

Sommaire / Contents

SYSTÈMES D'ÉLEVAGE ET FILIÈRES LIVESTOCK FARMING SYSTEMS AND VALUE CHAINS

73-81 Régulation du secteur laitier en Algérie entre sécurité alimentaire et développement d'une production locale : synthèse. *Regulation of the dairy sector in Algeria between food security and development of local production: Review.* Mamine F., Fares M., Duteurtre G., Madani T. (en français)

83-92 Saisonnalité de la production laitière bovine et implications pour le renforcement de la collecte industrielle dans la wilaya de Skikda (Algérie). *Seasonality of bovine milk production and implications for the reinforcement of industrial collection in Skikda Wilaya (Algeria).* Zalani K., Duteurtre G., Benyoucef M.T. (en français)

93-103 Facteurs clés pour accroître la participation des producteurs aux marchés : évidence du secteur laitier malien. *Key factors for increasing farmer participation in markets: evidence from the Malian dairy sector.* Vroegindewey R., Richardson R.B., Thériault V. (in English)

PRODUCTIONS ANIMALES ET PRODUITS ANIMAUX ANIMAL PRODUCTION AND ANIMAL PRODUCTS

105-114 Facteurs de risque associés aux performances de croissance et à la survie des porcelets de race locale sous la mère au Bénin. *Risk factors associated with growth performance and survival of local breed suckling piglets in Benin.* Agbokounou A.M., Ahounou G.S., Dossoukpèvi R.C., Abdou Karim I.Y., Kpodekon M.T.T. (en français)

115-120 Reproduction et croissance de deux races de bovins (N'Dama et croisées) dans le district des Montagnes à l'ouest de la Côte d'Ivoire. *Reproduction and growth of two breeds of cattle (N'Dama and crossbred) in the Mountains' District of Western Côte d'Ivoire.* Aboly N.B., Konan M.K., Brou G.K.G., Silué N., Soro R.Y. (en français)

121-126 Poids des chevreaux de la population locale Sud tunisienne dans des conditions d'aridité : impacts lors des procédures de sélection. *Weights of caprine kids of the local Southern Tunisian population under arid conditions: Impacts during selection process.* Atoui A., Carabaño M.J., Abdennebi M., Najari S. (en français)

127-134 Quelques caractéristiques morphométriques et de reproduction des taureaux de race Brune de l'Atlas en Algérie. *Some morphometric and reproductive characteristics of Brown Atlas bulls in Algeria.* Yahimi A., Djellata N., Hanzen C. (en français)

ISSN 1951-6711

Publication du
Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement
<http://revues.cirad.fr/index.php/REMVT>
<http://www.cirad.fr/>

Directrice de la publication / *Publication Director:*
Elisabeth Claverie de Saint Martin, PDG / *President & CEO*

Rédacteurs en chef / *Editors-in-Chief:*
Gilles Balança, Denis Bastianelli, Frédéric Stachurski

Rédacteurs associés / *Associate Editors:*
Christian Corniaux, Guillaume Duteurtre, Bernard Faye,
Flavie Goutard, Vincent Porphyre

Coordinatrice d'édition / *Publishing Coordinator:*
Marie-Cécile Maraval

Secrétaire de rédaction / *Editorial Secretary:*
Carmen Renaudeau

Traductrices/*Translators:*
Marie-Cécile Maraval (anglais),
Suzanne Osorio-da Cruz (espagnol)

Webmestre/*Webmaster:* Christian Sahut

Maquettiste/*Layout:* Alter ego communication, Aniane, France

COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC ADVISORY BOARD*

Hassane Adakal (NER), Nicolas Antoine-Moussiaux (BEL),
Michel Doreau (FRA), Mohammed El Khasmi (MAR),
Philippe Lescoat (FRA), Hamani Marichatou (NER),
Ayao Missouhou (SEN),
Harentsoaniaina Rasamoelina-Andriamanivo (MDG),
Jeremiah Saliki (USA, CMR), Jeevantee Sunita Santchurn (MUS),
Hakim Senoussi (DZA), Taher Srairi (MAR),
Hussaini Tukur (NGA), Jean Zoundi (BFA, FRA)



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Cirad, Montpellier, juin 2021

Régulation du secteur laitier en Algérie entre sécurité alimentaire et développement d'une production locale : synthèse

Fateh Mamine ^{1*} M'hand Fares ¹ Guillaume Duteurtre ²
Toufik Madani ³

Mots-clés

Lait, lait déshydraté, politique agricole, sécurité alimentaire, importation, Algérie

Submitted: 19 June 2020
Accepted: 9 February 2021
Published: 30 June 2021
DOI: 10.19182/remvt.36362

Résumé

La sécurité alimentaire est au cœur des débats actuels concernant les politiques de développement agricole. Il s'agit notamment d'arbitrer entre le soutien à la production locale et l'ouverture au commerce international pour répondre à l'essor rapide de la demande. Cette question se pose de manière originale dans le secteur laitier algérien, où l'intervention de l'Etat concerne l'ensemble des maillons de la filière de la production à la consommation. Or, en dépit de ces mesures particulièrement coûteuses, la progression de la collecte de lait local reste limitée. L'Etat intervient aussi par des mécanismes de prix administrés et de quotas, qui favorisent l'importation de la poudre de lait afin d'assurer l'offre de produits laitiers à bas prix. Ce compromis aboutit au maintien de la dépendance du pays vis-à-vis des marchés internationaux et questionne sa capacité à élaborer une véritable stratégie de souveraineté alimentaire.

■ Comment citer cet article : Mamine F., Fares M., Duteurtre G., Madani T., 2021. Regulation of the dairy sector in Algeria between food security and development of local production: Review. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (2): 73-81, doi: 10.19182/remvt.36362

■ INTRODUCTION

Dans les pays développés, comme dans les pays en développement, l'intervention de l'Etat est un élément déterminant dans le fonctionnement des filières agroalimentaires (Giner, 2010 ; Kroll et Pouch, 2012). En Afrique, notamment, malgré les plans d'ajustement structurel et la libéralisation des économies intervenues depuis les années 1990 et 2000, le rôle régulateur de l'Etat n'a pas disparu, surtout dans le secteur agroalimentaire où l'enjeu de la sécurité alimentaire est crucial. Cette dernière s'exerce désormais dans le cadre contraint des accords commerciaux internationaux (Laroche-Dupraz et Postolle, 2010).

Les récentes crises alimentaires au niveau mondial ont mis en lumière l'importance de la régulation publique. L'arrivée des acteurs privés dans l'arène économique comme conséquence directe de l'ajustement structurel a cependant transformé les modalités de cette intervention étatique (OCDE, 2005). Désormais, le rôle de l'Etat s'oriente

prioritairement vers la mise en place de mécanismes incitatifs publics et un encadrement institutionnel qui peut garantir l'arbitrage et le contrôle du marché (Janin et de Suremain, 2005). Toutefois, la crise sanitaire Covid-19 remet en cause tous les paradigmes de gestion des filières agroalimentaires en temps de crise puisque, contrairement à la crise alimentaire 2007-2008 liée à la pénurie alimentaire, les décideurs publics sont confrontés aux incertitudes liées à l'offre et à la demande, mais aussi à la capacité des opérateurs économiques de maintenir les chaînes d'approvisionnement (FAO, 2020).

L'Algérie a depuis longtemps recours à l'importation pour assurer l'approvisionnement du marché local en produits de première nécessité (lait, céréales, sucre, huiles). La dépendance alimentaire et la facture qui en découle se sont accrues au lendemain de l'Indépendance et le phénomène a continué de s'accroître pendant les années 1990 et 2000 du fait de la croissance démographique rapide et du développement insuffisant de la production locale (Sari, 2001 ; Cherfaoui, 2003). Ainsi, entre 1962 et 2013, la consommation de lait est passée de 42 à 142 kg équivalents lait (EL) *per capita* et par an, tandis que la population passait de 11 à 38 millions d'habitants. En total cumulé, la consommation de lait a bondi de 0,5 à 5,5 millions de tonnes EL pendant cette période et la part des importations dans ce disponible laitier est restée constante à 44 %, représentant un saut de 0,22 à 2,5 millions de tonnes EL (<http://faostat.fao.org>).

1. UMR Selmets, INRAE, 2 place Pierre Viala, 34000 Montpellier, France.
2. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France ; SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France.
3. Département d'agronomie, Université de Sétif, El Bez, Sétif 19000, Algérie.

Aujourd'hui l'Algérie est le septième pays importateur de produits laitiers dans le monde en valeur ; les importations laitières algériennes représentent 24 % des importations laitières africaines en valeur (Chatellier, 2019). En 2019, le secteur des produits laitiers a contribué pour 15,4 % des importations alimentaires totales du pays en valeur, juste derrière les céréales qui comptaient pour 33,5 % (DEP, 2020). Or, la flambée des prix des produits agricoles et agroalimentaires en 2007, année caractérisée par la hausse des prix des produits laitiers sur le marché mondial, a changé la donne en conduisant à une amplification de la facture d'importation (Madelin et al., 2007) qui s'est ainsi élevée à 1 290 millions de dollars en 2008 (www.douane.gov.dz). Bien que l'Algérie soit dotée d'une rente pétrolière permettant de financer les dépenses d'importation, l'instabilité des prix du pétrole sur le marché international et l'horizon limité de sa rente mettent en péril la stabilité socioéconomique à long terme du pays. Pour ces raisons l'Etat algérien a revisité sa politique de structuration et de soutien d'une production locale de lait.

Dix ans après la mise en place du nouveau mode de régulation inscrit dans le cadre du programme du Renouveau agricole et rural (RAR) de 2009, il est possible d'en tirer un certain nombre d'enseignements. L'objectif de cet article était d'analyser les modalités que prend cette régulation publique du secteur laitier en Algérie ainsi que ses limites. Dans la première section, les concepts et les méthodes relatifs aux politiques laitières ont été présentés. Dans la deuxième section, la chronologie d'évolution des politiques de régulation de la filière lait en Algérie a été analysée. La troisième section a analysé les impacts de ces politiques dans les différents maillons de la filière avant de conclure.

■ CONCEPTS ET METHODE

Politiques de régulation laitières

L'analyse des politiques de régulation du secteur agricole et agroalimentaire donne lieu à deux types d'approches économiques. Certains travaux cherchent à quantifier les implications économiques des différents types de mesures envisagées (mesure de prix, de subvention, ou d'innovation technique), en repérant notamment leurs coûts pour l'Etat, et les gains pour les différentes catégories d'acteurs. Il s'agit d'arbitrer notamment entre les gains (ou surplus) engendrés par telle ou telle mesure, et de fixer des niveaux de taxes. Ces travaux se basent notamment sur des modèles de marché qui permettent d'évaluer l'impact de ces mesures (Bouamra-Mechemache et al., 2002 ; Ledjou, 2012).

D'autres travaux cherchent à comprendre les conditions d'élaboration des différents types de mesures politiques, et discutent de leurs impacts sur différents indicateurs d'efficacité. Il ne s'agit alors pas de rendre compte uniquement de coûts et de gains économiques, mais de souligner dans leur diversité les impacts des différentes mesures négociées. Ces travaux peuvent alors évaluer les conséquences de ces mesures vis-à-vis de leurs objectifs concernant les quantités produites et transformées, les types de produits mis sur le marché, l'emploi rural, la pollution ou le coût en ressources naturelles par exemple. Pour évaluer ces politiques, il apparaît à la fois nécessaire de différencier les types de mesures envisagées (politiques de prix, de crédit, commerciales, sanitaires, technologiques, etc.), mais aussi la manière dont elles émergent dans l'agenda politique en fonction de l'évolution de la situation du secteur (Duteurtre et al., 2015 ; Gouin et Kroll, 2018 ; Ngom et al., 2019). C'est ce deuxième type d'approche qui a été privilégié dans ce travail afin de rendre compte de la pluralité des objectifs poursuivis par les politiques laitières algériennes.

Dans ce cadre, plusieurs traits fondamentaux des politiques de régulation du secteur laitier doivent être soulignés. En premier lieu, il faut considérer que cette régulation s'inscrit dans un contexte de grande

instabilité des prix internationaux. L'indice des prix des produits laitiers publié par la FAO illustre cette grande instabilité qui concerne à la fois une volatilité dans le temps et des variations des prix relatifs entre produits (figure 1). C'est pour cela que les débats sur les niveaux de protection des marchés vis-à-vis du commerce international ont été particulièrement vifs ces dernières années (Duteurtre, 2009 ; Diarra et al., 2013 ; Baritoux et al., 2018). Ils s'insèrent dans les mutations politiques globales qui ont conduit à la libéralisation des politiques agricoles et des politiques commerciales de ces vingt dernières années. Plus spécifiquement, les politiques laitières des pays d'Afrique du Nord, comme celles des pays d'Afrique de l'Ouest, sont marquées par leur positionnement vis-à-vis des exportations de l'Union européenne qui constitue leur principal partenaire commercial. Or, depuis la suppression des quotas laitiers européens en 2015, les exportations laitières de l'Europe ont connu un regain d'agressivité commerciale qui a généré des tensions sur ces marchés (Duteurtre et Corniaux, 2019).

Un deuxième élément central relatif aux politiques de régulation du secteur laitier a trait à l'institutionnalisation des mécanismes de protection ou de gestion collective de l'offre. En effet, les filières laitières sont marquées par une pluralité d'acteurs impliqués et de produits qui influent sur les modes de gouvernance à mettre en œuvre (Duteurtre, 2008 ; Nguyen et al., 2017). Cette nature plurielle du secteur laitier génère une certaine complexité des mesures à adopter, qui conduisent de nombreux pays à mettre en place des offices (ou bureaux) du lait (*milk boards*). Si l'organisation et les rôles de ces offices sont variables, ils ont tous pour vocation de permettre la négociation, l'adaptation locale et la mise en œuvre des mesures de régulation sectorielle (Duteurtre, 2008 ; Gouin et Kroll, 2018). L'histoire et la diversité de ces institutions de régulation sectorielle rendent compte des spécificités nationales en matière de politiques laitières.

Enfin, il convient de reconnaître une certaine dualité des politiques laitières qui apparaissent comme le résultat de deux espaces de négociation, de justification et de mise en œuvre différents. D'un côté, les politiques d'appui à la production, qui sont principalement l'apanage des ministères en charge de l'agriculture et de l'élevage, rendent compte des arbitrages de l'Etat vis-à-vis de la production laitière locale. C'est au niveau de ces politiques que se construisent les choix publics pour soutenir ou redistribuer les revenus des producteurs et des industriels en fonction des prix du lait. D'un autre côté, les politiques commerciales, qui sont la plupart du temps élaborées par les services du ministère du commerce, rendent compte des choix du pays en matière d'ouverture ou de protection vis-à-vis des marchés internationaux pour gérer notamment les prix au consommateur (Corniaux et al., 2011 ; Ngom et al., 2019). Ces deux piliers des politiques de régulation laitière peuvent être plus ou moins bien intégrés selon l'importance du secteur laitier dans l'agenda politique (Corniaux et al., 2011). Lorsqu'ils existent, les bureaux ou offices interprofessionnels du lait rendent compte des tensions entre ces deux dynamiques d'élaboration des politiques et des rapports de force associés.

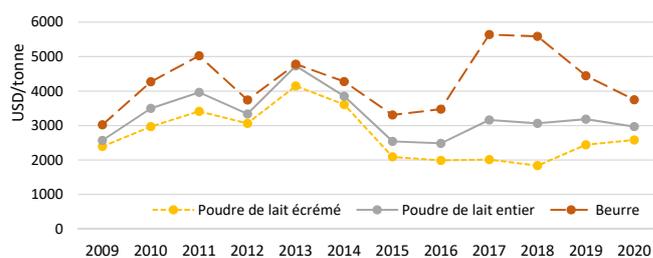


Figure 1 : Prix internationaux de la poudre de lait et du beurre (FAO, 2020b) // International prices of milk powder and butter (FAO, 2020b)

Démarche méthodologique

En nous basant sur Gouin et Kroll (2018) nous avons opté pour une méthode consistant à présenter un historique des différentes mesures et mécanismes de régulation laitière à travers une revue de la littérature. Les politiques laitières algériennes sont analysées sous un angle chronologique en séparant pour chaque période les politiques d'appui à la production locale et les politiques commerciales.

Il s'agit d'abord de comprendre comment la politique commerciale permet au pays de gérer les déséquilibres de marché par des subventions aux importations, et comment ces politiques commerciales aboutissent à un partage de la plus-value des produits entre Etat, industriels, producteurs et consommateurs. Dans le cas de l'Algérie, en effet, les politiques commerciales laitières ont été très fortement marquées par le souci d'approvisionner les consommateurs en produits de base bon marché, quitte à en répercuter le prix sur le budget de l'Etat. Il s'agit ensuite de comprendre en quoi les politiques d'appui à la production s'appuient sur des mécanismes de subvention et d'aide à l'investissement dans la production et la collecte ainsi que sur des mesures de prix bonifiés.

Au fil du texte, nous présentons les institutions en charge de gérer les modalités d'intervention publique dans la gestion du marché, et leurs transformations historiques. Après cet historique, nous évaluons la cohérence de ces interventions, ou les contradictions qu'elles soulèvent, et les impacts qu'elles ont eus sur le profil actuel du secteur laitier algérien. Enfin, nous discutons des moyens de lever ces contradictions.

■ POLITIQUES DE REGULATION DU SECTEUR LAITIER DEPUIS 1962

Création de l'Onalait au lendemain de l'Indépendance

Dès l'Indépendance de l'Algérie en 1962, l'Etat a adopté une série de mesures d'intervention dans l'ensemble des secteurs agricoles afin d'assurer la couverture des besoins alimentaires de la population puisqu'elle n'a hérité d'aucune installation performante sur le plan technique et économique, sauf pour de petites structures et des fromageries mises en place par le secteur privé et dont la propriété est liée à des groupes français d'exportation. Ces laiteries privées au nombre de six étaient des centres de conditionnement du lait pasteurisé importé par les firmes françaises Gopexalait et Pyrénées Lait. Pour le lait, l'Etat crée en 1969 l'Office national du lait (Onalait) chargé de mettre en place la politique publique de régulation du secteur. Il s'agit pour cet office d'encourager la structuration et l'encadrement de la production bovine laitière dans les exploitations agricoles. Il s'agit aussi d'encourager l'intégration industrielle de la production laitière locale afin d'assurer une intensification du système de production capable de se substituer progressivement à la poudre de lait importée. Toutefois, l'accroissement de la demande en produits laitiers et la hausse des prix du pétrole ont entraîné un délaissement progressif de la production locale en faveur de l'importation de la poudre facile à reconstituer dans les installations industrielles publiques. Ainsi, entre 1970 et 1980, la collecte de lait par l'Onalait passe de 41 à 43 millions de litres, ce qui représente une progression insignifiante. Dans le même temps, l'Office cesse toutes les importations de lait en vrac, qui étaient de l'ordre de 15 millions de litres en 1970, et les remplace par des importations de poudre de lait et de matière grasse de lait anhydre qui s'envolent pour atteindre 378 millions de litres en 1980 (Kherzat, 2007). Ainsi, l'objectif global de sécurité alimentaire se fonde dans les années qui suivent l'Indépendance sur la priorité donnée à l'importation continue de poudre de lait.

En 1983, l'Onalait est restructuré en trois offices régionaux qui gèrent au total 17 unités de transformation publiques dépendantes. L'activité

essentielle de ces unités reste la transformation de la poudre importée pour la production de produits de grande consommation financée par la rente pétrolière. De manière délibérée, les offices régionaux se désengagent de la production laitière locale, avec l'objectif affiché de mettre à disposition des consommateurs des produits « stratégiques » à bas prix (Bencharif, 2001 ; Giplait, 2010). Le secteur laitier algérien se construit alors sur une situation paradoxale où les prix à la consommation deviennent inférieurs aux prix à la production (Kherzat, 2007).

Pour appuyer le secteur, le gouvernement met en place divers autres offices destinés à garantir l'accès des exploitations aux intrants. Là encore, ces offices vont promouvoir les importations. C'est le cas par exemple de l'Office national d'approvisionnement et de services agricoles (Onapsa), destiné à faciliter l'importation de produits vétérinaires et de matériel génétique, et de l'Office national d'aliment du bétail (ONAB) qui va contribuer à renforcer l'importation de matières premières alimentaires (Bedrani et al., 1997).

Cette stratégie de sécurité alimentaire basée sur les prix administrés et sur les subventions aux importations est maintenue malgré plusieurs crises, notamment le contre-choc pétrolier de 1986, associant pénuries et hausses des prix sur le marché mondial et suggérant déjà les limites de cette stratégie de recours aux importations. Au cours de ces années, la facture d'importation de poudre de lait représente une charge financière croissante pour l'Etat. Sa valeur cumulée entre 1982 et 1992 atteint 15 % du volume de la dette extérieure en 1992 (Amellal, 1995).

Programmes de relance de la production laitière (1995–2009)

Devant les difficultés rencontrées pour promouvoir la production laitière locale, le ministère en charge de l'Agriculture conduit dès 1992 une série d'études et de réformes dans le secteur laitier qui aboutissent à plusieurs programmes de relance de la production laitière. Lancé en 1995, le Programme de réhabilitation de la production laitière est la première grande action politique dans ce domaine (Cherfaoui et al., 2004). Il vise le développement de la production nationale de lait cru et l'augmentation du taux d'intégration de la production nationale dans l'industrie laitière. Il se base sur deux outils principaux qui resteront au cœur des politiques laitières algériennes jusqu'à nos jours : a) des subventions aux investissements qui concernent les fermes, les laiteries, les matériels de collecte et la capacité d'insémination artificielle ; et b) des bonifications du prix du lait aux éleveurs et aux collecteurs, qui protègent les revenus des acteurs de la filière tout en permettant le maintien des bas prix aux consommateurs. Le gouvernement attribue ainsi des primes de 4 dinars algériens (DA ; 1 DA ≈ 0,0086 US\$) par litre aux éleveurs, et de 2 DA/L aux collecteurs. Ces subventions et bonifications sont attribuées via des fonds spécifiques (tableau I).

Pour appuyer la mise en œuvre de ce programme, le Conseil interprofessionnel du lait (CIL) et l'Office national interprofessionnel du lait (ONIL) ont été créés en 1997. Le CIL fédère l'ensemble des opérateurs de la filière sans pour autant permettre une meilleure représentation des producteurs dans la gouvernance de la filière, alors que l'ONIL est chargé d'organiser les marchés agricoles du lait et produits laitiers, et de mettre en œuvre les politiques d'incitation au développement de la production laitière en concertation avec le CIL. L'ONIL s'imposera petit à petit jusqu'à jouer pleinement son rôle à partir de 2007. Il contrôle désormais la distribution des quotas de la poudre de lait importée et des primes dites d'intégration du lait local dans la transformation industrielle (tableau I) (Makhlouf et Montaigne, 2016).

Du côté des industries de transformation, le programme de réhabilitation de la production laitière conduit à la fusion des 14 (puis 15) unités

Tableau I : Répartition de l'octroi de prime selon le programme de soutien agricole (Algérie) /// *Distribution of an incentive payment according to the agricultural support program (Algeria)*

Année	Programme de soutien agricole	Prime (DA/L)		
		Prod.	Coll.	Tran.
1995	Programme de réhabilitation de la production du lait cru par le biais du Fonds national de développement agricole (FNDA)	4	2	0
2000	Programme national de développement agricole (PNDA) (création du Fonds national de régulation et développement agricole [FNRDA] devenu FNRPA)	7	4	
2009	Renouveau agricole et rural (RAR) (renforcement du FNRPA par le Fonds national de développement de l'investissement agricole [FNDIA])	12	5	2 à 4 *
Depuis 2015		14		2 à 6 *

DA : dinars algériens ; Prod. : production ; Coll. : collecte ; Tran. : transformation.
 * Selon le taux d'intégration adopté par la laiterie /// DA: Algerian dinars; Prod.: production; Coll.: collection; Tran.: transformation. * Depending on the integration rate adopted by the dairy

de transformation gérées par les anciens offices régionaux pour créer le Groupe industriel des productions laitières (Giplait). Cependant, entre 1996 et 2001, la part de la collecte de lait cru dans l'approvisionnement de cette société d'Etat chute fortement de 140 à 90 millions de litres par an (Kherzat, 2007). Ces unités ont échappé à la privatisation amorcée dans le secteur public dès les années 2000 vu leur caractère stratégique. Depuis, elles continuent d'exercer un rôle

important notamment dans la transformation et la distribution du lait reconstitué.

Pendant cette période, toutefois, les politiques commerciales restent les mêmes et le secteur industriel continue à s'appuyer sur l'importation de poudre à prix subventionné. Entre 1992 et 2010, les quantités importées enregistrent une augmentation moyenne de 2,4 % par an en volume et de 5,4 % par an en valeur. Sous l'effet de la croissance démographique (+ 29,8 % cumulés sur la période) et de la hausse des cours sur le marché mondial, la facture d'importation double entre 1992 et 2008 (Mamine, 2014).

Politique du Renouveau agricole et rural (depuis 2009)

En 2009, en réaction à la crise financière et économique et aux prémices du Printemps arabe, le ministère de l'Agriculture et du Développement rural (MADR) lance la politique du Renouveau agricole et rural (RAR) pour renforcer le développement des filières stratégiques dont la filière lait local. De nouveaux programmes de subvention à la filière sont alors mis en place (figure 2) avec la poursuite des subventions à l'investissement, une augmentation des primes à la production et à la collecte, et la création de primes aux transformateurs pour l'intégration industrielle du lait local (tableau I).

Subventions et primes aux éleveurs

Les subventions aux investissements concernent l'équipement de l'exploitation, la modernisation des étables, l'achat de matériel de traite et de réfrigération, et l'achat de génisses. S'ajoutent ensuite les subventions à l'achat des facteurs de production que sont a) l'aliment du bétail, issu principalement de matière première importée, b) les fourrages, avec une aide aux semences et aux moyens de conservation, et c) l'insémination artificielle. Les producteurs reçoivent également une prime de l'ONIL qui constitue un complément de revenu, mais uniquement s'ils vendent leur lait aux industriels en respectant

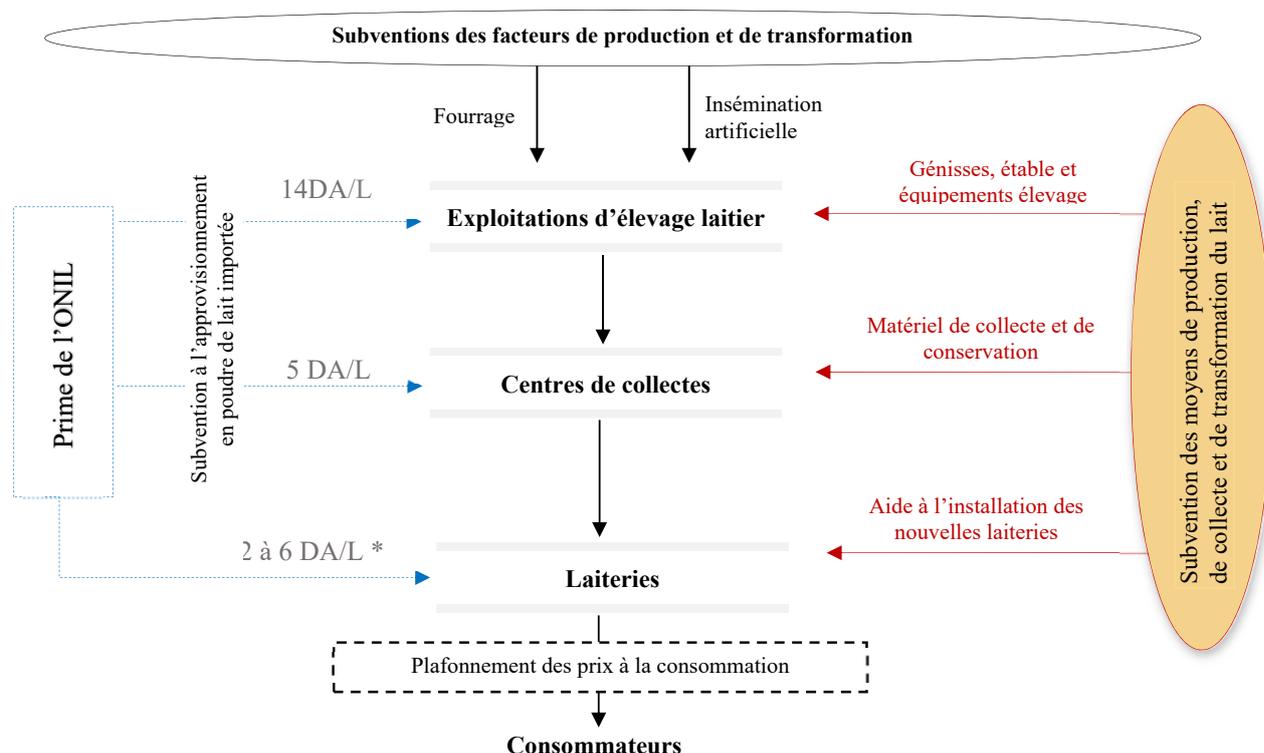


Figure 2 : Interventions publiques dans la filière lait en Algérie. * Prime de 6 DA/L si la laiterie ne fonctionne qu'avec le lait local /// *Public interventions in the milk sector in Algeria. * 6 DA/L incentive payment if the dairy operates only with local milk*

les règles sanitaires. Ces bonifications s'élèvent à 12 DA/L en 2012, et sont abondées d'une surprime de 2 DA/L à partir de fin 2015 pour les élevages répondant au suivi sanitaire (agrément sanitaire contre la tuberculose et la brucellose). La revalorisation de ces primes a pour objectif de réduire l'écart de prix avec la poudre de lait fortement subventionnée (tableau I).

Ces aides sont cependant accordées conditionnellement à une taille de l'exploitation : un effectif minimal de 12 vaches laitières (VL) et une surface de six hectares de terre en propriété. Cette règle d'accès à la subvention a été allégée en 2009 (6 VL et 5 ha en propriété ou en location). Selon les chiffres du ministère de l'Agriculture en 2015, seuls 34 300 sur les 300 000 éleveurs bénéficiaient de primes à la production, ce qui montre l'exclusion de la majorité des petits éleveurs qui ne peuvent remplir les conditions d'octroi des subventions publiques. Dans le cadre du RAR, l'Etat met aussi en place un mécanisme de prix minimum garanti pour soutenir la production de lait local. Ce prix minimum « à la sortie de la ferme » est passé de 30 DA/L en 2012 à 36 DA/L en 2016.

Subventions et primes aux collecteurs

Le collecteur, maillon important qui s'occupe de la collecte du lait auprès des producteurs et qui assure son transfert aux transformateurs, reçoit deux types d'aides : a) une subvention à l'équipement, achat de camions ou de pick-up équipés d'une citerne isotherme, et b) une prime incitative, proportionnelle à la quantité collectée (5 DA/L depuis 2012). Ces aides permettent le développement d'une activité importante de ramassage quotidien du lait auprès de nombreuses petites exploitations isolées. Ces collecteurs ou ramasseurs agréés par l'ONIL, au nombre de 1600 en 2017, sont majoritairement indépendants ou rattachés aux centres de collecte ou, rarement, à des laiteries.

Les prix à la sortie d'exploitation sont en principe fixes puisque définis par l'ONIL mais en raison de l'incapacité des éleveurs à assurer les indicateurs de qualité exigés par les industriels, ils sont souvent négociés à la baisse par l'intermédiaire des collecteurs. Pour valoriser le lait non conforme rejeté par les industriels, les collecteurs alimentent souvent les circuits informels non agréés à travers la vente directe auprès des consommateurs et la vente auprès des transformateurs artisanaux.

Subventions aux industriels

Pour encourager l'intégration du lait local dans les circuits de collecte industriels, les laiteries peuvent recevoir une prime dite d'intégration du lait local qui est de 2 à 6 DA/L (tableau I). Cette intégration vise à encourager l'élaboration de produits transformés à base de lait local, comme les fromages et les yaourts, qui sont alors commercialisés à des prix libres. Le lait local se vend de 50 à 70 DA/L dans les grands centres urbains. Cependant, dans la pratique, seules 27 des 135 laiteries conventionnées avec l'ONIL ont choisi de s'approvisionner exclusivement en lait local.

Maintien des politiques de sécurité alimentaire en faveur des consommateurs

Subventions aux importations et prix administrés à la consommation

Afin de garantir l'accès des consommateurs à des produits laitiers de base et parallèlement aux programmes d'appui à la production, l'Etat algérien poursuit ses politiques de soutien à la consommation. Il renouvelle ses programmes de subventions aux importations et de prix administrés à la consommation. A partir de 2007, c'est l'ONIL qui est chargé de l'approvisionnement des laiteries en poudre de lait importée destinée à la reconstitution en lait standardisé. L'Office cède la poudre de lait écrémé importée à 159 000 DA/tonne, quel que soit son prix d'achat sur le marché mondial, et l'Etat prend en charge la différence entre ce prix de vente et le prix d'achat réel. A ce prix, la

poudre de lait nécessaire à la production d'un litre de lait reconstitué revient à environ 15,9 DA/L. Par ailleurs, le prix à la consommation du lait pasteurisé en sachet (LPS) est à 25 DA/L. Les 120 laiteries conventionnées avec l'ONIL (15 unités publiques et 105 privées) s'engagent donc à vendre le lait reconstitué à un prix plafonné à 23,5/L DA à la sortie de l'usine et à le distribuer selon une quantité moyenne journalière correspondant aux quantités affectées par l'Office. Entre 2007 et 2010, l'Etat a injecté plus de 32,2 milliards de DA pour couvrir la différence entre le prix de la poudre de lait achetée sur le marché mondial et le prix de revente sur le marché national.

Mise en place d'un stock stratégique de poudre de lait

Pour atténuer l'impact de la forte volatilité du prix des produits alimentaires, le gouvernement algérien a toutefois mis en place un outil de régulation des marchés appelé Système de régulation des produits agricoles de large consommation (Syrpalac). Le seul apport tangible de ce mécanisme de régulation réside dans le renforcement de la capacité de stockage de poudre importée pour couvrir jusqu'à six mois de consommation. Cependant, cette mesure de court terme ne peut permettre de faire face à l'évolution de la demande de lait. Un renforcement des capacités d'offre sur le marché local passe nécessairement par le développement d'une filière de lait local.

En 2014, la consommation totale est estimée à environ six milliards de litres EL, dont trois milliards proviennent de l'importation, pour une valeur de 1,4 milliard US\$. Sur une production locale totale de 3,4 milliards litres par an (environ 56 % des besoins nationaux), seulement 0,9 sont collectés pour la transformation en industrie, le reste étant commercialisé par d'autres circuits ou autoconsommé. De ce fait, le lait local n'assure qu'environ 25 % des besoins de l'industrie laitière dont la capacité totale s'élève à environ 3,4 milliards de litres EL (Hirondel, 2014). En 2018, la valeur des importations est restée la même et s'élevait à 1,4 milliard US\$ (DPE, 2020).

■ IMPACT DE CES PROGRAMMES SUR LES ACTEURS DU SECTEUR

Caractéristiques et performances des exploitations

La modernisation technique de l'élevage bovin est la priorité de la politique de développement du lait local. Cependant, la gestion administrée des grandes fermes, mises en place dans les années 1970 par le régime socialiste, a résulté en des choix techniques inefficaces. L'échec de l'installation des grandes fermes dans des zones de forte concurrence sur les ressources foncières et hydriques constitue un exemple parmi d'autres des obstacles rencontrés par cette gestion administrée de la production (Benfrid et al., 1993). L'abandon de cette politique administrée et le choix de la privatisation des exploitations agricoles ont permis la création d'un grand nombre d'exploitations laitières privées après le démembrement des anciens domaines d'Etat (MADR, 2003). Toutefois, plus de 55,3 % des exploitations ont moins de cinq hectares et de ce fait ne sont pas éligibles aux subventions publiques. Une grande partie de ces petites exploitations ont ainsi conservé leur mode de fonctionnement traditionnel avec des circuits informels de vente et hors des circuits industriels subventionnés.

La production laitière bovine représente environ 73 % de la production laitière nationale à côté des productions laitières caprines, ovines et camelines (communiqué de presse du ministère de l'Agriculture et du Développement rural). Cependant, le lait de vache représente la quasi-totalité du lait commercialisé car le lait produit par les autres espèces est destiné soit à l'allaitement des nouveau-nés soit à l'autoconsommation.

Depuis l'Indépendance, la production laitière bovine affiche un taux de croissance annuel moyen de 5,4 % du fait d'une augmentation du cheptel de 2,7 % par an et d'une amélioration du rendement moyen

par vache de 2,7 % par an. Pour améliorer la production laitière locale, l'Etat a misé sur l'importation de génisses pleines à haut potentiel génétique. Toutefois, le rendement moyen annuel s'élève seulement à 2100 L/vache (6300 L/vache en France ; CNIEL, 2008), toutes races comprises (Giner, 2010). Ce rendement relativement limité s'explique par : a) la diversité des systèmes d'élevage, avec une surreprésentation des systèmes extensifs avec un faible cheptel (le système intensif peine à se développer en raison d'une disponibilité limitée des ressources foncières et en eau) ; b) la lenteur de la modernisation de l'élevage laitier par insuffisance d'investissements techniques et humains ; c) la préférence des éleveurs pour la valorisation de la production laitière par l'allaitement des veaux (nous estimons la valeur de la rente bouchère d'un litre d'EL à environ 151 DA contre 36 DA le prix moyen payé sur le marché) ; d) le manque d'incitations à la production et la faiblesse du prix minimum garanti, couvrant à peine la hausse des coûts de production ; et e) des ressources naturelles limitées du fait d'un climat semi-aride à aride sur plus de 90 % de la surface du pays, ce qui est un handicap majeur pour la production fourragère qui nécessite des ressources hydriques importantes.

Progrès génétiques insuffisants du cheptel laitier

Les pouvoirs publics ont surtout misé sur l'importation du matériel génétique vivant (génisses pleines à haut potentiel génétique de races Holstein, Montbéliarde, Fleckvieh, Brune des Alpes...), favorisée par un droit de douane faible (5 %). Entre 2011 et 2012, 54 800 génisses ont été importées (Soukhal, 2013). L'effectif moyen importé est variable selon la disponibilité de la manne pétrolière et depuis 2013 le nombre de génisses importées a été revu à la baisse. Leur importation reste insuffisante par rapport à la demande, malgré une politique continue d'importation à partir du milieu des années 1960 menée par le Centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique (CNIAAG), puis par des opérateurs privés depuis le début des années 2000 (CN AnGR, 2003). En outre, la pertinence de cette stratégie peut être questionnée du fait des performances zootechniques relativement limitées de ces races importées (Madani et Far, 2002 ; Madani et Mouffok, 2008).

Plusieurs facteurs ont contribué à la faible efficacité de ces politiques d'importation de génisses : a) l'absence d'un schéma de sélection et d'un appareil effectif de gestion de l'amélioration et de la sélection génétique ; b) la réticence à l'adoption de l'insémination artificielle dans l'élevage laitier malgré les subventions accordées par l'Etat dans ce domaine (75 % du coût total) et l'assistance technique assurée par le CNIAAG ; c) le manque d'adaptation à leur nouvel environnement d'un grand nombre d'animaux importés conduisant à leur réforme et abattage précoce afin de tirer profit de leur valeur bouchère jugée plus rémunératrice. Dans certaines régions du pays, le taux de réforme des vaches laitières peut atteindre plus de 43 % durant les trois premières années de l'élevage (Benallou et al., 2011).

Production fourragère insuffisante

Les exploitations d'élevage laitier n'arrivant pas à produire leurs propres intrants sont en effet presque entièrement dépendantes de l'importation de la matière première (maïs, tourteau de soja) utilisée dans la fabrication d'aliments composés. L'affectation par les éleveurs d'une part réduite de la sole de l'exploitation à la production fourragère (concurrence avec les autres cultures, particulièrement les céréales) et les difficultés de l'intensifier en raison d'un régime pluviométrique aléatoire expliquent la faible autonomie alimentaire des exploitations d'élevage bovin laitier (Nedjraoui, 2001).

Pour pallier ce déficit, l'Etat s'est engagé dans le développement de cultures fourragères afin d'assurer l'intensification de l'élevage laitier. Il s'agit de cultures de céréales (orge, avoine, triticale) majoritairement en zones pluviales, de mélange de céréales avec des pois ou vesces, alors que le maïs, le sorgho et la luzerne dominent en irrigué

en saison estivale avec des besoins hydriques très élevés. Dans ce domaine, l'Etat a alloué 98,75 millions de DA entre 2000 et 2010. Depuis, la production fourragère a sextuplé (MADR, 2012). D'après les données statistiques plus récentes du ministère de l'Agriculture (MADR, 2017), la suppression de cette subvention (figure 3) ne semble pas freiner le développement de ces cultures (49 millions de quintaux en 2016 contre 4 millions de quintaux à l'aube des années 2000). Toutefois et en raison de leur caractère pluvial dominant, leur rendement reste limité (en moyenne 2,46 t/ha) par rapport au fourrage naturel issu des prairies naturelles ou des jachères fauchées (en moyenne 3,1 t/ha) (MADR, 2017).

Profil des acteurs de l'aval de la filière

L'augmentation du taux d'intégration industrielle du lait local, défini comme le ratio entre la quantité de lait local transformé et la quantité totale de lait transformé, représentait théoriquement pour l'Etat un objectif important qui devait se traduire par le développement de l'élevage laitier local. L'Etat a donc accordé au début des années 1970 un intérêt particulier à la transformation industrielle du lait local et à ses circuits de distribution dans les grandes agglomérations urbaines.

Collecte industrielle insuffisante

Le taux de collecte industrielle du lait local s'est rapidement effondré dans les années 1970 lorsque se sont développées de grandes usines de transformation de la poudre de lait importée (figure 4). Cette situation d'une filière de lait local marginalisée sur le plan industriel s'est maintenue jusqu'à la moitié des années 1990. La difficulté d'accès à la transformation industrielle du fait de la concurrence de la poudre de lait a eu pour conséquence l'émergence de circuits informels sous la forme de vente directe de lait ou de produits laitiers transformés artisanalement.

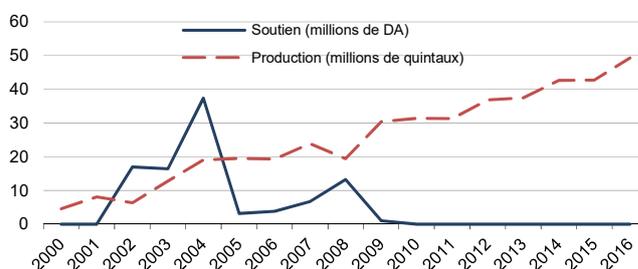


Figure 3 : Soutien de l'Etat algérien accordé au développement du fourrage artificiel ; DA : dinars algériens // Algerian State support for the development of artificial fodder; DA: Algerian dinars

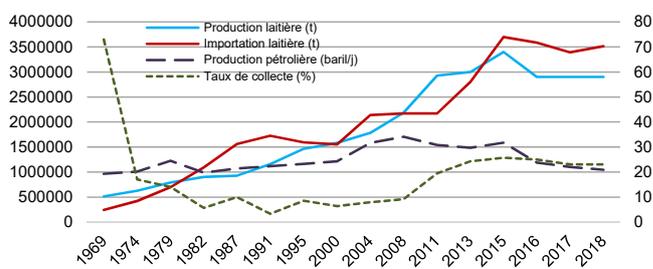


Figure 4 : Evolution de la production, du taux de collecte et de l'importation de lait par rapport à la production de pétrole. Synthèse des auteurs d'après les données de Cherfaoui, 2003 ; MADR, 2012 ; FAO, 2020 ; www.eia.gov // Evolution of milk production, collection rate and import in relation to oil production. Authors' summary based on data from Cherfaoui, 2003; MADR, 2012; FAO, 2020; www.eia.gov

Limites d'une transformation industrielle basée sur la poudre importée

La capacité de transformation a certes connu une augmentation spectaculaire à la suite de la restructuration du secteur public au cours des années 1980, permettant l'apparition de nouveaux acteurs privés. En 2012, la filière englobe 15 entreprises du groupe public Giplait et plus de 162 entreprises privées dont la capacité de transformation est très variable (Makhlouf et Montaigne, 2016). Du fait de la subvention à l'importation de la poudre de lait, les industriels n'avaient aucun intérêt à développer la collecte du lait local (figure 5). Cependant la hausse des prix sur le marché mondial en 2008 a entraîné une augmentation importante du prix de la poudre de lait, rendant concurrentielle la production locale de lait. Cette crise a mis en lumière les limites d'un modèle laitier en grande partie fondé sur des approvisionnements externes, et une absence criante de résilience face aux transformations profondes de l'environnement externe et du marché mondial.

Par le biais du programme RAR, l'Etat a injecté des sommes importantes pour favoriser la collecte et la transformation industrielle du lait local (plus de 3,2 milliards de DA en 2009 et plus de 4,3 milliards en 2011) (ONIL, 2012). Si le taux de collecte a doublé entre 2008 et 2011 (figure 4) sous l'impulsion de diverses primes à la production et à la collecte (tableau I), il n'en demeure pas moins que le taux d'intégration ne dépasse pas actuellement 20 % de la production alors qu'il était estimé à plus de 70 % au début des années 1960. Si cet ensemble de mesures tend à orienter le fonctionnement du secteur laitier vers un modèle industriel, il ne tient pas compte de la structure de l'amont de la filière qui se caractérise par une offre atomisée et saisonnière, un lait de qualité médiocre, ce qui la rend peu compatible avec les stratégies des laiteries.

Gestion de la qualité encore peu compatible avec le modèle industriel

En amont de la filière, les exploitations d'élevage laitier disposent de peu de moyens techniques pour une alimentation suffisante et équilibrée de leur cheptel pour une traite mécanisée et une réfrigération rapide du produit. Les compétences nécessaires à la maîtrise du rendement par vache et la qualité du lait font défaut. Par ailleurs, l'attribution des primes à la production n'est plus conditionnée au respect du contrôle sanitaire depuis 2009, ce qui a entraîné la baisse du nombre d'élevages soumis à l'agrément sanitaire, et ce, malgré la revalorisation de ladite prime qui est passée de 12 à 14 DA/L en 2015. La Chambre nationale d'Agriculture estime que plus de 80 % des exploitations d'élevage laitier ne sont soumises à aucun contrôle sanitaire. De plus, le manque de traçabilité dans l'opération de collecte (mélange du lait issu des exploitations contrôlées avec celui de celles non contrôlées) s'ajoute à la mauvaise gestion de la qualité en amont de la filière.

En aval de la filière, la fonction officielle des centres de collecte est de livrer aux industriels le lait cru produit par les éleveurs avec lesquels ils ont des contrats spécifiant les attributs de qualité physicochimique qui leur est exigée (densité, acidité, taux de matière grasse). En effet, tout lait non conforme à ces exigences qualitatives, surtout le lait

caillé, est systématiquement rejeté par les industriels ce qui contribue au faible taux d'intégration industrielle du lait local. Cela explique le maintien des circuits informels du lait et de sa transformation artisanale, pour lesquels les niveaux exigés de qualité physicochimique sont moins contraignants qu'en transformation industrielle, notamment les petites crémeries aux moyens techniques limités (caillage, barattage, fermentation) sans pasteurisation. Elles produisent principalement du Raëb (lait caillé), du Lben (petit lait) et du beurre de ferme, produits qui demeurent cependant très prisés par la population locale (Mamine et al., 2016).

CONCLUSION

Dans le secteur laitier en Algérie, l'Etat intervient par des mécanismes de régulation dans l'objectif d'assurer l'équilibre du marché. Ces mécanismes encadrant la filière lait soutiennent l'ensemble des opérateurs à différents niveaux mais avec des résultats controversés. Sur le plan de l'élevage bovin, les efforts fournis dans la promotion de l'investissement technique ne permettent pas une structuration efficace des systèmes de production pour plusieurs raisons : a) l'insuffisance des moyens financiers mobilisés dans la modernisation technique ; b) la mauvaise répartition du soutien public dans la filière lait car seuls 11,4 % des éleveurs sont éligibles à l'aide de l'Etat ; c) la faible intégration et valorisation de la production locale dans la transformation laitière (20 %) ; et d) le différentiel de prix entre prix du lait local et prix de la poudre de lait, principalement dû à la subvention de la poudre de lait importée.

Le recours à l'importation est vu comme nécessaire pour sécuriser l'approvisionnement du marché national des produits laitiers. La filière laitière locale a de ce fait du mal à décoller, ce qui se traduit par sa faible intégration dans la transformation laitière. En fait, l'amélioration de la collecte et de l'intégration industrielle n'est perceptible que depuis les années 2011 et 2012. L'ajustement du marché par les politiques de prix minimum garanti et de primes n'a pas permis de gommer le différentiel entre prix du marché local et prix du marché international. L'encadrement de l'élevage laitier a permis cependant certaines améliorations des performances de la filière lait avec la mise en œuvre des différents programmes du développement agricole. L'intervention de l'Etat a contribué à l'extension du marché de consommation (plafonnement des prix), mais sans un accroissement suffisant de la production laitière locale qui repose principalement sur des exploitations d'élevage de taille réduite. Le développement récent des mégafermes dans la zone steppique peut contrebalancer cette configuration s'il est associé à une gestion durable des ressources hydriques puisées dans les réserves souterraines (objectifs spécifiques définis par l'Unesco pour développer une gestion durable des eaux souterraines¹). Pour réussir ce modèle industriel, les pouvoirs publics peuvent également tirer des leçons managériales de l'échec des grandes fermes du domaine public de l'époque socialiste.

1. <https://fr.unesco.org/themes/securite-approvisionnement-eau/hydrologie/eaux-souterraines/gestion-durable>

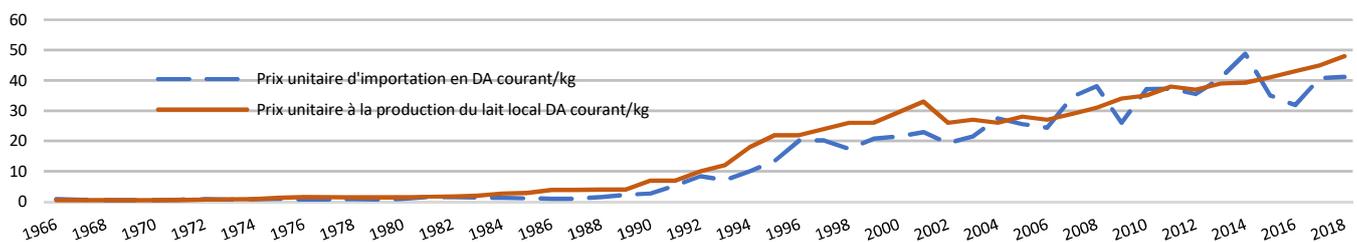


Figure 5 : Evolution des prix du lait à la production et à l'importation (équivalents lait) en Algérie // Evolution of milk prices at production and import (milk equivalents) in Algeria

La poudre de lait pèse de plus en plus sur la facture extérieure dans un contexte mondial caractérisé par une crise alimentaire et l'instabilité des prix des hydrocarbures, principale source de devises pour garantir la sécurité alimentaire en Algérie.

L'objectif des politiques publiques de la filière lait est en priorité la sécurisation de l'approvisionnement et la satisfaction de la demande des consommateurs. L'importation de la poudre de lait et le développement de la production laitière locale constituent des alternatives stratégiques vis-à-vis desquelles l'Etat doit constamment effectuer des arbitrages. Les résultats escomptés, à savoir l'augmentation du taux de couverture de la consommation intérieure par la production et le développement harmonieux de bassins laitiers dans les territoires ruraux du pays, sont encore loin d'être atteints. La récurrence des crises d'approvisionnement nationales en lait remet en question l'efficacité du système de régulation de cette filière mise en place par les pouvoirs publics et la fiabilité des données sur lesquelles elle s'appuie pour assurer la couverture des besoins du marché national en produits laitiers. Le besoin de développer la production locale en facilitant davantage l'accès des petits producteurs au marché et aux différentes formes de soutien public de la filière répond non seulement à l'objectif de réduire la dépendance du pays aux importations, mais aussi de donner les moyens au secteur agricole de contribuer à la diversification et à la dynamisation de l'économie nationale, très dépendante des exportations des hydrocarbures.

Remerciements

Les auteurs remercient les agents de l'INRAA d'Alger pour leur collaboration dans la phase de collecte des données.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

FM et MF ont conçu et planifié l'étude ; FM a assuré notamment la collecte, l'analyse et l'interprétation des données puis avec l'aide de MF a rédigé la première version du manuscrit. GD et TM ont révisé et complété la rédaction du manuscrit.

REFERENCES

Amellal R., 1995. La filière lait en Algérie: entre l'objectif de la sécurité. In: Allaya M. (ed.). Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Montpellier (France): CIHEAM Options Méditerranéennes: Série B, Etudes et recherches **14**: 229-238

Baritoux V., Chatellier V., Trouvé A., 2018. La libéralisation des marchés laitiers. Quelles réponses des acteurs économiques et des politiques ? *Econ. Rurale*, **364**: 7-12, doi: 10.4000/economierurale.5484

Bedrani S., Boukhari N., Djennane A., 1997. Eléments d'analyse des politiques de prix, de subvention et de fiscalité sur l'agriculture en Algérie. In: Akesbi N., Maraveyas N., eds, Prix et subventions : effets sur les agricultures familiales méditerranéennes. CIHEAM Options Méditer. Sér. B, **11**: 121-149

Benallou B., Kouidri M., Ghazi K., 2011. Evaluation des performances de reproduction de la vache laitière dans la région de Tiaret. *Rev. Ecol. Environ.*, **7**: 27-35

Bencharif A., 2001. Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: état des lieux et problématiques. In : Padilla M., Ben Saïd T., Hassainya J., Le Grusse P. (eds). Les filières et marchés du lait et dérivés en Méditerranée : état des lieux, problématique et méthodologie pour la recherche. CIHEAM Options Méditer. Sér. B, **32** : 25-45

Benfrid M., Bedrani S., Elloumi M., Zagdouni L., 1993. Schéma et mode de fonctionnement du système de vulgarisation dans les filières avicoles et bovines laitières en Algérie. Montpellier (France). CIHEAM Options Méditer. Sér. B, **2** (1): 123-127

Bouamra-Mechemache Z., Chavas J.P., Cox T., Réquillart V., 2002. EU dairy policy reform and future WTO negotiations: a spatial equilibrium analysis. *J. Agric. Econ.*, **53** (2): 233-257, doi: 10.1111/j.1477-9552.2002.tb00019.x

Chatellier V., 2019. La planète laitière et la place de l'Afrique de l'Ouest dans la consommation, la production et les échanges de produits laitiers. Symp. Lait, Vecteur de Développement, Dakar, Sénégal, Juin 2019

Cherfaoui A., 2003. Essai de diagnostic stratégique d'une entreprise publique en phase de transition : cas de la LFB (Algérie). Thèse Master of Science, CIHEAM-IAMM Montpellier, France, 119 p.

Cherfaoui M.-L., Mekersi S., Amroun M., 2004. Le programme national de réhabilitation de la production laitière : objectifs visés, contenu, dispositif de mise en œuvre et impacts obtenus. *Rech. Agron.- INRAA*, **15**: 84-94

CNIEL, 2008. Les chiffres clés de la filière laitière française en 2008, Paris, France, 16 p.

CN AnGR, 2003. Rapport national sur les ressources génétiques animales. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, Algérie / FAO, Italie, 46 p.

Corniaux C., Dia D., Diao-Camara A., Duteurtre G., 2011. Les importations laitières : vraie question ou faux problème ? Le lait comme révélateur des enjeux du développement agricole au Sénégal, dans un contexte de mondialisation. In: La faim par le marché : aspects sénégalais de la mondialisation (Ed. Pillon P.). L'Harmattan, Paris, France, 219-238

DEP, 2020. Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie. Direction des études et de la prospective, Direction générale des douanes, ministère des Finances, 25 p.

Diarra A., Benoit-Cattin M., Gérard F., Gabas J.J., Boussard J.M., Duteurtre G., 2013. Echanges internationaux et développement de l'élevage laitier sénégalais. Etude comparative de trois simulations de politique économique. *Econ. Rurale*, **335**: 35-54, doi: 10.4000/economierurale.3936

Duteurtre G., Corniaux C., 2019. Les filières de commercialisation des produits issus de l'élevage des ruminants en Afrique. In Richard D. (Ed.): Dynamique des élevages pastoraux et agro-pastoraux Afrique intertropicale, Quae, Versailles, France, 141-186

Duteurtre G., Pham-Duy K., Cesaro J.-D., 2015. Bassin laitier de Ba Ví : Un territoire d'élevage façonné par les politiques publiques, entre logiques industrielles et soutien à la paysannerie. In: Napoleone M., Corniaux C., Leclerc B. (Eds) : Voies lactées : Dynamique des bassins laitiers entre globalisation et territorialisation. Cardère, Paris, France, 67-87

Duteurtre G., 2008. Panorama des organisations interprofessionnelles dans le monde. In: Duteurtre G., Dieye P.-N. (Eds): Les organisations interprofessionnelles agricoles au Sénégal : de nouveaux outils de régulation des marchés ? Isra-éditions, Dakar, Sénégal, 47-52

Duteurtre G., 2009. Lait des pauvres, lait des riches : réflexion sur l'inégalité des règles du commerce international. In: Duteurtre G. Faye B. (Eds), L'élevage, richesse des pauvres : Stratégies d'éleveurs et organisations sociales face aux risques dans les pays du Sud. Quae, Versailles, France, 249-266, doi: 10.3917/quae.duteu.2009.01.0249

FAO, 2020a. Agri-food markets and trade policy in the time of Covid-19. FAO, Rome, Italy

FAO, 2020b. Dairy market Review, FAO, Rome, Italy, 13 p

Giner C., 2010. Nouvelles pistes de création de valeur dans le secteur agro-alimentaire. OECD Publishing, Paris, France, 40 p., doi: 10.1787/5kmm-mx8kftmt-fr

GIPLAIT, 2010. Historique et évolution de l'industrie laitière en Algérie

Gouin D.-M., Kroll J.-C., 2018. La régulation laitière face à la volatilité des marchés-Etats-Unis, Nouvelle-Zélande, Canada, France, Suisse. *Econ. Rurale*, **364**: 13-30, doi: 10.4000/economierurale.5488

Hirondel J.-C., 2014. Le marché de la filière laitière en Algérie 2014. UBI-FRANCE, Alger, Algérie, 47 p.

Janin P., De Suremain C.-E., 2005. La question alimentaire en Afrique: risque et politisation. *Rev. Tiers-Monde*, **4**: 727-736, doi: 10.3917/rtm.184.0727

Kherzat B., 2007. Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'Organisation mondiale du commerce et à la Zone de libre-échange avec l'Union européenne. Mém. magister sciences agronomiques, Institut National Agronomique, El Harrach, Alger, Algérie, 114 p.

Kroll J.-C., Pouch T., 2012. Régulation versus dérégulation des marchés agricoles: la construction sociale d'un clivage économique. *Homme Soc.*, **1-2** (183-184): 181-206, doi: 10.3917/lhs.183.0181

Laroche-Dupraz C.-L., Postolle A., 2010. La souveraineté alimentaire en Afrique est-elle compatible avec les négociations commerciales agricoles à l'OMC? *Politique Afr.*, **3**: 107-127, doi: 10.3917/polaf.119.0107

Ledjou R., 2012. The Doha Round and Food Security in the Dairy Sector in Cameroon: A Global Simulation Model (GSIM). *Estey Cent. J. Int. Law Trade Policy*, **13** (1): 115-130, doi: 10.2139/ssrn.1430821

- Madani T., Far Z., 2002. Performances de races bovines laitières améliorées en région semi-aride algérienne. In: Rencontres Recherches Ruminants, Paris, France, 4-5 déc. 2002
- Madani T., Mouffok C., 2008. Milk production and reproductive performance of Montbeliarde cows in a semiarid area of Algeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** (2): 97-107, doi: 10.19182/remvt.10005
- Madelin V., Hébrard L., Scees B., 2007. La flambée des prix des produits laitiers industriels se répercute tardivement sur le prix de lait de vache à la production. *Agriste*
- MADR, 2003. Recensement général de l'agriculture de 2001 : rapport général des résultats définitifs. MADR, Alger, Algérie, 125 p.
- MADR, 2012. Renouveau agricole et rural en marche : Revue et perspectives. MADR, Alger, Algérie, 58 p.
- MADR, 2017. Statistiques agricoles : surfaces et productions, série B 2016. Doc. travail. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information. Alger, Algérie, 75 p.
- Makhlouf M., Montaigne E. 2016. L'impact de la nouvelle politique laitière sur la performance globale de la filière lait en Algérie. In: Coll. SFER Libéralisation des marchés laitiers, Clermont-Ferrand, France, 9-10 Juin, 14 p.
- Mamine F., 2014. Rationalité de l'informel : une analyse néo-institutionnelle de la filière lait à Souk Ahras en Algérie. Thèse Doct., Montpellier-SupA-gro, Montpellier, France, 423 p.
- Mamine F., Montaigne E., Boutonnet J.-P., 2016. Perception de la qualité des produits laitiers et comportement du consommateur algérien. *Econ. Rural. Agric. Aliment. Territ.*, **355**: 49-65, doi: 10.4000/economierurale.4994
- Nedjraoui D., 2001. Profil fourrager : Algérie (éds Neumann C.G. et al.). FAO, Rome, Italie, 30 p.
- Ngom Y., Duteurtre G., Dia D., 2019. La régulation du marché du lait en poudre au Sénégal : compromis entre acteurs et logiques d'actions. *Rev. Afr. Sci. Soc. Santé Publique*, **1** (2): 116-138
- Nguyen M.-H., Duteurtre G., Moustier P., 2017. What shapes the governance of the dairy value chain in Vietnam? Insights from Ba-Vi milkshed (Hanoi). *World Food Policy*, **3** (2-1): 57-81, doi: 10.18278/wfp.3.2.4.1.4
- OCDE, 2005. Les échanges et l'ajustement structurel : les enjeux de la mondialisation. Les éditions de l'OCDE, Paris, France, 368 p.
- ONIL, 2012. Les missions de l'ONIL entre régulation et appui au développement de la production laitière. 3^e Forum sur la filière laitière, Souk Ahras, Algérie, 13-14 Juin 2012
- Sari D., 2001. La crise algérienne économique et sociale : Diagnostic et perspectives. Eléments de stratégie. Publisud, Paris, France, 134 p.
- Soukehal A., 2013. La sécurité alimentaire : quels programmes pour réduire la dépendance en céréales et lait ? Colloque, forum des chefs d'entreprises. Alger. FCE, 14 Avril 2013

Summary

Mamine F., Fares M., Duteurtre G., Madani T. Regulation of the dairy sector in Algeria between food security and development of local production: Review

Food security is at the heart of current debates on agricultural development policies. One major issue relates to balancing support to local production and opening up to international trade in order to meet the rapid demand growth. This question arises in an unusual way in the Algerian dairy sector, where state intervention concerns all links in the commodity chain from production to consumption. However, despite these particularly costly measures, the increase in the collection of local milk remains limited. The State also intervenes through mechanisms of administered prices and quotas, which encourage the import of milk powder in order to ensure the supply of low-price dairy products. This compromise maintains the country's dependence on international markets and calls into question its ability to develop a genuine strategy for food sovereignty.

Keywords: milk, dried milk, agricultural policies, food security, imports, Algeria

Resumen

Mamine F., Fares M., Duteurtre G., Madani T. Regulación del sector lechero en Argelia entre seguridad alimenticia y desarrollo de una producción local: síntesis

La seguridad alimenticia se encuentra al centro de los debates actuales relacionados con las políticas de desarrollo agrícola. Se trata principalmente de arbitrar entre el apoyo a la producción local y la apertura al comercio internacional para responder al rápido crecimiento de la demanda. Esta pregunta se presenta de forma original en el sector lechero argelino, donde la intervención del Estado concierne al conjunto de eslabones de la filial de la producción al consumo. Sin embargo, a pesar de estas medidas particularmente onerosas, el progreso de la colecta de leche local permanece limitado. El Estado interviene también mediante mecanismos de precios regulados y de cuotas, que favorecen la importación del polvo de leche con el fin de asegurar la oferta de productos lecheros a bajo precio. Este compromiso lleva al mantenimiento de la dependencia del país con respecto a los mercados internacionales y cuestiona su capacidad a elaborar una verdadera estrategia de soberanía.

Palabras clave: leche, leche en polvo, política agrícola, seguridad alimentaria, importaciones, Argelia

Saisonnalité de la production laitière bovine et implications pour le renforcement de la collecte industrielle dans la wilaya de Skikda (Algérie)

Karima Zalani ¹ Guillaume Duteurtre ²
Mohammed Tahar Benyoucef ^{3*}

Mots-clés

Bovin, lait cru, exploitation laitière, profil, industrie laitière, système d'exploitation agricole, Algérie

Submitted: 29 July 2020
Accepted: 15 February 2021
Published: 30 June 2021
DOI: 10.19182/remvt.36365

Résumé

Une étude sur la filière laitière dans la wilaya de Skikda (Algérie) a permis d'analyser la saisonnalité de la production laitière chez 157 exploitations bovines et les implications relatives à la collecte de lait par l'industrie. Les enquêtes ont porté sur les deux systèmes de production (avec terre et hors-sol) en 2016 et 2017 pour évaluer l'importance des contributions des systèmes d'exploitation dans l'approvisionnement des laiteries. Une première analyse en composantes principales a mis en évidence quatre profils de livraison. Une deuxième analyse effectuée sur les vèlages observés dans les troupeaux des exploitations montre une certaine concordance entre la saisonnalité des livraisons de lait et la répartition des vèlages des troupeaux. L'étude a aussi abordé les notions de territoires et de distances parcourues pour les livraisons du lait aux laiteries. Certaines exploitations livraient leur lait à deux laiteries implantées à Skikda qui avaient aussi recours à un approvisionnement en poudre de lait à des prix subventionnés. D'autres livraient leur lait à des centres de collecte de lait implantés dans le bassin laitier et appartenant à deux laiteries industrielles localisées à plus de 250 kilomètres en moyenne dans la wilaya de Bejaia. Ces dernières s'approvisionnaient aussi en poudre de lait mais aux prix libres sur le marché. Elles mettaient en œuvre des dispositifs d'appui aux éleveurs qui permettaient de diversifier leur approvisionnement afin de lisser les quantités collectées et de compenser la saisonnalité individuelle des fermes. Des dispositifs de concertations pourraient permettre à ces industriels d'accompagner les éleveurs dans des stratégies plus explicites de dé-saisonnement de la production.

■ Comment citer cet article : Zalani K., Duteurtre G., Benyoucef M.T., 2021. Seasonality of bovine milk production and implications for the reinforcement of industrial collection in Skikda Wilaya (Algeria). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (2): 83-92, doi: 10.19182/remvt.36365

■ INTRODUCTION

En Algérie, la politique laitière se caractérise par le recours à des importations massives de poudre de lait pour l'approvisionnement des laiteries conventionnées avec l'Office national interprofessionnel du

lait et de produits laitiers (ONIL). Cet office est chargé par les pouvoirs publics de la régulation du marché dans le cadre d'une politique de subvention des prix à la consommation de lait pasteurisé et conditionné en sachets (LPS). Il importe les poudres de lait aux prix du marché international et les revend à un prix subventionné aux industriels avec lesquels il est conventionné. Le prix au détail du litre de LPS est administré et fixé à 25 dinars (DA). Les industriels produisant du lait conditionné en briques et des produits laitiers ne bénéficient pas de ces subventions mais importent eux aussi massivement de la poudre de lait (Benyoucef et al., 2013). La facture de ces importations laitières, déjà très élevée au début des années 2000 (Benyoucef, 2005), n'a cessé de croître pour atteindre, en 2017, 3,4 millions de tonnes équivalents lait soit 1,4 milliard de dollars US (FAO, 2020). Cette politique de subvention des prix à la consommation du lait pasteurisé standard et de recours au marché international en poudre de

1. Département d'agronomie, Université 20 août 1955, Skikda, Algérie.
2. CIRAD, UMR SELMET, F-34398 Montpellier, France ; SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France
3. Département production animale, Ecole nationale supérieure agronomique, Alger, Algérie.

* Auteur pour la correspondance
Email : mtbenyoucef@hotmail.fr



lait a permis de répondre à la forte demande en lait des populations urbaines. Entre 1973 et 2013, la consommation algérienne de produits laitiers s'est envolée, passant de 50 à 141 kilogrammes équivalents laits par habitant et par an. La forte demande en lait de consommation des centres urbains a ainsi maintenu le pays dans une certaine dépendance vis-à-vis du marché international des poudres de lait (Sraïri et al., 2013).

Dans le même temps, l'Etat a poursuivi un objectif de développement de l'élevage laitier domestique destiné à contribuer au développement agricole local. Le programme national de réhabilitation de la filière laitière locale lancé en 1995 et les programmes laitiers suivants ont permis de mettre en place divers soutiens financiers destinés à favoriser la collecte de lait local par les laiteries. Ces soutiens incluaient au moment des enquêtes une prime aux producteurs (12 DA/L), une prime aux collecteurs (5 DA/L) et une prime d'intégration du lait cru aux industriels variant de 4 à 7,5 DA/L (Kheffache et Tozanli, 2015). Or, le renforcement de la collecte de lait local par les laiteries souffre de la faible coordination entre les producteurs et les autres acteurs de la filière laitière locale (Hadji Kouidri et al., 2018). Les performances de collecte et de transformation du lait cru sont variables du fait du grand nombre d'acteurs dont les relations contractuelles restent à consolider dans le contexte d'une économie de marché (Sraïri et al., 2013 ; Benyoucef, 2017). Cette situation se traduit par une intégration difficile du lait local dans l'industrie, un développement continu des ventes de lait informelles et une forte dépendance de l'Algérie vis-à-vis du marché international du lait en poudre. Les performances de collecte de lait réalisées ont certes augmenté pour atteindre 893 millions de litres en 2016. Les laiteries privées conventionnées avec l'ONIL assurent 68 % de ce volume de lait grâce aux subventions de l'Etat à partir de 2008. Cependant, ce niveau de collecte de lait reste insuffisant eu égard aux potentialités locales de production des bassins laitiers. Il s'explique aussi par une profession de producteurs inorganisés et faiblement contractualisés avec des laiteries qui continuent à privilégier un approvisionnement mixte composé de poudre de lait importées et de lait local collecté (Benyoucef, 2017).

Pour mieux comprendre ces blocages dans les systèmes de collecte de lait, l'étude s'interroge sur l'importance de la saisonnalité de la collecte de lait cru dans la wilaya de Skikda. Plusieurs travaux réalisés dans d'autres pays ont en effet souligné les contraintes que représentent les irrégularités saisonnières de la production de lait dans la mise en place de systèmes de collecte pérennes (Dieye et al., 2005 ; 2008 ; Duteurtre, 2007 ; Losq et al., 2007 ; Delmotte et al., 2008 ; Napoléone, 2019 ; Gaye et al., 2020). Ces contraintes sont particulièrement prégnantes en Algérie où la production fourragère est fortement saisonnière tandis que la consommation de lait augmente beaucoup à d'autres périodes de l'année, notamment pendant le mois de Ramadan (Kheffache et Tozanli, 2015 ; Hadji Kouidri et al., 2018). Notre étude vise à caractériser les profils de livraison de lait d'exploitations enquêtées dans le contexte de Skikda. Elle met l'accent également sur une analyse des profils des vêlages des troupeaux de ces mêmes exploitations afin de chercher à comprendre si la répartition de leurs vêlages expliquerait la saisonnalité de leurs livraisons de lait selon le système de production pratiqué. En raison de l'émergence d'élevages laitiers hors-sol, l'étude a tenté d'établir des typologies distinctes pour chaque système d'exploitation (avec terre et hors-sol) sur des données de livraisons mensuelles de lait dans le but d'apprécier l'importance de leur contribution dans l'approvisionnement des laiteries. L'étude traite également des aspects territoriaux et de distances parcourues pour la collecte du lait par les laiteries. Il s'agit aussi d'apporter une contribution dans la recherche d'une nouvelle dynamique de la collecte de lait par une articulation coordonnée du segment production fermière avec celui de la transformation en vue d'assurer une meilleure intégration industrielle du lait cru dans le développement de l'économie laitière locale.

■ MATERIEL ET METHODES

L'étude de la saisonnalité de la collecte de lait cru s'inscrit dans un travail de recherche qui porte sur différentes wilayas (départements) en Algérie dont celle de Skikda. Son effectif bovin laitier est estimé à 82 140 vaches dont 67 100 vaches de races locales et croisées (81,7 %) et 15 040 vaches de races laitières sélectionnées (18,3 %). Elle a été réalisée à travers un suivi de 157 exploitations bovines laitières de Skikda pendant deux ans, de janvier 2016 à décembre 2017. Ces exploitations pratiquaient l'élevage bovin laitier en système de production avec terre (AT) ou hors-sol (HS). L'échantillon d'exploitations a été sélectionné de manière aléatoire parmi les exploitations de 21 communes de Skikda. Au total, le troupeau des exploitations suivies se composait d'un effectif de 1324 vaches laitières dont la composition était dominée par la race pure Holstein (51,1 %). Le reste était réparti entre d'autres races pures dont la Frisonne Pie noir (34,7 %), la Montbéliarde (10,0 %), la Fleckvieh, la Normande et la Brune des Alpes (2,2 %), et les races locales et métisses (2,0 %).

Les exploitations laitières se caractérisaient par une très grande variabilité de leurs superficies. La surface agricole utilisée des exploitations avec terre (n = 121) était en moyenne de 7,7 ha avec une variation de 1 à 38 ha par exploitation, alors que la surface fourragère moyenne était de 5,6 ha par exploitation. Le nombre moyen de vaches laitières était de 8,4 têtes par exploitation. Quant aux exploitations hors-sol (n = 36), elles achetaient des fourrages sur le marché ou louaient sur pied des surfaces fourragères dont la moyenne était de 3,3 ha par exploitation. Le nombre moyen de vaches laitières était de 7,0 par exploitation.

Les données mensuelles des livraisons de lait des exploitations ont été recueillies auprès de toutes les laiteries collectant le lait de Skikda. Il s'agissait de Sahlait (A) et Saplait (B) implantées à Skikda, et des laiteries industrielles Soummam (C) et Danone (D) localisées dans la wilaya de Bejaïa à une distance de plus de 200 kilomètres du bassin laitier de collecte.

Ces données ont ensuite été exprimées en pourcentages mensuels qui ont été utilisés pour établir une typologie dans le but de déterminer des groupes d'élevages ayant des profils de livraison voisins, caractérisés par une saison de production maximale. Ensuite, le poids dans les livraisons de chaque type de profil a été estimé en termes de volumes réels de lait livrés dans la collecte globale. Les données mensuelles présentées pour les 12 mois de l'année étaient une moyenne des années 2016 et 2017. Cette valeur moyenne a été prise en considération car la variabilité interannuelle a été très faible dans la zone d'étude (valeurs proches des précipitations annuelles, respectivement en 2016 et 2017 de 737,6 mm et 765,6 mm, et des températures annuelles moyennes de 19,1 °C et 19,0 °C). En outre, les paramètres structurels (superficies agricoles et effectifs bovins) des exploitations suivies étaient stables au cours des deux années. De même, la stratégie adoptée dans ces exploitations n'a pas changé au cours des deux années de suivi (modes de conduites alimentaire et sanitaire des troupeaux bovins laitiers).

Les données mensuelles de vêlage de ces exploitations ont été recueillies par suivi auprès des chefs d'exploitation et ont servi à établir une typologie des vêlages de leurs troupeaux bovins au cours de la même période, de janvier 2016 à décembre 2017. L'établissement de ces deux typologies par système de production (profils de livraison et profils de vêlage) a été réalisé à l'aide du logiciel Statistica sur les 12 variables mensuelles respectives par une analyse en composantes principales (ACP) suivie d'une classification hiérarchique ascendante. Afin de prendre en compte les différences structurelles très fortes entre les exploitations avec terre (qui pratiquaient des cultures fourragères) et les exploitations sans terre (qui achetaient la totalité de leur alimentation), les résultats ont été présentés séparément pour ces deux types d'exploitation.

Des données qualitatives ont été recueillies par enquête auprès des laiteries A et B de Skikda, et des laiteries C et D de Bejaïa dans le but

de comprendre leurs stratégies de collecte et leurs relations avec les éleveurs laitiers (choix des élevages laitiers, niveau d'intervention et de soutien au développement de la production laitière).

■ RESULTATS

Répartition des livraisons moyennes mensuelles de lait de l'ensemble des exploitations

A Skikda, les moyennes mensuelles des livraisons de lait par exploitation ont montré un pic en mai (11,0 %) et une baisse sensible en automne (figure 1). Au cours du suivi, la valeur moyenne la plus faible a été observée en novembre représentant seulement 6,8 % des livraisons annuelles de l'ensemble des exploitations suivies. Le ratio moyen de saisonnalité (défini par le volume de lait livré en période de haute livraison rapporté au volume de lait livré en période de basse livraison) s'est établi à 1,62 pour l'ensemble des exploitations (variation de 1,3 à 2,8) dans les réseaux de collecte de lait de Skikda.

Le pourcentage optimal de collecte de lait et de vêlage par mois a été de 8,3 %. Ainsi le pourcentage mensuel était considéré comme important s'il était supérieur à cette valeur. Cette observation rejoint celle de Losq (2007) dans une étude sur la répartition des vêlages d'exploitations livrant du lait à des laiteries en Bretagne (France).

Types de profils de livraison de lait en système d'exploitation avec terre

Les trois premiers axes factoriels de l'ACP appliquée aux profils de livraison des exploitations avec terre ont expliqué respectivement 35,8 %, 23,0 % et 10,4 %, de l'inertie totale, soit un total de 69,2 % (figure 2a). Cette analyse a mis en évidence quatre types de profils de livraison (figure 2b ; tableau I) :

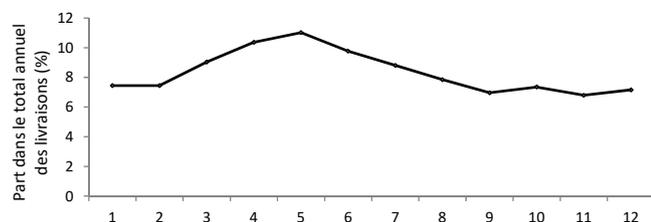


Figure 1 : Répartition des moyennes des livraisons de lait des exploitations (n = 157) selon le mois (Algérie) // Distribution of average milk deliveries of farms (n = 157) by month (Algeria)

- profil ATL1, livraisons très saisonnées de printemps (n = 38). Ces exploitations présentaient un pic de livraison en milieu de printemps (avec un maximum moyen de 13,2 % du total des livraisons en mai) et une baisse très forte des livraisons en automne (avec un minimum de 5,0 % du total des livraisons en novembre) ;
- profil ATL2, livraisons moyennement saisonnées et tardives (n = 22). Ces exploitations avaient un pic de livraisons marqué en fin de printemps et au début de l'été (12,3 % en juin) et une baisse très forte des livraisons en automne et en hiver (avec un minimum de 5,9 % en décembre) ;
- profil ATL3, livraisons faiblement saisonnées et précoces (n = 27). Ces exploitations se caractérisaient par un très léger pic au début du printemps (11 % du total des livraisons en avril) et une baisse sensible en automne (6,5 % en septembre) ;
- profil (ATL4), livraisons étalées sur toute l'année (n = 34), à hauteur de 8 à 9 % de livraisons mensuelles.

Types de profils de livraison de lait en système d'exploitation hors-sol

Les trois premiers axes factoriels de l'ACP appliquée aux profils de livraison des exploitations hors-sol (n = 36) ont expliqué respectivement 33,80 %, 29,25 % et 11,75 % de l'inertie totale, soit un total de 74,8 % (figures 3a). L'analyse a abouti à trois types de profils de livraison (figure 3b) :

- profil HSL1, livraisons très saisonnées de printemps (n = 9). Ces exploitations se distinguaient par une forte proportion de livraisons au printemps (15,6 % en mai) et une forte chute en automne (seulement 4,6 % en novembre) ;
- profil HSL2, livraisons moyennement saisonnées et tardives (n = 3). Ces exploitations se caractérisaient par un pic de livraisons au début

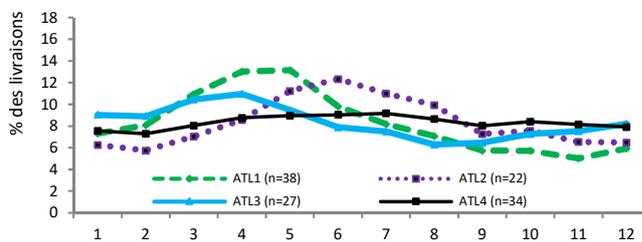


Figure 2b : Types de profils de livraison des exploitations laitières avec terre selon le mois (Algérie) // Types of delivery profiles of dairy farms with land by month (Algeria)

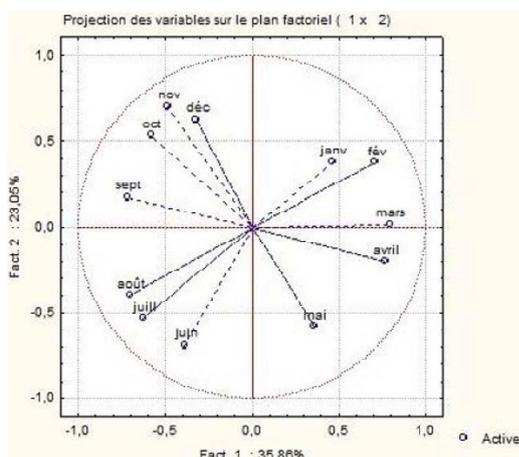


Figure 2a : Représentation et projection des variables et des exploitations laitières avec terre (n = 121) sur les deux premiers axes factoriels (Algérie) // Graph and projection of variables and dairy farms with land (n = 121) on the first two factorial axes (Algeria)

Tableau 1 : Répartition des exploitations laitières par système et profil de livraison (Algérie) // *Distribution of dairy farms by system and delivery profile (Algeria)*

Système d'exploitation	Saisonnée printemps Nb. (%)	Tardive Nb. (%)	Précoce Nb. (%)	Étalée sur l'année Nb. (%)	Total Nb. (%)
Avec terre	38 (31,4)	22 (18,2)	27 (22,3)	34 (28,1)	121 (100)
Hors-sol	9 (25,0)	3 (8,3)	–	24 (66,7)	36 (100)
Total	47 (29,9)	25 (15,9)	27 (17,2)	58 (36,9)	157 (100)

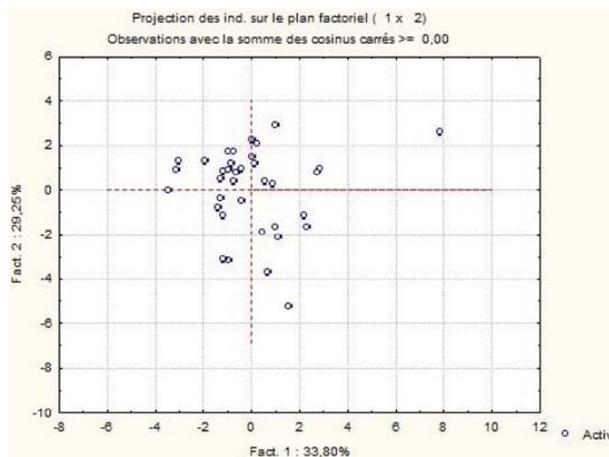
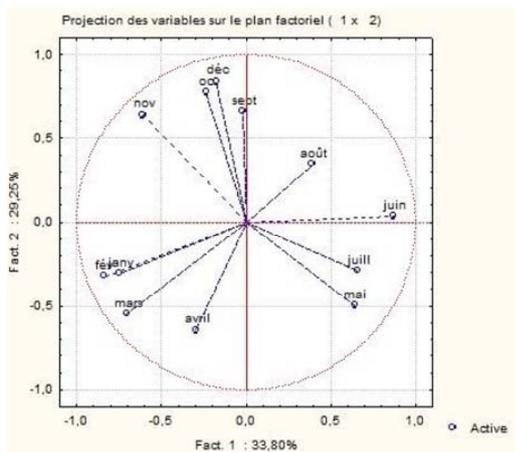


Figure 3a : Représentation et projection des variables et des exploitations laitières hors-sol (n = 36) sur les deux premiers axes factoriels (Algérie) // *Graph and projection of variables and landless dairy farms (n = 36) on the first two factorial axes (Algeria)*

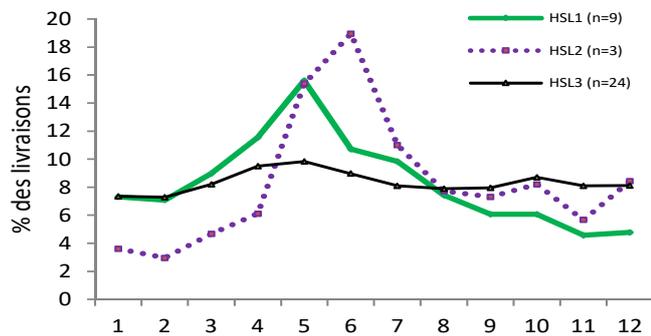


Figure 3b : Types de profils de livraison des exploitations laitières hors-sol selon le mois (Algérie) // *Types of delivery profiles of landless dairy farms by month (Algeria)*

de l'été (19,0 % en juin) et par une période plus calme de livraisons en automne, avec une chute caractérisée par un creux en février ;
 – profil HSL3, livraisons étalées (n = 24). Ces exploitations présentaient des livraisons étalées sur toute l'année avec une variation mensuelle comprise entre 7,3 % et 9,8 %.

Les profils des livraisons ont ensuite été regroupés en quatre profils types qualifiés selon la saison où se réalisait le maximum de livraisons de lait : livraisons fortement saisonnées de printemps (ATL1 et HSL1), qualifiées Liv1 ; livraisons moyennement saisonnées et tardives (ATL2 et HSL2), qualifiées Liv2 ; livraisons faiblement saisonnées et précoces (ATL3) qualifiées Liv3 ; livraisons étalées sur toute l'année (ATL4 et HSL3) qualifiées Liv4.

En système avec terre, le profil type des livraisons fortement saisonnées de printemps (Liv1) était le plus répandu (31,4 %), suivi par celui des livraisons étalées (Liv4) représentant 28,1 %. En système hors-sol, le profil type des livraisons étalées (Liv4) était le plus répandu

(66,7 %), suivi par celui des livraisons fortement saisonnées de printemps (Liv1) représentant 25,0 %.

En considérant l'ensemble des exploitations (n = 157), le profil type des livraisons étalées sur toute l'année (Liv4) était le plus répandu (36,9 %), suivi par celui des livraisons fortement saisonnées de printemps (Liv1) avec 29,9 %. Les deux autres profils types, Liv2 livraisons moyennement saisonnées et tardives, et Liv3 livraisons faiblement saisonnées et précoces, représentaient respectivement 15,9 % et 17,2 % de l'échantillon.

Relation entre profils de livraison et profils de vêlage

Répartition des moyennes des livraisons et des vêlages pour l'ensemble des exploitations suivies

Pour l'ensemble des exploitations suivies, les vêlages ont été relativement plus nombreux de janvier à avril (figure 4) avec un maximum en mars (13,3 %) puis une tendance à la baisse pour atteindre un fort minimum en septembre (5,0 %). Globalement, 51,1 % des vêlages ont eu lieu durant les cinq premiers mois de l'année. Cette répartition des vêlages a expliqué les livraisons maximales de lait au printemps, c'est-à-dire dans les mois qui ont suivi les vêlages.

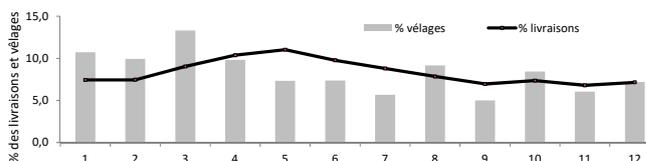


Figure 4 : Répartition des moyennes des livraisons et des vêlages de l'ensemble des exploitations laitières (n= 157) selon le mois (Algérie) // *Distribution of average deliveries and calvings for all dairy farms (n= 157) by month (Algeria)*

Répartition des vêlages par profil type de livraison

Dans le but d'expliquer les liens entre les périodes de vêlages et la répartition des livraisons de lait des exploitations, la distribution des vêlages a été analysée pour chaque profil type de livraison. Dans les exploitations du profil type de livraisons fortement saisonnées de printemps (Liv1), une concentration des vêlages en début d'année a été observée, soit 56,9 % les quatre premiers mois, expliquant les livraisons maximales au printemps (figure 5). Le profil type de livraisons moyennement saisonnées et tardives (Liv2) était caractérisé par des vêlages plus tardifs. Pour ces exploitations (figure 6) les vêlages se sont concentrés au printemps (40,2 % de mars à mai), ce qui a concouru avec des livraisons maximales de lait à partir de la fin du printemps et au début de l'été (pic de 13,1 % en juin). La concentration des vêlages au printemps peut être attribuée à une synchronisation naturelle de la reproduction des troupeaux aux disponibilités fourragères. Cette concentration des vêlages entre mars et mai et le fort pourcentage de livraisons en fin de printemps et en été n'étaient pas très différents entre les deux systèmes d'exploitation. Dans le profil type de livraisons précoces et faiblement saisonnées (Liv3) observé uniquement en système avec terre où les périodes de vêlages ne sont pas planifiées, un nombre important de vêlages ont eu lieu en janvier

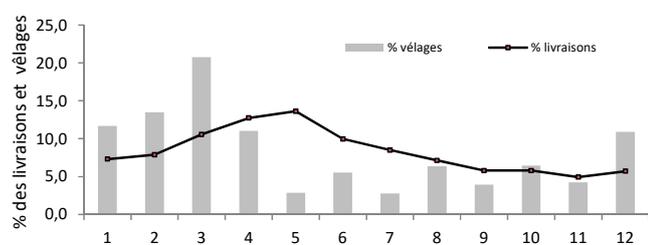


Figure 5 : Répartition des vêlages et des livraisons des exploitations laitières au profil fortement saisonné de printemps (n = 47) selon le mois (Algérie) // Distribution of calvings and deliveries of dairy farms with the spring profile (n = 47) by month (Algeria)

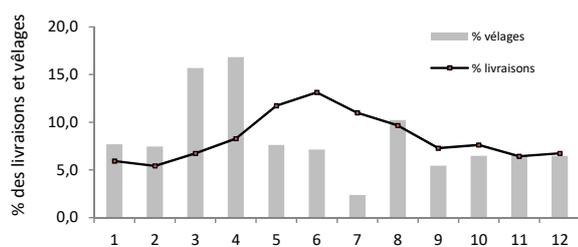


Figure 6 : Répartition des vêlages et des livraisons des exploitations laitières au profil tardif (n = 25) selon le mois (Algérie) // Distribution of calvings and deliveries of dairy farms with the late-season profile (n = 25) by month (Algeria)

(19,1 % des vêlages) et en mars (11,3 % des vêlages) (figure 7). Cela a induit une certaine régularité des livraisons en fin d'hiver et au début du printemps. La répartition des livraisons sur toute l'année (Liv4) correspond à une répartition régulière des vêlages (figure 8). Dans ces exploitations les éleveurs avaient fait le choix de répartir les vêlages dans l'année, avec toutefois une baisse en septembre (5,1 % des vêlages) et en décembre (4,9 %).

Circuits d'approvisionnement des laiteries

Capacité de collecte des laiteries

Les laiteries A et B étaient de petites tailles et implantées à Skikda. Elles pratiquaient la collecte de lait cru tout en bénéficiant de quotas mensuels de poudre de lait subventionnée et de primes de collecte et d'intégration du lait cru. Cet accès aux poudres de lait leur est accordé dans le cadre d'une convention avec l'ONIL. Leur capacité de collecte est d'environ 30 000 litres/jour avec des collecteurs privés sous contrat. Elles fabriquent du lait de consommation conditionné en sachets (LPS) et des produits laitiers. La part de ces deux laiteries représentait 43,7 % de la collecte de lait de 105 exploitations (tableau II).

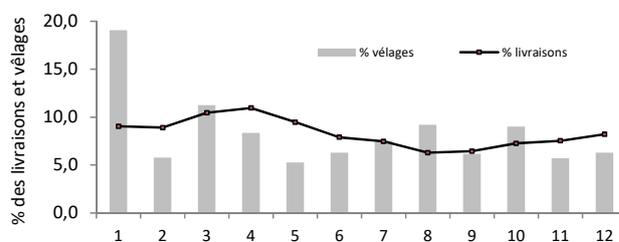


Figure 7 : Répartition des vêlages et des livraisons des exploitations laitières au profil précoce (n = 27) selon le mois (Algérie) // Distribution of calvings and deliveries of dairy farms with the early-season profile (n = 27) by month (Algeria)

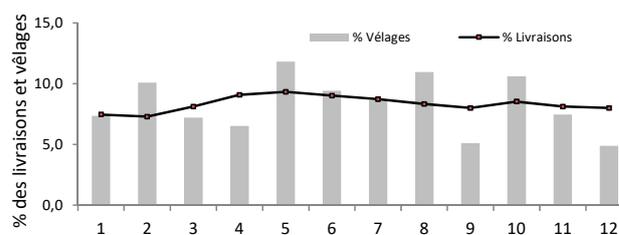


Figure 8 : Répartition des vêlages et des livraisons des exploitations laitières au profil étalé (n = 58) selon le mois (Algérie) // Distribution of calvings and deliveries of dairy farms with the throughout-the-year profile (n = 58) by month (Algeria)

Tableau II : Répartition des flux laitiers collectés par laiterie et par wilaya (Algérie) // Distribution of milk flows collected by dairy and by wilaya (Algeria)

N	Production laitière (x 1000 litres)	Adhésion laiterie Nb. (%)	Laiterie (wilaya)	Lait collecté (x 1000 Litres)	Lait collecté (%)	
					Laiterie	Wilaya
157	2442,2	79 (50,3)	A (Skikda)	1638,6	32,2	43,7
	851,3	26 (16,6)	B (Skikda)	582,6	11,5	
	2541,9	37 (23,6)	C (Bejaïa)	1570,1	30,8	56,3
	2019,0	15 (9,5)	D (Bejaïa)	1299,1	25,5	
Total	7854,4	157 (100)		5090,4	100	100

Les laiteries C et D implantées à Bejaïa étaient des unités industrielles de grande taille avec des capacités de collecte et de production sept fois supérieures à celles des laiteries A et B. Elles pratiquaient la collecte du lait dans plusieurs wilayas pour fabriquer surtout des produits laitiers. Elles ne fabriquaient pas de LPS et n'avaient donc pas accès à de la poudre de lait subventionnée. La laiterie C exploitait des bassins laitiers répartis dans une plus grande zone de collecte avec 3000 producteurs de lait et 40 centres régionaux de collecte. Quant à la laiterie D, elle était approvisionnée en lait cru par 1000 producteurs à travers 36 centres de collecte répartis dans une zone moins grande que celle de la laiterie C. Ces deux laiteries représentaient 56,3 % de la collecte de lait de 52 exploitations (tableau II). Par ailleurs, le volume global de lait était collecté dans 21 communes de Skikda où se trouvaient les 157 exploitations (figure 9).

Stratégies des laiteries dans le choix des élevages laitiers

Les petites laiteries A et B de Skikda étaient engagées dans la fabrication de lait de consommation vendu à prix réglementé grâce aux quotas de poudre de lait subventionnée. Cependant, pour la fabrication de produits laitiers vendus à prix libres sur le marché, elles utilisaient le lait cru collecté. Cela expliquait leur faible niveau d'intervention dans le soutien du développement de la production laitière locale. Les élevages qui livraient à ces deux laiteries produisaient en moyenne 4824,3 litres par vache par an, pour un nombre moyen de vaches laitières de 6,2 (laiterie A) et 6,7 (laiterie B) par exploitation (figure 10). Quant aux laiteries industrielles C et D de Bejaïa, elles dépendaient du lait cru dans la fabrication exclusive de produits laitiers vendus à prix libres. Elles appliquaient une stratégie plus engagée avec les éleveurs laitiers en densifiant leurs réseaux de collecte et en garantissant un appui technique permettant de fidéliser les éleveurs et d'assurer une régularité de leur approvisionnement en lait cru. Leurs techniciens se chargeaient d'intégrer en priorité les exploitations disposant de grandes superficies agricoles et de troupeaux de grande taille.

Les laiteries C et D accordaient aux éleveurs adhérents une assistance technique pour l'entretien du matériel de traite et de réfrigération. Elles leur apportaient aussi des conseils techniques sur la conduite de la reproduction, de l'alimentation et de la traite à travers des formations organisées par des zootechniciens et des vétérinaires employés par la laiterie. Elles adoptaient la stratégie du *leasing* en termes de financement et d'importation de génisses pleines de races sélectionnées au

profit des éleveurs et dont le remboursement des crédits se faisait par la livraison de leur production laitière à la laiterie. Les élevages adhérents de la laiterie C disposaient en moyenne de 10,5 vaches par exploitation et ceux adhérents à la laiterie D en possédaient en moyenne 18. Ces deux catégories d'éleveurs produisaient en moyenne respectivement 6205,5 litres et 7237,2 litres par vache et par an. La stratégie adoptée par les laiteries C et D de Bejaïa appliquée aux éleveurs de Skikda a révélé un certain succès par l'accapement de plus de 50 % de la production laitière disponible en facilitant l'achat d'animaux laitiers, l'acquisition de matériels de froid et la formation du personnel technique de la ferme.

Débouchés du volume de lait collecté

Les volumes de lait produit par les exploitations étaient écoulés selon trois principaux débouchés : l'autoconsommation, les ventes du circuit formel auprès des laiteries et les ventes du circuit informel (crèmeries et clientèle). La production laitière annuelle des exploitations était de l'ordre de 7 854 000 L dont 5 090 000 L (64,8 %) étaient livrés aux quatre laiteries. L'autoconsommation par les veaux et la famille de l'éleveur était de 789 000 L (10,0 %). Cette faible part de lait cru autoconsommé témoignait de la stratégie adoptée par les éleveurs de prioriser la commercialisation. Le recours des exploitations à la vente de leur lait dans le circuit informel (cafés, crèmeries et clientèle) était dû au fait que le prix était plus rémunérateur. Ainsi, le volume de lait écoulé dans le circuit informel (crèmeries et cafés et clientèle) était environ de 1 975 000 L (25,2 %).

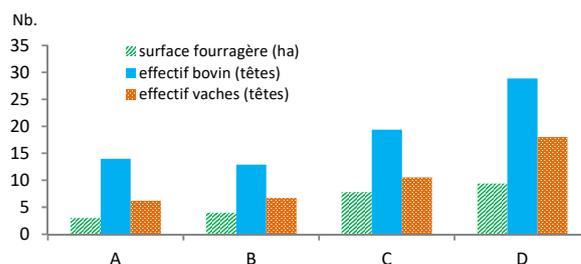
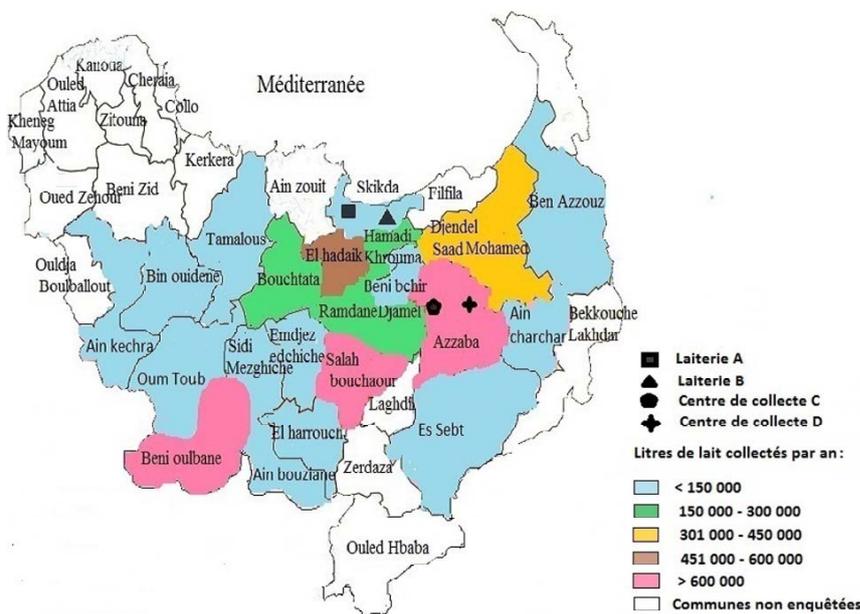


Figure 10 : Caractéristiques des exploitations selon les laiteries d'affiliation (Algérie) /// Characteristics of the farms according to the dairies of affiliation (Algeria)



Contribution des profils types de livraison dans l'approvisionnement des laiteries

La laiterie A de Skikda était principalement approvisionnée par les exploitations des profils types de livraisons tardives, livraisons saisonnées de printemps et livraisons étalées (27,0 %) qui leur assuraient une certaine régularité dans la transformation (figure 11). La laiterie B était plutôt approvisionnée par les exploitations aux profils types de livraisons étalées sur l'année et de livraisons précoces. La laiterie C de Bejaia était fournie en lait par les exploitations des livraisons saisonnées de printemps et livraisons précoces. La laiterie D était approvisionnée également par les exploitations de deux profils : livraisons étalées sur l'année et livraisons précoces (figure 11).

Distances entre exploitations et laiteries

La distance moyenne des exploitations avec la laiterie A était plus élevée (42 km) qu'avec la laiterie B (28 km) (figure 12). Ceci était lié au fait qu'un grand nombre d'exploitations adhérentes à la laiterie A étaient localisées dans la commune de Benioulben distante de plus de 50 km. La localisation des laiteries C et D à Bejaia explique les grandes distances (plus de 250 km) les séparant de leurs exploitations adhérentes (figure 12 à droite). Cependant, l'implantation de leurs deux centres relais de collecte dans le bassin laitier de Skikda réduisait relativement la distance moyenne entre elles et leurs exploitations.

DISCUSSION

Une production laitière très saisonnière

Avec un ratio moyen de saisonnalité de 1,62 pour l'ensemble des exploitations, la production laitière apparaît fortement saisonnière à Skikda. Une valeur plus faible (1,23) a été signalée chez des exploitations bovines laitières en Bretagne (France) par Losq et al. (2007).

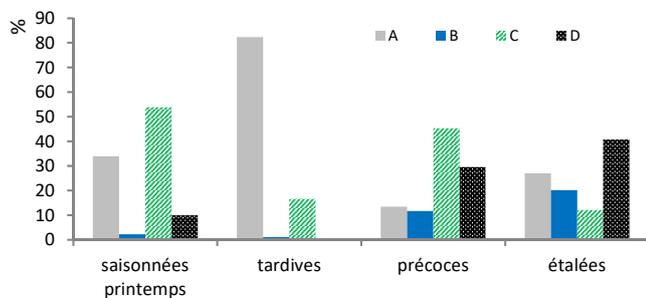
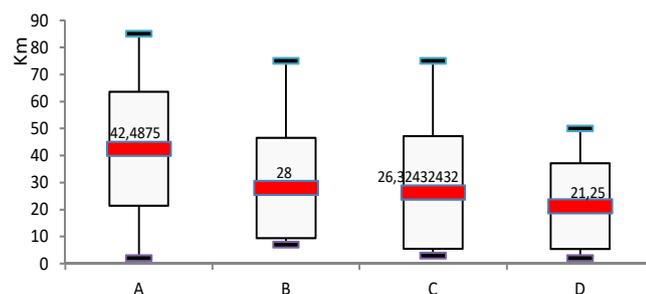


Figure 11 : Contribution selon le type de profil des exploitations dans les livraisons aux laiteries (A, B, C et D) (Algérie) // Profile-based farm contribution to deliveries to dairies (A, B, C and D) (Algeria)



En revanche, un rapport de saisonnalité variable (1,3 à 3,7) a été également observé pour 12 profils de livraison identifiés dans une étude réalisée par le réseau d'élevage en Lorraine (Delmotte et al., 2008).

Ces irrégularités se traduisaient dans des variations saisonnières très fortes des livraisons du lait aux laiteries, limitant ainsi la participation des producteurs locaux dans les circuits de transformation, comme c'est le cas dans d'autres pays. Au Sénégal, par exemple, Dieye et al. (2005) rapportent, dans une étude sur la filière laitière périurbaine à Kolda, que les irrégularités de la production laitière compromettent les capacités des laiteries à offrir de manière régulière des produits laitiers locaux sur le marché.

La saisonnalité de la production tenait bien sûr à l'irrégularité saisonnière de la disponibilité en fourrages mais surtout à une forte saisonnalité des vêlages constatée dans les deux systèmes. Nos suivis ont souligné les différentes stratégies des éleveurs en matière de vêlage, avec une minorité d'entre eux qui faisaient le choix de répartir les vêlages (et la production) sur toute l'année. Losq et al. (2007) font le même constat dans une étude portant sur 3545 exploitations bretonnes en 2002–2004. Une autre étude (Chambre d'agriculture du Pays de la Loire, 2006) rapporte que, sur un effectif de 345 vaches laitières, 40 % des vêlages ont eu lieu entre août et octobre 2004, et seulement 15 % entre janvier et mars 2005.

Cela étant, chacun des profils types de livraisons (lait de printemps, lait de fin printemps-été et lait d'hiver) a joué un rôle dans l'approvisionnement des laiteries. Cependant, le profil lait étalé sur toute l'année assurait un approvisionnement important et régulier aux laiteries. En revanche, la diversité des situations semblait intéressante dans la mesure où l'approvisionnement des laiteries était maintenu au cours des quatre saisons. Selon Napoléone (2019), les systèmes d'élevage caprin avec des mises bas de printemps assurent 60 % des livraisons de lait en été et début automne alors que les systèmes avec mises bas en automne assurent 60 % de la collecte en automne et début hiver. Selon cette autrice, ce constat a fait évoluer le regard des acteurs sur l'intérêt de la diversité au sein du bassin de collecte de la laiterie.

Les exploitations suivies révèlent le manque de coordination au niveau de l'interprofession laitière qui n'a pas permis aux éleveurs de faire des choix sur l'orientation technique de leurs troupeaux en relation avec les laiteries auxquelles ils livraient leur lait. La réduction de la saisonnalité nécessite une concertation entre producteurs et industriels laitiers en matière de conduite de la reproduction des troupeaux (planification des dates de saillies) et d'organisation de la collecte (densification des réseaux de collecte de lait), comme suggéré par Gaye et al. (2020) dans une étude portant sur 323 élevages adhérents de la laiterie du Berger (Sénégal) : le mode de reproduction et la programmation des moments de saillie pourraient remédier à la saisonnalité de la production laitière. Dans tous les cas, la consommation de lait en Algérie est régulière toute l'année grâce à un

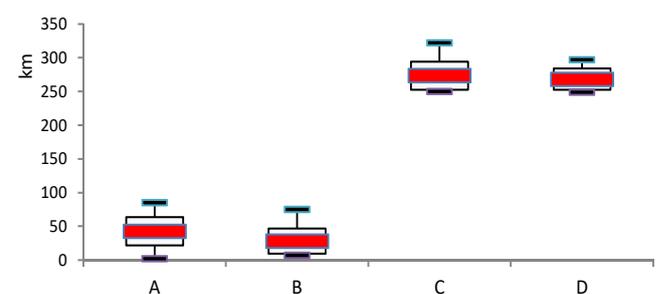


Figure 12 : Distances moyennes des exploitations laitières vis-à-vis des centres de collecte, des petites laiteries (A et B) à Skikda et des laiteries industrielles (C et D) à Bejaia (Algérie) // Average distances between dairy farms and collection centers, small dairies (A and B) in Skikda, and industrial dairies (C and D) in Bejaia (Algeria)

approvisionnement du marché à base de lait cru et de poudres de lait transformées par les laiteries conventionnées.

Concurrence de la poudre de lait

Depuis la relance du programme national de réhabilitation de la filière laitière locale, les politiques de soutien à la consommation de masse basées sur le LPS subventionné et la fixation du prix au détail du litre de ce lait à 25 DA ont ralenti fortement l'émergence du lait local sur le marché du lait frais, malgré les différentes mesures d'incitations financières de l'Etat mises à jour périodiquement pour appuyer le secteur laitier public défaillant et dynamiser un secteur privé émergent (Belhadia et al., 2014 ; Fares et Mamine, 2018).

Dans le contexte de Skikda, la création des laiteries A et B en 2004 n'a pas été suffisante pour drainer et intégrer le maximum de lait cru. L'implantation dans cette wilaya de deux centres régionaux de collecte approvisionnant à très grande distance les laiteries C et D de Bejaia permet, certes, d'accroître les volumes de lait collectés mais ces laiteries fabriquent exclusivement des produits laitiers vendus à prix libres. Cela ne contribue pas à réduire l'importation de poudres de lait destinées à la fabrication de LPS vendu à prix subventionné dans les centres urbains à forte démographie. Abbas et al. (2009) signalent, en outre, que du point de vue de la rentabilité des usines laitières, il y a une concurrence directe de la reconstitution du lait en poudre, opération subventionnée à l'amont, avec la production de lait de vache qui occasionne les surcoûts de qualité et de saisonnalité des livraisons de lait auxquels ne répond pas la politique des prix administrés. Les laiteries A et B pourraient accompagner les éleveurs dans l'acquisition de matériels de réfrigération (cuves réfrigérantes) qu'ils rembourseraient par les livraisons de leur production laitière, à l'instar des laiteries C et D qui sont dotées de moyens matériels conséquents leur permettant de choisir et de fidéliser les producteurs laitiers performants.

Enjeux en termes de politiques laitières publiques

Les pouvoirs publics continuent à soutenir la consommation urbaine par le recours à l'importation de poudres de lait subventionnées à travers de quotas mensuels aux laiteries conventionnées à partir de 2008 dans le cadre du programme de régulation du marché par l'ONIL. Quant à la production laitière locale, elle reste faiblement intégrée industriellement (Benyoucef, 2017 ; Fares et Mamine, 2018). Le même constat a été fait au Sénégal où la consommation de lait et produits laitiers est fortement couverte par l'importation de lait en poudre alors que la collecte de la production locale reste coûteuse (Corniaux, 2015). Les expériences dans ce domaine en Afrique montrent que, s'il y a une volonté réelle de promouvoir la production locale, l'appui à la collecte doit être accompagné par la mise en place d'infrastructures de collecte en mesure d'appuyer les éleveurs en leur facilitant l'accès aux crédits bonifiés pour l'acquisition d'équipements de refroidissement et de stockage, afin de préserver la qualité du lait produit et son paiement négocié avec les industriels.

Cela conduirait à une plus forte incorporation du lait cru dans la fabrication de lait frais pasteurisé et par conséquent une limitation du recours aux poudres de lait importées très coûteuses pour l'Etat. Des mesures incitatives doivent être alors révisées par les pouvoirs publics en faveur des industriels laitiers pour les stimuler à apporter leur appui aux activités d'agroélevage en termes de formation et de transfert technologique pour la conduite des élevages et la préservation de la qualité du lait à la ferme. Il s'agit de contribuer à ce que les industriels laitiers s'approprient leurs bassins laitiers pour le développement et la diversification de la filière laitière dans son ensemble (Duteurtre, 2007 ; 2019 ; Duteurtre et al., 2013).

Les laiteries industrielles C et D investissaient dans le domaine de la collecte du lait auprès d'éleveurs en leur octroyant des crédits à l'achat

de génisses ou d'équipement. Elles fidélisent par ce biais des producteurs et collectent des volumes de lait importants sur tout le territoire national pour fabriquer des produits laitiers à forte valeur ajoutée tout en utilisant la poudre de lait importée. En effet, la collecte du lait local peut ainsi être intéressante pour les industriels locaux qui ont réussi à créer des liens forts avec des éleveurs dans le cadre de mesures incitatives et régulatrices comme celle signalée dans le cas de laiteries en Afrique de l'Ouest (Corniaux et Duteurtre, 2018). Dans notre étude, il s'agit des laiteries C et D en Algérie où la croissance démographique et l'exode rural vers les villes ont induit une forte demande en lait et produits laitiers. Cela a conduit les pouvoirs publics à stimuler le secteur industriel laitier à participer au programme de régulation du marché par l'ONIL. Cependant, de nombreuses questions restent posées pour identifier des moyens concrets pour encourager ces nouveaux partenariats entre laiteries et producteurs.

Le lait produit au niveau des exploitations suivies a essentiellement trois débouchés : l'autoconsommation, la vente de lait dans le circuit formel (laiteries) et la vente dans le circuit informel qui continue à absorber le quart de la production (clientèle et colportage). Ce constat est proche de celui de Djermoun et Chehat (2010) qui indiquent que le circuit informel absorbe l'équivalent de 24,53 % de la production locale. Cela met en évidence la faible connexion contractuelle entre les producteurs et les industriels par manque de concertation au sein de l'interprofession de la filière laitière locale et l'inapplication de la réglementation exigeant la pasteurisation du lait cru avant sa mise sur le marché de consommation (Benyoucef et al., 2013). Cependant, il faut nuancer ce constat en faisant remarquer que dans certaines wilayas, le taux de collecte de lait par l'industrie est plus important. Ainsi, dans le cas de Tizi-Ouzou, le taux de collecte s'élève en moyenne à 90 % de la production totale d'un échantillon de 83 exploitations enquêtées (Ghozlane et al., 2010). Il en résulte que le respect des engagements et des obligations unissant la laiterie à ses éleveurs adhérents permet d'intégrer industriellement le lait local collecté et de faire éviter sa déviation vers le circuit informel.

A Skikda, plus de la moitié (56,4 %) du volume collecté par l'industrie (2,9 millions de litres) était exporté hors wilaya vers les laiteries C et D de Bejaia qui, en fait, venaient en appui aux laiteries A et B de Skikda qui transformaient le reste (43,6 %). Berbiche (2019) rapporte que 48,4 % du volume de lait produit dans la wilaya de Ghardaïa (188 163 L) est transféré vers les laiteries C et D de Bejaia. Par ailleurs, Akmoum et Boutaba (2017) indiquent aussi que 85,6 % de la production de lait de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (1,9 million de litres) est collectée et transférée vers la laiterie Hodna implantée dans la wilaya de M'Sila.

En Algérie, les laiteries doivent en principe s'orienter davantage vers les bassins laitiers de leurs espaces géographiques et renforcer le maillage de leurs propres réseaux en négociant des contrats spécifiques, à la fois avec des producteurs et des collecteurs. L'adoption par consensus de modes de fixation du prix du lait cru et des primes liées à sa qualité selon la saison inciterait probablement un grand nombre d'acteurs de la filière à rejoindre le circuit formel (Makhlouf, 2015). Les collecteurs intervenant pour les laiteries A et B de Skikda ne semblaient pas jouer pleinement leur rôle d'intermédiaires entre la laiterie et les éleveurs laitiers. Cependant, Keffache et Tozanli (2015) rapportent que les collecteurs de la wilaya de Médéa jouent un rôle dans l'arbitrage et l'ajustement des livraisons du lait vers l'industrie.

Actuellement, les pouvoirs publics tendent à valoriser davantage les produits agricoles locaux afin de limiter l'utilisation de produits importés coûteux comme la poudre de lait, notamment dans une période où les ressources financières s'amenuisent. Au Burkina Faso et au Sénégal, Broutin et al. (2018) signalent que les importations de lait exercent une concurrence très forte sur le lait local. Cela nécessite de raisonner et d'adapter des mesures de soutien à la filière laitière locale combinant des actions de politique agro-industrielle participative au niveau de

la production et de la transformation, en pesant sur la compétitivité-prix relative entre produits importés et produits locaux, et en menant une offensive de promotion des produits à base de lait local auprès des consommateurs. Une collecte de lait mieux organisée et performante permettrait d'établir des liens durables et fidélisés entre la production et la transformation, et de favoriser le développement de la filière.

■ CONCLUSION

L'émergence de filière laitière locale nécessite une densification des réseaux de collecte qui doivent s'adapter aux systèmes d'élevage pratiqués dans chaque zone de production de lait. Les effectifs bovins de races locales et croisées constituent plus des trois quarts du cheptel bovin de la wilaya de Skikda. Ce type de cheptel mérite d'être intégré dans le développement de la filière lait pour la fabrication de lait et de produits laitiers d'appellation traditionnelle (Dhen, klila, lben et autres) à l'instar de ce qui se fait ailleurs en Algérie.

En 2017, la production laitière de Skikda a été estimée à 126,76 millions de litres faiblement intégrés par l'industrie, notamment celle d'exploitations détenant de vaches de races laitières localisées principalement dans les communes de Benioulben, Ramdane Djamel, Azzaba, Salah Bouchaour et Bouchtata où le potentiel de production de lait livrable est le plus élevé. La stratégie à appliquer pour ce système d'élevage consisterait à valoriser le lait produit en encourageant les éleveurs motivés par un appui technique régulier qui les inciterait à s'intégrer dans les réseaux de collecte formels durables. Ceci permettrait de satisfaire pleinement les besoins en lait des unités laitières et de valoriser la production locale tout en garantissant la commercialisation du lait à un prix rémunérateur pour les producteurs.

Le soutien par les pouvoirs publics à la création d'organisations d'éleveurs et d'unités de transformation du lait cru au niveau des différentes zones (montagnes et plaines) de Skikda constituerait l'une des solutions pour le développement intégré des trois segments de la filière laitière locale (production, collecte et transformation). Du point de vue de l'industriel, la contrainte de la saisonnalité de l'approvisionnement des laiteries en lait local peut être atténuée par la densification des réseaux de collecte et la fabrication de lait de longue conservation pouvant répondre ainsi à la demande de la population en saison sèche (automne) et absorber la forte production printanière. Cela suppose que toute la production laitière de la ferme transite par le circuit formel.

L'analyse de la répartition des vêlages a mis en évidence que la plupart des éleveurs nécessitaient un appui technique pour mieux maîtriser la conduite de la reproduction de leurs troupeaux afin de programmer les périodes de livraisons de lait aux laiteries. Afin d'éviter toute pénurie de lait conditionné en sachets dans les centres urbains, les pouvoirs publics ont finalement pris une mesure récente (décret exécutif n° 20-153 du 8 juin 2020) orientant ce type de lait subventionné exclusivement aux ménages et l'interdisant à tout agent économique (établissements de débits de boissons, cafés et restaurants). Cette mesure pourrait-elle induire plus d'intérêt de la part des industriels vers les bassins laitiers des wilayas pour collecter et utiliser exclusivement le lait cru dans leur fabrication de lait et de produits laitiers locaux ?

Remerciements

Les auteurs remercient les responsables des laiteries, des centres de collecte de lait et des élevages suivis pour leur accueil et leur contribution dans la réalisation de cette étude. Les auteurs remercient également Martine Napoléone pour ses commentaires sur le manuscrit.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

KZ a contribué à la réalisation de l'étude par la délimitation et le suivi des élevages bovins et les enquêtes auprès des quatre laiteries ; elle a participé à la validation des questionnaires à renseigner en entreprise (élevages et laiteries) ; elle a contribué aux analyses statistiques et à l'interprétation des résultats ; elle a participé à la rédaction et à la révision du manuscrit. GD a contribué à la conception et à l'enrichissement du manuscrit ; il a participé à l'interprétation des résultats d'analyses et a contribué à la rédaction et à la révision du manuscrit. MTB a contribué à la conception et à la coordination de l'étude sur la filière laitière ; il a participé à l'élaboration des questionnaires de suivi des élevages bovins et d'enquêtes auprès des laiteries ; il a contribué à l'interprétation des résultats d'analyses statistiques, à la rédaction et à la révision du manuscrit.

REFERENCES

- Abbas K., Riahi O., Madani T., 2009. Les filières laitières de la région Algérienne de Sétif : Diversité et contraintes. *Rev. Rencontres Rech. Rumin.*, **16**
- Akmoum H., Boutaba H., 2016. La filière lait cru dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj : Analyse des caractéristiques des livraisons de lait cru à l'industrie de transformation. *Mém. Master ENSA, Alger, Algérie*, 71 p.
- Belhadia M., Yakhlef H., Bourbouze A., Djermoun A., 2014. Production et mise sur le marché du lait en Algérie, entre formel et informel : stratégies des éleveurs du périmètre irrigué du Haut-Cheliff. *New Medit, CIHEAM-IAMB*, **13** (1): 41-49 hal.archives-ouvertes.fr/hal-02163626
- Benyoucef M.T., 2005. Diagnostic systémique de la filière lait en Algérie : organisation et traitement de l'information pour l'analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages. *Thèse Doct., Institut National d'Agronomie, Alger, Algérie*, 237 p.
- Benyoucef M.T., Omari C., Amiali M., Berkani M.L., Kaci F., Benjema O., 2013. Formation universitaire en agronomie et introduction d'innovations techniques dans l'agro-industrie. Cas de la filière lait cru en Algérie. *Conf. Int. Les systèmes d'innovation et le nouveau rôle des universités (COSINUS)*. ENP, Oran, Algérie
- Benyoucef M.T., 2017. Filières lait et viandes : Analyses des contraintes de production et des perspectives d'intégration industrielle. *Projet CNPRU / Laboratoire d'économie agricole, agro-alimentaire et rurale, ENSA, Alger, Algérie*, 2014-2017
- Berbiche M.L., 2019. Caractéristiques de la production laitière d'exploitation bovines enquêtées dans la wilaya de Ghardaïa. *Mém. Master ENSA Alger, Algérie*, 70 p.
- BROUTIN C., LEVARD L., GOUDIABY M.C., 2018. Quelles politiques commerciales pour la promotion de la filière « lait local » en Afrique de l'Ouest, *Rapport de synthèse*, Gret, Paris, France, 100 p.
- Chambre d'Agriculture du Pays de la Loire, 2006. Saisonnalité des livraisons de lait bio en Pays de la Loire. pays-de-la-loire.chambresagriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/22-2006_lait_saisonnalite.pdf
- Corniaux C., 2015. Bassin laitier de la basse vallée du fleuve Sénégal (Sénégal). Le développement de la filière entre lait local et lait en poudre importé. In : Napoléone M., Corniaux C., Leclerc B. (eds.) *Voies lactées. Dynamiques des bassins laitiers entre globalisation et territorialisation*. Carrière, Avignon, France, 143-155
- Corniaux C., Duteurtre G., 2018. Pour une alliance renouvelée entre industriels et éleveurs laitiers en Afrique de l'Ouest. *Oxford, OXFAM*, 8 p. (Note d'orientation)
- Delmotte E., Albert M., Leclair A., Pechey B., Zsitko B., Caillaud D., 2008. Saisonnalité de la production laitière bovine en région Lorraine. *Etat des lieux dans les élevages. Nouvelles répartitions des vêlages*, Interprofession laitière régionale Lorraine (CIRELL), 32 p.
- Dieye P.N., Duteurtre G., Sissokho M.M., Sall M., Dia D., 2005. Linking local production to urban demand: the emergence of small-scale milk processing units in Southern Senegal. *Livest. Res. Rural Dev.* **17**: 40
- Dieye P.N., Montaigne E., Duteurtre G., Boutonnet J.P., 2008. Le rôle des arrangements contractuels dans le développement du système laitier local et des mini-laiteries au Sénégal. *Econ. Rurale*, 303-305: 108-122, doi: 10.4000/economierurale.554
- Djermoun A., Chehat F., 2010. Les circuits empruntés par le lait local dans le Chélif en Algérie : importance du circuit informel. *Livest. Res. Rural Dev.* **22**: 199

- Duteurtre G., 2007. Trade and development of dairy production in West Africa: a Review. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **60** (1-4): 209-223, doi: 10.19182/remvt.9972
- Duteurtre G., Corniaux C., Dao D., Dia D., Mama Sambo A., Vias G.F., Cesaro J-D., 2013. Etude relative à la formulation d'un programme d'actions détaillé de développement de la filière lait au sein de l'UEMOA : Rapport définitif. CIRAD, Montpellier, France, 106 p. agritrop.cirad.fr/571594/
- Duteurtre G., 2019. Les produits laitiers africains à l'épreuve de la libéralisation : Des traditions laitières en danger, un patrimoine à valoriser. 3^{es} Rencontres internationales sur le lait, vecteur de développement, Dakar, Sénégal, 12-13 juin 2019, agritrop.cirad.fr/594387/1/ID594387.pdf
- Fares M., Mamane F., 2018. Les choix contractuels dans le secteur laitier algérien : entre spécificité des actifs et régulation publique. *Can. Sci. Reg.* **41** (1/3): 1-14
- FAO (2020). Statistiques agricoles. FAO, Rome, Italie
- Gaye P.A.M., Traoré E.H., Cisse M., Dieng A., Cesaro J.-D., Sall C., 2020. Typologie des systèmes bovins du bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB). *Anim. Plant. Sci.* **44** (1): 7577-7590, doi: 10.35759/JAnmPLSci.v44-1.4
- 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 Médit* **9** (3): 22-27
- Hadji Kouidri H., Harrache B., Ben Amirouche H., 2018. Analyse structurale de la filière lait en Algérie. *Rev. Econ. Nord. Afr.*, **14** (19): 39-47, doi: 10.33858/0470-000-019-027
- Kheffache H., Tozanli S., 2015. La collecte de lait dans la wilaya de Médéa : Conventions et formes de coordination. 9^e Journées de Recherches en Sciences Sociales 10-11 Déc 2015, Nancy, France, 16 p.
- Losq G., 2007. Les livraisons mensuelles de lait en Bretagne. Une répartition des vèlages souvent subie. *Cap Elev.* **15**: 4-6
- Losq G., Espinasse R., Queffelec A., Trou G., Grasset M., Le Lan B., 2007. Saisonnalité de la production laitière en Bretagne : situation actuelle et impact des périodes de livraison sur les résultats économiques d'une exploitation laitière. *Rencontres. Rech. Rumin.* **14**
- Makhlouf M., 2015. Performance de la filière laitière locale par le renforcement de la coordination contractuelle entre les acteurs : Cas de la wilaya de Tizi-Ouzou-Algérie Thèse Doct., Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, 345 p.
- Napoléone M., 2019. Intermediate objects to help coordination between breeders and dairies. Example of a goat dairy cooperative in Southern France. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* **72** (2): 55-63, doi: 10.19182/remvt.31746
- Sraïri M.T., Benyoucef M.T., Kraïem K., 2013. Les filières laitières en Afrique du Nord (Algérie, Maroc et Tunisie) : des options d'autosuffisance à la dépendance alimentaire ? *SpringerPlus.* **2**: 162. doi: 10.1186/2193-1801-2-162

Summary

Zalani K., Duteurtre G., Benyoucef M.T. Seasonality of bovine milk production and implications for the reinforcement of industrial collection in Skikda Wilaya (Algeria)

A study of the dairy sector in the wilaya of Skikda in Algeria analyzed the seasonality of milk production on 157 cattle farms and the implications for milk collection by the industry. The surveys covered the two production systems (on land and landless) in 2016 and 2017 to assess the importance of the contributions of the farming systems in supplying dairies. A first principal component analysis identified four delivery profiles. A second analysis carried out on the calvings observed in the herds of the farms showed some agreement between the seasonality of milk deliveries and the distribution of herd calvings. The study also addressed the concepts of territories and distances traveled for milk deliveries to dairies. Some farms delivered their milk to two dairies located in Skikda, which also used a supply of milk powder at subsidized prices. Others delivered their milk to milk collection centers located in the dairy basin and belonging to two industrial dairies located in Bejaïa Wilaya more than 250 kilometers away on average. These dairies were also supplied with milk powder but at free market prices. They implemented support systems for farmers that enabled them to diversify their supply in order to smooth the quantities collected and to compensate for the individual seasonality of the farms. Consultation mechanisms would enable these manufacturers to support farmers with more explicit strategies for de-seasoning production.

Keywords: cattle, raw milk, dairy farms, profiles, dairy industry, farming system, Algeria

Resumen

Zalani K., Duteurtre G., Benyoucef M.T. Estacionalidad de la producción lechera bovina e implicaciones para el refuerzo de la recolección industrial en la wilaya de Skikda (Argelia)

Un estudio sobre la filial lechera en la wilaya de Skikda (Argelia) permitió analizar la estacionalidad de la producción lechera en 157 explotaciones bovinas y las implicaciones relativas a la recolección de leche por parte de la industria. Las encuestas se centraron sobre los dos sistemas de producción (con tierra y fuera del terreno) en 2016 y 2017 para evaluar la importancia de las contribuciones de los sistemas de explotación en el abastecimiento de las lecherías. Un primer análisis por componente principal evidenció cuatro perfiles de distribución. Un segundo análisis efectuado sobre los partos observados en los hatos de las explotaciones evidenció una cierta concordancia entre la estacionalidad de las distribuciones de leche y la repartición de los partos de los hatos. El estudio abordó también las nociones de territorios y de distancias recorridas para las entregas de leche a las lecherías. Ciertas explotaciones entregaban su leche a dos lecherías implantadas en Skikda, las cuales también tenían acceso a un suministro de leche en polvo a precios subvencionados. Otras enviaban la leche a centros de colecta de leche implantados en la cuenca lechera y pertenecientes a dos lecherías industriales localizadas a más de 250 kilómetros en promedio en la wilaya de Behaïa. Estas últimas se suministraban también con leche en polvo, pero a precios libres del mercado. Estas ponían en funcionamiento dispositivos de apoyo a los criadores que permitían diversificar su abastecimiento, con el fin de moderar las cantidades recolectadas y de compensar la estacionalidad individual de las fincas. Dispositivos de consejo podrían permitir a estos industriales el acompañamiento de los criadores en las estrategias más explícitas de anti estacionalidad de la producción.

Palabras clave: ganado bovino, leche cruda, granjas lecheras, perfil, industria lechera, sistemas de explotación, Argelia

Key factors for increasing farmer participation in markets: evidence from the Malian dairy sector

Ryan Vroegindewey^{1*} Robert B. Richardson¹
Véronique Thériault²

Keywords

Cattle, cow milk, supply functions, market access, value chains, prices, Mali

Submitted: 11 September 2020

Accepted: 24 March 2021

Published: 30 June 2021

DOI: 10.19182/remvt.36331

Summary

Substantial growth in Malian milk supply is necessary to meet rising demand for dairy products while also improving the livelihoods of milk producers and strengthening the competitiveness of the Malian dairy sector against imports. We applied a Cragg two-tiered model to a nationally representative dataset of dairy farming households to examine factors influencing market participation decisions. Four key findings and corresponding policy implications emerged. Firstly, dairy herd size was positively associated with market entry and milk sales. Improving the dissemination of higher-yielding improved breeds, to which less than 10% of households had access, should result in an increase in milk supply. Secondly, herd access to water, feed, and veterinary care also had the positive effect of increased milk supply, highlighting the importance of increased investment in animal health and nutrition. Thirdly, female-headed households were more likely to enter milk markets and they sold greater volumes than male-headed households. Because women typically face inequitable access to productive resources, gender-responsive policies and programs in the dairy sector should help to stimulate milk supply. Fourthly, an increase in milk price was associated with an increase in milk sales. This provides evidence that Malian milk producers are responsive to price incentives, while underlining the importance of incorporating dairy products into existing market information systems.

■ How to quote this article: Vroegindewey R., Richardson R.B., Thériault V., 2021. Key factors for increasing farmer participation in markets: evidence from the Malian dairy sector. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (2): 93-103, doi: 10.19182/remvt.36331

■ INTRODUCTION

Consumer demand for dairy products in Mali and in the broader West African region has been climbing steadily with income growth and urbanization (Zhou and Staats, 2016). Additionally, there is evidence that consumers and retailers have a strong preference for local fresh milk over imports (Vroegindewey et al., 2021; Lefevre, 2014). Since the late 1990s, this growing demand has led to the emergence of milk collection centers that have sought to link the region's production

basins with urban areas (Corniaux et al., 2014). More recently, the Malian government's dairy development program (2008–2015) has joined other international development projects to construct or rehabilitate such collection centers, in addition to providing some support for producer training and artificial insemination (Government of Mali, 2016c).

However, despite such efforts, milk supply in Mali and the region has not been keeping pace with growing demand. Zhou and Staats (2016) estimated, even under conservative assumptions of future income growth, that by 2040 dairy supply in West Africa will fall short of demand by a magnitude of five. Unless production growth increases, this deficit will have to be made up by a commensurate increase in imports in order to avoid real price increases. Figure 1 provides a picture of this pattern for the case of Mali. It presents linear trends of the per capita supplies of domestic cow milk and imported cow milk, based on the past decade of milk output and population growth. Government statistics likely underestimate domestic milk supply, as they are calculated based on limited sampling and multiple assumptions

1. Michigan State University, Department of Community Sustainability, 480 Wilson Road, East Lansing, MI 48824, USA.

2. Michigan State University, Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, 446 West Circle Drive, East Lansing, MI 48824, USA.

* Corresponding author

Tel.: +1 720 226 2963; Email: vroegindewey@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

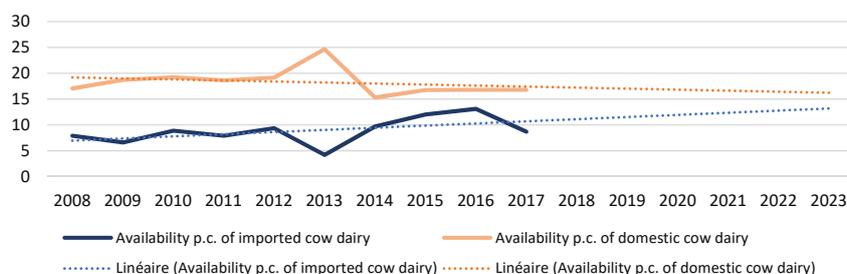


Figure 1: Supply of domestic milk and dairy imports (L/capita) in Mali. Sources: Authors' calculations from Government of Mali (2007–2017) for household availability; FAOSTAT (2019) for imports // *Offre nationale de lait et importations de produits laitiers (L/habitant) au Mali*. Sources : *Calculs des auteurs à partir de Gouvernement du Mali (2007–2017) pour la disponibilité chez les ménages ; FAOSTAT (2019) pour les importations*

that do not fully take into account factors such as the increasing adoption of higher-yielding milk herds. FAOSTAT statistics likely also underestimate total dairy imports in Mali, as its classification of dairy products excludes (or significantly undercounts) volumes of imported fat-filled milk powder. Since the early 2010s, annual fat-filled milk powder imports have surpassed total annual imports of whole and skim powdered milk and account for the majority share of milk powder consumption in Mali. Over time, domestic supply has been decreasing while imports have been rising to meet the deficit. The large surge in domestic supply followed by a drop during the 2011–13 period might be explained by very good rain and pasture conditions in 2012 and, in contrast, poor agricultural and security conditions in 2013 (Government of Mali, 2012; 2013). The opposite inflection of imported milk supply during this period suggests the substitutionary relationship that domestic and imported dairy supply have with one another.

Multiple factors can help to explain the historically weak performance of Malian milk supply, including i) underinvestment in quality, productivity, and infrastructure, ii) limited policy support for the Malian dairy sector and poor coordination between government and market actors, and iii) the preference of urban milk processors for less expensive powdered milk imports (Vroegindewey et al., 2021; Mas Aparisi et al., 2012; Duteurtre, 2007). At a microeconomic level, the outcome of these underlying causes is summarized by a single trend: the weak participation of milk producers in markets. Although about 20% of Malian households produce milk, only 3% market any volume of milk during the year (authors' calculations from World Bank, 2015). The objective of this study was to investigate the underlying causes of this weak market participation. Specifically, we investigated the barriers that constrain Malian milk producers from entering and supplying milk markets, and identified policy measures that can boost such market participation.

The question of smallholder farm commercialization in Africa is an issue that has increasingly occupied the attention of policymakers, especially in recent years as liberalization of markets, globalization, and transformations in retailing and consumption are magnifying challenges and opportunities (Reardon and Timmer, 2012). As Barrett (2008, p. 300) summarizes, the theoretical benefits of market-oriented production and trade, relative to subsistence production for own consumption, are important, and include not only “the one-off, static welfare effects of trade according to comparative advantage” but also more rapid total factor productivity growth due to opportunities for larger-scale production and the increased interflow of ideas. Additionally, in the Malian context, an increase and stabilization in the market supply of milk should have broad economic benefits, by strengthening the competitiveness of local dairy value chains and contributing to greater accessibility of diverse foods, especially in urban areas (Vroegindewey et al., 2021; Theriault et al., 2018).

However, a body of evidence has shown that transaction costs are a significant impediment to the participation of African farmers in various agricultural markets (Barrett, 2008). Transaction costs include both the *ex ante* costs that a farmer faces in searching for a market and negotiating a transaction and the *ex post* costs of monitoring and enforcing the terms of the transaction (North, 1990; Williamson, 1985; Coase, 1937). Numerous market participation studies have focused on milk, because its perishability and other technical characteristics generate many transaction costs in its production, processing, and marketing (Jaffee, 1995). Most of these econometric studies are from either Kenya (Burke et al., 2015; Kavoi et al., 2013; Olwande et al., 2015) or Ethiopia (Holloway et al., 2005; 2004; 2000). Their salient finding, consistent with findings from other African markets, is that household-specific variables (e.g. herd and household size) and location-specific variables (e.g. distances to markets) strongly influence the probability and volume of sales among milk producers, reflecting the pervasive impacts of transaction costs in milk markets (Barrett, 2008). These studies also show the importance of productivity-enhancing technologies (e.g. crossbred dairy cows) and favorable agroecological conditions.

The present study focused on Mali because the quantitative economic literature addressing milk market participation has largely overlooked West Africa and especially the Sahel region, which differs distinctively from the East African context in terms of policy history, market structure, and agroecology. For example, the Kenyan dairy sector benefits from more favorable climatic conditions and, since 2002, has also enjoyed the protection of import tariffs of up to 60% (Orasmaa et al., 2016). In contrast, the West African Economic and Monetary Union (UEMOA) has established a Common External Tariff (CET) schedule that taxes imported powdered milk—the primary substitute for local fresh milk—at only 5% (Corniaux et al., 2014). The dairy sectors of these two regions also vary significantly in terms of their performance. For example, dairy farm intensification has taken hold more successfully in East Africa, to the point that regional milk production has grown significantly since the 1960s and currently accounts for about 97% of total milk supply (Duteurtre, 2007). In contrast, farm intensification has had a much slower pace in West Africa, where regional milk production only accounts for about 63% of total milk supply (Duteurtre, 2007).

To our knowledge, this is the first econometric analysis of milk market participation in a Sahelian country. Only two other quantitative papers previously examined milk market participation in the broader West Africa region. First, Somda et al. (2005) utilized a Tobit model and a limited sample to study market participation by milk producers in the Gambia. Second, Balagtas et al. (2007) employed a Heckman selection model to study a limited sample of households in Côte d'Ivoire. In this latter paper, the authors defined milk market entry

as household ownership of any cattle (versus household ownership of dairy cattle specifically or the production of milk) and they used a small nonrandom sample. Here, we contributed to the relatively sparse literature by adopting a clearer definition of milk market participation, and by exploiting a randomly sampled and nationally representative household dataset, which allowed us to control for a rich set of variables. Additionally, Mali has the third-largest cattle population in West Africa (after Nigeria and Niger) and a similar ranking in terms of annual milk production (FAOSTAT, 2019). Three-quarters of Malian households own livestock of some kind, and in 2011 the livestock sector contributed to about 8% of the national gross domestic product (Salla, 2017). Thus, Mali provides a superior case study for understanding commercial behaviors in the region high-potential milk-supply basins.

In the next section, we present the conceptual framework for understanding an agricultural household's participation in milk markets when transaction costs are present. Following that, we describe the data and empirical approach for applying this framework to the Malian context. Lastly, we discuss the results and then conclude by highlighting key findings and their policy implications for increasing milk supply in the Malian market.

■ MATERIALS AND METHODS

Conceptual framework

Because our focus was to understand the supply behavior of milk producer households, the theoretical framework was the agricultural household model (Singh et al., 1986). If we could reasonably assume that Malian producers had perfect access to markets for milk and all necessary inputs, then household milk supply boils down to a profit-maximization problem in which decision-making is guided only by exogenously determined prices and conditioned on the given production technology. However, because Malian milk producers face significant transaction costs in these markets, we had to extend the model to account for market imperfections. Specifically, below we drew mainly from Barrett's (2008) articulation of the non-separable agricultural household model. Olwande et al. (2015) similarly drew from Barrett's (2008) model in their analysis of farmer participation in milk (and other) commodity markets in Kenya.

Assume that a household maximizes its utility over a bundle of commodities, subject to a budget constraint involving farm production, sales, and non-farm income, a production technology constraint, and a vector of unobservable "decision prices" (Key et al., 2000). The decision prices for selling (or purchasing) a given commodity equals its observable local market price (P) minus (plus) the transaction costs that a household faces to participate in that market. The transaction costs themselves depend on location- and household-specific variables that, together, influence the search, information, transportation, and negotiation costs associated with carrying out a transaction. Location-specific variables are comprised of the physical and institutional infrastructure (G) that is available for a commodity in a given geography (Barrett, 2008). For example, weak extension services, limited cell phone service, and poor roads would each drive up transaction costs for all households in a given location, by constraining their access to farming best practices, price information, and markets. Household-specific variables are comprised of household productive assets (A), liquidity from non-farm income (W), net sales (NS), and other household characteristics (Z) (Barrett, 2008). For example, within a given location, households with less education and without access to cell phones might face larger transaction costs than other households, because they are less able to access and effectively use market information.¹ Consequently, in a given milk market,

we expected differentiated market participation in markets across households.

For milk-producing household i , the market participation decision has two parts. The first part is the decision to participate (or not) as a seller, denoted by M which equals one for market entry and zero otherwise. Second is the decision of sale volumes, denoted by the continuous variable Q , which is positive if and only if M equals one. We could express the reduced-form equation as:

$$Q_i = Q_i(M, P, Z, A, G, W, NS). \quad (1)$$

Data sources

We applied the household market participation model to the Malian context by using data from the 2014 Mali Living Standards Measurement Study (LSMS) / Integrated Survey on Agriculture, a cross-sectional survey of 4,009 household that was implemented by the Planning and Statistics Unit of the Malian Ministry of Rural Development (CPS/SDR) and the World Bank (World Bank, 2015). The LSMS survey had national coverage, with the exception of the northern region of Kidal which surveyors could not access due to insecurity at the time of data collection. Government of Mali (2016b) provides detailed information on the stratified random sampling approach of the LSMS survey.

Our analysis was based on 717 households that reported owning at least one female cow. Of these milk producers, 126 households participated in milk markets as sellers. Data from the livestock modules of the LSMS were collected in a single round from December 2014 to February 2015 (Government of Mali, 2016b). Other modules covered household- and location-, i.e. enumeration area, level characteristics, which were collected between July 2014 and February 2015.

Econometric model and estimation

Our econometric model must account for the two-staged nature of market participation, as depicted in Eq. (1), as well as for the large share of nonparticipants in the dataset (i.e. households that produce but do not sell milk). Nonparticipation in markets results in a corner solution response, in which the outcome variable (in this case milk sales) is zero for a nontrivial number of observations but is continuous otherwise. Applying an ordinary least squares estimator on such a truncated dataset would result in biased and inconsistent estimates (Wooldridge, 2015).

The Tobit model (Tobin, 1958) represents one solution for addressing the corner solution problem (see Holloway et al. [2004; 2000] for different applications of the Tobit approach in the Ethiopian milk market). However, this model relies on the restrictive assumption that the processes driving these two stages be the same, i.e. that the set of significant explanatory variables and the directions of their effects be the same for participation and sale volumes (Burke, 2009). Other studies have shown that this is an unreasonable assumption in the context of milk marketing (e.g. Burke et al., 2015).

Two other models have been previously used. The Heckman sample selection model, which treats nonparticipants as unobserved data resulting from nonrandom sample selection (see Balagtas et al. [2007] for an application in the Ivoirian milk market). However, in our data the dependent variable was observable for the entire random sample and zeroes were not imputed values to missing data. Therefore, the Heckman model was not appropriate for the analysis.

1. Net sales affect transaction costs when there is a fixed cost component wherein the per-unit amount of total transaction costs drops as volumes increase and, consequently, there exists a threshold quantity below which market participation is infeasible (Barrett, 2008; Holloway et al., 2004). Net sales can also capture purchase arrangements in which buyers pay differentiated prices based on volumes in a given sales lot.

The other approach is the Cragg (1971) two-tiered (or double-hurdle) model, which treats zeroes as observed outcomes and allows for two different decision-making processes for the probability of market participation and sale volumes (see Olwande et al. [2015] and Burke et al. [2015] for applications in the Kenyan milk market; Holloway et al. [2005] for an application in Ethiopia). Because these features were better suited to the theoretical model and dataset, we adopted the Cragg model for the analysis.

Specifically, we estimated regressions of the following form:

$$\text{Stage 1, } P(M_i = 1) = P(Q_i > 0) = X_i \alpha + \varepsilon_i \text{ and} \quad (2)$$

$$\text{Stage 2, } Q_i = Z_i \beta + \mu_i. \quad (3)$$

Eq. (2) defines the milk market entry decision for household i , where M_i takes on unity if the household makes any milk sales and zero otherwise. Eq. (3) defines the household's decision regarding its level of market participation, in terms of the quantity of milk sales. X_i and Z_i are the two vectors of explanatory variables according to the theoretical model depicted in Eq. (1), and α and β are the marginal effects of these vectors of explanatory variables, for the first and second stages, respectively. We estimated Eq. (2) using maximum likelihood estimation and a probit model. We could estimate Eq. (3) by fitting the data to either a truncated normal distribution or a lognormal distribution (Cragg, 1971). We assumed that the errors in both equations were normally and independently distributed.

Variable definitions

Table I defines the dependent and explanatory variables that we selected for the model. In addition to the theoretical model, the choice of variables was guided by a review of the other empirical studies investigating household participation in milk markets and data availability from the LSMS survey. The first stage dependent variable was binary, taking on unity when a household reported any milk sales made in the previous year, and zero otherwise. The second stage dependent variable represented the number of liters of milk that each household sold in the previous year, which we calculated based on the number of months in the year that households reported milk offtake and the average milk quantities that they reported selling in each of these months.

Household-specific explanatory variables

Household-level productive assets and production technology represented by A in Eq. (1), raise farm output and productivity, thereby increasing net sales (NS) and reducing per-unit production and transaction costs. Thus, we expected that household access to such resources would positively influence market participation. The number of female cows raised by the household was clearly a critical asset for milk production and we distinguished between local-breed cows and crossbred (and foreign) cows to also capture the yield-enhancing benefits of the latter type. We expected that farm households with larger herd size, especially of improved breeds, were more likely to participate actively in the market.

To capture household management of dairy herd health and nutrition, we included variables measuring (separately) the shares of the total cattle herd in the past year that were vaccinated, treated for internal parasites, and treated for ticks and other external parasites. As a measure of herd access to water throughout the year, we included a dummy variable indicating whether a natural water source (e.g. pond or stream) was one of the primary water sources during the dry season. Two other dummies indicated access to resources that were associated with intensive milk production: use of an oilseed cake as a primary type of feed, and household ownership of feeding (or drinking) troughs. We also included household ownership of other assets that improved access to information and markets. Cell phones and

radios could be a means for accessing information on markets, prices, and production practices. Ownership of a means of transportation should reduce the time to market. Finally, we included the number of household adults, who might account for an important source of labor, and the number of farm hectares cultivated by the household, which might serve as an important source of animal feed. In a context of imperfect credit markets, we also included estimates of the total nonfarm income earned during two periods: the past twelve months (i.e. concurrent to the milk production period examined), and the past twelve to twenty-four months (i.e. preceding the milk production period examined).

Other household-level characteristics (Z) can influence market participation by influencing productivity, and/or by generating or attenuating transaction costs. Household characteristics are also determinants of milk consumption which, in the non-separable agricultural model, enter the market participation decision by constraining net sales (NS). We attempted to capture gender effects by including a dummy variable for male or female household headship and by disaggregating the total household adults variable by male and female. In the sample, 61% of households reported that female cows were primarily managed by the household head. Another 27% reported collective management by multiple household members, which presumably included partial management by the household head. Thus, focusing on the gender of this individual was appropriate.

However, there was some ambiguity around the expected net effects of gender and household size. Firstly, although women typically have more limited access to inputs and greater time and mobility constraints than men, in traditional West African agricultural households they tend to be more involved with dairy herd maintenance, milking, intrahousehold milk distribution, and milk marketing (Salla, 2017). Secondly, although an increase in the number of household adults increases access to labor (as mentioned above), it may also increase household consumption of milk, thereby reducing net surplus, all other factors held constant. Increases in the number of household children, which increases milk demand without improving labor, should have a less ambiguous negative effect on market participation.

Another household-level variable indicated whether the household head was Fulani, which is a large pastoral ethnic group in West Africa with a tradition of livestock management and, as such, may be able to maintain more productive dairy cattle. Additionally, in Mali the Fulani are also popularly reputed for selling high-quality milk (Vroegindewey et al., 2021), which may also increase the benefits (e.g. price) and/or reduce the transaction costs of participating in markets. We also included a continuous variable indicating the years of formal schooling completed by the household head, as a measure of his or her human capital, with the expectation that greater human capital has a positive effect on market participation.

Location-specific explanatory variables

Local market prices (P) are important determinants in a household vector of decision prices. Price differences across markets, furthermore, reflect a second layer of location-specific transaction costs that are determined by market integration and concentration. We obtained prices from the LSMS community-level dataset, in which survey enumerators recorded three price observations (for each of a selected number of consumer commodities) from the local market of each enumeration area and in both survey rounds. Due to insecurity and other reasons, LSMS survey teams were unable to obtain data from about 15% of the sample of milk producers. We addressed the missing data (i.e. prices and infrastructure) by imputing median values from the next-largest geographic units. Consumer prices should be a sufficient indicator of households' market incentives because milk supply chains in Mali are relatively short and many households sell their milk directly to consumers. To approximate the local output

Table 1: Definitions of variables on Malian dairy farming households used in model // *Définitions des variables relatives aux ménages d'éleveurs laitiers maliens utilisées dans le modèle*

Variable	Definition
Dependent variables	
Participation	HH made any volume of milk sales (level of participation > 0) during 12-month survey period
Level of participation	Volume of milk (L/year) sold by HH during 12-month survey period
Household-specific explanatory variables	
Num. local dairy cows	Num. female cows (local breed) raised by HH
Num. crossbred dairy cows	Num. female cows (mixed/exotic breed) raised by HH
% vaccinated	Share of HH cattle herd vaccinated in past 12 months
% treated for parasites	Share of HH cattle herd treated for internal parasites
% treated for ticks	Share of HH cattle herd treated for external parasites
Water source	Pond or stream was a primary or secondary herd water source during dry season (dummy)
Oilseed cake	Oilseed cake was a primary or secondary source of herd nutrition in past 12 months (dummy)
Trough	HH owns a feed/drinking trough (dummy)
Num. cell phones	Num. functioning cell phones owned by HH
Num. radios	Num. functioning radios owned by HH
Transport	HH owns at least one means of transportation: bicycle, motorcycle or car (dummy)
Ha Land	Total hectares of land that are cultivable by HH
Log (nonfarm income, lagged)	Total annual HH non-farm income (1000 CFAF/year) during 12 months prior to survey period
Log (nonfarm income)	Total annual HH non-farm income (1000 CFAF/year) during 12 months during survey period
Num. adult males	Num. HH members who are adult males
Num. adult females	Num. HH members who are female and over the age of 18
Num. children	Num. HH members who are under the age of 18
HH head gender	HH head is male (dummy)
HH head Fulani	HH head reported Fulani ethnicity (dummy)
HH head yrs of education	Num. years of formal schooling completed by HH head
Location-specific explanatory variables	
Log (milk price)	Ave. (of two survey rounds) of local median price (CFAF/L) of packaged fluid milk
Urban	Community is located in an urban area (dummy)
Num. collection centers	Num. collection centers inventoried at the <i>cercle</i> level
% electricity access	Share of HH sampled in communities that have access to electrical grid
Dist. weekly market	Distance (km) to nearest periodic market
Dist. daily market	Distance (km) to permanent nearest market
Dist. training center	Distance (km) to nearest agricultural training center
Dist. financial institution	Distance (minutes) to nearest microfinance institute
Dist. motorable road	Distance (km) to nearest clay or paved road
Average temperature	Average annual temperature ($\times 10^{\circ}\text{C}$) during 1960–90 period
Annual rainfall	Total annual precipitation (mm) during 1960–90 period
Semiarid	Community is in a semiarid (vs arid or subhumid) agroecological zone (dummy)
Arid	Community is in an arid (vs semiarid or subhumid) agroecological zone (dummy)

Sample = 718; Market participants = 127; HH: Household ; CFAF: CFA francs // *Echantillon = 718 ; Participation dans les marchés = 127 ; HH : Ménage ; CFAF : francs CFA*

milk price faced by producer households, we took the median consumer prices of packaged fluid milk for each enumeration area, then averaged these medians from both survey rounds. Because households produced and marketed milk on a daily basis throughout the year, taking the average from two periods was appropriate. Also, for these reasons, estimating expected prices (instead of realized prices) was less a concern for milk, compared to agricultural products associated with delayed production cycles. However, in an effort to capture longer-term expectations regarding milk demand and prices we included a dummy for whether the household was located in an urban area, i.e. the area has at least 5,000 inhabitants (Government of Mali, 2012b), versus a rural area. Because urban areas contain large and growing consumer markets, this variable should encourage market

participation. However, higher population densities also place pressure on land that otherwise might be used for forage or livestock grazing; therefore, we could not predict the net effect of this variable.

Access to various physical and institutional infrastructure (*G*) can facilitate the adoption of productivity-enhancing technology and directly reduce the transaction costs to market participation. For example, milk collection centers, collection points, and dairies provide a market outlet for local producers and often facilitate access to other services and inputs such as veterinary care, vaccinations, and feed. We included a variable indicating the total number of centers at the *cercle*-level, which we expected to affect positively market participation (*cercle* and *commune* are the second and third administrative units in Mali, respectively). This data comes from a *commune*-level

government inventory that distinguishes between (but does not define) collection points, collection centers, and dairies. For simplicity, we refer to all of these, collectively, as “collection centers.” Access to electricity could enable such centers to operate lights, cooling tanks, and refrigerators, while relying less on gas generators. Electricity also enables retailers to store milk in refrigerators, which could increase milk demand from these intermediary buyers. Thus, we estimated the share of households in each community that reported having access to electricity and included this variable in the regressions.

To capture access to other various public goods, we included variables representing community distance to the associated infrastructure. We expected that access to a weekly market, and especially to a permanent (i.e. daily) one, would positively affect market participation, by reducing the transaction costs that households incurred to transport milk, search for buyers, and negotiate prices. Access to agricultural training centers should also positively affect market participation insofar as these improve access to extension agents and, thereby, encourage the adoption of productivity-enhancing technologies. Access to a financial institution was also expected to affect positively market participation by allowing producers to invest in lumpy assets (e.g. additional dairy cows). Household access to credit is likely to smooth income during stressed periods, thereby stabilizing demand for milk while helping producers to avoid destocking as a negative coping mechanism. Access to a motorable road (defined here as a clay or paved road) should reduce transportation costs and overall access to markets and services. Finally, we controlled for agroecological conditions by including several variables that georeferenced rainfall and temperature.

■ RESULTS AND DISCUSSION

Descriptive statistics

Table II summarizes the milk sales for each quintile of the weighted sample. The top 20% of household milk sellers accounted for 85% of all sales, whereas the bottom 20% accounted for only 1%. This distribution of sales was quite concentrated. In contrast, Olwande et al. (2015) calculated that the top quintile of milk sellers in Kenya accounted for 59% of sales in 2010.

Table III reports summary statistics of the explanatory variables for the LSMS sample and also disaggregates these statistics between milk market participants and nonparticipants. The average size of the local breed herd was less than nine cows for the entire sample, but the average was 22 cows among market participants. For both the full sample and subsample, ownership of crossbred dairy cows was very low. There are reports that producer adoption of improved breeds is increasing in periurban Bamako through artificial insemination programs, direct breeding of local herds with crossbred bulls, and direct importation of breed stocks (Government of Mali, 2017). However, this adoption does not appear to be widespread in Mali as a whole.

Table II: Distribution of Malian households' milk sales across quintiles, weighted // Répartition des ventes de lait des ménages maliens entre les quintiles, pondérée

	Quintiles, based on annual household milk sales				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
Mean household sales (L/year)	144	256	437	1,147	12,926
Share of total sales (%)	1	1	3	9	85

Adoption of other productivity-enhancing technologies was also quite low. However, the average household landholding was almost 13 hectares. Average nonfarm household income was about 24,000 CFA francs (CFAF) during the year covered by the survey and 7,000 CFAF in the preceding year. The average household size was almost 14 people, with about half of that number made up of children under the age of sixteen. Household heads were almost always male, and on average had less than one year of formal education. Approximately 20% of producer households had a Fulani household head, but this share jumped to 44% among market participants.

Turning to location-specific characteristics, only 3% of producer households lived in areas classified as urban, and about the same share had access to electricity. On the other hand, 80% of producers lived in the semiarid zone. On average, producer households lived about 12 km from a weekly market, 38 km from a daily market, 30 km from a training center, 50 km from a financial institution, and 21 km from a motorable road. Over two-thirds of households reported owning some mechanical or motor-driven means of transportation for accessing these infrastructures and institutions, whereas the remainder presumably walked, or used public, borrowed, or animal-powered transport. On average, households lived in a *cercle* with 1.76 milk collection centers; however, because of the nature of this data it was not possible to estimate distances to a collection center.

Econometric results

Table IV presents results from the Cragg model. In order to facilitate interpretation of the maximum likelihood estimation (MLE) results of the probit regression, which is nonlinear, we computed the average partial effects (APE) of each explanatory variable on the probability of market entry. (We estimated standard errors and derived significance for the APE statistics from the probit model, and CAPE statistics from the lognormal model, via the delta method and then bootstrapped them.) We first fitted the second stage with a truncated normal distribution; however, it was not sufficiently smooth to obtain MLE convergence. In the final model, in order to smooth out the distribution of the second stage dependent variable, we fitted the data with a lognormal distribution. The results of the second stage regression were already interpretable as conditional average partial effects (CAPE), representing the APE of each explanatory variables on the quantity of milk sold, conditioned on market entry. Further, because the dependent variable in the second stage was in logarithmic form, the estimated coefficients represented elasticities for explanatory variables that were also in logarithmic form (i.e. income and price) and semi-elasticities for all others.

Lastly, we estimated the unconditional APE (UAPE) in order to understand the net effect of each explanatory variable. The UAPE is dependent on both stages of the estimation and thus, represents an overall effect across the entire population of milk producers. For these reasons, it is a helpful summary statistic and is especially useful for policy analysis. (To obtain UAPE standard errors, we followed Burke [2009]'s bootstrapping method using 100 replications. However, to use this method we had to fit the data with a truncated lognormal distribution in the 2nd stage. A comparison of the 2nd stage coefficient estimates using lognormal and truncated lognormal showed that they were the same in significance and in value up to at least two decimal places.)

To test for robustness, we also fitted the data with two alternative models (Supplementary Material). The first was a Tobit model with the same explanatory variables as the original model. The second was a Cragg model that included regional dummies as explanatory variables. The results showed that the sign and significance of the parameters estimated in the original model were overall robust to these alternative specifications.

The overall pattern of results supported the hypothesis that each stage of market participation was driven by a different process: the signs and significance of almost all explanatory variables varied across the two equations. Thus, the data justified the use of a two-stage model as opposed to a one-stage Tobit. We also conducted a formal specification test of the Tobit model against the Cragg model, using a post-estimation likelihood ratio test (Lin and Schmidt, 1984), which confirmed that the Cragg model had the best fit.

The number of female cows of local breed was positive and statistically significant in both stages. Across both stages and for the entire population of milk producers, the UAPE estimate indicated that the acquisition of one additional local breed cow increased milk sales by an average of 4%. However, the number of crossbred cows was not a

significant variable in either stage. This is surprising, given that every other market participation study that includes a similar variable finds the estimated coefficient to be significant and larger than the effect of local breed cows (Olwande et al., 2015; Balagtas et al., 2007; Holloway et al. 2005; 2000). The result may be due to the overall low level of adoption of crossbred cows in Mali. In the sample, only 8% of households owned such a cow, and only half of these owned more than one.

Herd vaccination rates, use of oilseed cakes in feed rations, and access to a trough, land, and year-round natural water source, each had a positive and significant effect on the probability of market participation. However, none of these variables positively influenced milk sales once households entered the market; further, oilseed cakes and vaccination had a negative effect on volumes sold. The herd share

Table III: Summary statistics of Malian dairy farming household's sample set /// *Statistiques synthétisées de l'échantillon de ménages de producteurs laitiers maliens*

Variable	Sample (n = 717)				Non-partpt (n = 591)	Participants (n = 126)
	Mean	SD	Min	Max	Mean	Mean
Household specific explanatory variables						
Num. local dairy cows	8.73	15.57	0.00	208.00	5.93	21.89
Num. foreign dairy cows	0.27	1.46	0.00	22.00	0.24	0.40
% herd vaccinated	0.54	0.43	0.00	1.00	0.51	0.68
% herd treated for parasites	0.38	0.44	0.00	1.00	0.37	0.41
% herd treated for ticks	0.24	0.39	0.00	1.00	0.23	0.30
Water source dummy	0.41	0.49	0.00	1.00	0.38	0.56
Oilseed cake dummy	0.14	0.35	0.00	1.00	0.12	0.22
Trough dummy	0.15	0.35	0.00	1.00	0.12	0.26
Num. cell phones	2.16	2.34	0.00	15.00	2.14	2.26
Num. radios	1.21	1.27	0.00	8.00	1.24	1.08
Transport dummy	0.67	0.47	0.00	1.00	0.68	0.61
Ha land	12.88	26.77	0.00	239.45	12.30	15.60
Nonfarm income, lagged (CFAF)	7,038.26	8,479.96	0.00	84,888.00	7,333.85	5,651.84
Nonfarm income (CFAF)	24,335.98	167,358.40	0.00	3,116,750.00	25,483.99	18,951.23
Num. adult males	2.91	2.00	0.00	15.00	2.95	2.75
Num. adult females	3.25	2.35	0.00	22.00	3.32	2.90
Num. children	7.64	5.77	0.00	47.00	7.81	6.83
HH head male dummy	0.98	0.14	0.00	1.00	0.98	0.96
HH head Fulani dummy	0.20	0.40	0.00	1.00	0.15	0.44
HH head yrs of education	0.72	2.42	0.00	16.00	0.73	0.67
Location-specific explanatory variables						
Milk price (CFAF/L)	440.81	126.15	133.29	1,225.00	435.89	463.93
Urban dummy	0.03	0.16	0.00	1.00	0.03	0.02
Num. collection centers	1.76	2.30	0.00	12.00	1.72	1.96
% electricity access	0.03	0.14	0.00	1.00	0.03	0.05
Dist. weekly market (km)	11.83	11.83	0.00	130.00	11.87	11.69
Dist. daily market (km)	38.13	33.00	0.00	200.00	36.86	44.06
Dist. training center (km)	30.48	31.92	0.00	240.00	29.73	33.96
Dist. financial institution (km)	50.43	53.65	0.00	600.00	48.34	60.21
Dist. motorable road (km)	21.15	22.77	0.00	185.00	20.89	22.39
Average temperature (°C×10)	275.97	7.34	261.00	300.00	276.19	274.93
Annual rainfall (mm)	715.95	293.23	78.00	1,299.00	708.81	749.45
Semiarid dummy	0.80	0.40	0.00	1.00	0.79	0.85
Arid dummy	0.15	0.35	0.00	1.00	0.15	0.10

Partpt: participants; HH: Household; SD: Standard deviation; CFAF: CFA francs /// *Particip: participants; HH : ménage; SD : déviation standard; CFAF : francs CFA*

that was treated for ticks and the share that was treated for internal parasites each had a positive and significant effect on volumes sold. Of these productivity-enhancing resources and technologies, three had a net-positive effect (i.e. significant and positive UAPE) across the entire sample of milk producers. A 1% increase in the herd share that was treated for ticks, dry season access to a natural water source,

and ownership of a trough were each associated with increases in milk sales of 4%, 42%, and 44%, respectively.

Surprisingly, the number of radios and nonfarm income had a negative effect on volumes sold for households that had entered the milk market. It could be that milk sales were a less-preferred means of income generation than other livelihoods (including nonfarm activities) that

Table IV: Determinants of Malian dairy farming household's market entry and sales: Cragg model results and average partial effects // Déterminants de l'entrée sur les marchés et des ventes des ménages producteurs de lait maliens : résultats du modèle de Cragg et effets partiels moyens

	Probit (1st stage)						Lognormal (2nd stage)			Net effects		
	Regression results			APE			Regression results / Conditional APE			Unconditional APE		
	Coef.	Robust SE		Coef.	SE		Coef.	Robust SE		Coef.	SE	
Household specific explanatory variables												
Num. local dairy cows	0.032	0.009	***	0.006	0.001	***	0.020	0.005	***	0.040	0.013	***
Num. foreign dairy cows	0.039	0.032		0.007	0.006		-0.010	0.060		0.043	0.081	
% herd vaccinated	0.370	0.161	**	0.068	0.029	**	-1.173	0.390	***	0.223	0.204	
% herd treated for parasites	-0.140	0.173		-0.026	0.032		0.724	0.353	**	-0.035	0.237	
% herd treated for ticks	0.230	0.171		0.042	0.032		1.005	0.497	**	0.440	0.258	*
Water source dummy	0.352	0.132	**	0.065	0.024	**	0.073	0.253		0.421	0.168	***
Oilseed cake dummy	0.325	0.167	*	0.060	0.031	*	-0.763	0.327	**	0.243	0.194	
Trough dummy	0.366	0.152	**	0.067	0.028	**	0.099	0.328		0.439	0.215	**
Num. cell phones	0.042	0.033		0.008	0.006		-0.019	0.078		0.046	0.049	
Num. radios	-0.091	0.074		-0.017	0.014		-0.206	0.112	*	-0.142	0.095	
Transport dummy	-0.222	0.161		-0.041	0.030		0.395	0.290		-0.190	0.217	
Ha Land	0.004	0.002	*	0.001	0.000	*	-0.002	0.003		0.004	0.003	
Log (nonfarm income, lagged)	-0.045	0.039		-0.008	0.007		-0.037	0.072		-0.058	0.059	
Log (nonfarm income)	-0.021	0.035		-0.004	0.006		-0.180	0.090	**	-0.056	0.051	
Num. adult males	-0.013	0.050		-0.002	0.009		0.162	0.138		0.014	0.079	
Num. adult females	-0.002	0.048		0.000	0.009		-0.079	0.133		-0.017	0.074	
Num. children	-0.019	0.021		-0.004	0.004		0.051	0.045		-0.013	0.030	
HH head male dummy	-0.765	0.418	*	-0.141	0.077	*	-1.215	0.556	**	-1.099	0.546	**
HH head Fulani dummy	0.697	0.146	***	0.128	0.028	***	0.097	0.290		0.821	0.197	***
HH head yrs of education	-0.013	0.031		-0.002	0.006		0.031	0.057		-0.010	0.046	
Location-specific explanatory variables												
Log milk price (CFAF/L)	0.603	0.231	***	0.111	0.042	***	0.207	0.522		0.737	0.287	***
Urban dummy	-0.179	0.465		-0.033	0.085		2.201	1.630		0.171	0.838	
Num. collection centers	0.008	0.032		0.002	0.006		0.012	0.052		0.016	0.032	
% electricity access	0.462	0.542		0.085	0.098		1.633	1.299		0.819	0.594	
Dist. weekly market (km)	-0.004	0.007		-0.001	0.001		0.003	0.011		-0.005	0.010	
Dist. daily market (km)	0.005	0.002	*	0.001	0.000	*	0.002	0.004		0.006	0.003	**
Dist. training center (km)	0.001	0.002		0.000	0.000		-0.001	0.004		0.000	0.003	
Dist. financial institution (km)	0.001	0.001		0.000	0.000		0.001	0.001		0.001	0.002	
Dist. motorable road (km)	0.000	0.003		0.000	0.001		0.009	0.007		0.002	0.004	
Average temperature (°C×10)	-0.018	0.013		-0.003	0.002		-0.031	0.029		-0.026	0.018	
Annual rainfall (mm)	0.001	0.000		0.000	0.000		-0.002	0.001	**	0.000	0.001	
Semiarid dummy	1.086	0.525	**	0.200	0.098	**	-0.213	0.639		1.210	0.984	
Arid dummy	0.986	0.634		0.182	0.117		-1.073	1.018		0.940	1.072	
Constant	-0.783	4.192					17.472	8.724				
Pseudo R-squared	0.286						0.4694					
Observations	717						126					

APE: Average partial effects; SE: Standard error; HH: Household; Dependent variable of the probit model is 1 if household sold milk and 0 otherwise; Dependent variable of truncated normal model is 'liters of milk sold'; CFAF: CFA francs. *** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1 // APE : effets partiels moyens ; SE : Ecart-type ; HH : Ménage ; La variable dépendante du modèle probit est 1 si le ménage a vendu du lait et 0 dans le cas contraire ; La variable dépendante du modèle normal tronqué est « litres de lait vendus » ; CFAF : francs CFA. *** p<0,01 ; ** p<0,05 ; * p<0,1

were more accessible to wealthier households and that the number of radios partially captured this wealth effect. The usefulness of a radio or cell phone in facilitating access to market or production information depends on the availability of such information, which may in fact be limited in Mali. For example, the Malian government, in its market information system, does not currently monitor or publish the market prices of milk, as it does for other agricultural commodities.

Other household characteristics that influenced market participation were the gender and ethnicity of the household head. In addition to the number of local breed cows, the gender of the household head was the only other variable to have a significant positive effect on both stages of market participation. Female-headed households (15 in the sample of 717 producer households) were 14% more likely to participate in milk markets than male-headed households and were associated with a 122% increase in milk sales. Overall, the UAPE estimate indicated that such households were associated with a 110% increase in milk sales. Household heads that were of Fulani ethnicity were also 13% more likely to participate in milk markets than others. This was in line with Balagtas et al. (2007), who in Côte d'Ivoire found a positive association between Fulani ethnic group households and milk market participation. Additionally, the UAPE estimate indicated that Fulani households were associated with an 82% increase in milk sales.

Increases in the number of males, females or children in households did not significantly influence market participation. We expected some ambiguity with respect to the net effect of the number of household adults, since more adults potentially meant more household demand for milk (thereby reducing net surplus) as well as more labor (thereby potentially increasing milk output). However, the insignificance of the coefficient for children was surprising, assuming that these individuals only factored into the consumption aspect of household decision-making.

A 1% increase in the price of packaged milk was associated with an 11% increase in the probability of market participation. Although price did not have a significant effect in the second stage, its net effect on all producers (UAPE) was a 0.7% increase in sales for every 1% increase in price, all things being equal. Although being located in an urban zone and community electrification shares had only been statistically significant in the second stage at the 18% and 21% levels of confidence, respectively, their estimated effects were quite large.

Surprisingly, none of the variables capturing access to market institutions or infrastructure were significant, with the exception of distance to a daily market. However, its estimated coefficient on the probability of market participation was positive. The UAPE estimate was also positive and significant, suggesting that, as the distance of a household to a daily market increased by each additional kilometer, its milk sales also increased by an average of 0.6%, other factors held constant. It could be that a primary motivation for producing milk was to meet household milk demand, in which case it was the unconsumed surplus that was marketed. Access to daily markets could allow such households to outsource their milk supply, obviating the need to produce themselves. If milk marketing is a lesser preferred means of earning income than other activities that become more feasible in the presence of daily markets, it would strengthen this line of reasoning.

The lack of significance of the total number of collection centers at the *cercle*-level could potentially be explained by imperfections in the government inventory from which data on this variable was sourced. For example, it is possible that the inventory was incomplete or that many of the inventoried centers were non-functioning. The muted effects of access to a training center or financial institution might be explained by the low quality of services offered by these institutions (or their limited relevance to milk producers), even if they were nearby. We might understand the lack of significance of access to a weekly market in light of the fact that milk producers require a

more regular market outlet to sell daily output. If a large share of milk is sold at farmgate or at the homes of neighbors, this would further mute the effects of better access to markets, milk collection centers, or motorable roads.

Finally, households located in the semiarid agroecological zone—opposed to arid or subhumid—were 20% more likely to participate in milk markets. This indicator primarily characterizes the water availability conditions—and, by extension, vegetative conditions—that best supports rainfed dairy cattle production, i.e. an annual length of growing period of 70–180 days (Sebastian, 2016). This zone covers most of the southern half of Mali, including all regions except Gao, Kidal, and Timbuktu.

■ CONCLUSION

Substantial growth in the market supply of Malian milk will be necessary to meet the rising demand for dairy products, while also improving the livelihoods of milk producers and strengthening the competitiveness of the Malian dairy sector against imports. In this study, we utilized a nationally representative household dataset to investigate the factors that can encourage such growth. Following other recent papers that focused on East Africa, we used a two-tiered econometric model, which allowed us to examine the probability of participation and volume of milk sold. This was the first study of its kind to analyze milk marketing in a major milk producing country of West Africa. Therefore, the results provided fresh policy insights for this region. Four key findings emerged.

Firstly, despite the great yield-enhancing potential of crossbred dairy cattle, the adoption of this technology has been extremely limited in Mali. In fact, the variability of crossbred cattle ownership in the dataset was insufficient to allow us to estimate statistically significant marginal effects. However, taking the statistically significant UAPE for the number of local breed cows as a rough lower-bound estimate of the marginal effect of each additional crossbred animal, we can conclude that the impacts on market participation should indeed be substantial. The Malian government should continue to increase producer access to crossbred cattle. However, in light of the fact that milk sales are already very concentrated in Mali, the government should develop improved breed adoption models that are appropriate for poorer households.

Our second finding pertains to another more fundamental productivity constraint: needed improvements to the health and nutrition of dairy herds. We found evidence that pest and disease control has a significant effect on market sales. The Malian government should improve the monitoring of its vaccination programs to understand better their effectiveness and to ensure that poorer producers are also benefiting. We also found significant effects associated with access to zero-grazing technologies (such as feeding troughs) and to year-round water sources. Although the particular measure for improved feed did not have a significant net effect on market participation, the significant and positive effect of being located in the semiarid zone, which partly reflects grazing conditions, points to the importance of herd nutrition. As pressures on grazing land continue to mount in Mali, the availability of high-quality feed alternatives will be increasingly important. Policy options include supporting the development of least-cost feed rations and the promotion of diverse farm systems that include the production of locally appropriate forage. For instance, the cowpea crop is well adapted to the agroclimatic conditions of Mali and can be used a feed, but it has received little attention from policy makers compared to starchy staples, such as rice and maize. Policy should also better support collection centers, which can facilitate producers' access to feed and veterinary services while providing a relatively secure market for producers (Corniaux et al., 2014).

Thirdly, gender has great influence on a household's participation in milk markets. Assuming that the household head plays a primary role in the management of milk production and use, female decision makers market more than twice the volumes than males, other factors held constant. However, other research conducted in Sahel countries has cautioned that women may get displaced from milk value chains as they modernize (Fokou et al., 2011), because women face inequitable access to productive resources (i.e. lack of ownership and control of dairy cattle, and weak access to grazing land, credit, and supporting institutions) (FAO, 2013). Overall, our finding suggests that milk commercialization policies could make substantial gains through better inclusion and empowerment of women in milk value chains. Impact studies from gender and agriculture programs suggest that distributing productive assets (e.g. dairy cattle) directly to women, while also explicitly strengthening their ownership and control over those assets within the household and community, can be especially effective for empowering women (Johnson et al., 2016).

Fourthly, the results provide evidence that Malian milk producers are responsive to price incentives, despite the considerable asset specificity and transaction costs that are present in milk marketing. This suggests that macroeconomic policies should have a positive pull on milk supply. This result also underlines the importance of market price information. The Malian government should prioritize the inclusion of milk prices in its regular market monitoring and information products.

Conflicts of interest

This study was carried out without any conflict of interest.

Author contributions statement

RV drafted the article and led statistical analysis; RV, RBR, and VT each contributed to the conception of the research, data analysis and interpretation, and critical review of the article.

REFERENCES

- Balagtas J.V., Coulbaly J.Y., Jabbar M., Negassa A., 2007. Dairy market participation with endogenous livestock ownership: evidence from Cote d'Ivoire. American Agricultural Economics Association Meeting, Portland, Oregon, USA, 29 Jul.-1 Aug. 2007
- Barrett C.B., 2008. Smallholder market participation: Concepts and evidence from eastern and southern Africa. *Food Policy*, **33** (4): 299-317, doi: 10.1016/j.foodpol.2007.10.005
- Burke W.J., 2009. Fitting and interpreting Cragg's tobit alternative using Stata. *Stata J.*, **9** (4): 584-592, doi:10.1177/1536867X09000900405
- Burke W.J., Myers R.J., Jayne T.S., 2015. A triple-hurdle model of production and market participation in Kenya's dairy market. *Am. J. Agric. Econ.*, **97** (4): 1227-1246, doi:10.1093/ajae/aav009
- Coase R.H. 1937. The nature of the firm. *Economica*, **4** (16): 386-405, doi: 10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x
- Corniaux C., Duteurtre G., Broutin C. 2014. Filières laitières et développement de l'élevage en Afrique de l'Ouest. L'essor des minilaiteries. Karthala, Paris, France, 252 p.
- Cragg J.G., 1971. Some statistical models for limited dependent variables with applications to the demand for durable goods. *Econometrica*, **39**: 829-844, doi:10.2307/1909582
- Duteurtre G., 2007. Trade and development of dairy production in West Africa: a review. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **60** (1-4): 209-223, doi: 10.19182/remvt.9972
- FAO, 2013. Understanding and integrating gender issues into livestock projects and programmes: A Checklist for Practitioners. FAO, Rome, Italy, 56 p.
- FAOSTAT, 2019. Food Supply Database. FAO, Rome, Italy
- Fokou G., Koné B.V., Bonfoh B., 2011. Technical-organizational innovations and power relations in pastoral production systems in Mali: Actors' dynamics of Bamako's suburban dairy commodity chain. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **64** (1-4): 81-87, doi: 10.19182/remvt.10118
- Government of Mali, 2007 ; 2008 ; 2009 ; 2010 ; 2011 ; 2012a ; 2013 ; 2014 ; 2015 ; 2016a ; 2017. Rapport annuel. Ministère de l'Élevage et de la Pêche, direction nationale des productions et des industries animales, Bamako, Mali
- Government of Mali, 2012b. Quatrième recensement général de la population et de l'habitat du Mali (RGPH-2009), analyse des résultats définitifs, thème urbanisation. Ministry of Economy, Finance, and Budget, National Statistics Institute, Central Census Bureau; Bamako, Mali, 35 p.
- Government of Mali, 2016b. Enquête Agricole de conjoncture intégrée aux conditions de vie des ménages, 2014. Ministry of Rural Development, Planification and Statistics Unit, Bamako, Mali, 118 p.
- Government of Mali, 2016c. Evaluation de la mise en œuvre de la Stratégie nationale de valorisation du lait cru local au Mali: Rapport final. Ministry of Rural Development, Bamako, Mali, 59 p.
- Heckman J.J., 1979. Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, **47** (1): 153-161, doi: 10.2307/1912352
- Holloway G.J., Barrett C.B., Ehui S.K., 2005. Bayesian estimation of the double hurdle model in the presence of fixed costs. SSRN, Rochester, NY, USA, 12 p., doi: 10.2139/ssrn.2633551
- Holloway G., Nicholson C., Delgado C., Staal S., Ehui S., 2000. Agroindustrialization through institutional innovation transaction costs, cooperatives and milk-market development in the east-African highlands. *Agric. Econ.*, **23** (3): 279-288, doi: 10.1111/j.1574-0862.2000.tb00279.x
- Holloway G., Nicholson C., Delgado C., Staal S., Ehui S., 2004. A revised Tobit procedure for mitigating bias in the presence of non-zero censoring with an application to milk-market participation in the Ethiopian highlands. *Agric. Econ.*, **31** (1): 97-106, doi: 10.1111/j.1574-0862.2004.tb00224.x
- Jaffee S., 1995. Perishable profits: private sector dairy processing and marketing in Kenya. In: Jaffee S., Morton J.F., eds. Dubuque. Kendall/Hunt, IA, USA, 199-253
- Johnson N.L., Kovarik C., Meinzen-Dic R., Njuki J., Quisumbing A., 2016. Gender, assets, and agricultural development: Lessons from eight projects. *World Dev.*, **83**: 295-311, doi: 10.1016/j.worlddev.2016.01.009
- Kavoi M.M., Hoag D.L. Pritchett J., 2013. Influence of institutional and socio-economic factors on the supply response of smallholder dairy farms in the marginal zones Of Kenya. *J. Int. Dev.*, **25** (3): 393-411, doi: 10.1002/jid.1741
- Key N., Sadoulet E., de Janvry A., 2000. Transactions costs and agricultural household supply response. *Am. J. Agric. Econ.*, **82** (2): 245-259, doi: 10.1111/0002-9092.00022
- Lefèvre M., 2014. Do consumers pay more for what they value more? The case of local milk-based dairy products in Senegal. *Agric. Resour. Econ. Rev.* **43** (1): 158-177, doi: 10.1017/S1068280500006961
- Lin T.-F., Schmidt P., 1984. A test of the Tobit specification against an alternative suggested by Cragg. *Rev. Econ. Stat.*, **66** (1): 174-177, doi: 10.2307/1924712
- Mas Aparisi A., Diallo F., Balié J., 2012. Analyse des incitations et pénalisations pour le lait au Mali. Série notes techniques, SPAAA, FAO, Rome, Italie, 39 p.
- North D.C., 1990. Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge University Press, 152 p. doi: 10.1017/CBO9780511808678
- Olwande J., Smale M., Mathenge M.K., Place F., Mithöfer D., 2015. Agricultural marketing by smallholders in Kenya: A comparison of maize, kale and dairy. *Food Policy*, **52**: 22-32, doi: 10.1016/j.foodpol.2015.02.002
- Orasmaa T., Duteurtre G., Corniaux C., 2016. The end of EU milk quotas-implications in West Africa. Literature review and future perspectives. CIRAD, Montpellier, France, 55 p.
- Reardon T., Timmer C.P., 2012. The economics of the food system revolution. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, **4** (1): 225-264, doi: 10.1146/annurev.resource.050708.144147
- Salla A., 2017. Review of the livestock/meat and milk value chains and policy influencing them in West Africa. (Olanrewaju B. Smith and Berhanu Bedane, Eds.) FAO, Rome, Italy, 122 p.
- Sebastian K., 2016. agroecological Zones. In: Atlas of African agriculture research and development. Harvest Plus and IFPRI, Washington DC, USA, 34-35
- Singh I., Squire L., Strauss J., 1986. Agricultural household models: Extensions, applications, and policy. Num. 11179. World Bank, Washington DC, USA, 354 p.
- Somda J., Tollens E., Kamuanga M., 2005. Transaction costs and the marketable surplus of milk in smallholder farming systems of The Gambia. *Outlook Agric.*, **34** (3): 189-195, doi: 10.5367/000000005774378784

- Theriault V., Vroegindewey R., Assima A., Keita N., 2018. Retailing of processed dairy and grain products in Mali: Evidence from a city retail outlet inventory. *Urban Sci.*, **2** (1): 24, doi: 10.3390/urbansci2010024
- Tobin J., 1958. Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica*, **26** (1): 24-36, doi: 10.2307/1907382
- Vroegindewey R., Richardson R.B., Chung K., Theriault V., Ortega D.L., 2021. Competitive advantage and processor demand for local and imported food ingredients: analysis from an urban dairy market in West Africa. *J. Agribus. Dev. Emerg. Econ.*, **11** (2): 140-159, doi: 10.1108/JADEE-06-2020-0133
- Williamson O.E., 1985. The economic institutions of capitalism. The Free Press, New York, USA, 450 p.
- Wooldridge J.M., 2015. Introductory econometrics: A modern approach. Nelson Education, Canada, 910 p.
- World Bank, 2015. Living standards measurement survey. Integrated Survey on Agriculture 2014. World Bank, Washington DC, USA
- Zhou Y., Staatz J., 2016. Projected demand and supply for various foods in West Africa: Implications for investments and food policy. *Food Policy*, **61**: 198-212, doi: 10.1016/j.foodpol.2016.04.002

Résumé

Vroegindewey R., Richardson R.B., Thériault V. Facteurs clés pour accroître la participation des producteurs aux marchés : évidence du secteur laitier malien

Au Mali, une croissance substantielle de l'offre domestique est nécessaire pour répondre à la demande en produits laitiers, améliorer les conditions de vie des producteurs ainsi qu'augmenter la compétitivité du secteur laitier face aux importations. Un modèle Cragg à deux niveaux (*Cragg two-tiered model*) a été appliqué à une base de données de ménages agricoles, représentative au niveau national, afin d'examiner les facteurs clés influençant les décisions de participation et de ventes des producteurs laitiers. Quatre résultats clés ainsi que leurs implications politiques ont émergé. Premièrement, la taille du troupeau laitier était positivement associée à l'entrée sur les marchés et aux ventes de lait. L'accélération de la diffusion de races améliorées et à plus haut rendement, auxquelles moins de 10 % des ménages avaient accès, devrait se traduire par une augmentation encore plus importante de l'offre de lait. Deuxièmement, l'accès des troupeaux à l'eau, aux aliments et aux soins vétérinaires avait également un effet positif sur l'offre de lait, soulignant l'importance d'un investissement accru dans la santé et la nutrition animales. Troisièmement, les ménages dirigés par des femmes étaient plus susceptibles de participer aux marchés du lait et celles-ci vendaient de plus grandes quantités que les ménages dirigés par des hommes. Les femmes étant généralement confrontées à un accès inéquitable aux ressources productives, des politiques et des programmes prenant en compte le genre dans le secteur laitier devraient contribuer à stimuler l'offre de lait. Quatrièmement, comme anticipé, une augmentation du prix du lait était associée à une augmentation des ventes de lait. Cela indique que les producteurs de lait maliens sont sensibles aux incitations des prix et souligne l'importance d'inclure les produits laitiers dans les systèmes d'information existants des marchés.

Mots-clés : bovin, lait de vache, fonction d'offre, accès au marché, chaînes de valeur, Mali

Resumen

Vroegindewey R., Richardson R.B., Thériault V. Factores clave para aumentar la participación de finqueros en los mercados: evidencia del sector lechero maliense

Un crecimiento substancial de la oferta de leche maliense es necesario para satisfacer la creciente demanda de productos lácteos, al tiempo que mejora la calidad de vida de los productores y se refuerza la competitividad del sector lechero maliense frente a las importaciones. Aplicamos un modelo Cragg de dos niveles a una base de datos representativa a nivel nacional de los hogares de finqueros de leche, para examinar los factores que influyen las decisiones de participación en el mercado. Surgieron cuatro puntos clave y sus correspondientes implicaciones sobre las políticas. Primero, el tamaño del hato lechero estuvo asociado positivamente con la introducción en el mercado y las ventas de leche. El mejoramiento en la difusión de las razas mejoradas de alto rendimiento, a las cuáles menos de 10% de los hogares tuvieron acceso, debería resultar en un aumento del suministro de leche. Segundo, el acceso del hato a agua, alimento y cuidados veterinarios también tuvo un efecto positivo sobre el aumento del suministro de leche, subrayando la importancia de un aumento en la inversión en la salud y la nutrición animal. Tercero, los hogares dirigidos por mujeres fueron más propensos a introducir la leche en el mercado y vendieron mayores volúmenes que los hogares dirigidos por hombres. Debido a que las mujeres generalmente tienen un acceso no equitativo a los recursos de producción, las políticas y los programas en el sector lechero orientadas al género deberían ayudar a estimular el suministro de leche. Cuarto, un aumento en el precio de la leche estuvo asociado con un aumento en las ventas de leche. Esto proporciona evidencia de que los productores de leche malienses responden a incentivos de precio, mientras que subraya la importancia de incorporar productos lácteos en los sistemas de información del mercado existentes.

Palabras clave: ganado bovino, leche de vaca, funciones de la oferta, acceso al mercado, cadenas de valor, Malí

Facteurs de risque associés aux performances de croissance et à la survie des porcelets de race locale sous la mère au Bénin

Aristide Mahoutin Agbokounou^{1*}

Gbênagnon Serge Ahounou² René Coovi Dossoukpèvi¹

Issaka Youssao Abdou Karim² Marc T.T. Kpodekon¹

Mots-clés

Porcin, truie, facteur de risque, race indigène, système de production, Bénin

Submitted: 1 August 2020

Accepted: 15 February 2021

Published: 30 June 2021

DOI: 10.19182/remvt.36364

Résumé

Afin d'identifier les facteurs de risque associés aux taux de mortalités élevés et à la faible vitesse de croissance des porcelets en postsevrage observés dans les élevages porcins au Sud-Bénin, une étude diagnostique a été conduite en 2019 dans 129 élevages des départements de l'Ouémé et du Plateau sous forme d'enquêtes rétrospectives et d'observations directes sur ces élevages. Les résultats ont montré que les pratiques des éleveurs étaient surtout traditionnelles, basées sur la race locale, et tributaires des modes de divagation et de claustration. Les principaux facteurs de risque liés au statut de l'éleveur étaient l'âge moyen de 42 à 45 ans (supérieur à l'âge économiquement actif des agriculteurs), la presque absence de formation et le faible taux d'instruction. Les principaux facteurs de risque liés aux pratiques de reproduction étaient la divagation, la consanguinité entre verrat et femelles reproductrices, le non-respect des normes pour le logement des truies gravides et lactantes, l'absence de mesures d'hygiène et de soins préventifs et curatifs aux reproductrices et aux nouveau-nés, le non-respect des normes zootechniques d'alimentation des reproductrices, et la non-assistance de la truie lors de la mise bas. Dans ce contexte, les principales causes de mortalités étaient le cannibalisme, les accidents divers, le manque de lait, l'écrasement des porcelets et les pathologies. Les truies présentaient des mises bas difficiles et le syndrome agalactie-mammite. Chez les porcelets, les diarrhées, la conjonctivite, les plaies et le poids faible à la naissance étaient le plus souvent signalés. La prise en compte de ces facteurs et des atouts certains des élevages de porc local béninois contribuera à améliorer le système de gestion de la reproduction, et la productivité.

■ Comment citer cet article : Agbokounou A.M., Ahounou G.S., Dossoukpèvi R.C., Abdou Karim I.Y., Kpodekon M.T.T., 2021. Risk factors associated with growth performance and survival of local breed suckling piglets in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (2): 105-114, doi: 10.19182/remvt.36364

■ INTRODUCTION

Au Bénin, les élevages de porcs locaux sont caractérisés par des performances de reproduction médiocres traduites par des taux de mortalités élevés et de faibles vitesses de croissance en phase de naissance-sevrage (Nonfon, 2005 ; Youssao et al., 2008). Ces indicateurs de performance des porcelets sous la truie ne favorisent pas la rentabilité des élevages et réduisent les revenus des petits paysans.

1. Centre béninois de la recherche scientifique et de l'innovation, 03 BP 1665, Cotonou, Bénin.

2. Laboratoire de biotechnologie animale et de technologie des viandes, Département de production et santé animales, Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +229 21321263 ; email : agbokounou@hotmail.com



L'amélioration de la productivité numérique de la truie est l'une des plus importantes options pour sauvegarder la biodiversité et le revenu des petits paysans et, par ricochet, la réduction de la pauvreté et la malnutrition. Cette amélioration passe entre autres par la réduction des mortalités et l'augmentation de la vitesse de croissance des porcelets en phase de naissance-sevrage (Agbokounou, 2017). Ainsi, l'initiative d'études visant à améliorer la vitesse de croissance et le taux de survie des porcelets sous la truie de race locale contribuera à augmenter l'approvisionnement national en protéines animales et à améliorer les conditions de vie des petits paysans. La première étude envisageable est celle qui permet d'identifier les facteurs de risque associés à ces taux de mortalité élevés et ces faibles vitesses de croissance à travers l'établissement d'une base de données permettant la maîtrise des pratiques de reproduction du porc local. La présente étude a eu pour objectif de contribuer à l'amélioration de la vitesse de croissance et du taux de survie des porcelets sous la truie de race locale dans les élevages traditionnels du Bénin.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

L'étude a été conduite de juin à octobre 2019 au sud-est du Bénin dans les communes d'Adjarra, d'Akpro-Misséréte, de Bonou, de Dangbo et de Porto-Novo dans le département de l'Ouémé, puis dans les communes de Kétou et de Sakété dans le département du Plateau (figure 1). L'Ouémé est situé entre 6° 40' N et 2° 30' E. D'une superficie de 1281 kilomètres carrés, il comptait en 2013 une population de près de 1 100 500 d'habitants avec une densité de 859 hab./km² (INSAE, 2016a). Il abrite le plus grand marché de porcs du pays et parmi ses communes certaines ont une réputation dans la production, la commercialisation, la transformation et la consommation de la viande de porc. Le Plateau est situé entre 7° 10' N et 2° 34' E et sa superficie est de 3264 kilomètres carrés pour une population de 622 372 habitants (INSAE, 2016b) en 2013 avec une densité de 191 hab./km².

Collecte des données et enquête

La collecte des informations a été réalisée auprès de 129 éleveurs porcins dont 88 dans l'Ouémé et 41 dans le Plateau. Ces éleveurs ont été sélectionnés suivant les critères de disponibilité, d'accessibilité à leurs exploitations et d'élevage de la race locale de porc. Une enquête rétrospective par entretien avec l'éleveur porcine couplée avec des observations directes sur ces élevages a été menée à l'aide d'un

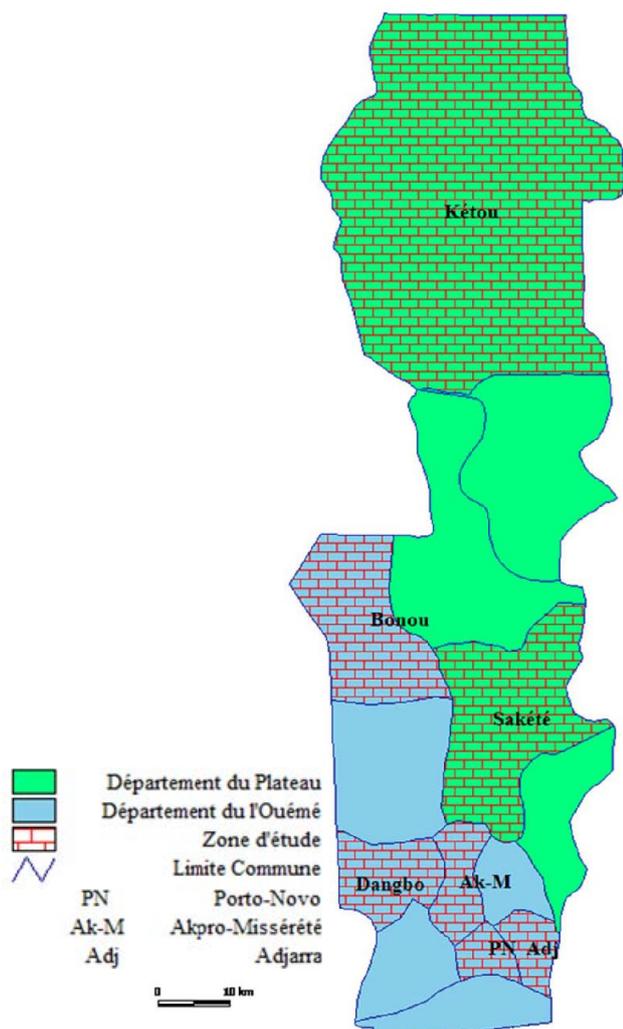


Figure 1 : Situation des départements de l'Ouémé et du Plateau au Bénin // Location of Oueme and Plateau departments in Benin

questionnaire et a permis de recueillir des informations relatives au profil des éleveurs porcins, à la taille et à la structure du troupeau, au mode de conduite, aux pratiques d'élevage et surtout à la gestion de la reproduction.

Analyses statistiques

Les données collectées ont été enregistrées dans Excel et analysées avec le logiciel SAS (2013). Pour les variables quantitatives, la procédure Proc GLM de SAS a été utilisée pour l'analyse de variance et le test de F a précisé la significativité du facteur département sur les variables considérées. Pour les variables qualitatives, la procédure Proc Freq a permis de calculer les fréquences, et le test du chi-carré a précisé la significativité du facteur département sur les variables étudiées. Pour chaque fréquence relative, un intervalle de confiance (IC) à 95 % a été calculé selon la formule $ICP = 1,96 \sqrt{\frac{P(1-P)}{N}}$ avec P la fréquence relative et N la taille de l'échantillon.

RESULTATS

Profil des éleveurs porcins et mode de conduite des porcs

Les éleveurs de porcs interviewés étaient âgés en moyenne respectivement dans les départements de l'Ouémé et du Plateau de 42 et 45 ans ($p > 0,05$) et pratiquaient l'élevage des porcs locaux depuis environ 15 et 12 ans ($p < 0,05$) (tableau I). Le tableau II indique que la majorité des éleveurs interviewés dans les deux départements était des hommes et des chrétiens. La plupart des éleveurs de l'Ouémé étaient scolarisés et ceux du Plateau comptaient davantage de non instruits (respectivement 43,5 % et 56,1 %), avec des niveaux d'instruction du primaire (25,8 % et 24,3 %), du secondaire (25,9 % et 7,3 %) et universitaire (4,7 % et 9,7 %). La grande partie de ces éleveurs n'avait reçu aucune formation en élevage porcine, soit 82,9 % dans l'Ouémé et 91,7 % dans le Plateau. Les porcs étaient élevés en claustration permanente, saisonnière ou en divagation permanente. Plus de la moitié des éleveurs (56,8%) pratiquaient la claustration permanente dans l'Ouémé, alors que c'était le mode de conduite de la claustration saisonnière qui dominait dans le Plateau (53,6%).

Structure du cheptel porcine

La taille moyenne du troupeau par élevage était significativement plus grande dans le Plateau que dans l'Ouémé ($p < 0,05$) avec 16,0 têtes contre 6,5 (tableau III). Dans les deux départements, les races de porc élevées étaient majoritairement la race locale et en infime portion les races améliorées et croisées. Le Plateau détenait logiquement le plus grand effectif moyen de race locale avec environ 15 têtes contre 6 pour l'Ouémé ($p < 0,05$). Aucun éleveur ne détenait de race améliorée dans le Plateau.

Tableau I : Age et expérience des éleveurs de porc local dans deux départements du Bénin // Age and experience of local-pig farmers in two districts of Benin

Variable	Ouémé		Plateau		P
	Moyenne	ES	Moyenne	ES	
Age (année)	42,78	1,47	45,19	2,15	> 0,05
Expérience en élevage de porc (année)	15,55	0,89	11,92	1,30	≤ 0,05

ES : erreur standard // ES: standard deviation

Tableau II : Statut des éleveurs et mode de conduite dans les élevages de porc local au Bénin /// *Farmers' status and management of local-pig farms in Benin*

Variable		Ouémé		Plateau		P
		%	IC	%	IC	
Sexe	Féminin	21,50	9,71	36,59	11,37	NS
	Masculin	78,41	9,71	63,41	11,37	NS
Religion	Christianisme	88,64	7,49	87,80	7,72	NS
	Animisme	9,09	6,78	12,20	7,72	NS
	Sans religion	2,27	3,51	0,00	0,00	NS
Niveau d'étude	Primaire	25,88	10,33	24,39	10,13	NS
	Secondaire	25,88	10,88	7,32	6,15	*
	Universitaire	4,71	5,00	9,76	7,00	NS
	Non instruit	43,53	11,70	56,10	11,71	NS
Formation en élevage porcin		17,11	8,89	8,33	6,52	NS
Domaine de formation	Alimentation	84,62	8,51	100	0	NS
	Santé	53,85	11,76	100	0	NS
	Reproduction	53,85	11,85	100	0	NS
	Logement des porcs	53,85	11,85	100	0	NS
Mode de conduite des animaux	Claustration permanente	56,82	11,77	7,32	6,19	***
	Claustration saisonnière	28,41	10,64	53,66	11,85	**
	Divagation permanente	14,77	8,37	39,02	11,51	**

NS : non significatif ; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC : intervalle de confiance /// NS: not significant; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC: confidence interval

Tableau III : Structure du cheptel dans les élevages de porc local au Bénin /// *Livestock structure in local-pig farms in Benin*

Variable		Ouémé		Plateau		P
		Moyenne	ES	Moyenne	ES	
Effectif moyen par élevage et par race élevée	Race locale	6,23	2,46	15,31	3,57	*
	Améliorée	0,15	0,09	0,00	0,14	NS
	Croisée	0,15	0,16	0,75	0,23	*
Taille moyenne du troupeau par élevage		6,53	2,47	16,07	3,58	*
Effectif moyen par élevage et par catégorie de porc de race locale	Porcelet au lait	1,60	1,18	5,42	1,73	NS
	Truie lactante	0,47	0,76	2,55	1,12	NS
	Truie gravide	0,44	0,11	1,22	0,17	***
	Truie vide	0,22	0,23	1,67	0,34	**
	Cochette	1,02	0,35	2,55	0,51	*
	Verrat	0,26	0,10	0,70	0,15	*
	Mâle castré	0,97	0,17	0,95	0,25	NS
	Femelle	0,55	0,13	0,22	0,19	NS
	Mâle entier	0,66	0,12	0,35	0,18	NS

NS : non significatif ; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC : intervalle de confiance /// NS: not significant; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC: confidence interval

Le verrat utilisé en reproduction était acheté, emprunté ou né dans l'élevage (tableau IV). L'achat du verrat était davantage pratiqué dans l'Ouémé que dans le Plateau ($p < 0,005$) alors que le verrat né dans l'élevage était plus présent dans le Plateau ($p < 0,05$). Plus de 90 % des éleveurs utilisaient le verrat de race locale dans les deux départements. L'existence de lien de parenté du verrat avec les autres porcs de l'élevage était signalée par 28,3 % des éleveurs de l'Ouémé contre 47,8 % des éleveurs du Plateau. En cas d'achat, les durées passées par le verrat dans les élevages étaient de neuf mois (deux saillies) dans l'Ouémé et quatre mois (une saillie) dans le Plateau. En revanche le verrat né dans l'élevage passait plus de temps dans l'exploitation, environ un an (12,5 mois) dans l'Ouémé et un peu moins de deux ans (22,7 mois) dans le Plateau.

Logement des truies reproductrices

La totalité des éleveurs du Plateau et la quasi-totalité de ceux de l'Ouémé (98,7 %) disposaient d'un habitat pour les porcs ($p < 0,001$). Le tableau V montre la structure de ces habitats. Les sols étaient généralement nus dans le Plateau avec 83,3 % des élevages contre 25,6 % dans l'Ouémé ($p < 0,001$). En revanche les sols cimentés ou recouverts de litière étaient davantage rencontrés dans l'Ouémé. Les sols dallés étaient rares dans ces élevages, avec leur absence totale dans le Plateau et une très faible proportion dans l'Ouémé. En cas d'élevage des porcs sur litière, le renouvellement se faisait généralement une fois par an dans l'Ouémé et tous les trois ou six mois dans

Tableau IV : Verrats utilisés dans les élevages de porc local au Bénin /// *Boars used in local-pig farms in Benin*

Variable		Ouémé		Plateau		P
		%	IC	%	IC	
Origine du verrat	Achat	48,61	11,79	13,04	7,95	**
	Emprunt	26,39	10,40	39,13	11,52	NS
	Né dans l'élevage	27,78	10,57	47,83	11,79	*
Race du verrat	Locale	91,30	6,65	95,65	4,81	NS
	Croisée	1,45	2,82	4,35	4,81	NS
	Améliorée	7,25	6,12	0,00	0,00	NS
Existence de lien de parenté du verrat avec les autres porcs de l'élevage	Oui	28,33	10,63	47,83	11,79	NS
	Non	71,67	10,63	52,17	11,79	NS

NS : non significatif ; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; IC : intervalle de confiance /// NS: not significant; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; IC: confidence interval

Tableau V : Structure des abris de porc local au Bénin /// *Structure of local-pig shelters in Benin*

Variable		Ouémé		Plateau		P
		%	IC	%	IC	
Eleveurs disposant d'habitat		98,67	2,70	100	0	***
Etat du sol	Nu	25,68	10,31	83,33	8,79	***
	Dallé	5,41	5,34	0	0	***
	Cimenté	35,14	11,26	4,17	4,72	***
	Litière	33,78	11,16	12,50	7,80	NS
	Autre	0	0	0	0	NS
Renouvellement de la litière	Tous les mois	16,00	8,65	0	0	**
	Tous les 3 mois	16,00	8,65	33,33	11,12	NS
	Tous les 6 mois	8,00	6,40	33,33	11,12	NS
	1 fois/an	28,00	10,59	0	0	*
	Autre	32,00	11,01	33,33	11,12	NS
Eleveurs disposant de toit pour leurs habitats		72,60	10,52	88,00	7,67	NS
Nature du toit	Chaume	30,19	10,83	23,81	10,05	NS
	Tôles de récupération	41,51	11,63	42,86	11,68	NS
	Tôles neuves	9,43	6,95	19,05	9,33	**
	Feuilles de palme	20,75	9,64	19,05	9,33	NS
	Autre	0	0	0	0	NS
Eleveurs disposant de clôtures		93,15	6,00	100	0	**
Nature de la clôture	En brique	60,29	11,55	4,00	4,62	***
	En terre de barre	2,99	4,02	36,00	11,33	***
	En bois ou bambou	38,81	11,50	68,00	11,01	*

NS : non significatif ; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC : intervalle de confiance /// NS: not significant; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC: confidence interval

le Plateau. La majorité des éleveurs des deux départements disposait de toiture pour leurs habitats avec une dominance des toits en chaume ou en tôles de récupération. Les murs étaient en brique, terre de barre, bois ou bambou, tôles de récupération ou autres avec une dominance de brique dans l'Ouémé (60,3 % des élevages contre 4,0 % dans le Plateau, $p < 0,001$), et de bois ou bambou dans le Plateau (68 % des élevages contre 38,8 % dans l'Ouémé, $p < 0,001$).

La truie gravide était élevée en loge individuelle ou avec d'autres truies gravides ou encore avec les autres catégories de porc. En effet, 50,7 % des éleveurs de l'Ouémé élevaient leur truie gravide en loge individuelle contre 34,8 % des éleveurs du Plateau ($p < 0,05$) ; respectivement 39,7 % contre 58,3 % ($p > 0,05$) les élevaient dans la même loge que les autres catégories de porc ; 60 % contre 50 % ont déclaré que leurs truies mettaient bas en loge individuelle. Dans les deux départements, pour seulement environ 40 % des éleveurs, les

loges n'étaient pas exigües pour les truies et leurs porcelets. L'aération des loges était bonne chez la majorité des éleveurs des deux départements (73 % chacun).

Un grand nombre d'éleveurs des deux départements ne désinfectaient pas les enclos : 87,7 dans l'Ouémé et 92,0 % dans le Plateau (tableau VI). Les autres éleveurs les lavaient en général avec du savon. La désinfection des enclos avec du Crésyl n'était pratiquée par aucun des éleveurs des deux départements. La quasi-totalité (90,2 %) des éleveurs de l'Ouémé et la totalité des éleveurs du Plateau n'apportaient de soin ni aux femelles avant la saillie ni aux porcelets nouveau-nés.

Conduite alimentaire des truies gravides et lactantes

Le tableau VII indique les matières premières utilisées par les éleveurs pour nourrir leurs truies gravides. En dehors du son de blé, de

Tableau VI : Mesures sanitaires prises par les éleveurs pour les femelles et les porcelets de race locale au Bénin /// *Health measures applied to local-breed females and piglets by farmers in Benin*

Variable		Ouémé		Plateau		P
		%	IC	%	IC	
Désinfection des enclos	Au Crésyl	0	0	0	0	NS
	Au savon	9,59	6,95	4,00	4,62	NS
	Autres	3,51	4,34	15,38	8,51	NS
	Aucun	87,67	7,76	92,00	6,40	NS
Périodicité de désinfection	Tous les 3 mois	44,44	11,72	0	0	NS
	Tous les 6 mois	0,00	0,00	0	0	NS
	1 fois/an	11,11	7,42	0	0	NS
	Juste avant mise bas	0	0	0	0	NS
	Autres	3,51	4,34	15,38	8,51	NS
Soins aux femelles avant saillie	Apport de soins	9,72	6,99	0	0	NS
	Aucun soin	90,28	6,99	100	0	NS
Soins aux porcelets nouveau-nés	Apport de fer	9,72	6,99	0	0	NS
	Apport d'antibiotique	1,39	2,78	0	0	NS
	Soin des plaies	1,39	2,78	0	0	NS
	Aucun soin	90,28	7,04	100	0	NS

NS : non significatif ; IC : intervalle de confiance /// *NS: not significant; IC: confidence interval*

Tableau VII : Matières premières utilisées par les éleveurs dans l'alimentation des truies de race locale gravides en claustration au Bénin /// *Raw materials used by farmers to feed local-breed sows in confinement in Benin*

Variable	Ouémé		Plateau		P
	%	IC	%	IC	
Déchet de cuisine	67,57	11,05	79,17	9,58	NS
Fourrage	89,19	7,33	95,83	4,72	NS
Son de maïs	85,14	8,39	83,33	8,79	NS
Tourteau de palmiste	39,19	11,52	58,33	11,63	NS
Son de blé	27,03	10,48	0	0	**
Drêche de brasserie	14,86	8,39	0	0	*
Balayure de moulin	39,19	11,52	87,50	7,80	***
Balayure de boulangerie	2,70	3,82	0	0	NS
Tourteau de coco	2,70	3,82	0	0	NS
Manioc	17,57	8,98	91,67	6,52	***
Grain de maïs	5,41	5,34	4,17	4,72	NS
Noix de palme	18,92	9,24	37,50	11,42	NS
Eau résiduelle de préparation d'huile de palme	20,27	9,49	70,83	10,73	***
Tourteau de coton	1,35	2,74	0	0	NS
Tourteau de soja	9,46	6,96	12,50	7,86	NS
Son de soja	8,11	6,49	0	0	NS

NS : non significatif ; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC : intervalle de confiance /// *NS: not significant; * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC: confidence interval*

la drêche de brasserie, des balayures de boulangerie, du tourteau de coco, du tourteau de coton et du son de soja qui n'intervenaient pas dans la ration servie aux animaux par les éleveurs du Plateau, les autres matières premières étaient utilisées dans les deux départements. Celles qui étaient utilisées le plus régulièrement dans les rations des truies gravides des deux départements étaient les déchets de cuisine, les fourrages et le son de maïs (tableau VIII), en raison de leur disponibilité et de leur faible coût par rapport aux autres. Dans le Plateau en particulier, certaines matières premières étaient aussi utilisées par une grande partie des éleveurs : le tourteau de palmiste (58,3 %), l'eau résiduelle de préparation d'huile de palme (70,8 %), les balayures de moulin (87,5 %) et la racine tubérisée de manioc (91,7 %).

Les matières premières apportées aux truies en loge étaient pratiquement les mêmes que celles données aux truies en divagation (tableau IX). Parmi elles, la racine tubérisée de manioc était plus utilisée dans le Plateau (75 %) que dans l'Ouémé (8,8 %) ($p < 0,001$). En revanche, les déchets de cuisine étaient plus utilisés dans l'Ouémé (88 %) que dans le Plateau (50 %) ($p < 0,01$).

La forme simple à une seule matière première de la ration était la plus utilisée (tableau X) dans les deux départements avec 51,7 % dans l'Ouémé et 66,7 % dans le Plateau, suivie de la ration composée de deux matières premières, respectivement 36,7 % et 28,6 %. La ration était servie aux truies sous forme de bouillon par la plupart

Tableau VIII : Matières premières régulièrement utilisées et raisons de leur utilisation régulière dans l'alimentation des truies gravides de race locale au Bénin /// *Raw materials regularly used and reasons for their regular use in the diet of pregnant local-breed sows in Benin*

Variable	Ouémé		Plateau		P	
	%	IC	%	IC		
Déchet de cuisine	37,14	11,40	47,83	11,79	NS	
Fourrage	44,29	11,72	73,91	10,36	*	
Son de maïs	62,86	11,40	13,04	7,95	***	
Tourteau de palmiste	12,86	7,90	8,70	6,65	NS	
Son de blé	11,43	7,51	0	0	NS	
Drêche de brasserie	10,00	7,08	0	0	NS	
Raison de l'utilisation régulière	Plus disponible que les autres	77,94	9,78	80,95	9,27	NS
	Moins coûteux que les autres	20,59	9,54	71,43	10,66	***
	Accessible sans coût	39,71	11,55	23,81	10,05	NS
	Autres	13,24	8,00	9,09	6,78	NS

NS : non significatif ; * $p \leq 0,05$; *** $p \leq 0,001$; IC : intervalle de confiance /// *NS: not significant; * $p \leq 0.05$; *** $p \leq 0.001$; IC: confidence interval*

Tableau IX : Matières premières apportées en complément dans l'alimentation des truies de race locale en divagation au Bénin /// *Supplemented raw materials in the feed of roaming local-breed sows in Benin*

Variable	Ouémé		Plateau		P
	%	IC	%	IC	
Déchet de cuisine	88,24	7,60	50,00	11,80	**
Son de maïs	70,59	10,75	70,00	10,81	NS
Tourteau de palmiste	17,65	9,00	10,00	7,08	NS
Son de blé	11,76	7,60	0	0	NS
Drêche de brasserie	14,71	8,36	0	0	NS
Balayures de moulin	47,06	11,78	65,00	11,25	NS
Manioc	8,82	6,69	75,00	10,22	***
Grain de maïs	2,94	3,99	10,00	7,08	NS
Noix de palme	2,94	3,99	10,00	7,08	NS
Tourteau de coco	5,88	5,55	10,00	7,08	NS
Tourteau de soja	0,00	0,00	10,00	7,08	NS
Son de soja	8,82	6,69	0	0	NS

NS : non significatif ; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC : intervalle de confiance /// *NS: not significant; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; IC: confidence interval*

Tableau X : Pratiques alimentaires envers les truies dans les élevages de porc local au Bénin /// *Feeding practices for sows in local-pig farms in Benin*

Variable	Ouémé		Plateau		P	
	%	IC	%	IC		
Forme de rations servies aux truies	Ration à une seule matière première	51,67	11,79	66,67	11,12	NS
	Ration composée de 2 matières premières	36,67	11,37	28,57	10,66	NS
	Ration composée de plus de 2 matières premières	13,33	8,02	4,76	5,02	NS
Forme de présentation des rations	Forme bouillon	80,00	9,44	85,71	8,26	NS
	Forme pâteuse	20,00	9,44	14,29	8,26	NS
Nb. de rations servies par jour	1 seule fois	4,11	4,68	0,00	0,00	NS
	2 fois	43,84	11,71	12,50	7,80	**
	3 fois	52,05	11,79	87,50	7,80	**
	Autres	2,74	3,85	4,17	4,72	NS
Aliment servi aux truies gravides et lactantes	Même aliment	100	0	100	0	NS
	Différents aliments	0	0	0	0	NS
	Même quantité	31,88	11,00	82,61	8,94	***
	Grande quantité chez les gravides	4,62	4,95	8,70	6,65	NS
	Grande quantité chez les lactantes	24,64	10,24	8,70	6,70	NS
	Ne mesure pas	42,03	11,73	0	0	***

NS : non significatif ; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; IC : intervalle de confiance /// *NS: not significant; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$; IC: confidence interval*

des éleveurs des deux départements. La totalité des éleveurs des deux départements servait le même aliment aux truies gravides et lactantes. La même quantité était servie à ces deux catégories de femelles par la plupart des éleveurs du Plateau, 82,6 % contre seulement 31,9 % des éleveurs de l'Ouémé ($p < 0,001$). Dans l'Ouémé, 42 % des éleveurs ne mesuraient pas les quantités servies à ces animaux. Dans le Plateau, la plupart d'entre eux nourrissaient leurs truies trois fois par jour, 87,5 % contre 52,0 % dans l'Ouémé ($p < 0,01$).

Pathologies, symptômes observés autour de ou à la mise bas

Les pathologies et les symptômes les plus observés autour de ou à la mise bas concernaient dans le Plateau les mises bas difficiles (53,8 %), suivies des mammites (23,0 %), et dans l'Ouémé surtout l'agalactie (49,1 %) (figure 2). Après la mise bas, les cas de *splayleg*, de diarrhées, de conjonctivite et autres maladies ou symptômes comme les plaies à la queue, le poids faible à la naissance étaient les pathologies et symptômes essentiels observés au niveau des porcelets (figure 3). Notons que le *splayleg* a été observé uniquement dans le Plateau (28,5 % des éleveurs). Les diarrhées ont été signalées davantage dans l'Ouémé (55,9 % contre 21,4 % dans le Plateau, $p < 0,05$), alors que la conjonctivite a été plus citée dans le Plateau que dans l'Ouémé (42,8 % contre 8,4 %, $p < 0,01$). D'une manière générale, les diarrhées et la conjonctivite sont apparues comme les symptômes dominants dans les deux départements.

Gestion de la mise bas dans les élevages en claustration

La plupart des éleveurs du Plateau (81,8 %) ont signalé que les mises bas avaient lieu souvent tard la nuit contre 47,5 % dans l'Ouémé ($p < 0,01$). Très peu d'éleveurs des deux départements ont signalé que les mises bas avaient lieu au petit matin alors que 45,8 % des éleveurs de l'Ouémé contre 22,7 % du Plateau ont indiqué que les mises bas avaient lieu dans la journée. Les mises bas du début de la nuit étaient observées uniquement par les éleveurs (18,6 %) de l'Ouémé.

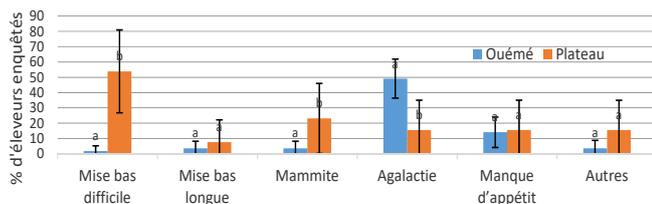


Figure 2 : Pathologies/symptômes signalés par les éleveurs béninois chez les truies de race locale autour de ou à la mise bas // Diseases/symptoms reported by Beninese farmers in local-breed sows around or at farrowing

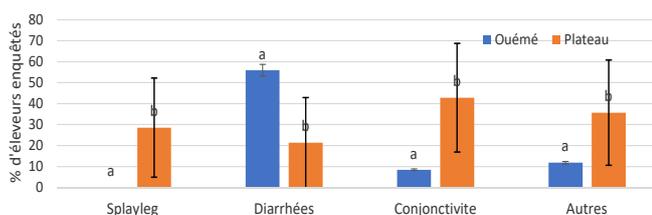


Figure 3 : Pathologies/symptômes signalés par les éleveurs béninois chez les porcelets de race locale après la mise bas ; autres : plaie à la queue, poids faible, etc. // Diseases/symptoms reported by Beninese farmers in local-breed piglets after farrowing; others: tail sores, low weight, etc.

La grande majorité (86,3 %) des éleveurs du Plateau n'assistait pas les truies lors de la mise bas contre 56,2 % dans l'Ouémé. Les autres raisons d'assistance aux animaux dans l'Ouémé étaient de faciliter la mise bas et d'éviter l'ingestion du placenta. Les raisons de réforme des truies étaient, entre autres, la vieillesse de la truie (respectivement dans l'Ouémé et dans le Plateau, 58,5 % et 77 %), le changement de comportement (20 % et 15,4 %), les pathologies (9 % et 0 %), l'avortement (3,1 % et 31 %), la faible taille de portée (15,4 % et 53,9 %), le problème de venue ou de retour des chaleurs (13,8 % et 0 %).

Gestion de la reproduction en mode de conduite de divagation

La plupart des éleveurs (81,8 % dans l'Ouémé et 76,1 % dans le Plateau) ne faisaient pas la saillie des truies avant la divagation ($p > 0,05$). Les lieux de litière des femelles gravides étaient la brousse, les enclos et autour ou dans la concession. Les lieux de litière de ces truies indiqués par la grande majorité des éleveurs du Plateau (80 %) étaient les enclos, alors que dans l'Ouémé, ils étaient surtout autour ou dans la concession (57,6 %) et dans une moindre mesure dans les enclos (39,4 %). Concernant les truies lactantes, elles occupaient les mêmes lieux de litière que précédemment. Dans l'Ouémé, 63,6 % d'entre elles dormaient autour ou dans la concession contre 5 % dans le Plateau ($p < 0,001$). En revanche, 75 % des truies lactantes dans le Plateau dormaient dans les enclos contre 36,4 % dans l'Ouémé ($p < 0,05$). Par ailleurs, 30 % avaient la brousse comme lieu de litière dans le Plateau contre 9,1 % dans l'Ouémé ($p < 0,05$). Les lieux de mise bas étaient dans le Plateau la brousse (75 %) et les enclos (52,6 %), ils étaient dans l'Ouémé la brousse (55,9 %), les enclos (26,5 %) et la concession (29,4 %). Les auteurs ont aussi relevé que la conduite en divagation pouvait entraîner notamment la récurrence de la peste porcine africaine, exposer au vol et à l'empoisonnement.

Causes de mortalités des porcelets de la naissance au sevrage

La figure 4 montre les causes de mortalités des porcelets de la naissance au sevrage signalées par les éleveurs. La conjonctivite n'a pas été signalée par les éleveurs de l'Ouémé, pour qui le manque de lait était la principale cause (34,0 % contre 4,7 % pour le Plateau, $p < 0,05$), suivi des pathologies (respectivement 25,5 % contre 23,8 %, $p > 0,05$). En revanche, les diarrhées n'ont pas été signalées par les éleveurs du Plateau, où les causes de mortalité des porcelets les plus citées ont été les accidents divers (42,8 % contre 12,7 % dans l'Ouémé, $p < 0,05$), le cannibalisme (33,3 % contre 4,2 % dans l'Ouémé, $p < 0,01$) et l'écrasement (33,3 % contre 19,1 % dans l'Ouémé, $p > 0,05$). Pour plus d'éleveurs dans le Plateau (47,6 %) que dans l'Ouémé (19,1 %), les causes n'étaient pas connues ($p < 0,05$).

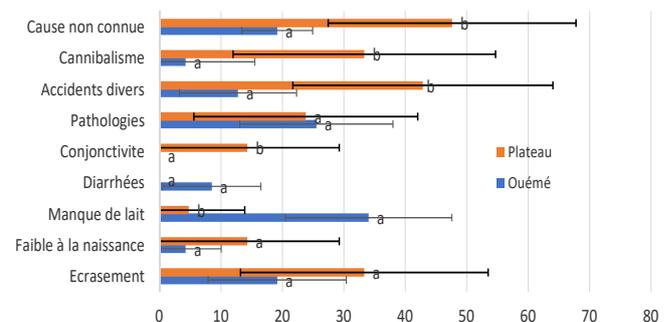


Figure 4 : Causes de mortalités des porcelets de race locale en phase de naissance-sevrage signalées par les éleveurs béninois // Causes of local-breed piglet mortality during the birth-weaning phase reported by Beninese farmers

■ DISCUSSION

Facteurs de risque associés au profil et au mode de conduite des porcs

Les éleveurs interviewés étaient en majorité des hommes. Cette observation a été déjà rapportée par Kiki et al. (2018) dans les élevages porcins au sud du Bénin. Ils étaient des chrétiens et avaient des âges moyens de 43 ans dans l'Ouémé et de 45 ans dans le Plateau. Selon Baenyi et al. (2017), ces âges sont supérieurs à celui économiquement actif pour les agriculteurs (40 ans), ce qui peut suggérer une faible vitalité des éleveurs pour les activités de suivi des truies et de leur portée et par ricochet un facteur de risque de mortalités des porcelets. En effet, selon Lemoine et al. (2018), l'éleveur, par son savoir-faire et notamment par la qualité du suivi des animaux, joue un rôle essentiel pour réduire les mortalités des porcelets en maternité.

Malgré l'expérience acquise par ces éleveurs en pratiques d'élevage (15 ans dans l'Ouémé et 12 ans dans le Plateau), la grande majorité d'entre eux (plus de 80 %) n'avait pas reçu de formation technique en matière d'élevage de porc. Environ 50 % étaient instruits dans les deux départements. Les niveaux d'instruction observés constituaient un atout complémentaire à leur expérience en matière d'élevage pour la facilité d'assimilation des encadrements techniques. En effet, l'éducation reste un atout majeur pour faciliter la vulgarisation et la compréhension des innovations, en particulier pour l'application de nouvelles technologies dans la production et la gestion des porcs (Baenyi et al., 2017), même si ces apports techniques sont rares aujourd'hui dans les élevages traditionnels de porc local. Le taux d'éleveurs instruits était plus élevé dans l'Ouémé que dans le Plateau mais sans différence significative. Le pourcentage d'éleveurs du niveau du secondaire significativement plus élevé dans l'Ouémé que dans le Plateau pourrait expliquer la légère amélioration du mode de conduite des porcs dans l'Ouémé avec la claustration permanente dominante alors que la claustration saisonnière dominait dans le Plateau. Le mode de divagation restait un facteur de risque de mortalités aussi bien des porcelets sous la truie que des porcs adultes. Le verrat utilisé pour la saillie était acheté, emprunté ou né dans l'élevage, observations similaires à celles rapportées par Agbokounou et al. (2016). Il était de race locale dans plus de 90 % des élevages. Son lien de parenté avec les autres catégories de porcs dans certains élevages (28 % dans l'Ouémé et 48 % dans le Plateau) était un facteur de risque de mortalités des porcelets car selon Bolet et al. (1982) une augmentation du taux de consanguinité des porcelets de 10 % accroît les mortalités de 0,7 à 1,2 point.

Facteurs de risque liés à la structure et l'hygiène des habitats des porcs reproducteurs

La structure des habitats des reproducteurs était de style traditionnel et similaire à celle rapportée par Agbokounou et al. (2016) dans les élevages de porc local d'Afrique. Les sols nus (davantage rencontrés dans le Plateau), ceux en litière (davantage rencontrés dans l'Ouémé), la non-désinfection et le renouvellement annuel de la litière dans la plupart des cas formaient un ensemble favorable à l'infestation aussi bien des reproductrices que de leur progéniture. De plus, le non-apport de soins préventifs et curatifs par la totalité des éleveurs du Plateau et la presque totalité de ceux de l'Ouémé aux femelles avant la saillie et aux nouveau-nés peuvent être à l'origine de pathologies. Cette analyse rejoint celles de Abdallah-Nguertoum (1997), et Carter et al. (2013) selon lesquels l'état du sol et le manque de soins sont à l'origine des pathologies, la plus fréquente étant le parasitisme dans les élevages traditionnels d'Afrique. Par ailleurs, la dominance de sol cimenté dans l'Ouémé associé aux murs en briques peut exposer surtout les porcelets au manque de fer et ainsi à l'anémie dans ce contexte de manque de soins. En revanche, le sol nu et le mur en terre de barre

surtout observés dans le Plateau offrent la possibilité aux porcs d'ingérer du fer à travers l'ingestion du sable du sol et du mur.

La conjonction des caractéristiques évoquées peut constituer un facteur de risque de baisse de la productivité de la truie. Cette analyse s'explique par les symptômes ou pathologies observés chez les truies autour de ou à la mise bas, puis chez les porcelets. En dehors d'une mise bas difficile qui pouvait être liée à l'alimentation et à la truie elle-même, la mammite-agalactie a été la seconde pathologie observée, dont l'origine pouvait être bactériologique (Gerjets et Kemper, 2009), donc liée à l'état des habitats et au manque de mesures prophylactiques. Chez les porcelets, les diarrhées et la conjonctivite ont été les plus observées et pouvaient être dues aux bactéries ou aux virus présents en raison des caractéristiques de l'habitat et du manque de mesures prophylactiques.

Dans ces habitats qui ne répondaient ni aux normes zootechniques ni aux règles d'hygiène, la truie gravide était le plus souvent dans une loge individuelle, sinon avec d'autres catégories de porcs, moins fréquemment avec d'autres truies gravides. Elle mettait bas en loge individuelle ou commune. L'aération était bonne dans la grande majorité des élevages mais les loges étaient le plus souvent exiguës. Ce dernier aspect et le regroupement des truies gravides avec d'autres animaux favorisait l'écrasement des porcelets, les accidents divers comme les bagarres entre porcs et le cannibalisme, qui faisaient partie des causes de mortalité des porcelets les plus signalées par les éleveurs. Les autres causes les plus citées étaient le manque de lait et les pathologies. Par ailleurs, selon Gourdine (2006) le regroupement des truies et principalement les jeunes truies avec d'autres catégories de porc peut augmenter l'intervalle entre mises bas et ainsi réduire la productivité numérique.

Facteurs de risque liés à l'alimentation des porcs reproducteurs

Les observations de Agbokounou (2001) qui écrit « Le regroupement des animaux dans les habitats sans distinction de sexe, de stade physiologique impose la distribution du même aliment aux animaux de différents stades physiologiques » sont similaires à celles de notre étude : tous les éleveurs servaient le même aliment et en même quantité aux truies lactantes et gravides, surtout dans le Plateau où 42 % des éleveurs ne mesuraient pas les quantités servies. Cette situation peut être source de conflits et de compétition d'accès à l'auge et causer une baisse de productivité numérique de la truie et une faible vitesse de croissance des porcelets, en accord avec Gourdine (2006) qui montre que le stress dû aux conflits sociaux et à la compétition pour accéder à l'auge est susceptible de diminuer la fertilité des truies.

L'aliment servi provenait des fourrages, des sous-produits de transformation agroalimentaire artisanale, des résidus ou produits de récolte et des sous-produits agro-industriels, comme rapporté par Agbokounou et al. (2016) dans les élevages de porc local en Afrique. Dans les deux départements, les déchets de cuisine, les fourrages, le son de maïs et le son de blé étaient les ressources alimentaires les plus utilisées. Par ailleurs, dans le Plateau une grande majorité utilisait aussi les balayures de moulin, le manioc et l'eau résiduelle de préparation d'huile de palme, car ce département est un grand producteur de noix de palme, de manioc et de maïs, et ces deux derniers constituent des produits de transformation au moulin. La régularité d'utilisation des déchets de cuisine, des fourrages, des sons de maïs et de blé, et du tourteau de palmiste a montré qu'ils constituaient la ration de base des truies gravides et lactantes en claustration dans les deux départements. Cette ration faible en énergie, riche en fibres et pauvre en protéines peut compromettre l'efficacité alimentaire et donc la productivité des truies. Ceci peut être aggravé par l'utilisation d'une ration à une seule matière première par la plupart des éleveurs. L'utilisation par une minorité des sources de protéines et la forme bouillon servie par au moins 80 % des éleveurs limiteraient l'ingestion de la matière sèche. Ces analyses s'expliquent par le fait que l'augmentation de la concentration en énergie de

l'aliment donne de meilleures performances de croissance de la portée, et l'augmentation de la teneur en lysine et/ou protéines améliore la vitesse de croissance de la portée (Paboeuf et al., 2002).

Dans les élevages traditionnels de porc local d'Afrique, la plupart des éleveurs distribuent des aliments aux animaux, même à ceux qui pratiquent la divagation (Agbokounou et al., 2016). Cette observation cadre avec les résultats de cette étude qui indiquent que les éleveurs pratiquant la divagation distribuaient des aliments aux truies en plus des variétés d'aliments qu'elles trouvaient dans la nature.

La distribution d'aliments aux truies trois fois par jour observée dans la majorité des élevages pourrait augmenter l'ingestion en accord avec Gourdine (2006) qui montre que la consommation d'aliments augmente de 15 % lorsqu'ils sont distribués trois fois par jour au lieu d'une. L'augmentation de la consommation de ces aliments de faible niveau énergétique pouvait améliorer l'ingestion énergétique dont l'efficacité nutritionnelle était malheureusement amoindrie par la richesse en fibres de ces aliments et la forme bouillon de la ration.

Facteurs de risque liés à la gestion par l'éleveur de la mise bas en claustration

La gestion de la mise bas à travers surtout son suivi par l'éleveur est aussi un facteur déterminant de la survie des porcelets, un faible taux de mort-nés s'expliquant vraisemblablement par l'assistance fournie aux porcelets à la naissance (Bories et al., 2010). Les éleveurs de la zone d'étude pratiquant la claustration assistaient leurs truies lors de la mise bas mais la mise bas tard la nuit indiquée par la plupart des éleveurs du Plateau ne leur permettait pas d'assister les truies, ce qui constituait un facteur de risque de mortalités des porcelets mais aussi parfois des truies.

Facteurs de risque liés à la gestion de la reproduction en mode de divagation

Contrairement au mode de conduite en claustration, les pratiques de reproduction en mode de divagation observées dans cette étude se faisaient sans l'intervention de la plupart des éleveurs. Les saillies étaient libres puisque les truies n'avaient pas été saillies avant la divagation selon la plupart des éleveurs des deux départements. Dans ce contexte, l'éleveur ne pouvait pas contrôler l'âge à la mise à la reproduction, comme observé par Ossebi et al. (2019) dans les élevages de porc au Sénégal. Dans ces conditions, les saillies sont souvent précoces avec des risques de consanguinité et elles conduisent à la baisse de la productivité. Les truies gravides ou lactantes dormaient dans la brousse, les enclos, et autour ou dans la concession. Les mises bas se produisaient de fait surtout dans la brousse, et autour ou dans la concession, comme observé par Agbokounou et al. (2016) dans les élevages de porc local d'Afrique. De manière générale, la divagation ne faisant pas intervenir l'éleveur dans la gestion de la reproduction constituait un facteur de risque majeur de pertes d'animaux de toutes catégories. La plupart des éleveurs des deux départements ont signalé la présence de la peste porcine africaine (PPA). De plus, Agbokounou (2001) et Youssao et al. (2008) rapportent que la propagation rapide des maladies est l'un des principaux inconvénients de la divagation ; une lutte efficace contre la PPA passerait par l'interdiction de la divagation des porcs et de leur présence dans les marchés à bestiaux (Randriamparany et al., 2005).

CONCLUSION

Les facteurs de risque associés à la croissance et à la survie des porcelets sous la truie de race locale au Bénin sont autant liés au statut de l'éleveur qu'aux pratiques de gestion de la reproduction, celles-ci étant tributaires de deux modes de conduite du troupeau, la divagation et la claustration. Outre ces facteurs de risque, l'étude a fait ressortir

les causes de mortalités des porcelets en maternité, les pathologies ou symptômes des porcelets et des truies autour de ou à la mise bas. Dans l'ensemble, l'étude a montré que la survie et la croissance des porcelets sous la truie de race locale dépendaient de la qualité de leur suivi par l'éleveur et ainsi du profil de ce dernier, et de l'application des normes zootechniques et sanitaires en matière de gestion de reproduction. Toutefois la qualité de la truie, surtout celle liée au rendement de son colostrum, constituait aussi un facteur déterminant.

Remerciements

Les auteurs remercient le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique, et le Gouvernement béninois pour leurs appuis financier et matériel à la réalisation de cette étude à travers le Centre béninois de la recherche scientifique et de l'innovation (CBRSI).

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs

AMA et IYAK ont participé à la conception et à la planification de l'étude ; IYAK et MTTK ont participé à la supervision de l'étude ; AMA, IYAK, MTTK et RCD ont participé à la collecte des données ; AMA a rédigé la première version du document ; IYAK, MTTK et RCD ont corrigé la première version du document ; GSA a effectué les analyses statistiques ; AMA et GSA ont révisé le document.

REFERENCES

- Abdallah-Nguertoum E., 1997. Elevage porcin en région périurbaine de Bangui (Centrafrique). Thèse Doct. Vétérinaire, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires, Dakar, Sénégal, 111 p.
- Agbokounou A.M., 2001. Etude des besoins énergétiques et protéiques du porc local béninois en phase de démarrage-croissance. Mém. DEA Sciences agronomiques et Ingénierie biologique, Orientation élevage, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 92 p.
- Agbokounou A.M., Ahounou G.S., Youssao A.K.I., Mensah G.A., Koutinhoun B., Hornick J.L., 2016. Caractéristiques de l'élevage du porc local d'Afrique. *J. Anim. Plant Sci.*, **30** (1) : 4701-4713
- Agbokounou A.M., 2017. Utilisation du colostrum bovin comme alternative d'amélioration des performances de croissance et de survie du porcelet indigène en pré-sevrage au Bénin. Thèse Doct., Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 146 p.
- Baenyi S., Itongwa P., Shukuru J., Bajope W., Baluku., 2017. Caractérisation des systèmes de production porcine de petits exploitants dans trois zones agro-écologiques du Sud-Kivu en République Démocratique du Congo. *J. Appl. Biosci.*, **120**: 12086-12097, doi : 10.35759/JABs.150.1
- Bolet G., Dando P., Felgines C., Foury P.H., Perretant M.-R., 1982. Analyse des causes de mortalité des porcelets sous la mère. Influence du type génétique et du numéro de portée. *Ann. Zootech.*, **31** (1): 11-26, doi : 10.1051/animres:19820102
- Bories P., Vautrin F., Boulot S., Pere M.-C., Sialelli J.-N., Martineau G.-P., 2010. Analyse des paramètres physiologiques et métaboliques associés aux mises bas longues ou difficiles chez la truie. *J. Rech. Porcine*, 233-240
- Carter N., Dewey C., Mutua F., de Lange C., Grace D., 2013. Average daily gain of local pigs on rural and peri-urban smallholder farms in two districts of Western Kenya. *Trop. Anim. Health. Prod.*, **45**: 1533-1538, doi: 10.1007/s11250-013-0395-2
- Gerjets I., Kemper N., 2009. Coliform mastitis in sows: A review. *J. Swine Health. Prod.*, **17** (2): 97-105
- Gourdine J.-L.B., 2006. Analyse des facteurs limitant les performances de reproduction des truies élevées sous un milieu tropical humide. Thèse Doct., Institut National Agronomique Paris-Grignon, 183 p.
- INSAE, 2016a. Cahiers des villages et quartiers de ville du département de l'Ouémé, Cotonou, Bénin, 39 p.
- INSAE, 2016b. Cahiers des villages et quartiers de ville du département du Plateau, Cotonou, Bénin, 27 p.

- Kiki P.S., Dahouda M., Toleba S.S., Ahounou S.G., Dotché I.O., Govoeyi B., Antoine-Moussiaux N., et al., 2018. Pig feeding management and pig farming constraints in Southern Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **71** (1-2): 67-74, doi: 10.19182/remvt.31223
- Lemoine T., Calvar C., Houdouin B., Dubois A., Maupertuis F., Boulot S., 2018. Les pratiques d'élevage pour maximiser le nombre de porcelets sevrés. *Chambres d'Agriculture de Bretagne, France*, 12 p.
- Nonfon W.R., 2005. La filière de production du porc local au Bénin : l'amélioration de sa productivité par l'alimentation. Thèse Doct., Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 236 p.
- Ossebi W., Ayssiwede S.B., Nimbona F., Malou R., Djettin A.E., Diop M., Missohou A., 2019. Zootechnical and economic analysis of pig farming systems in Casamance (Senegal). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **72** (1): 13-22, doi: 10.19182/remvt.31258
- Paboeuf F., Dourmad J.Y., Quentric O., Calvar C., Landrain B., Roy H., 2002. Impact de la concentration en nutriments de l'aliment sur les performances de lactation des truies et de leur portée. *J. Rech. Porcine*, **34** : 81-87
- Randriamparany T., Grenier A., Tourette I., Maharavo Rahantamalala C.Y., Rousset D., Lancelot R., 2005. Epidemiological situation of African swine fever in Lake Alaotra region (Madagascar) and Possible consequences on the organization of disease control and surveillance. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **58** (1-2): 15-20, doi: 10.19182/remvt.9934
- Youssao A.K.I., Koutinhoun G.B., Kpodekon T.M., Bonou A.G., Adjakpa A., Dotcho C.D.G., Atodjinou F.T.R., 2008. Pig Production and Indigenous Genetic Resources in Suburban Areas of Cotonou and Abomey-Calavi in Benin. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **61** : 235-243, doi: 10.19182/remvt.9995

Summary

Agbokounou A.M., Ahounou G.S., Dossoukpèvi R.C., Abdou Karim I.Y., Kpodekon M.T.T. Risk factors associated with growth performance and survival of local breed suckling piglets in Benin

In order to identify risk factors associated with the high mortality rate and low growth rate of post-weaning piglets observed on pig farms in Southern Benin, a diagnostic study was conducted on 129 farms in the departments of Oueme and Plateau in 2019, in the form of retrospective surveys and direct observations on these farms. The results showed that the practices of the breeders were mostly traditional, based on the local breed, and confining the animals or letting them roam. The main risk factors related to the status of the breeders were their average age of 42–45 years (higher than the economically active age of farmers), and the fact that they had almost no training and a low educational level. The main risk factors related to reproduction practices were roaming, inbreeding between boars and breeding females, non-compliance with housing standards for pregnant and lactating sows, lack of sanitary measures and preventive and curative care for breeding females and newborns, non-compliance with animal production standards for feeding breeding females, and lack of assistance to the sow during farrowing. In this context, the main causes of mortality were cannibalism, various accidents, lack of milk, crushing of piglets and diseases. The sows had difficult farrowing and agalactia-mammitis syndrome. In piglets, diarrheas, conjunctivitis, sores and low birth weights were most often reported. Consideration of these factors and the definite potential of local Beninese pig farms will help improve the reproductive management system, and thus productivity.

Keywords: swine, sows, risk factors, land races, production systems, Benin

Resumen

Agbokounou A.M., Ahounou G.S., Dossoukpèvi R.C., Abdou Karim I.Y., Kpodekon M.T.T. Factores de riesgo asociados a los rendimientos de crecimiento y a la sobrevivencia de los lechones de raza local bajo la madre en Benín

Con el fin de identificar los factores de riesgo asociados con las elevadas tasas de mortalidad y la baja tasa de crecimiento de los lechones post destete observados en los criaderos porcinos del sur de Benín, en 2019 se llevó a cabo un estudio diagnóstico en 129 criaderos en los departamentos de Oueme y Plateau, mediante encuestas retrospectivas y de observación directa en estos criaderos. Los resultados mostraron que las practicas de los criadores fueron sobre todo tradicionales, basadas en la raza local y dependientes de los modos de divagación y de encierro. Los principales factores de riesgo asociados al estatus del criador fueron la edad promedio de 42 a 45 años (superior a la edad económicamente activa de los agricultores), la casi ausencia de formación y la baja tasa de instrucción. Los principales factores de riesgo asociados a las practicas de reproducción fueron la divagación, la consanguinidad entre el verraco y las hembras reproductoras, el incumplimiento de las normas de alojamiento de las hembras preñadas y lactantes, la ausencia de medidas de higiene y de cuidados preventivos y curativos de las reproductoras y de los recién nacidos, el incumplimiento de las normas zootécnicas de alimentación de las reproductoras, y la falta de asistencia a la hembra durante el parto. En este contexto, las principales causas de mortalidad fueron el canibalismo, los accidentes varios, la falta de leche, el aplastamiento de los lechones y las patologías. Las hembras presentaron partos difíciles y el síndrome de mastitis agalactia. En los lechones, las diarreas, conjuntivitis, llagas y bajo peso al nacimiento fueron registrados con mayor frecuencia. El tomar en cuenta estos factores y fortalezas de los criaderos de cerdo local de Benín contribuirá a mejorar el sistema de manejo de la producción y la productividad.

Palabras clave: cerdo, cerdas, factores de riesgo, razas indígenas, sistemas de producción, Benín

Reproduction et croissance de deux races de bovins (N'Dama et croisées) dans le district des Montagnes à l'ouest de la Côte d'Ivoire

Nicolas Bosson Aboly ^{1*} Mathurin Koffi Konan ¹
Gatien Konan Gboko Brou ¹ Nahoulé Silué ¹ René Yadé Soro ²

Mots-clés

Bovin, Montbéliarde, N'Dama, produit de croisement, reproduction animale, performance animale, Côte d'Ivoire

Submitted: 15 August 2020
Accepted: 4 February 2021
Published: 30 June 2021
DOI: 10.19182/remvt.36366

Résumé

L'étude a été menée à l'ouest de la Côte d'Ivoire dans le district des Montagnes sur 120 vaches et 96 veaux mâles et femelles de races N'Dama et croisées (Montbéliarde x N'Dama) pendant 36 mois afin de déterminer leurs performances de reproduction et de croissance. Les résultats ont révélé que le taux de gravidité et la durée de lactation des vaches croisées (demi-sang Montbéliardes) étaient plus élevés que ceux des N'Dama. De même, l'intervalle entre vêlages des vaches croisées ($428 \pm 16,6$ jours) a été inférieur à celui des N'Dama ($452 \pm 12,8$ jours). Le poids à la naissance des veaux croisés (23 à 25 kg) a été supérieur à celui des N'Dama (17 à 19 kg). Le gain moyen quotidien sur toute la période a été de $356,8 \pm 47,7$ g pour les mâles et de $324,8 \pm 47,1$ g pour les femelles chez les croisés, contre respectivement $291,7 \pm 57,6$ g et $266,6 \pm 49,1$ g chez les N'Dama. Enfin, le poids adulte a été de $370 \pm 1,7$ kg pour les mâles et $300 \pm 2,3$ kg pour les femelles chez les croisés, contre respectivement $235 \pm 1,6$ kg et $230 \pm 2,1$ kg chez les N'Dama. Les performances de reproduction et de croissance des croisés ont été significativement plus élevées ($p < 0,05$) que celles des N'Dama.

■ Comment citer cet article : Aboly N.B., Konan M.K., Brou G.K.G., Silué N., Soro R.Y., 2021. Reproduction and growth of two breeds of cattle (N'Dama and crossbred) in the Mountains' District of Western Côte d'Ivoire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (2) : 115-120, doi: 10.19182/remvt.36366

■ INTRODUCTION

L'agriculture et l'élevage constituent les principales sources de revenus des populations rurales en Afrique (Metzger et al., 1995). En Côte d'Ivoire, ces secteurs emploient les deux tiers de la population active et contribuent au produit intérieur brut pour 34 % et aux recettes d'exportation pour 66 % (Akaffou, 2013). Cependant, le système de production des races locales ne permet pas de satisfaire la demande des populations en protéines animales, d'où une situation

de dépendance vis-à-vis de l'extérieur en matière d'approvisionnement en produits carnés et laitiers (Atsé, 1990). Avec une population estimée à 23 millions d'habitants en 2016 et un taux de croissance moyen annuel de 3,8 %, les importations en protéines animales pour satisfaire les besoins de consommation de la population ne cessent pas (Coulibaly, 2013 ; Mirah, 2014). Face à ce handicap majeur de l'économie, l'Etat ivoirien a opté pour le développement de l'élevage bovin. En effet, l'une des alternatives permettant l'augmentation sensible de la production locale est l'amélioration du potentiel génétique des races locales par le biais du croisement de bovins de races locales avec des races exotiques (Koné, 2010). Aujourd'hui, la race amélioratrice utilisée est la Montbéliarde et les animaux à améliorer sont les vaches de race N'Dama trypanotolérantes. Vu l'intérêt que suscitent les croisées (Montbéliarde x N'Dama), il est apparu nécessaire d'effectuer une étude sur ce matériel biologique qui demeure encore peu connu du point de vue de ses performances zootechniques. L'objectif de l'étude a été de déterminer les performances des races N'Dama et croisées en termes de reproduction et de croissance.

1. Institut de gestion agropastorale (IGA), Université Péléforo Gon Coulibaly de Korhogo, Laboratoire de production et santé animale, BP 1223, Korhogo, Côte d'Ivoire.

2. Laboratoire de biochimie, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan-Cocody / UFR Biosciences, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

* Auteur pour la correspondance

Tél. : +225 07 56 71 60 / 02 91 83 98 ; email : abolyb@upgc.edu.ci



■ MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

L'étude a été menée dans le district des Montagnes dans l'ouest de la Côte d'Ivoire, qui compte une population de 2 371 920 habitants en majorité rurale et à vocation agricole (INS, 2014). Le climat de montagne y est de type équatorial caractérisé par deux saisons sèches (une grande saison sèche de novembre à mars et une petite saison sèche de juillet à fin août) et deux saisons de pluie (une grande saison de pluie de mars à juin et une petite saison de pluie de septembre à octobre) (Mirah, 2014).

Caractéristiques des élevages sélectionnés

L'étude a pris en compte les données de reproduction des vaches et de croissance des veaux mâles et femelles couvrant la période de mars 2016 à février 2019, soit 36 mois. La méthodologie a consisté à faire un choix simple et aléatoire des fermes sur la base de la disponibilité des éleveurs, de la présence dans le troupeau de 20 femelles reproductrices au moins, de l'existence dans les fermes d'un parc de nuit, d'un abreuvoir, d'une mangeoire et si possible d'un couloir de contention. Les critères dans le choix des élevages ont été leur importance, l'utilisation de l'insémination artificielle et dans une moindre mesure l'accessibilité. Le matériel biologique était constitué de 240 vaches N'Dama, 120 vaches croisées de différents âges et 288 veaux nés dans les élevages retenus.

Conduite des animaux

L'alimentation de base des animaux était le pâturage naturel dominé par *Andropogon gayanus*. Toutefois, le pâturage artificiel d'appoint de *Panicum maximum* C1 a été mis en place. Le temps de pâture était de 8 à 10 heures par jour. A la mi-journée, les animaux revenaient à l'étable pour s'abreuver durant une heure. Les vaches lactantes et les veaux recevaient des compléments alimentaires composés de son de maïs ou de maïs concassé, de tourteau de coprah, de graines de coton, de minéraux, et de résidus de récoltes issus des champs de cultures.

Chaque vache recevait comme quantité de concentré le poids équivalent à la moitié de sa production laitière de la veille (1 à 3,5 kg). Tous les animaux avaient un accès libre à la pierre à lécher (sel + minéraux). Pour minimiser les facteurs de variation pouvant influencer les performances de reproduction et de croissance surtout des croisés au niveau de la trypanosomose et des ectoparasitoses (tiques), un plan de prophylaxie a été appliqué.

Pour le suivi sanitaire des animaux, en plus des campagnes de vaccination obligatoire (péritneumonie contagieuse bovine, pasteurellose et charbon symptomatique), les vaches et les veaux ont été traités contre les parasites gastro-intestinaux et externes à l'aide respectivement d'albendazole 300 (1 bolus pour 60 kg de poids vif), de lévamisole (7,5 ml pour 200 kg de poids vif, Levasol 20 % Oral) et de cyperméthrine (1 ml/L d'eau, Dominex).

Animaux

Les données ont été collectées dans 18 élevages bovins dont 12 de N'Dama et six de croisés. Vingt vaches et seize veaux (huit mâles et huit femelles) ont été retenus par élevage de chaque race pendant une période de lactation. Toutes les données relatives à la reproduction ont été obtenues à partir de documents de suivi du cheptel qui ont été fournis par les éleveurs.

Les vaches locales N'Dama ont été choisies par les éleveurs parce qu'elles sont rustiques et trypanotolérantes. Les vaches retenues pour l'insémination artificielle en étaient à leur deuxième vêlage et étaient

âgées de quatre ou cinq ans. Les veaux et les vaches croisés étaient de type génétique F1 (Montbéliards x N'Dama). Ces vaches ont servi de matrices d'insémination artificielle avec la semence de taureaux de races Montbéliarde (vaches N'Dama) et N'Dama (vaches F1), soit 288 veaux au total. Les animaux choisis dans les élevages ont été identifiés par des boucles d'oreille numérotées.

Paramètres mesurés ou calculés

L'insémination artificielle a été la méthode de reproduction choisie pour l'étude. Elle a été réalisée à partir des programmes d'insémination basés sur la synchronisation des chaleurs de plusieurs vaches. Cependant, les éleveurs ont souvent eu recours à la monte naturelle quand il y avait une rupture de stocks de produits d'insémination.

D'autres mesures ont porté sur les paramètres suivants : l'âge au premier vêlage (âge d'une femelle à la naissance de son premier veau) ; l'intervalle entre vêlages (nombre de jours s'écoulant entre deux vêlages consécutifs d'une même femelle) ; la durée de lactation (nombre de jours pendant lesquels la femelle qui a mis bas produit du lait) ; la production laitière par vache (quantité totale de lait produit par une vache pendant la durée de lactation) ; et les poids vifs des veaux enregistrés à la naissance et aux âges de 3, 6, 12, 18, 24 et 36 mois, soit sept pesées. Une balance de type bascule PM 41 d'une portée de 500 kg et de précision 0,02 % a été utilisée.

Concernant le gain de poids moyen quotidien (GMQ), le mode de calcul a été le suivant : pour un animal donné, nous disposons d'un résultat de pesée P_1 pour un âge de x jours, ainsi que d'un résultat de pesée P_2 , effectuée y jours plus tard, alors que l'animal avait $(x + y)$ jours. Soit $GMQ_{1/2}$, le gain moyen de croissance quotidienne entre les deux pesées dont le calcul a été réalisé selon la formule : $GMQ_{1/2} = (P_2 - P_1) / y$. Ainsi, huit classes d'âge ont été définies sur la période de calcul du GMQ : naissance-3 mois ; 3-6 mois ; 6-9 mois ; 9-12 mois ; 12-18 mois ; 18-24 mois ; 24-30 mois et 30-36 mois.

La quantité de lait par vache a été mesurée chaque jour à partir de pesées quotidiennes des veaux qui ont été mis à jeun pendant 12 heures. Ceux-ci ont été pesés avant et après avoir tété presque tout le lait de leur mère.

Analyses statistiques

L'analyse statistique des données a été effectuée avec les logiciels Excel version 2013 et XLSTAT 2020 version 5.1. Les comparaisons des paramètres de reproduction entre les vaches N'Dama, et Montbéliardes x N'Dama, d'une part, et de croissance entre les veaux mâles et femelles, d'autre part, ont été réalisées en utilisant le Test U de Mann-Whitney au seuil de 5 %.

■ RESULTATS

Paramètres de reproduction des vaches N'Dama et croisées

Les performances de reproduction des vaches N'Dama et croisées sont présentées dans le tableau I. Les taux de gravidité et de vêlage des vaches croisées ont été supérieurs respectivement de 8 % et 12 % à ceux des N'Dama. La durée moyenne de lactation des N'Dama a été plus courte de 60 jours que celle des croisées. En revanche, l'intervalle moyen entre vêlages des vaches N'Dama a été plus long de 24 jours que celui des croisées. Les productions lactières moyennes par vache ont été de $1,3 \pm 0,2$ litre chez les N'Dama, et de $7,1 \pm 0,2$ litres chez les vaches croisées. L'analyse de ces paramètres a mis en évidence une différence significative entre les races de vaches ($p < 0,05$), à l'exception de l'intervalle moyen entre vêlages.

Tableau I : Paramètres de reproduction des vaches N'Dama et croisées en Côte d'Ivoire /// *Reproduction parameters of N'Dama and crossbred cows in Côte d'Ivoire*

Paramètre de reproduction	N'Dama (n = 240) Moy. ± ET (min-max)	N'Dama x Montbéliard (n = 120) Moy. ± ET (min-max)	P
Taux de gravidité (%)	79 ± 4,3 (75–86,6)	87,2 ± 9,2 (71,4–94,7)	0,031
Taux de vêlage (%)	60 ± 3,64 (53,8–66,1)	72,5 ± 3,64 (50–90)	0,057
Durée de lactation (jours)	176 ± 2,1 (173–179)	235 ± 3,3 (230–241)	0,005
Age au premier vêlage (mois)	36 ± 0,5 (35–37)	38 ± 3 (36–39)	0,7
Intervalle entre vêlages (jours)	452 ± 12,8 (428–473)	428 ± 16,6 (398–482)	0,7
Production moyenne de lait / jour/vache (L)	1,3 ± 0,2 (1–1,8)	7,1 ± 0,2 (6,5–7,5)	0,005
Production laitière / vache/lactation (L)	236 ± 27,3 (201,4–279,8)	1607,5 ± 145,5 (1312,6–1692,1)	0,002

Moy. ± ET (min-max) : moyenne ± écart-type (minimum-maximum) /// *Moy. ± ET (min-max): mean ± standard error (minimum-maximum)*

Performances pondérales des veaux N'Dama et croisés (F1 et un-quart-de-sang Montbéliards)

Les performances pondérales des veaux N'Dama et des croisés (F1 et un-quart-de-sang Montbéliards) sont présentées dans le tableau II. Le poids moyen à la naissance des veaux a été différent en fonction du sexe et de la race de bovins. Les veaux croisés étaient des F1 (demi-sang Montbéliards), et des rétrocroisés (un-quart-de-sang Montbéliards). Leurs poids vifs ont été supérieurs à ceux des N'Dama de la naissance à 36 mois d'âge, sauf pour les femelles âgées de six mois. Néanmoins, à trois mois, les velles N'Dama et les croisées F1 ont atteint le même poids vif (50 kg), supérieur de 10 kg à celui des velles rétrocroisées. Il faut noter que les poids vifs des mâles ont été supérieurs ou égaux à ceux des femelles de la naissance à six mois. En revanche à 12 mois, les velles croisées F1 ont pesé en moyenne 5 kg

de plus que les veaux croisés F1. A ce même âge, les mâles N'Dama ne pesaient en moyenne que 140 ± 1,3 kg et les femelles 125 ± 0,6 kg (tableau II).

Le poids adulte moyen des croisés F1 de 370 ± 1,7 kg pour les mâles et 300 ± 2,4 kg pour les femelles ont été supérieurs à ceux des rétrocroisés avec 300 ± 0,5 kg pour les mâles et 260 ± 0,1 kg pour les femelles, eux-mêmes plus lourds que les N'Dama avec seulement 235 kg ± 1,6 kg pour les mâles et 230 ± 2,1 kg pour les femelles. L'analyse des paramètres de poids a mis en évidence une différence significative entre les veaux croisés et N'Dama ($p < 0,05$).

Croissance des veaux N'Dama, croisés F1 et rétrocroisés

Les GMQ des veaux N'Dama et croisés F1 (demi-sang Montbéliards) et rétrocroisés (un-quart-de-sang Montbéliards) sont présentés dans le tableau III. La croissance est estimée par le calcul du gain moyen quotidien (GMQ) depuis la naissance et sur une période de 36 mois. Les GMQ des veaux et des velles ont été inférieurs à 500 g sur la période d'étude. Toutefois, dès la naissance et sur toute la période, les mâles croisés F1 ont eu des GMQ supérieurs à ceux des mâles rétrocroisés et N'Dama (figure 1).

Les GMQ entre les âges types de 6, 12 et 18 mois ont été plus faibles que ceux de la phase lactée de 0 à 3 mois. Une chute drastique du GMQ a été observée entre les périodes de 0 à 3 mois chez les femelles et de 3 à 6 mois chez les mâles avant de croître.

Dans l'ensemble le GMQ est demeuré inférieur chez les N'Dama comparés aux croisés F1 et rétrocroisés de la naissance à l'âge adulte. Cependant, l'évolution du GMQ des velles à partir de 6 mois s'est faite en dents de scie (figure 2). Les GMQ des veaux mâles et femelles N'Dama n'ont pas été significativement différents ($p > 0,05$) de ceux des croisés.

DISCUSSION

L'étude s'est intéressée aux performances de reproduction et de croissance aussi bien des vaches et veaux N'Dama que des croisés (un-demi, et un-quart-de-sang Montbéliards). Le taux de gravidité et de vêlage des N'Dama a été inférieur respectivement de 8 % et 12 % à celui des demi-sang Montbéliards. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le phénomène d'hétérosis sur le caractère de fertilité

Tableau II : Performance pondérale (kg) des veaux N'Dama et croisés en Côte d'Ivoire /// *Weight performance (kg) of N'Dama and crossbred calves in Côte d'Ivoire*

Age	Veaux métis F1 (n = 96) * Moy. ± ET (min-max)	Veaux N'Dama (n = 96) * Moy. ± ET (min-max)	Veaux métis rétrocroisés (n = 96) * Moy. ± ET (min-max)
Naissance (mâle)	25 ± 0,2 (24,7–25,3)	19 ± 0,2 (18,6–19,4)	20 ± 0,2 (19–21)
Naissance (femelle)	23 ± 0,4 (22–23)	17 ± 0,1 (17,2–18,6)	18 ± 0,3 (17–20)
3 mois (mâle)	70 ± 0,7 (68,7–71)	55 ± 0,6 (53–56)	40 ± 2,1 (39–42)
3 mois (femelle)	50,5 ± 1,5 (51–53)	50 ± 1,6 (48–52)	40 ± 2 (38–43)
6 mois (mâle)	95 ± 0,5 (94–96)	85 ± 1,3 (83–87)	80 ± 1,7 (70–82)
6 mois (femelle)	95 ± 0,1 (94,7–95)	75 ± 0,6 (75–85)	65 ± 2,3 (63–67)
9 mois (mâle)	125 ± 2 (123–127)	110 ± 1,6 (108–113)	115 ± 2,9 (110–118)
9 mois (femelle)	120 ± 1,4 (117–122)	90 ± 1 (88–92)	108 ± 1,7 (105–110)
12 mois (mâle)	160 ± 1,4 (155–162)	140 ± 1,3 (138–142)	155 ± 0,8 (150–165)
12 mois (femelle)	165 ± 1,3 (163–165)	125 ± 0,6 (124–126)	130 ± 1,3 (128–132)
Adulte mâle	370 ± 1,7 (368–372)	235 ± 1,6 (235–235)	300 ± 0,5 (295–310)
Adulte femelle	300 ± 2,4 (300–300)	230 ± 2,1 (225–235)	260 ± 0,1 (255–265)

* N'Dama et croisés F1, $p = 0,516$; N'Dama et rétrocroisés, $p = 0,954$ /// ** N'Dama and F1 crossbred, $p = 0,516$; N'Dama and backcrossed, $p = 0,954$*

Tableau III : Gain de poids moyen quotidien des veaux N'Dama et croisés de la naissance à 36 mois d'âge en Côte d'Ivoire /// *Daily weight gain from birth to 36 months of N'Dama and crossbred calves in Côte d'Ivoire*

Age (mois)	Métis F1 (n = 96) Moy. ± ET (min-max)		N'Dama n = 96 Moy. ± ET (min-max)		Métis rétrocroisés n = 96 Moy. ± ET (min-max)	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
3	487,3 ± 0,6 (485-489)	331,5 ± 5,7 (329-333)	388,7 ± 5,3 (387-392)	356,9 ± 1,4 (352-358)	388,7 ± 5,3 (386-389)	356,9 ± 1,4 (354-357)
6	381,3 ± 0,5 (380-383)	391,3 ± 1,6 (389-393)	360,6 ± 6,6 (358-364)	316,5 ± 3 (315-318)	360,6 ± 6,6 (357-362)	316,5 ± 3 (314-317)
9	363,6 ± 1,4 (362-365)	364,2 ± 3,1 (362-366)	348,9 ± 8 (341-351)	283,7 ± 7 (281-284)	348,9 ± 8 (346-349)	283,7 ± 7 (282-286)
12	368,9 ± 0,7 (368-370)	389 ± 3,2 (387-391)	330,30 ± 1,4 (328-332)	296 ± 10 (293-301)	330,3 ± 1,4 (330-332)	296 ± 10 (294-301)
18	346,08 ± 1 (345-348)	349,7 ± 2,8 (346-351)	293,19 ± 1,5 (295-295)	260,5 ± 15 (259-261)	293,1 ± 1,5 (292-294)	260,5 ± 15 (258-265)
24	327,6 ± 1,6 (326-328)	317,8 ± 9,6 (315-321)	268,44 ± 1,3 (257-269)	237 ± 3 (235-239)	268,4 ± 1,3 (267-268)	237 ± 3 (236-239)
30	317,29 ± 1 (315-318)	281,1 ± 5,1 (279-283)	224,46 ± 1,5 (222-226)	221 ± 6 (220-223)	224,4 ± 1,5 (223-226)	221 ± 6 (216-222)
36	315 (315-316)	252,9 (252-253)	197,2 (197-198)	199,1 (199-200)	201,5 (199-203)	199,6 (199-200)

Moy. ± ET (min-max) : moyenne ± écart-type (minimum-maximum) /// *Moy. ± ET (min-max): mean ± standard error (minimum-maximum)*

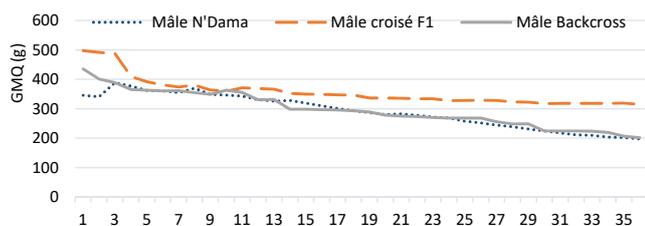


Figure 1 : Evolution du gain de poids moyen quotidien des veaux N'Dama et croisés de la naissance à 36 mois d'âge en Côte d'Ivoire /// *Average daily weight gain of male N'Dama and crossed calves from birth to 36 months of age in Côte d'Ivoire*

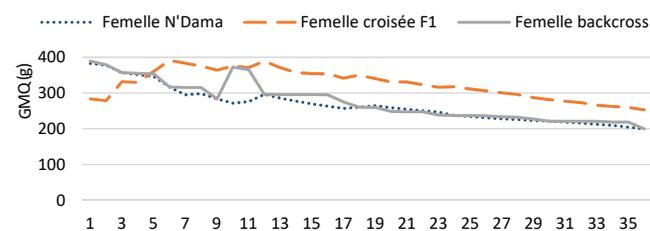


Figure 2 : Evolution du gain de poids moyen quotidien des vaches N'Dama et croisées de la naissance à 36 mois d'âge en Côte d'Ivoire /// *Average daily weight gain of female N'Dama and crossed calves from birth to 36 months of age in Côte d'Ivoire*

des femelles a favorisé les F1 par rapport aux races pures parentales. En outre, la reproduction des vaches dépendait de la disponibilité de l'inséminateur au moment où les vaches avaient leurs chaleurs. Ces performances sont dues à un non-respect strict des protocoles d'insémination artificielle par les inséminateurs et les éleveurs. Cela se matérialise par une flexibilité sur le choix des vaches à inséminer, le non-respect du calendrier de travail et de la bonne conduite des animaux sélectionnés avant et après l'insémination. Les mêmes constats ont été faits par Benlekhel et al. (2000) au Centre de recherches zootechniques de Minankro, et Sokouri et al. (2010) dans les fermes du Projet laitier Sud en Côte d'Ivoire.

L'âge au premier vêlage des deux niveaux de vaches croisées a été de 38 ± 3 mois, alors que celui des vaches N'Dama se situait à 36 ± 0,5 mois. La précocité des vaches N'Dama pouvait s'expliquer par les conditions d'élevage où les génisses étaient laissées en permanence en présence des taureaux alors que les demi-sang Montbéliardes étaient incluses dans les programmes d'insémination artificielle. En outre, il y avait un manque de régularité dans l'approvisionnement en produits d'insémination, de même un taureau pouvait ne pas être présent dans le cas de la monte naturelle. Chez les N'Dama la durée moyenne de lactation a été courte (176 ± 2 jours) comparée à celle des métisses (235 ± 3,3 jours). La production laitière moyenne par vache N'Dama (1,3 ± 0,2 L) a été très faible comparativement aux croisées (7,1 ± 0,2 L). Une faiblesse du potentiel laitier des races locales a été relevée. A l'analyse de ces variables, les faibles performances de la N'Dama traduisent la faible productivité de la race (Akouango et al., 2010). En outre, les performances zootechniques des animaux sont influencées par plusieurs facteurs dont les principaux sont l'alimentation, la conduite du troupeau, l'état sanitaire et l'environnement. Dans notre étude, les éleveurs ont effectué des actions sanitaires relatives aux vaccinations, aux déparasitages gastro-intestinaux et externes, afin d'assurer de bonnes conditions de santé aux animaux. Les bons résultats des intervalles entre vêlages (452 ± 12,8 jours et 427,7 ± 16,6 jours respectivement chez la N'Dama et la croisée) pouvaient s'expliquer par l'application de programmes de synchronisation des chaleurs et d'insémination artificielle qui ont l'avantage de contrôler et d'induire les chaleurs afin de limiter la période improductive après le vêlage (anœstrus post-partum). Ces intervalles entre vêlages ont été comparables à ceux de 398 ± 36,3 jours observés par Ralambofiringa (1978), Coulomb (1980) et Sokouri et al. (2010) chez des vaches croisées.

Le poids à la naissance des N'Dama a été inférieur à celui des croisés de 15 % à 30 %. Cela a révélé que le croisement a été améliorateur pour ce paramètre. Les mêmes analyses et observations ont été faites par Landais (1983) et Sokouri et al. (2010) en Côte d'Ivoire. Le poids à âge type des N'Dama a été significativement inférieur à celui des croisés de 12 % à 57 % (p < 0,05). En effet, il a été obtenu à l'âge adulte 370 kg pour les mâles et 300 kg pour les femelles chez les

croisés (demi-sang Montbéliards), contre 235 kg pour les mâles et 230 kg pour les femelles N'Dama. Cela s'expliquerait par le fait que le métissage a augmenté les valeurs pondérales des croisés par effet d'hétérosis (Diadiou, 2002).

Les GMQ ont confirmé que le développement corporel était relativement rapide dans les premiers mois de la vie, notamment de 0 à 3 mois, et diminuait progressivement à mesure que l'âge des animaux augmentait. Ils ont évolué en dents de scie et ont toujours été inférieurs à 500 grammes, comme rapporté par Coulomb (1980) chez la N'Dama. De même Charray et al. (1977) ont constaté chez la N'Dama, en Côte d'Ivoire, un ralentissement perceptible de la vitesse de croissance pendant les quelques mois qui suivaient le sevrage, entre 8 et 11 mois chez le mâle, et 7 et 11 mois chez la femelle. Des observations analogues ont été faites par Poivey et al. (1987) dans les troupeaux sédentaires au nord de la Côte d'Ivoire. Ces auteurs montrent que la vitesse de croissance mensuelle est différente selon l'âge des animaux et maximale de 0 à 3 mois.

■ CONCLUSION

La présente étude a montré que les performances de reproduction et de croissance des races croisées (demi-sang Montbéliardes) et N'Dama étaient différentes. Les paramètres de reproduction et de production ont été plus importants chez les croisés que chez la race

locale N'Dama. En effet, l'amélioration de ces paramètres serait due à l'effet d'hétérosis qui profite à la production locale ; notamment la production laitière est passée de 1,3 litre/vache/jour chez les N'Dama à 7,1 litres/vache/jour chez les croisées. Ainsi, le croisement de la race exotique Montbéliarde avec la race locale N'Dama a amélioré le potentiel génétique des animaux d'élevage.

Remerciements

Les auteurs remercient le docteur vétérinaire Ouattara Guy et le Directeur régional Agba Koutouan Mathieu du ministère des Ressources animales et halieutiques ainsi que les deux relecteurs anonymes pour leur contribution.

Déclaration des contributions des auteurs

L'étude et l'écriture du manuscrit ont été réalisées de façon collégiale. Néanmoins, selon les étapes suivantes, NBA et NS ont participé à la conception et à la planification de l'étude, NBA et MKK ont recueilli les données et rédigé la première version du manuscrit, GKGB et NS ont effectué les analyses statistiques et l'interprétation des données, RYS, MKK et NBA ont effectué la révision critique du manuscrit.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

REFERENCES

- Akaffou N.A., 2013. Elevage des bovins laitiers dans la région du Poro (Côte d'Ivoire) : Situation actuelle et perspectives de développements. Thèse de Doct., Université Cheick Anta Diop de Dakar, Sénégal, 113 p.
- Akouango F., Ngokaka C., Ewomango P., Kimbembe E., 2010. Caractérisation morphométrique et reproductive des taureaux et vaches N'Dama du Congo. *Anim. Genet. Ressour.*, **46**: 41-47, doi: 10.1017/S2078633610000688
- Atsé A.P., 1990. La production laitière dans le nord de la Côte d'Ivoire. Document SODEPRA Nord, service zootechnie, Korhogo, Côte d'Ivoire, 187 p.
- Benlekhel A., Ezzahari A. Bouhaddane A., 2000. L'insémination artificielle des bovins Une biotechnologie au service des éleveurs ». *Transf. Technol. Agric.*, **65**: 4
- Charray J., Coulomb J., Mathon J.C., 1977. Jersey x N'Dama crossbreeding in Ivory Coast. Performance analysis of half-bred cattle born and bred in Minankro Zootechnical Research Centre. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **30** (1): 67-83, doi: 10.19182/remvt.8107
- Coulibaly D., 2013. Politique de développement de l'élevage en Côte d'Ivoire. Direction de la planification et des programmes, Abidjan, Côte d'Ivoire, 31 p.
- Coulomb J., 1980. Les races, les modes d'élevages. Premier colloque International: Recherche sur l'élevage bovin en zone tropicale humide, Tome II, Bouaké, Côte d'Ivoire, 543 p.
- Diadiou Y., 2002. Insémination artificielle et production laitière dans le bassin arachidier. Thèse de Doct., Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires, Dakar, Sénégal, 77 p.
- INS, 2014. Recensement général de la population et de l'habitat. Institut national de la statistique, Abidjan, Côte d'Ivoire, 26 p.
- Koné A., 2010. Le développement agro-industriel du Nord de la Côte d'Ivoire : cas des départements de Korhogo, Boundiali, Ferkessédougou. Agence Ivoirienne des Sciences Agronomiques, Abidjan, Côte d'Ivoire, 133 p.
- Landais E. 1983. Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du Nord de la Côte d'Ivoire. Tome 1 et 2. GERDAT-IEVMVT, Maisons-Alfort, France, 759 p.
- Metzger R., Centres J.P., Lambert J.C., 1995. L'approvisionnement des villes Africaines en lait et en produits laitiers. FAO, Rome, Italie, 124 p.
- MIRAH, 2014. Rapport annuel d'activité. Ministère des Ressources animales et Halieutiques, Direction régionale de Man, Côte d'Ivoire, 40 p.
- Poivey J.P., Ménissier F., Vissac B., Moussa K., 1987. Growth variability among calves and young bovines from sedentary herds in northern Ivory Coast. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **40** (2): 157-166, doi: 10.19182/remvt.8672
- Ralambofiringa A., 1978. Note on the manifestation of the oestrus cycle and on the reproduction in N'Dama cows. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **31** (1): 91-94, doi: 10.19182/remvt.8184
- Sokouri D.P., Yapi-Gnaoré C.V., N'guetta A.S.S., Loukou N.E., Kouao B.J., Toure G., Kouassi A. et al., 2010. Performances de reproduction des races bovines locales de la Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **36**: 2353-2359

Summary

Aboly N.B., Konan M.K., Brou G.K.G., Silué N., Soro R.Y. Reproduction and growth of two breeds of cattle (N'Dama and crossbred) in the Mountains' District of Western Côte d'Ivoire

The study was conducted in the western part of Côte d'Ivoire in the Mountains' District on 120 cows and 96 male and female calves of N'Dama and crossbred (Montbeliard x N'Dama) breeds for 36 months to determine their reproductive and growth performances. The results showed that the pregnancy rate and lactation duration of crossbred cows (half-blood Montbeliard) were higher than those of the N'Dama. Similarly, the calving interval of the crossbred cows (428 ± 16.6 days) was lower than that of the N'Dama (452 ± 12.8 days). The birth weight of crossbred calves (23–25 kg) was higher than that of the N'Dama (17–19 kg). The average daily weight gain over the entire period was 356.8 ± 47.7 g for males and 324.8 ± 47.1 g for females in crossbred calves *versus* 291.7 ± 57.6 g and 266.6 ± 49.1 g, respectively, in N'Dama calves. Finally, the adult weight was 370 ± 1.7 kg for males and 300 ± 2.3 kg for females in the crossbred group *versus* 235 ± 1.6 kg and 230 ± 2.1 kg, respectively, in the N'Dama. The reproductive and growth performances of the crossbred males were significantly higher ($p < 0.05$) than those of the N'Dama.

Keywords: cattle, Montbeliard, N'Dama, crossbreds, animal reproduction, animal performance, Côte d'Ivoire

Resumen

Aboly N.B., Konan M.K., Brou G.K.G., Silué N., Soro R.Y. Reproducción y crecimiento de dos razas de bovinos (N'Dama y cruces) en el distrito de las Montañas al oeste de la Côte d'Ivoire

El estudio se llevó a cabo al oeste de la Côte d'Ivoire en el distrito de las Montañas, en 120 vacas y 96 terneros machos y hembras de razas N'Dama y cruces (Montbeliard x N'Dama) durante 36 meses con el fin de determinar sus rendimientos de producción y de crecimiento. Los resultados revelaron que la tasa de preñez y la duración de la lactancia de las vacas cruzadas (media sangre Montbeliardes) fueron más elevados que los de las N'Dama. Igualmente, el intervalo entre partos de las vacas cruzadas ($428 \pm 16,6$ días) fue inferior al de las N'Dama ($452 \pm 12,8$ días). El peso al nacimiento de los terneros cruzados (23 a 25 kg) fue superior al de los N'Dama (17 a 19 kg). La ganancia media cotidiana sobre todo el periodo fue de $356,8 \pm 47,7$ g para los machos y $324,8 \pm 47,1$ g para las hembras en los cruzados, contra respectivamente $291,7 \pm 57,6$ g y $266,6 \pm 49,1$ g en los N'Dama. Finalmente, el peso adulto fue de $370 \pm 1,7$ kg para los machos y $300 \pm 2,3$ kg para las hembras en los cruzados, contra respectivamente $235 \pm 1,6$ kg y $230 \pm 2,1$ kg en los N'Dama. Los rendimientos de producción y de crecimiento de los cruzados fueron significativamente más elevados ($p < 0,05$) que los N'Dama.

Palabras clave: ganado bovino, Montbeliard, N'Dama, productos del cruzamiento, reproducción animal, desempeño animal, Côte d'Ivoire

Poids des chevreaux de la population locale Sud tunisienne dans des conditions d'aridité : impacts lors des procédures de sélection

Ahlem Atoui ^{1*} María Jesús Carabaño ²
Moldi Abdennebi ¹ Sghaier Najari ¹

Mots-clés

Caprin, système d'élevage, croissance, sélection, facteur du milieu, Tunisie

Submitted: 30 September 2020

Accepted: 26 April 2021

Published: 30 June 2021

DOI: 10.19182/remvt.36375

Résumé

La nature et la distribution des phénotypes quantitatifs représentent une connaissance de base pour l'application des méthodologies génétiques dans les plans de sélection des animaux domestiques. Afin d'illustrer l'action de facteurs non génétiques d'aridité sur la distribution phénotypique des performances individuelles de la croissance des chevreaux de la population locale élevés dans des conditions restrictives et irrégulières, 945 chevreaux issus de 285 chèvres et 19 boucs, nés durant la période 1998–2014, ont été étudiés par l'analyse des distributions des poids jusqu'à 150 jours d'âge. La dispersion des poids représentait une expression collective des génotypes des chevreaux dans les conditions de l'étude avec des variations dues à la fois aux effets génétiques et environnementaux. L'hypothèse de la normalité n'a été vérifiée qu'aux âges de 10 jours et 30 jours quand les chevreaux étaient surtout nourris sous la mère et n'étaient pas directement dépendants des ressources alimentaires du parcours aride. Durant une année défavorable, les performances enregistrées ont suivi une distribution particulière expliquée par le fait que les chevreaux performants ont été incapables d'extérioriser leur supériorité. Par conséquent, le milieu aride a réduit les performances de la population caprine locale. En outre, il a limité l'expression de quelques génotypes fortement productifs. Cette spécificité de l'action du milieu aride incite à un approfondissement indispensable pour ajuster les méthodes de sélection aux conditions des milieux restrictifs et des groupes génétiques adaptés.

■ Comment citer cet article : Atoui A., Carabaño M.J., Abdennebi M., Najari S., 2021. Weights of caprine kids of the local Southern Tunisian population under arid conditions: Impacts during selection process. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (2): 121-126, doi: 10.19182/remvt.36375

■ INTRODUCTION

La croissance des chevreaux est l'un des caractères les plus considérés dans les schémas d'amélioration génétique des caprins, surtout au sein des modes d'élevage lactant. A l'instar des phénotypes quantitatifs des animaux domestiques, un certain nombre de facteurs non génétiques affectent ces caractères de croissance et masquent la connaissance directe du vrai potentiel génétique de l'animal. Par conséquent, la mise en évidence des effets de l'action du milieu dans lequel le génotype a été exprimé est essentielle pour obtenir des

estimations précises des paramètres et des prédictions correctes des valeurs génétiques (Atoui et al., 2019 ; Najari, 2005).

En outre, l'identification des performances réelles de production de la chèvre locale au niveau de la productivité numérique et de la croissance, ainsi que leurs modes de variation en fonction des facteurs de production sont un préalable. La modélisation de ces performances est indispensable pour l'élaboration des procédures d'évaluation des géniteurs (Atoui et al., 2019). En effet, le principal objectif des index de sélection est de prédire les potentialités génétiques héréditaires des géniteurs potentiels via la correction par les effets des facteurs non génétiques. Pour cette raison l'établissement des principales composantes des phénotypes de production est indispensable pour l'élaboration des méthodologies d'évaluation qui prédisent, au mieux, les valeurs génétiques des animaux exprimées dans un contexte de vie et de production déterminé (Zhang et al., 2008 ; Rashidi et al., 2015). Les procédures statistiques de correction des phénotypes par les effets du milieu se basent sur l'hypothèse de la normalité des distributions observées et de la libre aptitude d'expression des génotypes.

1. Laboratoire d'élevage et de la faune sauvage, Institut des régions arides, Médenine, Université de Gabès, Tunisie

2. Département d'amélioration génétique animale, INIA, 28040 Madrid, Espagne.

* Auteur pour la correspondance

Email : ahlematoui@gmail.com



De fait, l'évolution des méthodologies de sélection a été réalisée dans des conditions assez favorables à la manifestation des potentialités héréditaires, ce qui n'est pas potentiellement le cas dans des environnements arides avec des conditions restrictives et irrégulières (Najari, 2006). D'où la nécessité de l'identification de la nature de l'impact du milieu aride sur la structure statistique de base des performances réalisées afin d'assurer les conditions d'application des procédures et des méthodologies de sélection (Najari, 2005).

La présente étude repose sur l'analyse des performances individuelles de chevreaux de la population locale élevés en conditions d'aridité. Elle vise à montrer l'action de facteurs d'aridité sur la distribution des poids des caprins, qui sont fréquemment considérés dans les critères de sélection des cheptels lactants. L'étude des distributions est indispensable pour orienter la correction des effets de l'environnement et pour mieux maîtriser les sources de variation des performances de façon à déterminer par la suite la nature de la variabilité, et surtout ses spécificités, en fonction des conditions environnementales.

■ MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La région d'étude, située entre la chaîne de Matmata à l'ouest et la Méditerranée à l'est, est soumise à un climat méditerranéen continental aride. Elle est caractérisée par un climat aride, avec une pluviométrie irrégulière, inférieure à 200 mm par an en moyenne, et des vents dominants d'ouest, de nord-est et de sud-est de novembre à avril. La température moyenne annuelle est de 20,2 °C, avec la moyenne la plus basse (13,2 °C) en décembre et la plus haute (30,8 °C) en juillet. L'été est normalement la saison la plus chaude et la plus sèche avec une température maximale de 47 °C (Atoui et al., 2019).

Population caprine locale

La population caprine locale est très hétérogène sur le plan génétique et morphologique. Najari (2005) rapporte : « Le cheptel caprin local constitue une population animale rustique à large variabilité au niveau de la morphologie comme au niveau des performances. Cette population regroupe plusieurs types pigmentaires à cause de l'intégration » de plusieurs races ou groupes génétiques « dans ses origines, à l'instar de la race Nubienne diluée dans la population locale ». Le pelage noir constitue le type dominant chez la chèvre locale avec une fréquence supérieure à 60 % ; la fréquence des robes pie est environ de 20 %. Le même auteur signale la présence d'autres couleurs comme le rougeâtre ou le blanchâtre (figure 1). Toutefois, une variabilité plus marquée a été observée au niveau de la couleur de la tête avec des motifs incluant le noir, le blanc et le roux (Najari, 2005). Najari (2006) suggère une relation entre la morphologie de la chèvre locale et la géographie de la zone. Ainsi, la morphologie de la chèvre élevée dans les régions côtières se distingue de celle observée dans les zones de montagne ou dans les plaines. Le dénombrement effectué par les auteurs sur un effectif de 6500 chèvres adultes montre que le type noir est présent avec la même fréquence dans les différentes zones. Le type nommé Hawa qui présente des traits roux ou blancs sur les joues, les oreilles et le ventre est dominant dans les élevages des steppes, alors que le type dit Gharra qui montre des taches blanches sur le front est présent à une fréquence de 21 % et 30 % respectivement dans les régions côtières et montagneuses. Ce sont les troupeaux de la plaine et de la côte qui montrent la variabilité la plus importante.

La chèvre locale est par ailleurs connue pour sa petite taille à l'instar de la plupart des races et des populations adaptées aux zones chaudes et désertiques. A cet égard, la hauteur moyenne au garrot est de 73 ± 3,80 cm chez les boucs et de seulement 60 ± 2,44 cm chez les chèvres. Leurs poids adultes moyens respectifs sont de 35 ± 6,60 kg et 24 ± 4,55 kg (observations de El Ouni et Najari).

Troupeau expérimental et suivi

Les informations relatives aux phénotypes et aux facteurs de production comme les pesées des chevreaux dès la naissance et jusqu'à l'âge de six mois ont été collectées chez les caprins du troupeau expérimental de l'Institut des régions arides de Médenine (IRA), situé à 22 kilomètres de la ville de Médenine, au sud-est de la Tunisie. La base des données issues du suivi périodique de 1984 à 2014 regroupe les poids et les informations relatifs à 945 chevreaux issus de 285 chèvres et 19 boucs. Les chevreaux étaient d'abord nourris sous la mère, à un mois d'âge ils commençaient à consommer de l'aliment solide et le sevrage était pratiqué en juin. Ils étaient pesés tous les 15 jours.

Analyse statistique et estimation des variables

Pour chaque chevreau, l'estimation du poids aux âges types (*PAT*) a été obtenue par interpolation linéaire lorsque deux pesées, le poids de naissance non compté, encadraient l'âge type voulu, en appliquant la formule suivante :

$$PAT_i = P_n + \frac{[P_{n+1} - P_n]}{[D_{n+1} - D_n]} \times [i - A_n]$$

où *i* est l'âge type du chevreau, P_n , P_{n+1} , D_n et D_{n+1} représentent respectivement les poids et les dates de contrôle de croissance *n* et *n+1*, et A_n est l'âge à la pesée *n* (avec $A_n < i < A_{n+1}$). Dans les cas où il ne peut y avoir interpolation, le calcul peut être réalisé par extrapolation linéaire inférieure (où $i < A_n < A_{n+1}$) ou extrapolation linéaire supérieure (où $A_n < A_{n+1} < i$). Les caractères de *PAT* considérés pour cette étude ont été les poids à la naissance, à 10, 30, 60, 90, 120 et 150 jours. Des tests de normalité ont été appliqués afin d'évaluer le modèle de distribution statistique des performances étudiées.

Les performances étudiées étaient des phénotypes quantitatifs qui synthétisaient les effets environnementaux et l'expression du génotype animal. Il est indispensable, pour l'évaluation de la valeur génétique héréditable des chevreaux, de déterminer les sources de variation des performances de croissance qui sont dues à des facteurs non transmissibles. L'étude de ces sources de variation a nécessité le recours à une décomposition de la variance (GLM, modèle linéaire généralisé) avec le logiciel SPSS.20 pour illustrer la nature statistique de l'action



Figure 1 : Population caprine locale tunisienne /// Local Tunisian goat population

des différents facteurs fixes inclus dans le modèle de base. Le modèle de décomposition de la variance a été le suivant :

$$Y_{im} = \mu + An_i + S_m + e_{im}$$

où Y_{im} est la performance à analyser (poids en kg), μ la moyenne générale, An_i l'effet de l'année de naissance ($i = 1998, 1999...2014$), S_m l'effet du sexe ($m = \text{m\^a}le \text{ ou } femelle$) et e_{im} l'erreur résiduelle. Ensuite nous avons réalisé le test de comparaison des moyennes de Student Newman et Keuls ($\alpha = 0,05$) afin de comparer les moyennes des modalités de chaque facteur de variation qui illustre un effet au moins significatif ($p < 0,05$ ou $p < 0,01$).

■ RESULTATS

Dispersion des performances de croissance

La figure 2 illustre l'évolution des poids des chevreaux de la population caprine locale en fonction de l'âge. Cette simple présentation des données de pesées des chevreaux témoigne d'une variation considérable au niveau des phénotypes individuels. La dispersion des poids représente une expression collective des génotypes des chevreaux dans les conditions observées durant les 16 campagnes de suivi. Le problème ne réside pas dans la variabilité importante qui peut être exploitée par sélection mais plutôt dans sa nature qui rend difficile la modélisation des performances. Ce type de dispersion est typique des performances des animaux réalisées dans des conditions difficiles et variables (Najari, 2006).

Suite à l'estimation des poids aux âges types individuels, des tests de normalité ont été appliqués afin d'évaluer la nature de la distribution statistique de ces performances étudiées ou phénotypes quantitatifs. En effet, certaines spécificités, en étroite relation avec la génétique quantitative et la sélection des animaux domestiques, ont été signalées par Atoui et al. (2019) dans des cas similaires. La distribution de

certaines performances des chevreaux peut ne pas vérifier les hypothèses de la normalité en vertu des conditions des régions arides et de leurs effets sur l'expression des génotypes (Najari, 2005). Ce problème manifeste une difficulté d'expression des génotypes les plus performants dans des conditions restrictives. L'hypothèse de la normalité n'a été vérifiée qu'à l'âge de 10 et 30 jours (tableau I, figure 3), âges où les jeunes sont essentiellement nourris au lait maternel et ne sont pas directement dépendants des ressources alimentaires du parcours (Goffinet et Elsen, 1984 ; Dekkers, 2002).

Paramètres statistiques et marges de variation des poids aux âges types

Le tableau I montre une description statistique des poids aux âges types des chevreaux locaux élevés dans des conditions arides ainsi que les résultats des tests de normalité de ces phénotypes quantitatifs et critères potentiels de sélection. Les poids moyens des chevreaux étaient de

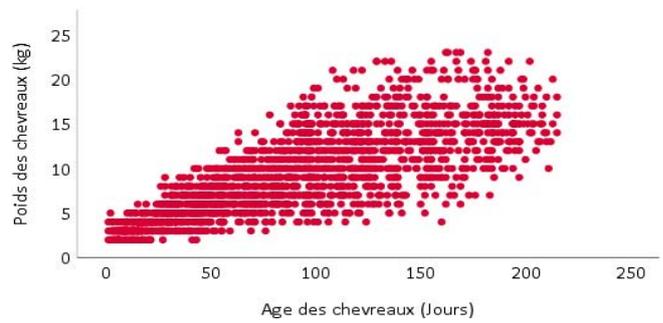


Figure 2 : Répartition des poids de 945 chevreaux locaux tunisiens en fonction de l'âge // Weight distribution of 945 local Tunisian caprine kids according to age

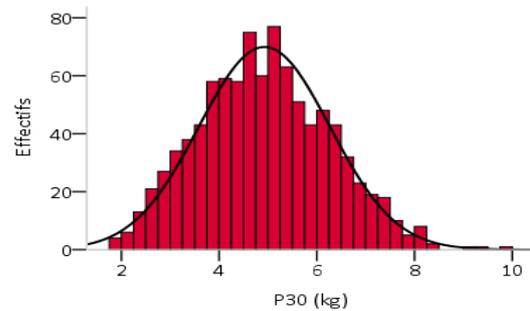
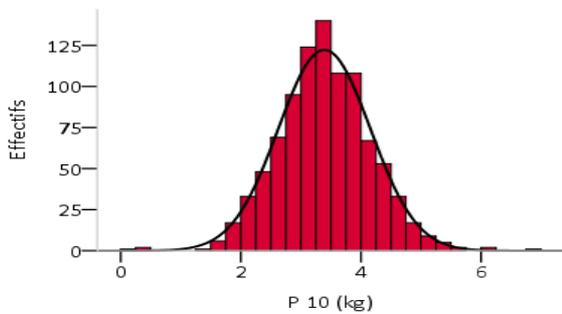


Figure 3 : Répartition des poids des chevreaux locaux tunisiens à 10 et à 30 jours // Weight distribution of local Tunisian caprine kids at 10 and 30 days

Tableau I : Paramètres statistiques des poids aux âges types (en jours) de 945 chevreaux locaux tunisiens // Statistical parameters of weights at typical ages (in days) of 945 local Tunisian caprine kids

Paramètre	Naissance	10 jrs	30 jrs	60 jrs	90 jrs	120 jrs	150 jrs
Effectif	945	945	945	945	945	945	945
Moyenne (kg)	2,50	3,10	4,80	7,20	9,80	12,20	12,90
Ecart-type (kg)	0,57	0,66	1,18	1,87	2,72	4,11	3,84
Minimum (kg)	1,12	1,2	2,32	3,34	4,34	6,03	6,23
Maximum (kg)	3,95	4,12	5,45	8,64	11,12	13,33	16,36
Coefficient de variation (%)	22,90	21,30	24,60	26,00	27,80	33,70	29,80
Coefficient de Kolmogorov	0,001	0,131	0,200	0,021	0,021	0,001	0,011
Coefficient de ShapiroWilk	0,022	0,220	0,391	0,033	0,042	0,001	0,010
Test de normalité Kolmogorov	Rejeté	Accepté	Accepté	Rejeté	Rejeté	Rejeté	Rejeté
Test de normalité Shapiro-Wilk	Rejeté	Accepté	Accepté	Rejeté	Rejeté	Rejeté	Rejeté

2,50 kg, 3,10 kg, 4,80 kg, 7,20 kg, 9,80 kg, 12,20 kg et 12,90 kg, respectivement à la naissance, et à 10 jours, 30 jours, 60 jours, 90 jours, 120 jours et 150 jours. Ces performances de croissance relativement faibles illustrent les aptitudes réelles de production de la population locale ; les écarts-types élevés traduisent la variabilité importante des caractères de croissance de la population caprine locale.

Sources de variation des performances de la croissance

L'analyse de la variance a permis d'identifier les principales sources de variation de ces performances à des âges prédéfinis (tableau II). Le coefficient de détermination (R^2) a varié de 0,63 à 0,81 et il a évolué sensiblement avec l'âge des chevreaux. Un coefficient de détermination relativement élevé atteste de l'importance des effets fixes inclus dans le modèle de décomposition de la variance adoptée. La décomposition de la variance a montré que les performances de croissance des chevreaux locaux étaient fortement tributaires des conditions du milieu. Les résultats soulignent l'importance de l'effet de la campagne sur les performances à tous les âges des chevreaux. Ces résultats ont bien reflété l'importance des effets de l'irrégularité des climats arides, d'autant que la période de suivi était assez longue pour illustrer des conditions d'élevage très diverses. Par ailleurs, le sexe a affecté significativement la plupart des poids aux âges types. L'effet de l'interaction année \times sexe montre que les impacts des facteurs climatiques peuvent être différemment ressentis chez les chevrettes et les chevreaux (tableau II).

Distribution des poids aux âges types de 10 jours et 30 jours

Les tests de normalité appliqués sur les performances de 945 chevreaux ont rejeté l'hypothèse de la normalité pour la plupart des performances, surtout celles réalisées après l'âge d'un mois (tableau I). Ces résultats ont concerné les performances réalisées durant 17 campagnes d'élevage durant lesquelles les conditions ont varié de très

favorables à très mauvaises. La distribution des poids des chevreaux à 30 jours a changé considérablement d'une année à l'autre pour refléter l'expression des génotypes dans des conditions de pluviométrie différentes (figure 4). La pluviométrie annuelle était de 316 mm en 1999 et de 41 mm en 2011. En 1999, les performances enregistrées ont suivi une distribution normale confirmée par les tests de normalité (Kolmogorov et Shapiro-Wilk). En 2011 (année sèche), elles ont présenté une distribution particulière expliquée par le fait que les chevreaux performants ont été incapables d'extérioriser leur supériorité.

■ DISCUSSION

Dispersion des performances de croissance

La visualisation de la dispersion des performances brutes met en évidence certains aspects relatifs à la nature de la distribution de l'information observée (ElOuni et Najari, 2019 ; Najari, 2006). L'importance de cette étape se manifeste notamment lors de l'étude des bases de données collectées dans des conditions difficiles ou non classiques, et durant une période assez longue (Falconer, 1989 ; Gouffinet et Elsen, 1984).

Au sujet de la dispersion des poids des chevreaux dans les conditions observées durant les 17 campagnes de suivi, une grande variabilité est, certes, toujours souhaitable dans les programmes d'amélioration génétique par la sélection. Cependant, dans le cas présent cette grande dispersion a plutôt manifesté un effet non génétique attribuable à la nature du milieu aride qui pouvait empêcher l'application des outils méthodologiques de la génétique quantitative lors de la distinction entre effets héréditaires et effets non génétiques.

La variabilité la plus importante au niveau de la dispersion a été observée pour les valeurs élevées ; les poids les plus légers ont été plus homogènes. Quant aux faibles performances, il s'agissait d'un comportement général chez la population rustique en conditions d'élevage défavorables. L'amplitude de la dispersion a augmenté avec l'âge : dès trois mois, la

Tableau II : Analyse de la variance des poids aux âges types de 945 chevreaux locaux tunisiens /// *Analysis of variance of weights at standard ages of 945 local Tunisian caprine kids*

Facteur de variation	DDL	Poids (kg) aux âges types (jours)						
		1 jr	10 jrs	30 jrs	60 jrs	90 jrs	120 jrs	150 jrs
Année de naissance	15	**	**	**	**	**	**	**
Sexe	1	**	**	**	**	**	**	**
Année \times sexe	15	*	*	*	NS	*	NS	NS
R^2		0,71	0,63	0,63	0,68	0,73	0,73	0,81

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; NS: $p > 0,05$; R^2 : coefficient de détermination /// * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; NS: $p > 0,05$; R^2 : coefficient of determination

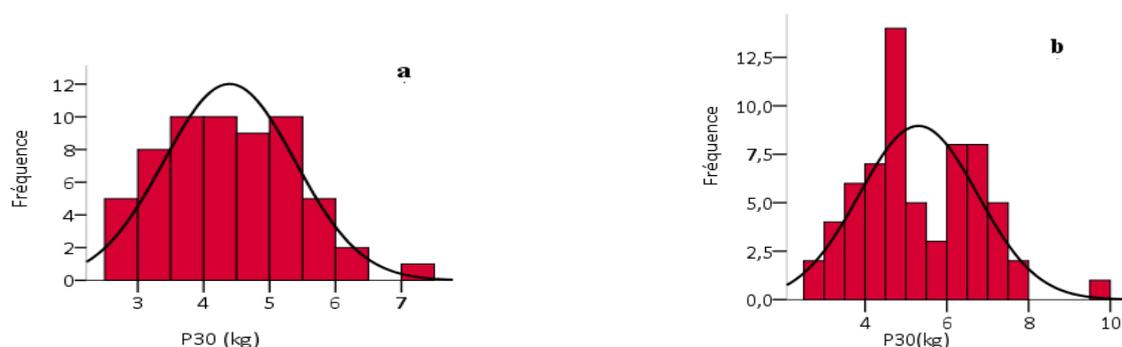


Figure 4 : Répartition des poids des chevreaux locaux tunisiens à 30 jours ; a) au cours d'une année pluvieuse (1999) ; b) au cours d'une année sèche (2011) /// *Weight distribution of local Tunisian caprine kids at 30 days; a) during a rainy year (1999); b) during a dry year (2011)*

marge de variation des poids est devenue considérable et la différence entre les maximums et les minimums a dépassé 15 kilogrammes. La dispersion des performances permet à elle seule d'estimer les problèmes qui peuvent se poser lors de l'application des procédures de prédiction des valeurs génétiques ou d'estimation des paramètres génétiques des candidats à la sélection. Par ailleurs, l'ajustement de la courbe de la cinétique de la croissance en fonction de l'âge pourrait rencontrer des difficultés de convergence avec de telles dispersions.

Paramètres statistiques et marges de variation des poids aux âges types

Dans les programmes de sélection des cheptels lactants, les critères de sélection comprennent généralement les poids aux âges types (naissance, 10, 30, 60, 90 jours...) et les gains moyens quotidiens, ce qui impose l'étude de leur distribution. Nos résultats ont montré l'importance de la marge de variation des phénotypes réalisés durant 17 campagnes de suivi dans des conditions arides très irrégulières. Par exemple, le maximum du poids à la naissance (3,95 kg) a été supérieur à la moyenne des poids à 10 jours (3,1 kg) et au minimum des poids à 60 jours (3,34 kg). Les résultats montrent que la période de croissance peut être scindée en deux phases qui tiennent compte de la variabilité observée des phénotypes. Dans la phase qui va de la naissance à trois mois, les différences entre les performances individuelles sont aisément observables ce qui favorise la mise au point des procédures de sélection classiques. Dans la deuxième phase, lorsque le chevreau est âgé de plus de trois mois, l'aridité du milieu empêche l'expression complète des génotypes, surtout des meilleurs ; ainsi tous les candidats ne réalisent que des performances comparables imposées par la rareté des ressources.

Sources de variation des performances de croissance

L'année de naissance s'est révélée avoir un effet très significatif ($p < 0,01$) sur le poids des chevreaux dès la naissance jusqu'à 150 jours d'âge. Cette différence entre les années est attribuée principalement aux variations pluviométriques, surtout pour un élevage qui repose pour une grande partie de son alimentation sur le parcours. L'effet très significatif de l'année de naissance sur les performances de croissance a également été rapporté par Goffinet et Elsen (1984). Le climat méditerranéen se caractérise par des grandes fluctuations climatiques inter- et intra-années qui affectent les ressources pastorales, et ainsi les aptitudes productives des animaux. En effet, l'état des parcours affecte directement la croissance à travers la disponibilité des fourrages et indirectement par le biais de la production laitière de la mère lactante ; notons que dans le système d'élevage local du Sud tunisien les chevreaux sont sous la mère jusqu'à l'âge du sevrage estimé à six mois. Ces fluctuations s'observent plus fortement dans le cas des élevages extensifs et surtout lorsque la base de données comporte plusieurs années de suivi. L'oscillation des performances, attribuée à l'année, caractérise non seulement l'environnement naturel aride et ses irrégularités, mais aussi les variations d'autres facteurs climatiques (température, humidité de l'air...) ainsi que les variations de la conduite et de la disponibilité en aliments de complément. Tous ces facteurs peuvent agir positivement ou négativement sur l'expression des génotypes des chevreaux (Najari, 2005).

Le sexe des chevreaux a présenté un effet significatif sur les performances étudiées. Dès la naissance et jusqu'à l'âge de 150 jours, les mâles ont été significativement plus lourds et ont gagné du poids plus rapidement. L'écart de poids entre les mâles et les femelles s'est rallongé en faveur des mâles à mesure que les animaux devenaient plus âgés, avec une différence de 0,29 kg à la naissance et de 1,59 kg à cinq mois. Ces avantages de croissance des chevreaux mâles enregistrés dans notre étude étaient comparables à ceux relevés pour d'autres races caprines (Goffinet et Elsen, 1984). Toutefois, Rashidi et al. (2015) rapportent que le sexe des chevreaux n'a pas d'effet sur le poids corporel

et le taux de croissance jusqu'à 90 jours d'âge. Le dimorphisme sexuel en faveur des mâles pour la croissance corporelle trouvé dans ce travail est une caractéristique commune exprimée pour les mammifères dans les populations domestiquées. Ce dimorphisme est présent tout au long de la vie des chevreaux mais il augmente proportionnellement de la naissance à l'âge adulte pour atteindre environ 35 kg chez la femelle et 55 kg chez le mâle (Najari, 2005).

Distribution des poids aux âges types

La distribution des poids illustre, outre les potentialités génétiques, les impacts des restrictions environnementales des milieux arides. Les tests appliqués sur les performances des 945 chevreaux ont rejeté l'hypothèse de la normalité pour la plupart des performances, surtout celles réalisées après l'âge d'un mois. Ces résultats confirment que la croissance des chevreaux paraît plus conforme aux hypothèses de la génétique quantitative pour les jeunes âges où les phénotypes suivent la forme gaussienne de la distribution. Pour illustrer les effets du milieu aride sur les paramètres statistiques des critères de sélection, il est utile de voir le changement de la distribution des classes de poids en fonction des facteurs du milieu qui affectent le plus les génotypes. Il est bien connu que le facteur année représente une source de variation des performances des animaux élevés sur parcours. Pour cette raison nous avons analysé la nature de la distribution en fonction des années d'étude. La distribution change considérablement d'une année à l'autre pour refléter l'expression des génotypes dans des conditions différentes de pluviométrie. Pendant une année favorable, les performances enregistrées suivent une distribution normale confirmée par les tests de normalité (Kolmogorov et Shapiro-Wilk). Durant l'année 2011 à faible pluviométrie, les poids des chevreaux ont présenté une distribution particulière expliquée par le fait que les chevreaux performants ont été incapables d'extérioriser leur supériorité. Par conséquent, le milieu aride a réduit les performances de la population caprine locale et a limité l'expression de quelques génotypes très productifs.

Cette situation de variabilité mérite d'être approfondie pour contrecarrer ses impacts dans le cadre de l'amélioration génétique de cette population. Une telle distribution obtenue dans des conditions restrictives remet en question la nature réelle du déterminisme génétique des phénotypes. Le principe d'additivité de Falconer (1989), qui considère la performance comme une résultante cumulative des effets des phénotypes et du milieu, est clairement vérifié dans notre cas en raison de l'effet limitant du milieu aride.

■ CONCLUSION

Les caprins de la région de Médenine au sud-est de la Tunisie sont de petit gabarit. Leurs performances pondérales sont similaires à celles connues des races locales caprines élevées dans les régions chaudes à ressources restreintes et irrégulières. Le poids faible et le petit format sont considérés comme les conséquences de l'adaptation de la population caprine locale aux conditions de son environnement.

Les performances de croissance des chevreaux ont varié fortement sous les effets de facteurs comme le sexe et l'année de naissance. Les résultats ont souligné l'importance de l'action qualitative du milieu aride sur les phénotypes animaux des candidats à la sélection. En effet, la rareté des ressources et l'irrégularité des conditions environnementales conduisent à des phénotypes qui révèlent des spécificités à prendre en compte par le sélectionneur. Les hypothèses de la génétique quantitative ne sont vérifiées que chez les caprins les plus jeunes et lors d'années favorables. Dans ces cas, les géniteurs disposent de conditions favorables à l'expression de leurs potentialités génétiques ce qui rend possible l'application des procédures de la génétique quantitative. Cependant, lorsque les chevreaux dépassent trois mois d'âge ou lors d'années de disette,

la base de données des performances paraît difficilement ajustable par les approches classiques d'estimation et de prédiction. Dans de telles situations, les géniteurs paraissent, surtout les meilleurs, incapables d'exprimer leurs potentialités génétiques, lesquelles deviennent comparables à celles de caprins ayant des potentialités héréditaires plus faibles. La conception d'un modèle qui prévoit l'effet inhibiteur de l'environnement sur l'expression des génotypes s'avère dès lors indispensable pour expliquer de pareilles situations. En fait, l'application des méthodologies classiques sans tenir compte de telles spécificités risque de sélectionner contre les animaux les plus performants et les mieux adaptés à la fois.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent que l'étude a été menée sans conflit d'intérêts.

Déclaration des contributions des auteurs

AA a participé à la conception et à la planification de l'étude, collecté et interprété les données, construit leur analyse, rédigé la première version et les versions successives du manuscrit. MJC a contribué à poser la problématique et participé à la rédaction de l'article. MA a réalisé et organisé les enquêtes de terrain. SN a participé à l'interprétation des données d'enquête, à leur mise en forme et à la rédaction de l'article.

Summary

Atoui A., Carabaño M.J., Abdennebi M., Najari S. Weights of caprine kids of the local Southern Tunisian population under arid conditions: Impacts during selection process

The nature and distribution of quantitative phenotypes represent a basic knowledge for the application of genetic methodologies in domestic animal selection plans. To illustrate the action of non-genetic factors of aridity on the phenotypic distribution of individual growth performance of caprine kids of the local population reared under restrictive and irregular conditions, 945 kids from 285 female goats and 19 male goats, born during the period 1998–2014, were studied by analyzing weight distributions up to 150 days of age. The weight dispersion represented a collective expression of the genotypes of the kids under the study conditions with variations due to both genetic and environmental effects. The assumption of normality was only confirmed at 10 days and 30 days of age when kids were mainly fed under the mother and were not directly dependent on dry land feed resources. In an unfavorable year, the recorded performance followed a particular distribution explained by the fact that performing kids were unable to externalize their superiority. Therefore, the dry land environment reduced the performance of the local goat population. In addition, it limited the expression of some highly productive genotypes. The specificity of the action of the arid environment calls for an in-depth study to adjust the selection methods to the conditions of the restrictive environments and of the adapted genetic groups.

Keywords: goat, livestock systems, growth, selection, environmental factors, Tunisia

REFERENCES

- Atoui A., Carabaño M.-J., Diaz C., Najari S., 2019. Genetic analysis of live weight of local kids to promote genetic evaluations in the arid areas of Tunisia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **1** (10): 1-14, doi: 10.1007/s11250-019-02081-z
- Dekkers J., 2002. Models for genetic analysis of longitudinal data. University of Guelph, Canada
- Falconer D.S., 1989. Introduction to quantitative genetics. Longman, Essex, UK, 438 p.
- Goffinet B., Elsen J.-M., 1984. Critères optimaux de sélection : quelques résultats généraux. *Genet. Sel. Evol.*, **16** (3): 307-318, doi: 10.1186/1297-9686-16-3-307
- Najari S., 2005. Caractérisation zootechnique et génétique d'une population caprine. Cas de la population caprine locale des régions arides tunisiennes. Thèse Doct., Institut national agronomique, Tunis, Tunisie, 214 p.
- Najari S., 2006. Typologie de la chèvre locale dans les régions arides tunisiennes. Institut des régions arides, Médenine, Tunisie, 250 p.
- Rashidi A., Mokhtari M.-S., Gutiérrez J.-P., 2015. Pedigree analysis and inbreeding effects on early growth traits and greasy fleece weight in Markhoz goats. *Small Rum. Res.*, **124** (10): 1–8, doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.12.011
- Zhang C., Yang L., Shen Z., 2008. Variance components and genetic parameters for weight and size at birth in the Boer goat. *Livest. Sci.*, **115** (1): 73-79, doi: 10.1016/j.livsci.2007.06.008

Resumen

Atoui A., Carabaño M.J., Abdennebi M., Najari S. Peso de los cabritos de la población local Sud tunecina en condiciones de aridez: impactos durante procedimientos de selección

La naturaleza y la distribución de los fenotipos cuantitativos representan un conocimiento de base para la aplicación de metodologías genéticas en los programas de selección de los animales domésticos. Con el fin de ilustrar la acción de los factores no genéticos de la aridez sobre la distribución fenotípica de los rendimientos individuales de crecimiento de los cabritos de la población local, criados en condiciones restrictivas e irregulares, 945 cabritos provenientes de 285 cabras y 19 machos cabríos, nacidos durante el período 1998–2014, fueron estudiados mediante el análisis de las distribuciones de pesos hasta 150 días de edad. La dispersión de los pesos representó una expresión colectiva de los genotipos de los cabritos bajo las condiciones del estudio, con variaciones debidas a la vez a los efectos genéticos y ambientales. La hipótesis de la normalidad fue verificada únicamente para las edades de 10 días a 30 días, cuando los cabritos se encontraban sobre todo alimentados bajo la madre y no eran directamente dependientes de los recursos alimenticios del trayecto árido. Durante un año desfavorable, los rendimientos registrados siguieron una distribución particular explicada por el hecho de que los cabritos con mayor rendimiento fueron incapaces de exteriorizar su superioridad. Consecuentemente, el medio árido redujo los rendimientos de la población caprina local. Por otro lado, limitó la expresión de algunos genotipos fuertemente productivos. Esta especificidad de la acción del medio árido incita a una profundización indispensable para ajustar los métodos de selección a las condiciones de los medios restrictivos y de grupos genéticos adaptados.

Palabras clave: caprino, sistemas pecuarios, crecimiento, selección, factores ambientales, Túnez

Quelques caractéristiques morphométriques et de reproduction des taureaux de race Brune de l'Atlas en Algérie

Abdelkrim Yahimi ^{1*} Nadia Djellata ¹ Christian Hanzen ²

Mots-clés

Bovin, taureau Brun de l'Atlas, libido, scrotum, Algérie

Submitted: 8 July 2020
Accepted: 11 March 2021
Published: 30 June 2021
DOI: 10.19182/remvt.36363

Résumé

L'étude décrit les paramètres morphométriques et de reproduction, et leurs facteurs d'influence chez 249 taureaux de race Brune de l'Atlas âgés de $15,3 \pm 3,7$ mois et pesant $165,7 \pm 50,7$ kg en moyenne. Les hauteurs au garrot, périmètres thoraciques et circonférences scrotales ont été respectivement de $110,8 \pm 8,5$ cm, $137,2 \pm 13,2$ cm et $25,5 \pm 3,7$ cm. En ce qui concerne la libido, 12,8 % des taureaux n'en ont présentée aucune et chez 22,1 % d'entre eux elle s'est avérée excellente. Les moyennes des variables étudiées en fonction de la classe d'âge ont présenté une évolution normale et progressive d'une classe à l'autre, bien que des variations très nettes aient été constatées concernant les valeurs moyennes de l'âge (AgeM), de la hauteur au garrot (HGM) et de la circonférence scrotale (CSM) à l'échelle de la ferme. Nos résultats ont également identifié des corrélations très significatives ($p < 0,0001$) entre les valeurs moyennes du tour de poitrine (TPM), de la HGM, de la CSM, et celles du poids (PoidsM) et de AgeM. De même, le modèle linéaire utilisé a montré un coefficient de détermination (R^2) très fort entre TPM, CSM, et âgeM (0,83) et PoidsM (0,62). En revanche, il a été très faible ($R^2 = 0,35$) entre HGM, et AgeM et PoidsM. L'analyse de la variance des paramètres en fonction de la ferme et des classes d'âge a montré un effet très significatif ($p < 0,0001$) sur l'ensemble de l'effectif et la classe 12–18 mois. Concernant la libido, un effet significatif des scores 2 et 3 pour la classe d'âge 12–18 mois a été constaté.

■ Comment citer cet article : Yahimi A., Djellata N., Hanzen C., 2021. Some morphometric and reproductive characteristics of Brown Atlas bulls in Algeria. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 74 (2): 127-134, doi: 10.19182/remvt.36363

■ INTRODUCTION

La population bovine locale algérienne se compose d'une seule race, la Brune de l'Atlas. Elle représente 48 % du cheptel national, estimé à 300 000 vaches laitières (Soukehal, 2013), mais n'assure que 20 % de la production (Bencharif, 2001). Comparé à des races exotiques comme la Ndama (Coulomb, 1976), la Bourgou (Gbangboche et Alkoiret, 2011) et aux autres races de références (Angus, Simmental,

Herford, Charolais), le bovin local est caractérisé par une production laitière très faible estimée en moyenne à 595 kilogrammes par lactation (Yakhlef et al., 2002).

La Brune de l'Atlas s'est bien adaptée au climat, au relief et aux ressources alimentaires des différentes régions du pays. Cette adaptation s'est cependant traduite par des différences de taille et de couleur de la robe en Algérie, gris foncé dans les zones forestières, blanchâtre dans les zones préforestières (figures 1 et 2). Certaines études ont caractérisé la taille (1,05 à 1,2 m) et le poids (250 à 400 kg) des adultes mâles et femelles (Bouzebda-Afri et al., 2007). Les capacités de reproduction des taureaux Bruns de l'Atlas ainsi que les facteurs morphométriques susceptibles de les influencer ont été très peu décrits. Pourtant, cette étape préliminaire est essentielle pour une utilisation plus rationnelle de ces taureaux car leurs capacités dépendent de l'âge, du poids, de la taille et de la circonférence scrotale (Alexander, 2008 ; Fordyce et al., 2014 ; Hanzen, 2016).

1. Institut des sciences vétérinaires, Laboratoire des biotechnologies liées à la reproduction animale, BP 270, route de Soumaa, Univ Blida I, Algérie.

2. Université de Liège, Faculté de médecine vétérinaire, Département de gestion vétérinaire des ressources animales, 4000 Liège, Belgique.

* Auteur pour la correspondance
Email : yahimi72@yahoo.fr



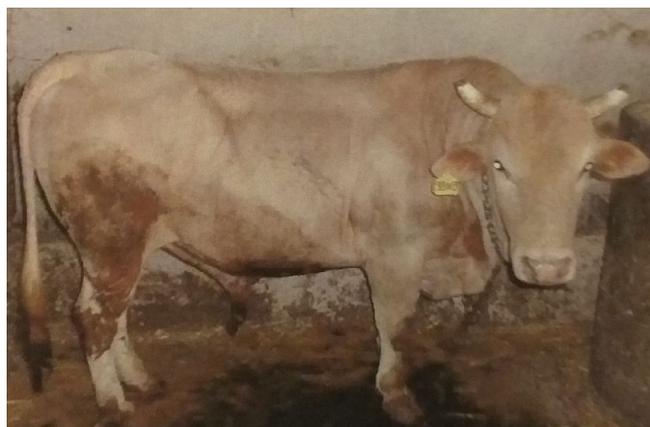


Figure 1 : Bovin de race Brune de l'Atlas à la robe gris foncé, zones forestières d'Algérie /// *Brown Atlas cattle with dark gray coat, forest areas of Algeria*



Figure 2 : Bovin de race Brune de l'Atlas à la robe blanchâtre, zones préforestières d'Algérie /// *Brown Atlas cattle with a whitish coat, preforest areas of Algeria*

Classiquement, les taureaux de reproduction sont évalués sur la base de trois paramètres : la libido, la circonférence scrotale et la qualité du sperme (Alexander, 2008 ; Barth, 2018). La libido influence les caractéristiques du sperme (Ahmad et al., 2005 ; Barth, 2018) et dépend de facteurs génétiques, environnementaux (Petherick, 2005) et sociaux (Orgeur et Signoret, 1990).

La circonférence scrotale est un bon indicateur de la production quotidienne de sperme notamment chez les jeunes taureaux (McGowan et al., 2002 ; Coulter et Foote, 1979 ; Alexander, 2008). Une valeur minimale de 30 cm (Hopkins et Spitzer, 1997) voire de 32–33 cm chez les taureaux de grande taille (Simmental, Angus, Maine-Anjou) (Kasari et al., 1996) a été recommandée. Une étude récente (Rahmani et al., 2019) rapporte des circonférences scrotales de 13,7 et 33,5 cm chez des taureaux Bruns de l'Atlas respectivement âgés de 3 mois et 38–48 mois. Le présent travail a eu pour objectif de décrire la taille, le poids, la libido et la circonférence scrotale de 249 taureaux de race Brune de l'Atlas, âgés de 8 à 32 mois, et de caractériser les relations entre ces facteurs.

■ MATERIEL ET METHODES

Données générales

L'étude réalisée en 2016 et 2017 a concerné 249 taureaux dans 40 fermes situées dans les régions montagneuses de Bouïra et Médéa, caractérisées par un climat méditerranéen chaud l'été et très froid l'hiver. Dans les fermes sélectionnées, l'élevage est de type traditionnel, avec des troupeaux de petite taille (moins de 10 têtes par élevage), et un recours assez rare aux soins et produits vétérinaires. En été, les animaux séjournent dans des pâturages naturels. En période hivernale, l'alimentation est composée d'aliments concentrés (grains de maïs, soja, son de blé et vitamines) et de foin. L'aliment est distribué deux fois par jour. Dans les troupeaux, la monte est le plus souvent libre.

L'âge des animaux a été déterminé d'après la date de naissance renseignée par l'éleveur ou, à défaut, par l'examen de la dentition de l'animal. Le poids corporel (PV) a été estimé à partir de la mesure du périmètre thoracique (PT) en utilisant la formule de Crevat : $(PV = 80 \times PT^3)$ (Marmet, 1983). Le périmètre thoracique a été mesuré avec un ruban métrique placé en arrière des épaules et la hauteur au garrot avec une toise.

La circonférence scrotale a été déterminée de la manière suivante (Hanzen, 2016) : « une fois le contenu scrotal palpé, les testicules sont positionnés fermement au fond des bourses testiculaires en appliquant

une main au niveau des cordons testiculaires en évitant de placer un doigt entre les testicules. La pression ainsi exercée ne doit pas être excessive pour éviter un écartement anormal des testicules. Un mètre ruban est ensuite placé autour du plus grand diamètre des testicules et serré de manière telle qu'il assure un simple contact avec le scrotum ». Cette technique a été réalisée après une bonne contention de l'animal.

« La libido consiste en la réaction de l'animal en présence d'une femelle en chaleurs. On déterminera le nombre de montes réalisées pendant une période de 15 à 20 minutes. Si au bout de cette période, aucune voire une seule monte a été effectuée, on peut estimer la libido comme faible. Elle est considérée comme moyenne si 2 à 3 montes ont été réalisées et comme excellente si ce nombre est égal ou supérieur à 4 » (Hanzen, 2016).

Analyses statistiques

Les données récoltées ont été analysées avec le logiciel XLSTAT (vers. 2016.02.28451). Les variables quantitatives, moyennes, écarts-types et valeurs extrêmes ont été calculées pour les 249 taureaux, ainsi que pour les classes d'âge 8–11 mois, 12–18 mois et 24–30 mois. Une analyse de la variance a été appliquée pour déterminer l'effet de l'âge moyen (AgeM) et du poids moyen (PoidsM) sur l'évolution de la valeur moyenne des variables suivantes : hauteur au garrot (HGM), tour de poitrine (TPM) et circonférence scrotale (CSM) à l'échelle de la ferme. Ensuite, une analyse de variance a été réalisée pour déterminer la relation entre l'évolution de la circonférence scrotale (variable à expliquer) en fonction de l'âge, du tour de poitrine, de la hauteur au garrot, du poids vif des animaux, de la libido et de la ferme (variables explicatives), suivie d'une analyse de la relation de l'âge et du poids moyen avec la hauteur au garrot, le tour de poitrine et la circonférence scrotale par ferme. Afin d'étudier l'effet ferme et la relation entre libido et taille de la circonférence scrotale, plusieurs tests de comparaisons multiples ont été réalisés : test de Tukey, méthode REGWQ et test de Dunnett. Le seuil d'erreur retenu a été de 5 %.

■ RESULTATS

Les résultats descriptifs des paramètres morphométriques des 249 taureaux âgés de $15,4 \pm 3,9$ mois ont révélé des valeurs moyennes du poids, de la circonférence scrotale, de la hauteur au garrot et du périmètre thoracique, respectivement de $165,7 \pm 50,7$ kg, $25,5 \pm 3,7$ cm, $110,8 \pm 8,5$ cm et $136,9 \pm 13,1$ cm (tableau I). L'évaluation de la libido a montré une majorité (65,5 %) de scores moyens. La classe d'âge

24–30 mois a montré une ardeur sexuelle très élevée (67,8 %) par rapport aux autres classes d'âge.

Pour ce qui est de l'évolution de la HGM, de la CSM et de l'âge au niveau de chaque ferme, des variations marquées ont été constatées (figures 3, 4, 5) notamment au niveau des fermes 28, 29 et 7 où l'âge

moyen était supérieur à 19 mois, avec respectivement des HGM de 115,9, 106 et 115,4 cm, et des CSM de 24, 23 et 25 cm.

En revanche, pour un AgeM de 16,6 mois dans les fermes 1 et 27, une HGM de plus de 119 cm a été enregistrée. D'une manière générale, les valeurs moyennes des différents paramètres par ferme ont été plus

Tableau 1 : Paramètres morphométriques et libido selon la classe d'âge des taureaux Bruns de l'Atlas en Algérie /// *Morphometric parameters and libido according to age class of Brown Atlas bulls in Algeria*

Variable	Effectif total (n = 249)			8–11 mois (n = 16)			12–18 mois (n = 205)			24–30 mois (n = 28)		
	Moy ET	Min	Max	Moy ± ET	Min	Max	Moy ± ET	Min	Max	Moy ± ET	Min	Max
CS (cm)	25,49 ± 3,7	14,5	35,0	18,5 ± 3,3	14,5	22,0	25,4 ± 2,7	15,5	32,0	29,9 ± 3,7	21,5	35,0
Age (mois)	15,29 ± 3,8	8,0	30,0	9,3 ± 1,3	8,0	11,0	14,5 ± 1,7	12,0	18,0	24,1 ± 1,3	23,0	30,0
TP (cm)	136,9 ± 13,1	109,0	172,0	123,2 ± 11,9	109,0	142,0	136,6 ± 11,6	117,0	172,0	149,6 ± 13,8	126,0	172,0
HG (cm)	110,8 ± 8,5	90,0	135,0	101,5 ± 6,3	90,0	107,0	111,1 ± 8,2	96,0	135,0	114,2 ± 8,3	99,5	127,0
Poids (kg)	165,7 ± 50,7	75,0	300,0	92,8 ± 14,0	75,0	120,0	164,1 ± 45,4	75,0	300,0	219,2 ± 43,1	140,0	275,0
Libido	Score	N	%	Score	N	%	Score	N	%	Score	N	%
	1	32	12,8	1	11	68,8	1	17	8,3	1	4	14,3
	2	162	65,5	2	5	31,2	2	152	74,1	2	5	17,9
	3	55	22,1	3	–	–	3	36	17,6	3	19	67,8

Moy ± ET : moyenne ± écart-type ; Max : maximum ; Min : minimum ; CS : circonférence scrotale ; TP : tour de poitrine ; HG : hauteur au garrot ; Score 1 = faible, 2 = moyen, 3 = excellent /// *Moy ± ET: mean ± standard deviation; Max: maximum; Min: minimum; CS: scrotal circumference; TP: chest circumference; HG: height at withers; Score 1 = poor, 2 = average, 3 = excellent*

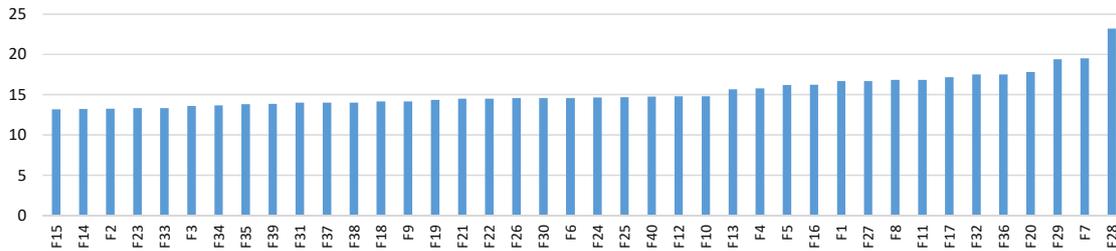


Figure 3 : Age moyen (mois) des taureaux Bruns de l'Atlas dans 40 fermes algériennes /// *Mean age (months) of Brown Atlas bulls in 40 Algerian farms*

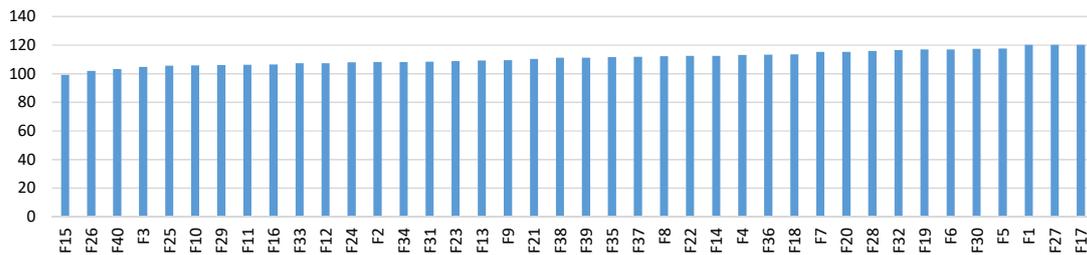


Figure 4 : Hauteur au garrot moyenne (cm) des taureaux Bruns de l'Atlas dans 40 fermes algériennes /// *Mean height at withers (cm) of Brown Atlas bulls in 40 Algerian farms*

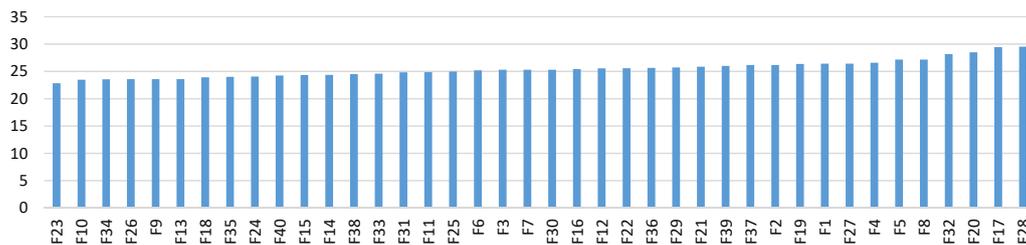


Figure 5 : Circonférence scrotale moyenne (cm) des taureaux Bruns de l'Atlas dans 40 fermes algériennes /// *Mean scrotal circumference (cm) of Brown Atlas bulls in 40 Algerian farms*

ou moins proches. Concernant la relation entre la libido et la CSM, celle-ci était égale à 23,4 cm, 25,6 cm et 26,3 cm respectivement pour les taureaux dont la libido était faible (score 1), moyenne (score 2) et excellente (score 3).

Concernant les interactions entre les mensurations (TPM, HGM, CSM), et AgeM et PoidsM par ferme, le modèle linéaire généralisé a mis en évidence un effet principal ($p < 0,001$) (tableau II) de ces mensurations, des interactions entre TPM, HGM et PoidsM ($p < 0,001$), et entre AgeM, CSM et PoidsM ($p < 0,5$). En revanche, nous n'avons pas observé d'interaction entre HGM et AgeM par ferme ($p = 0,61$).

L'analyse de la variance sur l'effectif global (249) et pour les groupes 8–11 mois, 12–18 mois et 24–30 mois a donné des coefficients de détermination multiple (R^2) respectivement de 0,75, 0,51, 0,71 et 0,85 (tableau III). Le coefficient de détermination plus proche de 1 révèle

l'existence d'une plus forte variabilité entre les sujets étudiés. Les analyses de la variance sur l'effectif total (249) et sur la classe d'âge (12–18 mois) ont montré une relation très significative ($p < 0,0001$) entre l'évolution de la circonférence scrotale selon l'âge, le poids vif, et les scores 2 et 3 de la libido (tableau IV). En revanche, aucun effet n'a été observé pour les classes d'âge 8–11 mois et 24–30 mois.

S'agissant des variations de la moyenne de la circonférence scrotale en fonction des fermes, le test de Tukey HSD (*honestly significantly different*) réalisé par couple de fermes n'a pas permis de relever de différences entre les fermes. Les mêmes conclusions ont été constatées avec la méthode REGWQ et le test de Dunnett bilatéral. Concernant la relation entre la libido et la circonférence scrotale, une différence significative ($p < 0,05$) pour les taureaux présentant un score de 2 et 3 a été observée, notamment pour la classe (12–18 mois) (tableau IV), mais pas pour le score 1.

Tableau II : Interactions des paramètres morphométriques avec l'âge et le poids moyens par ferme chez des taureaux Bruns de l'Atlas en Algérie (régression linéaire) /// *Interactions of morphometric parameters with the mean age and weight by farm in Brown Atlas bulls in Algeria (linear regression)*

Variable	DDL	REP	t	P	Equation	R ²	
TPM	Interaction	1	93,126	24,62	< 0,0001	TPM = 93,12+0,77AgeM+0,19PoidsM	0,83
	AgeM	1	0,779	2,27	0,0290		
	PoidsM	1	0,19	8,13	< 0,0001		
HGM	Interaction	1	95,056	19,16	< 0,0001	HGM = 95,05-0,22AgeM+0,11PoidsM	0,35
	AgeM	1	-0,226	-0,50	0,6175		
	PoidsM	1	0,116	3,75	0,0006		
CSM	Interaction	1	16,421	12,95	< 0,0001	CSM = 16,44+0,30AgeM+0,02PoidsM	0,62
	AgeM	1	0,305	2,66	0,0114		
	PoidsM	1	0,026	3,33	0,002		

DDL : degré de liberté ; REP : résultats estimés des paramètres ; t : test de Student ; TPM : moyenne du tour de poitrine ; HGM : moyenne de la hauteur au garrot ; CSM : moyenne de la circonférence scrotale /// *DDL: degree of freedom; REP: estimated results of the parameters; t: Student t test; TPM: mean chest circumference; HGM: mean height at withers; CSM: mean scrotal circumference*

Tableau III : Evolution de la circonférence scrotale de l'effectif total de taureaux Bruns de l'Atlas en fonction de la classe d'âge en Algérie /// *Evolution of the scrotal circumference of the total number of Brown Atlas bulls according to age class in Algeria*

	DDL	SdC	MdC	R ²	F	P > F
Effectif total (249)						
Modèle	45	2582,53	57,39	0,753	13,72	< 0,0001
Erreur	203	848,85	4,182			
Total corrigé	248	3431,38				
Classe d'âge 8–11 mois (n = 16)						
Modèle	5	88,34	17,66	0,515	2,12	0,145
Erreur	10	83,09	8,30			
Total corrigé	15	171,43				
Classe d'âge 12–18 mois (n = 205)						
Modèle	45	1125,40	25,00	0,715	8,85	< 0,0001
Erreur	159	448,84	2,82			
Total corrigé	204	1574,24				
Classe d'âge 24–30 mois (n = 28)						
Modèle	21	314,67	14,98	0,848	1,59	0,292
Erreur	6	56,25	9,37			
Total corrigé	27	370,93				

DDL : degré de liberté ; SdC : somme des carrés ; MdC : moyennes des carrés ; R² : coefficient de détermination ; F : test de Fisher /// *DDL: degree of freedom; SdC: sum of squares; MdC: mean of squares; R²: coefficient of determination; F: Fisher test*

Tableau IV : Relation de la circonférence scrotale des taureaux Bruns de l'Atlas avec des paramètres morphométriques et la libido en fonction de l'âge et de la ferme en Algérie /// *Relationship of the scrotal circumference of Brown Atlas bulls with morphometric parameters and libido in relation to age and farm in Algeria*

	Valeur	ES	t	P > t	BI (95 %)	BS (95 %)
Effectif total (n = 249)						
Constante	14,021	2,865	4,894	< 0,0001	8,372	19,670
Age	0,236	0,055	4,305	< 0,0001	0,128	0,345
TP	-0,009	0,020	-0,475	0,635	-0,048	0,029
HG	-0,008	0,023	-0,363	0,717	-0,053	0,037
Poids	0,044	0,006	7,968	< 0,0001	0,033	0,055
Libido-1	0,000	0,000	–	–	–	–
Libido-2	2,199	0,449	4,898	< 0,0001	1,314	3,084
Libido-3	2,877	0,630	4,565	< 0,0001	1,634	4,120
Classe d'âge 8–11 mois (n = 16)						
Constante	213,640	89,393	2,390	0,038	14,459	412,820
Age	0,824	1,127	0,731	0,482	-1,687	3,334
TP	0,821	0,401	2,047	0,068	-0,073	1,715
HG	-2,320	1,044	-2,223	0,050	-4,646	0,005
Poids	-0,655	0,311	-2,107	0,061	-1,347	0,038
Libido-1	0,000	0,000	–	–	–	–
Libido-2	-24,712	12,458	-1,984	0,075	-52,469	3,045
Classe d'âge 12–18 mois (n = 205)						
Constante	15,615	2,812	5,552	< 0,0001	10,061	21,170
Age	-0,053	0,111	-0,473	0,637	-0,272	0,167
TP	0,031	0,019	1,657	0,100	-0,006	0,069
HG	-0,031	0,021	-1,485	0,140	-0,072	0,010
Poids	0,040	0,005	7,402	< 0,0001	0,029	0,050
Libido-1	0,000	0,000	–	–	–	–
Libido-2	1,870	0,480	3,899	0,000	0,923	2,817
Libido-3	2,350	0,658	3,572	0,000	1,050	3,649
Classe d'âge 24–30 mois (n = 28)						
Constante	16,327	38,210	0,427	0,684	-77,169	109,823
Age	0,911	1,296	0,703	0,508	-2,259	4,082
TP	0,029	0,208	0,139	0,894	-0,480	0,538
HG	-0,104	0,021	-0,252	0,810	-1,111	0,904
Poids	0,002	0,005	0,021	0,984	-0,236	0,240
Libido-1	0,000	0,000	–	–	–	–
Libido-2	-2,763	6,915	-0,400	0,703	-19,683	14,157
Libido-3	2,131	4,437	0,480	0,648	-8,725	12,987

TP : tour poitrine ; HG : hauteur au garrot ; ES : erreur standard ; t : test t de Student ; BI : borne inférieure ; BS : borne supérieure /// TP: chest circumference; HG: height at withers; ES: standard error; t: Student t test; BI: lower limit; BS: upper limit

■ DISCUSSION

Les données morphométriques (hauteur au garrot, poids, âge, tour de poitrine) et de reproduction (circonférence scrotale, qualité de la libido) ont permis de relever de nettes variations d'un animal à l'autre. Les taureaux Bruns de l'Atlas font partie des taureaux de petite taille. Leur taille moyenne ($110,9 \pm 8,6$ cm) enregistrée à un âge moyen de $15,4 \pm 3,9$ mois est caractéristique des races locales bien adaptées à des conditions et un environnement particuliers (Couix et al., 2016). Elle est très nettement inférieure aux tailles des taureaux adultes Angus (144 cm) ou Limousins (137 cm, Bene et al., 2007). Les différences de conformation et de taille des races sont liées généralement à la valeur génétique et au type d'alimentation distribué (FAO, 2013).

Dans notre suivi, les moyennes des paramètres étudiés par classe d'âge ont montré une évolution cohérente où la hauteur au garrot, le tour de poitrine, la circonférence scrotale et le poids ont suivi un développement normal lié à l'âge. L'accroissement de ces paramètres a été observé de façon plus nette chez les jeunes que chez les adultes suivant ainsi l'allure curvilinéaire de la courbe de croissance (Delage et al., 1955). Leurs valeurs restent cependant éloignées de celles des taureaux d'autres races standards. Ces différences s'expliquent par le caractère spécifique de cette race, sa rusticité et son adaptation au milieu et aux conditions climatiques, qui fondent son originalité.

Les valeurs obtenues étaient cependant inférieures à celles observées en Algérie chez 196 taureaux Bruns de l'Atlas, âgés de 12 à 48 mois (121 cm, Rahmani et al. 2020) ou sur des taureaux Ndama au

Congo-Brazzaville (115 cm, Akouango et al., 2010). Agés de 22 mois, leur poids moyen (212 kg) s'est avéré inférieur à celui observé chez les taureaux Borgou au Bénin (300 kg) âgés de 36 mois (Dehoux et Hounsou, 1993). Ces deux caractères, notamment la hauteur au garrot et le poids, sont des indicateurs indirects de production et des conditions d'élevage (FAO, 2013).

Concernant le périmètre thoracique, une valeur moyenne de 136,9 ± 13,1 cm a été constatée. Cette valeur a varié de 123,2 cm à 8–11 mois à 149,6 cm à 24–30 mois, montrant un développement très distinctif avec une différence de plus de 20 cm, suivant les lois générales de la croissance (Coulomb, 1976). La valeur du périmètre thoracique dans notre étude a été inférieure à celles observées en Algérie chez des taureaux Bruns de l'Atlas âgés de plus de 24 mois (155 cm, Rahmani et al., 2020) et Ndama âgés de plus de 36 mois (158 cm, Akouango et al., 2014). Les âges moyens différents mais aussi les conditions d'élevage et d'alimentation ne sont sans doute pas étrangers aux différences observées. D'une manière générale, tous les paramètres (tour de poitrine, hauteur au garrot, poids et circonférence scrotale) ont enregistré une évolution progressive en fonction de l'âge, témoignant de l'absence de rupture dans les apports alimentaires selon les saisons.

Concernant les variations des valeurs moyennes de la hauteur au garrot, l'âge et la circonférence scrotale, les représentations graphiques ont montré des différences plus ou moins nettes d'une ferme à l'autre. Une HGM de 120 cm et une CSM de plus de 26 cm pour un âge moyen de plus de 15 mois dans la ferme 27 ont été constatées, alors que dans la ferme 1, la HGM était de moins de 120 cm et la CSM de moins de 25 cm pour un âge moyen de plus de 20 mois. Ces variations sont généralement dépendantes des conditions d'élevage, de la génétique et des objectifs tracés par les éleveurs.

L'augmentation de la circonférence scrotale était particulièrement notable entre la première et la deuxième classe d'âge (plus 6,5 cm), ce qui s'expliquait par l'accélération du développement testiculaire chez les jeunes taureaux. La circonférence scrotale est un paramètre essentiel de l'évaluation de la capacité de reproduction des taureaux (Chenoweth, 2010). Elle est corrélée au volume du parenchyme testiculaire et donc à la production de spermatozoïdes de qualité. Notre valeur observée était comparable à celles rapportées pour des taureaux de taille semblable : 22,7 cm a été observée chez des taureaux de race Ndama d'un poids moyen de 151 kg (Akouango et al., 2010). Des valeurs de 29,75 ± 3,18 cm, 27,5 ± 2,12 cm et 28,02 ± 2,23 cm ont été mentionnées respectivement pour des taureaux *Bos indicus* de race Borgou, Azawak (Akpo et al., 2018) et Aceh (Dasrul et al., 2020). Une valeur moyenne de 25,9 cm a été observée chez des taureaux de race Brune de l'Atlas âgés de 12–18 mois par Rahmani et al. (2019). Ces différentes circonférences scrotales sont en revanche bien inférieures à celles de taureaux Brangus et Nelore âgés de 12 à 36 mois (respectivement 37,6 et 35,2 cm) (Hartmann et al., 2018). La circonférence scrotale dépendait de l'âge mais également du poids de l'animal. De semblables corrélations ont également été observées chez différentes races de taureaux en Australie (Fordyce et al., 2014). La circonférence scrotale dépend également de la race mais aussi de son alimentation à un âge et dans un environnement donné (Schramm et al., 1989 ; Parkinson, 2004 ; Akouango et al., 2010 ; Fordyce et al., 2014). Ainsi, en Australie, une circonférence minimale de 34 à 35 cm a été recommandée pour différentes races de *Bos taurus* (Fordyce et al., 2014). Selon Chenoweth et al. (2010), les valeurs de la relation entre la circonférence scrotale et l'âge devraient être idéalement supérieures à 34 cm et 39 cm, respectivement à 15 et 24 mois. Une valeur moyenne minimale de 30 cm a été recommandée au Canada pour des taureaux âgés de 12–30 mois ; cette valeur pouvant être différente selon la race (Coulter et al., 1987). Selon Fordyce et al. (2014), des taureaux de races tempérées élevés en milieu tropical peuvent présenter une circonférence inférieure à celle de taureaux de même race élevés

en milieu tempéré. Par ailleurs, ces auteurs insistent sur le fait qu'une circonférence inférieure à 20 cm est probablement due à une mesure erronée. Une prédiction acceptable de la circonférence scrotale à partir du poids a été observée lorsque le poids des taureaux était compris entre 250 et 750 kg. L'alimentation exerce un effet dès la période pré-pubertaire (Barth et al., 2008 ; Kastelic et Thundathil, 2008).

L'évaluation de la libido constitue également un important paramètre d'évaluation de la capacité de reproduction d'un taureau. Plus de 12 % des taureaux étudiés présentaient un manque de libido. Un problème semblable a été rapporté chez la Ndama (Moupandza et al., 2013). Une mauvaise gestion de l'élevage (suivi sanitaire, alimentation) influence fortement le développement normal des paramètres de reproduction ou morphométriques dans les fermes de cette race. La libido dépendrait aussi de la génétique, de l'alimentation, des conditions climatiques et de l'état de santé de l'animal. Par ailleurs, les taureaux de race laitière présenteraient une libido plus précoce et plus importante que les taureaux de race à viande (Dumont, 1997). Plus elle est manifestée et meilleure serait la fertilité (Birkner et al., 1984).

■ CONCLUSION

Cette étude a permis de préciser les caractéristiques morphométriques et de reproduction des taureaux de la race locale algérienne Brune de l'Atlas. Malgré des conditions d'élevage difficiles, les taureaux ont présenté des caractères morphologiques acceptables ainsi que des capacités de reproduction qui se traduisaient par un temps de monte rapide, une bonne libido et une circonférence scrotale satisfaisante. Ils présentaient néanmoins des différences par rapport aux standards des races bovines, comparables en terme de gabarit et le plus souvent étudiées.

Les données décrites dans la présente étude constituent une première étape à l'élaboration d'une base de données nationale qui devrait permettre de mieux appréhender les facteurs génétiques, alimentaires ou environnementaux susceptibles d'en être responsables. La prise en compte systématique de ces résultats par les responsables de santé permettrait de mieux identifier les animaux aptes à la reproduction.

Déclaration des contributions des auteurs

AY a participé à la conception et à la planification de l'étude, a récolté et analysé les données, et a participé à la rédaction du manuscrit ; ND a participé à la révision critique du document ; CH a participé à la conception et à la planification de l'étude, à l'interprétation des résultats et à la rédaction de la première version.

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

REFERENCES

- Ahmad M., Asmat M., Rehman N., 2005. Relationship of testicular size and libido to age and season in Sahiwal bulls. *Pakistan Vet. J.*, **25** (2): 67
- Akouango F., Ngokaka C., Ewomango P., Kimbembe E., 2010. Caractérisation morphométrique et reproductive des taureaux et vaches N'Dama du Congo. *Anim. Gen. Res.*, **4**: 41-47, doi: 10.1017/S2078633610000688
- Akouango P., Mopoundza P., Ewomango R., 2014. Etude des mensurations des bovins de race Ndama (*Bos taurus*) dans les pâturages naturels semi inondés de la ferme d'Abo au Congo-Brazzaville. *J. Anim. Plant Sci.*, **20** (3): 3137-3143
- Akpo Y., Mehouenou C.G.L., Yessinou R.E., Alkoiret Traore I., Kpodekon M.T., 2018. Evaluation de la qualité des semences issues des taureaux de races Borgou, Azawak et Girolando utilisés au Centre national d'insémination artificielle bovine au Bénin. *Ann. Univ. Parakou*, **8**: 13-21
- Alexander J.H., 2008. Bull breeding soundness evaluation: A practitioner's perspective. *Theriogenology*, **70**: 469-472, doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.05.030

- Barth A.D., 2018. The use of bull breeding soundness evaluation to identify sub fertile and infertile bulls. *Animal*, **12** (s1): s158-s164, doi: 10.1017/S1751731118000538
- Barth A.D., Ominski K.H., 2000. The relationship between scrotal circumference at weaning and at one y of age in the beef bull. *Can. Vet. J.*, **40**: 541-546
- Barth A.D., Brito L.F.C., Kastelic J.P., 2008. The effect of nutrition on sexual Development of bulls. *Theriogenology*, **70**: 485-94, doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.05.031
- Bencharif A., 2001. Stratégies des acteurs de le filières lait en Algérie : état des lieux et problématiques. In: Les filières et marchés du lait en méditerranée. Montpellier (France), CIHEAM, *Options Mediter., Sér. B*, **32** : 25-45
- Bene S., Nagy B., Nagy L., Kiss B., Polgar J.P., Szabo F., 2007. Comparison of body measurements of beef cows of different breeds. *Arch. Anim. Breed.*, **50** (4): 363-373, doi: 10.5194/aab-50-363-2007
- Birkner J.E., Garcia Vinent J.C., Alberio R.H., Butler H., 1984. The effect of Hereford bull libido on the conception rate of heifers over a 21-day breeding period. *Rev. Argentina Prod. Anim.* **4** : 1149-1155
- Bouzebda-Afri F., Bouzebda Z., Bairi A., Franck M., 2007. Etude des performances bouchères dans la population bovine locale dans l'est algérien. *Sci. Technol. C. Biotechnol.*, **26**: 89-97
- Chenoweth P.J., Hopkins F.M., Spitzer J.C., Larsen R.E., 2010. Guidelines for using the bull breeding soundness evaluation form. *Clin. Theriogenol.* **2** (1): 43-50
- Couix N., Gaillard C., Lauvie A., Mugnier S., Verrier E. 2016. Des races localement adaptées et adoptées, une condition de la durabilité des activités d'élevage. *Cah. Agric.*, **25** (6): 650009, doi: 10.1051/cagri/2016052
- Coulomb J., 1976. N'Dama cattle breed. Some zootechnic characteristics. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, **29** (4): 367-380, doi: 10.19182/remvt.8005
- Coulter G.H., Foote R.H., 1979. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to productive traits in cattle: a review. *Theriogenology*, **11**: 297-311, doi: 10.1016/0093-691X(79)90072-4
- Coulter G.H., Mapletoft R.J., Kozub G.C., Cates W.F., 1987. Scrotal circumference of two-year-old bulls of several beef breeds. *Theriogenology* **27**: 485-91, doi: 10.1016/0093-691X(87)90236-6
- Dasrul D., Wahyuni S., Sugito S., Hamzah A., Zaini Z., Haris A., Gholib G., 2020. Correlation between testosterone concentrations with scrotal circumference, and semen characteristics in Aceh bulls. EDP Sciences, Paris, France, doi: 10.1051/e3sconf/202015101015
- Dehoux J.P., Hounsou-Ve G., 1993. Productivité de la race bovine Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au Nord-Est du Bénin. *Rev. Mond. Zootech.*, **74** (75): 36-48
- Delage J., Poly J., Vissac B., 1955. Etude de l'efficacité relative des diverses formules de barymétrie applicables aux bovins. *Ann. Zootech.*, **4** (3): 219-231, doi: 10.1051/animres:19550305
- Dumont P., 1997. Appréciation de la fonction sexuelle du taureau reproducteur. *Point Vet.*, **28**: 1617-1628
- FAO. 2013. Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. Directives FAO sur la production et la santé animales **11**, FAO, Rome, Italie, 151 p.
- Fordyce G., McGowan M.R., Lisle A., Muller T., Allen J., Duff C., Burns B.M., 2014. Scrotal circumference of Australian beef bulls. *Theriogenology*, **81** (6): 805-812, doi: 10.1016/j.theriogenology.2013.12.020
- Gbangboche A.B., Alkoiret T.I., 2011. Reproduction et production de lait des bovins de race Borgou et N'dama au Bénin. *J. Appl. Biosci.*, **46**: 3185-3194
- Hanzen C., 2015-2016. In : La propédeutique de l'appareil reproducteur et l'examen du sperme des ruminants. Service de Thériogenologie des animaux de production, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège
- Hartmann W., Pereira J.F.S., Grochoski T.R., Fazzano C.J., Bach R.A. 2018. comparative andrologic evaluation between nellore and brangus bulls. *Rev. Eletrôn. Biociênc., Biotecno. Saúde*, **11** (22): 34-42
- Hopkins F.M., Spitzer J.C., 1997. The new Society for Theriogenology breeding soundness evaluation system. *Vet. Clin North America: Food Anim. Pract.* **13** (2): 283-293, doi: 10.1016/S0749-0720(15)30341-8
- Kasari T.H., Wikse S.E., Jones R., 1996. Utilisation de taureaux d'un an dans les élevages de bovins de boucherie. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vét.*, **18**: 1244-1253
- Kastelic J.P., Thundathil J.C., 2008. Breeding soundness evaluation and semen analysis for predicting bull fertility. *Reprod. Domest. Anim.*, **43**: 368-373, doi : 10.2527/2003.812395x
- Marmet R. 1983. La connaissance du bétail : Les bovins. Tome 1. Lavoisier, Cachan, France, 187 p.
- McGowan M.R., Bertram J.D., Fordyce G., Fitzpatrick L.A., Miller R.G., Jayawardhana G.A., Doogan V.J., et al., 2002., Bull selection and use in northern Australia. 1. Physical traits. *Anim. Reprod. Sci.*, **71** (1-2): 25-37, doi: 10.1016/S0378-4320 (02)00023-4
- Moupandza P., Akouango P., Ngatse S.D., Ngokaka C., 2013. State of the fertility and reproductive efficiency of the herd of Ndama bulls and cows in Abo farms (Congo Brazzaville), *J. Appl. Biosci.*, **64**: 4839-4846., doi: 10.4314/jab.v64i1.88473
- Orgeur P., Signoret J.P., 1990. L'activité sexuelle du taureau : revue bibliographique. *Prod. Anim.*, **3** (4): 235-242, doi : 10.20870/productions-animales.1990.3.4.4382
- Parkinson T.J., 2004. Evaluation of fertility and infertility in natural service bulls. *Vet. J.* **168**: 215-29, doi: 10.1016/j.tvjl.2003.10.017
- Petherick J.C., 2005. Animal welfare issues associated with extensive livestock production: The northern Australian beef cattle industry. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **92**(3): 211-234, doi: 10.1016/j.applanim.2005.05.009
- Rahmani M.M., Hamiroune M., Hammadi M., Fatnassi M., Lamia D., Berber A., 2019. Etude des relations entre circonférence scrotale, testostérone sérique et âge chez des bovins mâles bruns de l'Atlas en Algérie. *Livest. Res. Rural Dev.*, **31**: 12
- Rahmani M.M., Hamiroune M., Berber A., 2020. Caractérisations morphologique et biométrique de bovins mâles Bruns de l'Atlas en Algérie. *Livest. Res. Rural Dev.* **32**: 2
- Schramm R.D., Osborne P.I., Thayne W.V., Wagner W.R., Inskip E.K., 1989. Phenotypic relationships of scrotal circumference to frame size and body weight in performance-tested bulls. *Theriogenology*, **31** (3): 495-504, doi: 10.1016/0093-691X(89)90234-3
- Soukehal A., 2013. Communications sur la filière laitière. In : Colloque La sécurité alimentaire : quels programmes pour réduire la dépendance en céréales et lait ? Alger, Algérie, 8 avr 2013
- Yakhlef H., Madani T., Abbache N. 2002. Biodiversité importante pour l'agriculture : cas des races bovines, ovines, caprines et camelines. MATE-GEF/PNUD, 43 p.

Summary

Yahimi A., Djellata N., Hanzen C. Some morphometric and reproductive characteristics of Brown Atlas bulls in Algeria

The study describes the morphometric and reproductive parameters, and their influencing factors in 249 Brown Atlas bulls with an average age of 15.3 ± 3.7 months and a weight of 165.7 ± 50.7 kg. The height at withers, thoracic perimeter and scrotal circumference were 110.8 ± 8.5 cm, 137.2 ± 13.2 cm and 25.5 ± 3.7 cm, respectively. Among the bulls, 12.8% did not show any libido, in 22.1% of them it was excellent. The averages of the variables studied according to the age class showed a normal and progressive evolution from one class to another. Although, there were marked variations in the mean values of age (AgeM), height at withers (HGM) and scrotal circumference (CSM) at farm level. Our results also identified highly significant correlations ($p < 0.0001$) between the mean values of chest circumference (TPM), HGM, CSM, and those of weight (PoidsM) and age (AgeM). Similarly, the linear model used showed a very high coefficient of determination (R^2) between TPM, CSM, and AgeM (0.84) and PoidsM (0.62). On the other hand, it was very low ($R^2 = 0.35$) between HGM, and AgeM and PoidsM. The analysis of variance of the parameters according to the farm and the age classes showed a highly significant effect ($p < 0.0001$) on the whole population and the 12–18-month class. Regarding libido, a significant effect of scores 2 and 3 for the 12–18-month age class was found.

Keywords: cattle, Brown Atlas bulls, libido, scrotum, Algeria

Resumen

Yahimi A., Djellata N., Hanzen C. Algunas características morfológicas y de reproducción de los toretes de raza Parda del Atlas en Argelia

El estudio describe los parámetros morfológicos y de reproducción, y los factores influyentes, en 249 toretes de raza Parda del Atlas, con edad promedio de $15,3 \pm 3,7$ meses y con un peso de $165,7 \pm 50,7$ kg. Las alturas a la cruz, los perímetros torácicos y las circunferencias escrotales fueron respectivamente de $110,8 \pm 8,5$ cm, $137,2 \pm 13,2$ cm y $25,5 \pm 3,7$ cm. En lo que concierne la libido, 12,8% de los toretes no presentaron ninguna y en 22,1% de ellos fue excelente. Los promedios de las variables estudiadas en función de la clase de edad presentaron una evolución normal y progresiva de una clase a la otra. Aunque, se constataron variaciones muy netas concernientes a los valores promedios de edad (AgeM), de la altura a la cruz (HGM) y de la circunferencia escrotal (CSM) a nivel de la finca. Nuestros resultados identificaron igualmente correlaciones muy significativas ($p < 0,0001$) entre los valores promedio de la circunferencia del pecho (TPM), de la HGM, de la CSM, y del peso (PoidsM) y de la edad (AgeM). Igualmente, el modelo lineal utilizado mostró un coeficiente de determinación (R^2) muy fuerte entre TPM, CSM, y AgeM (0,83) y PoidsM (0,62). En cambio, fue muy débil ($R^2 = 0,35$) entre HGM, y AgeM y PoidsM. El análisis de varianza de los parámetros en función de la finca y de las clases de edad mostró un efecto muy significativo ($p < 0,0001$) sobre el conjunto del efectivo y de la clase 12–18 meses. Concerniente a la libido, se observó un efecto significativo de puntuaciones 2 y 3 para la clase de edad 12–18 meses.

Palabras clave: ganado bovino, toro Parda del Atlas, líbido, escroto, Argelia