

Perception et pratiques d'élevage pour atténuer la fluorose chez les ovins dans trois communes de la province de Khouribga-Maroc

El Amiri Bouchra⁽¹⁾, Rahim Abdellatif⁽¹²⁾ et Sibaoueih Mounia⁽¹⁾

bouchra.elamiri@inra.ma

- 1 : Laboratoire Productions Animales et Fourrages, Unité de Recherche Système de Production, Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settât, Institut National de la Recherche Agronomique, BP : 589, 26000, Settât, Maroc.
2 : Université Hassan 1^{er}, Faculté Science et Technique, Settât, Maroc.

Résumé

Les objectifs de cette étude sont l'identification de la perception des éleveurs à la fluorose, les pratiques d'élevage ovin et les stratégies de son atténuation dans trois communes de Khouribga au Maroc (M'Fassis, El Foqra et Oulad Azouz). Les données ont été collectées par 70 entretiens individuels et 5 ateliers de Juin à Août 2018. Les éleveurs s'accordent sur le fait que les trois communes sont affectées à différents degrés par la fluorose. Les facteurs les plus cités, responsables de cette intoxication sont la richesse du sol en phosphate, la poussière dégagée dans l'air et les plantes. L'eau d'abreuvement et le lieu de campement (*El mergued*) n'y sont pas impliqués. La fluorose a un impact négatif sur le prix de vente des animaux qui est déprécié de 20 à 40%. La conduite des animaux est traditionnelle et consiste à élever toutes les catégories en un seul troupeau sans programme prophylactique. La seule stratégie adoptée par les éleveurs face aux méfaits de la fluorose, est la vente des jeunes animaux à 6-12 mois d'âge et l'achat des animaux adultes (+ de 24 mois d'âge) des zones indemnes. En conclusion, même si les éleveurs du sud de Khouribga considèrent que la fluorose n'est pas un problème pour leurs troupeaux, elle constitue un vrai handicap socio-économique pour l'élevage ovin.

Mots-clés : Fluorose, Khouribga, enquête, perception, pratiques d'élevage.

Perception and farming practices to mitigate fluorosis in sheep in three communes of the province of Khouribga-Morocco

Abstract

The aim of this study is to characterize the perception of farmers, sheep farming practices and fluorosis mitigation strategies in three rural communes in Khouribga province, Morocco (M'Fassis, El Fokra and Oulad Azouz). Individual surveys and workshops were carried out in the three communes from June to August 2018. Farmers agree that the three communes were affected by fluorosis, but with variable degrees. Fluorosis had a negative impact on the sale price of animals which is depreciated by 20 to 40%. The most involved factors in fluorosis were the richness of the soil in phosphate, the dust released into the air and contaminated plants. Whereas, the drinking water and the camp site (*El mergued*) were not involved in this intoxication. Flock's rearing practices are traditional and consist of raising all categories in a single herd without any prophylactic program whatever the category or a physiological stage was. The unique adopted strategy by farmers to cope with the harmful effects of fluorosis was the sale of young animals at 6-12 months and the purchase of rams and ewes (older than 24months) from fluoride free areas. In conclusion, even if the farmers in the south of Khouribga consider that fluorosis does not represent a problem for their flocks, it remained a real handicap to sheep farming. The animal trade was the only strategy adopted by breeders to cope with fluorosis.

Keywords: Fluorosis, Khouribga, survey, perception, breeding practices.

التصورات وممارسات التربية للتخفيف من التسمم بالفلور عند الأغنام في ثلاث جماعات بإقليم خريبكة-المغرب

العميري بوشري، رحيم عبد اللطيف و سيبويه منية

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تصورات مربى الماشية، ممارسات تربية الأغنام واستراتيجيات التخفيف من التسمم بالفلور في ثلاث جماعات (المفاسيس، الفقرة وأولاد عزوز) في خريبكة بالمغرب. تم إجراء دراسة ميدانية على شكل 70 محادثة فردية و 5 أوراق عمل من يونيو إلى أغسطس 2018. تم تعريف التسمم بالفلور على أنه تلف الأسنان والحركة. يتفق المربون على أن الجماعات الثلاث تتأثر بالتسمم بالفلور ، ولكن بدرجات متفاوتة. يؤثر التسمم بالفلور بشكل سلبي على سعر بيع الحيوانات حيث ينخفض بنسبة 20 إلى 40٪. العوامل التي تؤدي إلى هاته الظاهرة هي ثراء التربة بالفوسفات والغبار المنبعث عن الفوسفات في الهواء والنباتات الملوثة. في حين أن مياه الشرب وموقع المخيم (المركد) ليس لهما تأثير. يتم تسيير القطعان بشكل تقليدي حيث يقوم الكسابة بتربية جميع الفئات العمرية في قطع واحد وبدون برنامج وقائي محدد. أكثر الإستراتيجيات التي يتبناها المربون في مواجهة الآثار الضارة للتسمم بالفلور هي بيع الحيوانات الصغيرة عن عمر يناهز 6-12 شهر وشراء النعاج والأكباش ذات عمر 20 إلى 24 شهر من المناطق الخالية من الفلور. في الختام، حتى لو اعتبر مربو الأغنام في المناطق المدروسة أن التسمم بالفلور لا يمثل مشكلة لقطعانهم إلا أنه يظل عائقا حقيقيا أمام تربية الأغنام. بيع وشراء الحيوانات هو الإستراتيجية الوحيدة التي يتبناها المربون للتخفيف من التسمم بالفلور.

الكلمات المفتاحية: التسمم بالفلور، خريبكة، دراسة ميدانية ، الإدراك، تسيير القطعان.

Introduction

La fluorose est une intoxication chronique due à l'ingestion du fluor ou l'un de ses dérivés pendant une période relativement longue. La population affectée par la fluorose a été estimée à plus de deux cent soixante millions de personnes dans le monde (Amini *et al.*, 2008). Cette intoxication est due à la présence de fluor dans le sol, l'eau et les végétaux des zones phosphatées (Kessabi *et al.*, 1984; Laatar *et al.*, 2003). La teneur élevée en fluor dans le sol et l'eau qualifie cette fluorose de type hydrotellurique. Un autre type dû aux émissions atmosphériques de particules de fluorure dans l'environnement par les usines de production de l'acide phosphorique et d'engrais phosphatés est nommé fluorose industrielle (Assimi, 1980; Kessabi *et al.*, 1984).

Au Maroc, l'aire géographique de la fluorose hydrothellurique, localement connue sous le nom *Darghmous*, s'étend sur une large région qui couvre Khouribga-Oued Zem et Tadla au Nord Est, Settat au centre et Benguerir-Youssoufia à l'Ouest (Zouagui, 1973; Kessabi et Amouzigh, 1981; Abdennebi, 1982; Laissaoui, 1992). Cette fluorose, naturelle, est également signalée dans les régions de Boujdour et Laâyoune (Diacono *et al.*, 2008). A partir des années 1960, l'installation des usines de transformation des phosphates à Safi puis à Jorf Lasfar-El Jadida, a fait naître le deuxième type de fluorose dite industrielle (Assimi, 1980; Diacono *et al.*, 2008). Dans les zones à fluorose, les concentrations en fluor des différentes matrices varient énormément d'une région à l'autre, voire d'une localité à l'autre. A titre d'exemple, à Khouribga, de faibles concentrations de fluor (>1 ppm) ont été détectées dans l'eau, contre 5525 ppm dans le sol (Haikel *et al.*, 1986). De même, à Boujdour et Laâyoune, les concentrations du fluor ont été les plus élevées dans le sol (513 ppm) et les plantes (4,8 ppm) par rapport à la concentration dans l'eau (0,47 ppm) (Diacono *et al.*, 2008). A noter également que malgré sa faible teneur en fluor soluble, l'eau des puits utilisée habituellement pour l'abreuvement des animaux, apporte des quantités supplémentaires en fluor sous forme de boues de terre en suspension dans l'eau (Abdennebi, 1982).

L'accumulation du fluor dans les tissus durs (dents et os) entraîne des atteintes dentaires et osseuses (Choubisa, 2001). En outre, Il a été démontré que l'ingestion chronique du fluor, produit des effets nocifs sur les tissus mous, y compris le tractus gastro-intestinal, les poumons, le foie, les reins et le cœur (Yur *et al.*, 2013).

La présente étude est menée dans trois communes au sud de Khouribga, connues par leur contamination en fluor et où l'élevage ovin occupe une place importante. Les systèmes d'élevage ovin les plus rencontrés sont les systèmes agro-sylvo-pastoraux et agro-pastoraux, au Nord et au Sud de la province, avec l'existence des races Sardi, Boujaâd et Timahdite. A présent, peu d'études se sont intéressées à la perception des éleveurs, quant à l'intoxication en fluor et ses effets sur l'élevage ovin dans cette région.

L'atténuation de l'incidence de la fluorose passe par des techniques directes sur l'animal et des techniques indirectes appliquées sur quelques composants de l'environnement surtout l'eau. L'addition des sels à base d'aluminium (sulfate, hydroxyde et chlorure) ou du calcium (CaCO₃) réduisent la biodisponibilité du fluor et favorise son élimination à travers les urines et les fèces (Zhai *et al.*, 1987). En effet,

l'addition de sulfate d'aluminium soit dans les pierres à lécher (Kessabi, 1988) ou son incorporation aux concentrés (Zouarhi, 2009) diminue la quantité de fluor assimilée par l'animal et, par conséquent, réduit significativement les effets néfastes de la fluorose sur la dentition. Toutefois, malgré l'efficacité de ces procédés, leur vulgarisation et utilisation à grande échelle reste tributaire des études de toxicité. A titre d'exemple la toxicité de l'aluminium, à court et à long terme, et son effet éventuel sur l'environnement doivent être bien étudiés.

D'autres techniques telles que la défluoruration par des procédés chimiques (échange d'ions, adsorption et précipitation) et des procédés physico-chimiques (électrodialyse, osmose inverse et nanofiltration) existent (Pontié *et al.*, 1996; Khairnar *et al.*, 2015). Cependant, l'expertise technique et les coûts d'exploitation élevés sont des facteurs majeurs limitant leur large utilisation (Khairnar *et al.*, 2015). Dans ce contexte, les éleveurs des zones à fluorose ont développé un savoir local pour en atténuer les effets sur les animaux. Ainsi, le présent travail, se propose d'étudier la perception, les pratiques d'élevage et les mesures d'atténuation adoptées par les éleveurs de trois communes de Khouribga pour faire face aux méfaits de la fluorose.

Matériel et méthodes

Site de l'étude

La province de Khouribga est située au centre du Maroc et s'inscrit dans la zone bioclimatique semi-aride. Elle couvre une superficie totale de 425 000 hectares dont 50% sont représentés par la superficie agricole utile (SAU). Cette dernière est caractérisée par une prédominance de la sole céréalière (80%), où l'orge occupe le premier rang alors que les cultures fourragères, représentées essentiellement par les mélanges fourragers orge/petit pois ou tritical/vesce, restent très limitées et ne représentent que 1,2% de la SAU. Les parcours et la forêt représentent (38%) de la superficie totale et contribuent à hauteur de 13% dans le bilan fourrager (Anonyme, 2008).

Dans la province de Khouribga, les précipitations sont faibles. Elles sont de l'ordre de 350 à 400 mm durant une année moyenne avec une irrégularité inter et intra année. Le gradient des précipitations progresse du Sud-Ouest vers l'Est de la province, les zones situées à l'extrême Sud-Ouest reçoivent moins de précipitations (300 mm), alors que les zones proches des bordures montagneuses du côté Est sont les plus arrosées (450 mm). Les températures maximale et minimale sont respectivement de +40°C et de -3°C, ce qui classe ainsi la province de Khouribga dans la zone semi-aride à agriculture pluviale. La localisation des 3 communes étudiées est représentée sur la figure 1.

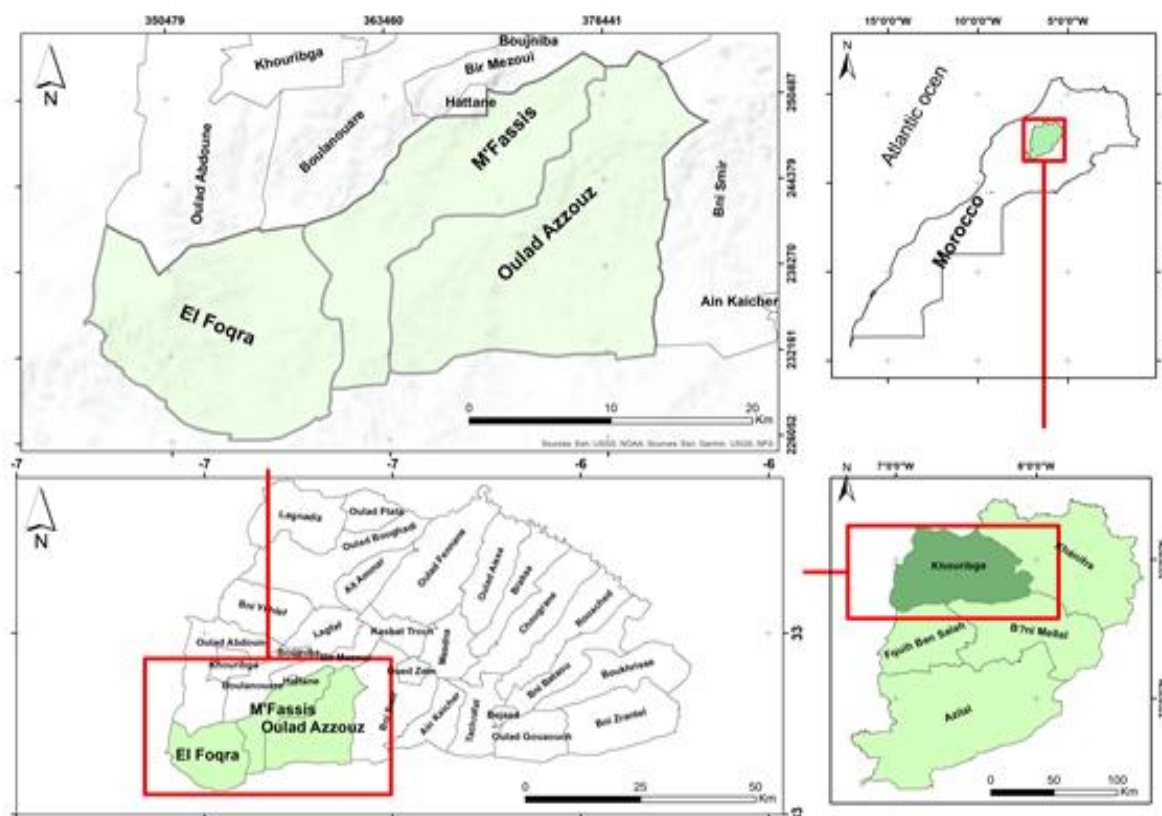


Figure 1 : Carte de la région de Khouribga avec la localisation des communes étudiées (M'Fassis, El Foqra et Oulad Azouz)

Méthodologie

Après avoir délimité la zone reconnue contaminée par le fluor avec les services de l'agriculture de la direction provinciale de Khouribga, des contacts ont été entrepris avec les autorités locales pour faciliter l'organisation des enquêtes et des ateliers avec les éleveurs ciblés. Ainsi, soixante-dix entretiens individuels et cinq ateliers ont été organisés dans les communes d'El Foqra (24 entretiens et 2 ateliers), M'Fassis (22 entretiens et 2 ateliers) et d'Oulad Azouz (24 entretiens et 1 atelier) avec la visite de 19 douars (villages). Les éleveurs enquêtés ont été choisis au hasard selon leur disponibilité et leur volonté à collaborer. Le questionnaire d'enquête a été surtout orienté sur la perception de la fluorose par les éleveurs. Dans ce sens, des questions sur la définition de la fluorose, le degré de la contamination des trois communes ainsi que les facteurs responsables de cette intoxication ont été collectés. De plus, le questionnaire a traité aussi la description des conduites alimentaires, de reproduction et prophylactiques des troupeaux ovins. Les informations relatives aux effets de la fluorose sur les performances animales, la qualité de la viande ainsi que les mesures et les stratégies adoptées pour faire face à ce fléau ont été également collectées. Les informations ont été saisies et traitées à l'aide des logiciels Word 2007, Excel 2007 et SPSS 11.5. Dans la plupart des cas, les données collectées ont fait l'objet d'une analyse statistique descriptive. Les valeurs ont été présentées en pourcentage.

Résultats

Perception de la fluorose par les éleveurs

Dans les trois communes, le cheptel est essentiellement constitué des ovins qui représentent 90% des animaux avec la prédominance des races Sardi et Timahdite. Les bovins et les caprins ne représentent que 5% dans chaque commune. Les éleveurs enquêtés s'accordent sur le fait que les trois communes El Foqra, M'Fassis et Oulad Azouz sont affectées par la fluorose mais à différents degrés. Vu sa proximité des sites de transport des phosphates la commune de M'Fassis est la plus contaminée, suivie d'El Foqra et d'Oulad Azouz. La totalité des enquêtés sont des propriétaires d'élevages naisseurs-engraisseurs. Ils vendent les jeunes animaux de l'année qui ne sont pas retenus pour l'engraissement à un âge précoce compris entre 6 et 12 mois et qui ne présentent pas encore de signes de fluorose. Les jeunes restants sont destinés exclusivement à l'engraissement pour la fête du sacrifice (Aïd al-Adha). Selon les éleveurs les animaux sensibles à la fluorose sont par ordre décroissant : les ovins, les bovins, les caprins et les équidés. L'âge est aussi un facteur important dans l'intoxication. Les jeunes étant plus sensibles que les adultes. La totalité des éleveurs enquêtés s'accordent également sur le fait que le phosphate, le sol, et la poussière dégagée dans l'air suite à l'exploitation du phosphate ainsi que les plantes ingérées sont les facteurs responsables de la fluorose. Plus de la moitié des éleveurs ont déclaré que l'eau d'abreuvement et le lieu de campement « *El Mergued* » ne sont pas impliqués dans cette intoxication. La totalité des éleveurs affirment avoir constaté après abattage, des particules de sol (poussière) accumulées dans les poumons et le rumen des animaux intoxiqués. Les déclarations des interviewés s'accordent sur le fait que la fluorose se manifeste par une dentition noire fragile et sensible à l'eau, ou par un chevauchement des dents, localement qualifié de "*Boukhallouf*". Les déformations osseuses au niveau de la mandibule, localement connue sous le nom de "*Sanfad*", et des membres ont été également citées par 80% des éleveurs. D'autres effets tels que la perte d'appétit, l'amaigrissement et une faible croissance des animaux ont également été observés par 25% des éleveurs enquêtés.

Conduite de l'élevage ovin

La reproduction des ovins des trois communes s'effectue au cours de l'année avec un pic de mise bas en automne-hiver (Octobre-Janvier). Pour l'ensemble de ces brebis, 15 à 20% donnent naissance à deux agneaux par an avec un agneau tardif (naissance de Juin-Juillet). Ce résultat reste tributaire du disponible fourrager sur parcours. Les parcours et l'exploitation des résidus agricoles apportent l'essentiel de l'alimentation des troupeaux ovins. Le fourrage grossier est constitué essentiellement par les résidus de la céréaliculture (les chaumes et les pailles), et la végétation spontanée des jachères et parcours. Le concentré est composé principalement par l'orge en grain. Les jachères sont peu disponibles, à cause de la diminution des terrains agricoles au profit de l'exploitation des mines de phosphates. Les cultures fourragères sont inexistantes dans les communes étudiées. Le calendrier alimentaire des ovins est présenté dans le tableau 1.

Tableau 1 : Calendrier alimentaire des ovins dans les communes de El Foqra, M'Fassis et Oulad Azouz

Source	Période	Observation
Parcours (Guâada et Lahlassa)	Novembre à Mai	Réduction drastique sur les terrains collectifs suite à l'exploitation des phosphates.
Jachère	Janvier à avril	Utilisation en Août mais la qualité est médiocre, elle coïncide avec le pic des luttés.
Chaume	Juin à Juillet	Comblent la période de transition entre l'épuisement des chaumes et l'apparition de l'herbe sur les parcours.
Paille	Septembre à février	
Concentré (du commerce ou fermier) *	Août à février	Utilisation durant la période d'agnelage et de lactation
Foin de luzerne	Octobre à Décembre	Utilisation durant la période d'agnelage et de lactation

**Le concentré fermier est composé d'orge, de la pulpe sèche de betterave et du son.*

Les éleveurs enquêtés n'apportent aucune supplémentation durant la période de lutte ni au cours de la gestation. La fin de la gestation (septembre à décembre) coïncide avec l'épuisement total des chaumes, des jachères et des parcours (période de transition). Une supplémentation basée le plus souvent sur l'orge, le son et parfois sur la pulpe sèche de betterave et le foin de luzerne est apportée. Cette ration est maintenue durant l'allaitement avec une légère augmentation de la quantité à cette période. La quantité des mélanges distribués est tributaire de la trésorerie de l'éleveur et des apports des parcours qui dépendent des pluies d'automne et d'hiver. Les béliers reçoivent une attention particulière à partir du mois d'avril à septembre. En cas de sécheresse, les animaux sont supplémentés toute l'année mais les quantités distribuées dépendent du niveau économique de l'exploitation. Les éleveurs ne déclarent aucun effet de la fluorose sur la capacité des animaux à se reproduire ni sur la qualité des viandes.

Pour tous les éleveurs de l'enquête, deux à trois mois avant la fête du sacrifice, les agneaux précoces (*Bekri*) (naissances d'octobre- décembre) restent sur l'exploitation ne pâturent plus et reçoivent leur alimentation à l'auge au sein de la bergerie. L'effectif moyen des animaux engraisés est de 15 têtes avec un minimum de 10 et un maximum de 40. Les éleveurs ont rapporté que pour des antenais de 32 à 35 kg, la ration journalière distribuée est d'un kg de concentrés (composés : d'orge, pulpe sèche de betterave, maïs, son de blé) et de fourrage grossier (essentiellement foin de luzerne). Après 1,5 mois à 2 mois d'engraissement et à un poids de 40 à 45 kg, la quantité de concentrés atteint 1,5 à 1,8 kg par jour. La paille n'est pas appréciée pour l'engraissement. Les agneaux tardifs (*Aaydoudi* ou *Mazouzi*) n'atteignant pas un poids suffisant au terme de leur année de naissance, ils sont maintenus avec le reste du troupeau et vendus dès que le marché est favorable. Dans 30% des cas enquêtés, certains animaux sont achetés pour être engraisés. La durée d'engraissement est en moyenne de 3 mois. Chez 90% d'éleveurs enquêtés aucun traitement prophylactique n'est appliqué, alors que 10% pratiquent un traitement contre l'entérototoxicité et les parasites internes à l'entrée des animaux à l'engraissement.

Pour ce qui est des pratiques sanitaires dans les élevages enquêtés, les traitements ne sont que curatifs. Les maladies les plus citées sont l'entérotaxémie, la pasteurellose, la myopathie (due à une carence en sélénium et un excès de fluor), et les strongyloses. Le recours aux services vétérinaires est limité dans les cas de maladies ovines. Le type de traitement appliqué est rarement approprié aux maladies rencontrées, du fait qu'il est laissé à l'initiative des éleveurs. A part les troubles locomoteurs et les caries dentaires aucune maladie n'est directement associée à la fluorose.

Dans 98% des cas, les éleveurs affirment qu'aucun programme de sélection n'est réalisé. Le prix de vente des animaux atteints de la fluorose est réduit de 25 à 40% par rapport à celui des animaux de même âge, provenant de régions indemnes de fluorose. Dans certains cas (20 à 30% des élevages enquêtés), la valeur marchande de l'animal chute dès que l'on constate que le propriétaire présente des signes de fluorose dentaire.

Stratégies d'atténuation adoptées par les éleveurs ovins

Les stratégies d'atténuation adoptées par les éleveurs ovins sont résumées dans le tableau 2. La transhumance est l'ancienne stratégie préventive, autrefois pratiquée par les éleveurs enquêtés. Elle consiste à transporter les jeunes animaux des zones contaminées par le fluor vers les zones indemnes telles que Fkih Ben Saleh, Beni Khirane et Tadla, durant la période de formation des dents adultes définitives. Cette stratégie se faisait sur la base de relations tribales, familiales, sociales et de voisinage. Les antenaises transhumant à partir de 6 mois jusqu'à 1,5 à 2 ans d'âge. Ceci se faisait par le biais d'une association de gardiennage, au 1/4 ("*Rbâa*") ou au 1/2 ("*Be Nousse*"). Selon les informations recueillies, cette stratégie a été fortement pratiquée durant les années 1950 au regard de la disponibilité et de la richesse des espaces de pâturage. Cependant, elle a disparu de nos jours à cause de la dégradation des parcours et de la dégradation de la cohésion sociale.

La stratégie, adoptée depuis l'arrêt de la transhumance, est la vente des jeunes agnelles et agneaux à un âge de 6 à 12 mois, avant l'apparition des dents permanentes. Le renouvellement du troupeau est assuré par l'achat d'animaux à quatre dents issues des zones indemnes. L'achat des femelles adultes (à deux dents) n'est pas recommandé car l'apparition des 6 dents adultes restantes (1ères et 2èmes mitoyennes ainsi que les coins) pourrait montrer une atteinte par la fluorose.

La moitié des éleveurs (50%) ont rapporté que l'utilisation de l'eau distribuée par les agences publiques pour l'abreuvement des animaux et non l'eau des puits pourrait être utilisée comme stratégie d'atténuation de la fluorose. En effet, l'utilisation de cette eau durant l'âge de l'apparition des deux premières incisives peut être une solution pour les jeunes animaux. L'autre moitié des éleveurs a signalé que le problème persiste malgré l'utilisation de cette eau communautaire potable. Le quart (25%) des éleveurs ont déclaré que l'approfondissement des puits (plus de 140 m) peut être une solution à la fluorose. Toutefois, l'association de l'utilisation de l'eau potable dans l'abreuvement des jeunes animaux et leur maintien à la bergerie (ne sortent plus au pâturage) est une solution efficace mais coûteuse.

Tableau 2 : Résumé des stratégies d'atténuation de la fluorose ovine dans les trois communes étudiées à Khouribga

Type de stratégies	Proportions d'éleveurs (%)
Transhumance	0
Vente de jeunes animaux à 6-12 mois d'âge	93
Achat d'animaux adultes à 4-6 dents adultes	100
Utilisation de l'eau potable pour l'abreuvement des animaux	50
Association eau potable et maintien des jeunes à la bergerie	40
Bergerie cimentée à base de fumier (connu de nom <i>Faytour</i> *)	20
Défluoruration de l'eau par des plaques aluminium	15

Faytour : fèces compactées.

Discussion

L'étude de la fluorose au Maroc remonte à 1917, quand Velu et Speder ont signalé des lésions dentaires dues à la fluorose chez des animaux dans la région de Ben Ahmed. En effet, la fluorose hydro-tellurique ou industrielle constitue un sérieux problème tant sur le plan économique que sur le plan sanitaire du fait qu'elle concerne des populations humaines et animales très importantes (Abdennebi *et al.*, 1995). L'exposition chronique aux fluorures à des niveaux supérieurs aux seuils recommandés lors de l'ingestion, l'inhalation ou une association des deux entraînent une fluorose affectant la dentition et le squelette de l'homme et des animaux. Les éleveurs enquêtés ont déclaré que l'eau n'est pas la source de cette intoxication à Khouribga. Ceci est en accord avec l'étude de Haikel *et al.* (1986) qui ont montré que l'eau ne pouvait, à elle seule, expliquer le degré élevé de fluorose clinique décrit dans cette zone. Cette même étude avait indiqué que les teneurs en fluor dans l'eau à M'Fassiss ($0,68 \pm 0,39$ ppm), à El Foqra ($1,15 \pm 0,35$ ppm) et à Oulad Azouz ($0,78 \pm 0,29$) sont des teneurs relativement inférieures à celles recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé qui sont de 1 à 1,5 ppm (WHO, 2011). De même, Lebrahimi *et al.* (2017) ont trouvé des concentrations de 0,57; 0,12 et 0,92 ppm respectivement à Oulad Azouz, M'Fassiss et El Foqra. Ceci confirme bien que la fluorose à Khouribga n'est pas liée à la teneur de l'eau en fluor. Cependant, dans une étude plus récente, El Jaoudi *et al.* (2014) ont rapporté une valeur très élevée de 7,76 ppm à Khouribga. Cette différence pourrait être probablement liée à la profondeur et à la localisation des forages qui ont fait l'objet de cette dernière étude. Le taux élevé de la prévalence de la fluorose dentaire dans quelques régions endémiques avec de faibles taux de fluor dans l'eau potable, est lié essentiellement à la concentration élevée en fluor d'autres sources, notamment les végétaux des parcours (Abdennebi, 1982) et à d'autres facteurs, comme les conditions climatiques, la profondeur des puits et l'état nutritionnel (Lewis *et al.*, 1992 ; Malde *et al.*, 2011). A ce sujet, les éleveurs enquêtés, ont déclaré que la fluorose est liée à un excès de fluor dans le sol, les

plantes et aux fumées dégagées par l'industrie des phosphates. Cette déclaration est en accord avec celle déjà rapportée par Haikel *et al.* (1986) qui ont trouvé des concentrations élevées en fluor dans le sol (5525 ± 3985 ppm) dans les communes étudiées. Ces mêmes auteurs ont montré que l'accumulation des poussières de minerai des gisements, sur les plantes, ainsi que leur inhalation, sont des facteurs fortement impliqués dans la fluorose de la région. A titre d'exemple Haikel *et al.* (1986) ont montré que l'orge exposée à ces poussières montre des concentrations en fluor plus élevées (40 ppm) par rapport au témoin (23 ppm). Selon Larsen et Widdowson (1971), les facteurs qui peuvent influencer la concentration en fluor dans le sol peuvent se résumer par sa nature, sa composition en électrolytes (KCl, CaCl_2 et AlCl_3), sa profondeur, sa fraction labile et son pH. Par ailleurs, les plantes sont exposées au fluor par le sol et son accumulation qui dépend de l'espèce végétale, de la nature du sol, ainsi que de la concentration et la forme du fluor (Hong *et al.*, 2016).

Par conséquent, la présente étude montre que la fluorose présente un handicap pour le développement de l'élevage ovin dans les régions étudiées. En effet, l'application d'un programme de sélection génétique est presque impossible dans ces régions, compte tenu que les ovins y sont abattus avant l'âge adulte. L'atteinte des dents (par modification de la couleur, de leur taille, de l'orientation des dents, de l'augmentation de l'incidence des caries) et de l'appareil locomoteur (exostoses, boiteries) ainsi que des effets négatifs sur les performances de l'animal ont été cités par la totalité des éleveurs. Plus particulièrement, les manifestations osseuses ont été bien décrites scientifiquement sous le nom "d'exostoses", apparaissent au niveau de la mandibule, des côtes, du carpe et du métacarpe (Abdennebi, 1982). Ceci concorde avec des études précédentes qui ont montré que les animaux qui ont vécu dans une zone polluée au moment du changement des dents de lait en dents adultes, présentent des lésions de fluorose sur leurs dents définitives (Zouagui, 1973) et des malformations des os (Sadikaoui, 2004).

Concernant la conduite de l'élevage ovin, les éleveurs des régions étudiées ont déclaré qu'ils ne peuvent pas renouveler leur troupeau à partir de leurs propres jeunes animaux. En effet, les jeunes doivent être vendus à un âge de 6 à 12 mois. De ce fait, les éleveurs achètent des animaux ayant 4 à 6 dents permanentes pour être sûrs de leur non manifestation des signes de fluorose. La valeur marchande de l'animal chute dès que l'on constate que le vendeur présente des signes de fluorose dentaire. Ce problème mentionné dans la présente étude a aussi été rapporté par Abdennebi (1982). D'autres éleveurs ont recommandé d'éviter le pâturage des animaux pendant les périodes de froid (*Liali* : de 25 décembre au 05 février) et de chaleurs excessives (*Smaim* : de 25 Juillet au 5 Septembre). Ceci peut avoir deux explications possibles : la première, c'est que ces périodes coïncident avec la rareté de la végétation sur le sol et les animaux risquent de consommer du sol riche en fluor. La deuxième explication peut être une variation dans le calcium du sol qui arrive normalement à inhiber la migration des fluorures. Par ailleurs, dans les zones semi-arides, la migration du fluor est contrôlée par la chimie des eaux de surface et souterraines. La mobilité des ions fluorure peut être inhibée par le calcium élevé et une faible concentration en solides totaux dissous dans les eaux de surface et souterraines (Giguère et Campbell, 2004). La transhumance est une autre stratégie précédemment adoptée par les éleveurs (transfert de jeunes de 6-7 mois d'âge vers des zones indemnes et leur séjour dans

ces zones jusqu'à 18-20 mois d'âge). Cependant il faut noter qu'elle n'est plus pratiquée de nos jours à cause de son coût élevé, de la rareté des bergers, de la dégradation des parcours et de la détérioration des relations sociales entre les éleveurs des différentes régions (Maadid *et al.*, 2017). Une autre stratégie adoptée par les éleveurs des Beni Meskine (Maadid *et al.*, 2017) mais pas par ceux de Khouribga consiste à remplacer le sol des bergeries par du ciment (remplacement de 30 cm du sol jugé phosphaté par un sol dit indemne de fluor ("*Slalem*") ou par une couche de fèces (Faytour).

La fluorose est une maladie irréversible qui reste un défi majeur pour de nombreuses régions du monde. Par conséquent, la prévention reste le meilleur moyen pour réduire la toxicité chez les animaux (Samal et al., 2016). Différentes solutions ont été testées pour atténuer les effets de la fluorose. Parmi ces solutions certaines ont visé la défluoration de l'eau par différents procédés (Wong et Stenstrom, 2018; Jagtap *et al.*, 2012) mais ne peuvent être appliquées avec efficacité dans le cas de la zone étudiée. Celles qui pourront être convenables pour cette région seront celles à action directe sur l'animal. A partir des années quatre-vingt-dix, les essais conduits au Maroc pour atténuer les effets du fluor ont visé directement l'animal. Ces études étaient basées sur l'utilisation de sulfate d'aluminium comme chélateur vis-à-vis du fluor au niveau du tube digestif et administré sous forme de blocs à lécher comme moyen de distribution en masse aux animaux sur pâturages ou mélangé avec les concentrés distribués en bergerie (Dahri, 1990). Une étude menée par Kessabi *et al.* (1988) où des ovins recevaient 0 ; 0,10 ; 0,25 mmol F / kg PV avec ou sans 0,50 mmol Al / kg PV a montré que le sulfate d'aluminium a diminué l'absorption digestive du fluor d'environ 33 à 45% et a réduit son niveau dans le sérum, l'urine, les os et les dents. Le rôle protecteur de l'aluminium vis-à-vis de cette intoxication a été ensuite mis en œuvre par la préparation d'un aliment composé dont les résultats de son utilisation sur le terrain ont montré qu'il s'agit d'une méthode sûre et efficace en matière de prévention de ce problème toxicologique (Zouarhi, 2009). Cependant, une étude récente dans la région d'El Brouj a montré que cet aliment est produit sur commande et malheureusement aucun éleveur ne l'utilise (Benassila, 2014).

Seuls 3% des éleveurs sont membres de l'Association Nationale Ovine et Caprine (ANOC) en dépit des efforts de sensibilisation. Ceci peut être attribué à la difficulté de mise en œuvre de la solution proposée par l'ANOC, qui est de maintenir les jeunes animaux à la bergerie de fin juillet à fin janvier. Au cours de cette période de six mois, l'alimentation des animaux dépend à 100% du marché (achat d'aliments ou d'ingrédients produits sur des zones indemnes).

Conclusion

Les résultats montrent que M'Fassis est la commune la plus contaminée par la fluorose suivie d'El Fora et d'Oulad Azzouz. Les manifestations morphologiques de cette intoxication perçues par les éleveurs sont identiques à celles citées dans la littérature. L'ovin est l'espèce la plus sensible à la fluorose. L'âge est aussi un facteur important dans l'intoxication. Dans les communes étudiées, la fluorose est de type d'intoxication chronique alimentaire liée directement ou indirectement aux caractéristiques minéralogiques du sol. L'inhalation de poussières de phosphate contenant du fluorure ou déposé sur toutes les plantes ingérées sont les vraies sources d'intoxication par le fluor. Aucun effet de la fluorose n'est perçu par les éleveurs sur la reproduction ou la qualité de viande. Cependant, le prix de vente des animaux est diminué de 20 à 40%. La transhumance des jeunes (6 mois d'âge environ) aux régions indemnes est l'ancienne pratique préventive abandonnée depuis longtemps à cause de la détérioration de parcours et des relations sociales et tribales. D'autres mesures sporadiques et fragmentaires sont testées par quelques éleveurs telles que : la mise en place d'une couche de fèces de 20 à 30 cm d'épaisseur et/ou d'un sol de bergerie cimenté; l'utilisation de l'eau de l'ONEP dans l'abreuvement des animaux; le gardiennage des jeunes animaux à la bergerie associé à une absence totale de fréquentation des parcours et ceci pour une longue période. Ces expériences nécessitent une compréhension des mécanismes qui entrent en jeu, ainsi que leur reproductibilité dans l'espace et dans le temps. La pratique la plus adoptée par les éleveurs est la vente des jeunes animaux de 6-12 mois (avant le début de renouvellement des dents de lait) et l'achat des adultes à 4 dents en provenance des zones indemnes de fluorose.

Remerciements

Les auteurs remercient les autorités locales, la DPA de Khouribgua et les éleveurs ayant contribué aux enquêtes.

Références

- Abdennebi E.H. (1982). Le Dar-Ghmous: étude épidémiologique, clinique et conséquences économiques. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 96 pages.
- Abdennebi E.H., Fandi R. et Lamnaouer D. (1995). Human fluorosis in Morocco: analytical and clinical investigations. *Veterinary and Human Toxicology*. Vol.37 (5). p. 465-468.
- Amini M., Mueller K., Abbaspour K.C., Rosenberg T., Afyuni M., Møller K.N., Sarr M. et Johnson C.A. (2008): Statistical modeling of global geogenic fluoride contamination in groundwaters. *Environmental Science and Technology*. Vol 42 (10). p. 3662-3668.
- Anonyme (2008). Monographie de la province de Khouribga.
- Assimi B. (1980): Contribution à l'étude de la fluorose industrielle dans la région de Safi. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.
- Benassila H. (2014). Contribution à l'étude du Darmous et de la myopathie nutritionnelle chez le mouton dans la région d'El Borouj : rétrospective, état actuel et perspectives. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 74 pages.
- Choubisa S. L. (2001). Endemic fluorosis in southern Rajasthan, India. *Fluoride*. Vol 34(1). p. 61-70.
- Dahri M. (1990). Aspects nutritionnels et toxicologiques des oligo-éléments : prévention de la carence en sélénium et de l'intoxication fluorée chez les ovins. Doctorat Vétérinaire (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat). 97 pages.
- Diacono E., Faye B., Bengoumi M. et Kessabi M. (2008). Hydrotelluric and industrial fluorosis survey in the dromedary camel in the South of Morocco. In: Faye B., Sinyavskiy Y. (Edition) *Impact of Pollution on Animal Products*. NATO Science for Peace and Security Series Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. p. 85-90.
- El Jaoudi R., Ait El Cadi M., Bouslimane Y., Fekhaou Y., Bouklouze A. et Cherrah Y. (2014). Teneur en fluorures des eaux de puits des régions rurales au Maroc. *Odonto-Stomatologie Tropicale*. Vol. 37 (146). p. 42-48.
- Giguère A. et Campbell P.G.C. (2004). Toxicité de l'ion fluorure envers les organismes d'eau douce et effets de la dureté - revue et nouvelle analyse de données existantes. *Revue des Sciences de l'Eau*. Vol. 17(3). p. 373-394.
- Haikel Y., Voegel J.C. et Frank R.M. (1986). Fluoride content of water, dust, soils and cereals in the endemic dental fluorosis area of Khouribga (Morocco). *Archives of Oral Biology*. Vol. 31 (5). p. 279-286.
- Hong B. D., Joo R. N., Lee K. S., Lee D. S., Rhie J. H., Min S. W., Song S. G. et Chung D. Y. (2016). Fluoride in soil and plant. *Korean Journal of Agricultural Science*. Vol. 43(4). p. 522-536.
- Jagtap S., Yenkie M. K., Labhsetwar N. et Rayalu S. (2012). Fluoride in Drinking Water and Defluoridation of Water. *Chemical Reviews*. Vol. 112 (4). p. 2454-2466.
- Kessabi M. et Amouzigh M. (1981). Fluoride level in soil, water, plants and cattle in the Darmous zone of Morocco. *Fluoride*. Vol. 14 (4). p. 169-171.
- Kessabi M., Assimi B. et Braun J.P. (1984). The effects of fluoride on animals and plants in the South Safi zone. *Science of The Total Environment*. Vol. 38. p. 63-68.

- Kessabi M., Hamli A. et Braun J. P. (1988). Experimental fluorosis in sheep. fluoride kinetics and alleviating effects of aluminum sulfate. *Fluoride*. Vol. 21(4). p. 193-200.
- Khairnar M.R., Dodamani A.S., Jadhav H.C., Naik R.G. et Deshmukh M.A. (2015). Mitigation of fluorosis - a review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. Vol. 9 (6). p. 05-09.
- Laatar A., Mrabet D. et Zakraoui, L. (2003). La fluorose en Afrique subsaharienne. *Revue Roumaine De Chimie*. Vol. 70(2). p. 178-182.
- Laissaoui M.J. (1992). Contribution à l'étude de la relation entre les teneurs en fluor et en cadmium au niveau du sol, de l'eau et des végétaux : cas des régions Darmous. Doctorat Vétérinaire (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat). 91 pages.
- Larsen S. et Widdowson A. (1971). Soil fluorine. *Journal of Soil Science*. Vol. 22(2). p. 210-221.
- Lebrahimi H., Fekhaoui M., Bellaouchou M.A., Elabidi M. et Tahri L. (2017). Determination of the Fluoride Ions in the Groundwater in the Region of Khouribga (Morocco). *Der Pharma Chemica*. Vol. 9 (8). p. 133-138.
- Lewis H.A., Chikte U. et Butchart A. (1992). Fluorosis and dental caries in school children from rural areas with about 9 and 1 mg/l in the Water Supplies. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. Vol. 20 (1). p. 53-54.
- Maadid H., El Mzouri E.H., Mabrouk A. et Koulali Y. (2017). Fluoride content in well waters for human and animal consumption with reported high incidence levels of endemic fluorosis in Beni Meskine (Morocco). *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*. Vol. 2(1). p. 1-6.
- Malde M.K., Scheidegger R., Julshamn K. et Bader H.P. (2011). Substance flow analysis: a case study of fluoride exposure through food and beverages in young children living in Ethiopia. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 119 (4). p. 579-584.
- Pontié M., Rumeau M., Ndiaye M. et Diop M.C. (1996). Sur le problème de la fluorose au Sénégal : bilan des connaissances et présentation d'une nouvelle méthode de défluoruration des eaux de boisson. *Cahiers Santé*. Vol 6 (1). p. 27-36.
- Sadikaoui A. (2014). Contribution à l'étude des aspects clinique, épidémiologique et socio-économique de la fluorose industrielle dans la zone de Jorf Lasfar. Doctorat Vétérinaire (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat). 91 pages.
- Samal P., Patra R.C., Gupta A.R., Mishra S.K., Jena D. et Satapathy D. (2016). Effect of Tamarindus indica leaf powder on plasma concentrations of copper, zinc, and iron in fluorotic cows. *Veterinary World*. Vol. 9 (10). p. 1121-1124.
- WHO. (2011). Guidelines for drinking-water quality. *WHO Chronicle*. 38(4). p. 104-108.
- Wong E. Y. et Stenstrom M. K. (2018). Onsite defluoridation system for drinking water treatment using calcium carbonate. *Journal of Environmental Management*. Vol. 216. p. 270-274.
- Yur F., Mert N., Dede S., Değer Y., Ertekin A., Mert H., Yasar S., Dogan I. et Isik A. (2013). Evaluation of serum lipoprotein and tissue antioxidant levels in sheep with fluorosis. *Fluoride*. Vol. 46 (2). p. 90-96.
- Zhai X. J., Cheng Y. H., Zhang H. R., Ji W. H., Qi Z. M., Yang Z. Q., Sn W.H., Zhong T., Wang Y.W., Yan X.F. et Chen J. (1987). Drug prevention and therapy trial in artificially produced cases of chronic fluorosis in sheep. *Chinese Journal of Veterinary Science and Technology*. Vol. 11. p. 17-20.

Zouagui H. (1973). Contribution à l'étude de la fluorose chez les grands et les petits ruminants au Maroc. Doctorat Vétérinaire (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat). 53 pages.

Zouarhi F. (2009). Essai de la prévention du Darmous, fluorose hydrotellurique, utilisant un aliment enrichi en aluminium. Doctorat Vétérinaire (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat). 115 pages.