurrine, un glycoside cyanogénétique qui, par hydrolyse, libère l'acide cyanhydrique. La dhurrine, très abondante dans la plante jeune, disparaît progressivement, à mesure que le stade de végétation avance. La libération de l'acide cyanhydrique, qui est volatil, ne se produit que lorsque la plante est endommagée par la gelée, la mastication ou le stress hydrique (25). Des enzymes végétales transforment ce glycoside en libérant de l'acide cyanhydrique.

## ■ Symptômes et lésions

Si le cyanure se retrouve dans l'organisme de l'animal en quantités suffisantes, il provoque une hypoxie cytotoxique qui peut conduire à la mort par asphyxie. Le sorgho du Soudan peut aussi accumuler des nitrates en quantités toxiques (15, 21, 25). On peut estimer qu'à la période de toxicité maximale, un kilogramme de feuilles de sorgho suffit pour provoquer une intoxication mortelle chez un bovin de 500 kilogrammes (29).

Dans les cas qui nous ont été rapportés, les vaches sont mortes assez rapidement après avoir pâturé sur des prairies de nouvelles pousses de sorgho. Elles ont présenté une tachypnée, une tachycardie, une démarche chancelante et la présence d'écume à la bouche.

Ce type d'accident est survenu chez les éleveurs ayant introduit cette culture fourragère estivale en méconnaissant le danger des jeunes plantes riches en dhurrine. Les symptômes rapportés chez des bovins en France sont une démarche chancelante, une dyspnée et des convulsions (29).

***Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (fougère aigle, fersiou, fersiq)**

## ■ Caractéristiques

La fougère aigle est une plante de la famille des Dennstaedtiaceae, haute de 0,40 à 2,50 m. Les frondes, issues d'un rhizome robuste, sortent de terre isolément. Elles sont profondément découpées avec deux ordres de ramification (14, 29). Les frondes et le rhizome contiennent un principe toxique cancérigène qui est un hétéroside norsesquiterpénique, le ptaquiloside. Cette molécule très labile se transforme en milieu alcalin en une diénone réactive qui peut s'additionner, *via* une carbocation électrophile, sur l'ADN et devenir mutagène et cancérigène (43). Il existe également une thiaminase très active mais qui n'intervient pas dans la genèse de l'intoxication des bovins (28, 57).

## ■ Symptômes et lésions

L'intoxication aiguë se manifeste par un syndrome hémorragique avec de l'hyperthermie, de la faiblesse, de l'anorexie, de l'épistaxis, de l'hématurie et parfois de l'hématidrose (sueurs de sang). Ces lésions sont liées à une atteinte de la moelle osseuse induisant une leucopénie et une thrombocytopénie (30, 57). Dans l'intoxication chronique on observe une hématurie consécutive à un saignement de la muqueuse vésicale. Des adénomes, des tumeurs épithéliales ainsi que des hémangiomes sont retrouvés dans la vessie (23, 28, 40).

Sur une dizaine de cas rapportés par les vétérinaires des régions montagneuses de Kabylie où la fougère aigle est prépondérante, les symptômes observés – hématidrose (sueurs de sang) et hématurie – ont été identiques à ceux décrits en France (28). Les animaux intoxiqués ont été abattus avant l'issue mortelle.

***Malva parviflora* L. (mauve, khobaiz, medjir)**

## ■ Caractéristiques

La mauve est une plante bisannuelle ou vivace, de la famille des malvacées, à tiges ramifiées, pouvant atteindre environ un mètre de haut. Les fleurs pédonculées groupées à plusieurs à l'aisselle des feuilles sont de couleur rose violacé (44). La mauve est responsable d'intoxications chez les moutons et les chevaux en Israël et en Australie. Comme le chardon-Marie, elle serait parmi les plantes les plus riches en nitrates en Israël (47).

## ■ Symptômes et lésions

Les symptômes décrits par les vétérinaires de différentes régions sont des tremblements musculaires, de la faiblesse et un décubitus chez les moutons après consommation de grandes quantités de plantes pendant plusieurs jours. Ces symptômes ont également été rapportés par d'autres auteurs (11, 39, 47) qui ont cependant relevé de faibles mortalités.

***Oxalis pes-caprae* L. (oxalis, surelle, qouarça, grioussa)**

## ■ Caractéristiques

L'oxalis est une plante vivace de la famille des oxalidacées, haute de 10 à 25 centimètres, ses feuilles sont longuement pétiolées, et les fleurs sont jaunes (44). Les intoxications par l'oxalis sont assez fréquentes dans les régions méditerranéennes et surviennent surtout à la fin de l'automne et pendant l'hiver (45, 48). L'oxalis contient de l'acide oxalique qui, par réaction avec le calcium et le magnésium sanguins, forme des oxalates insolubles. Ces oxalates sont des poisons systémiques et corrosifs pour les reins.

#### ■ Symptômes et lésions

Les oxalates inhibent la motricité du rumen entraînant une météorisation. L'ingestion de quantités importantes d'oxalis entraîne une hypocalcémie sévère, une dépression du système nerveux central et la mort survient par un collapsus cardiovasculaire. Dans les cas chroniques, l'hypocalcémie est compliquée par une urolithiase et une élévation de l'urémie (20).

Les vétérinaires de différentes régions du Nord rapportent de nombreux cas d'hypocalcémie avec dépression du système nerveux central et syndrome de la vache couchée dus à l'ingestion élevée d'oxalis. Ces signes cliniques sont également rapportés en Tunisie où Frikha a observé dans les cas chroniques une hypocalcémie compliquée par une urolithiase et une élévation de l'urémie (20).

#### *Drimia maritima*

La scille maritime est à l'origine d'une trentaine de cas graves rencontrés à l'est de l'Algérie (Annaba) et au nord-ouest (Médéa), où elle serait la première cause de réforme. Les animaux intoxiqués par cette plante étaient en mauvais état corporel, leur poil était piqué, des tremblements sont apparus, puis ils se sont mis en décubitus et sont morts, à moins d'être sacrifiés. Ces symptômes et ces lésions décrits par les vétérinaires correspondaient à ceux déjà rapportés par d'autres auteurs (18, 53).

#### *Quercus coccifera*

Les signes décrits sont des troubles urinaires avec hématurie. Les vétérinaires ont noté que les animaux ayant consommé de grandes quantités de glands et de feuilles de chêne étaient très amaigris, avaient un poil piqué et semblaient déprimés. Leur peau prenait l'aspect d'une carapace de tortue et ils émettaient un son de tambour en se déplaçant. Un tiers des animaux sont morts. Ces troubles urinaires avec hématurie ont également été décrits par plusieurs auteurs (22, 31, 46).

#### *Dromadaires*

Six plantes toxiques ont été le plus souvent incriminées.

#### *Hyoscyamus muticus* spp. *falezlez*

Des dromadaires ayant consommé de la jusquiame ont présenté des troubles nerveux avec agressivité mais aucune mortalité n'a été rapportée.

#### *Sorghum halepense* (L.) Pers. (sorgho d'Alep, *dokna*)

##### ■ Caractéristiques

Le sorgho d'Alep est une plante vivace, de la famille des graminées à rhizome rampant et blanc nacré, qui atteint 1,50 m de haut et qui pousse comme une mauvaise herbe. Comme les autres variétés de sorgho, il contient des hétérosides cyanogénétiques. Il peut produire de l'acide cyanhydrique en quantités toxiques s'il est endommagé par la mastication ou le stress hydrique.

##### ■ Symptômes et lésions

Des dromadaires ayant consommé cette plante en sont morts assez brutalement. Les symptômes décrits étaient une accélération de la respiration, un pouls irrégulier, la présence d'écume à la bouche et une démarche chancelante.

#### *Calobota saharæ* (genêt saharien, *tellegit*, *mukh*)

##### ■ Caractéristiques

Le genêt saharien est une plante de la famille des fabacées, à longs rameaux cylindriques et érigés, d'un à deux mètres de haut. Il s'agit d'une espèce saharienne, poussant dans les rocailles plus ou

moins ensablées (44). Ses principes toxiques ne sont pas connus, en revanche, ceux du genêt à balais (*Cytisus scoparius*) et du genêt d'Espagne (*Spartium junceum* L.) le sont : les rameaux du genêt à balais renferment de la spartéine ganglioplégique et ceux du genêt d'Espagne de la cytosine (14).

##### ■ Symptômes et lésions

Les vétérinaires ont rapporté que les dromadaires ayant ingéré du genêt saharien sur une longue période sont devenus apathiques et ont eu des difficultés de miction du fait de la présence d'un bouchon blanchâtre dans l'urètre.

#### *Malva parviflora*

La consommation excessive de mauve a provoqué chez les dromadaires des troubles nerveux avec paralysies et œdèmes des membres.

#### *Thapsia garganica*

La consommation de cette plante vésicante par les dromadaires a provoqué des signes de violente gastro-entérite.

#### *Diplotaxis harra* (Forssk.) Boiss. (*mazloum*, *lechnef*)

##### ■ Caractéristiques

*Diplotaxis harra* est une plante de la famille des Brassicaceae (encore appelée crucifères) à tiges florifères feuillées, au moins à la base (44). Les plantes de cette famille élaborent des glucosinolates qui sont des molécules soufrées responsables des odeurs fortes caractéristiques de ces végétaux (14). Les Brassicaceae peuvent contenir, dans certaines conditions, des nitriles (26).

##### ■ Symptômes et lésions

Chez les bovins, les plantes de la famille des Brassicaceae entraînent divers syndromes avec anémie hémolytique, cécité, emphysème pulmonaire et troubles digestifs, qui peuvent se produire séparément ou en association. Blood et Henderson signalent également des cas d'intoxication par les nitrates et les nitrites (11).

Selon les vétérinaires qui ont décrit cette intoxication, cette crucifère ne serait toxique qu'à partir de la deuxième année de végétation. Sa consommation par les dromadaires dans le Sud algérien a provoqué des paralysies et les animaux ont alors renâclé à se relever.

## ■ CONCLUSION

Les intoxications par les plantes sont suffisamment répandues pour nécessiter la diffusion des informations nécessaires tant auprès des vétérinaires que des éleveurs. De nombreuses intoxications pourraient être évitées si certaines précautions étaient prises. Ainsi, comme la plupart des intoxications concernent surtout les moutons, la connaissance de la flore permettrait de limiter ce genre d'accident, notamment en cas de mobilité des troupeaux vers des pâturages à la composition floristique différente et peu connue des bêtes et des pasteurs. Certaines zones où prolifèrent des plantes toxiques sont évitées par les éleveurs de la région qui les reconnaissent comme étant dangereuses, alors qu'elles pourraient paraître attrayantes pour des troupeaux de passage qui ne les connaissent pas. De plus, alors que le dessèchement de la flore sur les lieux de pâture en saison sèche est presque total, beaucoup de plantes toxiques conservent leur verdure, attirant les animaux en quête de plantes vertes. Les animaux en état de sous-nutrition ou présentant une dépravation du goût s'intoxiquent facilement.

La toxicité d'une plante pouvant varier en fonction de son stade de développement et de la saison, la connaissance de cette variabilité

doit s'ajouter à l'identification des plantes toxiques elles-mêmes. Par ailleurs, certaines plantes ne se développant qu'au cours des années à pluviométrie abondante, leur présence aléatoire et parfois éphémère accentue le risque d'intoxication.

Dans ce contexte où la toxicité d'une plante n'est pas toujours clairement établie, la toxicologie vétérinaire se doit d'approfondir certains travaux visant à mettre en place des expérimentations afin de reproduire les troubles observés sur le terrain selon la plante incriminée.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. ADAM S.E.I., AL-YAHYA M.A., AL-FARHAN A.H., 2001. Acute toxicity of various oral doses of dried *Nerium oleander* leaves in sheep. *Am. J. Chin. Med.*, **29**: 525-532.
2. ALAOUJ J., 1981. Contribution à l'étude des principales plantes toxiques chez les animaux domestiques au Maroc. Thèse Doct. Vét., Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
3. ALI H., BROGGER CHRISTENSEN S., FOREMAN J.C., PEARCE F.L., PIOTROWSKI W., THASTRUP O., 1985. The ability of thapsigargin and thapsigargin to activate cells involved in the inflammatory response. *Br. J. Pharmacol.*, **85**: 705-712.
4. APPENDINO G., TAGLIAPETRA S., GARIBOLDI P., NANO G.M., PICCI V., 1988.  $\Omega$ -oxygenated prenylated coumarins from *Ferula communis*. *Phytochemistry*, **27**: 3619-3624.
5. ARAGNO M., TAGLIAPETRA S., NANO G.M., UGAZIO G., 1989. Experimental studies on the toxicity of some compounds from *Ferula communis* in the rat. *Res. Commun. Chem. Pathol. Pharmacol.*, **66**: 333-336.
6. ARAYA O.S., FORD E.J., 1981. An investigation of the type of photosensitization caused by the ingestion of St John's wort (*Hypericum perforatum*) by calves. *J. Comp. Pathol.*, **91**: 135-141.
7. ASLANI M.R., REZAKHANI A., 2000. A case report of oleander (*Nerium oleander*) intoxication in cattle. *Int. J. Trop. Agric.*, **18**: 185-187.
8. BATANOUNY K.H., 1999. Wild medicinal plants in Egypt: an inventory to support conservation and sustainable use. Cairo, Egypt, Palm Press, 207 p.
9. BEIN C., GRANIER M., ELCADI T., DELACOUR J.L., WAGSCHAL G., 1999. Une cause rare de mydriase unilatérale. *Presse Méd.*, **28** : 1070.
10. BEZANGER-BEAUQUESNE L., PINKAS M., TORCK M., TROTIN F., 1980. Plantes médicinales des régions tempérées. Paris, France, Maloine, 439 p.
11. BLOOD D.C., HENDERSON J.A., 1976. Médecine vétérinaire, 2<sup>e</sup> éd. Paris, France, Vigot Frères, 992 p.
12. BREMOND G., 1887. Journal de l'Ecole de Lyon (cité par Velu et Gardas, 1924).
13. BRUNETON J., 1999. Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants, 2nd Edn. Paris, France, Lavoisier, 1119 p.
14. BRUNETON J., 2005. Plantes toxiques et végétaux dangereux pour l'homme et les animaux, 3<sup>e</sup> éd. Paris, France, Lavoisier, 618 p.
15. CLAY B.R., EDWARDS W.C., PETERSON D.R., 1976. Toxic nitrate accumulation in the sorghums. *Bovine Pract.*, **11**: 28-32.
16. COOPER M.R., JOHNSON A.W., 1984. Poisonous plants in Britain and their effects on animals and man. London, UK, Her Majesty's Stationery Office, 305 p.
17. DREW D.P., RASMUSSEN S.K., AVATO P., SIMONSEN H.T., 2012. A comparison of headspace solid-phase microextraction and classic hydrodistillation for the identification of volatile constituents from *Thapsia* spp. provides insights into guaianolide biosynthesis in Apiaceae. *Phytochem. Anal.*, **23**: 44-51.
18. EL BAHRI L., DJEGHAM M., MAKHLOUF M., 2000. *Urginea maritima* L. (Squill): A poisonous plant of North Africa. *Vet. Hum. Toxicol.*, **42**: 108-110.
19. EL BAHRI L., MAKHLOUF M., 2001. *Thapsia garganica* L.: A poisonous plant of North Africa. *Vet. Hum. Toxicol.*, **43**: 216-218.
20. FRIKHA M., 1980. Toxicologie des oxalates : contribution à l'étude de l'intoxication par l'oxalis chez les ruminants en Tunisie. Thèse Doct. Vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie.

21. FULLER T.C., MCCLINTOCK E., 1986. Poisonous plants of California. Berkeley, USA, University of California Press, 432 p.
22. GARG S.K., MAKKAR H.P.S., NAGAL K.B., SHARMA S.K., WADHWA D.R., SINGH B., 1992. Oak (*Quercus incana*) leaf poisoning in cattle. *Vet. Hum. Toxicol.*, **34**: 161-164.
23. GAVA A., SILVA NEVES D., GAVA D., DE MOURA S.T., SCHILD A.I., RIET-CORREA F., 2002. Bracken fern (*Pteridium aquilinum*) poisoning in cattle in Southern Brazil. *Vet. Hum. Toxicol.*, **44**: 362-365.
24. GIL M.C., GOMEZ L., ROY T.J., PRIETO L., PENA F.J., GARCIA L., 2002. Testicular and epididymal changes in rams following intoxication by *Ferula communis*. *Vet. Rec.*, **150**: 24-25.
25. GRAY E., RICE J.S., WATTENBARGER D., BENSON J.A., HESTER A.J., LOYD R.C., GREENE B.M., 1968. Hydrocyanic acid potential of *Sorghum* plants grown in Tennessee. University of Tennessee Agricultural Experiment Station Bulletin AgResearch: 1-48.
26. HALKIER B.A., 1999. Glucosinolates. In: Ikan R., Ed., Naturally occurring glycosides. Chichester, UK, John Wiley, p. 193-223.
27. HUGNET C., GAULT G., BERNY P., LORGUE G., 1995. Intoxication par les hétérosides cardiotoniques d'origine végétale. *Rec. Méd. Vét.*, **171** : 177-181.
28. JEAN-BLAIN C., GASTELLU J., BRINGUIER P.P., 1987. Hématurie chronique des bovins : étude clinique. *Point Vét.*, **19** : 317-323.
29. JEAN-BLAIN C., GRISVARD M., 1973. Plantes vénéneuses et toxicologie. Paris, France, La maison rustique, 140 p.
30. HIRONO I., KONO Y., TAKAHASHI K., 1984. Reproduction of acute bracken poisoning in a calf with ptaquiloside, a bracken constituent. *Vet. Rec.*, **115**: 375-378.
31. HOLLIMAN A., 1985. Acorn poisoning in ruminants. *Vet. Rec.*, **116**: 546.
32. KECK G., BEZILLE P., GAUT G., SIMON P., RAFFIN Y., CARAGUEL B., 1998. Cystite d'origine toxique probable : première observation chez des génisses transhumantes en milieu méditerranéen. *Point Vet.*, **29** : 1347-1349.
33. KUSARI S., LAMSHOFT M., ZUHLKE S., SPITTELLER M., 2008. An endophytic fungus from *Hypericum perforatum* that produces hypericin. *J. Nat. Prod.*, **71**: 159-162.
34. LAMNAOUER D., 1999. Activité anticoagulante des coumarines de *Ferula communis* L. *Thérapie*, **54** : 747-751.
35. LAMNAOUER D., BODO B., MARTIN M.T., MOLHO D., 1987. Ferulenol and 20-hydroxyferulenol, toxic coumarins from *Ferula communis* var. *genuina*. *Phytochemistry*, **26**: 1613.
36. LAMNAOUER D., FRAIGUI O., 1991. Structure of isoferprenin, a 4-hydroxycoumarin derivative from *Ferula communis* var. *genuina*. *J. Nat. Prod.*, **54**: 576-578.
37. LAMNAOUER D., FRAIGUI O., ABADOME F., 1991. Toxicité et activité anticoagulante de quelques constituants de *Ferula communis* L. chez le rat, Al Biruniya. *Rev. Mar. Pharm.*, **7** : 135-142.
38. LAMNAOUER D., FRAIGUI O., MARTIN M.T., BODO B., 1991. Structure of ferulenol derivatives from *Ferula communis* var. *genuina*. *Phytochemistry*, **30**: 2383-2386.
39. MAIN D.C., BUTLER R.A., 2006. Probable *Malva parviflora* (small flowered mallow) intoxication in sheep in Western Australia. *Aust. Vet. J.*, **84**: 134-135.
40. MARRERO E., BULNES C., SANCHEZ L.M., PALENZUELA I., STUART R., JACOBS F., ROMERO J., 2001. *Pteridium aquilinum* (bracken fern) toxicity in cattle in the humid chaco of Tarija, Bolivia. *Vet. Hum. Toxicol.*, **43**: 156-158.
41. MEYER C., éd., 2015. Dictionnaire des sciences animales. Montpellier, France, Cirad. <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/>
42. MOHAMMEDI D., LAMNAOUER D., 2005. Chimiotaxonomie de *Ferula communis* L. en Algérie. In : Congrès international sur les plantes médicinales, Errachidia, Maroc, 16-19 mars 2005.
43. OJIKI M., WAKAMATSU K., NIWA H., YAMADA K., 1987. Ptaquiloside, a potent carcinogen isolated from bracken fern *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*: Structure elucidation based on chemical and spectral evidence, and reactions with amino acids, nucleotides and nucleosides. *Tetrahedron*, **43**: 5261-5264.
44. QUEZEL P., SANTA S., 1962, 1963. Nouvelle flore de l'Algérie. Paris, France, CNRS, 1170 p.

45. REKHIS J., 1994. The poisonous plants *Oxalis cernua*. *Vet. Hum. Toxicol.*, **36**: 36-38.
46. SAVEY M., 1985. Diagnostic d'une intoxication par les glands. *Point Vét.*, **17** : 365-366.
47. SHLOSBERG A., 2011. Plant toxicoses in Israel. *Israel J. Vet. Med.*, **66**: 171-174.
48. SHLOSBERG A., EGYED M.N., 1983. Examples of poisonous plants in Israel of importance to animals and man. *Arch. Toxicol.*, **6**: 194S-196S.
49. SHLOSBERG A., EGYED M.N., 1985. Experimental *Ferula communis* (giant fennel toxicosis in sheep. *Zentralbl. Veterinarmed. A*, **32**: 778-784.
50. SJJILMASSI A., 1996. Les plantes médicinales du Maroc, 6<sup>e</sup> éd. Casablanca, Maroc, Fennec, 285 p.
51. TERESA J. DE P., VILLASECO M.A., HERNANDEZ J.M., MORAN J.R., URONES J.G., GRANDE M., 1986. Complex acetylenes from the roots of *Ferula communis*. *Planta Med.*, **6**: 458-462.
52. THEODOSSIOU T.A., NORONHA-DUTRA A., HOTHARSALL J.S., 2006. Mitochondria are a primary target of hypericin phototoxicity: synergy of intracellular calcium mobilisation in cell killing. *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, **38**: 1946-1956.
53. TUNCOK Y., KOZAN O., CAVDAR C., GUVEN H., FOWLER J., 1995. *Urginea maritima* L. (Squill) toxicity. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.*, **33**: 83-86.
54. VALLE M.G., APPENDINO G., NANO G.M., PICCI V., 1987. Prenylated coumarins and sesquiterpenoids from *Ferula communis*. *Phytochemistry*, **26**: 253-256.
55. VELU H., GARDAS J., 1924. Le féruisme. *Arch. Inst. Pasteur, Alger*, **2** : 494-505.
56. VIALA A., 1998. Les toxicomanies : solanacées et dérivés. In : *Eléments de toxicologie*. Paris, France, Editions médicales internationales, p. 426-427.
57. XU L.R., 1992. Bracken poisoning and enzootic haematuria in cattle in China. *Res. Vet. Sci.*, **53**: 116-121.

Accepted 27 March 2015; Online publication 30 September 2015

## Summary

**Mohammedi D., Mohammedi S., Keck G.** Major plant poisonings in ruminants in the Mediterranean area

Plant poisonings in ruminants are rather common, but they remain little known and difficult to quantify because of the diversity of the toxic plants responsible for them. The impacts of plant poisoning in the Mediterranean Basin should be better evaluated to distinguish them from infectious origins. Indeed, veterinarians find it difficult to reach a diagnosis of plant poisoning and often incriminate infectious agents. It is therefore important to gather plenty of objective information, which often proves difficult given the approximative case descriptions. Some of these toxic plants are very widely distributed south and north of the Mediterranean, including in France. In contrast, others are relatively specific to the desert environment of North Africa and are present in particular in Algeria. The most frequently affected animals were sheep (61.5%), cattle (24.7%), camels (9%) and goats (4.6%). Poisonings encountered in ruminants were caused by *Hyoscyamus muticus* spp. *falezlez* (Coss.) Maire, *Ferula communis* L., *Thapsia garganica*, *Hypericum crispum* L., *Tetraena cornuta* (Coss.) Beier & Thulin, *Drimia maritima* (L.) Stearn, *Quercus coccifera* L., *Nerium oleander* L., *Cistus monspeliensis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sorghum drummondii* (Stend.) Nees ex Millsp. & Chase, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Malva parviflora* L., *Oxalis pes-caprae* L., *Sorghum halepense*, *Calobota saharae*, *Diploaxis harra* (Forssk.) Boiss.

**Keywords:** Ruminant – Poisoning – *Hyoscyamus muticus* – *Ferula communis* – *Quercus coccifera* – *Cistus monspeliensis* – *Silybum marianum* – Algeria.

## Resumen

**Mohammedi D., Mohammedi S., Keck G.** Principales intoxicaciones vegetales en los rumiantes en zona mediterránea

Las intoxicaciones vegetales en los rumiantes son bastante frecuentes, pero aún mal conocidas y su importancia difícil de cuantificar, debido al hecho de la diversidad de las plantas tóxicas responsables. Los impactos de las intoxicaciones vegetales en la Cuenca mediterránea deberían ser mejor evaluados para distinguirlos de los causados por infecciones. En efecto, los veterinarios establecen difícilmente un diagnóstico de intoxicación vegetal e incriminan a menudo a agentes infecciosos. Es por lo tanto importante reunir un máximo de información objetiva, lo que es a menudo delicado en razón de las informaciones relativamente aproximativas en las descripciones de los casos. Ciertas plantas responsables de intoxicación presentan una distribución muy amplia en el sur y en el norte del Mediterráneo, incluyendo Francia. Otras, por el contrario, son relativamente específicas a los medios desérticos del Magreb y principalmente Argelia. Los animales más frecuentemente concernidos son los ovinos (61,5%), los bovinos (24,7%), los dromedarios (9%) y los caprinos (4,6%). Las intoxicaciones encontradas en los rumiantes son provocadas por *Hyoscyamus muticus* spp. *falezlez* (Coss.) Maire, *Ferula communis* L., *Thapsia garganica*, *Hypericum crispum* L., *Tetraena cornuta* (Coss.) Beier & Thulin, *Drimia maritima* (L.) Stearn, *Quercus coccifera* L., *Nerium oleander* L., *Cistus monspeliensis* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sorghum drummondii* (Stend.) Nees ex Millsp. & Chase, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Malva parviflora* L., *Oxalis pes-caprae* L., *Sorghum halepense*, *Calobota saharae*, *Diploaxis harra* (Forssk.) Boiss.

**Palabras clave:** Rumiante – Envenenamiento – *Hyoscyamus muticus* – *Ferula communis* – *Quercus coccifera* – *Cistus monspeliensis* – *Silybum marianum* – Argelia.



# Typologie exploratoire des systèmes d'élevage laitier familiaux de la mégalopole du Grand Caire en Egypte, contraintes et opportunités

A. Daburon<sup>1\*</sup> J.F. Tourrand<sup>2</sup> V. Alary<sup>1,3</sup>  
A. Ali<sup>4</sup> M. Elsorougy<sup>4</sup>

## Mots-clés

Bétail – Typologie – Système d'exploitation agricole – Agriculture urbaine – Agriculture familiale – Exploitation laitière – Egypte.

## Résumé

Avec la croissance de la population urbaine mondiale, les rôles que pourraient jouer les agricultures urbaines dans les villes de demain posent question. L'Egypte, qui a connu une urbanisation très rapide au cours du siècle dernier, semble abriter une importante diversité d'exploitations urbaines et périurbaines. La mégalopole du Grand Caire, avec ses 20 millions d'habitants, ne fait pas exception et profite de la présence de fermes, dont une partie contribue à l'approvisionnement en lait de la ville. Relevant de l'économie informelle, la littérature est presque inexistante quant à leurs structures, fonctionnements, dynamiques et perspectives. Cet article décrit les principaux systèmes familiaux du secteur laitier informel du Caire, afin de mieux cerner leurs contraintes et leurs opportunités. Les données collectées au cours d'entretiens auprès de 73 éleveurs du Caire ont permis de réaliser une typologie de ces systèmes en se basant sur leurs caractéristiques structurelles, techniques, familiales et économiques. Deux grandes catégories ont été identifiées : les agroéleveurs intégrant agriculture et élevage, et les éleveurs hors-sol. Chacune de ces catégories a été divisée en deux types, à partir d'un gradient de la taille. Dans tous les cas, la satisfaction des besoins alimentaires familiaux a primé. Le lait de bufflonne était le lait le plus produit et la commercialisation des surplus de lait frais passait par des circuits courts. Bien que rendant des services à la ville, ces exploitations affrontaient de nombreuses contraintes (coûts élevés des intrants agricoles, pression foncière, faible disponibilité des terres agricoles, parmi d'autres) qui remettaient en question leur subsistance à moyen terme.

## ■ INTRODUCTION

L'Egypte compte aujourd'hui plus de 85 million d'habitants, héritiers d'une histoire agricole ancestrale. Ce secteur est très largement constitué de fermes familiales cultivant moins de deux hectares (14). Il représentait près de 30 p. 100 des emplois en 2011 dans un contexte national de chômage important (5). Avec

seulement 2,8 million d'hectares de terres arables en 2012 (16), la ressource foncière est un facteur limitant majeur de la production agricole. Ces surfaces se concentrent le long du Nil et dans son delta puisque le fleuve constitue la source principale d'eau pour l'agriculture irriguée, très largement dominante sur le territoire. Le reste du pays est surtout composé de paysages désertiques. Avec des densités de population dépassant aujourd'hui 1 000 habitants/km<sup>2</sup> (8), les agglomérations de taille moyenne (moins de 500 000 habitants) se sont multipliées et deux villes majeures – le grand Caire et Alexandrie – se sont développées au cours du dernier siècle sous l'effet de la croissance démographique (1). Ce développement s'est effectué au détriment des terres arables et près de 550 000 hectares auraient été convertis entre 1965 et 2000 (12). Pour pallier cette érosion, des politiques d'expansion de l'agriculture irriguée sur les terres désertiques bordant le delta (2) sont menées depuis plus de 50 ans. Ces *New Reclaimed*

1. Cirad, UMR Selmet, TA C-112/A, avenue d'Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

2. Cirad, UPR Green, 34398 Montpellier, France.

3. Cirad, UMR Selmet, Icarda, Giza, Cairo, Egypt.

4. APRI, Production System Research Department, Nadi El-Said, Dokki, Giza, Egypt.

\* Auteur assurant la correspondance ;

Tél. : +33 (0)6 38 39 91 81 ; e-mail : annabelle.daburon@cirad.fr

Land (NRL) auraient permis, d'après les statistiques nationales, de compenser les pertes de surface.

Outre son impact sur la ressource foncière, la croissance démographique et l'urbanisation ont entraîné une importante augmentation de la demande alimentaire, notamment en protéines animales. La sécurité alimentaire des villes est devenue un défi national et l'agglomération du Grand Caire, avec ses 20 millions d'habitants, est emblématique de ce phénomène (24). Alors que les systèmes de transport réfrigérés sont encore peu utilisés dans le pays, les flux en denrées périssables représentent un défi quotidien. Leur organisation est encore peu connue, reposant largement sur le secteur informel (donc non répertorié par l'Etat), ce qui explique la difficulté de recueillir des informations, comme dans le cas de certaines villes du continent africain (17, 19, 31).

L'approvisionnement en lait de la ville offre un sujet particulièrement intéressant dans le cas du Grand Caire. La consommation de produits laitiers, d'une extrême diversité, est présente en Egypte depuis des millénaires, atteignant aujourd'hui 64 kilogrammes par an par habitant (16), et traduit une réelle culture laitière. Historiquement, le lait de bufflonne était majoritairement consommé après transformation en beurre, crème, fromage frais ou yaourt (23), comme dans d'autres pays (Italie, Iran, Azerbaïdjan) (7). Il semble pourtant que le lait de vache progresse rapidement dans les habitudes alimentaires car la production nationale de lait de vache a dorénavant dépassé celle de lait de bufflonne (2). Si l'approvisionnement de la mégapole s'effectue pour partie par les producteurs du delta et de la Haute-Egypte, et sous forme de poudre de lait importée, une importante communauté de producteurs laitiers est présente au sein même de la mégapole et dans ses environs (13) mais reste méconnue.

Les agricultures urbaines semblent avoir existé à travers les âges. Toutefois, on envisage encore mal leur complexité, leur caractère multifonctionnel et les rôles qu'elles peuvent tenir dans les villes contemporaines (6). Ainsi leur contribution à la sécurité alimentaire, à la résilience des villes, à l'atténuation des effets du réchauffement climatique et leurs impacts sociaux (emploi, savoir-faire) restent des domaines à approfondir (30). A terme, la prise en compte de ces communautés de producteurs urbains dans les politiques municipales pourrait permettre de réduire les effets néfastes de l'urbanisation. En effet, 54 p. 100 de la population mondiale vit aujourd'hui dans des agglomérations urbaines ; la proportion atteindrait 66 p. 100 d'ici à 2050, entraînant avec elle l'augmentation du nombre de pauvres dans les villes (9, 33).

C'est dans cette perspective que la présence et le potentiel que représentent ces producteurs dans la mégapole soulèvent des questions. Dans le cadre du projet DAIRY (*understanding the traditional milk supply chain functioning in Great Cairo, Egypt*, financé par l'Agence inter-établissement de recherche pour le développement [AIRD]), s'intéressant à la compréhension de la filière laitière traditionnelle du Caire, cet article décrit les systèmes agricoles familiaux urbains et périurbains contribuant à l'approvisionnement en lait du Grand Caire, à l'aide d'une approche systémique basée sur une typologie des exploitations. Cette démarche exploratoire a permis dans un premier temps de caractériser les systèmes laitiers, puis d'appréhender leurs opportunités et contraintes, avant d'envisager les perspectives de cette agriculture urbaine cairote.

## ■ MATERIEL ET METHODES

Il n'existe pas de registres exhaustifs des exploitations agricoles urbaines et périurbaines du Grand Caire. La première étape a consisté à cibler des zones de production laitière où l'équipe

de chercheurs avait la possibilité d'être introduite auprès d'un producteur. En effet l'élevage, en particulier en milieu urbain, est dissimulé aux yeux des personnes étrangères à la famille, les animaux ayant une place essentielle dans le patrimoine de chacune d'elle. Pour ce faire, des personnes ressources, chercheurs de l'Animal Production Research Institute (APRI) ou vétérinaires privés, ont été mobilisées. Trois zones urbaines et trois zones périurbaines du Grand Caire ont été identifiées pour effectuer les enquêtes (figure 1). La distinction entre urbain et périurbain dans le contexte du Grand Caire est surtout indicative et a facilité le travail de description, les limites de la ville n'étant pas clairement définies. Ces six zones ne sont pas exhaustives des bassins de production laitière du Grand Caire. Elles ont été sélectionnées pour représenter un maximum de la diversité des environnements de production que la capitale offre.

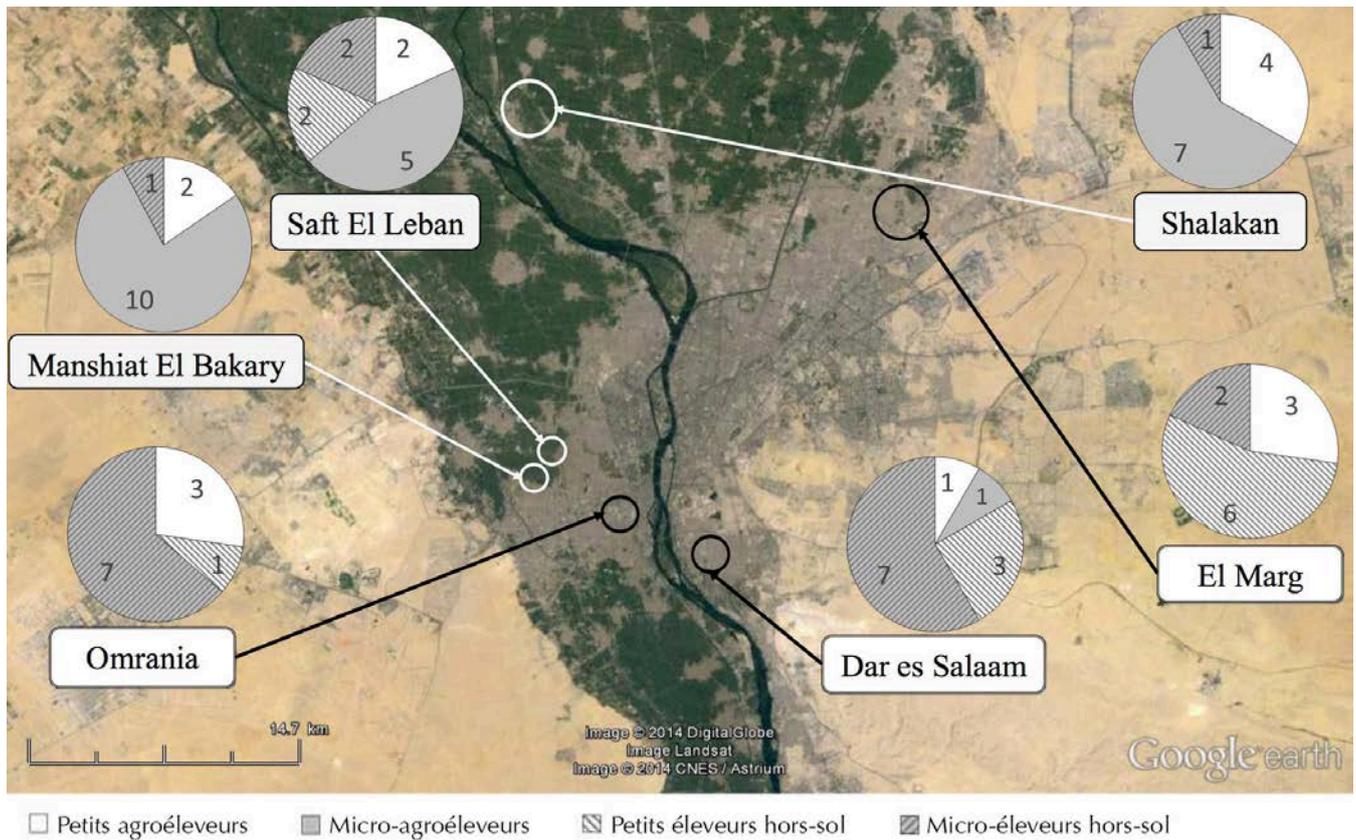
La phase d'enquête a été répartie sur une période de trois mois (mi-mars à mi-juin 2013). Dans chaque zone, 12 entretiens (13 dans l'une d'elles) ont été réalisés. Ainsi 73 éleveurs, qui devaient avoir au moins une femelle adulte (buffle ou bovin) en production ou ayant produit au cours de l'année précédente, ont participé à l'enquête. L'échantillonnage « boule de neige » (21), utilisé principalement pour des enquêtes exploratoires, se base sur le réseau social d'un premier contact qui va guider l'équipe à son prochain contact. Ce processus s'est effectué en tentant d'intégrer toute la diversité des exploitations présentes dans chacune de ces zones, tant en termes d'effectifs de troupeau que de mode de production ou de commercialisation.

Un entretien par exploitant a été réalisé, guidé par un questionnaire semi-directif, mené par les trois mêmes chercheurs, ensemble dans chacune des exploitations, afin de croiser les informations collectées. Le questionnaire <sup>5</sup> a couvert une année d'activité et plusieurs domaines pour cerner au mieux ces systèmes d'élevage et tenter d'approcher leurs dynamiques. Il a abordé :

- des considérations générales sur la famille (composition familiale, histoire, éducation, emplois...);
- la thématique foncière (propriété, location, transmission, prix d'accès...);
- les productions animales (composition du troupeau, système alimentaire, gestion de la reproduction, choix techniques, types de production et quantité...);
- les productions végétales (assolement, rotation, fertilisation, origine des semences, itinéraires techniques, accès à l'eau, types de production et quantité...);
- la destination des productions tant animales que végétales (consommation familiale, vente de lait et d'animaux, prix...);
- les contraintes et perspectives de ces systèmes d'agriculture familiale.

La collecte de données qualitatives et quantitatives a permis de constituer une base de données et d'établir un *pool* de 54 variables dont les principales thématiques sont reprises dans le tableau I. Outre les variables structurelles de ces systèmes d'agricultures familiales, des variables économiques ont été intégrées. Elles ont permis d'appréhender les tendances dans les performances des différentes exploitations, le produit brut issu de l'activité agricole (aussi bien des cultures que de la production animale ou de l'atelier lait), ainsi que les revenus issus des activités non agricoles. L'autoconsommation, part importante de l'utilisation de la production, a été incluse dans les calculs suivant son coût d'opportunité. Des variables fonctionnelles, principalement relatives au système d'alimentation, ont également été introduites. L'alimentation animale, un des postes de dépense importants, a

5. Les auteurs tiennent ce questionnaire à la disposition des lecteurs.



**Figure 1** : image satellite du Caire montrant les six zones d'investigation ; cercles blancs, milieux périurbains ; cercles noirs, milieux urbains. Les effectifs d'éleveurs par zone et par groupe typologique sont présentés.

été détaillée sur le plan des paramètres techniques, ainsi que sur le plan des coûts qu'elle représente pour les exploitations. Le coût de l'aliment a été estimé en fonction des quantités déclarées achetées et distribuées à chaque stade physiologique. Lorsqu'une partie de l'aliment était produite sur l'exploitation, les coûts de production, intégrant les intrants (fertilisants, irrigation, semences, entre autres), la main d'œuvre extérieure et la location d'équipement, ont été estimés pour chacune des cultures. Ceci a permis d'évaluer

grossièrement le coût des rations pour chaque espèce en fonction de son stade physiologique. Il semble essentiel de considérer les résultats obtenus avec le recul nécessaire aux conditions exploratoires de cette enquête. Les tendances et les caractéristiques générales sont ici présentées pour chacun des types, mais des analyses plus approfondies seraient requises pour affiner les résultats obtenus.

La typologie a été construite sur cette base de variables. L'analyse typologique est utilisée depuis les années 1970. Elle permet de regrouper des ensembles comportant des similarités, offrant une compréhension globale de ceux-ci (25). Une analyse factorielle multivariée de Hill et Smith (22) a été réalisée. Elle intégrait des variables qualitatives et quantitatives, à l'aide du module *ade4* du logiciel R, permettant un classement des exploitations selon les critères les plus discriminants. Sur la base de cette analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique (3) a été effectuée et a révélé des classes de systèmes d'élevage présentant des similarités.

## ■ RESULTATS

### *Caractéristiques communes des exploitations familiales du Caire*

Ces fermes appartenaient aux modèles d'exploitation familiale patriarcale. La production servait en priorité à satisfaire les besoins alimentaires de la famille et seuls les surplus étaient écoulés sur les marchés du Caire. Concernant l'activité de production animale, le lait, surtout celui de bufflonne, traité à la main, était transformé, dans la plupart des cas par les femmes, en divers produits laitiers (notamment crème, beurre, fromage frais) pour répondre aux

**Tableau 1**

Récapitulatif des variables utilisées dans l'analyse

Catégorie	Sous-catégorie	Nb. de variables
Production végétale	Structure de la production végétale, assolement, accès foncier	6
Production animale	Structure troupeau	8
	Economie de l'atelier laitier	4
	Paramètres dynamiques de troupeau	3
	Système d'alimentation	10
Famille	Revenus familiaux	4
	Structure familiale	7
	Emplois sur la ferme	2
Fonctionnement	Variables d'efficacité technique	10

besoins familiaux. Le lait entier restant était vendu. Pour une part importante des éleveurs interrogés (46 p. 100), la vente du lait cru était directe, deux fois par jour à la ferme du producteur au consommateur. Certains d'entre eux possédaient des points de vente avec un petit équipement frigorifique, à la ferme ou dans un autre emplacement dans la ville. Ils vendaient une partie mineure de leur production sous forme de beurre, de fromage frais ou de yaourt, mais ces cas étaient extrêmement rares (trois familles dans l'échantillon) et concernaient surtout les troupeaux les plus importants.

Le prix du lait de buffle a été en moyenne de 6,6 LE<sup>6</sup>/L, variant de 4,5 à 8 LE/L en fonction des quartiers de vente et du niveau de vie de leurs habitants. Environ 37 p. 100 des éleveurs ont déclaré ne pas vendre leur lait régulièrement du fait de leur production limitée à certaines périodes de l'année. Enfin une petite partie d'entre eux (17 p. 100) vendaient leur lait à des collecteurs de lait en raison de leurs liens familiaux.

Le cheptel était composé de bufflonnes aux conformations variables, de vaches Baladi – race locale rarement traitée, au format relativement léger (environ 400–450 kg pour les femelles adultes), souvent croisées avec des Holstein –, de leurs veaux, et parfois d'animaux à l'engraissement (jeunes bovins et/ou quelques petits ruminants). Peu de variations dans les lactations des bufflonnes ont été observées. En hiver, période de production maximale, environ 10 à 12 litres de lait étaient collectés par animal et par jour. En été, la production était de 6 à 8 litres par animal par jour pour une période de lactation de 10 mois en moyenne ( $\sigma = 3$  mois). Les vaches étaient parfois traitées mais servaient surtout à produire des veaux utilisés pour l'engraissement. En revanche, les veaux de bufflonnes étaient souvent vendus jeunes, après sevrage, à des fermes spécialisées dans l'engraissement, en particulier par manque d'espace ou de moyens pour financer l'aliment. Certains jeunes buffles étaient parfois abattus à quelques mois, fournissant une viande appréciée des consommateurs et fortement valorisée sur les marchés du Caire. Le renouvellement du troupeau s'effectuait souvent par l'achat d'animaux adultes, en début de lactation avec leur veau, pour éviter de nourrir des animaux improductifs lors de leur croissance et pendant la période de tarissement. La location de taureau a aussi été mentionnée, et l'insémination artificielle était très rare et réservée aux plus grosses étables.

6. Livre égyptienne. En 2013, 1 €  $\approx$  10 LE, soit environ dix fois moins ; la conversion des valeurs en euros ne sera plus précisée par la suite.

## Typologie

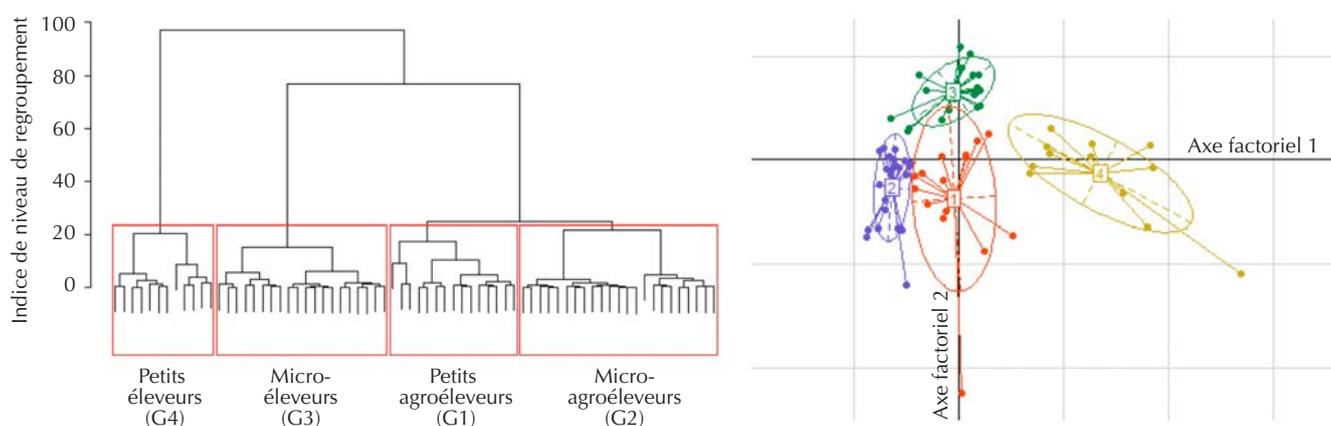
Trois exploitations ont été retirées de l'analyse du fait de leurs dimensions hors normes (détaillées par la suite). Elles ne permettaient pas l'application optimale de l'analyse factorielle multivariée, qui s'est donc basée sur 70 exploitations. Elle a permis de dégager deux axes factoriels décrivant au total 33,7 p. 100 de la variabilité de l'échantillon, le premier axe en représentait près de 21 p. 100 et le deuxième 12,7 p. 100 (figure 2).

Le premier facteur est principalement constitué de variables relatives à la production animale. Ainsi on retrouve par ordre d'importance décroissante les estimations du produit brut de l'atelier laitier, la production laitière, la taille du troupeau, exprimée en unités de bétail tropical (1 UBT = 250 kg de poids corporel vif), puis le nombre de grands ruminants (bovin et buffle) par exploitation. Le second axe factoriel est principalement composé des variables relatives à la production végétale et à la disponibilité en terres (surface totale, surface agricole utile, disponibilité en fourrage et assolement).

La classification ascendante hiérarchique a permis de dégager deux groupes principaux : les agroéleveurs intégrant agriculture et élevage, et les éleveurs hors-sol n'ayant que des productions animales. Chacun de ces groupes pouvant être divisé en deux, suivant un gradient de taille, on obtient ainsi quatre groupes typologiques : les agroéleveurs (micro et petits), les éleveurs hors-sol (micro et petits) (figure 2).

Ces qualificatifs ont été choisis par rapport à l'existence de grandes exploitations dans la zone qui correspondaient aux trois fermes exclues de la typologie. L'une de ces fermes, avec plus de 40 feddans (1 fed. = 0,42 ha), soit 16,8 hectares, était spécialisée dans le maraîchage et la location de terres à d'autres producteurs, elle possédait trois bufflonnes laitières pour la consommation familiale. Une autre, outre un atelier de production laitière (40 bufflonnes) possédait un important atelier d'engraissement (25 jeunes buffles et 25 jeunes bovins) et 8 feddans. La dernière était spécialisée dans la production laitière de bufflonnes. Elle disposait d'un troupeau de 70 bufflonnes et de 25 vaches, d'infrastructures récentes (salle de traite neuve, équipement de réfrigération) et possédait six feddans. à proximité de l'exploitation, mais elle était contrainte d'en louer six autres à 25 kilomètres hors de la ville. Ces exploitations intégrant agriculture et élevage avaient chacune des caractéristiques singulières, rendant nécessaire leur exclusion de la typologie.

On peut constater que les groupes 1 et 4, qui représentent respectivement les agroéleveurs et les éleveurs hors-sol de plus



**Figure 2 :** principales figures descriptives de la typologie: à gauche, dendrogramme et groupes typologiques ; à droite, projection des groupes typologiques sur les deux premiers axes factoriels (33,7 % de la variabilité). Chaque famille est un point, chaque couleur un groupe typologique.

grande taille, sont moins homogènes que les micro-exploitations d'agroéleveurs (groupe 2) et d'éleveurs (groupe 3) (figure 2).

### Agroéleveurs

Les deux sous-groupes se distinguaient surtout par leur différence de capital physique mais l'assolement y était assez similaire. La moitié de la surface agricole utile (SAU) était destinée aux fourrages : bersim (*Trifolium alexandrinum*) en hiver et maïs fourrager (*Zea mays*) en été. Une autre partie (30 p. 100) de cette surface était consacrée aux céréales : blé (*Triticum aestivum*) en hiver et maïs (*Z. mays*) ou, plus rarement, riz (*Oryza sativa*) en été. La SAU restante (20 p. 100) était plantée en maraîchage et une grande variété de légumes, comme les tomates, les oignons, les concombres et les aubergines, était produite tout au long de l'année. A l'exception des fourrages, qui étaient utilisés pour le troupeau familial et rarement commercialisés, les autres productions pouvaient être vendues, après couverture des besoins familiaux.

La nuit, les animaux étaient attachés dans des étables situées en ville, au rez-de-chaussée de maisons ou d'immeubles d'habitation. Le jour, ils étaient conduits en bordure des parcelles familiales où des abris sommaires étaient aménagés. Ce déplacement permettait de limiter le transport de fourrage et ne générait pas de frais de gardiennage, puisque l'éleveur ou un membre de sa famille restait toujours à proximité des animaux pour travailler aux champs, quand la distance entre la maison familiale et les parcelles ne dépassait pas cinq kilomètres environ.

#### ■ Petits agroéleveurs

Ce groupe typologique (tableau II ; figure 2, G1) regroupe les fermes avec une activité mixte, disposant du capital physique le plus élevé. En moyenne, le troupeau comptait près de 21,5 UBT et la SAU approchait trois feddans (1,3 ha), dont 40 p. 100 en propriété et le reste était loué. Il existait de nombreux cas de figures, quelques familles étaient propriétaires de toute leur SAU,

d'autres les louaient dans leur intégralité (les loyers ont été pris en considération dans les différents calculs économiques).

L'élevage contribuait largement au produit brut agricole total de l'exploitation (en moyenne 61 p. 100). En incluant les ventes de lait, d'animaux, l'achat d'aliments et d'animaux et la part d'autoconsommation en valeur monétaire, l'atelier laitier générait en moyenne 6 394 euros par an, soit 63 p. 100 de l'activité de production animale. Les fermes comptaient en moyenne cinq ou six bufflonnes adultes, et une production moyenne de lait par animal de 2 140 litres par an ( $\sigma = 924$  L). La médiane du coût d'une ration quotidienne pour un animal laitier était de 23,3 LE et le coût des fourrages de 6,2 LE (en incluant les coûts de production et les coûts d'achat pour compléter cette production selon les besoins), comparé à un coût de concentrés de 16,5 LE.

Concernant l'activité d'engraissement, ces éleveurs possédaient en général une à deux vaches Baladi dont les veaux étaient engraisés en 2,5 ou 3 années jusqu'à atteindre 400 kilogrammes et vendus pour 25 LE par kilogramme de poids vif. Neufs petits ruminants étaient présents en moyenne, principalement pour l'autoconsommation familiale, même si quelques têtes pouvaient être vendues lors de fêtes religieuses (Aïd El Fitr, notamment).

Ces familles comptaient 13 personnes en moyenne. Le produit brut par personne et par mois était de l'ordre de 959 LE. La ferme employait deux hommes de la famille à temps plein alors que des emplois extérieurs n'étaient que rarement mentionnés. En comparaison, le coût moyen de la vie pour un individu est de 680 LE par mois, d'après le bureau officiel de statistiques égyptien (Capmas). L'activité agricole permettrait donc à ces familles de s'affranchir des dépenses courantes.

#### ■ Micro-agroéleveurs

Ces exploitations (tableau III ; figure 2, G2) étaient très similaires à celles du groupe précédent mais disposaient d'un moindre capital

Tableau II

Caractéristiques générales des petits agroéleveurs du Grand Caire

Groupe typologique	Petits agroéleveurs Moyenne $\pm$ écart type
Pourcentage de l'échantillon	21 % (15 familles)
Orientation de la production animale et végétale	Commerciale
Nb. moyen de bufflonnes laitières dans le troupeau	5,54 $\pm$ 4,8
Nb. moyen d'UBT <sup>1</sup> par exploitation	21,5 $\pm$ 15,9
Médiane de la SAU <sup>2</sup> en location ou en propriété (en feddan <sup>3</sup> )	3 $\pm$ 3,5
Coût médian de ration quotidienne pour un animal laitier (en LE <sup>4</sup> )	23,53 $\pm$ 7,5
Produit brut médian de l'activité agricole par membre de la famille par mois, incluant l'autoconsommation (en LE)	959 $\pm$ 1 843
Nb. moyen d'individus par famille	13 $\pm$ 13

<sup>1</sup> Unité de bétail tropical ; 1 UBT = 250 kg de poids corporel vif

<sup>2</sup> Surface agricole utile

<sup>3</sup> 1 feddan = 0,42 ha

<sup>4</sup> Livre égyptienne : en 2013, 1 €  $\approx$  10 LE

Tableau III

Caractéristiques générales des micro-agroéleveurs du Grand Caire

Groupe typologique	Micro-agroéleveurs Moyenne $\pm$ écart type
Pourcentage de l'échantillon	33 % (23 familles)
Orientation de la production animale et végétale	Autoconsommation
Nb. moyen de bufflonnes laitières dans le troupeau	1,3 $\pm$ 1,1
Nb. moyen d'UBT <sup>1</sup> par exploitation	9,7 $\pm$ 6,7
Médiane de la SAU <sup>2</sup> en location ou en propriété (en feddan <sup>3</sup> )	1 $\pm$ 2,3
Coût médian de ration quotidienne pour un animal laitier (en LE <sup>4</sup> )	16,3 $\pm$ 6,3
Produit brut médian de l'activité agricole par membre de la famille par mois, incluant l'autoconsommation (en LE)	218 $\pm$ 424
Nb. moyen d'individus par famille	14 $\pm$ 9

<sup>1</sup> Unité de bétail tropical ; 1 UBT = 250 kg de poids corporel vif

<sup>2</sup> Surface agricole utile

<sup>3</sup> 1 feddan = 0,42 ha

<sup>4</sup> Livre égyptienne : en 2013, 1 €  $\approx$  10 LE

physique. Les troupeaux étaient de taille inférieure, avec environ 9,7 UBT, dont une à deux bufflonnes et de plus petites SAU d'un feddan (0,42 ha) en moyenne. Près de 80 p. 100 des terres étaient en propriété avec, ici aussi, une variation importante, allant du petit propriétaire au tout locataire. Pour ces familles, les possibilités de commercialisation étaient limitées une fois la consommation familiale couverte. L'engraissement était rare mais se pratiquait parfois pour les fêtes religieuses avec un veau ou quelques petits ruminants (deux têtes par ferme en moyenne). Le prix journalier de la ration était le plus faible dans ce groupe avec 16,3 LE par animal, la complémentation en concentrés étant peu importante. Le produit brut de l'activité agricole était limité et atteignait 219 LE par membre par mois, la variabilité étant importante. L'exploitation n'employait généralement qu'un seul actif pour en moyenne 14 personnes, et un ou deux actifs travaillaient à l'extérieur de l'exploitation, dans des emplois peu qualifiés.

#### Éleveurs hors-sol

Les éleveurs appartenant à ce groupe n'avaient pas accès au foncier agricole, n'étant pas propriétaire de terres fertiles et ne pouvant en louer à cause de ressources financières insuffisantes. Ces systèmes d'exploitation se caractérisaient donc par leur spécialisation exclusive dans la production animale hors-sol, en particulier la production et la commercialisation de lait, l'engraissement étant une activité complémentaire. Ici aussi, deux sous-groupes ont pu être identifiés selon un gradient de capital physique.

#### ■ Petits éleveurs

Ces familles (tableau IV ; figure 2, G4) élevaient près de 73 UBT, avec une moyenne de 26 bufflonnes laitières en hors-sol. Les coûts d'alimentation étaient les plus importants et atteignaient 37 LE par jour par animal. L'atelier laitier représentait près de 80 p. 100 de leur produit agricole et était complété par une activité d'engraissement, assez courante dans ces élevages

Tableau IV

Caractéristiques générales des petits éleveurs hors-sol du grand Caire

Groupe typologique	Petits éleveurs hors-sol Moyenne ± écart type
Pourcentage de l'échantillon	17 % (12 familles)
Orientation de la production animale et végétale	Commerciale
Nb. moyen de bufflonnes laitières dans le troupeau	26,4 ± 31
Nb. moyen d'UBT <sup>1</sup> par exploitation	73 ± 64
Médiane de la SAU <sup>2</sup> en location ou en propriété (en feddan <sup>3</sup> )	0 ± 0,6
Coût médian de ration quotidienne pour un animal laitier (en LE <sup>4</sup> )	37 ± 6
Produit brut médian de l'activité agricole par membre de la famille par mois, incluant l'autoconsommation (en LE)	3 572 ± 2 048
Nb. moyen d'individus par famille	10 ± 11

<sup>1</sup> Unité de bétail tropical ; 1 UBT = 250 kg de poids corporel vif

<sup>2</sup> Surface agricole utile

<sup>3</sup> 1 feddan = 0,42 ha

<sup>4</sup> Livre égyptienne : en 2013, 1 € ≈ 10 LE

(médiane de sept grands ruminants et de sept petits ruminants engraisés par an). La production animale générait un produit brut atteignant 3 572 LE par mois par membre de la famille. Dans ces exploitations, sur la dizaine de personnes qui composaient ces familles, près de deux à trois d'entre elles étaient employées à plein temps sur la ferme et n'avaient pas recours à des emplois hors de leur structure.

#### ■ Micro-éleveurs

Ces éleveurs (tableau V ; figure 2, G3) possédaient en moyenne un troupeau de 17,9 UBT, avec en moyenne six bufflonnes laitières. L'atelier laitier constituait la principale activité de la ferme (70 p. 100 du produit économique agricole), complété ponctuellement par de l'engraissement. Le coût pour nourrir un animal laitier était environ de 30 LE par jour, dont près de 13 LE par jour consacrés au fourrage, soit le coût le plus élevé de la typologie. Lors de l'enquête, il a semblé que ce groupe était dans l'impossibilité de dégager un produit agricole brut positif. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que, lors des entretiens, les prix des aliments étaient conjoncturellement très élevés et que les éleveurs ne pouvaient pas effectuer d'économie d'échelle, contrairement aux grandes exploitations hors-sol. En outre, ce résultat, qui est une tendance, reflète bien la réalité perçue d'extrême précarité de ces éleveurs qui évoquaient une situation économiquement non viable, tranchant avec les décennies précédentes. Enfin, ces systèmes d'élevage employaient un ou deux hommes de la famille, sur les huit membres qui la composaient. Ces familles en situation très précaire ne disposaient pas du revenu d'un emploi extérieur.

#### Contraintes des fermes du Grand Caire

La croissance de la mégapole du Grand Caire s'est faite par le développement rapide de quartiers informels qui se sont

Tableau V

Caractéristiques générales des micro-éleveurs hors-sol du Grand Caire

Groupe typologique	Micro-éleveurs hors-sol Moyenne ± écart type
Pourcentage de l'échantillon	29 % (20 familles)
Orientation de la production animale et végétale	Commerciale
Nb. moyen de bufflonnes laitières dans le troupeau	6 ± 4
Nb. moyen d'UBT <sup>1</sup> par exploitation	17,9 ± 11,6
Médiane de la SAU <sup>2</sup> en location ou en propriété (en feddan <sup>3</sup> )	0 ± 0,4
Coût médian de ration quotidienne pour un animal laitier (en LE <sup>4</sup> )	30,7 ± 7,8
Produit brut médian de l'activité agricole par membre de la famille par mois, incluant l'autoconsommation (en LE)	(- 48) ± 554
Nb. moyen d'individus par famille	8 ± 8

<sup>1</sup> Unité de bétail tropical ; 1 UBT = 250 kg de poids corporel vif

<sup>2</sup> Surface agricole utile

<sup>3</sup> 1 feddan = 0,42 ha

<sup>4</sup> Livre égyptienne : en 2013, 1 € ≈ 10 LE

étendus sur les terres arables bordant la ville. Proscrites par la loi égyptienne, ces conversions de terres ont eu deux conséquences majeures sur l'activité agricole : la diminution de la fertilité des sols et la diminution des surfaces cultivables disponibles. Ainsi la baisse de la fertilité des terres, voire leur stérilisation, a été mentionnée à plusieurs reprises lors des entretiens. C'est la pollution et le comblement des canaux d'irrigation et de drainage, liés à l'extension de la ville, qui étaient accusés. En diminuant l'efficacité de ces réseaux, ils provoquaient un engorgement du sol et l'accroissement de sa salinité, et poussaient les agroéleveurs à délaisser la mise en culture et, à terme, à convertir illégalement la terre en zone habitable. Dans le même temps, l'extrême réduction des terres arables disponibles à proximité de la ville a restreint les possibilités d'achat et de location. Ainsi, pour louer à des propriétaires terriens (la majorité des cas de location à la périphérie du Caire), à l'Etat ou encore à des institutions religieuses, le prix moyen annuel était de 1 250 € par hectare, soit 1,3 fois le coût moyen de la vie pour un individu, pesant considérablement sur les budgets des familles les plus modestes. La sécurisation de l'accès à ces terres était très variable, déterminée par le type de contrat (formel, informel), la durée du contrat (annuel, décennal), les liens sociaux voire familiaux qui unissaient le locataire et le propriétaire, ou encore l'histoire commune des deux parties (le détail de ces aspects n'est pas abordé ici car il nécessiterait une étude à part entière, du fait de l'extrême complexité des règles régissant l'accès au foncier en Egypte). Outre ces deux phénomènes, la fragmentation du capital foncier, sous l'influence de la croissance démographique, a renforcé la précarisation des familles les plus vulnérables, les poussant vers le modèle hors-sol.

Le coût de l'alimentation était aussi un facteur déterminant de l'activité de ces producteurs. Dans le cas des agroéleveurs, l'accès à des terres arables permettait de limiter l'achat de fourrages (vert et sec) contrairement aux éleveurs hors-sol. Ceux-ci étaient contraints de se fournir intégralement soit auprès de producteurs du Grand Caire, le marché étant très restreint du fait de l'extrême pression foncière, soit auprès d'intermédiaires privés, qui eux-mêmes s'approvisionnaient dans le delta ou les NRL et fournissaient parfois des produits de faibles qualités, dont le prix augmentait avec le transport. Dans les cas extrêmes, les familles réduisaient voire supprimaient les fourrages verts, n'apportant que des pailles aux animaux et/ou se reportant sur de l'alimentation concentrée avec les risques pathologiques que cela comporte (acidose). Si une petite partie du concentré pouvait être produite (maïs principalement), la majorité des fermes achetait intégralement leur concentré à des intermédiaires, la ration de base se constituant de son de blé, de maïs et parfois de pellets industriels, en proportions et qualités très variables, en fonction de leur disponibilité et de leur prix. Pour les familles les plus aisées, les graines de coton ou le soja étaient également utilisées pour l'alimentation des animaux laitiers.

Enfin, le confinement permanent ou semi-permanent des animaux dans des conditions climatiques parfois extrêmes (jusqu'à 45 °C) conduisait à une forte prévalence de pathologies (mammites, pathologies de pieds, pathologies respiratoires et dermatoses). Elles entravaient considérablement la production dans un contexte où les soins vétérinaires demeuraient rares et où le statut sanitaire des animaux restait inconnu. L'hygiène apparaissait essentielle et la gestion des fumures animales cruciale, tant pour des raisons sanitaires que de nuisances vis-à-vis du voisinage. Les exploitants ayant accès à des terres combinaient une fertilisation organique et chimique, épandant la totalité de leurs fumures animales sur leurs parcelles en hiver après maturation. Les éleveurs sans accès à la terre les évacuaient par le biais d'intermédiaires. Ces collecteurs amassaient les fumures, sans contrepartie pour les producteurs

(dans de rares cas, des fourrages verts à bas prix étaient échangés), et les transportaient pour les revendre dans des exploitations des NRL.

## ■ DISCUSSION

### *Trajectoire des fermes caiotes*

A la différence de plusieurs villes d'Afrique de l'Ouest où les producteurs initient une production en ville ou à sa périphérie (10, 31), les fermes du Caire, comme dans le cas de Mexico (27), sont le résultat d'un processus d'inclusion et d'adaptation d'éleveurs ruraux, historiquement implantés dans la zone, à un environnement urbain. Les trajectoires de ces exploitations dans le temps, sous l'influence de l'expansion des quartiers informels de la ville sur les terres arables alentours, qui représentent aujourd'hui près de 80 p. 100 de la ville du Caire (12), permettent de comprendre les situations contrastées.

Les propriétaires, après la vente de leur terre à des promoteurs immobiliers (le prix en périphérie du Caire atteignait près d'un demi-million d'euros par hectare en 2013), pouvaient investir dans l'élevage hors-sol (agrandissement de l'effectif, équipements), éventuellement dans un terrain dans les NRL (mais les opportunités sont rares) ou dans une nouvelle activité non agricole, le marché foncier dans le delta étant extrêmement limité. Cette trajectoire a été suivie par toutes les petites fermes hors-sol mais aussi par les deux grandes exploitations laitières (non incluses dans la typologie), toutes ayant vendu des terres au cours des dernières décennies.

Dans le cas des locataires de terres, les alternatives étaient restreintes et l'arrêt de la production végétale ne générerait aucune contrepartie financière. Ces producteurs continuaient leur activité avec le même troupeau en hors-sol (rejoignant le groupe des micro-éleveurs hors-sol) avec les difficultés observées pour générer un produit agricole brut positif. L'alternative était l'abandon de l'agriculture et la reconversion dans d'autres secteurs d'activités souvent non qualifiés, et cela dans un contexte de chômage massif. La très forte pression foncière a donc modelé les différents systèmes observables, les poussant vers les systèmes hors-sol, avec des possibilités, variant en fonction du capital familial initial, de pérenniser l'activité.

### *Singularités des éleveurs du Caire*

Si plusieurs études évoquent la présence de producteurs laitiers urbains, y compris dans les villes du Nord à différentes époques (15), les éleveurs caiotes présentent des singularités fortes : l'existence de grands troupeaux hors-sol et la traite des bufflonnes. Ainsi, Dossa et coll. (10) ont développé une typologie des systèmes agricoles urbains et périurbains de trois villes d'Afrique (Kano au Nigeria, Bobo Dioulasso au Burkina Faso et Sikasso au Mali). Ils constatent que si des systèmes intégrant l'agriculture et l'élevage bovin peuvent être identifiés, permettant comme dans le cas du Caire d'alimenter la ville en denrées périssables, en revanche, aucun système hors-sol de grands ruminants n'a pu être mis en évidence, comme c'est le cas au Caire.

Lors d'une étude plus récente portant sur l'agriculture urbaine et périurbaine de neuf villes africaines et asiatiques, Padgham et coll. (30) ont mis en évidence une production laitière au sein des villes d'Addis-Abeba (18), de Kampala (32), de Dar Es Salaam (28) et de Chennai (29), contribuant parfois de manière significative à leur approvisionnement. Dans ces villes, les voies de commercialisation du lait, plus ou moins transformé, par des circuits courts sont assez semblables à ceux du Caire. En

revanche, dans tous les cas évoqués précédemment, à l'exception de Chennai, le lait de bovin semblait être préféré à celui de bufflonne.

### **Intégration ville-élevage**

La question de la place de l'agriculture dans les villes demeure ouverte. Si certains courants défendent la pertinence de soutenir ces activités en considérant leurs rôles multifonctionnels et la nécessité de prendre en compte toutes ses dimensions (6, 30), certains auteurs interrogent son intérêt (4, 34). Dans le cas du Caire, bien que ces fermes puissent tirer parti de circuits de commercialisation extrêmement courts et toucher un marché urbain aux prix élevés, la fragmentation du capital physique, la pression foncière, la difficulté de trouver des intrants en qualité et quantité suffisantes, la très forte pression sanitaire, la stérilisation des sols et la pollution, sont autant de facteurs contraignants.

La facilitation de l'intégration ville-élevage est envisageable et permettrait de pérenniser cette communauté de producteurs tout en garantissant le renforcement des services qu'ils assurent auprès de la mégapole. Outre la sécurité alimentaire, l'emploi, la cohésion sociale, l'emprise foncière face à l'urbanisation, les services environnementaux doivent être pris en considération dans une ville saturée de pollution. Le potentiel de recyclage de ces producteurs est important. Ainsi certains d'entre eux recyclaient la bagasse ou les écorces de fruits des vendeurs de jus de fruit, les pailles de riz jusqu'alors brûlées et aux fumées nocives, ou utilisaient du pain rassis ou des déchets industriels impropres à la consommation humaine (gâteaux, pain...) pour nourrir leur troupeau, alors que d'autres utilisaient les sciures de bois des menuiseries comme litière.

Un autre service environnemental de ces fermes est le potentiel de production de fumures qui pourraient être un précieux atout face à la demande présente dans les NRL (malgré la distance). Depuis 50 ans, à l'instar de la Chine ou de l'Inde, les quantités de fertilisants n'ont cessé d'augmenter alors que la productivité végétale a diminué (26). Dans un même temps, des pollutions liées à une trop grande application d'azote, sous forme chimique et de fumures, ont été mises en évidence en Egypte (11). Des recherches visant à optimiser les flux de fumures et à améliorer l'utilisation des fertilisants apparaîtraient extrêmement pertinentes dans le contexte cairote. Elles permettraient de limiter l'impact écologique des fermes, d'explorer leur potentiel et d'améliorer la durabilité des systèmes en limitant leurs coûts d'intrants.

L'amélioration des services rendus par les fermes du Grand Caire à leur ville passe d'abord par une reconnaissance politique et probablement par une structuration locale du secteur, permettant de prendre en compte les ressources et les besoins propres à chaque quartier. Comme dans les différents cas d'étude évoqués précédemment, la dimension informelle de ces systèmes de production et les lacunes organisationnelles caractérisaient les producteurs cairotes. Cette atomisation de la production, sans mécanisme de coordination, semblait favoriser les plus grosses étables, capables de réaliser des économies d'échelle, quand les plus petites exploitations ne possédaient qu'un pouvoir de négociation limité face aux intermédiaires. Cette structuration pourrait s'envisager à travers le réseau de coopératives agricoles existantes qui, à ce jour, exclut les producteurs non propriétaires terriens. Leur reconnaissance par l'Etat au sein de ces coopératives agricoles et le renforcement des capacités de celles-ci permettraient de gagner des interlocuteurs fortement insérés dans leurs quartiers, de renforcer les bénéfices que peut tirer la mégapole de ses agriculteurs, tout en accroissant sa maîtrise

des risques inhérents à ces activités, comme la pollution et les questions de santé publique.

### **Limites**

La dimension dynamique de ces exploitations, capables d'adapter très rapidement la taille de leurs troupeaux, leurs systèmes alimentaires, l'orientation de leur production (engraissement, lait), est centrale pour leur subsistance. Pourtant cet aspect n'est que partiellement perçu par cette enquête ponctuelle et un suivi sur une plus longue période permettra de comprendre la diversité des stratégies adoptées. La base déclarative des informations recueillies, ainsi que l'absence de carnets d'élevage et de registres de comptes introduisent une certaine imprécision. On peut supposer que certains coûts, comme la difficulté de distinguer la main d'œuvre rémunérée de celle non rémunérée mais dédommée, ou les frais vétérinaires, n'ont pas été pris en compte. Des études spécifiques permettront d'accroître la précision des données collectées et de comprendre dans le détail ces exploitants. Enfin, une difficulté majeure à laquelle cette enquête a dû faire face est la prise en compte du travail des femmes. Le contexte des entretiens ponctuels et la réserve des chefs de famille à communiquer à propos de celles-ci empêchaient toute discussion approfondie sur cette question malgré leurs rôles essentiels dans les activités agricoles, en particulier dans la production animale (20).

### ■ CONCLUSION

Cette étude a permis de décrire, dans leurs grandes lignes, les systèmes d'élevage du Grand Caire qui contribuent à son approvisionnement en produits laitiers. Si les agricultures urbaines sont très répandues à travers le monde, chaque communauté de producteurs est unique et justifie des études au cas par cas pour identifier les spécificités et potentiels de chacune. Deux typicités ont été identifiées chez les producteurs de la capitale égyptienne : la très forte prédominance du lait de bufflonne et la présence d'exploitations hors-sol de grande taille. La myriade de fermes présentes offre de nombreux services à l'agglomération et ces fermes doivent être considérées dans leur dimension multifonctionnelle. Des politiques publiques, renforçant les coopératives agricoles existantes et favorisant l'intégration entre la ville et les agricultures urbaines, pourraient bénéficier aux deux parties.

Pourtant, si lors de l'enquête la demande en lait de buffle frais ne semblait pas menacée par les grandes compagnies agroalimentaires qui ne visent pas ce marché, on peut s'interroger sur l'évolution à moyen terme du goût des consommateurs vers des produits plus standardisés et à base de lait de vache. Le marketing agressif des grandes marques, le changement des modes de vie et la demande en produits à la qualité normée sont autant de contraintes émergentes pour ces producteurs laitiers urbains dont la situation pourrait rapidement évoluer. Le Caire est emblématique par ses dimensions mais illustre probablement une réalité commune aux différents centres urbains égyptiens, et les pistes de réflexion identifiées dans ce travail pourraient servir de base pour d'autres villes du pays.

### **Remerciements**

Les auteurs remercient tous les producteurs qui ont accordé du temps pour la réalisation des entretiens ainsi que les équipes de l'Animal Production Research Institute pour leur précieux soutien.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ABOU-KORIN A.A., 2014. Small-size urban settlements: Proposed approach for managing urban future in developing countries of increasing technological capabilities, the case of Egypt. *Ain Shams Eng. J.*, **5**: 377-390. DOI: 10.1016/j.asej.2013.12.001
2. ADRIANSEN H.K., 2009. Land reclamation in Egypt: A study of life in the new lands. *Geoforum*, **40**: 664-674. DOI: 10.1016/j.geoforum.2009.05.006
3. ANDERBERG M.R., 1973. Cluster analysis for applications. New York, NY, USA, Academic Press, 372 p.
4. BADAMI M.G., RAMANKUTTY N., 2015. Urban agriculture and food security: A critique based on an assessment of urban land constraints. *Glob. Food Secur.*, **4**: 815.
5. BANQUE MONDIALE, 2015. <http://data.worldbank.org/country/egypt-arab-republic> (consulté 01/05/2015)
6. BON (DE) H., PARROT L., MOUSTIER P., 2010. Sustainable urban agriculture in developing countries. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, **30**: 21-32. DOI: 10.1051/agro:2008062
7. BORGHESE A., 2005. Buffalo production and research. Rome, Italy, FAO, 67 p.
8. CIESIN, 2011. Global rural-urban mapping project, Vers. 1 GRUMPv1, Urban extents grid (Africa). CIESIN / Columbia University / IFPRI / World Bank / CIAT. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/grump-v1-urban-extents/maps> (accessed 01/05/2015)
9. DE ZEEUW H., VAN VEENHUIZEN R., DUBBELING M., 2011. The role of urban agriculture in building resilient cities in developing countries. *J. Agric. Sci.*, **149**: S153-S163. DOI: 10.1017/S0021859610001279
10. DOSSA L.H., ABDULKADIR A., AMADOU H., SANGARE S., SCHLECHT E., 2011. Exploring the diversity of urban and peri-urban agricultural systems in Sudano-Sahelian West Africa: An attempt towards a regional typology. *Landsc. Urban Plan.*, **102**: 197-206. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.04.005
11. EL-FOULY M.M., FAWZI A.F.A., 1995. Higher and better yields with less environmental pollution in Egypt through balanced fertilizer use. *Fertil. Res.*, **43**: 1-4. DOI: 10.1007/BF00747674
12. EL-HEFNAWI A.I.K., 2005. "Protecting" agricultural land from urbanization or "managing" the conflict between informal urban growths while meeting the demands of the communities (lessons learnt from the Egyptian policy reforms). In: Brasilia Third Urban Research Symposium on Land Development, Urban Policy and Poverty Reduction. Brasilia, Brazil, World Bank, Institute of Applied Economic Research, 11 p.
13. EL NAGGAR A., BEDIER M., MUBARAK R., 2006. Urban and periurban agriculture: towards better understanding of low income producers' organization. Cairo, Egypt case study. Rome, Italy, FAO, 79 p.
14. EL-NAHRAWY M.A., 2011. Country pasture/forage resource profiles. Rome, Italy, FAO, 44 p.
15. FANICA P.O., 2008. Le lait, la vache et le citoyen : du XVII<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle. Versailles, France, Quae, 522 p.
16. FAOSTAT, 2015. <http://faostat3.fao.org/home/E> (consulté 01/06/2015)
17. FRANCESCONI G.N., HEERINK N., D'HAESE M., 2010. Evolution and challenges of dairy supply chains: Evidence from supermarkets, industries and consumers in Ethiopia. *Food Policy*, **35**: 60-68. DOI: 10.1016/j.foodpol.2009.06.003
18. GEBREMICHAEL D., GEBREMICHAEL A.T., WORKU A., ABSHARE M.W., HABTEMARIAM Y.M., BALCHA G., 2014. Building urban resilience: Assessing urban and peri-urban agriculture in Addis-Ababa, Ethiopia. Nairobi, Kenya, UNEP, 46 p.
19. GELETI D., HAILEMARIAM M., MENGISTU A., TOLERA A., 2014. Analysis of fluid milk value chains at two peri-urban sites in Western Oromia, Ethiopia: Current status and suggestions on how they might evolve. *Glob. Vet.*, **12**: 104-120. DOI: 10.5829/idosi.gv.2014.12.01.81164
20. GERMAN TECHNICAL COOPERATION EGYPT, 2009. Cairo's informal areas between urban challenges and hidden potentials. Cairo, Egypt, German Technical Cooperation, 223 p.
21. GOODMAN L.A., 1961. Snowball sampling. *Ann. Math. Stat.*, **32**: 148-170.
22. HILL M.O., SMITH A.J.E., 1976. Principal component analysis of taxonomic data with multi-state discrete characters. *Taxon*, **25**: 249-255.
23. IBRAHIM M.A.R., 2012. Water buffalo for our next generation in Egypt and in the world. *Anim. Sci. Ser. D.*, **55**: 183-192.
24. KHADR Z., NOUR EL DEIN M., HAMED R., 2010. Using GIS in constructing area-based physical deprivation index in Cairo Governorate, Egypt. *Habitat Int.*, **34**: 264-272. DOI : 10.1016/j.habitatint.2009.11.001
25. LANDAIS E., 1996. Typologies d'exploitations agricoles. Nouvelles questions, nouvelles méthodes. *Econ. Rural.*, **236**: 3-15.
26. LASSALETTA L., BILLEN G., GRIZZETTI B., ANGLADE J., GARNIER J., 2014. 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. *Environ. Res. Lett.*, **9**. DOI: 10.1088/1748-9326/9/10/105011
27. LOSADA H., BENNETT R., SORIANO R., VIEYRA J., CORTES J., 2000. Urban agriculture in Mexico City: Functions provided by the use of space for dairy based livelihoods. *Cities*, **17**: 419-431. DOI: 10.1016/S0264-2751(00)00041-X
28. MLOZI M.R.S., LUPALA A., CHENYAMBUGA S.W., LIWENGA E., MSOGOYA F., 2014. Building urban resilience: assessing urban and peri-urban agriculture in Dar Es Salaam, Tanzania). Nairobi, Kenya, UNEP, 40 p.
29. NAMBI A.A., RENGALAKSHMI R., MADHAVAN M., VENKATACHALAM L., 2014. Building urban resilience: assessing urban and peri-urban agriculture in Chennai, India. Nairobi, Kenya, UNEP, 42 p.
30. PADGHAM J., JABBOUR J., DIETRICH K., 2015. Managing change and building resilience: A multi-stressor analysis of urban and peri-urban agriculture in Africa and Asia. *Urban Clim.*, **12**: 183-204. DOI : 10.1016/j.uclim.2015.04.003
31. ROBINEAU O., 2013. Vivre de l'agriculture dans la ville africaine: une géographie des arrangements entre acteurs à Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Thèse Doct., Université Paul Valéry, Montpellier III, France, 365 p.
32. SABIITI E.N., KATONGOLE C.B., KATUROMUNDA S., SENGENDO H., BASALIRWA C.P.K., ATUKUNDA G., NAMBUUBI S.K., 2014. Building urban resilience: assessing urban and peri-urban agriculture in Kampala, Uganda. Nairobi, Kenya, UNEP, 50 p.
33. UNITED NATIONS, 2014. World urbanization prospects: the 2014 revision : highlights. New York, NY, USA, UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 27 p.
34. WARREN E., HAWKESWORTH S., KNAI C., 2015. Investigating the association between urban agriculture and food security, dietary diversity, and nutritional status: A systematic literature review. *Food Policy*, **53**: 5466. DOI : 10.1016/j.foodpol.2015.03.004

Accepted 20 August 2015; Online publication 30 September 2015

## Summary

**Daburon A., Tourrand J.F., Alary V., Ali A., Elsorougy M.** Typology of dairy family farming systems in the megalopolis of Greater Cairo in Egypt, constraints and opportunities

With the growth of the world urban population, the potential roles of urban agriculture in the cities of tomorrow raise questions. Egypt, which has experienced very rapid urbanization over the last century, seems to comprise a large variety of urban and suburban farms. The megalopolis of Greater Cairo, with its 20 million inhabitants, is no exception and benefits from the presence of farms, which contribute to the city milk supply. The literature on informal economy hardly ever mentions their structural characteristics, functioning, dynamics or prospects. This article describes the main family farming systems of the informal dairy sector of Cairo to help understand their constraints and opportunities. The data collected through interviews with 73 Cairo farmers enabled us to build a typology of these systems based on their structural, technical, familial and economical characteristics. Two broad categories were identified: farming systems integrating crop and livestock production, and landless farmers. Each of these categories was divided into two types based on a gradient of size. In all cases, the food needs of the families came first. Buffalo milk was the most produced milk, and the fresh milk surplus was marketed via short supply chains. Although these farms provided many services to the city, they faced numerous constraints (e.g. high cost of agricultural inputs, land pressure, low availability of agricultural lands), which question their sustainability in the medium term, and the opportunities to integrate agriculture in the city.

**Keywords:** Livestock – Typology – Farming system – Urban agriculture – Family farming – Dairy farm – Egypt.

## Resumen

**Daburon A., Tourrand J.F., Alary V., Ali A., Elsorougy M.** Tipología exploratoria de los sistemas de cría lechera familiares de la megalópolis de Gran Cairo en Egipto, obstáculos y oportunidades

Con el crecimiento de la población urbana mundial, se cuestionan los papeles que podrían jugar las agriculturas urbanas en las ciudades del mañana. Egipto, que ha conocido una urbanización muy rápida durante el siglo pasado, parece poseer una importante diversidad de explotaciones urbanas y peri urbanas. La megalópolis del Gran Cairo, con sus 20 millones de habitantes, no es la excepción y beneficia de la presencia de fincas, de las cuáles una parte contribuye al abastecimiento en leche de la ciudad. Puesto que pertenecen a una economía informal, la literatura con respecto a las estructuras, funcionamientos, dinámicas y perspectivas es casi inexistente. Este artículo describe los principales sistemas familiares del sector lechero informal del Cairo, con el fin de discernir mejor los obstáculos y las oportunidades. Los datos, colectados durante el curso de entrevistas con 73 criadores del Cairo, permitieron la realización de una tipología de estos sistemas, basándose en sus características estructurales, técnicas, familiares y económicas. Se identificaron dos grandes categorías: los agro-criadores que integraban agricultura y cría, y los criadores sin suelo. Cada una de estas categorías se dividió en dos tipos, a partir de un gradiente del tamaño. En todos los casos, la satisfacción de las necesidades alimenticias familiares fue primordial. La leche de búfala fue la leche más producida y la comercialización de los superávits de leche fresca pasó por circuitos cortos. Aunque rinden servicios a la ciudad, estas explotaciones deben afrontar numerosos obstáculos (costos elevados de insumos agrícolas, presión territorial, baja disponibilidad de tierras agrícolas, entre otros), que ponen en cuestionamiento su subsistencia a mediano plazo y las posibilidades de integración entre agricultura y ciudad.

**Palabras clave:** Ganado – Tipología – Sistema de explotación – Agricultura urbana – Agricultura familiar – Granja lechera – Egipto.

# Performances des exploitations laitières familiales au Maroc : arguments pour l'amélioration du prix du lait à la ferme et de l'appui technique

M.T. Sraïri<sup>1</sup>\* S. Chergui<sup>1</sup> H. Iguedl<sup>1</sup> Y. Sannito<sup>1</sup>

## Mots-clés

Bovin – Vache laitière – Rendement laitier – Coût de production – Ration – Durabilité – Rentabilité – Maroc.

## Résumé

L'élevage bovin laitier au Maroc a connu ces dernières années une évolution mouvementée. Cette activité contribue pourtant fortement à l'approvisionnement des laiteries et des marchés urbains, ainsi qu'au maintien des conditions de vie en zone rurale. La présente étude a eu pour objectif de caractériser les performances techniques et économiques de l'élevage bovin au regard des contraintes qu'il doit surmonter. Dans une première partie, le prix de revient (coût de production) du lait a été étudié sur la base d'une enquête conduite dans 86 étables réparties dans les principaux bassins d'élevage du Maroc. Deux méthodes de calcul ont permis de porter un jugement sur la rentabilité de cette activité. Dans une seconde partie, les manques à gagner issus de rendements laitiers limités ont été caractérisés et mis en relation avec les rations ingérées par les vaches en lactation dans six étables, au cours de deux saisons successives (le printemps et l'été) dans une région favorable du pays (le périmètre irrigué du Gharb). Ce travail a souligné la faible rentabilité des fermes bovines et les marges d'amélioration en matière de rationnement, surtout pour les vaches à haut potentiel. Le conseil aux éleveurs permettant d'améliorer les pratiques d'alimentation des animaux et la revalorisation du prix de vente du lait à la ferme constituent deux conditions importantes du maintien durable de l'élevage bovin laitier au Maroc.

## ■ INTRODUCTION

L'élevage bovin constitue une activité importante de la production agricole au Maroc, représentant près de 7,5 p. 100 du produit intérieur brut agricole (1). Il est fortement associé aux espaces agraires, à la différence des petits ruminants, plus localisés dans des zones de parcours non cultivés. Les multiples rôles assumés par les bovins au Maroc (création d'emplois et de revenus, approvisionnement des marchés en lait et viande, maintien de la fertilité des sols par épandage de fumier, épargne des familles paysannes, etc.) en font un élément clé du développement agricole du pays.

Ainsi, depuis l'Indépendance en 1956, et pour faire face à l'accroissement rapide et continu des besoins nutritionnels induits par l'expansion démographique et les évolutions sociales (par exemple urbanisation, affirmation des individualismes, repas à l'extérieur du domicile), des plans ont visé la promotion de l'élevage bovin (14, 15). Ceux-ci ont comporté une panoplie de mesures comme l'importation de races laitières, la production de fourrages en zones irriguées, la vulgarisation de l'insémination artificielle ou la mécanisation de la traite. Ces politiques ont aussi toutes appuyé un approvisionnement des marchés en produits bovins (lait et viande) prioritairement issus d'élevages locaux, fournissant des opportunités d'emplois dans le monde rural. Ainsi, à la différence de pays limitrophes, le Maroc a fortement limité ses importations de lait et de viande par une protection douanière conséquente (24). En outre, l'installation d'une infrastructure de collecte du lait disséminée à travers le territoire offre aux éleveurs une garantie de revenus quotidiens.

1. Département des productions et biotechnologies animales, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Madinat Al Irfane, Rabat, Maroc.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : + 212 5 37 77 17 58

E-mail : mt.srairi@iav.ac.ma

La structure de l'élevage bovin au Maroc repose sur un nombre élevé d'exploitations (près de 450 000), dont une proportion importante caractérisée par une taille restreinte : 75 p. 100 des fermes détiennent moins de cinq vaches sur une surface inférieure à cinq hectares. L'offre atomisée induite par cette structure implique des difficultés évidentes d'accompagnement des éleveurs. De plus, le désengagement des services étatiques des tâches traditionnelles d'appui technique, suite à l'application des mesures de l'ajustement structurel dans les années 1980 (12), a fragilisé une partie des exploitations détenant des bovins puisque la quasi-intégralité des services, comme l'insémination artificielle ou la prophylaxie sanitaire, sont devenus payants, cédés à des opérateurs privés (25).

Une autre caractéristique de l'élevage bovin au Maroc est sa vulnérabilité aux aléas climatiques (niveaux et répartition de la pluviométrie annuelle), qui affecte directement les rendements de biomasse fourragère et la rentabilité de cette activité (26). Les productions bovines reflètent largement les fluctuations interannuelles des précipitations, et ceci constitue un handicap majeur pour l'essor durable du secteur. Au regard des changements climatiques que risque de connaître le pays, et qui s'accompagneraient d'aléas plus prononcés, la vulnérabilité des populations rurales pratiquant une agriculture vivrière va s'accroître, induisant davantage de précarité pour près de 50 p. 100 des habitants (22).

Aussi, a-t-il été relevé une tendance nette à l'amplification des usages de ressources alimentaires achetées dans les élevages en cas de conjoncture climatique défavorable (29). La baisse d'autonomie fourragère qui en résulte se traduit par des répercussions négatives aussi bien sur l'économie de la production (augmentation des coûts monétaires) que sur l'état de santé général des vaches (21). Ces retombées économiques négatives se sont considérablement amplifiées à partir de 2008 avec l'accroissement de la volatilité des cours des matières premières alimentaires et des autres intrants (par exemple génisses, machines, vaccins).

Par ailleurs, les changements sociaux dans le monde rural et l'ensemble des tensions politiques actuelles qui agitent certains pays de la région du Maghreb ont induit l'émergence de revendications en faveur de l'amélioration des niveaux de rémunération du travail agricole. Encore peu de travaux de recherche renseignent ces tendances dans les exploitations familiales. Mais il n'est pas exclu que les marges limitées générées par le troupeau bovin, associées aux lourdes contraintes de travail qu'il nécessite, ne conduisent des membres des familles paysannes à vouloir changer d'activités et à opter pour des occupations plus rémunératrices, notamment en accentuant l'exode rural.

Face à ce contexte mouvementé, le présent article visait à renseigner les caractéristiques de durabilité des élevages bovins laitiers au Maroc. Dans un premier temps, le prix de revient du lait dans un échantillon d'élevages représentatifs de la diversité des situations rencontrées dans le pays a été analysé. En utilisant deux méthodes de calcul distinctes, les effets des résultats obtenus sur la durabilité économique et sociale de l'élevage bovin ont été évalués. La deuxième partie de l'article visait à caractériser les manques à gagner des étables laitières à travers une étude de cas concrets des apports alimentaires des vaches par rapport à leurs besoins optimaux au cours de deux saisons successives. Ces deux volets de l'article ont permis de discuter des défis à relever pour pérenniser les conditions d'un développement durable de l'élevage bovin laitier au Maroc. Il s'agit notamment d'évaluer la capacité de cette activité à continuer à participer à l'approvisionnement des marchés locaux, tout en assurant des revenus réguliers et une rentabilité convenable aux familles qui s'y sont engagées.

MATERIEL ET METHODES

L'étude du prix de revient (coût de production) du lait de vache a été réalisée au cours de deux printemps successifs, en 2012 et 2013, de mars à juin. Au total, 86 exploitations distribuées dans sept régions du pays ont fait l'objet de ce travail (figure 1). Le tableau I montre la diversité des zones agroécologiques. Les caractéristiques structurelles de ces exploitations (surface fourragère, taille du cheptel et charge animale) sont reportées dans le tableau II. L'échantillon reflète la réalité de l'élevage bovin laitier au Maroc, avec une majorité d'exploitations de moins de cinq hectares. Les exploitations étudiées ne sont pas spécialisées dans l'élevage bovin mais ce dernier y occupe un rôle prépondérant, au vu de la part de la surface agricole utile destinée aux fourrages. Les familles élèvent des vaches, surtout de races laitières spécialisées importées (Holstein et Montbéliarde) mais aussi des vaches de type croisé (races locales x races importées).

Outre l'élevage, toutes les exploitations pratiquent la céréaliculture et aussi, pour certaines, des cultures de rente comme le maraîchage

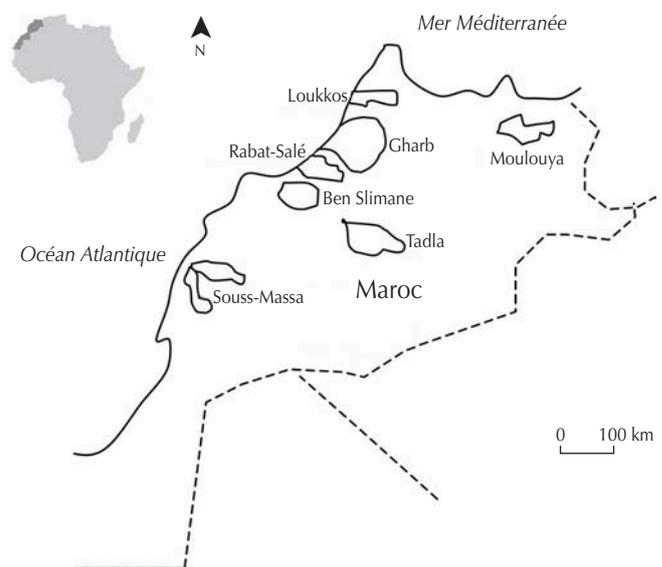


Figure 1 : localisation des régions d'élevage dont le prix de revient du lait a été déterminé.

Tableau I

Répartition des exploitations enquêtées selon la zone agroécologique

Zone agroécologique	Région	Nb. total d'exploitations bovines en 2012	Nb. d'élevages de l'étude (n = 86)
Suburbaine	Ben Slimane	3 250	10
	Rabat-Salé	21 500	13
Périmètre de grande hydraulique	Gharb	26 300	10
	Loukkos	14 200	15
	Moulouya	6 300	14
	Souss-Massa	12 500	14
	Tadla	16 900	10

Adapté par les auteurs à partir de statistiques des directions régionales de l'Agriculture au Maroc

Tableau II

Caractéristiques structurelles moyennes des élevages étudiés dans les différentes régions

Région	Surface fourragère (ha)	Nb. moyen de vaches/ exploitation	Charge animale (UGB <sup>1</sup> /ha)	Concentrés / L de lait (kg)
Ben Slimane	3,5	6,6	2,5	0,83
Gharb	5,5	9,4	2,2	0,45
Loukkos	3,1	12,0	4,9	0,36
Moulouya	1,1	7,1	9,8	0,28
Rabat-Salé	4,2	7,8	2,7	0,56
Souss-Massa	1,9	7,7	7,2	0,75
Tadla	1,2	6,1	8,0	0,52

<sup>1</sup> Unité de gros bétail

ou la betterave sucrière. Dans la majorité des cas, les vaches sont en mode de faire valoir direct. Les acquisitions de vaches importées sont généralement financées auprès des industriels laitiers, moyennant un versement initial correspondant à près de 30 p. 100 de la valeur des animaux, tandis que le reste est payé par prélèvement sur le lait livré. En outre, les grandes unités (plus de 30 vaches) ont été exclues de ce travail, du fait des difficultés rencontrées pour accéder aux données relatives à leur fonctionnement. Cette limite de notre étude est discutée dans la conclusion.

Le prix de revient du lait a été calculé à partir des résultats d'une enquête quotidienne conduite dans les exploitations visitées. A cette occasion, l'observation de la structure du cheptel (vaches en lactation et tarées, veaux et génisses) et des infrastructures (bâtiments, matériel, entre autres) a permis de renseigner le niveau des immobilisations (capital) de ces exploitations. En outre, les prix de revient des fourrages consommés le jour de l'enquête ont été déterminés par la reconstitution de leur train technique (notamment labour, semences, fertilisation, irrigation) et des frais occasionnés par ces opérations culturales. Les sommes correspondantes ont été divisées par le nombre de jours d'exploitation de ces fourrages. Par ailleurs, les usages et les prix des intrants achetés (aliments concentrés, produits vétérinaires, litière, etc.) et utilisés le jour de l'enquête ont été déterminés. Le volume de lait produit le jour de la visite a été noté. L'inventaire des ventes annuelles de bovins a été dressé car ces ventes constituent un coproduit de la production laitière (20) qui doit être intégré dans le calcul du prix de revient du lait comme l'indique la formule suivante :

prix de revient du lait = (total des charges d'élevage bovin – produit des ventes de bovins) / production totale de lait

Le calcul des charges et des produits a été rapporté au volume de lait produit par exploitation pour calculer un prix moyen de revient du litre de lait. Deux méthodes de calcul ont été distinguées. La première intègre, outre les dépenses courantes (aliments, main d'œuvre extra-familiale salariée, frais vétérinaires et d'insémination, électricité, et énergie fossile), les amortissements des investissements et la rémunération de la main-d'œuvre familiale. La seconde ne considère que les charges courantes. Il s'agit donc du prix monétaire réellement payé par les producteurs.

Dans le cas de la première méthode, les amortissements spécifiques aux investissements relatifs à l'élevage (achat d'animaux, bâtiments et matériel d'élevage) ont été déterminés en prenant comme hypothèse une dévaluation linéaire de leur valeur, avec

une durée de vie de 20 ans pour les bâtiments, 10 ans pour le matériel lourd (tracteur, charrue, ensileuse, etc.), et 5 ans pour le matériel léger (chariot de traite, motopompe, etc.) et les vaches (avec une valeur vénale variable selon le type génétique : 2 200 et 1 600 € respectivement pour une vache de race importée ou de type croisé). Un coût d'opportunité équivalent au salaire minimal agricole garanti (Smag ; 5,6 € par jour) en vigueur au Maroc a été attribué à la main-d'œuvre familiale dans la première méthode.

Le deuxième volet de cet article, relatif à la caractérisation des manques à gagner des élevages bovins laitiers et leurs relations à l'alimentation des troupeaux, a été mené dans le périmètre irrigué du Gharb (au nord-ouest du pays). Les rations alimentaires effectivement ingérées par les vaches en lactation dans six élevages ont été reconstituées et pesées et leur contenu en nutriments (unités fourragères lait [UFL], protéines digestibles dans l'intestin lorsque l'azote est limitant [PDIN] et protéines digestibles dans l'intestin lorsque l'énergie est le facteur limitant [PDIE]) a été déterminé à partir des valeurs tabulées des aliments (7, 11). Ceci a été effectué à deux reprises en 2013 : au début du printemps, au moment d'une relative abondance alimentaire, et au milieu de l'été, en période de soudure. En parallèle, dans les six troupeaux, le potentiel moyen quotidien de production de lait par vache traite a été évalué à chacune de ces deux périodes. Cette valeur quotidienne nécessite au préalable de connaître le potentiel annuel de lactation, qui dépend des caractéristiques génétiques des troupeaux étudiés. Dans cette optique, un potentiel de production annuelle de 8 000 kg a été retenu pour les troupeaux constitués exclusivement de vaches importées Holstein, 7 000 kg pour les troupeaux avec des vaches Montbéliardes, et 5 000 kg pour les vaches de type croisé. Dans un troupeau composite incluant des vaches croisées et des vaches de pure race Holstein, une valeur annuelle moyenne de 6 000 à 6 500 kg de lait a été retenue selon l'importance relative des différents types génétiques dans l'effectif total du troupeau. Le calcul du potentiel moyen de lactation quotidien nécessite de connaître, outre la constitution génétique des troupeaux, leur stade physiologique moyen. Ceci correspond au stade de lactation du troupeau déterminé au cours de la période de l'étude (de mars à juillet). Cet indicateur moyen mensuel pour chaque troupeau a été calculé par la formule suivante :

durée moyenne de lactation par vache et par mois =  $\sum$  nombre de jours de traite pour la vache  $k$  et le mois  $j$  / nombre de vaches traitées durant le mois  $j \times 30,6$

Au final, pour les deux périodes d'évaluation des performances des vaches laitières (mars et juillet), une valeur moyenne du potentiel laitier quotidien a été déterminée à partir des modèles de lactation standard pour les races considérées dans cette étude (30). Cette valeur a ensuite été comparée à la production laitière réelle de la journée et le manque à gagner (différence entre les productions potentielle et réelle) a été précisé. En outre, l'analyse des contenus en nutriments des rations a permis d'interpréter les différences constatées entre le potentiel laitier et la production quotidienne réelle. Il s'agissait de déterminer si la contrainte alimentaire pouvait effectivement expliquer les performances obtenues, ce qui a permis de renforcer l'évaluation des systèmes fourragers et d'aborder les pistes d'amélioration.

## ■ RESULTATS

### *Structuration du prix de revient du lait de vache*

L'analyse de la structure du prix de revient du lait a été variable selon la méthode de calcul considérée. En prenant en compte l'ensemble des charges, y compris amortissements et rémunération

de la main-d'œuvre familiale (première méthode), le prix moyen de revient du kilogramme de lait a été de 0,37 €. Il a varié de 0,30 €/kg dans la région de la Moulouya (nord-est du Maroc) à 0,44 €/kg dans le Tadla (centre du pays) (tableau III). Ces valeurs moyennes régionales se caractérisent par une grande variabilité lorsque l'écart type leur est supérieur. Quasiment toutes les moyennes ont été supérieures au prix de vente du lait au départ de la ferme, soulignant aussi que l'élevage bovin était déficitaire au moment de l'enquête.

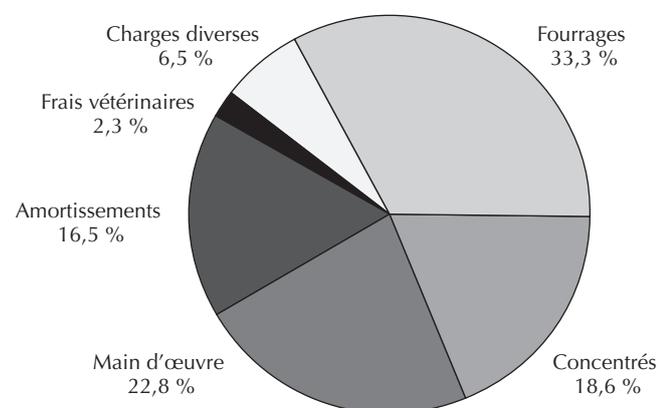
Les dépenses de production ont été largement dominées par les charges alimentaires qui représentaient un peu plus de la moitié du total, suivies de la main-d'œuvre, des amortissements, des frais divers (litière, carburant et lubrifiants), enfin des charges liées aux soins vétérinaires et aux inséminations (figure 2). Les ventes de bovins (veaux et vaches de réforme) représentaient en moyenne un revenu de près de 0,09 €/kg de lait et ont été déduites

**Tableau III**

Prix de revient (coût de production) du lait selon les deux méthodes de calcul utilisées et prix du lait au départ de la ferme (€/kg)

Région	Moyenne du prix de revient	Moyenne du prix de revient monétaire <sup>1</sup>	Moyenne du prix du lait au départ de la ferme
Ben Slimane	0,38 ± 0,64	0,31 ± 0,52	0,24
Gharb	0,35 ± 0,53	0,27 ± 0,46	0,23
Loukkos	0,41 ± 0,41	0,20 ± 0,32	0,30
Moulouya	0,30 ± 0,45	0,18 ± 0,26	0,32
Rabat-Salé	0,34 ± 1,26	0,17 ± 0,48	0,30
Souss-Massa	0,43 ± 0,44	0,24 ± 0,26	0,35
Tadla	0,44 ± 0,37	0,31 ± 0,29	0,25
Moyenne échantillon	0,37 ± 0,55	0,23 ± 0,39	0,34

<sup>1</sup> Amortissements et main-d'œuvre non compris



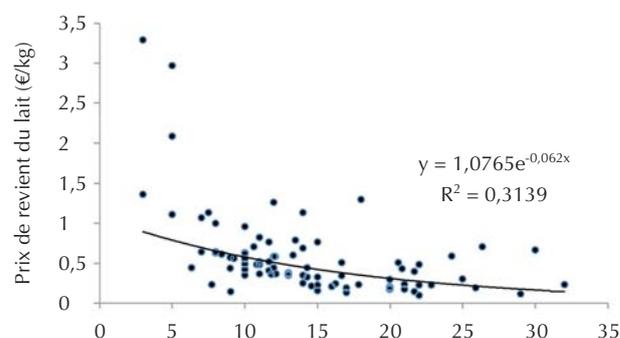
**Figure 2** : contribution des différentes charges au prix de revient du lait selon la méthode de calcul qui intègre, outre les dépenses courantes (aliments, main d'œuvre extra-familiale salariée, frais vétérinaires et d'insémination, électricité, et énergie fossile), les amortissements des investissements et la rémunération de la main-d'œuvre familiale.

du prix de revient du lait. Ces données moyennes cachent néanmoins de grandes disparités entre les fermes, avec de nombreux cas d'étables rentables. Sur les 86 exploitations étudiées, 28 étaient rentables, ce qui s'explique d'abord par un rendement laitier plus élevé que la moyenne (> 15 kg/vache/jour) comme le montre la figure 3. En outre, un usage raisonné des intrants, notamment à travers le rationnement, voire par un mode d'élevage utilisant très peu de concentrés et basé sur le pâturage après récolte sur des parcelles cultivées et sur le pâturage des herbes spontanées, permet d'abaisser le prix de revient du lait.

Le coût de production monétaire du lait, qui n'incluait pas la rémunération des amortissements et de la main-d'œuvre familiale (deuxième méthode), a été en moyenne de 0,23 €/kg. Ainsi, les charges non monétaires de production (amortissements et main-d'œuvre familiale) équivalaient en moyenne à 38,5 p. 100 des charges totales de production. Les valeurs extrêmes des coûts de production monétaires ont été relevées dans les régions de Rabat-Salé (0,17 €/kg comme minimum) et du Tadla (0,31 €/kg comme maximum). Sous cet angle, la production de lait a semblé rentable pour 59 des 86 exploitations. Toutefois, ce prix de revient monétaire moyen est resté supérieur au prix du lait au départ de la ferme en vigueur dans trois régions : Ben Slimane, Gharb et Tadla (tableau III). Dans ces régions où le prix monétaire est resté supérieur au prix au départ de la ferme, les coûts alimentaires étaient élevés : soit les exploitations utilisaient de grandes quantités d'aliments concentrés (cas de la zone pluviale de Ben Slimane), soit elles avaient subi les effets d'inondations de printemps (cas du Gharb), soit le coût d'installation des fourrages était élevé (cas de la luzerne au Tadla). L'élevage bovin laitier est ainsi apparu fortement déficitaire dans les exploitations familiales relevant de ces trois régions.

**Evaluation des manques à gagner en élevage laitier conventionnel**

Les caractéristiques des six élevages concernés par le deuxième volet de l'étude sont détaillées dans le tableau IV. Ces exploitations, situées dans le périmètre irrigué du Gharb, représentaient l'essentiel des types de production bovine décrits dans cette région. Leurs stratégies fourragères s'appuyaient sur la culture du bersim (*Trifolium alexandrinum*) pour l'alimentation des vaches. Leurs rations étaient complétées par des pailles et chaumes de céréales (exploitations 2, 4, 5 et 6), et par des cultures d'été comme le maïs et la luzerne, afin de subvenir à leurs besoins à la fin du cycle du bersim (exploitations 1 et 3).



**Figure 3** : relations entre le rendement laitier (kg/vache/jour) et le prix de revient du lait.

Les rations distribuées dans tous les troupeaux sans exception et au cours des deux saisons où l'étude a été réalisée ont été insuffisantes et/ou déséquilibrées, comme le montrent les deux exemples suivants : dans le premier, une ration de début de printemps basée sur de l'ensilage de maïs a été distribuée à un troupeau de vaches de type croisé et de race Holstein (exploitation 1), et dans le deuxième une ration estivale (à la fin du cycle du bersim) a été distribuée à un troupeau avec des vaches Holstein (exploitation 2). Les apports nutritionnels de ces deux rations sont reportés dans le tableau V. La principale caractéristique de ces deux rations était leur contenu insuffisant en matière sèche (MS), puisque pour des vaches capables d'ingérer près de 15 kg de MS par jour, les apports maximaux ne dépassent pas 9,6 kg.

Par ailleurs, dans les deux cas des déséquilibres nutritionnels manifestes ont été identifiés. Dans l'exploitation 1, l'ensilage de maïs était mal valorisé car complétement exclusivement avec du son de riz, aliment dont la teneur en azote (PDIN) est limitée. Au final, les apports totaux de la ration en PDIN étaient inadaptés au regard du potentiel (20 kg de lait/vache/jour) et limitaient le rendement laitier moyen par vache traite à seulement 14 kg par jour. Dans l'exploitation 2 en été, la ration était composée de mauvais foin de bersim, de son de blé et d'aliment composé. A ce niveau aussi, une faible disponibilité de fourrages a été enregistrée : à peine 7,5 kg de MS par vache et par jour. Un déséquilibre a aussi été enregistré : les apports énergétiques limitaient le rendement laitier moyen par vache traite à 14 kg de lait par jour, alors que le potentiel était de 28 kg, suite à deux nouveaux vélages (dans un

troupeau de trois vaches). Pire, un gaspillage azoté de 301 g de PDIN a été constaté ; il n'a pas été valorisé, en raison d'apports énergétiques limités, ce qui pouvait nuire à la santé des vaches et à l'environnement physique de l'exploitation, sans omettre les conséquences sur l'économie de la production.

Au final, les manques à gagner moyens estimés à partir des deux évaluations de rations distribuées aux vaches laitières dans les six élevages ont été déterminés (tableau VI). Le déficit moyen pour les six étables et lors des deux contrôles saisonniers a été de 5 kg de lait par vache et par jour, soit le tiers de la quantité réelle de lait produit. Les déficits les plus prononcés ont été observés dans les troupeaux avec le potentiel le plus élevé (au-delà de 20 kg de lait par vache et par jour en moyenne), ce qui signifie que les vaches à haut potentiel (surtout les Holstein en début de lactation) ont été moins bien valorisées dans les exploitations étudiées que les vaches à potentiel limité (de type croisé ou en fin de cycle de lactation).

Ces manques à gagner individuels ramenés à un nombre de 305 jours de lactation par an et à un prix du lait moyen au départ de la ferme de 0,23 €/kg a permis de calculer l'équivalent de ce manque à gagner par exploitation en chiffres d'affaire. Ceux-ci ont varié d'une valeur minimale de 147 € par vache et par an dans l'exploitation 3 à 589 € dans l'exploitation 1. Ces valeurs de manques à gagner n'incluaient pas les effets économiques des déséquilibres alimentaires sur la santé reproductive des vaches, qui n'ont pu être précisés dans cette étude.

Tableau IV

Caractéristiques structurelles des six élevages étudiés

Exploitation	Surface fourragère (ha)			Céréales (ha)	Vaches traites	Potentiel laitier estimé (kg/an)
	Bersim	Maïs	Luzerne			
1	10,0	30,0	–	70,0	20	6 000
2	1,3	–	–	3,2	3	8 000
3	5,0	5,0	3,0	12,0	15	5 000
4	7,0	–	–	2,5	6	6 000
5	7,0	–	–	2,0	6	6 500
6	28,0	–	–	7,0	7	7 000

Tableau V

Evaluation des rations alimentaires des vaches laitières et comparaison aux besoins estimés pour la production réelle observée

Exploitation	Vaches traites	Potentiel estimé (kg/vache/jour)	Ration (kg MS/vache/jour)	Rendement laitier réel (kg/vache/jour)	Bilan <sup>1</sup>	
					UFL	g PDI
1 (printemps)	12	20,0	Ensilage de maïs (9,6) Son de riz (4,6)	14	+ 1,47	- 115
2 (été)	3	28,0	Foin de bersim (7,5) Aliment composé (4,0) Son de blé (2,0)	14	+ 0,12	+ 301

MS : matière sèche ; UFL : unités fourragères lait

<sup>1</sup> Différence entre les apports en nutriments (UFL et min. des valeurs PDIN et PDIE) de la ration et les besoins estimés pour la production réalisée (rendement laitier réel)  
PDIN : protéines digestibles dans l'intestin lorsque l'azote est limitant ; PDIE : protéines digestibles dans l'intestin lorsque l'énergie est le facteur limitant

Tableau VI

Rendements laitiers quotidiens potentiels et réels, et manque à gagner (kg/vache/jour)

Exploitation	Vaches traites	Rendement laitier (moyenne ± écart type)		Manque à gagner (E - R)
		Potentiel estimé (E)	Réel (R)	
1	14	20,0 ± 0,7	11,6 ± 3,8	8,4
2	2	22,8 ± 5,8	15,5 ± 1,6	7,3
3	9	15,1 ± 0,7	13,0 ± 2,1	2,1
4	3	22,5 ± 3,4	17,2 ± 4,9	5,3
5	6	23,5 ± 2,8	19,8 ± 5,5	3,7
6	6	18,5 ± 1,9	15,3 ± 2,3	3,2
Moyenne	10	20,4 ± 2,5	15,4 ± 3,4	5,0

## DISCUSSION

Les deux volets de cet article ont visé à porter un regard complémentaire sur les difficultés actuelles de l'élevage bovin au Maroc, exacerbées par les évolutions récentes du contexte général où il est pratiqué. Dans la première partie, le prix de revient du lait bovin a été évalué. Si l'on intègre la totalité des charges réellement assumées par les éleveurs (y compris les charges d'amortissement des investissements et la rémunération de la main-d'œuvre familiale), le prix moyen de revient du lait atteignait alors 0,37 € par kilogramme. Cette valeur est supérieure à ce qui est rapporté dans d'autres études en Afrique et notamment au Maroc (17, 26) et peut s'expliquer justement par la prise en compte des charges d'amortissement, notamment des vaches. En effet, le coût de l'élevage des primipares de remplacement constitue une composante importante du prix de revient du lait (8). Les résultats obtenus confirment aussi que le prix de revient du lait au Maroc est en moyenne l'un des plus élevés en Afrique (9) ; ceci s'explique par des charges alimentaires lourdes dues à la dominance de systèmes en « zéro pâturage ». Par ailleurs, le prix de revient du lait a été dans presque toutes les régions étudiées supérieur au prix de vente du lait au départ de la ferme. Ces chiffres impliquent une vulnérabilité économique marquée des élevages bovins laitiers au Maghreb de manière générale (18), et au Maroc plus particulièrement (26). Ces constats rejoignent aussi, mais dans un contexte relativement différent, des résultats récents obtenus en France et en Allemagne, qui dévoilent les difficultés économiques des élevages bovins laitiers spécialisés, allant jusqu'à réclamer un prix de vente du lait au départ de la ferme de 0,45 € par litre pour garantir la résilience de ce secteur d'activité (5, 6).

Les chiffres moyens cachent néanmoins une importante variabilité des résultats économiques entre fermes, avec 28 situations rentables sur 86. On constate que les coûts de production étaient les plus bas là où les rendements moyens en lait par vache étaient les plus élevés (au-delà de 15 kg de lait par jour), ce qui permet de « diluer les frais fixes d'élevage » (32). Les situations rentables correspondaient aussi à des cas d'élevages plus extensifs, qui utilisaient moins d'aliments concentrés achetés et où les vaches valorisaient des ressources alimentaires gratuites, comme l'herbe des jachères ou des parcours forestiers (cas des régions du nord

du pays, comme le Gharb, le Loukkos ou Rabat-Salé). Toutefois, ces ressources alimentaires issues de pâturage de ressources non semées ont un coût social évident, dès lors qu'elles impliquent un volume de travail conséquent (23). Ces constats s'accordent avec des travaux montrant la possibilité d'influer sur la rentabilité de l'élevage bovin par une diminution des achats de concentrés (4) ou par une maîtrise poussée de leur conversion en lait (31).

En outre, la situation de déficit moyen des exploitations bovines laitières doit aussi être relativisée par rapport à la saison où cette étude a été réalisée, c'est-à-dire au début du printemps jusqu'à l'été, soit au moment le plus favorable de l'année pour la production de fourrages. Ceci implique que les prix de revient du lait calculés ici sont probablement inférieurs aux prix de revient du lait en fin de période estivale et automnale, lors de la soudure alimentaire. Des travaux complémentaires sont donc nécessaires pour caractériser l'évolution sur le long terme du prix de revient du lait au Maroc, en vue d'y intégrer les effets des variations climatiques saisonnières et interannuelles.

Le coût de production du lait qui ne tient pas compte des amortissements et de la main-d'œuvre familiale a été inférieur au prix de vente du lait au départ de la ferme dans quatre des sept régions, ce qui indique que l'élevage y était plus rentable que dans les autres régions.

Au final, les deux volets de ce travail soulignent la fragilité financière des exploitations laitières familiales. En effet, nombre de ces exploitations fonctionnent à perte et ne peuvent pas reconstituer de manière durable leur outil de production ni rémunérer au Smag le travail des membres de la famille. Or, il est avéré que les investissements en élevage laitier sont particulièrement lourds (machines, bâtiments, matériel, équipements d'irrigation, etc.) et fragiles (notamment les vaches, dont les carrières peuvent être écourtées suite à un accident), ce qui implique de disposer en permanence de fonds pour en assurer le renouvellement, générant ainsi des charges que seul le lait permet de récupérer (4). Quant au travail, il s'érige inexorablement en contrainte majeure dans l'élevage laitier, en raison des soins quotidiens exigés par les troupeaux (2). Ainsi, même si la souplesse d'usage de l'emploi de main-d'œuvre familiale octroie aux exploitations paysannes des opportunités remarquables de résilience (23), il n'est pas exclu que sa rémunération insuffisante conduise les exploitations à changer d'activité. Ceci pourrait compromettre le développement futur de la production laitière au Maroc.

Le deuxième volet de l'article présente une estimation des manques à gagner théoriques de six élevages bovins laitiers de la région irriguée du Gharb. La comparaison entre le potentiel moyen quotidien de production, estimé sur la base de la caractérisation du statut physiologique des vaches traites au cours de deux saisons distinctes (printemps et été), et la quantité réelle de lait produite, renseigne sur ces manques à gagner. Pour expliciter davantage les contreperformances identifiées, les relations entre la production effective et les contenus en nutriments (énergie et azote) des rations ingérées ont été précisées. Les résultats confirment les tendances lourdes identifiées dans des diagnostics antérieurs de l'état de la production laitière au Maroc, à savoir des rations alimentaires souvent insuffisantes (pas assez de MS) puisqu'une vache de poids vif de 600 kg peut ingérer jusqu'à 15 kg de MS de fourrages à haute digestibilité (3), alors que les valeurs enregistrées dans cette étude ne dépassent pas 10 kg. Parmi les causes expliquant cette faible disponibilité de biomasse alimentaire, des charges animales élevées et des problèmes agronomiques dans la conduite des cultures fourragères peuvent être incriminés (19). En outre, l'étude a montré des problèmes récurrents de rations déséquilibrées, du fait de la méconnaissance des éleveurs des contenus en nutriments

des rations et de leurs évolutions, ainsi que des changements des besoins des vaches selon leur stade moyen de lactation et leur potentiel génétique (28).

Les spécificités des systèmes fourragers dans la zone étudiée, avec comme pivot principal le bersim, induisent un excès d'azote lors de sa période de disponibilité maximale. Mais à la fin de son cycle de production, les teneurs en azote des rations chutent, ce qui déprécie rapidement le rendement laitier si une complémentation raisonnée n'est pas adoptée (18). De même, avec des rations basées sur des fourrages riches en énergie et pauvres en azote, comme l'ensilage de maïs, il est évident que si la complémentation en concentrés ne pallie pas ces manques, le rendement laitier est aussi limité.

Par ailleurs, l'étude montre que les décalages entre les rendements en lait potentiel et effectif sont les plus prononcés dans les exploitations qui possèdent les vaches aux potentialités génétiques les plus élevées. Ce constat conforte d'autres travaux qui remettent en cause les introductions massives de vaches à fortes capacités laitières si, en parallèle, une action de fond d'appui et de conseil n'est pas entreprise pour promouvoir leur alimentation équilibrée et suffisante (16). Les manques à gagner calculés dans les six différentes étables ont varié en moyenne de 2,1 à 8,7 kg de lait par vache traite et par jour, ce qui correspondait à une perte de chiffre d'affaires variant de 147 à 589 € par vache et par lactation standard de 305 jours. Pareils chiffres expliquent largement les difficultés économiques des élevages, comme le montrent les résultats présentés dans le premier volet de cet article. En outre, les manques à gagner identifiés dans cette étude ne concernent que les volumes de lait non produits. Or, les déséquilibres des rations alimentaires, notamment entre l'énergie et l'azote, sont aussi à l'origine de problèmes métaboliques des vaches qui peuvent induire des retards de la reproduction, voire l'infécondité, et déboucher sur des réformes précoces des vaches (13). Il est évident que ces déboires de la reproduction bovine ont aussi des conséquences marquées sur l'économie des exploitations bovines laitières (10).

## ■ CONCLUSION

La présente étude confirme les difficultés financières croissantes que doivent affronter les éleveurs de bovins laitiers au Maroc. Dans un contexte de volatilité croissante des prix des matières premières importées pour l'alimentation animale, les éleveurs revendiquent avant tout l'augmentation du prix de vente du lait ou prix au départ de la ferme. A titre d'exemple, dans un article intitulé « Sous Massa Draa » du quotidien marocain *L'Economiste* du 30 août 2013, les éleveurs réclament une hausse d'un dirham par litre. Le présent travail confirme la légitimité de ces revendications et montre qu'en incluant dans la méthode de calcul du prix de revient du lait toutes les charges y compris la main-d'œuvre familiale et les amortissements des investissements, cette production n'est pas rentable.

Le deuxième volet du travail complète la caractérisation de l'économie de la production reflétée par le prix de revient du lait, en ce sens qu'il souligne les manques à gagner issus de pratiques d'alimentation des troupeaux inadaptées. Les suivis des apports nutritionnels des rations ingérées et leur mise en regard du potentiel de production porte un éclairage éducatif sur l'origine des manques à gagner : des rations insuffisantes (pas assez de MS dans les fourrages) et de surcroît souvent déséquilibrées (carence relative en azote ou en énergie). Au final, les conclusions issues de ces deux travaux montrent que les évolutions récentes du contexte général de l'élevage bovin exacerbent les difficultés économiques de la production. Pour y pallier, des changements dans les orientations actuelles sont nécessaires, pour le maintien de cette activité et pour la sécurisation des approvisionnements des laiteries.

A cet égard, une augmentation de près de 10 p. 100 du prix du lait de boisson à la consommation a été enregistrée en été 2013 (de 0,57 à 0,62 €/L) suivie d'une autre de même ampleur au printemps 2014 sur les dérivés laitiers les plus courants (yaourts et préparations fromagères), avec comme argument principal, la répercussion d'une part importante de ces hausses vers l'amélioration du prix du lait au départ de la ferme qui avait stagné durant les quinze dernières années. Apparemment, les pouvoirs publics et les industriels les plus influents n'ont pris cette décision d'augmenter la rémunération du kilogramme de lait au départ des exploitations d'élevage qu'après avoir effectivement ressenti les tensions autour de la question cruciale de la répartition de la valeur dans la chaîne. Pareil signal reflète aussi sûrement la volonté de sécuriser les approvisionnements en évitant que de nombreux éleveurs, excédés de subir des pertes économiques répétées, ne renoncent à la production bovine, ce qui précipiterait la chute de la livraison du lait.

Outre la question des prix du lait le long de la chaîne, un autre volet fondamental d'intervention pour promouvoir la durabilité économique des exploitations bovines est lié à l'appui technique nécessaire pour assurer l'augmentation de la productivité. Pour ce faire, un accompagnement des élevages qui le désirent vers une maîtrise accrue des techniques de base (rationnement, connaissance des apports des aliments, aussi bien les fourrages que les concentrés, et de l'évolution des besoins des vaches selon leur stade moyen de lactation) est nécessaire. A ce propos, les pouvoirs publics en charge du secteur agricole envisagent de créer une nouvelle organisation du conseil agricole qui travaillerait en partenariat avec des opérateurs privés. Cette instance devra aussi intégrer dans ses prérogatives des interventions de terrain permettant de contribuer à améliorer le sort des exploitations laitières familiales de taille réduite qui demeurent les acteurs incontournables de la fourniture de lait et de viande bovine au Maroc.

Enfin, la présente étude n'ayant pas pu prendre en compte les fermes laitières de plus de 30 vaches ainsi que les très grandes exploitations spécialisées qui s'installent dans le cadre de la nouvelle orientation agricole adoptée par le Maroc en 2009 (« Plan Maroc Vert »), d'autres travaux seront nécessaires pour comparer les performances de ces grandes exploitations avec celles des petites fermes familiales.

## Remerciements

Ces travaux ont été effectués dans le cadre du projet Crop/Livestock Integration in The MEDiterranean (CLIMED). Les auteurs souhaitent remercier les cadres techniques de l'Association nationale des éleveurs de bovins (ANEB) au Maroc pour leur soutien logistique à la réalisation de ces deux études de terrain. Merci en particulier aux éleveurs rencontrés durant ces travaux pour leur accueil chaleureux et leurs réponses aux nombreuses sollicitations imposées par les protocoles de recherche.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ADA, 2011. La situation de l'agriculture au Maroc. Rabat, Maroc, Agence du développement agricole, 202 p. [www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/SAM9-2011.pdf](http://www.agriculture.gov.ma/sites/default/files/SAM9-2011.pdf)
2. AUBRON C., COCHET H., BRUNSCHWIG G., MOULIN C.-H., 2009. Labor and its productivity in Andean dairy farming systems: a comparative approach. *Hum. Ecol.*, **37**: 407-419.
3. CASTILLO A.R., TAVERNA A.M., PAEZ R.R., CUATRIN A., COLOMBATTO D., BARGO F., GARCIA M.S., GARCIA P.T., CHAVEZ M., BEAULIEU A.D., DRACKLEY J.K., 2006. Fatty acid composition of milk from dairy cows fed fresh alfalfa based diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **131**: 241-254.
4. CORDONNIER P., 1986. Economie de la production laitière. Paris, France, Lavoisier, 218 p.

5. EUROPEAN MILK BOARD, 2014. Combien coûte la production de lait ? Les coûts de la production de lait en France, éd n 1 de 2002 à 2013, 47 p. [www.europeanmilkboard.org/fileadmin/Dokumente/Press\\_Release/EMB-allgemein/2014/Etude\\_sur\\_le\\_cou%CC%82t\\_de\\_production\\_laitie%CC%80re\\_en\\_France\\_FINAL\\_FR.pdf](http://www.europeanmilkboard.org/fileadmin/Dokumente/Press_Release/EMB-allgemein/2014/Etude_sur_le_cou%CC%82t_de_production_laitie%CC%80re_en_France_FINAL_FR.pdf)
6. EUROPEAN MILK BOARD, 2014. Combien coûte la production de lait ? Calcul des coûts de la production laitière en Allemagne de 2002 à 2012, 35 p. [www.europeanmilkboard.org/fileadmin/Dokumente/Press\\_Release/EMB-allgemein/2013/etude\\_cou%CC%82ts\\_de\\_production\\_FR.pdf](http://www.europeanmilkboard.org/fileadmin/Dokumente/Press_Release/EMB-allgemein/2013/etude_cou%CC%82ts_de_production_FR.pdf)
7. GUESSOUS F., 1991. Production fourragère et systèmes animaux. Rabat, Maroc, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II / Actes Editions, 128 p.
8. HEINRICH A.J., JONES C.M., GRAY S.M., HEINRICH P.A., CORNELISSE S.A., GOODLING R.C., 2013. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. *J. Dairy Sci.*, **96**: 7355-7362.
9. HEMME T. Ed., 2012. Dairy report. Kiel, Germany, International Farm Comparison Network Dairy Research Center, 208 p.
10. INCHAISRI C., JORRITSMA R., VOS P.L.A.M., VAN DER WEIJDEN G.C., HOGVEEN H., 2010. Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology*, **74**: 835-846.
11. JARRIGE R. Ed., 1988. Table des valeurs nutritionnelles des aliments. In : Alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris, France, INRA, p. 351-443.
12. KIDD A.D., LAMERS J.P.A., FICARELLI P.P., HOFFMAN V., 2000. Privatizing agricultural extension: caveat emptor. *J. Rural Stud.*, **16**: 95-102.
13. LEAN I.J., CELI P., RAADSMA H., MCNAMARA J., RABIEE A.R., 2012. Effects of dietary crude protein on fertility: Meta-analysis and meta-regression. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **171**: 31-42.
14. MAPM, 2008. Plan Maroc Vert : premières perspectives sur la stratégie agricole. Rabat, Maroc, ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime. [www.vulgarisation.net/planmarocvert.pdf](http://www.vulgarisation.net/planmarocvert.pdf)
15. MARA, 1975. Le plan laitier. Rabat, Maroc, ministère de l'Agriculture et de la réforme agraire, 115 p. + annexes
16. MORAN J.B., 2013. Addressing the key constraints to increasing milk production from small holder dairy farms in tropical Asia. *Int. J. Agric. Biosci.*, **2**: 90-98.
17. NDAMBI O.A., HEMME T., 2009. An economic comparison of typical dairy farming systems in South Africa, Morocco, Uganda and Cameroon. *Trop. Anim. Health Prod.*, **41**: 979-994.
18. OLMOS COLMENERO J.J., BRODERICK G.A., 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **89**: 1704-1712.
19. PAPY F., 1979. Eléments de réflexion sur la recherche fourragère au Maroc. *Fourrages*, **79**: 89-110.
20. REJEB GHARBI F., LAHSOUMI R., GOUHIS R., RACHED Z., 2007. Rentabilité économique de l'élevage laitier en Tunisie : cas des gouvernorats de l'Ariana et de Mahdia. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **11**: 211-223.
21. SAUVANT D., GIGER-REVERDIN S., MESCHY F., 2006. Le contrôle de l'acidose ruminale latente. *Prod. Anim.*, **19**: 69-78.
22. SCHILLING J., KORBINIAN P.F., HERTIG E., SCHEFFRAN J., 2012. Climate change, vulnerability and adaptation in North Africa, with focus on Morocco. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **156**: 12-26.
23. SRAIRI M.T., BAHRI S., KUPER M., 2013. Le travail et sa contribution aux stratégies d'adaptation de petites exploitations agricoles familiales mixtes d'élevage bovin/polyculture au Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **17**: 463-474.
24. SRAIRI M.T., BENYOUCEF M.T., KRAIEM K., 2013. The dairy chains in North Africa (Algeria, Morocco and Tunisia): from self-sufficiency options to food dependency? *Springer Plus*, **2**: 162. [www.springerplus.com/content/2/1/162](http://www.springerplus.com/content/2/1/162)
25. SRAIRI M.T., CHOHIN-KUPER A., 2007. Consequences of market liberalization for the operators of the dairy subsector in Morocco. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **60**: 177-187 [in French with English summary]
26. SRAIRI M.T., EL KHATTABI M., 2001. Evaluation économique et technique de la production laitière intensive en zone semi-aride au Maroc. *Cah. Agric.*, **10**: 51-56.
27. SRAIRI M.T., ER-ROUSSE E.H., 2010. Cas d'un élevage laitier en zone pluviale au Maroc : des cultures au cheptel bovin, quelles voies d'amélioration ? *Fourrages*, **201**: 61-65.
28. SRAIRI M.T., KIADE N., LYOUBI R., MESSAD S., FAYE B., 2009. A comparison of dairy cattle systems in an irrigated perimeter and in a suburban region: case study from Morocco. *Trop. Anim. Health Prod.*, **41**: 835-843.
29. SRAIRI M.T., MOUSILI N., 2014. Effets des facteurs alimentaires et de la race bovine sur les performances de deux élevages laitiers en zone semi-aride au Maroc. *Nature Technol.*, **10**: 50-55.
30. WILMINK, J.B.M., 1987. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livest. Prod. Sci.*, **16**: 335-348.
31. WOLF C.A., 2010. Understanding the milk to feed price ratio as a proxy for dairy farm profitability. *J. Dairy Sci.*, **93**: 4942-4948.
32. WOLTER R., 1997. Alimentation de la vache laitière. Paris, France, France Agricole, 263 p.

Accepted 19 June 2014; Online publication 30 September 2015

## Summary

**Sraïri M.T., Chergui S., Igueld H., Sannito Y.** Performances of family dairy farms in Morocco: Arguments for improving farm milk price and technical support

Dairy cattle production in Morocco has been faced with a turbulent evolution over these past years. This activity yet contributes much to supply the dairy industry and urban markets as well as to maintain livelihoods in rural areas. The present study aimed to characterize the technical and economic performances of cattle farms in relation with constraints to overcome. In the first part, the milk cost price was analyzed through a survey conducted in 86 farms located in the main animal production areas of the country. Two calculus methods served to assess the profitability of this activity. In the second part, shortfalls caused by limited milk yields were characterized and linked to the rations fed to the lactating cows in six farms located in a favorable area (Gharb irrigation scheme) during two successive seasons (spring and summer). Results highlighted the limited profitability of the dairy farms and the scope for improvement of rationing, especially concerning cows with high genetic potential. Major requirements for sustainable dairy cattle farming in Morocco include i) advice to farmers to improve feeding practices, and ii) reevaluation of the milk sales price at farm level.

**Keywords:** Cattle – Dairy cow – Milk yield – Production cost – Ration – Sustainability – Profitability – Morocco.

## Resumen

**Sraïri M.T., Chergui S., Igueld H., Sannito Y.** Rendimientos de los establecimientos lecheros familiares en Marruecos: argumentos para la mejoría del precio de la leche en la finca y del apoyo técnico

La cría bovina lechera en Marruecos a conocido estos últimos años una evolución agitada. Sin embargo, esta actividad contribuye fuertemente al abastecimiento de lecherías y de mercados urbanos, así como al mantenimiento de la vida en zona rural. El presente estudio tuvo como objetivo el de caracterizar los rendimientos técnicos y económicos de la cría bovina con respecto a los obstáculos que ha debido superar. En una primera parte, el precio de retorno (costo de producción) de la leche, fue estudiado sobre la base de una encuesta llevada a cabo en 86 establos distribuidos en las principales cuencas de cría de Marruecos. Dos métodos de cálculo permitieron la asesoría sobre la rentabilidad de esta actividad. En una segunda parte, se caracterizaron las pérdidas en ganancias derivadas de los rendimientos lecheros limitados y se relacionaron con las raciones ingeridas por las vacas en lactación en seis establos, durante dos estaciones sucesivas (primavera y verano), en una región propicia del país (perímetro irrigado del Gharb). Este trabajo subrayó la baja rentabilidad de las fincas bovinas y los márgenes de mejoramiento en materia de racionamiento, sobre todo para las vacas con alto potencial. La asesoría de los criadores que lleve al mejoramiento de las prácticas de alimentación de los animales y la revalorización del precio de venta de la leche en la finca constituyen dos condiciones importantes del mantenimiento durable de la cría bovina lechera en Marruecos.

**Palabras clave:** Ganado bovino – Vaca lechera – Rendimiento lechero – Costo de producción – Ración – Sostenibilidad – Rentabilidad – Marruecos.



# Stratégies d'adaptation des éleveurs bovins laitiers en zone montagneuse d'Algérie

A. Mouhous<sup>1\*</sup> V. Alary<sup>2</sup> J. Huguenin<sup>3</sup>

## Mots-clés

Bovin laitier – Système d'élevage – Aptitude laitière – Montagne – Adaptation de la production – Politique de développement – Algérie.

## Résumé

La production laitière peut constituer une part importante des revenus dans les exploitations de montagne en Kabylie. Nos travaux ont porté sur la caractérisation des élevages bovins dans cette zone, leur mode de conduite et les stratégies adoptées. Suite à un travail antérieur sur 97 élevages, nous avons procédé à un suivi de 17 exploitations de mars 2012 à février 2013. L'étude a permis d'identifier trois types d'exploitations : a) les petites exploitations (< 8 unités de gros bétail [UGB] en moyenne) produisant principalement de la viande (type « viande ») ; b) les exploitations moyennes (12 UGB) à dominance laitière (type « lait ») ; et c) les grandes exploitations (> 46 UGB) avec une production mixte de lait et de viande (type « mixte »). L'alimentation des vaches a été basée sur du concentré toute l'année, en moyenne 8 kg/vache/jour pour les deux premiers types d'exploitations et jusqu'à 11 kg/vache/jour pour le troisième. La vente annuelle de lait par vache a été de 3 000 kg environ pour le type viande, et de 4 000 kg pour les types lait et mixte. Les revenus des exploitations spécialisées (viande ou lait) ont été similaires (moins de 400 000 dinars algériens [DZD] par an, soit 3 896 €), alors que le type mixte a généré des revenus supérieurs à 3 millions de DZD/an (soit 33 139 €). L'étude a montré que les stratégies adoptées dépendaient beaucoup de la capacité des éleveurs à obtenir des dotations. Elle permet de mieux appréhender les dynamiques actuelles des systèmes d'élevage en zone montagneuse, selon leurs atouts et leurs faiblesses.

## ■ INTRODUCTION

En 1971, l'Etat algérien a lancé dans la région de Tizi-Ouzou des programmes de développement pour la production de lait de vache afin de contribuer à la souveraineté alimentaire du pays. L'objet était de répondre à l'augmentation de la consommation de lait par habitant, à laquelle s'ajoutait par ailleurs la croissance démographique nationale.

Aujourd'hui, la surface agricole utile (SAU) de la Kabylie montagneuse occupe 40 p. 100 de la région. Les élevages bovins laitiers sont majoritairement conduits en hors sol (10). Malgré la

contrainte foncière et la dépendance aux intrants alimentaires des exploitations, la région figure parmi les *wilayas* (collectivités territoriales) les plus importantes pour la production de lait dans le pays. La quasi-totalité des élevages sont inscrits au programme d'aide à la production laitière. Depuis la mise en œuvre des programmes laitiers, les facteurs d'évolution socio-économiques (changements sociaux-techniques dans les prises de décision des éleveurs) et biophysiques (notamment climatiques) sont perceptibles. Ainsi se pose la question : avec le développement des incitations dans le secteur laitier bovin, quelles sont les différentes modalités d'orientation des productions bovines en Kabylie ? Cette étude a eu pour objectif de chercher à comprendre les principales stratégies des éleveurs et leur capacité à s'adapter au contexte agroécologique et institutionnel selon leurs contraintes actuelles. Notre hypothèse a été que l'orientation des systèmes d'élevage dépendait fortement des dotations initiales des éleveurs (notamment en terre et en animaux) qui conditionnait l'accès aux incitations du secteur laitier. La méthodologie développée et la caractérisation des différentes orientations sont présentées, puis les différentes stratégies des éleveurs sont analysées et discutées.

1. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Tizi-Ouzou 15000, Algérie.

2. Cirad, Icarda, Le Caire, Egypte.

3. Cirad, UMR Selmec, 34398 Montpellier, France.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : +213 5 53 15 01 18 ; e-mail : mouhouszeddine@yahoo.fr

## ■ CONTEXTE ET METHODOLOGIE

### Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans la région montagneuse de Tizi-Ouzou (Kabylie), dont la précipitation annuelle moyenne est de 762 mm/an. La région (figure 1) comprend 25 370 hectares de pacages et parcours (soit 10 p. 100 de la surface totale de la région) utilisés par les bovins (99 000) et les petits ruminants (184 000 ovins et 57 000 caprins) (3). La production de lait de vache a atteint en 2012 plus de 80 millions de kilogrammes (4). La majorité du lait est collectée par des grands centres de collecte, des laiteries locales et régionales, comme à Bejaia. A travers les programmes de la production laitière, les politiques de subventions<sup>4</sup> à la production de lait (12 DZD par litre produit) incitent les éleveurs (quelle que soit la taille de leur élevage) à cette activité. La production de viande bovine, qui avoisine les 5 200 tonnes par an, ne bénéficie d'aucune aide de l'Etat.

Sur les 98 000 hectares de SAU (40 p. 100 de la superficie de la zone), 2 p. 100 sont irrigués. La production agricole végétale se répartit entre céréales, maraichage, fourrages et arboriculture. Les fourrages produits (en sec ou en vert) représentent seulement 9 p. 100 de la SAU totale. Couvrant 59 p. 100 de la SAU, les fourrages naturels en occupent la plus grande partie.

### Méthodologie

L'étude s'est appuyée sur plusieurs apports disciplinaires (9) pour faciliter une approche systémique des élevages laitiers (13). Nous avons considéré qu'au-delà de l'importance des éléments et de leur structure, il fallait saisir leurs interactions, lesquelles comportent des facteurs dynamiques. A cette approche systémique (14), il s'agissait aussi de prendre en compte les synergies d'ensemble intervenant dans les exploitations (12). Afin de comprendre les pratiques au cœur des interactions dans les exploitations, nous avons opté pour un dispositif basé sur les suivis qui a permis d'identifier les stratégies et savoir-faire des éleveurs (8, 11). En nous inspirant des travaux de Madani et coll. (15), et Dedieu et coll. (2), nous avons tenté de caractériser la structure des exploitations bovines, puis de comprendre les stratégies mises en œuvre pour rendre les élevages viables.

D'une étude préalable portant sur 97 élevages bovins laitiers, 17 ont été suivis mensuellement de mars 2012 à février 2013. Le choix de ces élevages a tenu compte du consentement des éleveurs, de leur diversité et de leur emplacement géographique (élevages situés dans plusieurs ensembles physiques de la région). Dans ces exploitations, l'élevage bovin constituait l'activité principale et il n'y avait pas de petits ruminants. Trois ont signalé des revenus extra-agricoles rapportés par un membre du ménage (commerce, administration).

Les informations collectées ont porté sur la structure de l'exploitation : effectifs bovins, surfaces agricoles cultivées et fourragères, surfaces de pâturages, et travailleurs salariés / familiaux. Sur les pratiques, les choix de production et de suivi des conduites animales relatives à l'alimentation ont été relevés pour chaque animal : le type d'aliments (compléments fourragers et concentrés à base d'orge, de son de blé, de maïs, et de produits industriels pour vaches laitières et pour jeunes bovins) et les quantités journalières distribuées. L'usage des pâturages en termes de temps et de surfaces a été enregistré.

4. Incitation à la collecte de lait cru : le soutien était de 5 dinars algériens (DZD) (1 € = 102,723 DZD ; 14.04.2013) par litre pour le collecteur et le centre de collecte. Prime d'intégration industrielle du lait cru : le soutien était entre 2 et 4 DZD/L pour le transformateur-producteur de lait pasteurisé conditionné.

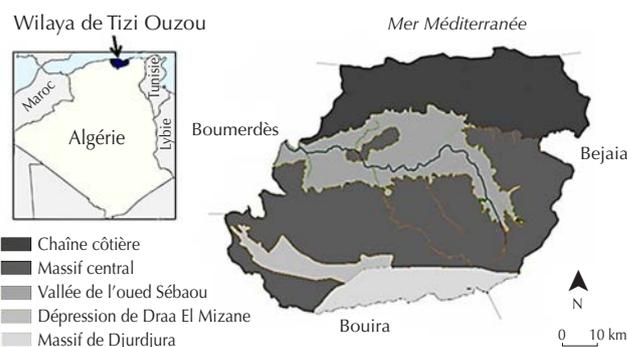


Figure 1 : reliefs de la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie (source : DSA, 2013).

Les productions laitières ont également été notées à partir du registre de l'éleveur. La rentabilité de l'activité a été calculée à partir des dépenses et des ventes des produits de l'élevage afin d'estimer les revenus des élevages. Les dépenses ont été enregistrées mensuellement par l'éleveur (achat d'animaux, main d'œuvre salariée, transport, alimentation et santé). Les ventes ont concerné le lait et les animaux.

Les données collectées ont fait l'objet de statistiques descriptives et de corrélation entre les variables. Les dix-sept exploitations ont été réparties selon l'orientation de leur production (lait, viande et mixte) pour caractériser les différents types stratégiques d'élevages selon les choix de production. Les stratégies des éleveurs étaient complexes et dépendaient d'une multitude de facteurs dont les dotations (notamment foncières et financières), le rattachement lignager et les relations sociales (capital social qui facilite l'accès à des biens ou à des services). L'identification de ces facteurs a permis de comprendre les raisons des décisions des éleveurs dans leur stratégie de production.

## ■ RESULTATS

### Approche structurelle des types d'exploitation

La main d'œuvre moyenne était de 2,5 ouvriers mais pouvait atteindre 8 ouvriers (tableau I). Les surfaces à cultiver comprises entre 0 et 9 ha de la SAU étaient relativement petites, et la surface moyenne louée était de 2,8 ha. L'effectif de vaches laitières n'a

Tableau I

Caractéristiques des dix-sept élevages suivis, wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie

	Mini./maxi.	Moyenne	Ecart-type
Nombre d'ouvriers	1 à 8	2,5	2,0
SAU possédée (ha)	0 à 9	2,4	2,5
SAU louée (ha)	0 à 10	2,8	3,2
Cheptel (UGB)	4 à 127	17,8	27,8
Effectif vaches laitières (UGB)	0,8 à 66	9,6	14,7
Quantité lait vendu (10 <sup>3</sup> kg/an)	1,7 à 280	35,6	64,5

SAU : surface agricole utile ; UGB : unité de gros bétail

pas excédé 66 unités de gros bétail (UGB) (une UGB correspond à une vache de 500 kg produisant 3 000 kg de lait par an ; toutefois, sachant que le cheptel bovin est constitué dans sa majorité de populations de races croisées et locales dont le poids vif est le plus souvent compris entre 350 et 400 kg, Moskal [1983] réduit de 25 p. 100 la valeur de l'UGB théorique obtenue). Les quantités de lait vendues ont été très variables selon l'effectif des vaches, les grandes exploitations pouvant atteindre 280 000 kg/an.

Trois types d'exploitations ont été différenciés selon leur production (tableau II). En fonction de leurs dotations en moyens de production, les éleveurs s'orientaient vers différents types de production. Les stratégies rencontrées ont été les types « viande », « lait » et « mixte » (tableau II) :

- le type viande avait un faible effectif dont la moitié représentait des vaches laitières (tableau II), une SAU fourragère réduite dont la moitié était louée, et une main d'œuvre familiale ;
- le type lait était mieux doté. Le troupeau comptait davantage de vaches laitières. La SAU fourragère était plus importante et la moitié était louée. Ce type d'exploitation employait en moyenne un ouvrier salarié saisonnier ;
- le type mixte possédait le plus de vaches laitières (mais avec un fort écart-type) et disposait de SAU louée (5 ha en moyenne). Dans le cas des grandes exploitations, ce type utilisait plus de main d'œuvre salariée (quatre ouvriers en moyenne) bien que les trois quarts des ouvriers étaient de la main d'œuvre familiale. Il employait néanmoins en moyenne un ouvrier salarié.

### Alimentation

Plusieurs aliments étaient distribués durant toute l'année, comme le foin et le complément (principalement « vache laitière » et orge). Les pâturages étaient constitués de parcours forestiers et de prairies naturelles exploités toute l'année. Le fourrage vert (sorgho et trèfle), destiné surtout aux vaches laitières, était distribué presque toute l'année sauf en novembre où les prairies étaient pâturées. Les chaumes étaient exploités l'été et en début d'automne (figure 2).

Les trois types exploitaient des surfaces de pâturages semblables, avec un temps de pâturage identique (3 h/jour). La proportion d'animaux mis au pâturage n'a pas dépassé la moitié des effectifs pour le type viande. Cette proportion a diminué avec l'augmentation de la taille du troupeau pour les types lait et mixte (tableau III). A noter qu'il n'y avait que les taureaux, taurillons et génisses qui pâturaient.

Les taureaux et les taurillons étaient destinés à l'engraissement pour la production de viande. Les vaches laitières restaient à l'étable et étaient conduites en hors sol. Les éleveurs préféraient alimenter ces dernières en concentrés pour produire plus de lait. Les exploitations des types lait et mixte mettaient en moyenne 30 p. 100 de leurs animaux au pâturage.

Comme mentionné précédemment, les pâturages ne suffisant pas, les éleveurs distribuaient des concentrés et des compléments fourragers : paille ou foin, et fourrage vert (tableau IV). Les quantités de fourrage vert ou sec (paille ou foin) distribuées par UGB étaient similaires pour les trois types. Le fourrage vert était distribué exclusivement aux vaches avec une moyenne de 11 kg de matière verte par UGB, alors que la paille était distribuée à tous les animaux et estimée à cinq kilogrammes de matière sèche par UGB par jour.

Le concentré était distribué quotidiennement pour tous les animaux. Il était composé de concentré spécial « vache laitière », de



Figure 2 : calendrier fourrager en 2012-2013.

Tableau II

Typologie des élevages suivis, wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie

	Nb. élevages	UGB totales	Dont UGB laitières	SAU totale fourragère (ha)	Dont SAU louée (ha)	Main d'œuvre totale	Main d'œuvre familiale	Salariat
Type viande	8	7,8 ± 4,1	3,0 ± 1,2	3,2 ± 3,7	1,7 ± 3,4	2,2 ± 0,8	2,0 ± 0,9	0,1 ± 0,4
Type lait	4	12,3 ± 3,2	7,2 ± 2,1	5,0 ± 3,8	3,8 ± 2,6	2,0 ± 0,9	1,5 ± 1,0	0,5 ± 0,5
Type mixte	5	46,1 ± 54,2	26,6 ± 26,5	8,8 ± 5,1	5,3 ± 2,8	3,8 ± 2,8	3,3 ± 2,5	0,5 ± 0,6

SAU : surface agricole utile ; UGB : unité de gros bétail

Tableau III

Utilisation des pâturages dans les élevages suivis, wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie

	Nb. élevages	Surface de pâturage (ha)	Pâturage (h/jour)	Pâturage (jours/mois)	UGB mises en pâturages (%)
Type viande	8	16 ± 13	3 ± 2	27 ± 5	47 ± 45
Type lait	4	15 ± 19	4 ± 1	27 ± 3	34 ± 18
Type mixte	5	17 ± 16	3 ± 1	30 ± 2	30 ± 32

UGB : unité de gros bétail

Tableau IV

Alimentation des animaux dans les élevages suivis, wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie

	Nb. élevages	Fourrage vert (kg MV/UGB/jour)	Paille (kg MS/UGB/jour)	Concentré (kg/vache/jour)	Concentré (kg/génisse/jour)	Concentré (kg/taurillon/jour)	Concentré (kg/taureau/jour)
Type viande	8	13 ± 11	7 ± 3	7 ± 2	3 ± 2	1 ± 0	2 ± 3
Type lait	4	10 ± 2	5 ± 1	8 ± 4	3 ± 1	1 ± 1	5 ± 2
Type mixte	5	12 ± 4	5 ± 3	11 ± 3	4 ± 2	1 ± 1	5 ± 4

MV : matière verte ; MS : matière sèche ; UGB : unité de gros bétail

son de blé, et d'un mélange d'orge, de son et de maïs achetés. Le concentré spécial « jeune bovin » était distribué seulement aux taurillons et aux taureaux. La part des concentrés était la plus importante dans les rations des vaches laitières. Pour le type viande, les vaches recevaient près de 6 kg/jour, alors que pour les types lait et mixte, la quantité de concentrés distribuée était respectivement de l'ordre de 8 à 11 kg/jour. Pour ces deux derniers types, la production de lait s'inscrivait dans une logique commerciale où la quantité de lait produite était fortement corrélée à la quantité de concentrés distribuée. Les génisses et les taureaux recevaient moins de concentrés.

### Structure technico-économique des exploitations

#### Performances techniques de production laitière

Les productions laitières enregistrées en 2013 ont été peu corrélées à la SAU ( $r = 0,4$ ). La quantité moyenne de lait produite par vache par an a été de 4 154 kg avec une variation allant de 2 099 à 5 551 kg (tableau V). Les rendements laitiers par vache ont été semblables pour les élevages des types lait et mixte (soit 12 kg / vache traite / jour). Ceux du type viande ont été de 9 kg/vache/

jour. En moyenne 340 kg/an de lait ont été autoconsommés et environ 60 kg ont été donnés aux voisins.

#### Performances économiques

Les aliments achetés étaient principalement le foin, la paille, les concentrés représentés par des aliments conçus spécialement pour les vaches laitières ou pour bovins à l'engrais, et divers mélanges. Les charges alimentaires ont été les plus importantes parmi les dépenses de l'exploitation pour les types lait et mixte orientés vers la production de lait. Pour le type viande ces charges ont représenté seulement 31 p. 100 des dépenses totales (tableau VI) ; leurs charges les plus importantes ont été le coût d'achat des animaux (67 p. 100). La stratégie de ce type était principalement orientée vers la production et le commerce des bovins d'engraissement. Les autres charges liées à la santé et aux frais d'élevage (main d'œuvre et transport) ont été négligeables.

Pour les types lait et mixte, les charges alimentaires ont représenté plus de 80 p. 100 des dépenses totales des exploitations et la part du concentré dans ces charges a été de 85 à 90 p. 100. Venaient ensuite les charges d'achat des animaux, respectivement 13 et

Tableau V

Caractéristiques de la production laitière dans les élevages suivis, wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie

	Nb. élevages	Vache présente	Vache traite/ vache présente (%)	Quantité produite (kg/vache traite/jour)	Quantité produite (kg/vache traite/an)	Quantité vendue (kg/vache/an)
Type viande	8	3 ± 1	65 ± 37	9 ± 5	3 272 ± 1 731	2 837 ± 1 699
Type lait	4	7 ± 2	85 ± 4	12 ± 3	4 359 ± 941	3 903 ± 913
Type mixte	5	27 ± 26	78 ± 11	12 ± 1	4 573 ± 511	4 270 ± 482

Tableau VI

Structure des coûts des élevages suivis, wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie

	Nb. élevages	Coût alimentation (%)	Coût sanitaire (%)	Frais élevage (transport et main d'œuvre) (%)	Coût achat animaux (%)	Dépenses totales (DZD/an)
Type viande	8	31	1	1	67	2 724 460
Type lait	4	83	1	3	13	1 254 389
Type mixte	5	81	1	3	15	5 568 793

DZD : dinar algérien

15 p. 100. Concernant les charges sanitaires et les autres frais de l'élevage (transport, reproduction ou main d'œuvre), elles ont été identiques pour les types lait et mixte et proportionnellement faibles (4 p. 100 des coûts totaux).

Par ailleurs, les ventes des produits de l'exploitation ont concerné principalement la vente de lait et des animaux. Le tableau VII montre que, dans le type viande, 89 p. 100 des ventes ont concerné les animaux. Lors des entretiens, ce type d'exploitation a confirmé son orientation vers l'engraissement d'animaux et leur commercialisation. Dans le type lait, ce produit a représenté 65 p. 100 des ventes, et dans le type mixte (regroupant les plus grandes exploitations) la proportion de vente de lait et d'animaux a été identique.

Le tableau VII montre que le chiffre d'affaire (CA) du type viande a été plus élevé que celui du type lait avec plus de 3 millions DZD, soit 30 050 €/exploitation. La proportion d'animaux dans le total des ventes a été très importante. Le type lait a occupé la troisième place avec plus de 1,5 million DZD/an, soit 16 108 €/exploitation. Son orientation vers la production de lait et le faible effectif des élevages en vaches laitières expliqueraient les faibles ventes. Le type mixte a enregistré le CA annuel le plus élevé (9 millions DZD/an, soit 87 353 €/exploitation). Toutefois, les écarts-types des CA ont été importants pour toutes ces valeurs car la dispersion des volumes de vente des produits par éleveur des différents types a été élevée (dû au choix raisonné de notre échantillon, cherchant des situations contrastées).

Les revenus par UGB ont évolué dans le même sens que les ventes. Le type viande a enregistré un revenu de 46 452 DZD/UGB, soit 452 €/UGB (tableau VIII), alors que le type lait a eu le plus faible revenu avec 32 536 DZD/UGB, soit 316 €/UGB. Enfin, le type mixte a obtenu le revenu le plus élevé avec 73 841 DZD/UGB, soit 718,8 €/UGB.

**Tableau VII**

Structure des ventes des élevages suivis, wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie

	Nb. élevages	Vente lait (%)	Vente animaux (%)	Vente totale (DZD/an)
Type viande	8	11	89	3 086 784
Type lait	4	65	35	1 654 578
Type mixte	5	50	50	8 972 881

DZD : dinar algérien

Les subventions ont varié en fonction de l'importance de la vente de lait. Pour les types viande et mixte elles n'ont pas atteint 40 p. 100 des revenus. En revanche, pour le type lait la part des subventions a été de 71 p. 100 des revenus.

## ■ DISCUSSION

### *Limites de la méthode*

Grâce à des passages réguliers, une certaine confiance s'est installée entre les éleveurs et les enquêteurs. Cela a permis d'accéder à des informations d'ordre financier (achat ou vente d'animaux). Cependant, la méthode mise en œuvre dans cette étude a montré quelques limites. Parfois, lorsque les éleveurs étaient peu disponibles, ils donnaient des informations avec précipitation et il était alors difficile de les vérifier. Par ailleurs, le suivi mensuel a pris beaucoup de temps, ce qui explique le nombre relativement limité des élevages suivis (17). Certaines dispersions des résultats se sont révélées assez prononcées car nous avons choisi des situations volontairement contrastées (approche prospective). Dans le cadre d'études ultérieures, nous sélectionnerons les élevages selon une logique fonctionnelle plus spécifique.

### *Stratégies d'orientation de la production*

Les résultats ont permis d'identifier trois stratégies basées sur les fonctions productives. Les trois groupes d'élevages se sont démarqués en fonction de leur proportion de lait et de viande dans la production.

Comme indiqué dans l'introduction, les politiques de soutien à la production laitière ont impulsé des changements stratégiques d'adaptation des exploitations laitières mais elles se sont traduites par des options techniques non adaptées. L'incapacité persistante des élevages à subvenir aux besoins des populations, et l'importation croissante de lait en poudre et de viande en sont les conséquences majeures (6). Néanmoins, les subventions mises en place par les politiques depuis dix ans représentent un apport substantiel pour ces exploitations.

L'alimentation des vaches laitières s'est basée principalement sur la distribution des concentrés importés. Les SAU disponibles (parfois importantes pour la région, 10 ha en moyenne) étaient irriguées, quand l'eau était disponible, pour produire des fourrages verts. Ce mode d'alimentation des vaches laitières et leurs performances laitières sont rapportés en Algérie par Kadi et coll. (10) dans la même région d'étude sur des exploitations laitières de grandes tailles (20 vaches), et au Maroc par Sraïri et coll. (20) également sur de grandes exploitations (37 vaches). La production annuelle de lait a été supérieure à la moyenne nationale de 3 806 kg/vache/an (10). Cette productivité place la zone d'étude au deuxième rang national dans la production de lait. Les concentrés

**Tableau VIII**

Revenus dégagés par les élevages suivis, wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie

	Nb. élevages	Dépenses totales (1) (DZD/an)	Ventes totales (2) (DZD/an)	Revenus [(2) - (1)] (DZD/UGB)	Part de la subvention du lait dans les revenus (%)
Type viande	8	2 724 460 ± 4 464 178	3 086 784 ± 6 707 657	46 452	24
Type lait	4	1 254 389 ± 358 033	1 654 578 ± 360 753	32 536	71
Type mixte	5	5 568 793 ± 5 288 409	8 972 881 ± 9 154 508	73 841	36

DZD : dinar algérien ; UGB : unité de gros bétail

ont représenté plus de 80 p. 100 des dépenses alimentaires. Ces résultats ont été très supérieurs à ceux rapportés par Ghozlane et coll. (7) dans l'Est algérien où les exploitations disposent de SAU importantes (plus de 100 ha). Dans ces situations, le concentré représente 55 p. 100 des dépenses alimentaires.

Le chiffre d'affaire des ventes reflétait les différentes stratégies d'adaptation. Les types viande et lait, qui regroupaient des exploitations petites et moyennes, avaient en 2013 des revenus similaires. Cependant, ces revenus ont été supérieurs à ceux signalés par Sraïri et coll. (19) sur des petites exploitations bovines marocaines (2 070 €/an).

Les élevages du type viande étaient orientés vers les ventes d'animaux. Ces dernières représentaient l'essentiel des revenus, soit près de 90 p. 100. Pour réduire les coûts de production, les éleveurs n'utilisaient pas de salarié et 47 p. 100 des animaux étaient au pâturage, de sorte que le coût alimentaire représentait un tiers du coût total. Cependant, la production de viande ne bénéficiait pas directement du soutien de l'Etat. Elle était donc liée essentiellement au marché. La demande en viande bovine locale était importante et, pour cette raison, ces éleveurs ne subissaient pas de problème de trésorerie. La même stratégie a été signalée dans des élevages de bovins viande en Algérie dans la région de Dahra (22) et à l'est du pays (15). Leur faible revenu s'explique par l'importance des charges liées à l'achat des animaux (15).

Les deux tiers des revenus des élevages de type lait provenaient de la vente de lait. Ces élevages bénéficiaient de la subvention à la production de lait et l'assurance de sa commercialisation. Mais avec le retard de paiement des subventions (six mois), ces exploitations devaient faire face au risque de manque de trésorerie, qu'elles assumaient souvent par des financements familiaux, la vente d'animaux ou par des revenus extra-agricoles. Les subventions constituant les trois quarts des revenus de ces éleveurs, ils en étaient fortement dépendants. Dans la même région d'étude, Mouhous et coll. (18) signalent un taux de 50 p. 100 du revenu issu des ventes de lait. Cette stratégie de production de lait a été rapportée par Ghozlane et coll. (6) dans la même zone d'étude, au Mali par Coulibaly et coll. (1), et dans les trois pays du Maghreb (19).

Les élevages de type mixte ont enregistré le même taux de dépenses pour l'alimentation que les exploitations de type lait (82 p. 100 des dépenses totales). Ces élevages mixtes de structure plus importante avaient de fait des revenus plus élevés. Les subventions représentaient plus d'un tiers de leurs revenus. Les retards de paiement des subventions pouvaient aussi déstabiliser la trésorerie mais la vente des animaux palliait ce problème (50 p. 100 des ventes totales). Une telle stratégie de diversification a également été décrite au Maroc (21).

Le choix des stratégies d'orientation des productions est dicté par le niveau de dotations (notamment foncières et financières). Ces dernières déterminent la capacité des éleveurs à gérer avec plus de flexibilité les contraintes liées au marché, à la conduite alimentaire des élevages et aux aléas climatiques, en vue de rendre ces élevages plus viables. Les faibles dotations des petites exploitations obligent ces dernières à choisir une seule orientation : soit viande, soit lait. Les politiques de subventions façonnent ce choix ; les exploitations de type viande ne bénéficient pas des subventions mais profitent d'une demande attractive et durable ; les exploitations de type lait profitent des subventions dont elles sont très dépendantes. Cette dépendance rend ces exploitations plus vulnérables à moyen terme. Par ailleurs, la stratégie de type mixte représente une étape de développement des deux stratégies précédentes (viande et lait). Dès que les éleveurs de ces stratégies accumulent un capital animal et financier suffisant, ils adoptent la stratégie de type mixte. En plus de la production de lait, les veaux sont

engraissés. Cette diversification de produits assure deux sources de revenus qui, associés, réduisent la vulnérabilité et les risques liés à la sécurisation des revenus de ces exploitations.

Ces différentes stratégies d'adaptation des exploitations en fonction de leur dotation en capital animal et en capacité de captation des incitations des politiques publiques ont pu être identifiées dans cette étude. Le même constat est fait dans plusieurs régions du monde (2, 5). Les exploitations avec une stratégie « opportuniste », orientées vers la production de lait, se sont appuyées sur le soutien de l'Etat. Toutefois, la sécurisation de leurs revenus dépend des variations des politiques publiques sectorielles. Ainsi, leur système ne s'avère pas stable à moyen terme, cette situation augmentant le niveau d'incertitude et de vulnérabilité à affronter. A l'inverse, la stratégie basée sur la vente des animaux (viande) est soumise uniquement aux règles de marché. Même en générant de faibles revenus, cette stratégie permet de sécuriser la trésorerie à long terme. Dans les grandes exploitations, la double spéculation lait/viande permet de sécuriser la trésorerie et les revenus, réduisant la vulnérabilité de ces exploitations. Cette stratégie demande des investissements importants, surtout en vaches laitières. Elle n'est possible qu'avec des dotations initiales (ou pouvant être rapidement mobilisées selon des logiques de réseaux sociaux, comme l'appartenance à des familles influentes) conséquentes, auxquelles les petits éleveurs ne peuvent accéder facilement. Dans une perspective de développement, cette situation montre l'importance d'accompagner un renforcement des niveaux de dotations afin de gérer les risques internes et externes liés à la viabilité des élevages.

Les élevages de type lait développent des réactions opportunistes face aux politiques de subventions de l'Etat qui fonctionnent du sommet vers la base. Le rôle des institutions locales est de les soutenir face aux problèmes liés à leur environnement et s'inscrit dans une démarche de la base vers le sommet. Le questionnement qui émerge de nos résultats porte sur les voies alternatives pouvant concilier les politiques publiques avec la réalité territoriale. Nous soulignons que certains éleveurs adoptent des stratégies mixte et viande. Leur indépendance partielle des politiques publiques les rend plus autonomes et leur permet de construire durablement leurs élevages. Ceci est perceptible à travers les investissements réguliers et l'amélioration de la conduite d'élevage.

L'élevage bovin régional joue un rôle important dans l'économie locale et évolue avec les élevages caprins, ovins et avicoles dans une dynamique globale des systèmes agraires et de transitions territoriales. Une synergie entre les activités serait à trouver et passerait notamment par une politique des subventions plus équitablement réparties entre les différentes activités agricoles, notamment les élevages d'espèces différentes.

## ■ CONCLUSION

La présente étude a identifié trois types de stratégies d'orientation de la production des élevages bovins : les types lait, viande et mixte. Le choix de ces stratégies est déterminé par le niveau de dotation en moyens de production (en particulier foncier, financier et relations sociales). Dans les petites exploitations, la majorité des revenus provient d'une seule spéculation : la viande ou le lait. A un certain niveau d'accumulation de capital animal et financier, ces exploitations deviennent mixtes. Le type mixte constitue un objectif de développement des élevages car il est plus stable ; les revenus sont répartis à parts égales entre le lait et la viande, et il évite ainsi la dépendance à une seule production.

En revanche, les politiques de soutien ont incité certains éleveurs laitiers, qui bénéficient de la politique laitière de l'Etat du sommet vers la base, à adopter des stratégies opportunistes à court terme. D'autres stratégies visant la pérennisation du système émergent néanmoins, notamment les éleveurs de type mixte qui s'inscrivent dans une logique de réduction de leur dépendance aux politiques de soutien, dans l'objectif de rendre leurs élevages plus viables.

Les stratégies d'adaptation des exploitations de bovin laitier en zone de montagne s'avèrent essentiellement liées aux dotations en moyens de production, notamment la taille du troupeau et la SAU exploitée. Ces situations conditionnent l'orientation de production

de ces exploitations et leurs stratégies de réponses aux programmes incitatifs de l'Etat en matière de production laitière.

Cette étude exploratoire permet de travailler sur des questionnements qui intègrent la diversité des systèmes d'élevage agricoles (ou extra-agricoles) avec les contraintes socio-économiques et lignagères pour l'accès aux ressources, en tenant compte des fluctuations biophysiques. Ces analyses approfondies s'attachent aux facteurs et aux déterminants jouant sur les trajectoires des exploitations et le développement d'alternatives aptes à réduire la vulnérabilité des éleveurs dans les systèmes agraires de production adaptés à ces régions montagneuses.

## BIBLIOGRAPHIE

1. COULIBALY D., MOULIN C.H., POCCARD-CHAPPUIS R., MORIN G., SIDIBE S.I., CORNIAUX C., 2007. Changes in the feeding strategies of cattle herds in the dairy basin of the city of Sikasso in Mali. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **60**: 103-111. [in French with English abstract]
2. DEDIEU B., COURNOT S., MADELRIEUX S., 2010. Transformations des systèmes d'élevage et du travail des éleveurs. *Cah. Agric.*, **19** : 312-315. DOI: 10.1684/agr.2010.0431
3. DSA, 2011. Annuaire des statistiques agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou. Tizi-Ouzou, Algérie, service des statistiques, direction des Services agricoles.
4. DSA, 2013. Annuaire des statistiques agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou. Tizi-Ouzou, Algérie, service des Statistiques, direction des Services agricoles.
5. FAYE B., ALARY V., 2001. Les enjeux des productions animales dans les pays du Sud. *Prod. Anim.*, **14** : 3-13.
6. GHOZLANE F., BELKHEIR B., YAKHLEF H., 2010. Impact du Fonds national de régulation et de développement agricole sur la durabilité du bovin laitier dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie). *New Méditerr.*, **9** : 22-27.
7. GHOZLANE F., BOUSBIA A., BENYOUCEF M.T., YAKHLEF H., 2009. Impact technico-économique du rapport concentré / fourrage sur la production laitière bovine : cas des exploitations de Constantine. *Livest. Res. Rural Dev.*, **21**. Article 94. [www.lrrd.org/lrrd21/6/ghoz21094.htm](http://www.lrrd.org/lrrd21/6/ghoz21094.htm)
8. GIBON A., ROUX M., VALLERAND F., FLAMANT J.C., 1989. Eléments conceptuels et méthodologiques pour l'approche des exploitations d'élevage : quelques exemples français. In : 40<sup>e</sup> réunion annuelle de la Fédération européenne de la zootechnie, Dublin, Irlande, 27-31 août 1989, 11 p.
9. JOLLIVET M., 2000. Pour une science sociale à travers champs. Paysannerie, ruralité, capitalisme (France XX<sup>e</sup> siècle). Paris, France, Arguments, 400 p.
10. KADI S A., DJELLAL F., BERCHICHE M., 2007. Caractérisation de la conduite alimentaire des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livest. Res. Rural Dev.*, **19**.
11. LANDAIS E., 1998. Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social ? *Courrier Environ.*, (33) : 5-22.
12. LANDAIS E., BALENT G., 1993. Introduction à l'étude des pratiques d'élevage extensif. Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer. *INRA Etud. Rech. Sys. Agraires Dév.*, **27** : 13-34.
13. LANDAIS E., BONNEMAIRE J., 1996. La zootechnie, art ou science ? Entre nature et société, l'histoire exemplaire d'une discipline finalisée. *Courrier Environ.*, (27) : 23-44.
14. LE MOIGNE J.L., 2014. Vous avez dit « systémique » ? Editorial. *InterLettre Chemin Faisant*, (72) : 2-5.
15. MADANI T., HUBERT B., VISSAC B., CASABIANCA F., 2002. Analysis of cattle husbandry and farming systems changes in an Algerian sylvopastoral area. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **55**: 197-209. [in French with English abstract]
16. MANRIQUE E., OLAIZOLA A., BERNUES A., MAZA M.T., SAEZ A., 1999. Economic diversity of farming systems and possibilities for structural adjustment in mountain livestock farms. In: Gibon J., Lasseur J., Manrique E., Masson P., Pluvinage J., Revilla R., Eds, *Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes. Options Méditerr. Sér. B. Etud. Rech.*, (27) : 81-89.
17. MOSKAL., 1983. Essai d'évaluation du bilan fourrager en Algérie du Nord. El Harrach, Algérie, INA.
18. MOUHOUS A., AYADI F., OUCHENE A., 2012. Caractérisation de l'élevage bovin laitier en zone de montagne. Cas de la région de Tizi-Ouzou (Algérie). *Renc. Rech. Rumin.*, **19** : 301.
19. SRAIRI M.T., BEN SALEM M., BOURBOUZE A., ELLOUMI M., FAYE B., MADANI T., YAKHLEF H., 2007. Analyse comparée de la dynamique de la production laitière dans les pays du Maghreb. *Cah. Agric.*, **16** : 251-257. DOI : 10.1684/agr.2007.0118
20. SRAIRI M.T., HASNI ALAOUI I., HAMAMA A., FAYE B., 2005. Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc. *Rev. Méd. Vét.*, **156** : 155-162.
21. SRAIRI M.T., LEBLOND J.M., BOURBOUZE A., 2003. Dairy and/or beef production: diversity of cattle farmers' strategies in Gharb irrigated area, Northern Morocco. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **56**: 177-186. [in French with English abstract]
22. YAKHLEF H., GHOZLANE F., ALI BENAMARA B., 2003. Diversité des pratiques d'élevage bovin à viande dans le massif du Dahra (Algérie). *Actes Inst. Agron. Vét. (Maroc)*, **23** : 153-162.

**Summary**

**Mouhous A., Alary V., Huguenin J.** Adaptive strategies of dairy farmers in mountainous areas of Algeria

Dairy production can constitute a major part of family incomes in the mountainous area of Kabylia. Our study aimed to characterize the cattle farming systems of this area, as well as cattle management and adopted strategies. Following a previous study on 97 farms, we monitored 17 farms from March 2012 to February 2013. Three types of farms were identified: i) small farms (< 8 livestock units [LUs] on average) mainly producing meat ('meat' type); ii) medium farms (12 LUs) mainly producing milk ('dairy' type); and iii) large farms (> 46 LUs) with milk and meat production ('mixed' type). Concentrate feed was used all year round with an average of 8 kg/cow/day for the first two types, and up to 11 kg/cow/day for the third type. The annual milk sale per cow was about 3000 kg for the meat type, and 4000 kg for the dairy and mixed types. The incomes of specialized farms (meat or dairy) were similar (less than 400,000 Algerian dinars [DZD] per year, i.e. 3896 €), whereas the mixed type generated incomes over 3 million DZD per year, i.e. 33,139 €). Results showed that the adopted strategies strongly depended on the farmers' ability to secure endowments. It helps understand better the current dynamics of livestock systems in mountainous areas, according to their strengths and weaknesses.

**Keywords:** Dairy cattle – Rearing system – Milk yield – Highlands – Adjustment of production – Development policy – Algeria.

**Resumen**

**Mouhous A., Alary V., Huguenin J.** Estrategias de adaptación de los criadores de bovinos lecheros en la zona montañosa de Argelia

La producción lechera puede constituir una parte importante de los ingresos en las explotaciones de montaña en Kabylia. Nuestros estudios se centran sobre la caracterización de los criadores bovinos en la zona, su modo de conducta y la comprensión de sus estrategias. Después de un trabajo anterior sobre 97 criaderos, hemos procedido a un seguimiento de 17 explotaciones, entre marzo 2012 y febrero 2013. El estudio permitió identificar tres tipos de explotaciones: a) las pequeñas explotaciones (< 8 unidades en promedio de ganado mayor [UGB] produciendo principalmente carne [tipo "carne"]); b) las explotaciones medianas (12 UGB) con mayoría lechera (tipo "leche"); c) y las grandes explotaciones (de más de 46 UGB) con producción mixta de leche y carne (tipo "mixto"). La alimentación de las vacas se basó en concentrado todo el año, en promedio 8 kg/día para los dos primeros tipos de explotación hasta 11 kg/vaca/día para el tercer tipo. La venta anual de leche por vaca fue de alrededor de 3000 kg para el tipo carne y 4000 kg para los tipos leche y mixto. Los ingresos de las explotaciones especializadas (carne y leche) fueron similares (menos de 400 000 dinares argelinos (DZD) por año, o sea 3 896 €), mientras que el tipo mixto generó ingresos superiores a 3 millones de DA/año (o sea 33 139 €). El estudio muestra que las estrategias adoptadas son mayormente dictadas por la capacidad de los criadores para obtener dotaciones. Permite comprender las dinámicas actuales de los sistemas de crianza en zonas montañosas, según sus virtudes y debilidades.

**Palabras clave:** Ganado de leche – Sistema de cría – Aptitud lechera – Montaña – Ajuste agrario – Política de desarrollo, Argelia.

# Animal husbandry complexity in the crop-livestock farming systems of the New Reclaimed Lands in Egypt

M. Osman<sup>1</sup> I. Daoud<sup>2</sup> S. Melak<sup>1</sup> E. Salah<sup>1</sup> Y. Hafez<sup>1</sup>  
A. Haggah<sup>3</sup> A. Aboul Naga<sup>1</sup> V. Alary<sup>4</sup> J.F. Tourrand<sup>5\*</sup>

## Keywords

Livestock – Multiple use – Cropping system – Delta – Nile River – Egypt.

## Summary

In Egypt, the New Reclaimed Lands (NRL) are desert lands that surround the Nile delta, which have been developed for irrigated agriculture during the last half century. They have been settled by migrants from diverse origins, including persons with university degrees and landless peasants from the areas of high demographic concentration of the Nile delta and valley. Only few papers describe the farming systems of these small holders in NRL, especially the animal component, livestock practices, crop-livestock integration, performances and diversity. CLIMED Project aims to produce data on these themes to describe and understand better NRL crop-livestock systems, assess their performances and dynamics in today's Egyptian and Mediterranean context, as well as define priorities in terms of research and development policies. We describe the farming systems based on data collected over a year during monthly monitoring, with a sample of thirteen farms in three zones, selected from a larger survey of 160 farms in four zones. Data show the high complexity of these farming systems for three main reasons: the multifunctionality of animal production, the high dependency of livestock on feeds produced on farm, and social factors such as skills and work management at farm level. Directly linked to this complexity, farm monitoring shows the huge challenge of development services in the face of local market uncertainty, the very limited access to land, future constraints in water management, and the little attractiveness of agriculture to young people.

## INTRODUCTION

The New Reclaimed Lands (NRL) are desert sandy lands located west and east of the Nile delta (Figure 1). They were progressively managed for irrigated agriculture with Nile River water through a complex network of canals, but also with underground water. NRL has been a very ambitious national policy of the successive

Egyptian governments (1, 15, 20) during the last half century, from Nasser Revolution in the 1950s to the beginning of the 21st century. Three main objectives justified this huge investment: give land to urban and rural people from zones with a high population concentration, especially from the Nile delta and valley; increase production to improve national food security, in a context of high demographic growth; and optimize the use of the Nile water available for agriculture and national needs.

NRL settlement depended on the period but two main types of people accessed land: university graduates in order to incite them to invest in agriculture, and beneficiaries (holding no university degree) to help them out of the landless cycle. Each family received a small land plot, usually 2–5 feddans (0.8–2 ha) depending on the period (1970s, 80s, 90s) and its status, with usually a little more for the graduates, as they were considered more efficient by policy makers. The families paid landownership titles to the State in 10–12 years. As in all agricultural frontiers (24, 25), the

1. APRI/ARC, Dokki, Cairo, Egypt.

2. Matruh Governorate, Matruh, Egypt.

3. New Beheira Development Project, New Beheira, Egypt.

4. Cirad, UMR Selmet, Icarda-APRI/ARC, Dokki, Cairo, Egypt.

5. Cirad, UPR Green, avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France.

\* Corresponding author

Tel: +33 (0)6 45 11 30 99; +33 (0)4 67 61 57 79

E-mail: tourrand@cirad.fr

land price increased a lot, especially in the first years, and many changes affected land issues over the years because of three main factors: firstly, the non-adaptation of many families who decided to leave and sell or rent their lands to other families; secondly, the differences in skills, but also chance, between the settlers to increase and manage land, often associated with the importance of family labor, which led to significant differences in livelihoods after a few years; and thirdly, the efficiency of local social networks, which was a risk insurance and usually could reduce the vulnerability of several small holders.

More recently, medium and large-scale agribusinesses have invested in NRL with the objective to meet the increasing demand for food at national and international levels, especially for grain, fruit and vegetables, as well as for animal products (e.g. poultry, dairy products). These private investments have been supported by the State because of the national interest to reduce food imports, especially with regard urban consumption, and to increase exports. Land allocation and access to Nile water for irrigation are two main mechanisms of public supports. The result has been an ongoing expansion of the irrigated land over the desert area surrounding the Nile delta and low valley in the last years.

Moreover, the medium and large-scale agribusinesses are well integrated in specific supply chains and international markets. To fill the gap between national policies and small holders' demands (18), policy makers have been searching adequate ways to integrate better the small farms into the agribusiness supply and market chains. The recommended model, supported by international agencies, is an association or a cooperative of small holders producing specific commodities or foods for one or more

agribusinesses in charge of supply and market activities. However, this is a huge challenge because of the questions and doubts of small production on the attractiveness to integrate the agribusiness system and its capacity to do it (2, 18).

The farming systems of small holders in NRL are primarily based on irrigated crops and secondarily on livestock activities, similarly to those of the Nile delta and valley (23) and to most of those in the Mediterranean area (5, 21). The fields produce a significant part of the food for the family, e.g. wheat, rice, beans, maize, vegetables, fruit, and the feed for the livestock, especially forage, several crop residues and by-products. On the other hand, the herd produces manure used to improve the organic matter and physical structure of the sandy soil. Both crop and livestock components strongly contribute to the family income. The typical family herd has 1–2 dairy Mediterranean buffalos, 2–3 dairy or breeding cows, no more than 5–6 head of sheep and goats, poultry, ducks, and the traditional pigeons. Some small farmers are more specialized in dairy production and own ten, twelve or up to twenty dairy cows, cattle or buffalos, beside their cropping systems.

CLIMED Project is financed by the Mediterranean national funds implemented by ARIMNet European Program. This research project aims to produce data and references on the crop-livestock farming systems of small holders in NRL in order, firstly, to understand better their strategies and constraints, and, secondly, to inform and induce policy making, especially to define adequate policies focused on small production. This paper describes the crop-livestock farming systems including animal husbandry practices, their performances and their complexity as a consequence of the multifunctionality of livestock and the high crop-livestock

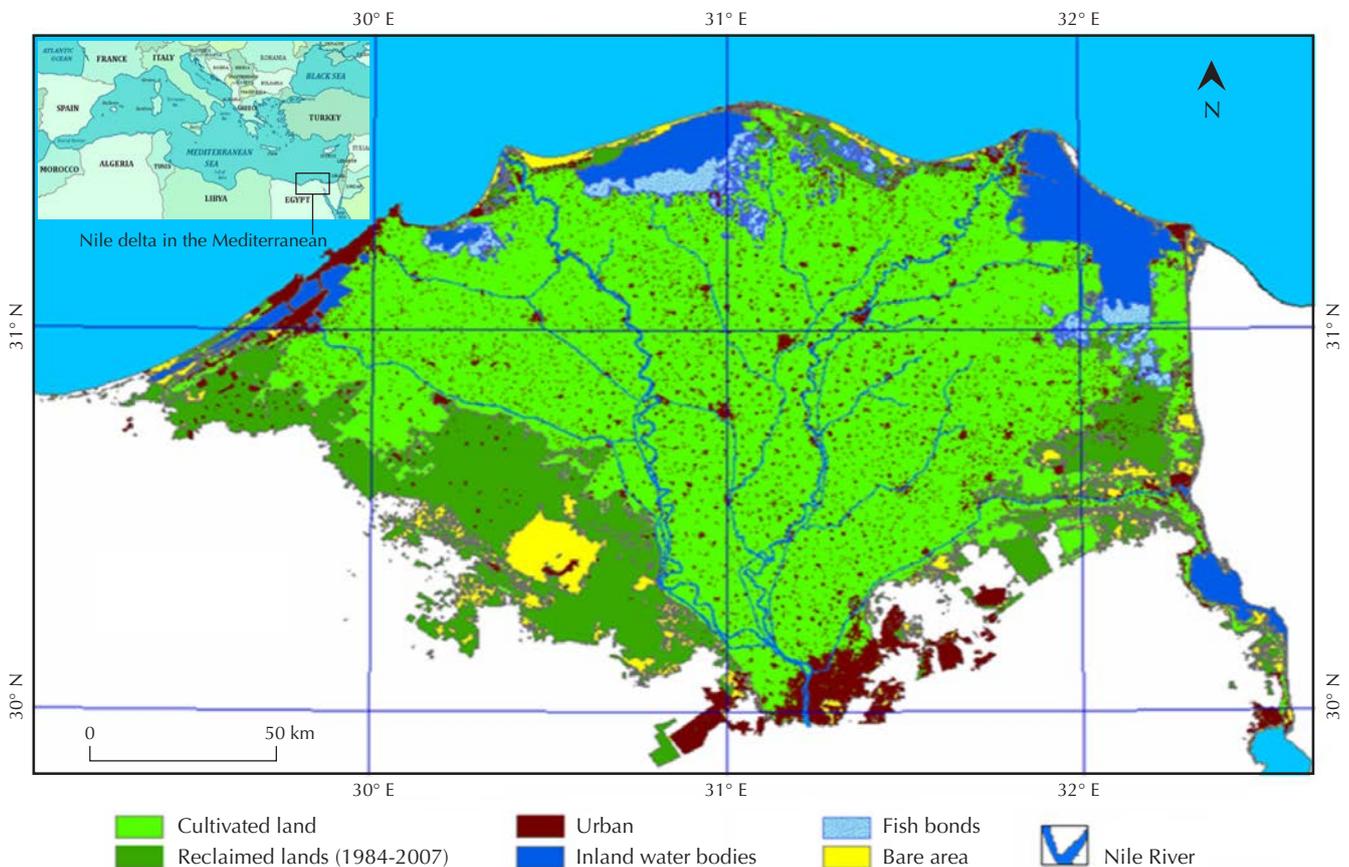


Figure 1: The New Reclaimed Lands (dark green) surrounding the Nile Delta, Egypt, in 2007 (source: CLIMED Project, ARIMNet Program).

integration. These preliminary results will be first used as a base to build future scenarios at farm and community levels during participative workshops. They will then help draft recommendations for collective actions and policies focused on research, research-development and extension services, especially the implementation of innovative systems and capacity building of farmers and technicians, aiming to bridge the gap between science and society, as recommended in the literature (13, 17, 26, 27).

## ■ MATERIALS AND METHODS

### Study area

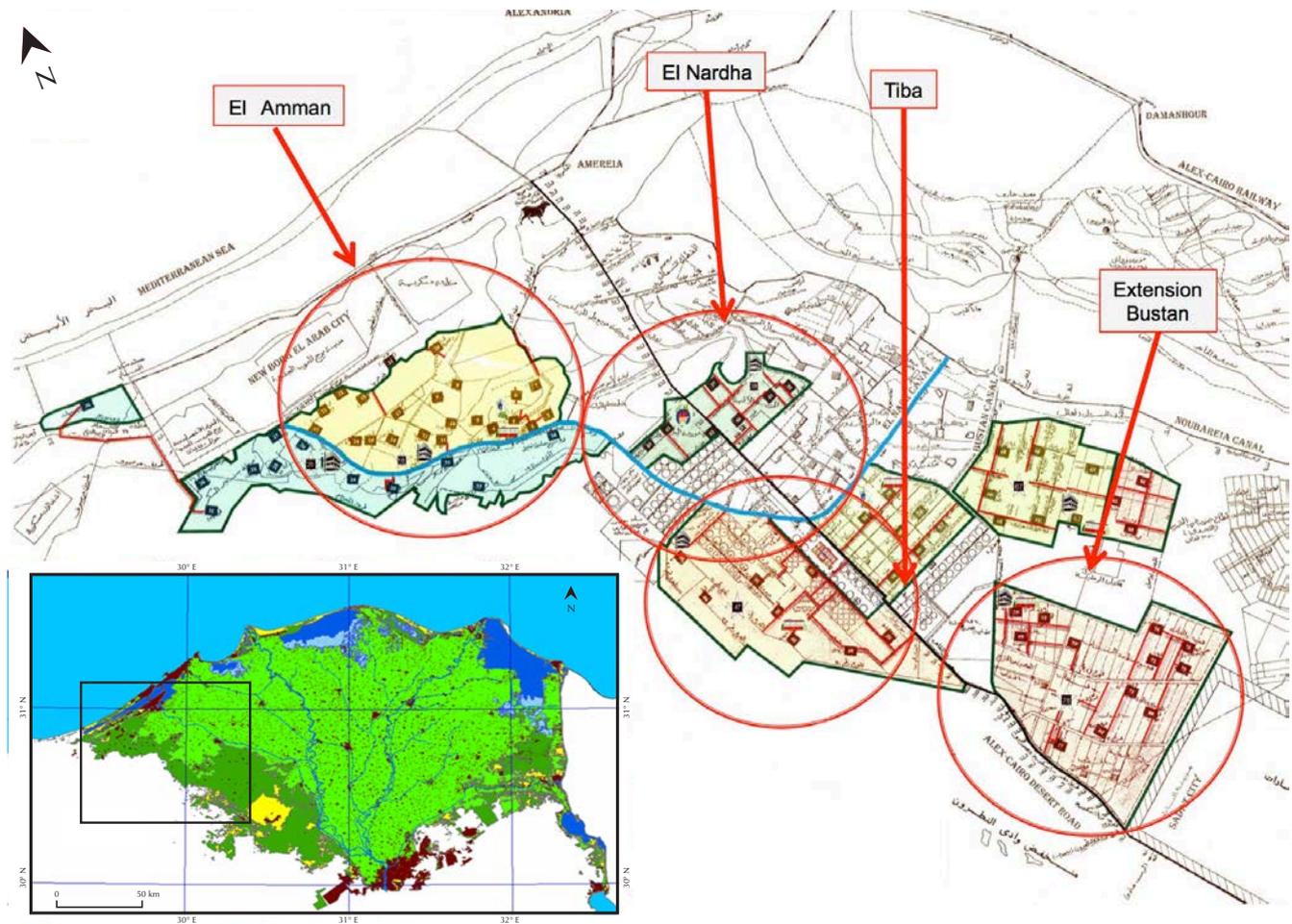
In NRL the climate is arid with irregular annual rainfalls, less than 100 mm, except near the coast where they can reach 150–200 mm. Before NRL, the dry rangeland was grazed by the herds of Bedouin breeders. Today the area consists of a plain with a very low relief, facilitating the building of water infrastructures that are needed for crop irrigation. The settlement is organized in zones where NRL has progressively developed in the last four decades. The oldest NRL are near the traditional delta area and the newest are further away. Each zone has several villages where the farmers and their families live, and they are usually located near their fields. Each village has several hundred to a few thousand families, depending in particular on the size of the land and the history of the zone. In the villages, there are also some shops, trading offices, input providers and basic social services, such as primary

and sometimes elementary schools, health centers, mosques, one or a few technicians of extension agencies, depending on the projects implemented in the zone.

Figure 2 shows the Western NRL, selected by CLIMED Project, along the Desert Road between Cairo in the South and Alexandria in the North. Nardha is an old NRL developed in the early 1970s. The other three are more recent, from the end of the 1970s (Tiba) to the end of the 1990s (El Bustan). Agribusinesses have developed substantially during the last fifteen years and are mainly located near the Desert Road. The landscape along the road illustrates well the expansion of agriculture in NRL. In 2005, the Desert Road was only a 2 x 2 lane highway crossing wide desert areas, apart from the presence of a few irrigated farms. Today, it is a large 4 x 4 lane highway bordered by two 1 x 1 lane roads and secondary roads to access the different towns that emerged progressively.

### Sample of thirteen monitored farms

CLIMED Project firstly developed a large survey, based on questionnaires filled with the data from 160 farms in the four NRL (Figure 2). This survey provided a lot of data on the farming systems, including their structure, management, productions, performances, and human dimension. Secondly, thirteen farms have been selected and monitored monthly during one year to describe their practices and performances in order to define the effects of the



**Figure 2:** The four research sites in the New Reclaimed Lands along the Desert Road in the Western Nile delta, Egypt (source: CLIMED Project, ARIMNet Program).

first ones on the second ones, and to help clarify the objectives and strategies of the farmers.

Depending on the local knowledge and the preliminary results of the large survey, the farm diversity might be linked to, at least, the five following structural factors which have been used to select the monitored farms: (i) the settlement period of NRL (1970s, 80s, 90s, 2000s); (ii) the type of farmers (graduates or beneficiaries); (iii) the water origin (from underground water or irrigation canals) and irrigation system (flow and furrow, sprinkler or drip); (iv) the main type of soil (limestone or sand); and (v) the components of the farming system, especially the presence or lack of perennial crops and cash crops, and their interactions with animal husbandry.

The thirteen small farms have been selected for monitoring with the help of the local technicians of extension services according to the criteria previously defined. For logistic reasons, only three NRL were selected: Nardha, Bustan and Tiba. Table I shows the main data for these 13 farms in NRL.

### Data collection

During the monthly visits, data collection focused on the following:

- Events and practices in the herd, i.e. calving, lambing and kidding, purchases and sales, death, and information regarding these events, e.g. factors of change, farming decisions;
- Milk production, i.e. the quantity in liters measured by the farmer for each dairy cow, mornings and afternoons, and its uses, e.g. family consumption, cheese processing, sales;
- The feeding system, i.e. the types and quantities of feeds given to the herds, but it was not possible to evaluate the dietary ration

for each type of bovine (dairy cow, dry cow, heifer, fattening bull), which was planned for the next phase. Each trimester a detailed feed analysis (net energy and proteins) has been carried out with samples of the different feeds used;

– Various diseases, treatments to the animals and other care.

During the field visits, the data on the cropping systems was also checked for each plot:

– Current land use and forecasts made during the last visit;

– All the events and practices such as new seeding, harvesting and yields, fertilizers and other treatments.

At each visit, we also checked who – between family labor and hired workers – was working, and how many hours a day, with the herd, on the cropping system, and the frequency of irrigation. During the first visit, the history of all the animals and of the land use of each plot were detailed with the farmer and his family. Then, the collected information was directly recorded into the database. A type of farm book gathered an identity card (ID) for each animal and each plot, including a picture (Figure 3). The ID was in English and in Arabic. All the collected data were recorded in the farm book. Information regarding old events and no-recorded events could be integrated in the farm book during the next monthly visit.

A similar procedure was applied to the cropping system. During the monthly visit all the events were detailed with the farmer directly on the plots, then they were recorded in the farm book. The collected data related especially to the land use for each plot, the dates of the various cropping activities (tillage, seeding, treatments, harvesting), the quantity and price of inputs and production, and the labor in hours per day. The farm book included a description of the crop land surveyed during each visit (Figure 4).

Table I

Main data of the 13 monitored farms in Nardha, Bustan and Tiba, in Egypt

Farm No	5	6	7	8	9	10	11	12	13	3	4	1	2
Farm code	ABD	HAM	IZA	KAR	EHA	SAM	SAI	MIS	AFI	ZEE	GAM	MAB	LAT
NRL/zone	El Nardha					Tiba				El Bustan			
Settlement	78	78	Old	Old	Old	New	New	New	New	99	99	97	97
Type of farmer	Beneficiary		Graduate		B	G	G	G	G	G	G	B	B
Irrigation system	Flow and furrow					Drip and sprinkler					Sprinkler		
Type of soil	Limestone					Sand							
Crop land (feddans)	9.5	7	30	30	8	5	5	5	5	5	5	7.5	2.5
Perennial crop land (fed.)	0	0	0	0	0	2.5	2.5	5	5	5	5	0	0
Annual crop land (fed.)	9.5	7	30	30	8	2.5	2.5	Some alley cropping				7.5	2.5
Bovine	5	18	18	12	10	2	1	3	9	4	10	8	6
Dairy cow	2	0	6	6	4	1	1	1	1	2	3	4	2
Dairy buffalo	2	0	6	6	4	1	1	1	1	2	3	4	2
Heifer	0	0	4	3	2	0	0	0	3	0	0	0	2
Bull (fattening)	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0
Calf	2	0	6	2	2	0	0	1	2	1	2	3	1
Sheep and goat	0	6	0	0	0	0	0	0	5	0	0	3	3
Poultry*	Int	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	No
Household	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	4	1

NRL: New Reclaimed Lands in Egypt

\* Int: intensive poultry production; Yes/No: significant backyard

Gov: Beheira - Zone/Vill: Bustan/Tabarani : محافظة البحيرة - منطقة البستان قرية الطبراني  
 Farmer: Mohamed Mabrouk Eler / T1 اسم المزارع : محمد مبروك  
 Area: 2.5 + 2.5 + (2.5 rents) المساحة : 2.5 فدان + 2.5 فدان + 2.5 فدان رهن  
 Labor: farmer + wife + sons جهات العمل : المزارع + الزوجة + الابناء

**Name: Black & White** الاسم: السوداء & البيضاء  
**Number: 1 (female)** عدد: (1) انثى  
**Age: Dec. 2010** ديسمبر 0  
**Mother: white / No 2** الام: البيضاء / رقم 2  
**Entrance: born** الدخول: المولود  
**Nb. calving (2013): 1** عدد ولادات (2013): 1  
**Main production: milk** الانتاج الرئيسي: الحليب

**Feeding system:** نظام التغذية: Berseem ad libitum, crop residues of beans and faber beans + concentrate (cf. feeding ration) برسيم وبقايا محاصيل البقول والفول والفاصوليا وبقايا الحبوب ومنتجاتها  
**Milk production:** انتاج الحليب: Dec./3+3 (EGP4/kg), Jan./4+4 (EGP4/kg), Feb./4+4 (EGP4/kg), Mar./2+2 kg (EP2.5/kg) يناير 4+4 (جنيدهات الكج) فبراير 4+4 (جنيدهات الكج) مارس 2+2 (جنيدهات الكج) ابريل 2+2 (جنيدهات الكج)  
**Reproduction:** التكاثر: mating 3/02/2014 2014/2/3  
**Pathology:** الامراض  
**Exit:** الخروج:

Figure 3: Identity card in English and Arabic of a dairy cow in a monitored farm, in the New Reclaimed Lands of the Nile delta, Egypt.

The objective to record data directly in the farm book during the visit aimed to avoid recording errors and checked the coherence of the data collected during the previous visits. Moreover, after each visit, the team checked again the coherence of the data, focusing on missing or unclear data that were clarified with the farmers during the following visit. This recording system helped prevent many errors because we permanently checked all collected data, including with the farmers, and with the possibility to check furthermore during the next visits, especially in relation with the date of events (calving, entrance and sale), the age of the animals, the number of calvings. In the next phase, a technician and each farmer will put the data directly in a specific farm book on the farm and will transfer them by internet to the database located in the technical assistance office.

Some data were quantitative and related in particular to the structure (e.g. area, number of animals, age at first parturition, inter-parturition time, size of the plots), the animals sold and purchased with prices and dates, the quantity of inputs to feed the herds, various information on the cropping system (yields, dates, prices) and animal production (e.g. calves, lambs, dairy products, manure), including home consumption. Other data were qualitative and concerned in particular the reasons for sales and purchases, changes in feeding and labor, farmers' short, medium and long term strategies for either the cropping or the livestock system. The qualitative data were used to explain the performances and the diversity between the herds, the fields and the farms.

**Data analysis**

The successive monthly visits enabled us to carry out on-farm preliminary analyses of the data, and a first assessment of the herd and crop performances directly with the farmer. The most relevant aspects of monitoring lay in the description in detail of the animal husbandry practices, understanding farmers' decision making in relation to management and marketing, checking data and performances, which created an efficient relationship between the research team and the farmers.

Because of the small size of the herds, several parameters were easily evaluated, such as the period between parturitions, milk production (quantity of milk in liters by dairy cow, autoconsumption, processing and sales), changes in the feeding system, costs and revenues, animal diseases, especially mastitis, diarrheas and parasitism,

Gov: XXX Zone/village: Bustan/Tabarani Farmer: Mohamed Abdel Latif / T2 Area: 2.5 FD In red: data and information to be checked at the next visit Labor: Mohamed + workers Apr14 / Date, quantity, price, market...

1 FD Berseem	
Tillage: + manure Seeding: Sept. 13 Fertilizers: nitrates 50 kg/FD after cut, each 40 days Other treatments: Harvest: 1 <sup>st</sup> = Nov. 13 (50-60 days after seeding) + every 40 days 1/2 Peanuts May-Oct. 14 + 1/2 dawara (maize forage) and 5 cuts until Sept. 1 month between berseem and dawara => just straw and concentrates (5 kg, see herd monitoring)	
15 KR = 0.70 FD/wheat	15 KR = 0.70 FD/bean (Fasiola)
Tillage: beginning Dec. + manure (?) Seeding: 15/12/13 Fertilizers: (see fertilizers procedure) urea/nitrates/sulf, superP/... Other treatments: urea 50 kg + 5x50 kg Nitrates (Mar. and Apr.) Harvest: May, 3 <sup>rd</sup> , 15 KR => 12 Ardaps # 1.8 t => home consumption + straw + beans	Tillage: end of January Seeding: 7/2/14 Fertilizers: manure (25/12/13, see pict.) Other treatments: urea 50 kg + 5x50 kg + insecticides-fungicides May, 20 Harvest: May, 14, 15 KR => 800 kg (EP10/kg). EP16/kg in 2013 => Libya beans

Figure 4: Example of a record in the farm book of LAT, farm in the New Reclaimed Lands of the Nile delta, Egypt, in April 2014. KR = cairot, 14–15 cairots = 0.70 feddans

crop deficiencies and parasitism. The functions of the herds were also better defined with concrete examples such as the sale of a dairy cow to finance a brother's marriage or crop inputs, the purchase of a dairy buffalo to produce milk and cheese for the household, or the investment of the income from the crop sale. All data were recorded in the farm books and will be analyzed again in the next phase. The process was the same for the cropping system. During each visit, the research team checked directly with the farmer the different plots, the applied practices, and assessed the development of the crop in relation with the forecasts from the last visits.

The monthly contacts between the farmers and the research team, including the technicians of development agencies who were participating in the farm monitoring, offered several opportunities to exchange about different topics regarding farming systems. Some of them were frequently debated such as the main constraints and ways to prevent them, the impacts of public policies, the technical assistance, the farmers and technicians' demand for training and capacity building, their hopes and fears for the future.

■ RESULTS

Two groups of small farms have been identified in the sample (Table I) regarding the role of livestock and herd management. The main group of ten farms (ABD, EHA, SAM, SAI, MIS, AFI, ZEE, GAM, MAB, LAT) focused on family subsistence on small lands of 5–7 feddans (i.e. 2–3 ha), less than 10 feddans (4 ha), small herds, i.e. less than 10 head and less than 5 dairy cows, where cropping was the main activity. The second group of two farms (HAM, KAR) specialized in dairy production with eighteen dairy buffalos for HAM and six dairy cows for KAR, with the medium-term project to reach to 15–20 dairy cows. Cropping was also the main activity. The last farm (IZA) had the characteristics of a small dairy farm but its strategy for livestock was similar to that of the first group. The results presented in this paper mainly concerned the small holders in subsistence situation; the strategies and practices of the other farms were mentioned and detailed when they were different.

Four results are presented in this paper: (i) the multifunctionality of the livestock in the small farms in NRL, (ii) the complex crop-livestock integration, especially the livestock which strongly depended on the feed produced on-farm, (iii) some relevant data

on the management and performances of these livestock farming systems, and (iv) information regarding the human dimension of these systems.

### **Multifunctionality of livestock in the small farms in NRL**

Data collection during farm monitoring gave an excellent overview of the multiple functions of the livestock for the small holders in NRL. Seven main roles have been identified, and the first three have been detailed here. In the first role, the livestock produced food for family consumption, including dairy products and meat. In the second and third roles, the herd represented both cash and savings. It financed part of daily expenses, as well as inputs and investments for the cropping system. Thus, the livestock significantly contributed to the livelihood improvement and the vulnerability reduction of the small holders. In the fourth role, livestock was a key factor of crop-livestock integration. The herd produced manure for the cropping system and added value to crop residues, by-products and forages produced by the same cropping system. In the fifth role, family labor made optimum use of animal husbandry. Feeding the animals and caring for them were usually performed by the oldest persons and the teenagers. Milking and cheese making were women's activities. In the sixth role, various activities at local scale depended on animal husbandry, in particular milk and animal traders, veterinarians, inseminators, input providers. The livestock sector was an essential component of the local economy. In the seventh role, animal production strengthened the socio-economic networks by the exchange of experiences, skills, animals, specific tools and innovations at local scale.

#### **Home consumption**

In NRL, part of the dairy production was home consumed, especially buffalo milk and cheese. The remainder was sold or given to neighbors who did not produce (enough) milk. Milk was consumed fresh or as cheese after processing, with some differences between families. The dairy consumption was 1, 2 or 3 liters per household.

Sheep and goats were also consumed by the family, mainly for religious or social events, especially for Aïd El Kebir, the main Muslim celebration, marriages and baptisms. In our sample, farmers declared not being used to selling sheep and goats (Table I). All the production was for home consumption. But, other farmers in NRL villages sold some small ruminants, mainly to their neighbors who needed them for religious and social events. The consumption of buffalo veal was important in Egypt but not in NRL. Similarly, some families used to sacrifice buffalos for Aïd El Kebir, especially young fattened bulls or heifers, and not just sheep and goats.

Poultry was also frequently consumed by the family depending on the uses and demands, especially chickens, ducks, pigeons and eggs. Our sample could be divided into two groups regarding poultry production. One group raised chickens, ducks, pigeons and collected eggs only for home consumption (Table I). The other also produced them to sell them locally or to neighbors or through a trader, depending on the local demand.

The cropping system produced food for family consumption, mainly cereals (wheat, rice and sometimes corn), various beans, vegetables (e.g. cabbage, lettuce, eggplant, onion) and various fruit. Two types of producers have been identified in our sample regarding this system: the farms that specialized in annual crops produced to sell and consumed only a small part of their production; the farms that specialized in perennial crops produced annual crops only for home consumption, especially wheat, some vegetables and fruit.

### **Sales of livestock products**

The income from the sales of animals, meat and dairy products was another major role of the herd. Regarding milk production, almost all the farmers in NRL sold the milk that was not home consumed, if the price was attractive, when there was an opportunity and enough quantity, even one or two liters per day. The price of buffalo was nearly the same everywhere in NRL, about 5 Egyptian pounds (EGP) ( $\approx 0.5$  €, i.e. divided by ten) per liter. The price of cattle milk varied a lot depending on the distance to the market, from EGP 1.5 to 2.5 in NRL, which was about a third to half the price paid to dairy producers located in the suburbs of large cities such as Cairo and Alexandria. There is no milk collection policy in Egypt. Therefore, the local market was weak in NRL, added to the fact that one or two dairy cattle or buffalos were present in almost all the farms. Moreover, each family used to process cheese for home consumption and, eventually, sold a small part directly at the local market or to a trader. In this case, the milk was usually collected directly on the farm by the trader, the milkman, who was also often a dairy producer.

In our sample, six farmers (ABD, SAM, SAI, MIS, ZEE, GAM) declared selling very small quantities of milk, 1–5 liters per day, because their production was very low with only one or two dairy cows. Four small farmers (EHA, AFI, MAB, LAT) declared selling fresh milk every day. The sold quantities depended on the production of their 2–4 dairy cows, i.e. from 2–3 to 15–20 liters per day. These farmers used to sell milk through a milkman who then supplied a milk shop, a milk collection center or a small dairy factory. The last three farmers specialized in milk production; HAM had direct access to the market of Alexandria because he could provide a significant daily quantity of buffalo milk, 150–200 liters. However, he considered stopping the dairy activity and developing fattening production because the labor required for dairy production did not yield enough profit. IZA and KAR sold their milk to the milk collection center located in their villages.

Based on his habits, skills and the need of the family for cash, the farmer would decide to sell small ruminants, calves and lambs after weaning, bulls after fattening, young heifers near first calving, old cows, or dairy cattle or dairy buffalo with suckling calves. Some cases were simple because they only depended on money needs. For example, when families needed EGP 500, EGP 1000 and EGP 1500, in the case of MAB, LAT and AFI, respectively, the farmers decided to sell an old ewe, a young ram, and a ewe with its lamb, respectively. However, the process was very often much more complex and did not only depend on the need for cash. For example, in June 2013, with the money from crop sale, one farmer (LAT) purchased two six-month heifers just after weaning for EGP 8000 for both. He fed them with forages and crop residues produced on farm. He sold them six months later, in February 2014, for EGP 5000 and EGP 6000, respectively. With the money, he purchased a dairy buffalo along with her six-month calf for EGP 11,500, in order to produce buffalo milk for his family, because, two months earlier, in December 2013, he had sold his dairy buffalo and his ten-month female calf to finance his brother's marriage. With the same objective to produce buffalo milk for his family, another farmer (ZEE) sold an old ten-year dairy cow with chronic mastitis with her calf and a fattened eighteen-month bull to purchase a three-year dairy buffalo three months pregnant.

### **Livestock equals savings**

For all NRL small farmers, using livestock as savings was as important as using it as a provider for home-consumed products and income. LAT previous example showed the complex interconnection between the two functions of livestock, savings and income provider. For the farmers, the three roles were complementary and the

relative importance of one in relation with the other two depended on the context, i.e. mainly the need for money. ZEE explained that his cattle provided calves which were sold eventually after fattening with by-products and residues of the cropping system. When a cow produced more milk than the calf could ingest, he milked it for home consumption and eventually sold the surplus, even when it consisted of only 2–3 liters. When he needed a lot of money, i.e. more than EGP 2000–3000, he sold one or more animals.

Based on the data collected during farm monitoring, when a farmer needed a few thousand EGP for his family or the cropping system, he sold a young calf (EGP 1500–2000), a heifer (EGP 3000–4000), a cow (EGP 6000–9000) or a buffalo (EGP 8000–10,000), depending on the needs. Conversely, when the farmer received money, for example from the sale of the harvest, he bought some animals and increased his livestock/savings.

Similarly to the trade of milk and dairy products, the animal trade and market chains were complex and varied depending on the villages. Some farmers, such as GAM, used to sell or buy their animals directly at the local market. Others, such as LAT, preferred to go to the markets in their native zones where they had many contacts. These farmers usually had skills in animal trading. Others, less experienced in animal trading, contracted a trader, usually always the same one, who knew the local market, the farm and the farmers' expectations.

#### **Other functions of livestock**

In NRL, the other functions of livestock were less important at farm level, but essential at other levels. Further below, we detailed the relevance of manure in the cropping system, especially for the farms located on sandy soil. MAB considered the production of manure as a major role of his herd. Livestock was also a relevant activity for the oldest and youngest men. For example, in three farms (MAB, AFI, LAT), the grandfathers could no longer work in the fields but they significantly contributed to the farm activity by supervising animal husbandry and caring for the herds all day. They knew all the animals best and were the key informants for data collection of herd monitoring. They were usually helped by the women, especially for milking and to feed poultry, and by the teenagers and young men to feed the herds. On another hand, participating in livestock management was excellent training for the teenagers to become farmers. They were usually responsible for cutting forage in the fields every day, then transporting it near the stables where were kept the ruminants. Moreover, animal husbandry seemed to be an intergenerational activity at family and village levels in NRL, and a key factor to the local society resilience. At local level, livestock interacted with the local economy through the jobs previously mentioned, directly linked to animal husbandry (e.g. trader, veterinarian, inseminator, input and feedstuff provider).

#### **Crop-livestock integration**

The crop-livestock integration is a feature of the agriculture in the Nile delta and valley, as mentioned in the introduction. It relies on two pillars: the manure produced by the herds used as fertilizers, and the animal nutrition based on forage, diverse crop residues and by-products produced by the cropping system. However, beyond the simple equation "Manure – Feed", this integration involves various other factors such as the needs of the crops and the herds depending on the objectives of production, available alternatives for fertilizers and feedstuffs, the work organization on the farm.

#### **Manure as an essential factor of fertility maintenance**

In the farms of the sample, all the manure was used in the cropping system as fertilizers as well as to improve the physical structure of

the sandy land, as in the cases of El Bustan and Tiba. In these two villages, the farmers had to put high quantities of manure, 3–5 m<sup>3</sup> per feddan (0.42 ha) per year, approximately double that put on clay soils in the Nile delta and valley, and on limestone soils in the old NRL (e.g. El Nardha zone), depending on the local extension services and the farmers themselves.

The production of manure in the farm depended on the feeding system, mainly the quantity of forage and crop residues distributed to the herds. We estimated the production of manure at 2–3 m<sup>3</sup>/year per dairy cattle, and 0.25–0.3 m<sup>3</sup>/year per ewe and per goat. In the case of a bovine herd, the stable was usually cleaned every day in the morning. The fresh manure was stored just behind the animal. Some farmers cleaned the stable two or three times a day. The manure of small ruminants and poultry was left on the ground. It was transported in a donkey cart or a horse cart from the stable to the field. It was applied early in the crop cycle, just before tillage or between two tillages. Apparently, there was a great diversity between the farmers regarding manure application in the cropping systems (e.g. type of soil, type of crops, period of application, quantity) but to date we have not collected enough data.

Part of this manure was produced by the farm herd. The remainder originated from the intensive poultry production and was purchased on the market. In order to increase their manure production so as to reduce their need to purchase manure, many farmers tended to give their animals more feeds produced on the farm, especially crop residues which were free, except the cost of transport to the stable. They were given *ad libitum* because uneaten feeds increased the quantity of manure. Some farmers (e.g. MAB) preferred crops with high residue production to feed their animals in order to increase manure production. However, the farmers' preference for their own production of crop residues, because of their low cost, strongly impacted the feeding system, as detailed further on. Moreover, they needed manure from intensive poultry farms to secure their production.

#### **The feeding system based on forage and crop residues produced on farm**

During the cold season, from mid-autumn (November) to mid-spring (April-May), the ruminants received clover (*Trifolium alexandrinum* or *berseem*) as green forage. Because of the low production of clover in the summer under tropical conditions, the farmers produced maize forage (*dawara*) for their ruminants, from April-May to October-November.

The surface cultivated in green forage depended on the size of the herd, i.e. about one feddan for one or two adult cattle or buffalo. There was no problem to sell the surplus of green forage on the local market because of the high demand. Crop sequences were often clover, maize forage, clover. In March-April, part of the plot was planted with maize forage while the clover was exploited on the other part and progressively substituted with maize forage. Sometimes clover was planted after peanuts, rice, corn for grains, beans or vegetables, and maize forage was planted after wheat, corn for grains, beans or vegetables. Maybe some inadequate sequences led to crop diseases.

In NRL, the green forage was usually cut once or twice a day, mid-morning and in the afternoon, most of the time by teenagers and women, as already mentioned. It was also transported to the farm in a donkey cart. Then it was distributed *ad libitum* to the ruminants. Some farmers used alfalfa as a perennial forage to feed the ruminants all year round, as in the cases of ZEE and GAM, where alfalfa was planted between the lines of fruit trees (orange and tangerine).

According to the farmers, the required quantity was 25–30 kg of green forage for an adult bovine (250–350 kg) and 5–8 kg for a small ruminant. We estimated that one third to half of the green forage was not eaten by the animals. However, this was not a problem because the uneaten part went to the litter and increased manure production.

A clover plot was cut five or six times from November (approximately two months after seeding) to April, 30–40 days between two cuts, depending on the clover size and feed needs. After each cut, the plot received about 50 kg of nitrates per feddan (125 kg/ha). Clover fixes nitrogen in the nodules of its roots and increases soil fertility for the next crop (wheat, corn for grains, maize forage or vegetables). Also, clover and maize forage planted between two types of vegetables reduce parasitism of crops, especially the number of nematodes.

Because of the difference in feed quality between clover, rich in nitrogen, and maize forage, rich in energy, and consequently the lack of feed produced on the farm in summer, some farmers (e.g. LAT and MIS) sold part of their herds, especially one or two dried cows or buffalos in June-July, and used the money to finance their cropping system. Then they bought dairy cows or buffalos after calving in October-November using the money from the crops.

The herd also received crop residues produced on farm, especially the straw of cereals (rice, wheat, barley and corn), and the stems and leaves of peanuts, various beans and vegetables (e.g. carrots, potatoes, cabbages, eggplants). These crop residues were given during the day and at night, between distributions of green forages. They were distributed the days following harvesting, or they were dried and stored in the field or in the farm, then consumed as hay. Some farmers (e.g. MAB) produced silage from the green straw of cereals. These crop residues were also transported from the field to the farm with a donkey cart or a horse cart.

Daily quantities depended a lot on the farmer's skills, the availability of feed on the farm, green forage and crop residues, and eventually by-products. In several monitored farms (ABD, SAM, SAI, MIS, ZEE, GAM, MAB, LAT), the dietary ration changed every month or every other month in relation to the availability of crop residues and eventually by-products, and was apparently not based on the need of the animals. As already mentioned for LAT and MIS, farmers sold part of their herd, i.e. one or two dairy cows or buffalos or heifers, to avoid buying feeds.

With green forage and crop residues, dairy cows and fattening animals received farm-made concentrates whose composition depended on the farm. Weak and sick animals also received them in order to regain healthy states. Many farmers purchased the products to make the concentrates because they either did not produce them or their production was insufficient. During the milking period, the dairy cattle and buffalos, especially in the dairy farms, usually received concentrates made of bran, crushed corn, peanuts and/or other products and by-products rich in nitrogen or energy, mixed with chopped straw. Cottonseeds and soybeans were also used. The distributed quantity was 2–5 kilograms per day and per dairy cow, depending on milk production. The fattened bulls and lambs received a similar ration with the quantity linked to their needs and the production objectives. According to the farmers, the green forage and crop residues were sufficient for all the other animals. The farm-made concentrates and food residues were at the basis of the poultry ration.

This overview of the feeding systems in the small production in NRL led to three main questions on the dietary ration of the animals and the feeding management by the farmers, except for the two dairy farms where rations were balanced and controlled. The first question concerned the difference between the two green forages:

clover which is rich in nitrogen in winter, and maize forage which is rich in energy in summer, and especially the transition from one to the other. The second question concerned the quantity of green forage and crop residues required to meet the needs of the animals. Each farmer had his own practice and criteria to evaluate animal needs. Except for the two dairy farmers, no farmer had received any training or capacity building in animal nutrition. However, a local knowledge was shared by the farmers, mainly through the social-technical network at village scale, and which involved input providers, local specialists (e.g. inseminators, veterinarians), as already mentioned as a main function of livestock. The third question concerned the contribution of the buffalo and the rustic local cattle breed (Baladi) or cross-breed (Baladi x Holstein) to the viability of the system. The buffalo and the Baladi raised by the small farmers in NRL seemed well adapted to these changes in feeding systems.

### ***Livestock management, habitat, composition, structure and performances***

The data collected during the large survey in NRL, which were confirmed by the preliminary results from farm monitoring, showed much variety in livestock management and animal performances. However, it was possible to assess some relevant indices and define the main trends.

#### ***Habitat, size and composition of the herds***

The livestock lived in the village, near the family house, in a stable. Cattle and buffalos were usually tied in the stable whereas small ruminants were left free in the corral. The poultry was kept in a specific corral or roamed free in the bovine stable and had a specific place at night.

Table I shows that the typical bovine herd size of small holders was at most 1–2 dairy buffalos and 2–5 dairy cows with their calves, which were kept in the herd or sold after weaning, depending on the needs of the family for cash or investment. Sometimes, one or two young male calves were fattened and sold at 18–20 months to add value to the feed production of the farm. Young heifers were sold because of money needs rather than because of any strategy to renew dairy cows. The farmer usually decided to sell an old cow, and eventually replaced it by a heifer, when he considered that the old cow would not produce any more calves or that its milk production did not outbalance its feed needs. The old cows were usually sold after a small fattening period (two or three months) in order to obtain a better price. A dairy cow was also sold when it was affected by a chronic disease which could impact its future production, calf and milk. However, the strategies for selling and buying animals seemed complex and data on a larger and more representative sample are needed to improve their descriptions. Mainly, we were surprised by the low number of grown heifers in the herds, as if farmers chose to sell their female calves, then purchased heifers near their first calvings.

#### ***Breeds and weight performances***

In NRL, the dairy cows were crossbred, Holstein x Baladi, the local breed traditionally used for meat production. This explained the small format of the cattle, i.e. 350–400 kg for the heaviest cattle. The calf weight was 20–25 kg for the heaviest, with a daily weight gain of 400–500 g depending on whether the strategy was aimed at the calf or at milk production. These indices were similar to those of the literature (7).

The dairy buffaloes were of the Mediterranean breed. The adult weight was 700–800 kg and the calf weight 35–40 kg for the heaviest ones. The daily weight gain of young buffalo was 600–700 g

per day, i.e. also higher than that of young cattle, and also varied depending on the feeding system and milk production strategy. Milking buffaloes usually started two months after calving because during the first two months all the milk was for the calf.

#### **Animal reproduction**

Regarding reproduction indices, the age at first calving was 3.5 years in cattle and buffaloes, and one year in small ruminants. The interval between calvings depended both on the animals and the feed. It was 17–18 months on average, but this value is not very interesting. Of greater interest is the diversity between the cows, cattle and buffaloes. Some had a calf every year and during all their lives, which meant six and up to nine calves. In other cows, the inter-calving period was 12–13 months for the first three or four calvings, but it was longer afterwards, i.e. 18–20 months. Other cows presented an inter-calving period of 16–18 months. Finally, some cows had longer inter-calving periods but the data has not been recorded, and the farmers usually sold them because of this bad parameter. Moreover, the data were not sufficient to find differences between dairy and breeding cattle. In HAM dairy buffalo farm, the calf was immediately sold after calving and the cow was milked during 8–10 months depending on the production, then she was sold to be fattened in specific small feed lots. The ewes and goats usually only had one lambing or kidding per year. However, some had two, which was mainly related to the feeding system and the breed.

Reproduction management was usually carried at village scale. Some farmers and technicians were specialized in animal reproduction, either using males or through artificial insemination. The diversity in the inter-calving period suggested that there were different herd managements and practices regarding reproduction but also animal nutrition.

#### **Dairy production**

The cattle milk production was low with a maximum of four kilograms per milking and two milkings per day, one early in the morning, the other at the end of the afternoon. This quantity did not include the milk for the calf. Total production during a milking period was 800–1200 liters, with about one third for the calf according to the farmer. Considering the small size of the dairy cows (about 350 kg), this production was not bad and showed good management of the dairy herd. Moreover, these performances were near those mentioned in the literature (6). The milk production of buffaloes was a little higher, 6–8 kilograms per milking in the more productive dairy buffaloes at the top of the milking period. This result justified the main function of dairy production for the buffaloes whereas cattle were used for double purposes, milk and meat. For both cattle and buffaloes, milk production depended much on the quantity and quality of the concentrates given daily. Dairy production was higher in two dairy farms with 8–10 liters, but some cows produced 12, 15 and up to 20 liters at the top of the milking period. However, some dairy cows and buffaloes produced 10–12 liters per day, e.g. in the small farms of SAI, AFI and EHA.

The composition and structure of the herds confirmed farmers' word, i.e. one or two dairy buffaloes for home consumption, cattle cows for calves and dairy production in order to provide an income, and the manure for the cropping system. In addition, because the low price of cattle milk in NRL (around or less than 2 EGP/L), to produce calves using milk production was also a strategic option. At this price, the potential value of milk production (about 1500 liters) was approximately the same or a little lower than the value of a 6-month-old calf, i.e. EGP 3500–4000 (6).

Concerning the herd size and management of the young males and heifers, the decision about the future of the calves seemed a common dilemma in many farms of NRL. What was best, to sell the

calves, males and females, after weaning or to keep the young heifers and/or to fatten the young bulls? When the farmer needed money for his family or his cropping system, he usually sold the calves, taking advantage of the Egyptian market which had a demand for veal. When the farmer did not need money or when he had found an alternative, and if he had sufficient feed, it was a good strategy to keep and raise the heifers and the young bulls. The heifers and the bulls added value every month to his herd. Moreover, the farmer had thus new opportunities in terms of renewal of his old cows and herd reproduction management.

Finally, farm monitoring showed contrasted situations regarding animal diseases. On one hand, the common diseases did not seem to be a major problem in NRL. Many treatments were available in the villages and there were competent technicians. On the other hand, some basic rules in breeding were not applied, e.g. the use of the sun to dry and clean the litter, basic care to the young calves, lambs and kids just after parturition. Moreover, the control of major diseases, such as avian flu or foot-and-mouth disease, was not excellent according to the farmers and technicians.

#### **Human dimension of the farming systems in NRL**

Focused on the description of the crop-livestock farming system, the human dimension had not been included yet in the data collection, except for a few aspects such as those related to multifunctionality. However, farm monitoring identified some constraints in terms of work organization which were analyzed in the next steps; using the monthly calendar of activities during a year provided basic data to model the farming systems (30).

Firstly, according to the farmers (and confirmed during farm monitoring), one NRL irrigated land unit (2.5 feddans or about 1 ha) required nearly a full-time person for both management and work: 1–2 hours every day to visit and check the crops in the plots; 4–5 hours per day during treatment days and irrigation days, which is equivalent to two or three days per week depending on the season; and a full-time person during harvest and seeding, which was equivalent to 10–15 days two or three times a year. It was not exactly a full time, but it was basically the same because the farmer had to contract workers for a day to be helped with the harvest and later with seeding also for a day. He usually hired 5–6 persons per unit and per day; they were frequently his neighbors. The daily pay for a worker was 50–60 EGP. In return, the farmer helped his neighbors with their harvests and seedings. During this period, when he did not harvest or seed, he spread manure and used the community tractor for tillage. To succeed, the farmer had to integrate rural social networks that gave him access to man power, the tractor and various inputs. He also had to manage all aspects of crop production apart from those on the plots, especially marketing and input purchases. This load explained why a family with just one man usually managed only one irrigated land unit of 2.5 feddans. When there were one or two young men (sons or brothers) also working on the farm, the family could manage two or three units. In the future, we plan to draft calendars of activities for the monitored farms in order to identify better the constraints related to work and work organization.

Secondly, managing cropping systems required confirmed skills. It was not easy to manage four or five crops in two years on the same plot: for example wheat from November to April, peanut from April to September, clover until April, before maize forage, until September–October, or one cereal (corn), or one or two successive vegetables for cash crops from May to August for the first, from September to December for the second.

The young men usually learnt to manage the farming systems with their fathers, brothers or neighbors, starting as family workers

before having in charge some specific tasks. As previously mentioned, the teenagers' first farm activities were the harvest and transport of clover and maize forage to feed the herds. Then they progressively participated in all the tasks as workers. When the farmers became old and had difficulty going to the fields, their activities focused on livestock, as previously mentioned. According to the young farmers, this charge of livestock manager performed by the older farmers was very important because it impacted herd productivity.

## ■ DISCUSSION

Farm monitoring showed the complexity of crop-livestock farming systems in the small farms of NRL, which resulted from the complexity of each of two components, livestock and cropping system, in addition to their interactions. We analyzed three issues linked to this complexity: firstly, the multifunctionality of livestock, as mentioned by several authors, and the impacts in terms of policy making and extension; secondly, the little interest of young people for rural activities because of the strenuous conditions and low profitability of small-scale farming systems; and thirdly, some priorities in terms of research-development actions adapted to the situation of the small holders in NRL (17, 18).

### *Complexity due to herd multifunctionality and crop-livestock integration*

The livestock farming system in NRL was more than the dual-purpose "milk & meat" that usually describes small holders (10, 13, 22, 28). Our results showed a more complex system with at least five or six other major functions, as mentioned by other authors (2, 12, 14, 18, 19, 21). The livestock farming system produced food for the family (dairy products and meat), an income from the sale of dairy product surplus and animals, as well as manure for the cropping system, and animals for religious events. The livestock also served as savings for the farmer's family. Usually part of the cropping system income and the income from off-farm activities were invested in livestock. In addition, the livestock added value to the cropping system by making optimum use of forages, crop residues and by-products used as feeds. The livestock also developed family labor and rural networks, as previously detailed.

Moreover, these diverse functions were interacting. We showed the synergy between the feed for the herd produced by the cropping system, and the manure produced by the livestock to improve cropping system productivity. Another synergy consisted in the income from the cropping system, eventually from an off-farm activity, being invested in the purchase of animals, which could be sold to finance the cropping system or develop an off-farm activity (e.g. trade, transport). In some other cases, there was competition, for example when milk production was sold and not used for calves, or the straw was burnt after the harvest and not used for feeding. The reasons for burning it included using ashes as fertilizers, the lack of storage space or of labor to transport it to the stable. These interactions determined the indices and the efficiency of the different components of the farming system. According to the literature (2, 9, 18, 19), the interactions between the different roles of animal husbandry can be particularly relevant to explain the farmer's decision process and strategy in terms of productivity and sustainability.

The complexity of crop-livestock farming in NRL seemed particularly high because of the frequent changes in the context, especially the opportunities in crop marketing. This complexity weakened the action of development agencies two ways. Firstly,

it invalidated the predesigned packages proposed to farmers and technicians as technological innovations aiming to increase productivity or just one index. For example, the genetic improvement to increase milk production appears unimportant when this production depends on a limited feeding system and when the low price of milk and the last elements of the supply chain do not remunerate the investment. Secondly, the technicians of development agencies do not have the means to face this complexity. Even if they know it well, in totality as in detail, they usually do not have the tools to model it; thus they cannot assess the impacts of their actions, which discourages initiative. Moreover, facing the weak action of the development agencies, the farmers usually adopt short-term secure strategies, which result in a double negative effect: low consideration of medium and long term impacts, and a major constraint for research-development initiatives because of lesser trust between producers and agencies.

### *Low interest for young people to invest in agriculture, especially in NRL*

Several authors (6, 7, 9, 16, 30) mention the high importance of work management on the herd productivity of small farms. The main challenge lies in the need for somebody's presence, every day and many times a day, especially in dairy production. Maybe for that reason, herd management is considered as an old farmer's activity in NRL, as previously mentioned. The presence of a manager is also important in the cropping system, but with less incidence.

Furthermore, because much time is needed to perform the work but profitability is low, many young people planned their future away from the farm, although they usually considered farm life to be rich and pleasant in terms of human relationships within the family as well as in the community. The young men hoped to find a job, very often any kind of job, in the urban area or in the countryside. This mobility of the young men explained the land market. When the young farmer found a job, he usually stopped farming and transferred the land management to his father or brother. Eventually, he rented the land so that he could get it back when the job ended. Moreover, to date, a family with two or three teenagers usually tried to invest by buying or renting plots on the long-term, in order to adapt the cropping area to the family labor and, in the future, transfer the land to the young men. So, farming in NRL was considered as harsh work with low profitability, but also as a secure job. With these mental models, it is complex to imagine innovations to improve the system and increase profitability. Some interesting innovations exist, but they often imply financial or work investment, and the farmers are little able to invest money and work time in their farms.

The little attractiveness of young people to farming, especially livestock farming, is present throughout the world (11, 29). It is a big challenge for the future, including in developed and emerging countries. In the case of NRL, and more generally at national scale, agriculture is the last economical sector invested by young students starting at the university. Besides the harsh and low profitability of farming, young people mentioned the bad image of the small farmer because of several factors including environmental impacts and food safety.

### *What priorities for research and development agencies?*

The farm monitoring information on the structure, functioning and management of the crop-livestock farming systems in NRL helped to identify some of their relevant strengths and weaknesses.

Moreover, the monthly frequency of the visits enabled us to share and debate these strengths and weaknesses with the local people (e.g. farmers, technicians, traders, input providers). With the tool of participatory research (4, 27), farm monitoring led to define better some key issues regarding the sustainable development of these socio-ecosystems, including priorities in terms of research and research-development.

The complexity appeared both as a major strength and constraint. Its major strength lies in the network structure of the farming system. If one segment does not work, one or two others can become active and substitute for it. This is valid for the technical issues as well as for the human ones. For example, if the irrigation system stops during several days or weeks, there is no more green forage. The straw and crop residues of the previous crops can be used to feed the herd. If a farmer cannot work on his farm for health reasons for several days, his social network (family, neighbors and community) take over the most important tasks to prevent major disturbances. The complexity is a constraint because it is very difficult to conceive the many impacts, especially the negative ones, with the integration of any small change or innovation, even with a good knowledge of this complexity. Due to this double feature "strength & constraint" of the complexity, it is essential to avoid major changes but instead priority should be given to small changes whose impacts will be successively assessed.

Furthermore, there is a deep contrast between the high local knowledge of the farming systems and the non-application of some basic rules in livestock management. For example, all the farmers have access to many drugs and treatments in the village, but they may not take care of the umbilical cords of newborn calves and lambs, or ensure that all the placenta is out after parturition. Or, as previously mentioned, farmers do not use basic practices such as using the sun to dry the litter. Similar examples apply to the cropping systems. The contrast may be linked to the recent settlement of these farmers in NRL, where conditions are different from those in the Nile delta and valley. Nevertheless research-development actions need to understand better the diverse practices in livestock and crop farming systems with a focus on identifying the basic rules that are not applied and develop capacity building and training, both for the farmers and the technicians.

## ■ CONCLUSION

As part of CLIMED Project, monthly farm monitoring collected reliable data on the practices and performances of the crop-livestock farming systems. It also helped clarify further the objectives and strategies of the farmers for their crop-livestock systems in cases where cropping was the main activity. Complexity is one of the major features of these systems in NRL, especially in relation to the animal component because of three main factors: livestock multifunctionality, high dependence on the cropping system for feeding, and human dimension, especially farming labor involving different family members. Because of this complexity, it was not easy to assess satisfactorily the efficiency of these systems in terms of animal nutrition and human resources. However, this efficiency apparently depends on available feed resources during the year, the farmer's skills and his objectives and strategy for his livestock.

Capacity building of local human resources, including farmers and technicians, and specific training on the basic rules of farming systems appear the main priorities in terms of development actions. In a second step, participative workshops and research actions need to focus on understanding better the diversity of these systems so as to propose ways of improving the efficiency of the socio-ecosystem, especially feeding systems and water uses. Finally,

similarly to what has been happening in many regions of the world, a major challenge is the low attractiveness of small farming to young people.

## Acknowledgments

This research has been developed within CLIMED Project funded by ARIMNet Program.

## REFERENCES

- ADRIANSEN H.K., 2009. Land reclamation in Egypt: a study of life in the news lands. *Geoforum*, **40**: 664-674.
- BALDWIN K.L., DE VEAU V., FOSTER K., MARSHALL M., 2008. Traits affecting household livestock marketing decisions in rural Kenya. In: American Agricultural Economics Association Animal Meeting, Orlando, FL, USA, 27-28 July 2008, 24 p.
- BLONDEL M., 2006. The design of Mediterranean landscape: a millennial story of human and ecological systems during the historic period. *Hum. Ecol.*, **34**: 713-729.
- BOUSQUET F., CASTELLA J.C., TREBUIL G., BARNAUD C., BOISSAU S., KAM S.P., 2007. Using multi-agent systems in a companion modeling approach for agroecosystem management in South-east Asia. *Outlook Agric.*, **36**: 57-62.
- BROUWER F.M., 2004. Sustainable agriculture and the rural development: Governance, policy and multifunctionality. Chetelham, UK, Edward Elgar Publishing, 384 p. (Coll., Advances in Ecological Economics, Series Eds Jeroen C.J.M, Van Den Bergh)
- CIRAD, 2007. Les filières laitières dans les pays du Sud. Nouvelles dynamiques et options politiques. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **60** : 3-223.
- CIRAD-GRET-MAE, 2009. Mémento de l'agronome. Versailles, France, QUAE, 1 700 p.
- COURNUT S., MADELRIEUX, S., 2012. Impact sur le travail des transformations des élevages dans des terrains français, marocain, sahélien, brésilien et uruguayen. MOUVE Project/ANR SYSTERA. RMT Travail en élevage. <http://idele.fr/recherche/publication/IdeleSolr/recommends/projet-mouve-ou-lintensification-ecologique-a-lepreuve-des-territoires-volet-travail-premier.html>
- DARNHOFER I., GIBBON D., DEDIEU B., Eds., 2012. Farming systems research into the 21st century: The new dynamic. Dordrecht, Netherlands, Springer, 490 p.
- DELGADO C.L., ROSEGRANT M.W., STEINFELD H., EHUI S.K., COURBOIS C., 1999. Livestock to 2020. The next food revolution. International Food Policy Research Institute (IFPRI) (28): 83 p.
- DONG S., DING L.M., DAOUD I., FASIOLI E., LONG R., ALARY V., CORONATO F., ABDELZAHER, M., ABOUL-NAGA A., SCHWEITZER A., BONAUDO T., TOURRAND J.F., 2013. Adaptation strategies of breeders face global change in harsh conditions. In: 22nd Int. Grasslands Congress, Revitalising grasslands to sustain our communities, Sydney, Australia, 15-19 Sept. 2013.
- DUTEURTRE G., FAYE B., 2009. L'élevage, richesse des pauvres : Stratégies d'éleveurs et organisations sociales face aux risques dans les pays du Sud. Versailles, France, Quae, 284 p.
- FAO, 2013. Global agenda of action for support to sustainable livestock sector development. [www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/global\\_agenda.html](http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/global_agenda.html)
- GERBER P., MOONEY H.A., DIJKMAN J., TARAWALI S., HANN C., 2010. Livestock in a changing landscape. Experiences and regional perspectives, Vol. 2. Washington DC, USA, Island Press, 210 p. [www.fao.org/docrep/013/am075e/am075e00.pdf](http://www.fao.org/docrep/013/am075e/am075e00.pdf)
- HANNA F., ABDEL-GHANY O.M., 1995. Agricultural land resources and the future of land reclamation and development in Egypt. In : Abdel Hakim T. Ed., Egyptian agriculture profile. CIHEAM *Options Méditer. Sér. B. Etud. Rech.* (9): 15-32.
- HOSTIOU N., DEDIEU B., BAUMONT B., 2012. Le travail en élevage. *Prod. Anim.*, **25**.
- IAASTD, 2008. Agriculture at a crossroads. Synthesis report. Washington DC, USA, Island Press, 106 p.

18. MARTIN F.W., 1988. Beginner's guide to small-scale tropical agriculture. Revised by Yarger L. in 2008. Fort Myers, FL, USA, ECHO, 14 p.
19. MARTIN O., 2012. Why the livestock farming systems are complex objects? Wageningen, Netherlands, EAAP Publication, Wageningen Academic Publ., ISBN 978-8686-761-5.
20. MITCHELL T., 1995. The object of development: America's Egypt. In: Crush J. Ed., Power of development. London, UK / New York, USA, Routledge, p. 129-157.
21. PINTO-CORREIA T., VOS W., 2004. Multifunctionality in the Mediterranean landscapes: past and future. In Jongman R.H.G. Ed., The new dimension of European landscapes. Wageningen, Netherlands, UR Frontis Series, Springer, 257 p.
22. ROBINSON T.P., THORNTON P.K., FRANCESCHINI G., KRUSKA R.L., CHIOZZA F., NOTENBAERT A., CECCHII G., HERRERO M., EPPRECHT M., FRITZ S., YOU L., CONCHEDDA G., SEE L., 2011. Global livestock production systems. Rome, Italy FAO, 171 p.
23. RUF T., 1988. Histoire contemporaine de l'agriculture égyptienne : essai de synthèse. Paris, France, Orstom, 289 p. ISBN 2-7099-0925-1.
24. SAYAGO D., TOURRAND J.F., BURSZTYN M., DRUMMOND J.A., Eds, 2011. L'Amazonie, un demi-siècle après la colonisation. Versailles, France, QUAE, 271 p.
25. SCHMINK M., WOOD C.H., 1999. Contested frontiers in Amazonia. Gainesville, FL, USA, University of Florida Press, 242 p.
26. STEINFELD H., GERBER P., WASSENAAT T., CASTEL V., ROSALES M., HANN C., 2006. Livestock's long shadow. Environmental issues and options. Rome, Italy, FAO, 380 p. www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM
27. SUTHERLAND W.J., FLEISHMAN E., MASCIA M.B., PRETTY J., RUDD M.A., 2011. Methods for collaboratively identifying research priorities and emerging issues in science and policies. *BES / Methods Ecol. Evol.*, 2: 238-247.
28. TIESSEN H., BRKLACICH M., BREULMANN G., MENEZES R. Org., 2007. Global change science to society. An assessment and case studies, 68<sup>th</sup> Edn. Washington DC, USA, Island Press, 280 p.
29. TOURRAND J.F., MORALES H., DAOUD I., WAQUIL P., WEDDERBURN L., 2013. Percepções e modelos mentais dos atores locais sobre pecuária. In: 14 Congr. Int. sobre Integração Regional, Fronteiras e Globalização no Continente Americano, UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 20-22 Oct. 2013.
30. TURNER M.D., 2009. Capital on the move: the changing relation between livestock and labor in Mali, West Africa. *GEOFORUM*, 40: 746-755.

Accepted 28 July 2015; Online publication 30 September 2015

## Résumé

**Osman M., Daoud I., Melak S., Salah E., Haggah A., Aboul Naga A., Alary V., Tourrand J.F.** Complexité de l'élevage dans les systèmes d'agriculture-élevage des *New Reclaimed Lands* (NRL) en Egypte

Les *New Reclaimed Lands* (NRL, Egypte) sont les terres désertiques entourant le delta du Nil aménagées au cours du dernier demi-siècle pour le développement de l'agriculture irriguée. Elles ont été peuplées par des migrants d'origines diverses, dont d'anciens étudiants et des paysans sans terre en provenance des zones à haute densité démographique du delta et de la vallée du Nil. La littérature aborde peu la production agricole familiale des NRL, en particulier leur composante animale, les pratiques d'élevage, l'intégration agriculture-élevage, leurs performances et leur diversité. Le projet CLIMED vise à produire des données sur ces thèmes pour décrire et mieux comprendre les systèmes agriculture-élevage des NRL, évaluer leurs performances et dynamiques dans le contexte égyptien et méditerranéen actuel, ainsi que définir les priorités en termes de recherche et de politique de développement. Les auteurs décrivent les systèmes agricoles à partir des données collectées au cours d'un suivi mensuel d'exploitations sur une année sur un échantillon de treize fermes dans trois zones sélectionnées à partir d'une vaste enquête menée sur 160 exploitations dans quatre zones. Le suivi montre la grande complexité de ces systèmes pour les trois raisons principales suivantes : la multifonctionnalité de l'élevage, la forte dépendance de l'élevage vis-à-vis des aliments produits sur l'exploitation, et les facteurs sociaux en particulier la gestion des compétences et du travail à l'échelle de l'exploitation. Directement lié à cette complexité, le suivi montre l'énorme enjeu des services de développement face aux incertitudes du marché, au faible accès à la terre, aux contraintes futures sur l'eau, de même que la faible attractivité de l'agriculture pour les jeunes.

**Mots-clés :** Elevage – Objectifs intégrés – Système de culture – Delta – Nil – Egypte.

## Resumen

**Osman M., Daoud I., Melak S., Salah E., Haggah A., Aboul Naga A., Alary V., Tourrand J.F.** Complejidad de la cría animal en los sistemas de fincas agrícolas-ganaderas en las Tierras Recién Reclamadas en Egipto

En Egipto, las Tierras Recién Reclamadas (TRR) son tierras desérticas que rodean el delta del Nilo, desarrolladas durante la último medio siglo para la agricultura con irrigación. Han sido establecidas por migrantes de diversos orígenes, incluyendo personas con diplomas universitarios y jornaleros sin tierra de las áreas de alta concentración demográfica del delta y del valle del Nilo. Pocas publicaciones describen los sistemas agrícolas de estos pequeños propietarios en TRR, especialmente el componente animal, prácticas de cría, integración agricultura-ganadería, rendimientos y diversidades. El proyecto Climed tiene por objetivo producir datos alrededor de estos temas, para describir y entender mejor los sistemas agricultura-ganadería TRR, asesorar sus rendimientos y dinámicas en el contexto mediterráneo y del Egipto de hoy, así como definir prioridades en términos de investigación y desarrollo de políticas. Describimos los sistemas agrícolas basados en datos colectados durante un año de monitoreo mensual, con una muestra de trece fincas en tres zonas, seleccionadas a partir de una encuesta más amplia de 160 fincas en cuatro zonas. Los datos muestran la alta complejidad de estos sistemas agrícolas por tres razones principales: la multifuncionalidad de la producción animal, la alta dependencia del ganado en alimentos producidos en la finca y los factores sociales, tales como manejo del trabajo y la capacidades a nivel de la finca. Directamente ligado a esta complejidad, el seguimiento de las fincas muestra el enorme reto para desarrollar servicios frente a la incertidumbre del mercado local, el acceso muy limitado a la tierra, obstáculos futuros en el manejo del agua y el poco atractivo que representa la agricultura para la gente joven.

**Palabras clave:** Ganado bovino – Uso múltiple – Sistema de cultivo – Delta – Río Nilo – Egipto.

# Elevage camelin en Afrique du Nord : état des lieux et perspectives

B. Faye<sup>1,2\*</sup> M. Jaouad<sup>3</sup> K. Bhrawi<sup>4</sup>  
A. Senoussi<sup>5</sup> M. Bengoumi<sup>6</sup>

## Mots-clés

*Camelus dromedarius* – Dromadaire – Economie agricole – Lait – Viande de chameau – Laine – Afrique du Nord.

## Résumé

L'élevage camelin en Afrique du Nord connaît un regain d'intérêt après une période de déclin qui a suivi les indépendances. Ce regain se matérialise par une remontée des effectifs nationaux, une plus grande intégration du lait de chamelle dans l'économie marchande avec l'émergence de minilaiteries, un développement notable de la filière viande de dromadaire pour laquelle les pays du Maghreb sont des importateurs importants, et des tentatives récentes de valorisation des sous-produits comme le cuir ou la laine. Par ailleurs, les activités de loisir et de tourisme représentent également une source de revenus pour les familles d'éleveurs dans les régions les plus touristiques. Au final, en dépit d'une certaine marginalité de cet élevage, sa place dans les économies nationales est grandissante et mérite d'être soutenue.

## ■ INTRODUCTION

Dans les pays du sud du bassin méditerranéen, l'élevage camelin représente une activité centrale dans l'occupation de l'espace pastoral steppique et désertique et dans le maintien d'une activité agricole des systèmes oasiens, dans la valorisation zootechnique des zones désertiques, et dans le contrôle de la désertification (16, 31). De plus, les changements climatiques dans cette partie du monde marquée par une désertification accrue des franges sahariennes se traduisent par une diminution des ressources naturelles et la nécessité d'une gestion raisonnée des ressources en eau (17).

Dans ce contexte, l'élevage camelin possède un certain nombre d'atouts essentiels bien que sa réputation soit d'être peu productif, mal valorisé et portant en lui l'image d'une activité à l'opposé de la modernité. Doté d'un cycle de reproduction particulièrement lent (13 mois de gravité, maturité sexuelle tardive, intervalle moyen

entre mises bas de deux ans, mortalité élevée des jeunes), la rentabilité de l'exploitation du dromadaire apparaît problématique. Ses productions (lait, viande, cuir, poils) sont encore insuffisamment explorées et les filières de ces produits relativement peu organisées. Enfin, son rôle dans l'occupation et la gestion des espaces pastoraux est peu abordé par la recherche, et insuffisamment mis en valeur par le développement ou pris en compte par les décideurs politiques qui sont davantage attentifs aux parties considérées utiles, sur le plan agricole, des pays méditerranéens.

Pourtant, un regain d'intérêt se manifeste depuis quelques décennies dans les pays du Maghreb pour différentes raisons : climatiques (évoquées ci-dessus), soulignant les capacités d'adaptation de l'animal à des écosystèmes contraints par la disponibilité en eau ; économiques, à travers la valorisation de produits, comme le lait ou la viande de dromadaire, apparaissant désormais en mesure de répondre aux besoins d'une population de plus en plus urbanisée, exigeante en termes de qualité, et prêtant à certains de ces produits des vertus diététiques ou quasi médicinales (25) ; sociales, l'élevage camelin permettant plus qu'un autre d'exploiter des espaces désertiques qui seraient, sans lui, marginalisés (sauf valorisation minière localisée) ; et politiques car l'investissement dans les filières camelines peut représenter (par exemple au Maroc) une preuve d'engagement des pouvoirs centraux envers les populations les plus marginalisées du pays. Le présent article fait ainsi le point sur cet élevage dans les régions méridionales du bassin méditerranéen et ouvre quelques pistes de réflexion pour le développement de cette filière.

1. Camel Project, PO Box No 721, 11942 Al-Kharj, Saudi Arabia.  
2. Cirad, UMR Selmet, 34398 Montpellier, France.  
3. Institut des régions arides, Médenine, Tunisie.  
4. Desert Research Center, Mataria, Cairo, Egypt.  
5. Univ Ouargla, Laboratoire des bioressources sahariennes, Préservation et valorisation, Ouargla, Algérie.  
6. FAO Subregional Office for North Africa, Tunis-Belvédère, Tunisie.

\* Auteur pour la correspondance  
E-mail : bernard.faye@cirad.fr

■ POPULATION CAMELINE EN AFRIQUE DU NORD

Nous nous limiterons, dans le cadre de cet article, aux pays de la rive sud de la Méditerranée, caractérisés par un arrière-pays step-pique et désertique : Maroc, Algérie, Tunisie, Libye et Egypte. Les pays de la partie orientale du bassin méditerranéen (Israël, Palestine, Syrie, Liban et Turquie) se caractérisent par une population cameline de faible importance, en déclin régulier entre 1961 et 1989, passant de 89 000 à 10 550 têtes, puis renouant avec la croissance des effectifs, avec 62 000 têtes en 2011 (12), mais le fait que 88 p. 100 de cet effectif soient situés en Syrie n'augure pas favorablement de la durabilité de cette croissance compte tenu de la situation politique actuelle – une part importante du cheptel a migré en effet vers les pays voisins.

Pour les pays d'Afrique du Nord <sup>7</sup>, la population totale aurait également diminué depuis 50 ans, passant de 1 031 000 têtes à 879 000 en 2011 (12), mais cette évolution est contrastée selon la période et le pays, à l'instar de la Méditerranée orientale. En effet, après une période de déclin important au début des années 1960 (- 2,4 p. 100 par an de 1961 à 1978), la population s'est montrée globalement stable jusqu'à la fin des années 1990 (0,4 p. 100 de croissance entre 1979 et 1998), pour connaître depuis une croissance annuelle régulière de l'ordre de 2 p. 100 (figure 1).

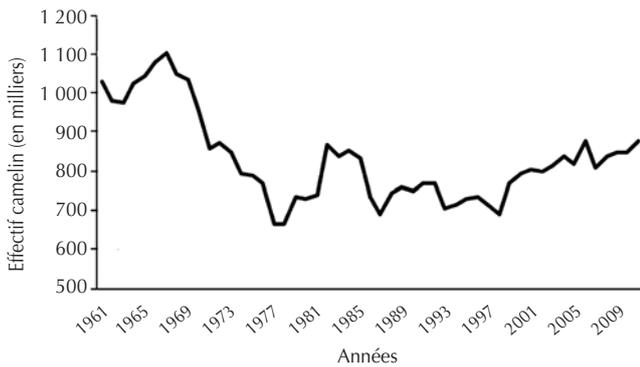


Figure 1 : évolution des effectifs de la population cameline en Afrique du Nord (source : FAOstat, 2013).

Les évolutions sont variables d'un pays à l'autre, avec une croissance marquée en Algérie entre 1961 et 2011 (la population cameline ayant été multipliée par 2,04) et modérée en Tunisie (x 1,37), et une diminution des effectifs en Egypte (x 0,62) et surtout en Libye (x 0,23) où la viande de dromadaire a subi la concurrence des importations de viande bovine d'Amérique du Sud. Le cas du Maroc est ambivalent car la population cameline hors provinces sahariennes a chuté, à l'instar de la Libye (x 0,23), mais a considérablement augmenté dans l'ex-Sahara espagnol (x 2,2), bien avant son rattachement au Maroc (figure 2). En considérant ces deux entités politiques, la croissance dans les provinces sahariennes ne compense pas totalement le déclin dans le nord du Maroc, la population cameline ayant globalement diminué dans la période considérée (x 0,57).

La diminution des effectifs enregistrée en Afrique du Nord, notamment pendant la période 1970-87, est surtout liée à la

7. Formellement le grand Maghreb comprend la Mauritanie, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie et la Libye. Dans le cadre de cet article consacré à l'Afrique du Nord et plus précisément à la rive sud de la Méditerranée, l'Egypte est incluse et la Mauritanie exclue.

transformation des systèmes pastoraux, le dromadaire perdant peu à peu son statut d'animal de trait ou de bât face à la concurrence de la mécanisation de l'agriculture et des transports. Dès lors, la remontée des effectifs à partir de la fin des années 1980 peut être associée à un changement d'objectifs de la part des producteurs, la demande en lait et en viande de dromadaire ayant augmenté dans le même temps, comme on le verra plus loin.

Par rapport à la population cameline mondiale, celle d'Afrique du Nord n'a cessé de diminuer, passant de 8 p. 100 en 1961 à 3,5 p. 100 en 2011, bien que cette proportion apparaisse stable depuis 1993 (figure 3).

En 2011, date des dernières statistiques disponibles, les effectifs camélins étaient, selon la FAO, de 315 000 têtes en Algérie, 237 000 en Tunisie, 163 000 au Maroc (dont 108 000 dans les seules provinces sahariennes), 107 000 en Egypte et seulement 57 000 en Libye <sup>8</sup>. Si la tendance observée depuis 1998 persiste,

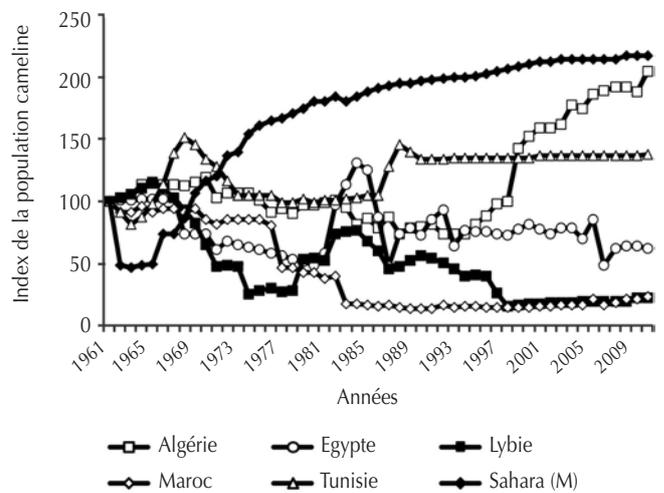


Figure 2 : profil de croissance des effectifs camélins en Afrique du Nord (index 100 en 1961) pendant la période 1961-2011 (calculé d'après FAOstat, 2013).

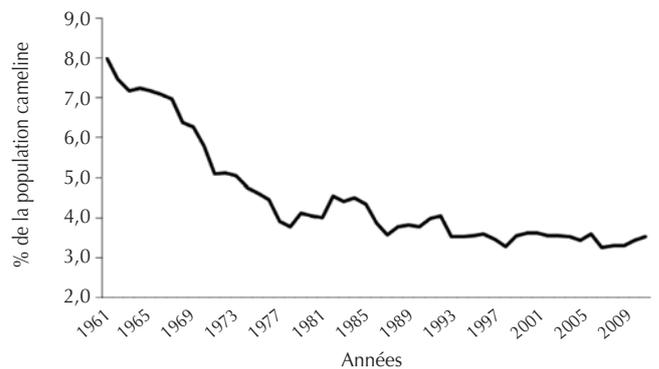


Figure 3 : proportion des effectifs camélins d'Afrique du Nord dans la population mondiale des grands camélidés (calculé d'après FAOstat, 2013).

8. Tous ces chiffres sont issus de calculs sur la base des statistiques de la FAO. Or il existe parfois des écarts importants entre les données de la FAO et celles des statistiques nationales, pouvant varier du simple au double comme en Tunisie. De plus, la perméabilité des frontières, notamment lors de troubles politiques comme en 2011 après le « printemps arabe », rend difficile une comptabilité stricte d'un cheptel par essence très mobile et franchissant facilement les frontières. Mais en l'absence de données plus fiables dans un contexte régional, nous nous sommes basés sur les données officielles de la FAO.

en appliquant un modèle linéaire simple selon l'équation  $y = 7\,068x + 775\,926$  (modèle de prédiction linéaire, logiciel XLstat, Addinsoft<sup>®</sup>, 2012, où  $y$  représente la population cameline et  $x$  l'année), on peut estimer que la population cameline aura retrouvé son niveau de 1961 dès 2015 pour l'ensemble de la région et que les effectifs pourraient dépasser le million de têtes en 2035.

## ■ PLACE DE L'ELEVAGE CAMELIN DANS LES PRODUCTIONS ANIMALES

Le dromadaire étant adapté aux zones désertiques, sa distribution dans la zone d'étude est bien évidemment liée à la présence des écosystèmes à plus faible pluviométrie des différents pays concernés, soit essentiellement les zones sahariennes. Sa présence dans les régions les plus septentrionales est marginale, voire anecdotique, hormis les sites touristiques où il est utilisé comme animal de selle. Les statistiques disponibles se rapportant aux échelles nationales, c'est à ce niveau que sera analysée la place de l'élevage camelin dans l'ensemble des productions animales, sans sous-estimer pour autant l'importance qu'il peut avoir localement.

Sur ces aspects, la situation dans les pays du Maghreb est fortement contrastée, avec des densités (nombre de dromadaires/km<sup>2</sup>) variant de 0,032 en Libye à 1,45 en Tunisie (tableau I). Du fait du différentiel de la population humaine et du taux d'urbanisation, le nombre d'habitants par dromadaire varie également très fortement avec un maximum de 792 habitants par dromadaire en Egypte, pays le plus peuplé de la région à 45 habitants par dromadaire seulement en Tunisie (tableau I). Par ailleurs, le pourcentage d'unités de bétail tropical (UBT)<sup>9</sup> représenté par la population cameline rapportée au nombre total d'UBT varie également de 1,8 p. 100 en Egypte à plus de 10 p. 100 en Tunisie. A noter cependant que ce pourcentage atteint 75 p. 100 dans les provinces sahariennes du Maroc, attestant de l'importance relative du cheptel camelin dans les parties sahariennes des pays du Maghreb. Sur l'ensemble de la zone, c'est en Tunisie que la part des dromadaires dans l'économie de l'élevage apparaît de loin la plus prépondérante, du moins en terme d'effectif qui, par ailleurs, s'avère concentré dans les gouvernorats du Sud (96 p. 100 du cheptel national tunisien). Il convient toutefois de compléter ces données par l'analyse des filières de produits camelins, surtout le lait et la viande qui sont les principales sources de valorisation de l'espèce sur les marchés.

Il existe peu de données sur les systèmes d'élevage présents dans la zone. Des typologies d'élevage sont disponibles en Algérie (2), en Tunisie (27) et pour les parties sahariennes du Maroc (26). Les systèmes se définissent sur les critères d'usage des animaux

**Tableau I**

Densité, nombre d'habitants par dromadaire et part de l'effectif camelin sur le nombre total d'unités de bétail tropical \* dans les pays d'Afrique du Nord, calculés à partir des données de la FAO (2013)

Pays	Maroc (+S)	Algérie	Tunisie	Libye	Egypte
Drom./km <sup>2</sup>	0,406	0,134	1,449	0,032	0,107
Hab./drom.	200	119	45	98	792
% UBT *	2,2	4,8	10,4	3,1	1,8

9. 1 bovin = 1UBT ; 1 dromadaire = 1,2 UBT ; 1 équidé = 1 UBT ; 1 petit ruminant = 0,2 UBT

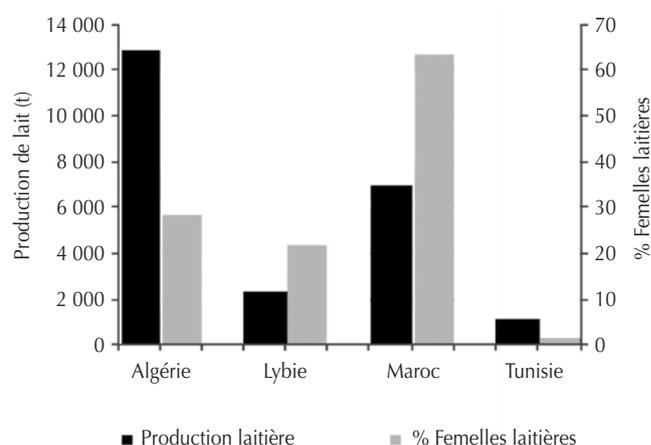
(transport, tourisme, production de viande ou de lait), la taille des troupeaux (de quelques unités à plusieurs centaines de têtes), le degré de mobilité (nomade, transhumant, sédentaire), le degré d'intensification alimentaire (ressources naturelles, compléments alimentaires produits ou achetés), le mode de gardiennage (divagation, sous la conduite d'un berger salarié ou familial) et le degré d'intégration marchande, le tout constituant un gradient d'intensification similaire à ce qu'on peut observer dans les autres filières de ruminants.

## ■ FILIERE LAIT DE CHAMELLE

La production laitière de la chamelle est faiblement valorisée dans toute la région et les initiatives de transformation (lait pasteurisé) et d'intégration dans les circuits marchands sont très récentes (début des années 2000) contrairement à ce qui est observé dans les pays sahéliens (1, 19). En 2011, selon les dernières données de la FAO, la production pour la région a été de 23 500 tonnes de lait avec une forte disparité entre les pays de la région (figure 4).

Une telle production est probablement largement sous-estimée. En effet, sur la base d'une population de femelles en lactation de l'ordre de 20 p. 100 des effectifs de dromadaire et d'une production laitière moyenne disponible (hors prélèvement par le chameleon) de 1 500 litres par an et par animal, la production totale de la région pourrait être estimée à 263 700 tonnes, soit plus de 10 fois les chiffres répertoriés par le site des statistiques de la FAO. Les quantités de lait de chamelle produites en Egypte sont non déterminées, ainsi que celles de la partie saharienne du Maroc. Pourtant, dans ces pays, la production et la commercialisation du lait de chamelle est loin d'être nulle. Il existe également une forte disparité dans le pourcentage déclaré de femelles laitières (figure 4), avec un minimum de 1,8 p. 100 en Tunisie (ce qui paraît peu réaliste, même si la spéculation laitière est moins développée que la spéculation bouchère dans ce pays) et un maximum de 63,6 p. 100 au Maroc, ce qui est également surprenant eu égard aux données de la littérature sur la composition des troupeaux de dromadaires dans d'autres régions (20).

La productivité par animal apparaît dès lors très faible si l'on s'appuie sur les données statistiques des pays et de la FAO, puisqu'en moyenne la production annuelle varie de 144 L en Algérie, à 192 L en Libye, 200 L au Maroc et 287 L en Tunisie. Ces chiffres sont en contradiction avec les données partielles de la littérature. Globalement, les références disponibles rapportent des valeurs variant



**Figure 4** : production totale de lait de chamelle et pourcentage de femelles laitières par pays (source : FAOstat, 2013).

entre 1 000 et 2 700 L par lactation selon les systèmes d'élevage (16). En Tunisie, les valeurs extrêmes dans des conditions expérimentales varient, selon Kamoun et coll. (22), entre 942 et 3 300 L pour une durée de lactation de 190 à 404 jours. En Libye, Hermas (données non publiées) a signalé des rendements laitiers sur parcours entre 320 et 2 139 kg à la station d'Al-Assa avec une production moyenne standard (305 jours de lactation) correspondant à 1 016 kg de lait. Au Maroc, Araba et coll. (3) rapportent une production laitière de 935 L en 305 jours. En Egypte, El-Badawi (11) rapporte des écarts importants, selon les systèmes de production, allant de 3-5 L par jour dans les systèmes bédouins, jusqu'à 15 L et plus par jour dans les systèmes sur prairies irriguées, soit une productivité de 1 000 à 5 000 L par an.

Un autre élément troublant est la diminution progressive de cette productivité laitière depuis 50 ans, toujours selon la FAO. En effet, cette productivité aurait baissé de 20 p. 100, passant de 255 à 205 litres par an. De ce fait, l'augmentation de la production (passant de 19 000 à 23 500 tonnes en 50 ans) n'est ni liée à une meilleure productivité individuelle, ni à la démographie (nous avons vu qu'elle avait plutôt diminué pendant cette période), mais uniquement, en apparence, à l'augmentation de la proportion de femelles laitières dans le troupeau, puisque celle-ci serait passée de 9 à 16 p. 100. Cette augmentation pourrait-elle suggérer un intérêt croissant des éleveurs pour la spéculation laitière ?

En s'appuyant sur ces données, la consommation de lait de chamelle par habitant apparaît cependant encore très faible et probablement, compte tenu de ce qui est écrit plus haut, largement sous-estimée : 0,11 L/hab./an en Tunisie, 0,21 au Maroc, 0,34 en Algérie et 0,43 en Libye. Ces chiffres représentent évidemment une moyenne qui ne reflète pas la disparité régionale, les régions sahariennes se distinguant en l'occurrence des zones septentrionales dans les différents pays du Maghreb. A l'évidence, le lait est largement autoconsommé par les bergers et les chameliers dans les zones pastorales éloignées. Cette consommation n'entre donc pas dans les statistiques officielles. Il est en conséquence difficile d'apprécier à sa juste valeur la place du lait de chamelle dans la consommation de lait des ménages. Bien que la population cameline représente près de 4 p. 100 du total des UBT pour la région, la part du lait de chamelle ne représente que 0,73 p. 100 du lait consommé.

En dépit de cette faiblesse du marché laitier local et quand bien même les statistiques officielles sous-estiment la place réelle de cette production, plusieurs éléments paraissent favorables au développement de cette filière au niveau régional. L'émergence de minilaiteries (Ghardaia, Algérie), le développement de la collecte dans les zones périurbaines (Sud Maroc, Egypte), la distribution de machines à traire aux petits éleveurs dans le cadre de projets de développement<sup>10</sup> pour alimenter des entreprises laitières industrielles (Tunisie), la recherche de nouveaux produits laitiers à base de lait de chamelle tels que le lait fermenté, les yaourts ou les fromages (Maroc, Tunisie, Egypte) témoignent de la dynamique en cours sur l'ensemble de la région (figures 5 et 6).

Sur les marchés locaux, le lait de chamelle est vendu à un prix supérieur à celui du lait de vache. Il est recherché par les consommateurs avertis, notamment pour les vertus médicinales qu'on lui prête (25), vertus à la base d'arguments commerciaux pour en obtenir une plus-value significative. Par exemple, la laiterie de Ghardaia en Algérie commercialise son lait à un prix exorbitant (720 DA/L<sup>11</sup>), soit 14 fois le prix (subventionné) du lait de vache

10. Comme en Tunisie, le projet « Promotion des innovations techniques pour le développement durable des territoires sahariens » (Procamed), financé par l'Union européenne dans le cadre du programme ENPI-CBCMED.

11. 1 dinar algérien = 0,009 €



Figure 5 : coopérative laitière d'Ouad Eddahab, province saharienne du Maroc. © K. Hidane

(50 DA/L) et 28 fois celui du lait de vache pasteurisé importé (25 DA/L) ! En Libye, le litre de lait de chamelle est vendu à 4 LYD<sup>12</sup> contre 1,25 LYD pour le lait de vache. En Egypte, le différentiel est également en faveur du lait de chamelle mais dans des proportions moindres : 15-20 LE<sup>13</sup> pour un litre de lait cru de chamelle dans les petites boutiques (7-12 LE/L chez le producteur) contre 5-8 LE/L pour le lait de vache selon qu'il est frais ou pasteurisé, 8 LE/L pour le lait de bufflonne, très populaire en Egypte, mais qui atteint 12 LE/L dans les supermarchés du Caire. Toutefois, le marché du lait de chamelle demeure local, contrairement au marché de la viande.



Figure 6 : lait de chamelle pasteurisé produit par la ferme El-Atteuf, Ghardaia, Algérie. © A. Senoussi, 2011

## ■ FILIERE VIANDE DE DROMADAIRE

La viande de dromadaire est communément consommée dans les pays arides où l'élevage camelin occupe une place raisonnable. Le dromadaire, surtout quand il est jeune, procure une viande appréciée des consommateurs, notamment pour sa faible teneur en cholestérol, ce qui en fait également un argument commercial (18, 21). De plus, le prix de la viande cameline est souvent inférieur à celui des bovins et des ovins, en tout cas sur les marchés les plus importants comme celui du Caire en Egypte, du fait de coûts de transaction plus faibles et de circuits comportant moins d'intermédiaires, pour une production par ailleurs encore très extensive et

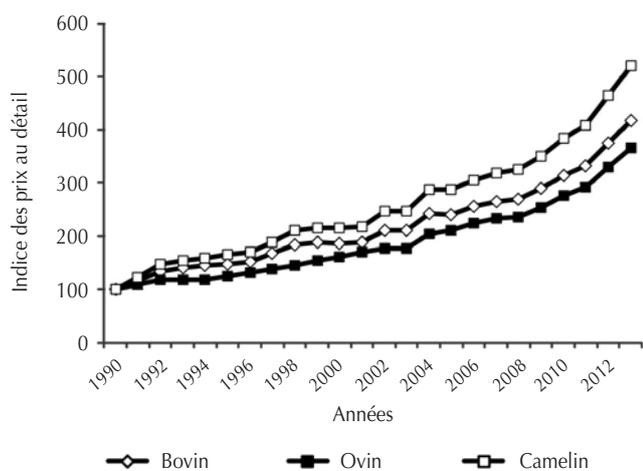
12. 1 dinar lybien = 0,58 €

13. 1 livre égyptienne = 0,10 €

donc avec peu d'intrants. Ceci permet un accès aux protéines carnées pour les populations souvent les plus défavorisées et assure à la viande cameline une certaine compétitivité.

On ne dispose que de peu d'informations sur l'évolution des prix de la viande cameline sur les marchés. A titre d'exemple, toutefois, on citera les données non publiées issues d'une enquête en Tunisie montrant, d'une part, un prix en moyenne inférieur pour la viande cameline (15 DT/kg<sup>14</sup> pour la viande de chamelon en mars 2013) comparée aux autres viandes (16 DT/kg pour la viande de veau, 19 DT/kg pour un chevreau et 20 DT/kg pour un agneau), d'autre part, une tendance nette vers une diminution de cet écart de prix, attestant de l'intérêt croissant des consommateurs pour cette viande (figure 7). En Algérie, le prix de la viande fraîche de dromadaire est également inférieur (900 DA/kg) à celui de la viande bovine (1 000 DA/kg) et de la viande d'agneau (1 300 DA/kg). En Libye sur le marché de Tripoli, la viande de dromadaire est vendue à un prix comparable à celui du mouton quand l'animal est jeune : 20 LYD/kg pour le *Laghm Hwar* (jeune chamelon) vs 20-21 LYD/kg pour l'agneau libyen. En revanche, le prix du chameau de réforme (*Laghm Qaoud*) est bien plus bas (12 LYD/kg) que celui du mouton âgé (17 LYD/kg), bien que les données varient selon les sources (Dareef, Mahmoud et Gintzburger, commun. pers.). En Egypte aussi, la viande de chameau se vend à un prix plus compétitif : 60 LE/kg pour la viande de chameau local (*balady*) contre 70 LE/kg pour la viande bovine et 80 LE/kg pour la viande ovine. Les viandes importées sont moins chères, mais le différentiel de prix est exactement le même entre viande cameline, bovine et ovine. Du reste, pour diminuer le coût des viandes hachées fines vendues en restaurant (*kofta*), les propriétaires mélangent la viande de bœuf ou de mouton à celle de chameau.

La production totale de viande cameline est passée, entre 1961 et 2011, de 21 600 à 63 143 tonnes, soit un triplement de la production en 50 ans, et donc dans des proportions sans commune mesure avec le lait. Alors que la population cameline d'Afrique du Nord représente 3,5 p. 100 seulement de la population cameline mondiale, la production de viande cameline équivaut à 15,4 p. 100 de la production mondiale de viande de dromadaire. C'est dire la place de ce produit dans les pays du Maghreb. Par ailleurs, si la viande de camélidés ne représente que 0,45 p. 100 de la viande



**Figure 7** : évolution de l'indice du prix de la viande de détail entre 1990 et 2013 en Tunisie (indice 100 en 1990) (source : *Annuaire des statistiques agricoles, ministère de l'Agriculture, Tunisie*).

14. 1 dinar tunisien = 0,46 €

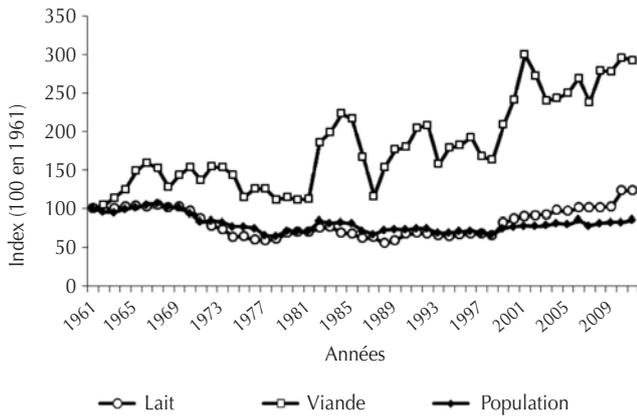
rouge produite dans le monde, cette part est de 3,2 p. 100 en Afrique du Nord, mais elle varie entre 1,1 p. 100 au Maroc (et 66,9 p. 100 dans les provinces sahariennes), 1,2 p. 100 en Tunisie, 1,3 p. 100 en Algérie, 4,6 p. 100 en Egypte et 9 p. 100 en Libye.

L'augmentation de la production de viande cameline est liée à deux facteurs : l'augmentation du taux d'abattage (déclaré) et l'amélioration du poids des carcasses, parfois du fait même de la réglementation nationale en vigueur, comme en atteste l'arrêté du 25 janvier 1993 en Tunisie qui interdit l'abattage des dromadaires mâles dont le poids vif est inférieur à 250 kg. Concernant le taux d'abattage, celui-ci apparaît élevé pour l'ensemble de la région avec une augmentation significative depuis 50 ans : de 11,6 p. 100 en 1961 à 26,3 p. 100 en 2011. Au cours de cette dernière année, en effet, 231 400 dromadaires ont été officiellement abattus en Afrique du Nord, soit plus du quart des effectifs. En 2011, le taux d'abattage au niveau mondial pour le cheptel camelin se situait à 7,7 p. 100.

A ne considérer que ces chiffres, il serait logique d'évoquer leur incompatibilité avec les évolutions démographiques du cheptel camelin. En réalité, les pays du Maghreb et l'Egypte sont des pays importateurs de dromadaires sur pied pour l'abattage. De fait, les taux d'abattage par pays varient considérablement allant de 7,6 p. 100 en Tunisie (ce qui correspond à la moyenne mondiale) à 128,2 p. 100 en Egypte, soit plus que les effectifs déclarés. Ces taux sont de 11 p. 100 en Algérie, 28,9 p. 100 en Libye, 31,5 p. 100 au Maroc (hors régions sahariennes) et 9,3 p. 100 dans les régions sahariennes du Maroc. Parmi les pays considérés, l'Egypte est en effet un important pays importateur d'animaux destinés à l'abattage et en provenance du Soudan, d'Ethiopie et du Tchad. Par exemple en 2012, l'Egypte a importé 150 000 têtes de dromadaires. De la même façon, le Tchad alimente la Libye, le Niger exporte surtout en Libye et un peu en Algérie, même si ces flux ont varié au cours des années. Au Maroc la situation est plus contrastée, puisqu'au-delà des flux en provenance de la Mauritanie et du Mali, les provinces du Sud transfèrent aussi une part importante de leur cheptel vers le nord du Maroc. Seule la Tunisie est autosuffisante, et même, selon les conjonctures politiques et économiques, est amenée à exporter une part de son cheptel vers la Libye à des prix attractifs. Les taux d'abattage observés reflètent donc cette disparité de situation.

Concernant le poids moyen des carcasses, il est passé de 159 à 199 kg entre 1961 et 2011, soit un gain de 25 p. 100 qui peut être dû à une amélioration de la productivité bouchère ou à un recul de l'âge d'abattage, conduisant à la mise sur le marché d'animaux plus lourds. En conséquence de ces observations, l'évolution de la production laitière suit automatiquement la courbe de l'évolution démographique depuis 50 ans (sauf depuis une décennie environ) alors que l'évolution de la production de viande, liée en grande partie au marché d'import au plan régional, semble détachée des changements dans les effectifs (figure 8).

Cependant, en dépit de cette forte croissance, la consommation de viande par habitant apparaît encore faible avec 2,84 kg/hab./an en moyenne. La plus forte consommation s'observe en Egypte (5,55 kg) en lien avec les importations massives de dromadaires sur pied pour l'abattage dans ce pays. Dans les provinces sahariennes du Maroc, la consommation est de 2,9 kg/hab./an et en Libye de 1 kg/hab./an. Le Maroc (hors régions sahariennes), l'Algérie et la Tunisie consomment la même quantité, soit 0,14 kg. Ces chiffres représentant des moyennes nationales, il existe de fortes différences selon les régions intra-pays. Ainsi au Maroc, les populations sahraouies majoritaires dans le Sud consomment 20 fois plus de viande de dromadaire que les populations marocaines (arabes et berbères en majorité) du Nord.



**Figure 8 :** évolution de la production de lait et de viande de dromadaire en Afrique du Nord en comparaison avec celle des effectifs camélins entre 1961 et 2011 (index 100 en 1961) (calculé d'après FAOstat, 2013).

■ FILIERE CAMELINE

Plusieurs tentatives de transformation carnée ont été testées dans la région. En Tunisie, les merguez de chamelle ont été proposées sur les marchés avec un certain succès (22). Au Maroc, une entreprise privée a promu des produits carnés à base de viande cameline comme la mortadelle, le jambon sec ou cuit, le saucisson fermenté ou cuit, ou les merguez. Mais en règle générale, ces produits transformés sont encore rares. Toutefois, les technologies sont disponibles et sources d'une plus-value indéniable (9).

Si, sur le plan national, la filière viande cameline est à peu près délimitée – avec deux grands types de circuits qu'on peut résumer en « circuits courts », directement du producteur au boucher-détaillant, et en « circuits longs » faisant appel à plusieurs opérateurs intermédiaires –, sur le plan régional, elle apparaît bien moins connue. Son problème majeur demeure en effet le caractère encore largement informel des circuits commerciaux basés sur le convoyage souvent à pied des animaux en provenance des pays sahéliens. L'évaluation exacte de ces flux reste difficile d'autant qu'ils s'effectuent parfois dans des régions marquées par l'insécurité politique. Certains circuits sont bien connus, comme « la piste des 40 jours » permettant d'acheminer les troupeaux, collectés autour de la région d'El-Obeid au Soudan par des marchands de bestiaux, vers Assouan en Egypte. Mais les circuits passant par le nord du Tchad ou du Niger mériteraient d'être étudiés de plus près. Il convient de noter également que ces flux d'exportation sont à l'opposé des flux observés pour le cheptel bovin, principalement orienté du nord au sud (des pays sahéliens vers les pays de la côte). En conséquence, sur le plan sanitaire et épidémiologique, c'est par le commerce transfrontalier du cheptel camelin que les risques sanitaires en provenance des pays sahéliens sont les plus à surveiller comme les études sur la Corne de l'Afrique l'ont montré vis-à-vis notamment de la fièvre de la Vallée du Rift où le dromadaire a joué un rôle reconnu dans la diffusion de la maladie (14, 28).

## ■ AUTRES FILIERES

Les dromadaires sont le type même d'animaux multi-usages (2) : lait, viande, laine, transport, course, tourisme, travaux agricoles et concours de beauté<sup>15</sup>. Il n'y a probablement pas d'autres animaux

15. Il s'agit bien de concours de beauté à l'instar des expositions canine ou féline, et non de concours agricoles où l'appréciation des animaux se base sur leurs performances de production et non sur des critères de beauté correspondant à des standards de race.

domestiques capables de rassembler autant de services pour l'homme. Cependant, concernant les sous-produits comme la laine et le cuir, leur valorisation reste en deçà du potentiel, même si une reprise a lieu depuis quelques années, notamment dans le cadre de projets visant à promouvoir des innovations techniques dans ces filières. Par exemple, la laine de dromadaire n'est utilisée traditionnellement que pour fabriquer des manteaux de type burnous ou la tige d'hiver (*wazra*) des chameliers libyens et du Sud tunisien. Cependant, dans cette filière très largement liée à des transformations artisanales, la séparation automatique du type de fibres (séparation des poils de jarre des fibres de meilleure qualité) et les innovations dans les produits finis destinés à une clientèle recherchant des factures plus modernes des tissus en laine de dromadaire ont permis des avancées dans ce secteur sous l'impulsion du projet Procamed en Tunisie et en Egypte.

De même, la filière cuirs et peaux, longtemps négligée du fait de la faible qualité du produit issu de l'abattage des dromadaires (qualité de la collecte, qualité du traitement en tannerie, importance des maladies cutanées chez le dromadaire, type de produits finis), est actuellement l'objet de travaux en Tunisie et en Egypte. Ces travaux visent à créer un cahier des charges pour la collecte et l'innovation technologique permettant d'obtenir des produits finis d'une grande qualité, y compris sur les marchés à l'export. En Tunisie, l'association entre les producteurs et le Centre technique du cuir et de la chaussure qui œuvre à la recherche de produits de qualité, constitue une voie de bonne valorisation de ce sous-produit (figure 9).

L'utilisation du dromadaire comme auxiliaire de l'agriculture est traditionnel aussi bien dans les oasis (exhaure de l'eau, noria) que dans les régions agricoles de moyenne montagne (labour, semis), soit comme unique animal de trait (Tunisie, Egypte), soit apparié à l'âne ou au mulet (Maroc). Son attelage à des charrettes ou charriots divers pour le transport des biens ou des personnes est beaucoup moins fréquent que dans d'autres pays comme l'Inde ou le Pakistan. Comme animal de transport, c'est encore le bât qui est le plus courant, par exemple pour le transport du bois (Algérie) ou des dattes (Tunisie, Maroc).

Mais c'est surtout dans le domaine des loisirs et du tourisme en particulier que le dromadaire connaît un intérêt maintenu, soit pour animer des méharées dans le désert, bien que cette activité ait diminué dans certains pays comme l'Algérie ou la Libye pour des raisons sécuritaires, soit comme élément du décor des lieux touristiques (promenades à dos de dromadaire au pied des pyramides de Gizeh en Egypte ou sur l'île de Djerba en Tunisie, ou à Essaouira au Maroc pour ne donner que quelques exemples emblématiques).



**Figure 9 :** valorisation du cuir de dromadaire pour l'industrie de la chaussure en Tunisie. © B. Faye

Si les courses de dromadaires n'ont pas la popularité qu'on leur connaît dans les pays du Golfe, elles n'en sont pas moins organisées à l'occasion de festivités comme le marathon de Douz (Tunisie), le festival de Marrakech (Maroc) ou la fantasia d'Ouargla (Algérie). La monte du dromadaire comme animal de selle est d'ailleurs pratiquée régulièrement dans la plupart des pays du Maghreb, particulièrement parmi les populations touaregs (Algérie, Libye) ou sahraouies (Maroc). A noter aussi la présence d'un élevage d'animaux dressés pour les besoins de l'industrie cinématographique dans les studios de l'Atlas à Ouarzazate (Maroc).

## ■ CONTRAINTES SANITAIRES DU SECTEUR CAMELIN

On ne rapportera pas ici une liste exhaustive des problèmes sanitaires du cheptel camelin dans la région qui, sur le fond, ne se distinguent guère des contraintes rencontrées dans d'autres régions du monde camelin (32), quatre points majeurs seulement seront soulignés ci-après.

Les maladies les plus communes chez cette espèce (trypanosomose, gale sarcoptique, parasitisme gastro-intestinal, maladies cutanées) sont largement présentes dans la région et sont gérées plus ou moins efficacement par des traitements appropriés et des méthodes de prévention, le principal atout étant l'accessibilité aux médicaments adaptés à l'espèce.

Il existe quelques pathologies relativement spécifiques de la zone comme la maladie du Kraft (Tunisie), liée à un déséquilibre phosphocalcique (excès de phosphore par rapport au calcium) dans les fourrages du désert, ou comme les fluoroses associées aux zones de gisements phosphatés particulièrement abondants au Maroc (10).

Les maladies multifactorielles (diarrhée du chamelon, syndromes respiratoires, pathologies de la reproduction, infertilité, mammites) sont rarement étudiées avec les méthodes pertinentes car elles sont souvent davantage centrées sur la recherche des agents pathogènes (4, 6) que sur les facteurs de risque, s'appuyant notamment sur des démarches de type écopathologique (13) comme dans le cas de la diarrhée du chamelon au Maroc (5).

Les récentes épizooties s'accompagnent souvent d'une mortalité élevée. Observées dans les pays sahéliers et parfois attribuées à des maladies émergentes (24, 29), elles sont une source d'inquiétude pour la région d'Afrique du Nord compte tenu de l'importance des flux commerciaux basés sur l'exportation d'animaux sur pied (cf. plus haut), d'autant que, ces flux étant souvent informels, les contrôles vétérinaires à la frontière sont difficiles à mettre en œuvre de façon systématique.

En tout état de cause, la santé demeure un frein essentiel au développement de la filière, même si le dromadaire est moins soumis que les bovins aux grandes maladies infectieuses comme la fièvre aphteuse (pour laquelle le dromadaire a été retiré par l'Office international des épizooties de la liste des espèces sensibles) ou la tuberculose, assez peu décrite chez cette espèce.

## ■ CAMELOGIE EN AFRIQUE DU NORD : ETAT DES LIEUX

Les travaux de recherche sur le dromadaire sont anciens dans la région et héritent pour partie de la tradition méhariste des vétérinaires coloniaux. Des travaux comme ceux de Curasson (8) sur les maladies du dromadaire, de Charlot (7) sur l'endocrinologie, ou encore les études pionnières de Schmidt-Nielsen (30) sur

la physiologie de l'adaptation ont largement laissé leurs marques dans le domaine de la camelologie en Afrique du Nord. Des dispositifs de recherche ont été mis en place dans plusieurs pays de la région pour engager des travaux spécifiques aux zones sahariennes en général et au dromadaire en particulier, comme l'Institut des régions arides (Tunisie) ou le Desert Research Center en Egypte. Des programmes spécifiques de recherche ont été mis en place dans les structures universitaires – Institut agronomique et vétérinaire Hassan II de Rabat au Maroc, Ecole vétérinaire de Sidi-Thabet en Tunisie, laboratoire des bioressources sahariennes à l'Univ Ouargla en Algérie, universités du Caire ou d'Alexandrie en Egypte – et, plus généralement, des chercheurs isolés ou des équipes se sont fait connaître pour leurs travaux consacrés au dromadaire dans plusieurs universités de la région, basées ou non dans les zones sahariennes. Des travaux reconnus en physiologie, pharmacologie, écologie des parcours à dromadaire, reproduction ou zootechnie cameline ont fait l'objet de nombreuses publications, souvent en collaboration avec des équipes européennes (France, Italie et Allemagne pour la plupart).

Toutefois, ces travaux apparaissent souvent dispersés, avec une faible concertation entre les équipes aux niveaux nationaux et *a fortiori* au niveau régional. Les initiatives comme le « réseau camelin maghrébin » ne se sont jamais vraiment concrétisées. Ni l'Algérie, ni le Maroc et encore moins la Libye ne disposent d'une structure nationale entièrement consacrée à l'espèce (une sorte d'institut de recherche sur le dromadaire) et susceptible de coordonner les travaux de recherche. De plus, les structures existantes comme l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II au Maroc sont très éloignées des zones d'élevage camelin, rendant problématique les études de terrain, voire les expérimentations.

En dépit de ces contraintes, la recherche cameline dans la région est active si on se base sur le nombre de publications depuis dix ans. Toutefois, la contribution des chercheurs du Maghreb à la camelologie semble s'éroder depuis une dizaine d'années. Le pourcentage de publications du Maghreb (répertoriées sur la base de l'adresse du premier auteur) dans les bases de données internationales, par rapport au nombre total d'articles ayant le mot « dromadaire » ou « chameau » (en français et en anglais) dans les mots-clés, était environ de 30 p. 100 en 2001 contre 20 p. 100 aujourd'hui. En effet, alors que le nombre de publications scientifiques annuelles consacrées aux grands camélidés est passé de 214 à 372 entre 2001 et 2013, le nombre de références ayant un ressortissant des pays du Maghreb en premier auteur n'a augmenté que de 63 à 74 pendant la même période. Parmi les pays d'origine des premiers auteurs des articles, l'Egypte se distingue nettement (figure 10) mais, sur les dix dernières années, on observe une stabilité du nombre de publications. En revanche, le nombre de références en provenance de Tunisie et surtout d'Algérie augmente de façon notable, alors qu'il a chuté de moitié au Maroc et qu'il est resté anecdotique en Libye.

## ■ CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'élevage camelin dans le Maghreb connaît à l'évidence un regain d'intérêt depuis un peu plus d'une décennie. Ce renouveau se traduit par une sensible remontée des effectifs qui avaient chuté dans les années 1970-80, mais aussi par l'augmentation de la production (surtout de viande et plus récemment de lait), par une intégration accrue dans les systèmes marchands officiels et parallèles, et par une certaine intensification des productions sous l'impulsion de politiques de développement souvent volontaristes et, sans doute, grâce à une meilleure prise en compte de cet élevage par les autorités politiques. Ces dernières prennent progressivement

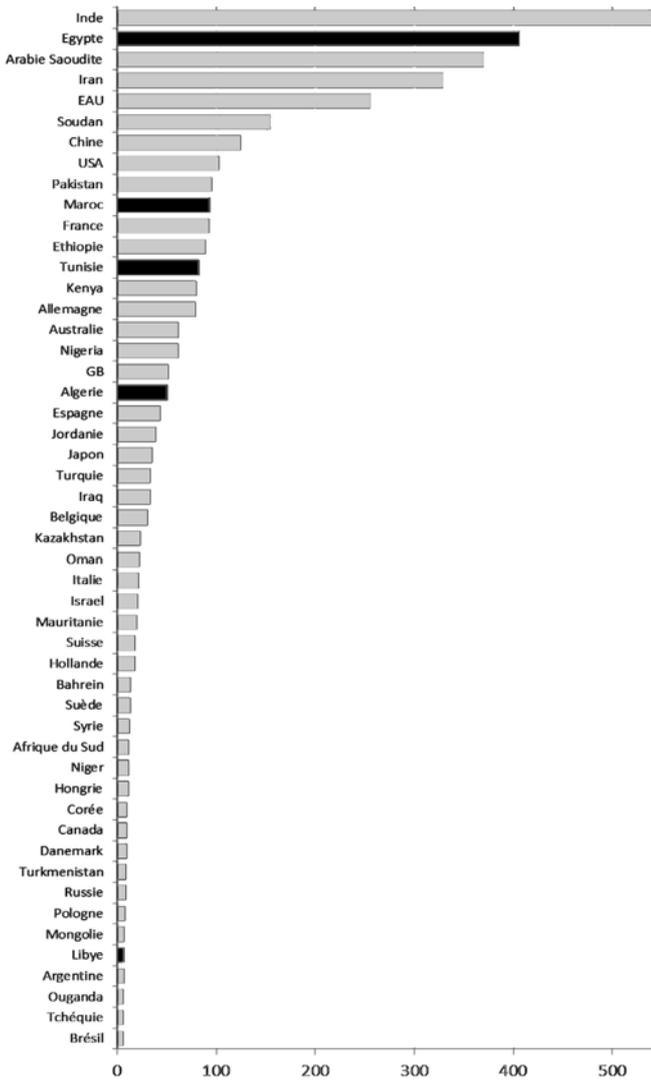


Figure 10 : nombre de publications scientifiques par pays relatives aux grands camélidés selon les principales bases de données internationales entre 2000 et 2013. Les pays d'Afrique du Nord sont en noir.

conscience de l'intérêt de cette espèce, tant pour le maintien d'une activité rurale dans les zones les plus marginalisées de leur pays respectif, que pour sa capacité à s'adapter à des changements climatiques marqués par l'aridification de l'arrière-pays.

A titre illustratif, il convient d'évoquer l'implication de certains pays de la zone dans le projet européen Procamed (Egypte, Tunisie) qui vise précisément à promouvoir les filières camelines en s'appuyant sur trois types d'actions de recherche-développement : (a) l'amélioration de la productivité cameline et l'innovation dans les systèmes d'élevage camelin par la mise en œuvre de travaux visant à augmenter la productivité numérique du cheptel camelin en introduisant des innovations dans les systèmes de production, innovations portant sur l'amélioration des performances de reproduction et de production, sur l'état sanitaire du cheptel, et sur la valorisation des produits de l'élevage ; (b) l'appropriation des innovations dans les filières camelines en s'appuyant sur les relais du développement local et national afin notamment d'évaluer la place de l'économie cameline dans l'économie des ménages, et d'analyser et de promouvoir les filières existantes (lait, cuir, laine) en y apportant des innovations techniques ; et (c) la gestion durable des territoires d'élevage camelin en analysant la

démographie du cheptel camelin, en mesurant la rentabilité économique des produits innovants, en évaluant l'impact environnemental de cet élevage dans les systèmes socio-écologiques arides et, nécessairement, en déterminant régulièrement et en maintenant à jour la cartographie des ressources pastorales. Il s'agit donc d'un ensemble d'actions faisant le pari d'un développement de l'élevage camelin en Afrique du Nord en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle.

Remerciements

Cet article fait référence aux actions menées dans le cadre du projet Procamed (n° I.B/1.1/493) mises en œuvre dans le cadre du programme ENPI-CBCMED de l'Union européenne. Le contenu de ce document est sous la seule responsabilité des coauteurs de l'article et ne saurait refléter la position éventuelle de l'Union européenne.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABEIDERRAHMANE N., 1997. Camel milk and modern industry. *J. Camel Pract. Res.*, **4**: 223-228.
2. ADAMOUCHE A., 2009. L'élevage camelin en Algérie : quel type pour quel avenir ? *Sécheresse*, **19** : 253-260.
3. ARABA A., EL-AICH A., GHAFRI K.M., AHOUCHE L., 1998. Characterization of growth and milk production of camels fed basically shrubs. In: 3<sup>rd</sup> Annu. Meet. Anim. production under arid conditions, Al-Ain, UAE, 2-3 May 1998.
4. ARIDHI M., M'ZAH M., ZRELLI M., JEMLI M., 1995. Contraintes pathologiques majeures du développement de l'élevage du dromadaire en Tunisie. *Options Méditerran. Série B Etud. Rech.* (13) : 131-136.
5. BENGOUIMI M., BERRADA J., HIDANE K., FAYE B., 2003. Diarrhées du chamelon : écopathologie, physiopathologie et prévention. In : Atelier int. Lait de chamelle en Afrique, Niamey, Niger, 5-8 nov. 2003, p. 113-124.
6. BLAJAN L., LASNAMI K., 1989. Nutrition et pathologie du dromadaire. *Options Méditerr.* (2) : 131-139.
7. CHARNOT Y., 1963. Synchronismes de croissance de l'expansion palatale et du testicule en cours de cycle sexuel. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys.*, **43** : 49-54.
8. CURASSON, G. 1947. Le chameau et ses maladies. Paris, France, Vigot Frères, 462 p.
9. DAOUDI A., ELAYCHI B., 2012. Viande du dromadaire. Possibilités de transformation. *Food Mag.*, **43** : 48-49.
10. DIACONO E., BENGOUIMI M., KESSABI M., ABDENDI E., FAYE B., 2007. Hydrotelluric and industrial fluorosis survey in the dromedary camel in the south of Morocco. In: Faye B., Sinyavskiy Y., Eds, Proc. Int. Workshop Impact of pollution on animal products, Almaty, Kazakhstan, 27-30 Sept. 2007, p. 85-90.
11. EL-BADAWI A.Y., 1996. The possibilities of using camels in the new reclaimed lands. In: 1st Meet. National Committee for Camel Research in the Arab Republic of Egypt, Cairo, Egypt, 16 Nov. 1996.
12. FAOSTAT, 2013. <http://www.faostat.org>
13. FAYE B., WALTNER-TOEWS D., MCDERMOTT J., 1999. From 'ecopathology' to 'agroecosystem health'. *Prev. Vet. Med.*, **39**: 111-128.
14. FAYE B., 2003. Surveillance and control procedures for camel diseases. In: Regional Workshop Surveillance and Control of Camels and Wildlife Diseases in the Middle East, Sanaa, Yemen, 10-12 Mar. 2003.
15. FAYE B., 2004. Dairy productivity potential of camels. In: Proc. 34th Meet. FAO/ICAR International Committee for Animal Recording, Session on camelids, Sousse, Tunisia, 28 May-3 June 2004, p. 93-105.
16. FAYE B., 2011. Combating desertification: the added value of the camel farming. *Ann. Arid Zones*, **50**: 1-11.
17. FAYE B., 2013. Camel farming sustainability: The challenges of the camel farming system in the 21st Century. *J. Sustain. Dev.*, **6**: 74-82.
18. FAYE B., ABDELHADI O., RAIYMBEK G., KADIM I., HOCQUETTE J.F., 2013. La production de viande de chameau : Etat des connaissances, situation actuelle et perspectives. *Prod. Anim.*, **26** : 247-258.

19. FAYE B., BENGOUNI M., BARKAT A., 2003. Le développement des systèmes camelins laitiers péri-urbains en Afrique. In : Atelier Int. sur le lait de chamelle en Afrique, Niamey, Niger, 5-8 nov. 2003, p. 115-125.
20. HJORT AF ORNAS A., ALI HUSSEIN M., 1993. Camel herd dynamics in Southern Somalia: Long term development and milk production implications. In: Hjort af Ornäs A. Ed., The multi-purpose camel: Interdisciplinary studies on pastoral production in Somalia. Uppsala, Sweden, EPOS, p. 31-42.
21. KADIM I., MAHGOUB O., PURCHAS R.W., 2008. A review of the growth, and of the carcass and meat quality characteristics of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Meat Sci.*, **80**: 555-569.
22. KAMOUN M., 1995. La viande de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitudes à la transformation. In : Elevage et alimentation du dromadaire. *Options Méditerran. Série B Etud. Rech.* (13) : 105-130.
23. KAMOUN M., ELLOUZE S., GRONDIN J., QUINIZI C., 1990. The Tunisian experience in camel milk production and processing. In: Proc. Int. Conf. Camel production and improvement, Tobruk, Libya, 10-13 Dec. 1990.
24. KHALAFALLA A.I., SAEED I.K., ALI Y.H., ABDURRAHMAN M.B., KWIAK O., LIBEAU G., OBEIDA A.A., ABBAS Z., 2010. An outbreak of 'peste des petits ruminants' (PPR) in camels in the Sudan. *Acta Trop.*, **116**: 161-165.
25. KONUSPAYEVA G., LOISEAU G., FAYE B., 2004. La plus-value « santé » du lait de chamelle cru et fermenté : l'expérience du Kazakhstan. *Renc. Rech. Rumin.*, **11** : 47-50.
26. MICHEL J.F., BENGOUNI M., BONNET P., HIDANE K., ZRO K., FAYE B., 1997. Typologie des systèmes de production camelins dans la province de Laâyoune, Maroc. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **50** : 313-323.
27. MOSLAM M., MEGDICHE F., 1989. L'élevage camelin en Tunisie. In : Tisserand J.L. Ed., Séminaire sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire. *Options Méditerr. Série A* (2) : 33-36.
28. PINAULDT G., 2009. Epizooties et géographie du commerce du bétail dans la Corne de l'Afrique. La guerre des quarantaines dans la région nord-Somali. *Echogeo*, **8**. DOI : 10.4000/echogeo.11021
29. ROGER F., YIGEZU L.M., HURARD C., LIBEAU G., MEBRATU G.Y., DIALLO A., FAYE B., 2000. Investigations on a new pathological condition of camels in Ethiopia. *J. Camel Pract. Res.*, **7**: 163-165.
30. SCHMIDT-NIELSEN B., SCHMIDT-NIELSEN K., HOUP T.R., JARNUM S.A., 1956. Water balance of the camel. *Am. J. Physiol.*, **185**: 185-194.
31. STILES N., 1988. Le dromadaire contre l'avancée du désert. *La Rech.*, **201** : 948-952.
32. WERNERY U., KAADEN O.R., 2002. Infectious diseases of camelids. Berlin, Germany, Blackwell Science, 373 p.

Accepted 13 March 2014; Online publication 30 September 2015

## Summary

**Faye B., Jaouad M., Bhrawi K., Senoussi A., Bengoumi M.** Camel farming in North Africa: Current state and prospects

There has been a renewed interest in camel farming in North Africa after the post-independence decline. This interest is evidenced by (i) the growing national herd size, (ii) the increased inclusion of camel milk into the market economy with the emergence of small dairy plants, (iii) the noteworthy development of the camel meat sector in Maghreb countries, which are major importers of camel meat, and (iv) the recent promotion of camel by-products such as hide and wool. Leisure activities and tourism also provide a source of income for camel breeders in touristic areas. Finally, in spite of a somewhat marginalized position, the part played by camel farming in North African national economies has been growing and thus needs to be better supported.

**Keywords:** *Camelus dromedarius* – Dromedary – Agricultural economics – Milk – Camel meat – Wool – North Africa.

## Resumen

**Faye B., Jaouad M., Bhrawi K., Senoussi A., Bengoumi M.** Cría de camélidos en África del Norte: situación actual y perspectivas

La cría de camélidos en África del Norte pasa por un repunte de interés, luego de un periodo de decadencia que siguió a las independencias. Este renuevo se materializa por un aumento de los efectivos nacionales, una mayor integración de la leche de camella en la economía mercantil con el surgimiento de mini lecherías, un desarrollo notable de la filial carne de dromedario, para la cual los países del Magreb son importantes importadores e intentos recientes de valorización de los sub productos como el cuero o la lana. Por otro lado, las actividades de recreo y de turismo representan igualmente una fuente de ingresos para las familias de criadores en las regiones más turísticas. Para finalizar, a pesar de una cierta marginalización de esta cría, su lugar en las economías nacionales es creciente y amerita ser respaldada.

**Palabras clave:** *Camelus dromedarius* – Dromedario – Economía agrícola – Leche – Carne de camello – Lana – África del Norte.



# Qualité de la viande de dromadaire dans les abattoirs de Ouargla en Algérie. I. Quelques caractéristiques physico-chimiques de la viande au cours de la maturation

A. Benaïssa<sup>1\*</sup> A. Ould El Hadj-Khelil<sup>1</sup> A. Adamou<sup>1</sup>  
B. Babelhadj<sup>1</sup> M. Mehiri<sup>1</sup> B. Boufaghes<sup>1</sup>  
M. Attoussi<sup>1</sup> H. Samili<sup>2</sup> S. Becila<sup>2</sup>

## Mots-clés

*Camelus dromedarius* – Viande de chameau – Muscle – Maturation des produits – Propriété physico-chimique – pH – Algérie.

## Résumé

Les paramètres physico-chimiques au cours de la maturation de quatre muscles (*semitendinosus* [ST], *rectus femoris* [RF], *longissimus thoracis* [LT] et *semimembranosus* [SM]), conservés à 4 °C, ont été mesurés chez des dromadaires mâles (10 jeunes de trois à quatre ans et 10 adultes de plus de cinq ans) de race Sahraoui. Une diminution de la température *post mortem* a atteint une valeur minimale de  $5,7 \pm 0,20$  °C (LT) chez les adultes, alors que la valeur minimale enregistrée chez les jeunes a été plus basse avec  $3,9 \pm 0,68$  °C (ST). Le pH des muscles étudiés a diminué au cours de la période *post mortem*. Les valeurs minimales enregistrées ont varié de  $5,2 \pm 1,11$  (RF) à  $5,7 \pm 0,02$  (LT) chez les chamelons, et de  $5,6 \pm 0,05$  (SM) à  $6,3 \pm 0,53$  (ST) chez les adultes. La quantité d'eau extractible a augmenté pour les quatre muscles et pour les deux groupes d'âge. Les valeurs maximales obtenues ont été de  $0,21 \pm 0,040$  g par gramme de muscle RF jeune et de  $0,21 \pm 0,009$  g par gramme de muscle RF adulte. Cela signifie que la capacité de rétention d'eau des différents muscles a diminué au cours du temps *post mortem*. La conductivité électrique n'a pas suivi le même profil pour tous les muscles étudiés. Une légère augmentation de ce paramètre dans le temps a été perceptible pour le muscle LT ( $117,3 \pm 0,30$  µS/cm/g) chez les jeunes, et ST ( $158,3 \pm 0,14$  µS/cm/g) chez les adultes.

## ■ INTRODUCTION

La viande, première source de protéines animales, se situe, de par sa richesse en acides aminés indispensables, parmi les protéines nobles (10). Le dromadaire, avec son bon rendement carcasse et à la qualité diététique de sa viande, est apprécié et consommé à grande échelle dans le Sahara algérien (19), et dans l'ensemble du monde arabo-musulman (9). Parmi les qualités recherchées,

la qualité organoleptique s'apprécie essentiellement au travers de différents critères qui sont : la couleur, la flaveur, la jutosité et la tendreté (11).

Cette tendreté, perçue par le consommateur comme la qualité organoleptique la plus importante, a fait l'objet de recherches pour tenter de mieux comprendre et contrôler cette caractéristique sensorielle (14, 17). Cependant, les variations individuelles sont très importantes. Picard et coll. (20) rapportent que chez les animaux producteurs de viande, la qualité de la viande varie en fonction de facteurs non seulement biologiques mais aussi technologiques, aussi bien *ante mortem* que *post mortem*.

L'insatisfaction que ressent le consommateur trouve ses sources dans la difficulté à caractériser de façon objective, et donc à mesurer l'ensemble des paramètres qui définissent la tendreté (6). En effet, après l'abattage, la structure myofibrillaire des muscles subit de profondes

1. Laboratoire de protection des écosystèmes des zones arides et semi-arides, Université Kasdi Merbah, Ouargla 30000, Algérie.

2. Laboratoire de biotechnologie et qualité des aliments, Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agroalimentaires, Université de Constantine 1, Algérie.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : 7 72 21 35 16 ; e-mail : benaissatika@gmail.com

modifications qui dépendent en grande partie des caractéristiques enzymatiques et physico-chimiques des fibres. Ces dernières mettent en jeu, entre autres, la diminution du pH, de la température et de la capacité de rétention d'eau. La vitesse et l'intensité de ces paramètres conditionnent étroitement la dichotomie dureté/tendreté. En outre, dès la mort de l'animal, d'autres processus d'attendrissage se mettent en place. Ils sont dus à la protéolyse myofibrillaire. Cette protéolyse cause la rupture des myofibrilles et conduit à un attendrissage de la viande (13). Seule une bonne compréhension de ces mécanismes permet de contrôler la dureté finale de la viande. Afin d'apporter une contribution à l'étude de ces mécanismes, un travail expérimental a été mené sur quelques muscles de dromadaires.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel biologique

La viande de dromadaire étudiée provenait d'animaux abattus à l'abattoir de Ouargla en Algérie. Les animaux étaient des mâles de race Sahraoui, de différents âges (10 adultes de plus de cinq ans et 10 jeunes de trois à quatre ans). Les muscles étudiés ont été : le *semitendinosus* (ST), le *rectus femoris* (RF), le *longissimus thoracis* (LT) et le *semimembranosus* (SM). Les muscles ont été prélevés après la dépouille et l'éviscération des carcasses. Les paramètres ont été étudiés en cinétique à 2, 4, 6, 8, 24 et 48 heures *post mortem*. Pour chacune des heures, les mesures ont été répétées trois fois pour tous les paramètres.

### Méthodes d'analyses

#### Température

La température intramusculaire (T) des différents échantillons a été directement lue à partir d'un thermomètre électronique de modèle Testo 206 équipé d'une sonde pénétrante permettant la mesure de la température au cœur du muscle. Trois mesures ont été effectuées pour chaque échantillon et la température relevée a été la moyenne des trois lectures réalisées.

#### pH

Le pH a été directement lu à partir d'un pH mètre électronique de modèle Testo 206, équipé d'une sonde pénétrante permettant la mesure du pH au cœur du muscle. La valeur du pH a été la moyenne de trois essais pour chaque muscle.

#### Capacité de rétention d'eau

La quantité de jus extractible (QJE) a été déterminée à partir de trois grammes de viande broyés pendant environ 8 s et centrifugé à 5 000 g pendant 90 min à l'aide d'une centrifugeuse de type Rotina 380A à 4 °C. La capacité de rétention d'eau a été estimée par la quantité de jus relarguée en gramme par gramme de muscle (23, 27). Trois essais ont été réalisés pour chaque muscle : la capacité de rétention d'eau tissulaire a été la moyenne des trois mesures.

#### Conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) a été lue directement sur le conductivimètre WTW modèle 315i (Weilheim, Allemagne) à 25 °C. La CE a ensuite été déterminée sur du jus extrait d'un gramme de muscle.

### Analyse statistique

Les analyses statistiques ont inclus deux étapes : l'analyse de la variabilité entre les paramètres mesurés dans les quatre muscles chez les animaux de même tranche d'âge, jeune (j) ou adulte (a), puis l'analyse comparative pour déterminer la variabilité des

paramètres physico-chimiques des muscles. L'analyse de la variabilité interne a inclus la description de la moyenne pour chacun des paramètres mesurés et les corrélations entre les différents paramètres mesurés pour chaque muscle (corrélation de Pearson).

## RESULTATS

### Paramètres physico-chimiques des muscles jeunes

La température n'a pas été significativement différente entre les muscles des adultes (tableau I). Le pH et la QJE n'ont pas non plus montré de différence significative. La conductivité électrique a été en revanche significativement plus élevée dans les muscles ST et LT que dans les muscles SM et RF.

### Paramètres physico-chimiques des muscles adultes

La température n'a pas été significativement différente entre les muscles des adultes mais les valeurs numériques ont été plus élevées pour SM et LT, comme c'était le cas dans les muscles jeunes (tableau II). Le pH a été comparable dans tous les muscles. Les différences de la QJE n'ont pas été significatives mais la valeur la plus forte a été notée dans le muscle RF, alors qu'il avait la valeur la plus faible chez le jeune. La conductivité électrique a été, en revanche, significativement plus élevée dans le muscle ST que dans les muscles SM, LT et RF.

Tableau I

Moyenne  $\pm$  écart-type des paramètres physico-chimiques des muscles étudiés jeunes (j)

	STj	SMj	RFj	LTj
T	17,8 $\pm$ 7,04 <sup>a</sup>	18,7 $\pm$ 6,82 <sup>a</sup>	15,1 $\pm$ 8,05 <sup>a</sup>	18,6 $\pm$ 7,10 <sup>a</sup>
pH	6,0 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	6,3 $\pm$ 0,49 <sup>a</sup>	6,2 $\pm$ 0,48 <sup>a</sup>	6,4 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>
QJE	0,17 $\pm$ 0,023 <sup>a</sup>	0,12 $\pm$ 0,029 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,023 <sup>a</sup>	0,15 $\pm$ 0,042 <sup>a</sup>
CE	133,6 $\pm$ 55,4 <sup>b</sup>	70,8 $\pm$ 11,71 <sup>a</sup>	57,6 $\pm$ 24,81 <sup>a</sup>	138,7 $\pm$ 60,67 <sup>b</sup>

ST : *semitendinosus* ; SM : *semimembranosus* ; RF : *rectus femoris* ; LT : *longissimus thoracis*

T : température ; QJE : quantité de jus extractible ; CE : conductivité électrique  
<sup>a, b</sup> Des lettres différentes sur une même ligne montrent des différences significatives à  $p < 0,05$

Tableau II

Moyenne  $\pm$  écart-type des paramètres physico-chimiques des muscles étudiés adultes (a)

	STa	SMa	RFa	LTa
T	16,0 $\pm$ 6,19 <sup>a</sup>	18,9 $\pm$ 7,24 <sup>a</sup>	17,42 $\pm$ 6,78 <sup>a</sup>	18,6 $\pm$ 7,23 <sup>a</sup>
pH	6,3 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>	6,3 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>	6,4 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	6,5 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>
QJE	0,10 $\pm$ 0,053 <sup>a</sup>	0,06 $\pm$ 0,052 <sup>a</sup>	0,12 $\pm$ 0,045 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,039 <sup>a</sup>
CE	137,9 $\pm$ 46,43 <sup>b</sup>	76,1 $\pm$ 28,32 <sup>a</sup>	57,6 $\pm$ 24,81 <sup>a</sup>	69,7 $\pm$ 38,11 <sup>a</sup>

ST : *semitendinosus* ; SM : *semimembranosus* ; RF : *rectus femoris* ; LT : *longissimus thoracis*

T : température ; QJE : quantité de jus extractible ; CE : conductivité électrique  
<sup>a, b</sup> Des lettres différentes sur une même ligne montrent des différences significatives à  $p < 0,05$

**Corrélations entre les mesures**

Les corrélations ont été en général positivement significatives entre les différents paramètres mesurés pour les différents muscles, avec des valeurs généralement plus élevées chez l'adulte que chez le jeune, et les corrélations n'ont pas été identiques aux deux âges (tableaux III et IV). Les corrélations les plus fortes ont été relevées entre la QJE et les autres paramètres dans la plupart des muscles, aussi bien chez le jeune que chez l'adulte. A l'inverse la température a moins été liée aux autres paramètres, surtout chez le jeune. Chez l'adulte, les relations entre paramètres ont été particulièrement fortes dans les muscles SM et LT.

**Cinétique de la température**

La température a été un important facteur lors de l'évolution *post mortem* des muscles, son influence au cours du stockage peut aboutir

à des variations importantes sur le phénomène global de la transformation du muscle en viande et, de ce fait, sur les propriétés organoleptiques finales de la viande. Pour cela, les muscles étudiés ont subi le même protocole thermique, afin que ce facteur ne soit pas à l'origine des différences pouvant exister entre eux. Le suivi de la température avait donc pour intérêt le contrôle du régime thermique des muscles et la différence de vitesse dans le transfert thermique selon le type du muscle. Les quatre muscles ont eu la même cinétique pour ce paramètre, avec une baisse rapide au cours des six premières heures, suivie d'une baisse plus lente entre 8 h et 48 h (figures 1 et 2). Le point d'arrivée a été comparable dans tous les cas, se rapprochant de la température ambiante de stockage (4 °C) mais des différences entre les muscles ont été observées jusqu'à 24 h. Chez le jeune, RF a eu une baisse plus rapide et plus forte de la température que les autres muscles. Au contraire, SM a eu une baisse un peu plus modérée aussi bien chez le jeune que chez l'adulte.

**Tableau III**

Matrice de corrélation entre les paramètres physico-chimiques du *semitendinosus* jeune (j)

STj	T	pH	QJE	CE
T	1	0,44	0,16	0,57
pH	0,44	1	0,65	0,65
QJE	0,16	0,65	1	0,24
CE	0,57	0,65	0,24	1

SMj	T	pH	QJE	CE
T	1	0,14	0,21	0,08
pH	0,14	1	0,45	0,15
QJE	0,21	0,45	1	0,77
CE	0,08	0,15	0,77	1

RFj	T	pH	QJE	CE
T	1	0,89	0,68	0,40
pH	0,89	1	0,44	0,34
QJE	0,68	0,44	1	0,29
CE	0,40	0,34	0,29	1

LTj	T	pH	QJE	CE
T	1	0,33	0,43	0,27
pH	0,33	1	0,60	0,67
QJE	0,43	0,60	1	0,68
CE	0,27	0,67	0,68	1

**Tableau IV**

Matrice de corrélation entre les paramètres physico-chimiques du *semitendinosus* adulte (a)

STa	T	pH	QJE	CE
T	1	0,59	0,38	0,32
pH	0,59	1	0,45	0,31
QJE	0,38	0,45	1	0,52
CE	0,32	0,31	0,52	1

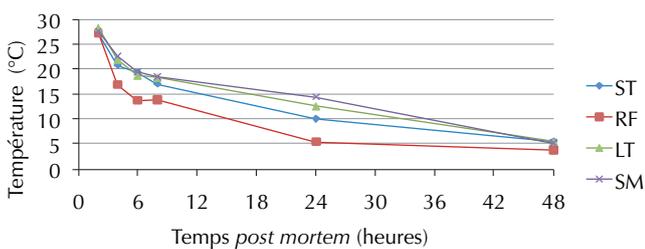
SMa	T	pH	QJE	CE
T	1	0,74	0,80	0,64
pH	0,74	1	0,81	0,74
QJE	0,80	0,81	1	0,79
CE	0,64	0,74	0,79	1

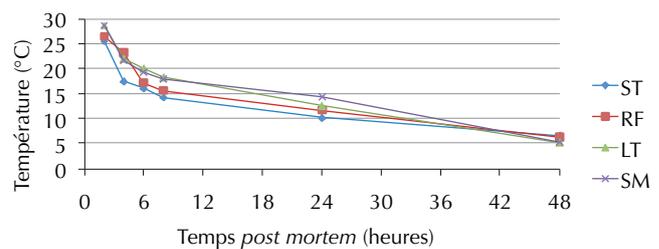
RFa	T	pH	QJE	CE
T	1	0,28	0,34	0,29
pH	0,28	1	0,37	0,38
QJE	0,34	0,37	1	0,89
CE	0,29	0,38	0,89	1

LTa	T	pH	QJE	CE
T	1	0,60	0,70	0,66
pH	0,60	1	0,54	0,50
QJE	0,70	0,54	1	0,68
CE	0,66	0,50	0,68	1



**Figure 1 :** évolution post mortem de la température des muscles jeunes. ST : semitendinosus ; RF : rectus femoris ; LT : longissimus thoracis ; SM : semimembranosus.



**Figure 2 :** évolution post mortem de la température des muscles jeunes. ST : semitendinosus ; RF : rectus femoris ; LT : longissimus thoracis ; SM : semimembranosus.

### Cinétique du pH

L'évolution du pH *post mortem* a suivi le même profil, se caractérisant par une chute rapide pendant les huit premières heures, suivie par un ralentissement (figures 3 et 4). Les valeurs initiales du pH des muscles d'animaux ont été environ de 6,8 en moyenne, avec des valeurs plus variables chez le jeune (6,5 pour SM vs 7,1 pour LT). Une légère baisse du pH entre 24 h et 48 h a été observée dans certains muscles (ST et RF chez le jeune, ST chez l'adulte). Chez le jeune, le muscle RF a eu un pH stable entre 8 h et 24 h, puis une baisse à 48 h, menant à la plus faible valeur enregistrée (5,2). Chez l'adulte au contraire le pH de RF a été plus stable dès 8 h et a terminé beaucoup plus haut que le pH des autres muscles (6,3).

### Cinétique de la capacité de rétention d'eau tissulaire

La quantité d'eau extractible a augmenté au cours de la période *post mortem* ce qui signifie une diminution de la capacité de rétention d'eau des protéines. L'évolution de la capacité de rétention d'eau a été biphasique, se caractérisant par une augmentation rapide durant les huit premières heures qui ont suivi l'abattage (figures 5 et 6). Les valeurs initiales de la QJE ont été plus fortes chez le jeune que chez l'adulte (9,3 vs 3,5 g / g de muscle). Des différences importantes ont été observées entre les muscles, dès les premières heures, et se sont accentuées à 24 h, puis à 48 h. Chez le jeune, une grande différence a été observée entre les muscles, avec des pertes minimales pour RF et maximales pour LT. Chez l'adulte, c'est ST qui a eu les valeurs les plus fortes à 48 h, tandis que les trois autres muscles ont été comparables. RF a eu une évolution particulière puisque sa QJE a été la plus élevée dans toute la première phase de la maturation, jusqu'à 24 h, avant de baisser et devenir la valeur la plus faible à 48 h.

### Cinétique de la conductivité électrique

La conductivité électrique est un paramètre qui nous a renseignés sur l'évolution de la totalité des ions dans le tissu au cours du *post mortem*. Chez le jeune, les muscles ST et LT ont eu des valeurs initiales très fortes (respectivement 246 et 274  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  à 2 h) comparativement à SM et surtout RF (28  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) (figure 7). Les valeurs ont ensuite convergé avec une très forte baisse à 4 h pour ST et LT, et une augmentation pour RF, aboutissant vers 8 h à des valeurs plus rapprochées (75 à 121  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ). Les valeurs ont ensuite été plus stables jusqu'à 48 h avec toutefois une baisse de la CE pour SM entre 8 h et 24 h, et pour ST et RF entre 24 h et 48 h. Au final, la CE à 48 h a été la plus élevée dans LT (117  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ).

Chez l'adulte, la CE n'a pas montré le même type de profil, en l'absence de valeurs initiales élevées. Elle a augmenté entre 2 h et 8 h pour tous les muscles : plus précocement (dès 4 h) et plus fortement pour ST, plus tardivement pour SM et LT (figure 8). A 8 h une assez grande dispersion de la CE a été présente, avec les valeurs les plus fortes pour ST (174  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) et les plus faibles pour RF (75  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ). Les valeurs ont ensuite été relativement stables entre 8 h et 48 h, avec seulement une baisse notable pour RF de 24 h à 48 h.

### ■ DISCUSSION

La température de stockage des muscles a été un facteur très important pour le développement des caractéristiques organoleptiques de la viande (7). Dans notre étude, les muscles ont subi un régime thermique identique, afin d'éliminer son effet sur l'évolution de leur maturation. L'étude des caractéristiques physico-chimiques de la viande de dromadaire conservée à 4 °C a fait apparaître pour les quatre types de muscles étudiés provenant d'animaux jeunes ou adultes une chute de la température au cœur

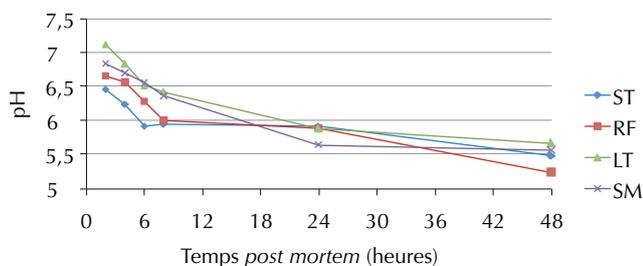


Figure 3 : évolution post mortem du pH des muscles jeunes. ST : semitendinosus ; RF : rectus femoris ; LT : longissimus thoracis ; SM : semimembranosus.

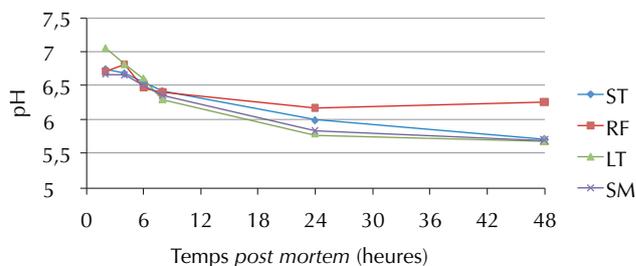


Figure 4 : évolution post mortem du pH des muscles adultes. ST : semitendinosus ; RF : rectus femoris ; LT : longissimus thoracis ; SM : semimembranosus.

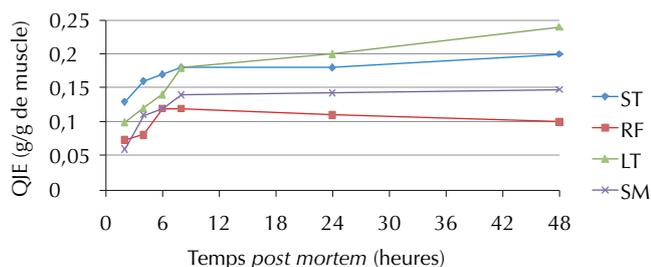


Figure 5 : évolution post mortem de la quantité du jus relarguée par les muscles jeunes. QJE : Quantité du jus relargué ; ST : semitendinosus ; RF : rectus femoris ; LT : longissimus thoracis ; SM : semimembranosus.

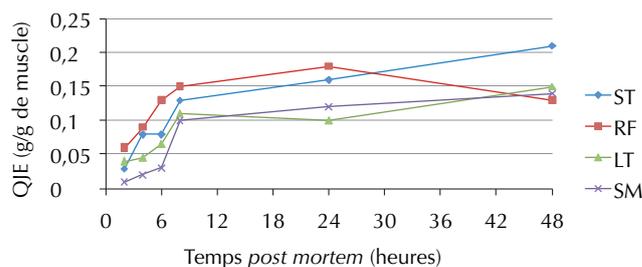
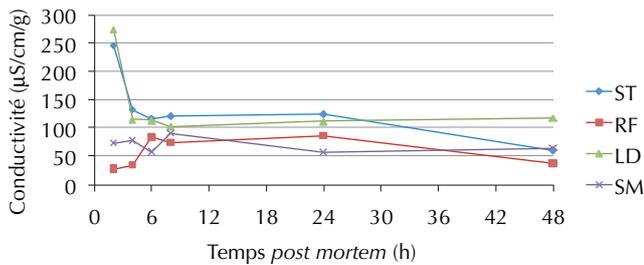


Figure 6 : évolution post mortem de la quantité du jus relarguée par les muscles adultes. QJE : Quantité du jus relargué ; ST : semitendinosus ; RF : rectus femoris ; LT : longissimus thoracis ; SM : semimembranosus.

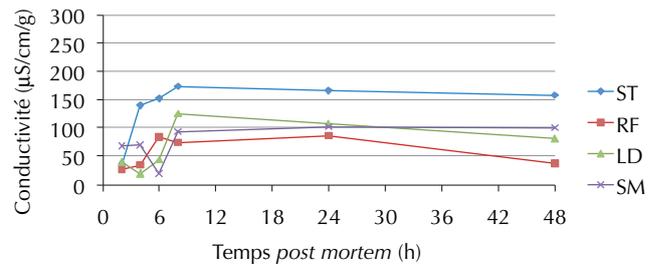


**Figure 7** : évolution post mortem de la conductivité électrique muscles jeunes. CE : Conductivité électrique ; ST : semitendinosus ; RF : rectus femoris ; LD : longissimus thoracis ; SM : semimembranosus.

du muscle, avec des différences enregistrées liées à la variabilité de la morphologie des carcasses et à la composition intrinsèque de chaque muscle selon sa teneur en matières grasses (21). Ces différences peuvent être dues à l'influence de la température de l'animal lors de l'abattage, la température de l'environnement (saison de l'année) et la résistance du muscle au froid (son contenu en graisse).

Dans les deux heures qui suivent l'abattage, l'énergie nécessaire à la survie des cellules est fournie par l'utilisation de ses réserves en phosphocréatines (12). Après l'épuisement de ces dernières, l'énergie est produite par la dégradation du glycogène en anaérobie par glycolyse produisant ainsi de l'acide lactique qui s'accumule par la suite à l'intérieur des cellules, causant ainsi une chute du pH des muscles. L'acidification est proportionnelle à l'efficacité du système glycolytique et aux réserves en glycogène (4). La baisse du pH joue un rôle important dans le devenir de la viande car pour un pH de 5,5 à 5,8, l'activation des enzymes protéolytiques influent fortement sur la qualité organoleptique de la viande (22) au cours de la maturation. Selon, Ngoka et coll. (15), la chute du pH n'est pas en relation avec l'âge ni avec le sexe de l'animal, mais plutôt avec l'accumulation de l'acide lactique, ce qui engendre une acidification progressive des muscles, celle-ci se poursuivant jusqu'à l'arrêt des réactions biochimiques anaérobies. Le stress subi par l'animal avant l'abattage contribue aussi à l'évolution de ce paramètre (8).

Selon Becila (1), l'évolution des paramètres biologiques est influencée par l'état de l'animal. L'augmentation de la quantité d'eau relarguée au cours du *post mortem* enregistrée dans notre étude peut être la conséquence de la chute du pH influençant le pouvoir des myofibrilles à retenir l'eau et par conséquent la capacité de rétention d'eau de la viande (16). Selon Boakye et Mihal (2), la capacité de rétention d'eau des muscles diminue rapidement quand la vitesse de chute du pH augmente. Ce paramètre intervient dans le phénomène de transformation des muscles en viande et renseigne sur leur jutosité et tendreté finales (26). Ouali et coll. (18) rapportent pour les muscles de bovins à 48 h après abattage des valeurs légèrement inférieures (0,250 g / g de muscle). Cela peut s'expliquer par le fait que la viande de dromadaire contient plus de jus extractible que les autres ruminants à cause de la contenance plus faible en gras (5). Aussi, la protéolyse *post mortem* provoque des changements irréversibles dans l'espace entre les myofibrilles, causant une augmentation de la quantité du jus libéré (3). D'après nos résultats, on note une augmentation des valeurs de ce paramètre jusqu'à 8 heures, suivie d'une phase de stabilité pour tous les muscles étudiés à l'exception des deux muscles jeunes ST et SM dont le profil commence par une diminution, suivie par une stabilité. Le profil d'augmentation de ce paramètre a été signalé par Troy (24) sur le muscle bovin, et par Veiseth et coll. (25) sur le muscle ovin.



**Figure 8** : évolution post mortem de la conductivité électrique muscles jeunes. CE : Conductivité électrique ; ST : semitendinosus ; RF : rectus femoris ; LD : longissimus thoracis ; SM : semimembranosus.

## CONCLUSION

L'étude de la cinétique de quelques paramètres physico-chimiques de quatre muscles au *post mortem* chez des camelins de race Sahraoui, jeunes et adultes, a mis en évidence la chute de la température et du pH, alors que les valeurs de la quantité de jus relarguée par le tissu et la conductivité électrique ont augmenté au cours des 48 heures qui ont suivi la saignée. On note un effet non significatif de l'âge à l'abattage sur le pH et la capacité de rétention d'eau des protéines myofibrillaires.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BECILA S., 2009. Marqueurs biologiques de la qualité de la viande ovine et caractérisation de la mise en place de l'apoptose. Thèse Doct., Université de Constantine, Algérie, p. 28-30.
2. BOAKYE K., MIHAL G.S., 1993. Change in pH and water-holding properties of *Longissimus dorsi* muscle during beef ageing. *Meat Sci.*, **34**: 335-349. DOI: 10.1016/0309-1740(93)90082-5
3. BOND J.J., WARNER R.D., 2007. Ion distribution and protein proteolysis affect water holding capacity of *Longissimus thoracis and lumborum* in meat of lamb subjected to *ante mortem* exercise. *Meat Sci.*, **75**: 406-414. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.08.005
4. BOUDJELLAL A., BECILA S., COULIS G., HERRERA-MENDEZ C., AUBRY L., LEPETIT J., HARHOURA K., SENTANDREU M.A., AIT AMAR H., OUALI A., 2008. Is the pH drop profile curvilinear and either monophasic or polyphasic? Consequences on the ultimate bovine meat texture. *Afric. J. Agric. Res.*, **3**: 195-204.
5. CRISTOFANELLI S., ANTONINI T., TORRES D., POLIDORI P., RENIERI C., 2004. Meat and carcass quality from peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Sci.*, **66**: 589-593. DOI: 10.1016/S0309-1740(03)00174-8
6. CULIOLI J., 1999. La qualité de la viande bovine : aspects biologiques et technologiques de la gestion de la tendreté. *Bull. Acad. Vét. Fr.*, **72** : 25-46.
7. DEVINE C.E., PAYNE S.R., PEACHEY B.M., LOWE T.E., INGRAM J.R., COOK C.J., 2002. High and low rigor temperature effects on sheep meat tenderness and ageing. *Meat Sci.*, **60**: 141-146. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00115-2
8. EL RAMMOUZ R., 2005. Etude des changements biochimiques *post mortem* dans le muscle des volailles. Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH. Thèse Doct., Institut national polytechnique, Toulouse, France, 138 p.
9. FAYE B., ABDELHADI O., RAIYMBEK G., KADIM I., HOCQUETTE J.F., 2013. La production de viande de chameau : état des connaissances, situation actuelle et perspectives. *Prod. Anim.*, **26** : 247-258.
10. GEAY Y., BAUCHART D., HOCQUETTE J.-F., CULIOLI J., 2002. Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes des ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *Prod. Anim.*, **15** : 37-52.
11. HOCQUETTE J.F., BOTREAU R., PICARD B., JACQUET A., PETHICK D.W., SCOLLAN N.D., 2012. Opportunities for predicting and manipulating beef quality. *Meat Sci.*, **92**: 197-209. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.04.007

12. HONIKEL K.O., 2009. Moisture and water-holding-capacity. In: Nollet L.M.L., Toldra F., Eds, Handbook of muscle foods analysis. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, p. 315-332.
13. JIANG S.T., 2000. Effect of proteinases on the meat texture and seafood quality. *Food Sci. Agric. Chem.*, **2**: 55-74.
14. KOOHMARAIE M., 1994. Muscle proteinases and meat ageing. *Meat Sci.*, **36**: 93-104. DOI: 10.1016/0309-1740(94)90036-1
15. NGOKA D.A., FRONING G.W., LOWRY S.R., BABJI A.S., 1982. Effect of sex, age, preslaughter factors and holding conditions on the quality characteristics and chemical composition of turkey breast muscles. *Poult. Sci.*, **61**: 1996-2003. DOI: 10.3382/ps.0611996
16. OFFER G., 1983. On mechanism of water-holding in meat. The swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Sci.*, **8**: 245-281. DOI: 10.1016/0309-1740(83)90013-X
17. OUALI A., OBLED A., DEVAL C., VALIN C., 1987. Comparative action of cathepsins D, B, H, L and of new lysosomal cysteine proteinase on rabbit myofibrils. *Meat Sci.*, **19**: 83-100. DOI : 10.1016/0309-1740(87)90014-3
18. OUALI A., VIGNON X., BONNET M., 1991. Osmotic pressure in *post mortem* bovine muscles: factors of variation and possible causative agents. In: Proc. 37th. Int. Congr. Meat Science and Technology, Kulmbach, Germany, 1-6 Sept. 1991, Vol. I, p. 452-456.
19. OULD EL HADJ M.D., BOUZGAG B., BOURAS A., MOUSSAOUI S., 2002. Etude comparative de quelques caractéristiques chimiques et physico-chimiques de la viande du dromadaire chez des individus du type « sahraoui », différents âges. In : Première journée sur la recherche cameline, Université de Ouargla, Algérie. *Rech. Agron. INRA*, **10** : 95-102.
20. PICARD B., JURIE C., CASSAR M., HOCQUETTE J.F., 2002. Typologie et myogénèse des fibres musculaires chez le bovin. *Prod. Anim.*, **16** : 125-131.
21. SMULDERS F.J.M., VAN LAAK R.L.J., EIKELENBOOM G., 1991. Muscle and meat quality: biological basis processing preparation. In: Smulders F.M.J., Ed., The European meat industry in the 1990's advanced technologies product quality and consumer acceptability. Utrecht, Netherlands, ECCEAMST/Audet, p. 121-159.
22. STARON T., 1981. L'alimentation humaine. Vol. 1 : Contribution à l'étude des constituants alimentaires et des aliments. Paris, France, Apria, 163 p.
23. TROUT G.R., 1988. Techniques for measuring water-holding capacity in muscle foods: a review of methodology. *Meat Sci.*, **23**: 235-252. DOI: 10.1016/0309-1740(88)90009-5
24. TROY D.J., 1999. Biochemical and physical indicators of beef quality. Dublin, Ireland, The National Food Center, 36 p. (Res. Rep. No 13)
25. VEISETH E., SHACHELFORD S.D., WHEELER T., KOOHMARAIE M., 2004. Indicators of tenderisation are detectable by 12h *post mortem* in ovine *longissimus*. *J. Anim. Sci.*, **82**: 1428-1436.
26. ZAMORA F., 1997. Variabilité biologique de l'attendrissage de la viande bovine : prédiction en fonction du facteur animal et du facteur type de muscle. Thèse Doct., Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France, 175 p.
27. ZAMORA F., DEBITON E., LEPETIT J., LEBERT A., DRANSFIELD E., OUALI A., 1996. Predicting variability of ageing and toughness in beef. *Longissimus lumborum* and *thoracis*. *Meat Sci.*, **43**: 321-333. DOI: 10.1016/S0309-1740(96)00020-4

Accepted 20 August 2015; Online publication 30 September 2015

## Summary

**Benaïssa A., Ould El Hadj-Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Mehiriq M., Boufaghes B., Attoussi M., Samili H., Becila S.** Quality of camel meat in the slaughterhouse of Ouargla in Algeria. I. Some physical and chemical characteristics of meat during ageing

The physicochemical parameters of four muscles (*semitendinosus* [ST], *rectus femoris* [RF], *longissimus thoracis* [LT] and *semimembranosus* [SM]), stored at 4°C, were measured during ageing in male camels (10 young aged three to four years, and 10 adults over five years) of Sahrawi breed. A decrease in postmortem temperature reached a minimum of  $5.7 \pm 0.20^\circ\text{C}$  (LT) in adults, whereas the minimum value in the young was lower with  $3.9 \pm 0.68^\circ\text{C}$  (ST). The pH of the studied muscles decreased during the postmortem period. The minimum values ranged from  $5.2 \pm 1.11$  (RF) to  $5.7 \pm 0.02$  (LT) in the young, and from  $5.6 \pm 0.05$  (SM) to  $6.3 \pm 0.53$  (ST) in adults. The amount of extractable water increased for the four muscles in both age groups. The maximum values were  $0.21 \pm 0.040$  g per gram of RF muscle in the young, and  $0.21 \pm 0.009$  g per gram of RF muscle in adults. This meant that the water retention capacity of the different muscles decreased during the postmortem period. The electrical conductivity did not follow the same pattern for all the studied muscles. A slight increase in this parameter was detected over time in LT ( $117.3 \pm 0.30$   $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) in the young, and in ST ( $158.3 \pm 0.14$   $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) in the adults.

**Keywords:** *Camelus dromedarius* – Camel meat – Muscle – Maturation of products – Chemicophysical property – pH – Algeria.

## Resumen

**Benaïssa A., Ould El Hadj-Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Mehiriq M., Boufaghes B., Attoussi M., Samili H., Becila S.** Calidad de dromedario en los mataderos de Ouargla en Argelia. I. Algunas características físico-químicas de la carne durante la maduración

Los parámetros físico-químicos durante la maduración de cuatro músculos (*semitendinoso* [ST], *rectus femoris* [RF], *longissimus thoracis* [LT] y *semimembranoso* [SM]), conservados a + 4°C, fueron medidos en dromedarios macho (10 jóvenes de tres a cuatro años y 10 adultos de más de cinco años) de raza Saharaoui. Una disminución de la temperatura *post mortem* alcanzó un valor mínimo de  $5,7 \pm 0,20^\circ\text{C}$  (LT) en los adultos, mientras que el valor mínimo registrado en los jóvenes fue más bajo con  $3,9 \pm 0,68^\circ\text{C}$  (ST). El pH de los músculos estudiados disminuyó durante el periodo *post mortem*. Los valores mínimos registrados variaron entre  $5,2 \pm 1,11$  (RF) y  $5,7 \pm 0,02$  (LT) en los camellejos, y de  $5,6 \pm 0,05$  (SM) y  $6,3 \pm 0,53$  (ST) en los adultos. La cantidad de agua extraíble aumentó para los cuatro músculos y en los dos grupos etáreos. Los valores máximos obtenidos fueron de  $0,21 \pm 0,040$  g por gramo de músculo RF joven y de  $0,21 \pm 0,009$  g por gramo de músculo RF adulto. Esto significa que la capacidad de retención de agua de los diferentes músculos disminuyó con el curso del tiempo *post mortem*. La conductividad eléctrica no siguió el mismo perfil para todos los músculos estudiados. Una ligera disminución de este parámetro con el curso del tiempo fue perceptible para el músculo LT ( $117,3 \pm 0,30$   $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) en los jóvenes, y ST ( $158,3 \pm 0,14$   $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) en los adultos.

**Palabras clave:** *Camelus dromedarius* – Carne de camello – Músculo – Maduración de productos – Propiedad físico-química – pH – Argelia.

# Qualité de la viande de dromadaire dans les abattoirs de Ouargla en Algérie. II. Contamination bactérienne superficielle des carcasses

A. Benaïssa<sup>1\*</sup> A. Ould El Hadj Khelil<sup>1</sup> A. Adamou<sup>1</sup>  
B. Babelhadj<sup>1</sup> M. Hammoudi<sup>1</sup> A. Riad<sup>1</sup>

## Mots-clés

*Camelus dromedarius* – Viande de chameau – Abattoir – Carcasse – Contamination biologique – Algérie.

## Résumé

Dans le but d'apprécier la qualité microbiologique de la viande de dromadaire produite à l'abattoir de la wilaya de Ouargla en Algérie, la contamination superficielle d'origine bactérienne de 60 carcasses camelines a été évaluée. Les prélèvements ont été réalisés par écouvillonnage de trois sites (cuisse, flanc et épaule). Les échantillons ont été prélevés dans un intervalle d'une heure après l'abattage de l'animal, après le dépouillement, à la fin de l'éviscération et avant l'inspection *post mortem*. Les taux de germes ont varié en fonction des carcasses et des sites de prélèvement. La flore prédominante a été la flore aérobie mésophile totale, dont le niveau de contamination a été de 2,8 log UFC/cm<sup>2</sup>, représentant 25 p. 100 de la flore dénombrée, suivie par les entérobactéries avec 2,4 log UFC/cm<sup>2</sup> (21 p. 100), les coliformes totaux avec 2,2 log UFC/cm<sup>2</sup> (20 p. 100), les coliformes fécaux avec 2,0 log UFC/cm<sup>2</sup> (18 p. 100), et les staphylocoques avec 1,8 log UFC/cm<sup>2</sup> (16 p. 100). La présence de souches de salmonelles et d'*Escherichia coli* a été détectée sur toutes les zones prélevées de la carcasse. La viande cameline de l'abattoir de Ouargla a présenté un niveau de contamination élevé par les germes pathogènes (salmonelles et staphylocoques). Une contamination fécale (*E. coli*) élevée a également été observée. De bonnes pratiques d'hygiène durant la phase d'abattage doivent être mises en œuvre afin de diminuer le niveau de contamination.

## ■ INTRODUCTION

Bien que la consommation de viande cameline soit très faible à l'échelle nationale, elle est importante dans les régions sahariennes car les camelins représentent 33 p. 100 de l'ensemble des abattages en viande rouge et cette proportion est en progression constante (1). L'abattage des animaux dans les abattoirs constitue une garantie de qualité pour les viandes. Les animaux et les denrées y subissent une inspection sanitaire permanente permettant de dépister des zoonoses et de retirer des circuits de consommation

humaine des viandes présentant des lésions préjudiciables à leur qualité sanitaire.

Toutefois, l'abattoir représente un lieu où le risque de contamination superficielle des viandes n'est pas négligeable. En effet, les manipulations non hygiéniques pendant l'abattage et la préparation des carcasses conduisent à de fréquentes contaminations superficielles qui peuvent affecter la santé du consommateur et la qualité de la viande (altération organoleptique et sanitaire) (7). Il a été estimé que 80 à 90 p. 100 de la microflore des viandes parvenant aux consommateurs résultait de contaminations croisées survenant à l'abattoir (17). De fait, les étapes de l'abattage, comme le dépouillement et l'éviscération, représentent des moments sensibles pour la contamination microbienne des carcasses. Une grande partie de ces germes sont des saprophytes de la peau et du tube digestif de l'animal, provoquant des altérations possibles de

1. Laboratoire de protection des écosystèmes des zones arides et semi-arides, Université Kasdi Merbah, Ouargla 30000, Algérie.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : +213 772 21 35 16 ; e-mail : benaissaatika@gmail.com

la carcasse, comme le poissage, une altération superficielle des carcasses, pouvant aller jusqu'à la putréfaction, c'est-à-dire une altération majeure des viandes si les conditions de conservation au froid ne sont pas respectées. Une fois contaminée, la viande peut être le siège d'une prolifération microbienne car elle constitue un excellent milieu de croissance pour un grand nombre d'espèces bactériennes. Ces contaminations sont souvent indétectables lors d'une simple inspection sanitaire *post mortem* car il s'agit de contaminations de très petites tailles. Néanmoins, toute souillure visuelle (matière fécale, contenu digestif, souillure environnementale) est une source importante de contamination bactérienne.

Ainsi, comme le montrent plusieurs études, la viande, avec ses dérivés, est très souvent à l'origine des intoxications alimentaires transmises à l'homme : ils représentent 70 p. 100 des cas d'intoxications alimentaires (16). Les maladies infectieuses d'origine alimentaire (ou les toxi-infections alimentaires collectives [TIAC]) sont souvent liées à des défauts d'hygiène et peuvent être très graves (2), mettant principalement en cause les bactéries salmonelles, *Escherichia coli* entérotoxigène et staphylocoques à coagulase positive. L'objectif de cette étude a été d'apprécier la qualité microbiologique de la viande cameline produite à l'abattoir de la wilaya de Ouargla en Algérie, en évaluant la contamination superficielle d'origine bactérienne des carcasses de dromadaire.

## MATERIEL ET METHODES

### Abattoir de Ouargla

L'abattoir communal de Ouargla a été sélectionné car il est l'un des plus importants abattoirs d'Algérie pour la production de viande rouge (bovine, ovine, caprine et cameline), estimée à 2000 tonnes par an. Il s'étend sur 85 000 m<sup>2</sup> (Direction des services agricoles, 2013) et se compose de trois aires de repos, l'une pour les camelins et les deux autres pour les bovins, les ovins et les caprins, et de six salles d'abattage et d'éviscération.

### Procédure d'abattage et d'éviscération du dromadaire

Après repos et diète hydrique, les dromadaires sont soumis à une inspection *ante mortem* afin de repérer et d'éliminer de la chaîne d'abattage les animaux malades. Ensuite la saignée est l'opération la plus délicate, le dromadaire est mis en position sterno-abdominale (contention), orienté vers la Mecque selon le rituel islamique. L'encolure est repliée le long du corps sur le flanc gauche et l'animal est égorgé (11). Le dépouillement commence après l'ablation de la tête et du cou. Une incision est pratiquée le long de la ligne dorsolombaire et la peau est repliée vers le ventre. La région du thorax et de l'abdomen est dépouillée avant les membres. La bosse est retirée et le cuir arraché. Le dépouillement et l'éviscération du dromadaire se font sur le sol. La cavité abdominale est ouverte. Les viscères abdominaux sont retirés, puis le diaphragme sectionné et les viscères thoraciques sont enlevés.

### Protocole expérimental

Pour apprécier la qualité hygiénique des carcasses, la recherche et le dénombrement des bactéries indicatrices de contamination fécale ou de défaut d'hygiène, et de certains germes pathogènes, comme les salmonelles et les staphylocoques à coagulase positive (22), sont réalisés. Les prélèvements ont été mis en œuvre par méthode non destructive (écouvillon de gaze et eau peptonée tamponnée comme diluant) (13, 18, 19). Une surface délimitée de 100 cm<sup>2</sup> a été frottée pendant au moins 20 secondes, verticalement, horizontalement et en diagonale, en appliquant une pression aussi forte que possible pour prélever les germes éventuellement présents (*Journal officiel*

*des Communautés européennes*, 2001). Pour chaque carcasse, trois zones ont été écouvillonnées correspondant à une surface totale de 300 cm<sup>2</sup> (6). Les prélèvements ont été réalisés deux jours par semaine. Les jours de l'échantillonnage ont varié d'une semaine à l'autre (du lundi au samedi) afin que les résultats soient représentatifs de toute la semaine. Les échantillons ont été prélevés dans un intervalle d'une heure après l'abattage, après le dépouillement, à la fin de l'éviscération et avant l'inspection *post mortem*. Au total, 180 échantillons provenant de 60 dromadaires abattus ont été analysés. Un échantillon par carcasse a consisté en trois prélèvements sur trois sites différents (cuisse, flanc et épaule). Les échantillons ont été transportés rapidement dans une glacière au laboratoire de l'Université Kasdi Merbah de Ouargla.

### Caractérisation microbiologique des surfaces étudiées

La préparation de la solution mère et des dilutions décimales a été réalisée selon la norme française NF V-057-2. Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale a été le dénombrement sur plaque de gélose, selon la norme ISO 4833. Les coliformes fécaux ont été dénombrés sur gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL), selon la norme NF V08-017, avec incubation des boîtes de Petriensemencées à 44 °C. Pour le dénombrement des coliformes totaux, le milieu VRBL a été utilisé, et les boîtes de Petriensemencées et incubées à 37 °C. Pour les entérobactéries, le milieu gélosé sélectif VRBG a étéensemencé dans la masse à 37 °C. Les staphylocoques ont été dénombrés sur milieu de Chapman (9). La recherche des salmonelles a été réalisée selon la norme NF V08-052. Un pré-enrichissement de 1 ml de la solution correspondant au prélèvement a été porté dans un tube contenant 9 ml d'eau peptonée tamponnée stérile, après incubation à 37 °C pendant 16 à 20 h. Il a été suivi par un enrichissement dans du bouillon Rappaport Vassiliadis soja (RVS), soit 0,1 ml de la solution de pré-enrichissement dans 10 ml de milieu RVS, avec incubation à 37 °C pendant 18 à 24 h. Un isolement a été réalisé par ensemencement en stries à la surface du milieu Hektoen à partir du bouillon d'enrichissement. Les boîtes ont été incubées à 37 °C pendant 18 à 24 h, parfois même pendant 48 h, en cas d'absence de colonies caractéristiques (colonies bleues) après la première lecture (21). Les résultats des dénombrements ont été exprimés en log du nombre d'unités formant colonies (UFC) / cm<sup>2</sup>.

L'identification biochimique d'*E. coli* a été réalisée à partir des colonies présentes sur milieu VRBL incubé à 44 °C (triple sucre fer [TSI], citrate de Simmons, production de gaz, uréase, production d'indole et production d'hydrogène sulfuré). La détermination de la mobilité a été obtenue par l'utilisation du mannitol mobilité.

## RESULTATS

Le tableau I montre la flore bactérienne par site de prélèvement. Le dénombrement des germes de la contamination globale des carcasses camelines a révélé des moyennes de contamination par la flore aérobie mésophile totale qui constituait la flore prédominante (25 p. 100 de la flore bactérienne globale dénombrée) de  $2,8 \pm 0,27 \log \text{ UFC/cm}^2$ , suivie par les entérobactéries avec  $2,4 \pm 0,28 \log \text{ UFC/cm}^2$  (21 p. 100), les coliformes totaux avec  $2,2 \pm 0,26 \log \text{ UFC/cm}^2$  (20 p. 100), les coliformes fécaux avec  $2,0 \pm 0,22 \log \text{ UFC/cm}^2$  (18 p. 100), et les staphylocoques avec  $1,8 \pm 0,44 \log \text{ UFC/cm}^2$  (16 p. 100).

La flore aérobie mésophile totale a été prédominante au niveau de la contamination globale des carcasses comme au niveau de chaque site. La surface des cuisses a été la zone la plus contaminée par cette flore, suivie par le flanc et l'épaule. Les

Tableau I

Flore bactérienne prélevée sur de la viande de dromadaires à l'abattoir de Ouargla en Algérie

Dénombrement (log UFC/cm <sup>2</sup> )	Paramètre calculé	Site de prélèvement			
		Cuisse	Epaule	Flanc	Carcasse
Flore aérobie mésophile totale	Nb. carcasses	60	60	60	60
	Moyenne	2,9	2,8	2,7	2,8
	Ecart-type	0,39	0,16	0,27	0,27
Entérobactéries	Nb. carcasses	48	48	48	48
	Moyenne	2,4	2,3	2,3	2,4
	Ecart-type	0,34	0,27	0,24	0,28
Coliformes totaux	Nb. carcasses	48	48	48	48
	Moyenne	2,2	2,1	2,2	2,2
	Ecart-type	0,31	0,24	0,23	0,26
Coliformes fécaux	Nb. carcasses	49	49	49	49
	Moyenne	2,0	1,9	2,1	2,0
	Ecart-type	0,30	0,25	0,11	0,22
Staphylocoques	Nb. carcasses	53	53	53	53
	Moyenne	1,9	1,9	1,7	1,8
	Ecart-type	0,48	0,48	0,38	0,44
Salmonelles	Nb. carcasses	39	39	39	39
	Présence (%)	100	100	100	100
<i>Escherichia coli</i>	Nb. carcasses	32	32	32	32
	Présence (%)	100	100	100	100

entérobactéries sont apparues en plus grand nombre sur la cuisse, suivie par l'épaule et le flanc. Globalement, cuisse et flanc ont été les zones les plus contaminées par les coliformes totaux, suivis par l'épaule. La même constatation a été faite pour les staphylocoques qui ont été plus nombreux sur la cuisse, suivie par le flanc, puis l'épaule. Cependant cette variabilité interzone n'a pas été statistiquement significative. Les salmonelles ont affecté tous les sites étudiés.

*E. coli* a été identifié à partir des colonies des coliformes fécaux (tableau II).

## ■ DISCUSSION

Parmi les germes dénombrés, la flore aérobie mésophile, les entérobactéries et les salmonelles ont été les trois indicateurs principaux de l'hygiène du procédé d'abattage (Commission européenne, 2005). De même, *E. coli* a renseigné sur les conditions de l'abattage (5). Les résultats obtenus ont été comparés aux données disponibles de quelques abattoirs algériens.

La flore aérobie mésophile totale est une flore indicatrice des bonnes pratiques d'hygiène. Cette flore se développe à température ambiante. Sa prédominance a déjà été signalée par Hamad (14) qui rapporte un taux de contamination moyen de 1,79 log UFC/cm<sup>2</sup>, et par Benaissa (4) qui indique une moyenne de 3,02 log UFC/g de viande cameline. Cette prédominance a été observée aussi bien

Tableau II

Identification d'*Escherichia coli* prélevé sur de la viande de dromadaires à l'abattoir de Ouargla en Algérie par les tests biochimiques et de détermination de la mobilité

Caractère d'identification	<i>E. coli</i>
Fermentation de glucose	+
Fermentation de lactose	+
Production de gaz	+
Production d'H <sub>2</sub> S	-
Citrate de Simmons	-
Indole	+
Manitol	+
Uréase	-
Mobilité	+

+ : présence ; - : absence

au niveau de la carcasse globale que sur chacun des trois sites échantillonnés. La valeur de 2,8 ± 0,27 log UFC/cm<sup>2</sup> a été supérieure à celle relevée à l'abattoir d'El Oued (14) sur des carcasses camelines, attestant de conditions d'hygiène plus déficientes dans l'abattoir de Ouargla. Cette valeur a cependant été inférieure

à celles rapportées dans les abattoirs d'Alger (4,48 log UFC/cm<sup>2</sup>) (19), de Constantine (5,34 log UFC/cm<sup>2</sup>) (10) et de Tiaret (3,17 log UFC/cm<sup>2</sup>) (15) sur des carcasses bovines. A Ouargla, Benaïssa (4) a enregistré des valeurs plus élevées (3,02 log UFC/g en moyenne) sur la viande cameline avec une méthode de prélèvement destructive basée sur l'utilisation d'un emporte-pièce. Cette méthode d'excision induit généralement des valeurs plus élevées (23).

Le taux de contamination par les entérobactéries de 2,4 log UFC/cm<sup>2</sup> a confirmé la présence d'une contamination d'origine fécale liée au non-respect des règles d'hygiène et pouvant avoir eu pour origine le tube digestif ou le sol contaminé lors de l'éviscération. Ces résultats sont proches de ceux de Benaïssa (4) qui rapporte une valeur moyenne de 2,27 log UFC/g pour cette viande. A l'inverse, Hamad (14) n'a dénombré que 0,84 log UFC/cm<sup>2</sup> à l'abattoir d'El-Oued. La cuisse a semblé héberger des charges microbiennes plus élevées par rapport aux deux autres sites étudiés, notamment l'épaule, plus faiblement contaminée, contrairement aux résultats obtenus par Hamad (14), et El-Hadef et Hokki (10) qui rapportent des charges microbiennes plus élevées respectivement de l'épaule (2,13 log UFC/cm<sup>2</sup>) et du flanc (1,21 log UFC/cm<sup>2</sup>).

Les coliformes représentent une portion assez considérable de la flore aérobie mésophile totale (3). Les taux élevés de coliformes totaux et fécaux (respectivement de 2,2 et 2 log UFC/cm<sup>2</sup>) dans nos échantillons ont été proches de ceux signalés par Benaïssa (2,04 log UFC/g coliformes fécaux) avec la technique d'excision (4). Ils ont cependant été supérieurs à ceux relevés par Hamad sur des carcasses camelines (0,50 log UFC/cm<sup>2</sup>) à El Oued (14), et par Nouichi et Hamdi sur des carcasses bovines (respectivement 2,92 et 2,6 log UFC/cm<sup>2</sup> pour les coliformes totaux et fécaux) à Alger (19).

Ces flores sont révélatrices de conditions d'hygiène et de manipulations des carcasses insuffisantes. Elles sont particulièrement indicatrices de contaminations fécales et par conséquent liées à des négligences survenues lors du dépouillement et de l'éviscération, ces étapes de l'abattage étant considérées comme étant les sources de contamination des carcasses les plus importantes, ou de comportements non hygiéniques des manipulateurs. En effet, les coliformes sont des bactéries saprophytes du tube digestif de l'homme et des animaux (3). La présence des staphylocoques indique une contamination à partir de la tête de l'animal (oreilles, amygdales, gorge) ou résultant de la manipulation des carcasses par un personnel pouvant être atteint de rhinopharyngite à staphylocoques, d'angine ou de lésion cutanée infectée aux mains (9).

La présence de salmonelles sur toutes les zones prélevées (100 p. 100) a été supérieure aux valeurs rapportées par Hammoudi et coll. (21 p. 100) (15), et Nouichi et Hamdi (10 p. 100) (20) sur des carcasses bovines. Leur provenance pouvait être diverse, comme les réservoirs gastro-intestinaux, le cuir, les mains des opérateurs et l'équipement (20). La présence d'*E. coli* atteste d'une contamination fécale, indiquant à nouveau une hygiène déficiente et des procédures d'abattage non conformes (20).

Le contrôle microbiologique dans les abattoirs algériens n'est pas obligatoire. De plus, les normes nationales ne mentionnent ni le type de prélèvement à pratiquer, ni la zone à prélever. Celles-ci devraient être révisées, notamment en concordance avec le règlement européen (CE). Néanmoins, le respect des bonnes pratiques d'hygiène lors de l'abattage et la réalisation de cet abattage dans des locaux et avec des équipements adaptés s'avèrent des éléments clés pour fournir une viande de qualité microbiologique satisfaisante. Tout contact des dromadaires abattus avec le sol devrait être évité. L'usage d'équipements spécialisés pourrait être recommandé, notamment la suspension de la carcasse lors du dépouillement et de l'éviscération (12). Le projet de construction d'abattoirs

industriels peut s'avérer avantageux pour le consommateur désirant un produit de meilleure qualité bactériologique. Un tel produit pourrait dès lors être conservé plus long temps et consommé sans danger sanitaire.

## CONCLUSION

La viande demeure une source essentielle de protéines pour l'homme. Cependant, son importance sanitaire et hygiénique, et son caractère périssable ont incité les pouvoirs publics à mettre en place des structures d'abattage contrôlées (les abattoirs). Les résultats des analyses microbiologiques réalisées à partir de différents échantillons prélevés à la surface des carcasses camelines à l'abattoir de Ouargla en Algérie montrent que le niveau de contamination par la majorité des germes dénombrés a été élevé, avec notamment la détection de germes pathogènes pour l'homme, comme les salmonelles, les staphylocoques et *E. coli*. Le strict respect des bonnes pratiques d'hygiène dans les abattoirs est donc essentiel pour la prévention de la contamination microbienne des carcasses, en vue de préserver au mieux la qualité des viandes, avec comme conséquence la protection de la santé du consommateur.

Des chaînes d'abattage permettant la continuité du processus d'abattage et évitant tout contact des carcasses avec le sol et les contaminations croisées sont recommandées. Tout processus d'abattage devrait être complété par une analyse microbiologique des carcasses sur des prélèvements réalisés de façon aléatoire. La salubrité est estimée par un contrôle vétérinaire *post mortem*, mais l'innocuité alimentaire de ces carcasses dépend essentiellement de la qualité des pratiques d'abattage et de la préparation de la carcasse, vérifiées par des analyses microbiologiques. La méthode *hazard analysis and critical control point* (HACCP) doit être mise en place dans les abattoirs algériens afin de prévenir les toxi-infections collectives.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADAMO A., 2011. Développement de la filière viande cameline pour la sécurité alimentaire des populations du Sahara algérien. In : atelier sous-régional, Effet du changement climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb, Ouargla, Algérie, 21-24 nov. 2011, p. 82.
- ARVIEUX C., 1998. Les toxi-infections alimentaires. *Digest*, **14** : 4-16.
- BASEL M.R., RICHTER E.R., BANWART G.J., 1983. Monitoring microbial numbers in food by density centrifugation. *Appl. Env. Microbiol.*, **45** : 1156-1159.
- BENAÏSSA A., 2011. Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes. Mém. Magister Microbiol. Appl., Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, p. 43-54.
- CARTIER P., 1990. Méthodologie de contrôle de la qualité hygiénique d'un avant de bovins. *Viandes Prod. Carnés*, **11** : 215-216.
- CARTIER P., 1993. Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonelle de la carcasse des bovins. Examen de 222 vaches de réforme. *Viandes Prod. Carnés*, **14** : 35-38.
- DENNAI N., KARRATI B., EL YACHIOUI M., 2000. Une microbiologie fluctuante. *Viandes Prod. Carnés*, **21** : 191-196.
- DENNAI N., KHARRATI B., EL YACHIOUI M., 2001. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, **145** : 270-274.
- DESMARCHELIER P.M., HIGGS M.G., MILLS L., SULLIVAN A.M., VANDERLINDE P.B., 1999. Incidence of coagulase positive staphylococcus on beef carcasses in three Australian abattoirs. *Int. J. Food Microbiol.*, **47** : 221-229. DOI: 10.1016/S0168-1605(99)00018-5

10. EL-HADEF EL OKKI S., EL-GROUD R., KENANA H., QUESSY S., 2005. Evaluation de la contamination superficielle des carcasses bovines et ovines provenant de l'abattoir municipal de Constantine en Algérie. *Can. Vet. J.*, **46** : 638-640.
11. FAYE B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne, France, Sanofi, 126 p.
12. FAYE B., ABDELHADI O., RAIYMBEK G., KADIM I., HOCQUETTE J.F., 2013. La production de la viande de chameau : état des connaissances, situation actuelle et perspectives. *Prod. Anim.*, **26** : 247-258.
13. FLISS I., SIMARD R.E., ETTRIKI A., 1991. Comparison of three sampling techniques for microbiological analysis of meat surfaces. *J. Food Sci.*, **56**: 249-252. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1991.tb08021.x
14. HAMAD B., 2009. Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'El-Oued. Mém. Magister Méd. Vét., Université de Constantine, Algérie, p. 29-30.
15. HAMMOUDI A., BOUSMAHA F., BOUZID R., AGGAD H., SAEGERMAN C., 2013. Evaluation de la contamination bactérienne superficielle des carcasses bovines dans un abattoir algérien. *J. Anim. Plant Sci.*, **19** : 2901-2907.
16. HOBBS B.C., GILBERT R.J., 1978. Food poisoning and food hygiene, 4th Edn. Westport, CT, USA, Food and Nutrition Press, 366 p.
17. JOUVE J.L., 1990. Microbiologie alimentaire et filière des viandes. *Viandes Prod. Carnés*, **11** : 207-213.
18. KARIB H., YANGUELA J., BLANCO D., CARRAMINANA J.J., HERREA A., 1993. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses et des viscères d'agneaux fraîchement abattus. *Viandes Prod. Carnés*, **11** : 118-129.
19. KHALIFA A.H., 1985. Origine des contaminations superficielles des carcasses de bovins à l'abattoir, techniques de prélèvement. Mém. DEA, Ecole nationale vétérinaire de Lyon, France, p. 4-36.
20. NOUICHI S., HAMDI T.M., 2009. Superficial bacterial contamination of ovine and bovine carcasses at El-Harrach slaughterhouse (Algeria). *Eur. J. Sci. Res.*, **38**: 474-485.
21. RODIER J., BAZIN C., CHANBON P., BROUTIN J.P., CHAMPSAUR H., RODI L., 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 8<sup>e</sup> éd. Paris, France, Dunod, p. 1 383.
22. WARE L.M., KAIN M.L., SOFOS J.N., BELK K.E., SMITH C.G., 1999. Comparison of sponging and excising as sampling procedures for microbiological analysis of fresh beef-carcass tissue. *J. Food Prot.*, **62**: 1255-1259.
23. ZWEIFEL C., BALTZER D., STEPHAN R., 2005. Microbiological contamination of cattle and pig carcasses at five abattoirs determined by swab sampling in accordance with EU decision 2001/471/EC. *Meat Sci.*, **69**: 559-566. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.10.007

Accepted 18 August 2015; Online publication 30 September 2015

## Summary

**Benaissa A., Ould El Hadj Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Hammoudi M., Riad A.** Camel meat quality in the slaughterhouse of Ouargla in Algeria. II. Bacterial surface contamination of carcasses

To assess the microbiological quality of camel meat in the slaughterhouse of Ouargla District in Algeria, the bacterial surface contamination of 60 camel carcasses was investigated. Within an hour after slaughter, swabs were used to collect samples on three sites (thigh, flank and shoulder), just after skinning and before postmortem inspection. Germ rates varied depending on the carcasses and sampling sites. The predominant flora was the total aerobic mesophilic flora, whose contamination level was 2.8 log CFU/cm<sup>2</sup> (i.e. 25% of the flora count), followed by enterobacteria with 2.4 log CFU/cm<sup>2</sup> (21%), total coliforms with 2.2 log CFU/cm<sup>2</sup> (20%), fecal coliforms with 2.0 log CFU/cm<sup>2</sup> (18%), and staphylococci with 1.8 log CFU/cm<sup>2</sup> (16%). *Salmonella* and *Escherichia coli* were detected on all the sampled sites of the carcasses. The camel meat of Ouargla slaughterhouse showed a high level of contamination by pathogenic bacteria (salmonellae and staphylococci). A high fecal contamination (*E. coli*) was also present. Good hygiene practices need to be implemented at slaughter to reduce contaminations.

**Keywords:** *Camelus dromedarius* – Camel meat – Abattoir – Carcass – Biological contamination – Pathogenic bacteria – Algeria.

## Resumen

**Benaissa A., Ould El Hadj Khelil A., Adamou A., Babelhadj B., Hammoudi M., Riad A.** Calidad de la carne de dromedario en los mataderos de Ouargla en Argelia. II. Contaminación bacteriana de las carcasas

Con el fin de evaluar la calidad microbiológica de la carne de dromedario producida en el matadero de wilaya de Ouargla en Argelia, se evaluó la contaminación superficial de origen bacteriana en 60 carcasas camelines. Las muestras fueron realizadas por frotis en tres zonas (muslo, flanco y hombro). Las muestras fueron obtenidas en un intervalo de una hora después del sacrificio y destace del animal, al final de la evisceración y antes de la inspección *post mortem*. Las tasas de gérmenes variaron según la carcasa y los sitios de muestreo. La flora predominante fue la flora aeróbica mesófila total, cuyo nivel de contaminación fue de 2,8 log UFC/cm<sup>2</sup>, representando 25% de la flora identificada, seguida por enterobacterias, con 2,4 log UFC/cm<sup>2</sup> (21%), los coliformes con 2,2 log UFC/cm<sup>2</sup> (20%), los coliformes fecales con 2,0 log UFC/cm<sup>2</sup> (18%) y los estafilococos con 1,8 log UFC/cm<sup>2</sup> (16%). La presencia de cepas de *Salmonella* y de *Escherichia coli* fue detectada en todas las zonas de muestro de la carcasa. La carne camelina del matadero de Ouargla presentó un nivel de contaminación elevado para los gérmenes patógenos (salmonelas y estafilococos). Una contaminación fecal (*E. coli*) elevada fue igualmente observada. Buenas prácticas de higiene durante la fase de matanza deben ser establecidas con el fin de disminuir el nivel de contaminación.

**Palabras clave:** *Camelus dromedarius* – Carne de camello – Matadero – Canal animal – Contaminación biológica – Argelia.



# Séroprévalence et facteurs de risque des hémoparasitoses (theilériose, babésiose et anaplasmosse) chez les bovins dans quatre grandes régions d'élevage du Maroc

T. Rahali <sup>1\*</sup> H. Sahibi <sup>1</sup> A. Sadak <sup>2</sup> S. Ait Hamou <sup>1</sup>  
B. Losson <sup>3</sup> W.L. Goff <sup>4</sup> A. Rhalem <sup>1</sup>

## Mots-clés

Bovin – Theilériose tropicale – Babésiose – Anaplasmosse – Facteur de risque – Maroc.

## Résumé

Les hémoparasitoses (theilériose, babésiose et anaplasmosse) sont des maladies vectorielles graves dont l'impact économique et sur la santé des élevages bovins au Maroc est considérable. L'objectif de cette étude, réalisée dans quatre régions d'élevage bovin laitier, a été de déterminer la séroprévalence et les facteurs de risque de ces infections. Au total 1 040 bovins ont été examinés dans 96 exploitations. La technique *competitive enzyme-linked immunosorbent assay* (cELISA) et la réaction d'immunofluorescence indirecte ont été utilisées pour la détermination de la séroprévalence, et le test statistique V de Cramer a permis d'analyser les facteurs de risque d'infection des bovins par les hémoparasites. Sur 1 040 sérums analysés, 689 (66,3 p. 100) ont été séropositifs ; la séroprévalence a varié selon le parasite considéré : *Theileria annulata* (35,4 p. 100), *Anaplasma marginale* (20,5 p. 100), *Babesia bigemina* (13,6 p. 100) et *B. bovis* (12,0 p. 100). Par ailleurs, 155 sérums (14,9 p. 100) ont présenté des infections mixtes (deux ou trois hémoparasites simultanément). L'analyse statistique a montré que l'âge (C = 0,62) et le type d'élevage (C = 0,60) ont eu une forte influence sur la séroprévalence, tandis que la race (C = 0,46) et le sexe (C = 0,29) ont eu une influence moindre. Le climat (C = 0,06) n'a pas semblé avoir d'impact. Ces résultats aideront à comprendre la situation épizootique des hémoparasitoses vectorielles chez les bovins afin d'établir une stratégie adéquate pour leur contrôle.

## ■ INTRODUCTION

Au Maroc, l'élevage des ruminants revêt une importance capitale dans l'activité économique rurale. Sa part dans le produit intérieur brut (PIB) agricole est estimée à 30 p. 100, soit 4,7 p. 100 du PIB global, et la taille du cheptel exploitée est estimée à 24 millions de têtes (2,7 millions de bovins, 16 millions d'ovins et 5 millions

de caprins). C'est un secteur sur lequel la nouvelle stratégie agricole du Maroc, le « Plan Maroc Vert », mise pour la dynamisation de l'activité agricole. Ce plan préconise ainsi un développement important de la production laitière, avec une augmentation de la production de lait de 2,3 milliards de litres en 2011 à 5 milliards en 2020 (3).

Cependant, cet élevage est confronté à un sérieux problème qui limite son rendement et freine son développement. Il s'agit des maladies hémoparasitaires (theilériose, babésiose et anaplasmosse) qui causent des dégâts considérables par la morbidité et la mortalité qu'elles occasionnent dans les cheptels. Ces maladies ont toujours existé au Maroc et ne représentaient pas de danger majeur pour les cheptels car ceux-ci bénéficiaient d'une situation épizootique stable, installée depuis plusieurs générations parmi les races animales locales. Mais leur gravité s'est considérablement accentuée suite à la politique d'importation de races étrangères, génétiquement plus performantes, entreprise dans les années 1970 dans

1. Département de parasitologie et maladies parasitaires, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, Maroc.

2. Département de biologie générale, faculté des sciences, Université Mohammed V, Rabat, Maroc.

3. Laboratoire de parasitologie et maladies parasitaires, faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, 4000 Liège, Belgique.

4. Animal Disease Research Unit, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Pullman, WA 99164-6630, USA.

\* Auteur pour la correspondance

Tél. : + 212 618 02 82 13 ; e-mail : rahali.tarik@gmail.com

le but d'améliorer le potentiel génétique du cheptel national. Ces animaux importés étaient dépourvus d'immunité contre les parasites locaux et succombaient rapidement aux infections. Ainsi, ces maladies sont passées, au cours de ces quatre dernières décennies, du statut de maladies quasiment inoffensives à celui de maladies qui représentent l'une des entraves majeures à l'élevage des ruminants.

Les pertes dues aux hémoparasitoses n'ont jamais été chiffrées de façon précise et à grande échelle, mais le nombre important de cas traités chaque année par les vétérinaires ainsi que la quantité impressionnante de médicaments hémoparasitocides utilisés (buparvaquone, imidocarb et tétracycline), selon les déclarations des vétérinaires et des éleveurs, témoignent de l'importance de ces maladies au Maroc (15). On a signalé ces dernières années des taux de mortalité dues à la theilériose allant jusqu'à 50 à 80 p. 100 chez les génisses pleines importées dans la région de Doukkala (14).

La présente étude fait partie d'un ambitieux programme de contrôle des tiques et des maladies transmises par les tiques au Maroc. Elle a eu pour objectif de connaître la situation épidémiologique actuelle de la theilériose bovine à *Theileria annulata*, des babesioses bovines à *Babesia bovis* et *B. bigemina*, et de l'anaplasmosse bovine à *Anaplasma marginale*, en déterminant leurs séroprévalences et en analysant les facteurs de risque favorisant leur survenue dans les principales zones d'élevage au Maroc afin d'établir une stratégie de contrôle adéquate.

## ■ MATERIEL ET METHODES

### Régions d'étude

La présente étude a été réalisée dans quatre régions d'élevage situées au centre nord-ouest du Maroc (figure 1). Ces quatre régions connaissent une grande concentration de bovins laitiers et fournissent à elles seules plus de 75 p. 100 de la production laitière du pays. Vingt-quatre sites ont été choisis dans chaque région



**Figure 1** : situation géographique des régions concernées par l'étude. G : Gharb-Chrarda-Beni Hssen ; D : Doukkala-Abda ; T : Tadla-Azilal ; M : Marrakech-Tensift-Al Haouz.

pour réaliser les prélèvements sur les bovins, et 96 exploitations ont ainsi été visitées.

### Région du Gharb-Chrarda-Beni Hssen

Cette région de plaine s'étend sur 8 805 km<sup>2</sup> et sur deux étages bioclimatiques, l'un semi-aride, l'autre subhumide avec un hiver tempéré. Le climat y est de type méditerranéen, doux et humide en hiver, et chaud et sec en été. Les précipitations annuelles dépassent largement la moyenne nationale : elles sont partout supérieures à 600 mm. La température moyenne varie entre 14 et 23 °C. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (août) est de 33 °C et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (janvier) est de 5 °C. Le cheptel bovin est constitué de 433 000 têtes dont 230 000 sont destinées à la production laitière.

### Région de Doukkala-Abda

Située au sud de la plaine centrale, sur la côte atlantique entre les deux grands fleuves Oum Rbia et Tensift, cette région s'étend sur 13 285 km<sup>2</sup>. Elle s'inscrit dans le domaine du climat atlantique avec des températures qui restent clémentes en hiver et douces en été, aussi bien sur les côtes qu'à l'intérieur. Ces températures descendent rarement jusqu'à 0 °C en janvier et les maxima les plus fréquents de ce mois varient entre 14 et 18 °C. En été, l'atmosphère se réchauffe sensiblement, les maxima les plus fréquents en juillet varient entre 16 et 26 °C. Le cheptel bovin est constitué de 410 000 têtes dont 147 000 sont destinées à la production laitière.

### Région de Tadla-Azilal

Cette région s'étend sur 17 125 km<sup>2</sup>, à une altitude moyenne de 400 à 700 m entre les plateaux de phosphate et le Moyen Atlas. Son climat est continental avec des précipitations variant entre 450 et 750 mm selon les années, qui la situent sur deux étages bioclimatiques méditerranéens, l'un semi-aride, l'autre subhumide. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud est de 39,8 °C et celle des températures minimales du mois le plus froid est de 3,9 °C. Le cheptel bovin de cette région est constitué de 182 000 têtes dont 97 000 sont destinées à la production laitière.

### Région de Marrakech-Tensift-Al Haouz

Cette région s'étend sur 31 160 km<sup>2</sup>. Le climat est en général aride ou semi-aride (altitude moyenne de 600 m), mais humide dans l'Atlas (de 1 500 m à 2 000 m d'altitude) et sur le littoral. La pluviométrie annuelle est très variable : 50 p. 100 du territoire n'enregistrent que des niveaux inférieurs à 300 mm, 30 p. 100 enregistrent une pluviométrie annuelle comprise entre 300 et 400 mm alors que 20 p. 100 du territoire, du côté de la chaîne montagneuse du Haut-Atlas, enregistrent une pluviométrie supérieure à 400 mm. La température moyenne de 80 p. 100 de la région est de 18 °C environ. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud est de 38,3 °C et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid est de 4,5 °C. Le cheptel bovin est constitué de 400 500 têtes dont 158 000 sont destinées à la production laitière.

### Animaux et prélèvements sanguins

Les prélèvements sanguins ont été effectués pendant le mois d'août 2008 sur 1 040 bovins : 515 mâles et 525 femelles, 522 de races croisées et 518 de race locale, 508 âgés de moins d'un an et 532 de plus d'un an, 520 dans des élevages traditionnels et 520 dans des élevages modernes, et 780 dans un climat aride à semi-aride et 260 dans un climat semi-aride à subhumide. Les échantillons ont été prélevés au niveau de la veine jugulaire et mis dans des tubes secs sur lesquels ont été mentionnés l'âge, la race, le sexe, l'origine et le type d'élevage. Les sérums ont été ensuite récupérés et conservés à -20 °C.

## Analyses sérologiques

Les analyses sérologiques ont été effectuées au laboratoire de parasitologie de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II de Rabat, Maroc, au moyen de kits fournis par Animal Disease Research Unit, Agricultural Research Service, Department of Agriculture, Pullman, WA, USA.

Pour la recherche d'*Anaplasma marginale*, un test *competitive enzyme-linked immunosorbent assay* (cELISA) a été effectué selon les instructions du fabricant (13) qui a aussi fourni les contrôles positifs et négatifs.

Pour la recherche de *Babesia bovis*, un test cELISA, décrit par Goff et coll. (12) et permettant la recherche des anticorps spécifiques de *B. bovis*, ainsi que des plaques Mylar Pouch ont été utilisés. Les contrôles positif et négatif ont également été fournis.

Pour la recherche de *Babesia bigemina*, une technique basée sur l'immunofluorescence indirecte (IFI), décrite par Coons (8), a été utilisée pour révéler les anticorps anti-*B. bigemina*.

Pour la recherche de *Theileria annulata*, la révélation des anticorps anti-*T. annulata* a été effectuée à l'aide du test IFI décrit dans le manuel de diagnostic de l'OIE (18). Les étalements de schizontes de *T. annulata* ont été préparés selon la technique décrite par Pipano et Cahana (19), et Burridge (7).

## Analyse statistique

Afin de déterminer la corrélation entre certains facteurs liés aux bovins (âge, sexe, race, type d'élevage et climat) et la séropositivité des échantillons, une analyse statistique des données a été réalisée en utilisant le test V de Cramer. Le V de Cramer (C) est une forme centrée réduite du Chi deux. Il varie entre 0 et 1. Plus la valeur de C est proche de 1, plus il y a corrélation entre les deux variables.

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

Le taux d'infection des élevages par les hémoparasites a été très élevé dans toutes les régions de l'étude puisque 94 p. 100 des exploitations visitées étaient infectées par au moins un des quatre hémoparasites recherchés, et ainsi seulement 6 p. 100 étaient indemnes de ces parasites. En outre, la totalité des exploitations

de type traditionnel était infectée, les séroprévalences ayant varié de 20 à 75 p. 100, ce qui témoignait de la présence de conditions favorables (climat, vecteurs, hôtes) à la prolifération et au maintien de ces infections.

Sur 1 040 sérums de bovins analysés, 689 (66,3 p. 100) ont été positifs à l'un au moins des quatre hémoparasites étudiés (tableau I). L'infection à *T. annulata* a été la plus répandue avec une prévalence de 35,6 p. 100. Cette prédominance a déjà été rapportée au Maroc (1) et dans les pays voisins maghrebins, l'Algérie (30) et la Tunisie (6). Au Maroc, le vecteur naturel de *T. annulata* est la tique *Hyalomma scupense* (= *Hyalomma detritum*) qui est la tique dominante dans plusieurs régions d'élevage du pays (21, 22) ainsi que dans d'autres pays du Maghreb (6, 30).

L'infection à *Babesia* a été de 12 et 13,6 p. 100, respectivement pour *B. bovis* et *B. bigemina*. Les babésioses bovines et leurs vecteurs ont été rapportés dans plusieurs régions du Maroc (1, 4, 10, 24). Toutefois, les données épidémiologiques sur l'infection par *Babesia* varient d'une étude à l'autre. Sahibi et coll. (24) ont estimé la prévalence de *B. bovis* à 22 p. 100 au Gharb et 10 p. 100 à Al Haouz, alors que nos résultats pour ces deux régions ont été respectivement de 6,9 et 8,8 p. 100. Pour *B. bigemina*, Sahibi et coll. (24) ont rapporté des prévalences de 10,8 p. 100 au Gharb et 0,0 p. 100 à Al Haouz alors que nos résultats ont révélé des prévalences respectives de 12,7 et 11,2 p. 100. La région d'Al Haouz était donc indemne, selon Sahibi et coll. (24), de *B. bigemina* en 1998. Ait Hammou et coll. (1) ont rapporté des séroprévalences dans la région du Gharb, respectivement pour *B. bovis* et *B. bigemina* de 23 et 25 p. 100, alors que nos résultats ont révélé des séroprévalences dans cette région de 6,9 p. 100 pour *B. bovis* et 12,7 p. 100 pour *B. bigemina*. Cette disparité dans les résultats pourrait s'expliquer en partie par la taille des échantillons, par les tests utilisés, mais probablement aussi par le fait que *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, vecteur naturel de ce protozoaire, tique hygrophile, habituée au climat humide, modifie continuellement sa zone d'activité en suivant les réseaux d'irrigation, même dans les régions à climat aride, alors qu'une autre espèce, *R. bursa*, est suspectée de transmettre également cet hémoparasite aux bovins.

La séroprévalence globale de l'infection à *A. marginale* a été estimée à 20,5 p. 100 (tableau I). Les seules études sérologiques qui ont été réalisées pour estimer l'importance de cette infection au Maroc ont été conduites par Verhulst et coll. (26), Sahibi et coll. (25), et Ait Hammou et coll. (2), qui ont rapporté des

Tableau I

Séroprévalences des hémoparasitoses à *Babesia bovis*, *B. bigemina*, *Theileria annulata* et *Anaplasma marginale* selon la région de l'étude au Maroc

Région	Nb. fermes	Sérums analysés	Sérums positifs	Séropositif (%)				
				<i>B. bovis</i>	<i>B. bigemina</i>	<i>T. annulata</i>	<i>A. marginale</i>	Infections mixtes
Gharb-Chrarda-Beni Hssen	24	260	196 (75,4)	18 (6,9)	33 (12,7)	135 (51,9)	54 (20,8)	57 (21,9)
Doukkala-Abda	24	260	178 (68,5)	57 (21,9)	39 (15)	74 (28,5)	70 (26,9)	44 (16,9)
Tadla-Azilal	24	260	154 (59,2)	27 (10,4)	40 (15,4)	68 (26,2)	40 (15,4)	21 (8,1)
Marrakech-Tensift-Al Haouz	24	260	161 (61,9)	23 (8,8)	29 (11,2)	93 (35,8)	49 (18,8)	33 (12,7)
Total	96	1 040	689 (66,3)	125 (12,0)	141 (13,6)	370 (35,6)	213 (20,5)	155 (14,9)

séroprévalences respectivement de 9, 22,2 et 21,9 p. 100 dans différentes régions du Maroc. D'autres études dans des pays voisins rapportent des séroprévalences moins importantes, notamment 7,4 p. 100 en Algérie (30) ou et 3,5 p. 100 en Egypte (29).

Sur les 1 040 sérums bovins analysés, 155 (14,9 p. 100) ont présenté des infections mixtes, soit deux ou trois hémoparasites à la fois (*B. bovis* + *B. bigemina* ; *B. bovis* + *A. marginale* ; *B. bovis* + *T. annulata* ; *T. annulata* + *A. marginale* ; *B. bovis* + *B. bigemina* + *A. marginale*). De fait, nous avons constaté au niveau de la majorité des exploitations visitées un mélange et une proximité d'animaux domestiques divers (bovins, ovins, caprins, équins, volailles et lagomorphes), en plus des visiteurs sauvages (oiseaux et rongeurs), procurant une multitude d'hôtes potentiels pour différentes espèces de tiques vectrices de ces divers pathogènes. Ainsi, lors des collectes, plusieurs espèces de tiques ont été rencontrées au niveau d'une seule exploitation (quatre à cinq espèces par endroit) et sur un même animal (trois à quatre espèces). D'autres auteurs ont déjà rapporté ce phénomène au Maroc (23).

La séroprévalence des quatre hémoparasites étudiés a varié selon la région, pour *T. annulata* entre 26,2 et 51,9 p. 100, pour *B. bovis* entre 6,9 et 21,9 p. 100, pour *B. bigemina* entre 11,2 et 15,4 p. 100, et pour *A. marginale* entre 15,4 et 26,9 p. 100 (tableau I). Ces taux indiquaient une instabilité enzootique au niveau des régions irriguées si on se réfère au modèle de Mahoney (16).

La région du Gharb a été la plus touchée par ces infections avec 75,4 p. 100 des bovins séropositifs (tableau I). Elle héberge un grand nombre de bovins et dispose d'un climat subhumide, d'un couvert végétal abondant, favorable à la survie et la prolifération des tiques, mais aussi des rongeurs et autres petits mammifères qui constituent les hôtes des stades immatures de certaines espèces, comme celles de *Hyalomma*.

Doukkala a été la deuxième région la plus touchée par ces infections avec 68,5 p. 100 de bovins séropositifs, suivie par Al Haouz (61,9 p. 100), puis par Tadla (59,2 p. 100). Ces séroprévalences sont assez élevées malgré le fait que, contrairement à Gharb, ce sont des régions à climat aride ou semi-aride moins favorable à la survie et la prolifération des tiques. La seule explication plausible serait, à notre avis, la présence de microclimats humides favorisant la survie de ces ectoparasites. En effet, ces trois régions ont bénéficié de la mise en place d'un vaste réseau d'irrigation issu de grands barrages avec d'importantes retenues d'eau. Cela a adouci le climat de certaines zones arides et permis l'installation d'un couvert végétal abondant autour des retenues, assurant le gîte pour les tiques.

L'analyse statistique a montré que, parmi les facteurs influençant l'infection par les hémoparasites, l'âge de l'animal ( $C = 0,62$ ) et le type d'élevage ( $C = 0,60$ ) ont eu une grande influence, tandis que la race ( $C = 0,46$ ) et le sexe du bovin ( $C = 0,29$ ) ont eu une influence moindre. Le climat ( $C = 0,06$ ) n'a eu aucune influence significative (tableau II).

Concernant l'influence de l'âge sur l'infection des bovins par les hémoparasites, les bovins âgés de moins d'un an ont été moins sensibles à ces infections, comme déjà rapporté dans des études précédentes. Cela provient de la protection immunitaire innée qui s'estompe généralement après un an (28), et probablement aussi du fait que les animaux âgés peuvent davantage être infectés par les hémoparasites car ils sont exposés aux populations de tiques pendant plusieurs saisons. El Haj et coll. (10) ont observé que la proportion de bovins infectés augmentait avec l'âge.

Le type d'élevage a également eu une influence significative sur l'infection des bovins par les hémoparasites. Le nombre de bovins infectés a ainsi été plus important dans les élevages traditionnels

Tableau II

Influence du climat, du type d'élevage, de l'âge, du sexe et de l'origine des bovins sur l'infection des bovins par les hémoparasites dans le centre nord-ouest du Maroc

Facteurs de risque	Nb. animaux infectés (%)	Tests	
		$\chi^2$	C
<b>Age</b>			
< 1 an (n = 508)	48 (9,4)	665,70	0,62
> 1 an (n = 532)	476 (89,5)		
<b>Sexe</b>			
Mâle (n = 515)	268 (52,0)	92,15	0,29
Femelle (n = 525)	421 (80,2)		
<b>Race</b>			
Locale (n = 518)	132 (25,5)	276,34	0,46
Croisée (n = 522)	402 (77,0)		
<b>Climat</b>			
Subhumide/semi-aride (n = 260)	185 (71,2)	3,73	0,06
Semi-aride/aride (n = 780)	504 (64,6)		
<b>Type d'élevage</b>			
Traditionnel (n = 520)	478 (91,9)	581,20	0,60
Moderne (n = 520)	91 (17,5)		

que dans les élevages modernes. Ceci pourrait s'expliquer par la nature extensive du mode de pâturage, par le type de construction de ces exploitations qui représentent des gîtes favorables au développement des tiques endophiles vectrices de ces hémoparasites, et par le manque de traitements acaricides appropriés et réguliers.

La race a eu une influence moyennement significative sur l'infection des bovins par les hémoparasites, les bovins importés étant relativement plus sensibles que les bovins locaux. Enfin, le sexe a eu une influence peu significative sur l'infection des bovins par les hémoparasites. El Haj et coll. (10) ont rapporté que la proportion de séropositifs pour *B. bigemina* était plus importante chez les femelles, et Flach et coll. (11) ont rapporté que les bovins mâles étaient moins infectés par *T. annulata* que les femelles. Paradoxalement, le climat de la région n'a pas semblé avoir une influence significative sur l'infection par les hémoparasites ( $C = 0,06$ ).

## ■ CONCLUSION

Cette étude a montré que les hémoparasites bovins étudiés circulaient massivement dans les principales régions d'élevage bovin du Maroc. Les taux de contamination des élevages et des animaux étaient très élevés dans les quatre régions étudiées et un nombre important d'animaux étaient porteurs d'anticorps dirigés contre deux voire trois hémoparasites simultanément. La région du Gharb a été la plus infectée par ces pathogènes. Les anticorps dirigés contre la theilériose bovine à *T. annulata* ont été les plus fréquemment observés dans toutes les régions étudiées. Le type d'élevage, l'âge des animaux et la race ont été des facteurs favorisant la contamination par les hémoparasites. Cependant, d'après les séroprévalences relevées et malgré les taux d'infection élevés, la situation épizootique de ces maladies reste instable.

Dans plusieurs pays du monde, la lutte contre les hémoparasitoses a été réalisée jusqu'à présent avec des moyens moins efficaces que ceux dont on dispose aujourd'hui et a surtout été basée sur la lutte contre les vecteurs au moyen d'acaricides. Des techniques sensibles et fiables d'immunologie moderne et de biologie moléculaire permettent désormais de lutter efficacement contre ces maladies. En raison des problèmes liés à l'application d'acaricides comme moyens de contrôle principaux, nous recommandons que les futures études soient centrées sur le développement de techniques basées sur la vaccination à l'aide de souches locales atténuées ou sur la méthode d'infection/traitement. La vaccination est utilisée chez les bovins contre la babésiose et la theilériose depuis plusieurs années, notamment en Israël (20), au Brésil (27), en Argentine (17) et en Australie (5). Les études réalisées dans les pays du Maghreb ont concerné la theilériose avec la mise au point d'un vaccin vivant, à base de lymphocytes infectés par des schizontes de *T. annulata* (Ouhelli et coll. [22] au Maroc, et Darghouth et coll. [9] en Tunisie).

## Remerciements

Nous exprimons nos sincères remerciements aux vétérinaires et éleveurs des régions du Gharb, du Doukkala, du Tadla et d'Al Haouz pour leur aide précieuse sur le terrain. Nous tenons également à remercier les docteurs Abou Al Manadile, Ben Abdellah et Hachad pour leurs précieux conseils et leur assistance.

## BIBLIOGRAPHIE

- AIT HAMOU S., RAHALI T., SAHIBI H., BELGHYTI D., LOSSON B., RHALEM A., 2012. Séroprévalences des hémoparasitoses bovines dans deux régions irriguées du Maroc. *Rev. Méd. Vét.*, **163** : 480-485.
- AIT HAMOU S., RAHALI T., SAHIBI H., BELGHYTI D., LOSSON B., GOFF W., RHALEM A., 2012. Molecular and serological prevalence of *Anaplasma marginale* in cattle of North Central Morocco. *Res. Vet. Sci.*, **93**: 1318-1323.
- AUJOURD'HUI LE MAROC, 2013. Le Maroc récoltera les fruits du Plan Maroc Vert. [www.aujourd'hui.ma/une/carrefour-elevage-bovin/%C2%AB-a-l-horizon-2020-le-maroc-recoltera-les-fruits-du-plan-maroc-vert-%C2%BB-106217#.VF8FTTz2NY](http://www.aujourd'hui.ma/une/carrefour-elevage-bovin/%C2%AB-a-l-horizon-2020-le-maroc-recoltera-les-fruits-du-plan-maroc-vert-%C2%BB-106217#.VF8FTTz2NY)
- BAILLY-CHOUMARA H., MOREL P.C., RAGEAU J., 1974. Première contribution au catalogue des tiques du Maroc (Acari, Ixodidae). *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc*, **54** : 71-80.
- BOCK R.E., DE VOS A.J., 2001. Immunity following use of Australian tick fever vaccine: a review of the evidence. *Aust. Vet. J.*, **79**: 832-839.
- BOUATTOUR A., 2001. Les tiques de Tunisie : rôle de *Hyalomma detritum* dans la transmission de *Theileria annulata*. Thèse Doct. Biologie, Faculté des sciences de Tunis, Tunisie, 247 p.
- BURRIDGE M.J., 1971. Application of the indirect fluorescent antibody test in experimental East Coast fever (*Theileria parva* infection of cattle). *Res. Vet. Sci.*, **12**: 338-341.
- COONS A.H., 1957. The application of fluorescent antibodies to the study of naturally occurring antibodies. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **69**: 658-662.
- DARGHOUTH M.A., BOULTER N.R., GHARBI M., SASSI L., TAIT A., HALL R., 2006. Vaccination of calves with an attenuated cell line of *Theileria annulata* and the sporozoite antigen SPAG-1 produces a synergistic effect. *Vet. Parasitol.*, **142**: 54-62.
- EL HAJ N., KACHANI M., OUHELLI H., BOUSLIKHANE M., AHAMI A.T., EL GUENNOUNI R., EL HASNAOUI M., KATENDE J.M., MORZARIA S.P., 2002. Etudes épidémiologiques sur *Babesia bigemina* au Maroc. *Rev. Méd. Vét.*, **153**: 809-814.
- FLACH E.J., OUHELLI H., WADDINGTON D., OUDDICH M., SPOONER R.L., 1995. Factors influencing the transmission and incidence of tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection of cattle) in Morocco. *Vet. Parasitol.*, **59**: 177-188.
- GOFF W.L., MOLLOY J.B., JOHNSON W.C., SUAREZ C.E., PINO I., RHALEM A., SAHIBI H., CECI L., CARELLI G., ADAMS D.S., MCGUIRE T.C., KNOWLES D.P., MC ELWAIN T.F., 2006. Validation of a competitive enzyme-linked immunosorbent assay for detection of antibodies against *Babesia bovis*. *Clin. Vaccine Immunol.*, **13**: 1212-1216.
- KNOWLES D.P., TORIONI DE ECHAIDE S., PALMER G.H., MCGUIRE T.C., STILLER D., MCELWAIN T.F., 1996. Antibody against an *Anaplasma marginale* MSP5 epitope common to tick and erythrocyte stages identifies persistently infected cattle. *J. Clin. Microbiol.*, **34**: 2225-2230.
- MAHIN L., 2003. Etudes sur la maladie à *Theileria annulata* dans les Doukkala (Maroc). [http://lucyin.walon.org/lv/theileria\\_papi.html](http://lucyin.walon.org/lv/theileria_papi.html)
- MAHIN L., 2006. Un forum sur la theilériose bovine dans les Doukkala (Maroc). [http://lucyin.walon.org/lv/theileria\\_djauspinye.html](http://lucyin.walon.org/lv/theileria_djauspinye.html)
- MAHONEY D.F., 1977. *Babesia* in domestic animals. In: Kreier J.P., Ed., Parasitic protozoa, Vol. IV. New York, USA, Academic Press, p. 1-52.
- MANGOLD A.J., VANZINI V.R., ECHAIDE I.E., DE ECHAIDE S.T., VOLPOGNI M.M., GUGLIEMONE A.A., 1996. Viability after thawing and dilution of simultaneously cryopreserved vaccinal *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* strains cultured *in vitro*. *Vet. Parasitol.*, **61**: 345-348.
- OIE, 2014. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals, chapter: 2.4.16. [www.oie.int/en/international-standard-setting/terrestrial-manual/access-online/](http://www.oie.int/en/international-standard-setting/terrestrial-manual/access-online/)
- PIPANO E., CAHANA M., 1969. Fluorescent antibody test for the serodiagnosis of *Theileria annulata*. *J. Parasitol.*, **55**: 765.
- PIPANO E., 1997. Vaccines against hemoparasitic diseases in Israel with special reference to quality assurance. *Trop. Anim. Health Prod.*, **29**: 86S-90S.
- OUHELLI H., FLACH E.J., 1992. Epidemiology and control of theileriosis in Morocco. In: Dolan T.T., Ed., Recent developments in the research and control of *Theileria annulata*. Proc. Workshop, ILRAD, Nairobi, Kenya, 17-19 Sept. 1990. Nairobi, Kenya, ILRAD, p. 19-20.
- OUHELLI H., KACHANI M., FLACH E.J., WILLIAMSON S., EL HASNAOUI M., SPOONER R., 1997. Investigations on vaccination against theileriosis in Morocco. In: Hunter et al., Eds., Proc. Europ. Union Int. Symp. Ticks and Tick-Borne diseases, Xi'an, China, 3-6 Sept. 1996. *Trop. Anim. Health Prod.*, **29**: 103S.
- SAHIBI H., RHALEM A., 2007. Tiques et maladies transmises par les tiques chez les bovins au Maroc. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, **151** : 1-4.
- SAHIBI H., RHALEM A., BERRAG B., GOFF W.L., 1998. Bovine babesiosis. Seroprevalence and ticks associated with cattle from two different regions of Morocco. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **849**: 213-218.
- SAHIBI H., RHALEM A., BERRAG B., GOFF W.L., 1998. Seroprevalence of bovine anaplasmosis in Morocco. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **849**: 427-429.
- VERHULST A., MAHIN L., THYS E., DE WITT K.J., 1983. Prevalence of antibodies to *Anaplasma marginale* in cattle from various African biotopes in central Morocco, north Cameroon and southeastern Zaïre. *Zentralbl. Veterinarmed. B.*, **30**: 537-540.
- VIDOTTO O., BARBOSA C.S., ANDRADE G.M., MACHADO R.Z., DA ROCHA M.A., SILVA S.S., 1998. Evaluation of a frozen trivalent attenuated vaccine against babesiosis and anaplasmosis in Brazil. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **849**: 420-423.
- WOODFORD J.D., JONES T.W., RAE P.F., BOYD R., BELL-SAIKIYI L., 1990. Sero-epidemiological studies of bovine babesiosis on Pemba Island, Tanzania. *Vet. Parasitol.*, **37**: 175-184.
- YOUNIS E.E., HEGAZY N.A.M., EL-DEEB W., EL-KHATIB R.M., 2009. Epidemiological and biochemical studies on bovine anaplasmosis in Dakahlia and Demiatta governorates in Egypt. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, **57**: 297-309.
- ZIAM H., BENAOUF H., 2004. Prevalence of blood parasites in cattle from wilayates of Annaba and El Tarf, East Algeria. *Arch. Inst. Pasteur Tunis.*, **81**: 27-30.

## Summary

**Rahali T., Sahibi H., Sadak A., Ait Hamou S., Losson B., Goff W.L., Rhalem A.** Seroprevalence and risk factors of bovine hemoparasitic diseases (theileriosis, babesiosis and anaplasmosis) in four major breeding areas of Morocco

Hemoparasitic diseases (theileriosis, babesiosis and anaplasmosis) are serious vector-borne diseases that have a considerable impact on cattle health and the farming economy of Morocco. The aim of this study, conducted in four dairy farming regions, was to determine the prevalence and risk factors for these infections. In total 1040 cattle were examined in 96 farms. The competitive enzyme-linked immunosorbent assay (cELISA) and fluorescent antibody techniques were used to determine the seroprevalence, and Cramer's V statistical test was used to analyze risk factors for the infection of cattle by hemoparasites. Out of the 1040 analyzed sera, 689 (66.3%) were positive. The seroprevalences varied depending on the parasite: *Theileria annulata* 35.4%, *Anaplasma marginale* 20.5 %, *Babesia bigemina* 13.6%, and *B. bovis* 12.0%. Also 155 animals (14.9%) had mixed infections with two or three hemoparasites simultaneously. The statistical analysis showed that the age ( $C = 0.62$ ) and farming type ( $C = 0.60$ ) had a high impact on animal infections, whereas the breed ( $C = 0.46$ ) and gender ( $C = 0.29$ ) had less impact. The climate ( $C = 0.06$ ) did not seem to have any influence. Results of the present survey will help to understand the epizootical situation of vector-transmitted hemoparasitic diseases in cattle for the establishment of an adequate strategy for their control.

**Keywords:** Cattle – Tropical theileriosis – Babesiosis – Anaplasmosis – Risk factor – Morocco.

## Resumen

**Rahali T., Sahibi H., Sadak A., Ait Hamou S., Losson B., Goff W.L., Rhalem A.** Seroprevalencia y factores de riesgo de hemoparasitosis (theileriosis, babesiosis y anaplasmosis en los bovinos de cuatro regiones principales de cría de Marruecos

Las hemoparasitosis (theileriosis, babesiosis y anaplasmosis) son enfermedades vectoriales graves, cuyo impacto económico y sobre la salud de los criaderos bovinos en Marruecos es considerable. El objetivo del presente estudio, realizado en cuatro regiones de cría bovina lechera, fue de determinar la seroprevalencia y los factores de riesgo de estas infecciones. En total 1040 bovinos fueron examinados en 96 explotaciones. La técnica de inmunoensayo competitivo ligado a enzimas (cELISA) y la reacción de inmunofluorescencia se utilizaron para la determinación de la seroprevalencia, y el test estadístico V de Cramer permitió analizar los factores de riesgo de la infección en los bovinos por parte de las hemoparasitosis. De los 1040 sueros analizados, 689 (66,3%) fueron positivos, la seroprevalencia varió según el parásito considerado: *Theileria annulata* (35,4%), *Anaplasma marginale* (20,5%), *Babesia bigemina* (13,6%) y *B. bovis* (12,0%). Por otro lado, 155 sueros (14,9%) presentaron infecciones mixtas (dos o tres hemoparásitos simultáneamente). El análisis estadístico mostró que la edad ( $C = 0,62$ ) y el tipo de cría ( $C = 0,60$ ) ejercieron una gran influencia sobre la seroprevalencia, mientras que la raza ( $C = 0,46$ ) y el sexo ( $C = 0,29$ ) ejercieron una menor influencia. El clima ( $C = 0,06$ ) no pareció tener influencia sobre la infección de los bovinos por parte de los hemoparásitos. Estos resultados ayudarán a comprender la situación epizootica de las hemoparasitosis vectoriales en los bovinos con la perspectiva del establecimiento de una estrategia adecuada para su control.

**Palabras clave:** Ganado bovino – Theileriosis tropical – Babesiosis – Anaplasmosis – Factor de riesgo – Marruecos.

# Epidémiologie de la theilériose tropicale bovine (infection par *Theileria annulata*) en Tunisie : une synthèse

M. Gharbi<sup>1</sup>\* M.R. Rjeibi<sup>1</sup> M.A. Darghouth<sup>1</sup>

## Mots-clés

Bovin – Theilériose tropicale bovine – Epidémiologie – Lutte contre les maladies – Tunisie.

## Résumé

Le présent article est une revue bibliographique de l'épidémiologie de la theilériose tropicale bovine en Tunisie. C'est une parasitose spécifique due à la présence et à la multiplication dans les phagocytes mononucléés puis dans les érythrocytes d'un protozoaire de la famille des Theileridae, *Theileria annulata*. Elle est transmise de manière biologique par plusieurs espèces de tiques de la famille des Ixodidae, appartenant au genre *Hyalomma*. L'implication de trois acteurs très éloignés sur le plan taxonomique est à l'origine d'une maladie dont l'épidémiologie est très complexe. Cette infection évolue selon trois modes enzootiques : (a) l'enzootie stable qui résulte d'un état d'équilibre entre l'hôte et le parasite, (b) l'enzootie instable modérée qui est due à la présence d'une faible population de tiques engendrant des cas cliniques chez des animaux âgés de deux à trois ans, et (c) l'enzootie instable élevée dans laquelle la population de tiques est tellement faible que la probabilité de rencontre entre une tique infectée et un hôte sensible est minimale. Le type de situation épidémiologique dans lequel se trouve l'élevage permet de planifier un programme de lutte adapté.

## ■ INTRODUCTION

D'après le ministère de l'Agriculture tunisien (27), la population bovine du pays est estimée à 606 400 bovins. Le secteur de l'élevage connaît depuis des années plusieurs types de contraintes : (a) structurelles, 45 p. 100 des bovins appartenant à des éleveurs qui possèdent au plus dix hectares et dont la majorité des locaux d'élevage sont rudimentaires ; (b) financières, ces petits éleveurs ayant une trésorerie assez souvent déséquilibrée ; (c) humaines, la majorité des éleveurs de bovins n'ayant qu'un niveau d'instruction primaire ; (d) nutritionnelles, les aliments concentrés pour bovins étant importés, ils sont soumis aux aléas de la disponibilité et du prix du marché ; (e) climatiques, les deux tiers de la superficie du pays étant arides ou sahariens ; et (f) sanitaires, certaines maladies comme la brucellose, les boiteries, les réticulo-péritonites par corps étrangers et les mammites demeurant fréquentes en Tunisie.

La theilériose tropicale représente une contrainte majeure au développement de l'élevage au Maghreb (28). Ce problème a été mis en évidence par Sergent et coll. (30) dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, si bien qu'un groupement d'éleveurs algériens a financé les travaux de recherche de cette équipe pendant plusieurs années. En Tunisie, au moins 2 500 cas cliniques de theilériose tropicale nécessitent un traitement chaque année (1). Il faut y ajouter les cas non diagnostiqués et non pris en charge, dont la plupart sont mortels puisque, même chez les animaux traités, le taux de létalité a été estimé entre 10 et 13,5 p. 100 (4, 21). La theilériose tropicale bovine est à l'origine d'une diminution du poids des animaux, d'une hypogalaxie qui peut aller dans certains cas jusqu'à l'agalaxie, d'avortements et, dans certains cas, de mortalités (12, 13). De plus, le coût du traitement est très élevé puisqu'une dose de buparvaquone coûte environ 30 € et qu'il faut y associer un traitement symptomatique. Enfin, le portage asymptomatique de *T. annulata*, qui atteint dans les élevages en situation d'enzootie stable 100 p. 100 des animaux, est à l'origine de pertes en gain moyen quotidien qui ont été estimées à 15 p. 100 du poids des veaux infectés (12). Cet état de portage asymptomatique est également à l'origine d'une diminution de la production laitière de 0,77 litre par jour et par vache infectée (article accepté, *Asian Pac. J. Trop. Dis.*).

1. Laboratoire de parasitologie, Ecole nationale de médecine vétérinaire, Univ. Manouba, 2020 Sidi Thabet, Tunisie.

\* Auteur pour la correspondance  
E-mail : gharbim2000@yahoo.fr

Tous ces éléments motivent la mise en place d'un programme de lutte qui ne peut réussir que s'il est adapté au contexte épidémiologique de l'élevage. La confrontation d'éléments épidémiologiques aux éléments cliniques aide par ailleurs les cliniciens à établir le diagnostic de la theilériose tropicale bovine (14). Dans cette revue bibliographique, nous proposons une étude de l'épidémiologie de la theilériose tropicale bovine en Tunisie, épidémiologie très complexe car elle fait intervenir trois acteurs : le bovin (hôte intermédiaire), la tique du genre *Hyalomma* (hôte définitif) et le protozoaire (figure 1). L'interaction entre ces trois acteurs est régie par plusieurs facteurs biotiques et abiotiques détaillés ci-dessous.

## ■ EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE

La theilériose tropicale bovine est une maladie qui affecte les bovins sur trois continents : l'Europe (l'Europe du Sud), l'Afrique (la Mauritanie, l'Afrique du Nord et le Soudan) et l'Asie (de la côte méditerranéenne à la Chine). Cette large distribution géographique est à l'origine d'un polymorphisme épidémiologique en relation avec (a) la variété des vecteurs – plusieurs espèces de tiques du genre *Hyalomma*, comme *H. scupense*, *H. lusitanicum*, *H. anatolicum*, *H. dromedarii* étant des vecteurs de *T. annulata* –, (b) les races de bovins et (c) les conditions abiotiques. Cette complexité a été confirmée par la mise en place d'un indicateur de présence d'infections multiples (*multiplicity of infection* [MOI]) dont le calcul a permis de montrer la présence d'un polymorphisme génétique de *T. annulata* beaucoup plus important en Turquie qu'en Tunisie (35). Ce polymorphisme a été objectivé par l'étude de séquences microsatellites non soumises à une pression de sélection. Un bovin peut ainsi être coinfesté par plusieurs génotypes (2, 35) mais il est impossible de préciser le nombre d'infections qu'il a subi. Le nombre moyen d'allèles par bovin varie entre deux et quatre mais seules dix séquences microsatellites ont été utilisées dans l'étude de Weir et coll. (35).

En Tunisie, la theilériose tropicale bovine est une maladie qui évolue durant la période chaude (été) ; elle est considérée comme la principale maladie estivale des bovins. Cette typologie saisonnière de la maladie est en relation avec la dynamique d'activité de la tique vectrice. Bouattour et coll. (5) ont ainsi montré que le pic d'incidence clinique de la theilériose tropicale survient en moyenne 15 jours après le pic d'infestation par les adultes de *H. scupense* (syn. *H. detritum*). La maladie est rapportée entre mai et septembre avec un pic d'incidence en juillet-août (8, 9). Ainsi, 87 p. 100 des

cas cliniques de theilériose tropicale recensés entre 1987 et 2007 ( $n = 2\,507$ ) ont été diagnostiqués en été (de juin à août) par le laboratoire de parasitologie de l'École nationale de médecine vétérinaire de Sidi Thabet (11) (figure 2). Des cas de rechutes consécutives à un déséquilibre de la relation hôte-parasite peuvent toutefois avoir lieu à n'importe quel moment de l'année et donner des cas cliniques qui peuvent être sévères. Ainsi, lors de l'étude précédemment mentionnée, 1 p. 100 des cas cliniques de theilériose tropicale avaient été rapportés en hiver (entre décembre et février) alors que les tiques vectrices sont en hibernation (11) (figure 2).

La distribution annuelle de la maladie est très différente dans le biotope oasien de Gabès (sud-est de la Tunisie) où les cas cliniques sont rapportés entre août et octobre-novembre, le pic se situant vers le mois de septembre (19). Ce décalage serait dû à l'impact du climat oasien chaud et humide qui occasionnerait un déplacement de la saison d'activité des tiques dans le temps et provoquerait une entrée plus tardive des nymphes gorgées en hibernation.

Ces exemples montrent l'importance des facteurs abiotiques dans la typologie épidémiologique de la theilériose tropicale bovine. La dynamique d'activité de l'espèce vectrice est également très importante pour expliquer la survenue de la maladie. Dans certains pays comme le Soudan, la tique vectrice, en l'occurrence *Hyalomma anatolicum*, est active en permanence et il n'y a donc pas de saison particulière de transmission, les cas cliniques étant observés tout au long de l'année (29). La typologie épidémiologique conditionne l'équilibre entre l'hôte et le parasite. Lorsque la transmission par les tiques est continue dans le temps, la pression d'infection est permanente et généralement élevée, ce qui crée une situation d'enzootie stable dans les élevages. Dans ce contexte épidémiologique particulier, la lutte est plus difficile à mener du fait de la présence continue de tiques vectrices. Le choix de la stratégie de lutte à conduire doit être effectué après des études coût-bénéfice car les pertes financières en lait et en viande sont faibles et imperceptibles par les éleveurs, mais persistantes dans le temps (12).

En Tunisie, la majorité des cas cliniques de theilériose tropicale est observée dans les étages bioclimatiques humide et subhumide, d'une part, et semi-aride, d'autre part, où *H. scupense* est la tique la plus commune (3, 4, 9) (figures 3 et 4). Ces deux zones bioclimatiques concentrent d'ailleurs la majorité du cheptel bovin tunisien (respectivement 39 et 41 p. 100). La présence au nord de la Tunisie de plusieurs espèces de tiques vectrices de *Babesia* spp. (*Ixodes ricinus*, *Hyalomma marginatum*, *Rhipicephalus annulatus*) est de plus à l'origine de coinfections cliniques. Touhami (32)

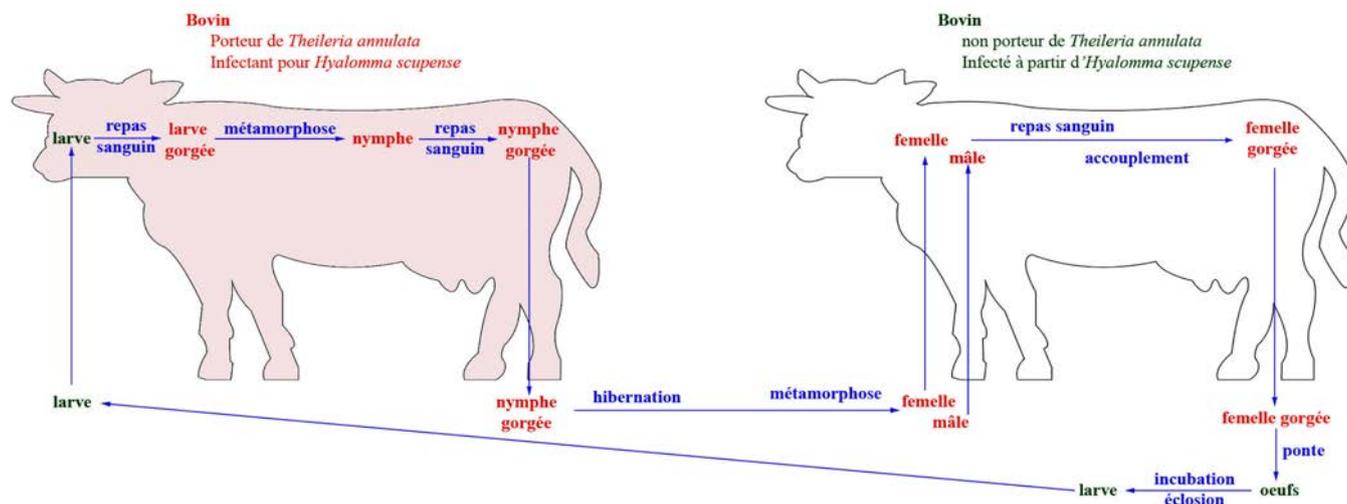


Figure 1 : cycle biologique de la theilériose tropicale bovine en Tunisie.

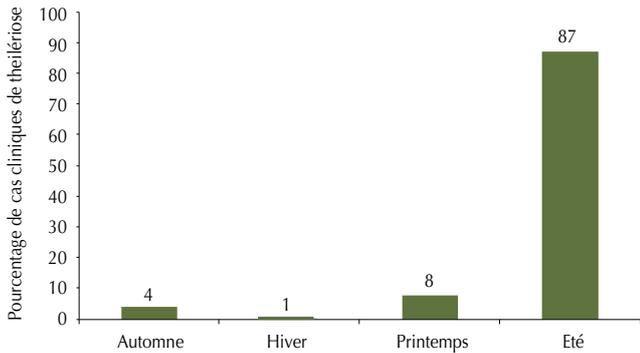


Figure 2 : distribution saisonnière de la theilériose tropicale bovine dans le nord de la Tunisie entre 1987 et 2007 (d'après Fatnassi, 2010).

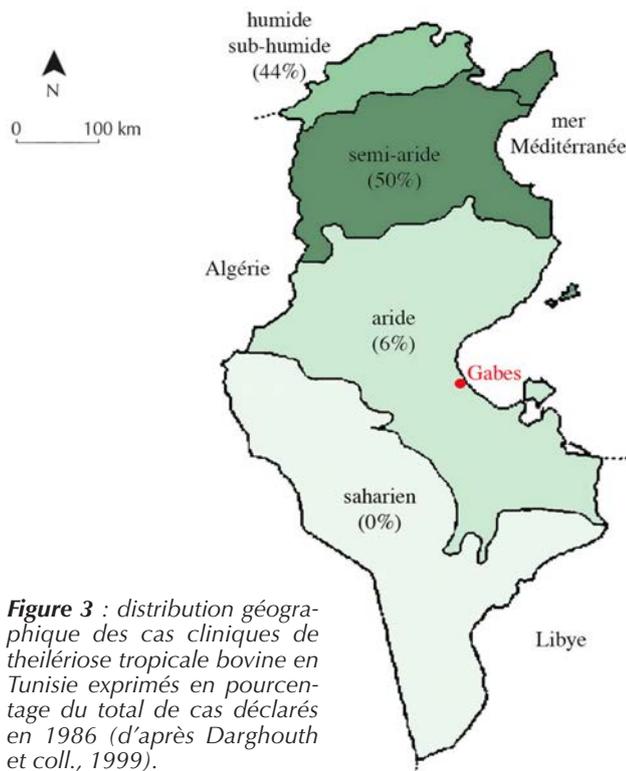


Figure 3 : distribution géographique des cas cliniques de theilériose tropicale bovine en Tunisie exprimés en pourcentage du total de cas déclarés en 1986 (d'après Darghouth et coll., 1999).

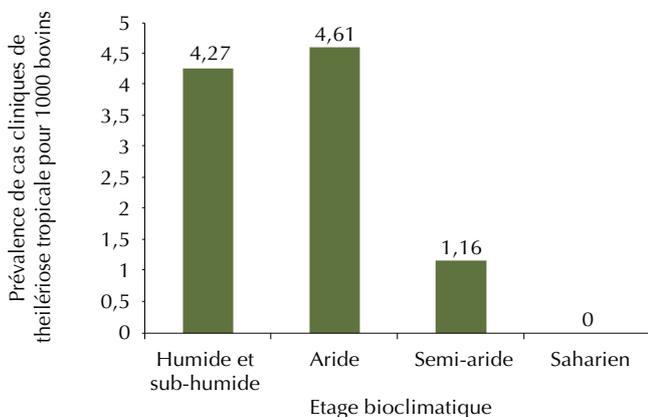


Figure 4 : nombre de cas cliniques de theilériose tropicale bovine par rapport à la population bovine dans les différents étages bioclimatiques tunisiens (d'après Darghouth et col., 1999, et le ministère de l'Agriculture, 2006).

a ainsi montré que 20 p. 100 des cas cliniques de piroplasmoses étaient des coïnfections par *T. annulata* et *Babesia* spp. Enfin, quelques rares animaux (2 p. 100) étaient infectés par trois hémopathogènes (*T. annulata*, *Babesia* sp. et *Anaplasma marginale*). Ces associations sont déroutantes pour les cliniciens qui généralement ne suspectent qu'une seule maladie.

L'étage bioclimatique aride ne concentre que 6 p. 100 des cas cliniques alors qu'il contient 19 p. 100 du cheptel bovin tunisien. Dans l'étage bioclimatique saharien, qui ne regroupe que 3 p. 100 du cheptel bovin national, la theilériose tropicale est absente du fait de l'absence totale du vecteur (figures 3 et 4).

■ EPIDEMIOLOGIE ANALYTIQUE

Sources du parasite

En Tunisie, les sources directes du parasite sont représentées par les adultes d'une seule espèce de tiques, *Hyalomma scupense*. Dans d'autres pays, *H. anatolicum*, *H. lusitanicum* et *H. dromedarii* sont les vecteurs du protozoaire (34). Ils transmettent l'infection à l'occasion d'un repas sanguin. Les sources indirectes sont représentées par les bovins infectés par *T. annulata*, et notamment par les animaux porteurs asymptomatiques (et à un degré moindre par les animaux malades) qui infectent les larves et les nymphes de tiques à l'occasion du repas sanguin.

Mode de transmission

La transmission de *T. annulata* est assurée par la salive de la tique adulte, les parasites étant injectés au stade sporozoïte dès le troisième jour du repas sanguin. La transmission par des seringues contaminées est possible mais son rôle dans l'épidémiologie de la theilériose tropicale est accessoire.

Réceptivité

Les facteurs espèce, race et âge interviennent dans la réceptivité des animaux à l'infection par *T. annulata*.

Espèce

Certains bovinés peuvent être infectés par *T. annulata*, notamment le bovin (*Bos taurus*) et le buffle asiatique (*Bubalus bubalis*), mais ils sont sensibles à la maladie à des degrés différents. Chez ce dernier, on observe des symptômes qui sont rarement observés chez le bœuf, comme la pneumonie, ou qui ne le sont jamais, comme l'œdème de la cornée qui aboutit fréquemment à la cécité (25).

Race

Glass et coll. (18) ont montré que les veaux zébus de race Sahiwal (*Bos indicus*) exprimaient un tableau clinique significativement moins sévère que les veaux de race Holstein (*Bos taurus*). Les veaux Sahiwal présentent un accès fébrile plus court (2-3 jours en moyenne contre 7 jours chez les bovins Holstein) et montrent des concentrations significativement plus faibles et plus fugaces d'une protéine de la phase aiguë (acide alpha 1 glycoprotéine).

Les races bovines autochtones sont habituellement plus résistantes, seuls quelques sujets développant une forme atténuée de la maladie. En revanche, les races améliorées comme la Frisonne Pie noire, la Holstein ou les produits de leurs croisements avec les races locales sont plus sensibles. L'effet de la race est clairement illustré par l'observation en Tunisie, dans des étables en situation d'enzootie stable de theilériose, d'une corrélation positive entre l'incidence de la maladie chez les veaux et le pourcentage du génotype Frisonne Pie noire. Ainsi en 1991, l'incidence des cas

cliniques dans des élevages tunisiens était de 7,7 p. 100 et l'ensemble des veaux présentaient un phénotype local (7) (figure 5). En 1994, 50 p. 100 des veaux exprimaient un phénotype Frison Pie noir : l'incidence des cas cliniques a atteint 21 p. 100 et la séro-prévalence pendant l'automne était toujours proche de 100 p. 100 (31). En 2001, l'ensemble des veaux avaient un phénotype Frison Pie noir et l'incidence des cas cliniques a atteint 52 p. 100 (20). Cette augmentation de l'incidence pourrait également être attribuée à une diminution des niveaux d'infestation des animaux par les tiques due à l'intensification des efforts de lutte fournis par les éleveurs, lutte qui aurait réduit les possibilités d'acquisition précoce d'une immunité protectrice. Néanmoins, les trois enquêtes acarologiques effectuées dans ces mêmes élevages entre 1991 et 2007 n'ont pas mis en évidence un changement significatif du nombre de tiques (5, 12, 15).



Figure 5 : bovin de race Brune de l'Atlas, race résistante à la theilériose tropicale bovine.

D'après Glass (17), la sensibilité des bovins à la theilériose tropicale est déterminée par la capacité de l'hôte à réguler la réponse immunitaire à l'infection. La meilleure résistance des animaux autochtones serait consécutive à un processus coévolutif extrêmement ancien alors que les races exotiques ne sont pas encore adaptées au protozoaire. Cette grande sensibilité serait d'ailleurs amplifiée par les contraintes de production plus élevée auxquelles les animaux de ces races sont soumis.

#### Age

L'âge est un facteur important corrélé à au moins quatre paramètres : (a) la moindre attractivité des veaux pour les tiques, observée par exemple lors d'un suivi d'infestation dans des élevages en situation d'enzootie stable à la theilériose tropicale, au cours duquel les vaches avaient une infestation moyenne de 75,8 tiques/vache/saison alors qu'elle n'était respectivement que de 50,6 et 12,4 tiques/veau/saison chez les veaux mâles et femelles (15) ; (b) l'accumulation d'infections successives car l'analyse génétique des populations de *T. annulata* dans des élevages en situation d'enzootie stable a montré la présence d'un état de panmixie parmi les isolats aussi bien turcs que tunisiens (35) ; (c) la présence d'anticorps colostraux ; et (d) la tolérance des veaux vis-à-vis des hémoparasites, phénomène observé lors d'infection par d'autres hémopathogènes.

### Facteurs favorisants

Trois facteurs favorisent le développement de la maladie : le mode d'élevage, l'état de l'étable et les conditions climatiques.

#### Mode d'élevage

Comme la tique vectrice *H. scupense* est endophile, les animaux élevés en plein air sont moins exposés à l'infection que ceux vivant dans des étables. D'ailleurs, Sergent et coll. (30) avaient déjà recommandé d'éloigner les bovins des étables pendant toute la période estivale pour diminuer l'incidence de la theilériose tropicale. Dans d'autres régions du monde, comme la péninsule ibérique où le vecteur *H. lusitanicum* est exophile, le pâturage représente au contraire un important facteur de risque (33).

#### Etat de l'étable

Les étables mal conçues et mal entretenues, dont les murs présentent des crevasses et des fissures et où l'on note la présence de tas de bouses (utilisées par les éleveurs comme combustible dans des fours traditionnels), offrent des gîtes favorables à la ponte des femelles et à l'hibernation des nymphes gorgées de *H. scupense* (figure 6). A l'opposé, les étables bien conçues et bien entretenues, dont les crépis muraux sont lisses, sans anfractuosités, n'hébergent généralement pas de tiques. Ainsi, on note, en Tunisie, l'absence de cas cliniques de theilériose tropicale dans les étables modernes.

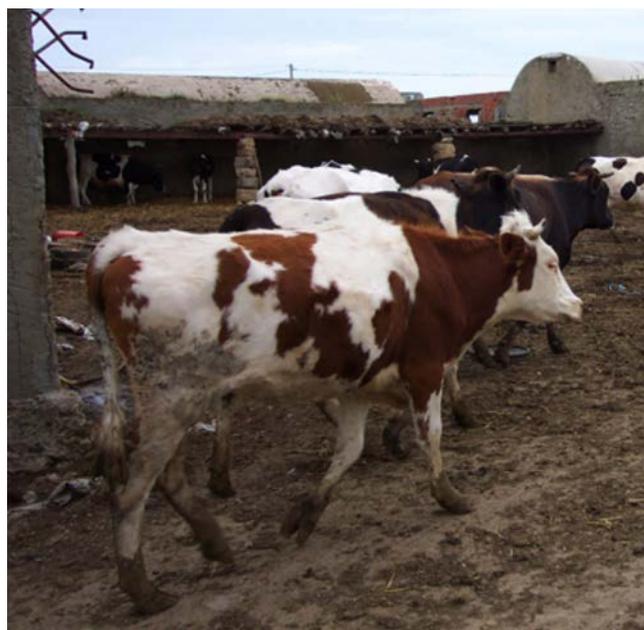


Figure 6 : élevage de bovins métis en situation d'enzootie stable à la theilériose tropicale bovine. Notez l'état des murs qui est un bon indicateur de la présence de *Hyalomma scupense*.

#### Conditions climatiques

Les facteurs climatiques interviennent en conditionnant l'activité de la tique. En Tunisie, les épisodes de sirocco (vent violent, sec et chaud, venant du Sahara) en début d'été entraînent une sortie massive de vagues de tiques de leurs gîtes d'hibernation et, par conséquent, une augmentation différée dans le temps de l'incidence de la theilériose tropicale. Sergent et coll. (30) avaient noté que les cas cliniques de theilériose tropicale étaient plus graves lors de sirocco du fait d'une intensité d'infestation plus élevée par les tiques durant ces périodes.

## ■ EPIDEMIOLOGIE SYNTHETIQUE

Par analogie avec la typologie épidémiologique de la babésiose à *Babesia bovis* décrite en Australie (26), Darghouth et coll. (7) ont utilisé trois indicateurs épidémiologiques pour classer les élevages : (a) les séroprévalences avant et après la saison d'activité des tiques adultes, (b) l'incidence des cas cliniques, et (c) le risque relatif de maladie, c'est-à-dire le ratio de l'incidence clinique par rapport à la séroprévalence. Ils ont ainsi identifié deux situations enzootiques en Tunisie : l'enzootie stable et l'enzootie instable (tableau I).

### Enzootie stable

L'état d'enzootie stable est la résultante d'une infection précoce par *T. annulata* de tous les veaux dès leur première saison estivale (correspondant à la première saison de tiques). Comme les veaux sont faiblement infestés par la tique vectrice (3) et qu'ils sont protégés par la tolérance du jeune âge et/ou le colostrum, ils sont progressivement immunisés, durant ce premier été, contre la theilériose tropicale avec de faibles doses infectantes (notion d'effet-dose). Les cas cliniques sont virtuellement absents chez les animaux de plus d'une saison estivale qui se sont immunisés dès leur jeune âge. Cette situation enzootique correspond aux élevages de type traditionnel où la population de tiques vectrices est élevée.

D'un point de vue sérologique, l'état d'enzootie stable se caractérise par une séroprévalence automnale de 100 p. 100 chez les veaux après la première saison estivale. Néanmoins, 7,7 p. 100 des veaux développent quand même la maladie (7). Ces cas cliniques seraient dus à une mauvaise prise colostrale, à une infestation simultanée par plusieurs tiques infectantes ou à l'infection par des souches très virulentes. Cette situation épidémiologique est observée dans 3,8 p. 100 des élevages du nord de la Tunisie (10).

### Enzootie instable

Il s'agit d'un état enzootique caractérisé par une population de tiques vectrices insuffisante pour assurer l'infection de tous les veaux en première saison estivale. Il est possible de distinguer

deux situations d'enzootie instable : l'enzootie instable modérée et l'enzootie instable élevée.

#### Enzootie instable modérée

Les cas cliniques sont constatés chez les bovins jusqu'à l'âge de trois saisons de tiques (c'est à dire trois étés). Les veaux en première saison estivale sont peu affectés à cause de leur faible attractivité pour les tiques. Les animaux s'immunisent pendant les deuxième et troisième étés, pendant lesquels des cas cliniques sont observés. En revanche, les animaux de plus de trois étés sont en totalité naturellement immunisés. L'infestation des bovins adultes par les tiques est modérée, inférieure à 50 tiques/vache/saison. L'enzootie instable modérée est observée chez respectivement 19,6 et 28 p. 100 des élevages dans les étages bioclimatiques semi-aride et subhumide de la Tunisie (9).

#### Enzootie instable élevée

La séroprévalence automnale est inférieure à 100 p. 100 dans toutes les catégories d'âge des bovins. Les cas cliniques sont surtout observés chez les animaux de quatre saisons de tiques et plus, c'est-à-dire chez les vaches laitières, du fait de leur effectif important dans les étables à risque et du stress de production (lactation et gravidité) auquel elles sont exposées. Cet état est lié à une faible population de tiques vectrices, l'infestation moyenne étant de trois tiques/vache/saison (22). L'enzootie instable élevée est de loin la situation la plus fréquente en Tunisie, présente dans 76,2 et 72 p. 100 des élevages se trouvant respectivement dans les étages bioclimatiques semi-aride et subhumide (10).

### Etat indemne

L'importation de grands effectifs de génisses gravides de races améliorées (Frisonne Pie noire, Brown Swiss, et Holstein) a débuté en Tunisie dans les années 1970 pour le compte des unions coopératives de production agricole (coopératives qui occupaient pour la majorité d'entre elles des fermes abandonnées par les Français après l'indépendance de la Tunisie). Des épizooties mortelles de theilériose tropicale se sont déclarées dans ces cheptels et ont provoqué d'importantes pertes financières (données non publiées). Du fait de l'absence à cette époque de molécules theiléricides actives,

Tableau I

Etats enzootiques de la theilériose tropicale bovine en Tunisie

Etat enzootique	Infestation par les tiques vectrices	Types d'élevages	Incidence de la maladie	Prévalence sérologique automnale	Population à risque	Fréquence des élevages en Tunisie
Enzootie stable	Elevée (> 50 tiques/animal/saison)	Bovins de race locale Bovins métis Races exotiques (moins fréquemment)	Faible	Proche de 100 % chez tous les animaux	Veaux en première saison estivale Nouveaux venus	< 5 % des élevages
Enzootie instable modérée	Modérée (10 à 50 tiques/animal/saison)	Bovins métis Races exotiques (moins fréquemment)	Modérée	100 % à partir de la troisième saison estivale	Animaux jusqu'à trois étés	19 à 20 % des élevages
Enzootie instable élevée	Faible (< 5 à 10 tiques/animal/saison)	Races exotiques	Modérée à élevée	Faible à modérée	Vaches laitières	76 à 81 % des élevages

D'après Darghouth et coll., 1999

ces épizooties ont incité les services vétérinaires à réaliser la mise aux normes des étables, mesure qui a abouti à l'éradication de la theilériose dans ces élevages. A partir de cette période, les services vétérinaires tunisiens ont recommandé aux élevages étatiques la construction d'étables modernes constituées d'espaces couverts sans murs.

## ■ EPIDEMIOLOGIE PROSPECTIVE

Certains facteurs peuvent intervenir pour changer la typologie épidémiologique future de la theilériose tropicale bovine en Tunisie. Nous en citerons deux qui sont d'une grande importance :

- le développement de populations de *T. annulata* résistantes vis-à-vis de la buparvaquone. Cette molécule est actuellement le meilleur theiléricide (23). Le premier cas de résistance dans le monde a été identifié chez des vaches d'une ferme du nord de la Tunisie : quatre parmi ces vaches sont mortes de theilériose tropicale malgré deux injections de buparvaquone aux doses recommandées. Cette résistance a été par la suite confirmée sur des cultures cellulaires par Mhadhbi et coll. (24). Le nombre de cas de résistance confirmés au laboratoire de parasitologie de l'Ecole nationale de médecine vétérinaire est en nette augmentation (données non publiées) ;
- l'extension de la distribution géographique de *H. scupense* suite aux changements climatiques, qui induirait des modifications similaires de la distribution de la theilériose tropicale bovine. D'autre part, *H. dromedarii* est une tique fréquente au centre et au sud de la Tunisie (16). Si elle effectuait un repas sanguin sur des bovins porteurs de *T. annulata*, elle risquerait alors de devenir vecteur de cette protozoose, comme c'est déjà le cas en Mauritanie (6), aboutissant ainsi à une extension de l'aire de distribution de la theilériose tropicale vers le centre et le sud du pays.

## ■ CONCLUSION

La theilériose tropicale bovine est une infection transmise par les tiques qui fait intervenir trois acteurs, le bovin (hôte intermédiaire), la tique (hôte définitif) et le parasite (*Theileria annulata*), qui appartiennent à trois groupes très éloignés sur le plan taxonomique. Le bovin se trouve soumis à des conditions d'élevage très différentes d'une région à une autre. La tique vectrice *H. scupense* a une dynamique d'activité intimement liée aux conditions abiotiques. Le protozoaire est soumis à une pression de sélection d'origine immunitaire plus ou moins importante en fonction de l'espèce du boviné et de sa race, variant même avec les individus. Il résulte de toutes ces interactions une typologie épidémiologique à la fois variable dans le temps et dans l'espace, mais aussi compliquée. La connaissance de ces types épidémiologiques est capitale sur deux plans : (a) sur le plan fondamental car il s'agit d'un modèle d'étude de la relation acarien-mammifère-protozoaire, et (b) sur le plan de la lutte contre l'infection par *T. annulata* car la réussite de la lutte est conditionnée par la disponibilité de données épidémiologiques régionales, locales, voire relatives à l'élevage concerné.

## Remerciements

Cette étude a reçu le soutien du laboratoire « Epidémiologie des infections enzootiques des herbivores en Tunisie : application à la lutte » (ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique) et en partie du projet Deutsche Forschungsgemeinschaft « Molecular epidemiology network for promotion and support of delivery of life vaccines against *Theileria parva* and *Theileria annulata* infection in Eastern and Northern Africa » (AH 41/7-1).

## BIBLIOGRAPHIE

1. BAHRI S., KALLEL A., GOUIA A., 1995. La theilériose bovine en Tunisie, enquête rétrospective sur cinq années. *Bull. Epidémiol. Inform. Vét. Instit. Rech. Vét. Tunis.*, **5** : 1-3.
2. BEN MILED L., DELLAGI K., BERNARDI G., MELROSE T.R., DARGHOUTH M., BOUATTOUR A., KINNAIRD J., SHIELS B., TAIT A., BROWN C.G., 1994. Genomic and phenotypic diversity of Tunisian *Theileria annulata* isolates. *Parasitology*, **108**: 51-60.
3. BOUATTOUR A., 1996. Etude des tiques des bovins dans la région de Sidi Thabet : leur rôle dans la transmission de la theilériose. Diplôme études approf. écol. anim., Faculté des Sciences de Tunis, Tunisie, 62 p.
4. BOUATTOUR A., 2001. Les tiques en Tunisie : rôle de *Hyalomma detritum* dans la transmission de *Theileria annulata*. Thèse Doct., Faculté des Sciences de Tunis, Tunisie, 247 p.
5. BOUATTOUR A., DARGHOUTH M.A., BEN MILED L., 1996. Cattle infestation by *Hyalomma detritum* ticks and prevalence of *Theileria* in *Hyalomma detritum* species in Tunisia. *Vet. Parasitol.*, **65**: 256-263.
6. D'OLIVEIRA C., VAN DER WEIDE M., JACQUIET P., JONGEJAN F., 1997. Detection of *Theileria annulata* by the PCR in ticks (Acari: Ixodidae) collected from cattle in Mauritania. *Exp. Appl. Acarol.*, **21**: 279-291.
7. DARGHOUTH M.A., BOUATTOUR A., BEN MILED L., KILANI M., BROWN C.G.D., 1996. Epidemiology of tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection of cattle) in an endemic region of Tunisia: characterisation of endemicity states. *Vet. Parasitol.*, **65**: 199-211.
8. DARGHOUTH M.A., BOUATTOUR A., BEN MILED L., SASSI L., 1996. Diagnosis of *Theileria annulata* infection of cattle in Tunisia: comparison of serology and blood smears. *Vet. Res.*, **27**: 613-621.
9. DARGHOUTH M.A., BOUATTOUR A., KILANI M., 1999. Tropical theileriosis in Tunisia: epidemiology and control. *Parassitologia*, **41** (suppl. 1): 33-36.
10. DARGHOUTH M.A., BOUATTOUR A., KILANI M., PRESTON P.M., 2010. Tropical theileriosis (*Theileria annulata* infection of cattle). In: Lefèvre P.-C., Blancou J., Chermette R., Uilenberg G., eds, Infectious and parasitic diseases of livestock. Paris, France, Lavoisier Tec & Doc, p. 1841-1855.
11. FATNASSI N., 2010. Etude rétrospective de la dynamique d'apparition des cas de theilériose tropicale dans les gouvernorats de Bizerte, Ariana et Manouba : relation avec la température et l'hygrométrie. Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie, 63 p.
12. GHARBI M., SASSI L., DORCHIES P., DARGHOUTH M.A., 2006. Infection of calves with *Theileria annulata* in Tunisia: economic analysis and evaluation of the potential benefit of vaccination. *Vet. Parasitol.*, **137**: 231-241.
13. GHARBI M., TOUAY A., KHAYECHE M., LAARIF J., JEDIDI M., SASSI L., DARGHOUTH M.A., 2011. Ranking control options for tropical theileriosis in at-risk dairy cattle in Tunisia, using benefit-cost analysis. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, **30**: 763-778.
14. GHARBI M., MHADHBI M., DARGHOUTH M.A., 2012. Diagnostic de la theilériose tropicale du bœuf (infection par *Theileria annulata*) en Afrique du Nord. *Rev. Méd. Vét.*, **12** : 563-571.
15. GHARBI M., HAYOUNI M.E., SASSI L., DRIDI O., DARGHOUTH M.A., 2013. *Hyalomma scupense* (Acari, Ixodidae) in Northeast Tunisia: seasonal population dynamics of nymphs and adults on field cattle. *Parasite*, **20**: 12. DOI: 10.1051/parasite/2013012
16. GHARBI M., MOUSSI N., JEDIDI M., MHADHBI M., SASSI L., DARGHOUTH M.A., 2013. Population dynamics of ticks infesting the one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Central Tunisia. *Ticks Tick-Borne Dis.*, **4**: 488-491.
17. GLASS E.J., 2001. The balance between protective immunity and pathogenesis in tropical theileriosis: what we need to know to design effective vaccines for the future. *Res. Vet. Sci.*, **70**: 71-75.
18. GLASS E.J., PRESTON P.M., SPRINGBETT A., CRAIGMILE S., KIRVAR E., WILKIE G., BROWN C.G.D., 2005. *Bos taurus* and *Bos indicus* (Sahiwal) calves respond differently to infection with *Theileria annulata* and produce markedly different levels of acute phase proteins. *Int. J. Parasitol.*, **35**: 337-347.

19. GOSRANI E., 1999. Contribution à l'étude épidémiologique d'un foyer de la theilériose bovine à *Theileria annulata* dans l'oasis de Gabès. Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie, 72 p.
20. KAROU M., 2002. Suivi de l'infection sur les veaux en première saison de theilériose tropicale dans l'état d'endémie stable : application à l'évaluation de l'intérêt de la vaccination contre la theilériose tropicale. Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie, 68 p.
21. KHAYECHE M., 1998. Essai de caractérisation des situations endémiques génératrices de cas cliniques de theilériose bovine à *Theileria annulata* dans la région de Medjerda. Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie, 58 p.
22. LEBBI R., 1991. Contribution à l'étude épidémiologique de la theilériose bovine dans la région de Sidi Thabet. Etude comparée du parasitisme des veaux adultes par les tiques *Hyalomma*. Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie, 62 p.
23. MCHARDY N., WEKESA L.S., HUDSON A.T., RANDALL A.W., 1985. Antitheilerial activity of BW720C (buparvaquone): a comparison with parvaquone. *Res. Vet. Sci.*, **39**: 29-33.
24. MHADHBI M., NAOUACH A., BOUMIZA A., CHAABANI M.F., BENABDERAZZAK S., DARGHOUTH M.A., 2010. *In vivo* evidence for the resistance of *Theileria annulata* to buparvaquone. *Vet. Parasitol.*, **169**: 241-247.
25. MAHMMOD Y.S., ELBALKEMY F.A., KLAAS I.C., ELMEKKAWY M.F., MONAZIE A.M., 2011. Clinical and haematological study on water buffaloes (*Bubalus bubalis*) and cross-bred cattle naturally infected with *Theileria annulata* in Sharkia province, Egypt. *Ticks Tick-Borne Dis.*, **2**: 168-171.
26. MAHONEY D.F., 1977. *Babesia* of domestic animals. In: Kreier J.P. Ed., Parasitic protozoa, Vol. IV. New York, USA, Academic Press, p. 1-52.
27. MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 2006. Enquête sur les structures des exploitations agricoles. Tunis, Tunisie, ministère de l'Agriculture, 136 p.
28. MINJAW B., MCLEOD A., 2003. Tick-borne diseases and poverty: The impact of ticks and tick-borne diseases on the livelihoods of small-scale and marginal livestock owners in India and Eastern and Southern Africa. Research report. University of Edinburgh, UK, Centre of Tropical Veterinary Medicine, 116 p.
29. SALIH D.A., SHARIEFF O.E., LAZARUS A.G., HASSAN S.M., EL HUSSEIN A.M., 2005. Natural infection rates and transmission of *Theileria annulata* by *Hyalomma anatolicum anatolicum* ticks in the Sudan. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, **72**: 303-307.
30. SERGENT E., DONATIEN A., PARROT L., LESTOQUARD F., 1945. Etude des piroplasmoses bovines. Alger, Algérie, Institut Pasteur, 816 p.
31. SOUDANI M.C., 1995. Contribution à l'étude épidémiologique de la theilériose bovine à *Theileria annulata* : analyse clinique, parasitologique et sérologique de l'infection naturelle des veaux en première saison estivale. Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie, 68 p.
32. TOUHAMI C., 2012. Contribution à l'étude de l'incidence des hémopathogènes des bovins au nord de la Tunisie. Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole nationale de médecine vétérinaire, Sidi Thabet, Tunisie, 103 p.
33. VISERAS J., HUELI L.E., ADROHER F.J., GARCIA-FERNANDEZ P., 1999. Studies on the transmission of *Theileria annulata* to cattle by the tick *Hyalomma lusitanicum*. *J. Vet. Med. B*, **46**: 505-509.
34. WALKER A.R., BOUATTOUR A., CAMICAS J.-L., ESTRADA-PENA A., HORAK I.G., LATIF A.A., PEGRAM R.G., PRESTON P.M., 2003. Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species. Edinburgh, UK, Bioscience Reports.
35. WEIR W., KARAGENC T., GHARBI M., SIMUUNZA M., AYPAK S., AYSUL N., DARGHOUTH M.A., SHIELS B., TAIT A., 2011. Population diversity and multiplicity of infection in *Theileria annulata*. *Int. J. Parasitol.*, **41**: 193-203.

Accepted 2 February 2015; Online publication 30 September 2015

## Summary

**Gharbi M., Rjeibi M.R., Darghouth M.A.** Epidemiology of tropical bovine theileriosis (*Theileria annulata* infection) in Tunisia: A review

This article reviews the literature on the epidemiology of tropical theileriosis in Tunisia. It is a specific parasitic disease caused by the presence and proliferation in mononuclear phagocytes, then in erythrocytes of a protozoan belonging to the family Theileridae, *Theileria annulata*. It is biologically transmitted by several species of ixodid ticks belonging to the genus *Hyalomma*. The three actors involved have a very different taxonomy causing a disease whose epidemiology is particularly complex. This infection consists of three enzootic ways: enzootic stability due to an equilibrium between the host and the parasite, (ii) low enzootic instability due to the presence of a low tick population causing clinical cases in animals aged 2 to 3 years, and (iii) high enzootic instability in which the tick population is so low that the probability of a contact between an infected tick and a susceptible host is very low. Depending on the epidemiological situation, the farms can plan adapted control programs.

**Keywords:** Cattle – Bovine tropical theileriosis – Epidemiology – Disease control – Tunisia.

## Resumen

**Gharbi M., Rjeibi M.R., Darghouth M.A.** Epidemiología de la theileriosis tropical bovina (infección por *Theileria annulata*) en Túnez: síntesis

El presente artículo es una revisión bibliográfica de la epidemiología de la teileriosis tropical bovina en Túnez. Es una parasitosis específica debida a la presencia y a la multiplicación en los fagocitos mononucleados y luego en los eritrocitos de un protozoario de la familia Theileridae, *Theileria annulata*. Se transmite de manera biológica, mediante varias especies de garrapatas de la familia Ixodidae, pertenecientes al género *Hyalomma*. La implicación de tres actores muy alejados sobre el plan taxonómico se encuentra al origen de la enfermedad, cuya epidemiología es compleja. Esta infección evoluciona según tres formas enzooticas: a) la enzootia estable que resulta de un estado de equilibrio entre el huésped y el parásito, b) la enzootia inestable moderada debida a la presencia de una baja población de garrapatas generando casos clínicos en los animales de dos a tres años de edad y c) la enzootia inestable elevada en la cual la población de garrapatas es tan baja que la probabilidad de encuentro entre la garrapata infectada y el huésped sensible es mínima. El tipo de situación epidemiológica en el que se encuentra el criadero permite planificar un programa de lucha adaptado.

**Palabras clave:** Ganado bovino – Theileriosis tropical bovina – Epidemiología – Control de enfermedades – Túnez.

