



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Chadli Bendjedid El-Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département science vétérinaire



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Sciences Vétérinaires (Médecin Vétérinaire)

THEME

La cétose subclinique chez la vache laitière : Evaluation du profil métabolique post-partum dans la région d'El-Tarf

Présenté par : FERDJANI Mohammed El Tayeb

Comité d'évaluation :

Encadrante : Dr Haou Abir, Maître de Conférences A — UCBET El-Tarf

Présidente : Dr Toumi Abir, Maître de Conférences A — UCBET El-Tarf

Examineur : Dr Saoudi Hani, Maître de Conférences A — UCBET El-Tarf

Année universitaire 2025 – 2026

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Dieu le Tout-Puissant de m'avoir accordé la force, la santé et la patience nécessaires à l'accomplissement de ce travail.

J'exprime toute ma gratitude et mes sincères remerciements à Madame Haou Abir, Maître de Conférences au Département des Sciences Agronomiques de l'Université Chadli Bendjedid El-Tarf, pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire, pour sa disponibilité, ses précieux conseils scientifiques et son suivi rigoureux tout au long de la réalisation de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également aux membres du jury qui ont bien voulu examiner et évaluer ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude aux éleveurs des exploitations visitées dans les communes de Bouhadjar et de Besbes (wilaya d'El-Tarf), qui ont mis à notre disposition leurs troupeaux et nous ont facilité l'accès à leurs fermes, sans lesquels cette étude n'aurait pas pu se réaliser.

Mes remerciements vont également à tous les enseignants de l'Institut des Sciences Vétérinaires qui ont contribué à ma formation, ainsi qu'à mes camarades de promotion pour leur soutien et leur solidarité.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACE

À mes très chers parents, qui ont tout sacrifié pour mon éducation et ma réussite, qui n'ont jamais cessé de m'encourager et de croire en moi, sans votre amour inconditionnel et vos prières, rien de tout cela n'aurait été possible. Ce travail est le vôtre.

À mes frères et sœurs, pour leur soutien moral et leur présence à mes côtés dans les moments difficiles.

À tous mes amis et collègues de promotion, pour les bons souvenirs partagés tout au long de ces années d'études.

À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à ma formation et à mon épanouissement académique et professionnel.

FERDJANI Mohamed El Tayeb

LISTE DES ABREVIATIONS

Tableau — : Liste des abréviations utilisées dans ce mémoire

Abréviation	Signification
AcAc	Acétoacétate
ACVL	Acétonémie subclinique de la vache laitière
BCS	Body Condition Score (Score d'état corporel)
BHB	Béta-hydroxybutyrate
CNIFL	Comité National Interprofessionnel du Fruit et Légume
DA	Dinars Algériens
FG	Flushing Glucosé
IFA	Indice de Fertilité Apparent
IV-IF	Intervalle Vêlage – Insémination Fécondante
IV-V	Intervalle inter-Vêlage
ML B17	Aliment Complémentaire pour Bovins – UAB Annaba 2
mmol/L	Millimoles par litre
Moy	Moyenne
ET	Écart-type
n	Effectif
NS	Non Significatif
S	Significatif
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TR1I	Taux de Réussite à la 1ère Insémination
UAB	Unité Agro-alimentaire de Bovin (Annaba)
μmol/L	Micromoles par litre
VL	Vache Laitière

LISTE DES TABLEAUX

Tableau — : Liste des tableaux

N° Tableau	Titre	Page
01	Prévalence de la cétose subclinique dans plusieurs études à travers le monde	6
02	Description des quatre exploitations étudiées	15
03	Régimes alimentaires des quatre exploitations	17
04	Profil métabolique post-partum général des vaches laitières (n=83)	21
05	Profil métabolique post-partum selon la race	23
06	Profil métabolique post-partum selon la parité	25
07	Profil métabolique post-partum selon le stade de lactation	27
08	Profil métabolique post-partum selon la quantité de lait journalière	29
09	Profil métabolique post-partum selon le régime alimentaire	31
10	Profil métabolique post-partum selon la taille du troupeau	33

LISTE DES FIGURES

Tableau — : Liste des figures

N° Figure	Titre	Page
01	Bandelettes PortaBHB® Milk Ketone Test (PortaCheck Inc., NJ, USA)	14
02	Échelle de lecture colorimétrique des bandelettes PortaBHB®	14
03	Prélèvement du lait par flacon au moment de la traite	15
04	Collecte d'urine spontanée pour analyse par bandelette	15
05	Bandelette urinaire multi-paramètres et son échelle de lecture	16
06	Vue intérieure d'une exploitation en stabulation entravée (Ferme El-Firdous, Besbes)	13
07	Vue intérieure d'une exploitation en stabulation libre (commune de Bouhadjar)	13
08	Balles d'ensilage enrubannées stockées dans l'exploitation (Régime 2)	17
09	Sacs de concentré industriel (UAB Annaba 2, ML B17, code 3788)	17
10	Distribution du BHB laitier, de l'acétonurie et de la glucosurie (profil général)	22
11	Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la race	24
12	Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la parité	26
13	Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon le stade de lactation	28
14	Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la quantité de lait	30
15	Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon le régime alimentaire	32
16	Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la taille du troupeau	34

RESUME

Dans le cadre d'une étude épidémiologique transversale visant à diagnostiquer la cétose subclinique en période post-partum, 83 vaches laitières appartenant à quatre races (Montbéliarde n=46, Holstein n=22, Fleckvieh n=11 et Normandie n=4), âgées de 2 à 8 ans, ont été suivies dans quatre exploitations privées des communes de Bouhadjar et Besbes, wilaya d'El-Tarf, durant la période allant de mai à juin 2026.

Les paramètres évalués étaient le BHB laitier (bandelette PortaBHB® Milk Ketone Test, PortaCheck Inc., seuil ≥ 200 $\mu\text{mol/L}$), l'acétonurie et la glucosurie (bandelette urinaire multi-paramètres). Le taux moyen de BHB laitier s'est établi à $129,76 \pm 38,95$ $\mu\text{mol/L}$ (min 70 – max 250). La prévalence de la cétose subclinique définie par $\text{BHB} \geq 200$ $\mu\text{mol/L}$ était de 12,05 % (10/83). L'acétonurie positive (traces à faibles : 1–1,5 mmol/L) concernait 24,10 % des animaux (20/83). La glucosurie était nulle pour l'ensemble de la population étudiée (0/83).

L'analyse par facteur a révélé que la race Montbéliarde présentait la prévalence la plus élevée (BHB+ : 17,4 % ; acétone+ : 32,6 %), suivie de la Holstein (BHB+ : 9,1 % ; acétone+ : 22,7 %). Les vaches multipares étaient significativement plus touchées que les primipares (BHB+ : 13,3 % vs 0 %). Les stades précoces (≤ 60 j) et intermédiaires (121–180 j) de lactation montraient les taux d'atteinte les plus élevés. Aucune relation significative n'a été observée pour le glucose urinaire, resté négatif dans la totalité des cas.

Ces résultats soulignent la pertinence de l'utilisation des bandelettes laitières PortaBHB® comme outil de dépistage pratique et économique en conditions d'élevage locales, et confirment la nécessité d'une gestion rigoureuse de la transition nutritionnelle péri-partum chez la vache laitière dans la région d'El-Tarf.

Mots clés : vache laitière, cétose subclinique, BHB laitier, acétonurie, glucosurie, bandelette PortaBHB, El-Tarf, Algérie.

ملخص

بقرة 83 في إطار دراسة وبائية مقطعية تهدف إلى تشخيص الكيتوزية تحت الإكلينيكية في فترة ما بعد الولادة، خضعت 2، تتراوح أعمارها بين (4 :، والنورماندي 11 :، الفليكية 22 : رأساً، الهولشتاين 46 : المونتبليرد) حلوب من أربع سلالات سنوات، للمتابعة في أربع مزارع خاصة في بلديتي بوحجار والبسباس، ولاية الطارف، خلال الفترة الممتدة من مايو 8 و 2026 إلى يونيو.

، PortaCheck Inc. لاختبار الكيتونات في الحليب، ®PortaBHB شرائط الحليب BHB : تمثلت المعلومات المقيّمة في BHB بلغ متوسط (شرائط بولية متعددة المعلومات)، والأسيتون البولي، والجلوكوز البولي (لتر/ميكرومول ≥ 200 بعتبة بلغ معدل انتشار الكيتوزية تحت (250 الحد الأقصى – 70 الحد الأدنى) لتر/ميكرومول 129.76 ± 38.95 الحليب إيجابية (20/83) من الحيوانات 24.10% أظهرت (10/83) 12.05% (لتر/ميكرومول $BHB \geq 200$) الإكلينيكية (0/83) في حين كان الجلوكوز البولي سلبياً لجميع الحيوانات (لتر/ملمول 1.5–1 : آثار إلى ضعيف) للأسيتون البولي.

؛ +؛ أسيتون 17.4% (BHB+) كشف التحليل حسب العوامل المختلفة أن سلالة المونتبليرد سجلت أعلى معدلات الإصابة تأثرت الأبقار متعددة الولادات بشكل أكبر مقارنةً (22.7% ؛ +؛ أسيتون 9.1% (BHB+)، تليها الهولشتاين (32.6% 121–180) والمتوسطة (يوماً ≤ 60) أظهرت مراحل الرضاعة المبكرة (0% مقابل 13.3% (BHB+) بالأبقار البكر لم يُسجل أي جلوكوز في البول لدى أي حيوان. أعلى معدلات إصابة (يوماً

الحليب، أسيتون البول، جلوكوز البول، شرائط BHB ببقرة حلوب، كيتوزية تحت الإكلينيكية، :الكلمات المفتاحية
، الطارف، الجزائر PortaBHB

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie, le lait représente un produit alimentaire de première nécessité dans la ration quotidienne du citoyen. Pour couvrir ses besoins estimés à 4,5 milliards de litres par an, le pays demeure l'un des plus grands importateurs mondiaux de lait sous toutes ses formes, pour un montant avoisinant 1,2 milliard de dollars annuellement (CNIFL, 2022). L'amélioration de la production laitière nationale constitue dès lors un enjeu économique et stratégique majeur.

En élevage laitier, la période post-partum, également appelée « période de transition », est une phase physiologique critique qui conditionne les performances zootechniques et sanitaires de la vache laitière. Elle couvre les trois semaines qui précèdent et suivent le vêlage, période au cours de laquelle coexistent une demande énergétique maximale liée au pic de lactation et une capacité d'ingestion encore limitée (Enjalbert, 2017). Ce déséquilibre énergétique pousse l'animal à mobiliser ses réserves graisseuses, générant ainsi une accumulation de corps cétoniques dans l'organisme, situation connue sous le nom de cétose.

La cétose subclinique, forme inapparente mais la plus fréquente des troubles du métabolisme énergétique, se caractérise par une hypercétonémie sans signe clinique visible. Elle constitue un facteur de risque potentiel de nombreuses pathologies du post-partum (métrites, déplacements de caillotte, rétention placentaire) et entraîne des répercussions économiques significatives : baisse de la production laitière, dégradation de la qualité du lait, retard de la conception et augmentation du taux de réforme (Duffield et al., 2009 ; Aubadie et Ladrix, 2011).

Traditionnellement diagnostiquée par le dosage du béta-hydroxybutyrate (BHB) dans le sang, la cétose subclinique peut aujourd'hui être dépistée à moindre coût grâce à des outils pratiques tels que les bandelettes de dosage du BHB dans le lait (PortaBHB® Milk Ketone Test) et les bandelettes urinaires multi-paramètres permettant la détection simultanée de l'acétonurie et de la glucosurie. Ces techniques rapides et accessibles sont particulièrement adaptées aux conditions d'élevage locales algériennes.

Peu de données épidémiologiques sont disponibles en Algérie sur la prévalence de la cétose subclinique diagnostiquée par des marqueurs laitiers et urinaires. L'étude de Tlidi et al. (2004), réalisée dans les régions de Biskra et de Constantine, avait révélé une fréquence élevée des cétooses subcliniques (50 % des animaux) par dosage sanguin. Dans la région d'El-Tarf, les données restent très limitées.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude, réalisée dans les communes de Bouhadjar et de Besbes (wilaya d'El-Tarf), sur un effectif de 83 vaches laitières appartenant à quatre races, réparties dans quatre exploitations privées, entre mai et juin 2026. L'objectif

principal est d'évaluer le profil métabolique post-partum à travers trois marqueurs : le BHB laitier (PortaBHB®), l'acétonurie et la glucosurie, et d'analyser les facteurs de risque associés (race, parité, stade de lactation, quantité de lait, régime alimentaire, taille du troupeau).

Le présent travail s'articule autour de deux parties :

- La première partie constitue une synthèse bibliographique sur la cétose des vaches laitières : définition, physiopathologie, prévalence mondiale et algérienne, méthodes de diagnostic, facteurs de risque et impact économique.
- La seconde partie présente l'étude expérimentale conduite dans les conditions d'élevage locales de la région d'El-Tarf, avec les matériels et méthodes, les résultats obtenus, leur interprétation, la discussion et la conclusion.

CHAPITRE 01

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

La cétose est l'un des troubles métaboliques les plus fréquents et les plus coûteux en élevage laitier intensif à travers le monde. Responsable de pertes économiques importantes liées à la baisse de production et aux frais vétérinaires, elle touche principalement les vaches hautes productrices en début de lactation (Duffield et al., 2009). La forme subclinique, par définition inapparente, est la plus prévalente et nécessite des outils de dépistage spécifiques pour être détectée.

I. Définition

La cétose (ou acétonémie, acétose) se définit comme un trouble du métabolisme énergétique caractérisé par une accumulation anormale de corps cétoniques dans le sang (cétonémie), dans les tissus, dans le lait (acétolactie) et dans les urines (cétonurie). Les trois corps cétoniques principaux sont le béta-hydroxybutyrate (BHB), l'acétoacétate (AcAc) et l'acétone. Le BHB représente environ 70 à 80 % des corps cétoniques totaux et constitue le marqueur de référence (Andersson, 1988 ; Enjalbert et al., 2001).

Cliniquement, cette affection se traduit par un amaigrissement rapide, une diminution de l'appétit et de la production laitière, des troubles digestifs et parfois des manifestations nerveuses. Elle touche principalement les vaches de 3 à 8 ans en pleine production lactée et survient surtout dans les premières semaines post-partum (Bouزيد, 2024).

1.1. La cétose clinique

La cétose clinique est définie par une augmentation des corps cétoniques associée à des signes cliniques observables : abattement, anorexie, chute brutale de la production laitière, odeur cétonique de l'haleine. Un seuil de BHB sanguin de 2,9 mmol/L est souvent utilisé dans les études épidémiologiques pour délimiter la forme clinique, bien que des signes cliniques soient rarement présents en deçà de ce seuil (Berge et Vertenten, 2014). Sa prévalence moyenne est faible, rapportée entre 1,5 et 11,6 % selon les études et les critères diagnostiques utilisés (Vanholder et al., 2015 ; Fourichon et al., 2000).

1.2. La cétose subclinique

La cétose subclinique se définit par une élévation des concentrations sanguines en corps cétoniques ($\text{BHB} \geq 1,2 \text{ mmol/L}$ dans le sang) en l'absence de tout signe clinique (Andersson, 1988). C'est la forme la plus fréquente, avec une prévalence bien supérieure à la forme clinique. Elle est associée à de nombreuses répercussions négatives sur la santé et les performances : chute de production laitière, dégradation des taux de qualité, retard à la mise à la reproduction, risque accru de métrites, de déplacements de caillette et de mammites (Aubadie et Ladrix, 2011 ; McArt et al., 2012).

II. Importance économique et prévalences

II.1. Prévalences mondiales

La prévalence de la cétose subclinique varie considérablement selon les régions, les races, l'intensivité des élevages et les seuils diagnostiques utilisés. Le tableau 01 ci-dessous présente une synthèse non exhaustive des études de prévalence réalisées à travers le monde.

Tableau 01 : Prévalence de la cétose subclinique dans plusieurs études à travers le monde

Auteurs (année)	Pays	N vaches	Seuil BHB	Prévalence (%)
Suthar et al. (2013)	Allemagne	2.366	$\geq 1,2 \text{ mmol/L}$ sang	22,3
Seifi et al. (2011)	Iran	1.969	$\geq 1,2 \text{ mmol/L}$ sang	14,0
Saillard & Quemere (2013)	France	1.342	$\geq 1,2 \text{ mmol/L}$ sang	26,3
Philippe et al. (2012)	France	1.054	$\geq 1,2 \text{ mmol/L}$ sang	24,6 (PH*)
Oliveira et al. (2014)	France	490	$\geq 1,2 \text{ mmol/L}$ sang	27,6 (PH*) / 16 (Mo**)
Vanholder et al. (2015)	Belgique	855	$\geq 2,9 \text{ mmol/L}$ sang	11,6
Berge & Vertenten (2014)	Belgique	1.078	Clinique	1,5
Tlidjane et al. (2004)	Algérie	n.p.	Urine/Lait	50,0
Ammour (2024)	El-Tarf, Algérie	81	$\geq 2,5 \text{ mmol/L}$ sang	9,87
Présente étude (2026)	El-Tarf, Algérie	83	$\geq 200 \mu\text{mol/L}$ lait	12,05

PH* : Prim'Holstein ; Mo** : Montbéliarde ; n.p. : non précisé

II.2. Situation en Algérie

En Algérie, les données épidémiologiques sur la cétose subclinique demeurent parcellaires. L'étude pionnière de Tlidjane et al. (2004), réalisée dans deux régions bioclimatiques contrastées (Biskra, aride et Constantine, semi-aride), a révélé une prévalence élevée de 50 %

par dosage des corps cétoniques dans le lait et les urines. Cette prévalence élevée est attribuée à des déficits nutritionnels chroniques, à la sous-évaluation de la pathologie par les éleveurs et à l'absence de programmes de dépistage systématique. Plus récemment, dans la région d'El-Tarf, Ammour (2024) a rapporté une prévalence de 9,87 % par dosage du BHB sanguin (seuil $\geq 2,5$ mmol/L) sur 81 vaches laitières de deux exploitations.

III. Méthodes de détection de la cétose subclinique

III.1. Le BHB sanguin : référence standard

La mesure du BHB sanguin est considérée comme le « gold standard » pour le diagnostic de la cétose subclinique. Le seuil le plus couramment utilisé est de 1,2 mmol/L (Suthar et al., 2013). Des appareils portatifs comme le FreeStyle Optium H permettent une mesure rapide à partir de sang capillaire de la veine caudale, avec une bonne corrélation avec les méthodes enzymatiques de laboratoire.

III.2. Le BHB dans le lait

Le lait constitue une matrice de choix pour le dépistage en routine, car il est prélevé quotidiennement lors des traites. Les concentrations de BHB dans le lait sont environ 10 fois moins élevées que dans le sang (Enjalbert et al., 2001). La corrélation entre BHB laitier et BHB sanguin est satisfaisante ($R^2 = 0,66$; Enjalbert et al., 2001), ce qui justifie l'utilisation du lait comme matrice de dépistage pratique.

La bandelette PortaBHB® Milk Ketone Test (PortaCheck Inc., NJ, USA) est un test colorimétrique semi-quantitatif permettant d'estimer le BHB laitier avec une lecture à 4 niveaux : 0 (négatif), 50 $\mu\text{mol/L}$ (–), 100 $\mu\text{mol/L}$ ($\pm$), 200 $\mu\text{mol/L}$ (+) et 500 $\mu\text{mol/L}$ (++). Le seuil de positivité retenu dans la littérature scientifique pour la cétose subclinique par bandelette laitière est généralement ≥ 200 $\mu\text{mol/L}$ (PortaCheck Inc., 2023 ; Enjalbert et al., 2001).

III.3. L'acétone et l'acétoacétate dans les urines

L'acétone est le corps cétonique dont la concentration dans le lait est la mieux corrélée à celle du sang ($r = 0,96$; Enjalbert et al., 2001), contrairement au BHB qui est partiellement utilisé par la glande mammaire pour la synthèse des acides gras du lait. L'acétonurie est également un indicateur valable de la cétose : les concentrations urinaires en corps cétoniques sont supérieures aux concentrations sanguines, facilitant leur détection par bandelette colorimétrique. Le principal inconvénient réside dans la collecte aléatoire de l'urine (seulement 50 % des vaches urinent spontanément) (Enjalbert et al., 2001).

Les bandelettes urinaires multi-paramètres permettent la détection simultanée de l'acétonurie (seuil de positivité : ≥ 15 mg/dL soit 1,5 mmol/L), de la glucosurie et d'autres paramètres urinaires (sang, bilirubine, pH, densité, protéines, nitrites, leucocytes).

III.4. La glucosurie

Contrairement aux espèces monogastriques, la glucosurie chez la vache laitière est un phénomène rare. Elle est normalement absente car la glycémie bovine se situe entre 40 et 80 mg/dL (2,2 à 4,4 mmol/L), bien en dessous du seuil rénal de réabsorption du glucose. Son absence dans les urines est donc un résultat attendu et physiologiquement normal chez la vache laitière non pathologique (Mair et al., 2016 ; Johan et Davière, 2013). En revanche, une hyperglycémie associée à une glucosurie peut orienter vers une cétose de type 2, à distinguer de la cétose classique de type 1 (Mair et al., 2016).

La glycémie est négativement corrélée à la concentration sanguine en BHB (pente : -0,4 à -0,6 ; Tehrani-Sharif et al., 2012), mais elle reste dans les valeurs normales chez la plupart des vaches cétosiques, ce qui la rend peu fiable comme indicateur unique (Asl et al., 2011).

IV. Facteurs de risque de la cétose subclinique

IV.1. La race

La race constitue un facteur de risque bien documenté. Les vaches Prim'Holstein, sélectionnées pour de hauts niveaux de production laitière, présentent une prévalence de cétose subclinique généralement plus élevée que les Montbéliardes (Oliveira et al., 2014 ; Philippe et al., 2012). Les races mixtes à deux fins (lait et viande) comme la Fleckvieh ou la Normandie tendent à mobiliser moins leurs réserves graisseuses en début de lactation.

IV.2. La parité

Les vaches multipares, dont le pic de lactation est plus élevé que celui des primipares, sont globalement plus exposées à la cétose subclinique (Azzizi et al., 2015). En effet, la demande en énergie pour la production laitière est proportionnellement plus forte chez les vaches en 3^e lactation et au-delà.

IV.3. Le stade de lactation

La grande majorité des cétozes subcliniques survient dans les 60 premières jours post-partum, correspondant à la période de déficit énergétique maximal (Suthar et al., 2013). Cependant, des élévations du BHB peuvent également être observées à des stades plus tardifs si des erreurs alimentaires ou un stress persistent.

IV.4. La production laitière

Il existe une relation complexe entre la production laitière et le risque de cétose. Les hautes productrices sont théoriquement plus à risque car leur demande énergétique est plus élevée. Toutefois, la disponibilité en substrats glucoformateurs et la qualité de la ration peuvent moduler ce risque (Oliveira et al., 2014).

IV.5. L'alimentation et la gestion du troupeau

La qualité et la composition de la ration péri-partum sont des déterminants majeurs du risque cétoïque. Une ration riche en énergie fermentescible, bien équilibrée en fibres effectives et en protéines dégradables, permet de limiter l'intensité de la mobilisation graisseuse. À l'inverse, un excès d'embonpoint au vêlage (BCS > 3,5) prédispose à une mobilisation massive et rapide des réserves adipeuses, facteur aggravant (Hanzen et al., 2004 ; Mayne et al., 2002).

V. Impact économique

Chaque cas de cétose subclinique représente une perte économique estimée entre 100 et 300 euros par vache et par lactation, intégrant la baisse de production laitière, les frais de traitement et les coûts indirects liés aux pathologies associées (Duffield et al., 2009). À l'échelle d'un troupeau, l'impact peut être considérable, justifiant la mise en place de programmes de dépistage précoce.

CHAPITRE 02

MATERIELS ET METHODES

Introduction

Le dépistage de la cétose subclinique en routine nécessite des outils pratiques, rapides et adaptés aux conditions d'élevage. Notre étude a été conduite entre mai et juin 2026 dans quatre exploitations laitières privées des communes de Bouhadjar et de Besbes (wilaya d'El-Tarf), dans le but d'évaluer le profil métabolique post-partum de 83 vaches laitières à travers trois indicateurs cétoniques : le BHB laitier (bandelette PortaBHB®), l'acétonurie et la glucosurie (bandelette urinaire multi-paramètres).

I. Caractérisation de la région d'étude

I.1. Situation géographique

Notre étude a été menée dans la wilaya d'El-Tarf, située au nord-est de l'Algérie. Elle est délimitée au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la frontière tunisienne, à l'ouest par la wilaya d'Annaba et au sud par les wilayas de Guelma et Souk-Ahras. Les communes de Bouhadjar et Besbes, situées respectivement au nord-ouest et au centre de la wilaya, bénéficient d'un climat de type méditerranéen humide (subhumide à humide), caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et pluvieux, propice à l'élevage bovin laitier.

La région d'El-Tarf dispose d'un potentiel fourrager important (prairies naturelles, cultures fourragères, zones humides du Parc National d'El-Kala) et accueille un cheptel bovin relativement développé comparativement à d'autres wilayas algériennes. La période mai-juin, correspondant à la fin du printemps et au début de l'été, est marquée par l'assèchement progressif des pâturages et une transition alimentaire vers une ration plus sèche, contexte pouvant favoriser les déséquilibres métaboliques.

II. Mode d'élevage et population étudiée

II.1. Description des exploitations

L'étude a porté sur quatre exploitations laitières privées de tailles différentes, localées dans les communes de Besbes et Bouhadjar. Le tableau 02 présente les caractéristiques générales de chaque exploitation.

Tableau 02 : Description des quatre exploitations étudiées dans la wilaya d'El-Tarf

Paramètre	Exploitation 1 (El-Firdous)	Exploitation 2	Exploitation 3	Exploitation 4
Commune	Besbes	Bouhadjar	Bouhadjar	Bouhadjar
Taille (n vaches)	Moyen (15-50)	Moyen (15-50)	Grand (50-100)	Petit (5-15)
Type de stabulation	Entravée	Libre	Libre	Entravée/mixte
Type de bâtiment	Maçonnerie couverte	Charpente métallique	Charpente métallique	Structure traditionnelle
Sol	Béton lavé	Terre/litière paille	Sable/litière paille	Béton
Traite	Mécanique	Manuelle	Mécanique	Manuelle
Races présentes	Montbéliarde, Holstein	Montbéliarde, Fleckvieh	Holstein, Montbéliarde	Montbéliarde, Normandie
Régime alimentaire	Régime 1	Régime 2	Régime 2	Régime 3
n vaches incluses	26	23	26	8



Figure 06 : Vue intérieure de l'exploitation 1 (Ferme El-Firdous, Besbes) — stabulation entravée sur sol bétonné, avec traite mécanique



Figure 07 : Vue intérieure d'une exploitation en stabulation libre (charpente métallique, litière paille)

II.2. Population étudiée

L'étude a porté sur 83 vaches laitières âgées de 2 à 8 ans, réparties selon quatre races et deux statuts de parité, toutes en période post-partum au moment des prélèvements (entre 40 et 290 jours de lactation, dont une vache en période de tarissement exclue des analyses de production). Le stade de lactation moyen était de 119,3 jours ($\pm 57,1$ jours). La quantité de lait journalière moyenne des vaches en lactation était de 27,6 L/j (min 10 – max 40 L/j).

II.3. Alimentation

Trois types de régimes alimentaires ont été identifiés dans les exploitations visitées. Tous les animaux bénéficiaient d'un abreuvement ad libitum. La distribution des aliments était manuelle dans les quatre exploitations.

Tableau 03 : Régimes alimentaires des quatre exploitations étudiées

Régime	Exploitations	Fourrages	Concentré	Compléments	n vaches
Régime 1	Exploitation 1 (El-Firdous)	Foin de graminées, paille de céréales	UAB Annaba 2 ML B17 (50 kg) + son de blé	Minéraux, sel marin	26
Régime 2	Exploitations 2 et 3	Ensilage (balles enrubannées) + foin	UAB Annaba 2 ML B17 (50 kg)	Minéraux	49
Régime 3	Exploitation 4	Paille de céréales + son local	Mélange céréales maison (orge, maïs, son)	Non précisé	8

Le concentré industriel utilisé dans les régimes 1 et 2 est l'aliment complémentaire ML B17 (code 3788), fabriqué par l'Unité Agro-alimentaire de Bovins d'Annaba 2 (UAB Annaba 2 –

GAE, Annaba). Sa composition est la suivante : Maïs, Soja, Issues de meuneries, Phosphate, Calcaire, Sel, avec des suppléments vitaminiques A, E et D3.



Figure 08 : Balles d'ensilage enrubannées stockées dans l'exploitation (Régime 2, Bouhadjar)

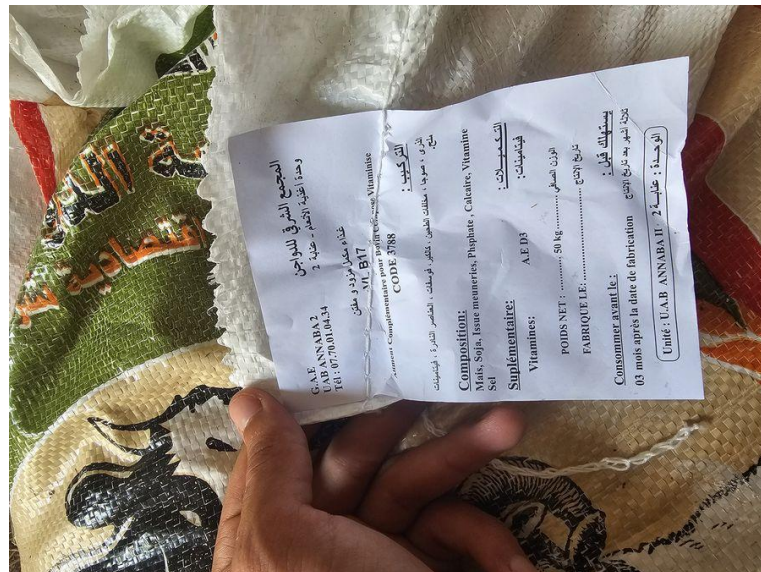


Figure 09 : Étiquette du concentré industriel UAB Annaba 2 — Aliment ML B17, code 3788 (Maïs, Soja, Issues meuneries, Phosphate, Calcaire, Vitamines A,E,D3)

II.4. Hygiène des exploitations

Les exploitations 1 et 3, disposant de sols bétonnés, pratiquaient un nettoyage au jet d'eau deux fois par jour (matin et soir). Les exploitations 2 et 4, en stabulation sur litière paille, effectuaient un renouvellement de litière au minimum une fois par semaine. Aucun programme de vaccination systématique n'était en place dans l'une ou l'autre des exploitations visitées.

III. Méthodes de prélèvement et d'analyse

III.1. Dosage du BHB dans le lait — Bandelette PortaBHB®

Le BHB laitier a été mesuré à l'aide des bandelettes PortaBHB® Milk Ketone Test (PortaCheck Inc., NJ, USA — boîte de 100 bandelettes). Le protocole de prélèvement et d'analyse était le suivant :

- Prélèvement de lait frais par expression manuelle directe sur un quartier (flacon propre à usage unique), au moment de la traite matinale ;
- Trempage de la bandelette pendant 30 secondes dans le lait ;
- Retrait de la bandelette, essuyage du surplus, attente de 60 secondes ;
- Lecture colorimétrique par comparaison avec l'échelle fournie sur le flacon : 0 $\mu\text{mol/L}$ (–), 50 $\mu\text{mol/L}$ (–), 100 $\mu\text{mol/L}$ ($\pm$), 200 $\mu\text{mol/L}$ (+), 500 $\mu\text{mol/L}$ (++) ;
- Seuil de positivité retenu : $\text{BHB} \geq 200 \mu\text{mol/L}$ (couleur +).



Figure 01 : Bandelettes PortaBHB® Milk Ketone Test (PortaCheck Inc., NJ, USA) — 100 bandelettes par flacon



Figure 02 : Échelle colorimétrique de lecture des bandelettes PortaBHB® — seuil positif : $\geq 200 \mu\text{mol/L}$ (couleur +)



Figure 03 : Prélèvement du lait par flacon sur le quartier au moment de la traite matinale

III.2. Acétonurie et glucosurie — Bandelette urinaire

La détection de l'acétone et du glucose urinaires a été réalisée à l'aide de bandelettes urinaires multi-paramètres (10 paramètres : sang, bilirubine, urobilinogène, cétones, glucose, protéines, nitrites, leucocytes, pH, densité). Le protocole était le suivant :

- Collecte d'urine spontanée dans un récipient propre, par stimulation péri-vulvaire si nécessaire ;
- Immersion de la bandelette dans l'urine pendant 2 secondes ;
- Lecture après 60 secondes : zones Cétones et Glucose comparées à l'échelle colorimétrique ;
- Cétones : négatif (0), traces (+ 15 mg/dL = 1,5 mmol/L), positif (++ 40 mg/dL = 3,9 mmol/L), très positif (+++ 100 mg/dL = 10 mmol/L) ;
- Glucose : négatif (0), + (50 mg/dL = 2,8 mmol/L), ++ (100 mg/dL = 5,5 mmol/L), +++ (300 mg/dL = 17 mmol/L), ++++ (1000 mg/dL = 55 mmol/L).



Figure 04 : Collecte d'urine spontanée dans un flacon propre pour analyse par bandelette



Figure 05 : Bandelette urinaire multi-paramètres et son échelle de lecture (Cétones et Glucose mis en évidence)

IV. Analyses statistiques

Les données ont été saisies et traitées sous Microsoft Excel. Les analyses statistiques descriptives (effectifs, fréquences, pourcentages, moyennes et écarts-types, minimum, maximum) ont été réalisées avec le logiciel SPSS version 26. Les résultats ont été comparés par groupe à l'aide de statistiques descriptives. L'interprétation des différences entre groupes a été effectuée de manière descriptive (S = différence notable ; NS = différence non notable).

CHAPITRE 03

RESULTATS ET INTERPRETATION

I. Profil métabolique post-partum général (n=83)

Le tableau 04 présente les statistiques descriptives du profil métabolique des 83 vaches laitières étudiées pour les trois paramètres dosés.

Tableau 04 : Profil métabolique post-partum des 83 vaches laitières étudiées (El-Tarf, mai–juin 2026)

Paramètre	Moyenne $\pm$ ET	Minimum	Maximum	Prévalence positive	Signification
BHB lait ($\mu\text{mol/L}$)	129,76 $\pm$ 38,95	70	250	12,05 % (10/83)	S
Acétone urine (mmol/L)	0,34 $\pm$ 0,61	0	1,5	24,10 % (20/83)	S
Glucose urine (mmol/L)	0,00 $\pm$ 0,00	0	0	0,00 % (0/83)	NS

Seuil BHB lait : $\geq 200 \mu\text{mol/L}$; Seuil acétone urine : $> 0 \text{ mmol/L}$; S : significatif ; NS : non significatif.

Interprétation

Le taux moyen de BHB laitier de l'ensemble du troupeau était de $129,76 \pm 38,95 \mu\text{mol/L}$, avec des valeurs comprises entre 70 et $250 \mu\text{mol/L}$. Dix vaches sur 83 (12,05 %) présentaient un BHB $\geq 200 \mu\text{mol/L}$, correspondant au seuil positif de la bandelette PortaBHB®, traduisant un état de cétose subclinique avérée.

L'acétonurie a été détectée à l'état de traces (1 – 1,5 mmol/L) chez 20 vaches sur 83 (24,10 %). Aucun cas d'acétonurie modérée ($\geq 3,9 \text{ mmol/L}$) ou sévère ($\geq 10 \text{ mmol/L}$) n'a été observé. Ce résultat indique qu'un quart des animaux étudiés excrète des quantités détectables de cétones dans les urines, signe d'un déséquilibre métabolique sous-jacent. Le taux moyen d'acétone était de $0,34 \pm 0,61 \text{ mmol/L}$.

La glucosurie était strictement nulle dans l'ensemble de l'échantillon (0/83). Ce résultat est physiologiquement normal chez la vache laitière, dont la glycémie se maintient habituellement en dessous du seuil de réabsorption rénale du glucose. L'absence totale de glucosurie confirme l'absence de diabète sucré ou de cétose de type 2 dans notre population.

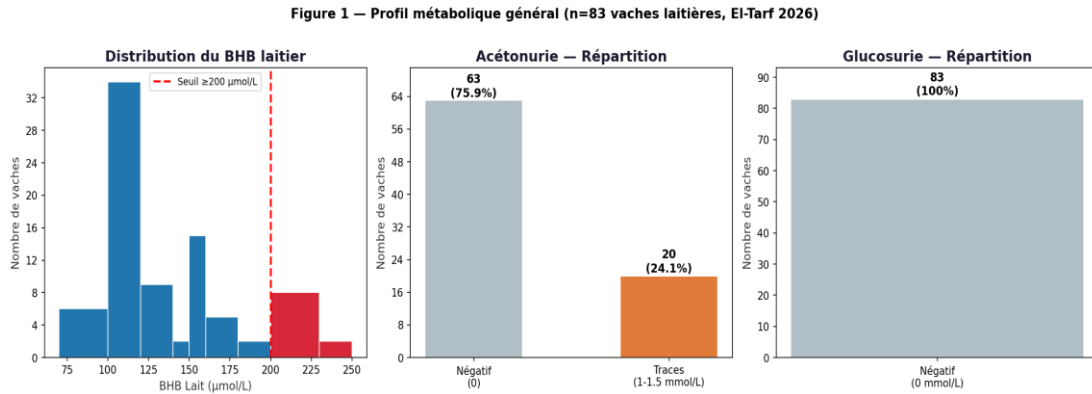


Figure 10 : Distribution du BHB laitier, de l'acétonurie et de la glucosurie dans le troupeau étudié (n=83, El-Tarf 2026)

II. Profil métabolique selon la race

Le tableau 05 présente la répartition du profil métabolique selon la race des vaches laitières étudiées.

Tableau 05 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la race

Race	n	BHB lait Moy ± ET (μmol/L)	BHB ≥ 200 n (%)	Acétone+ n (%)	Glucose+ n (%)
Montbéliarde	46	133,7 ± 40,8	8 (17,4 %)	15 (32,6 %)	0 (0 %)
Holstein	22	126,8 ± 41,3	2 (9,1 %)	5 (22,7 %)	0 (0 %)
Fleckvieh	11	125,5 ± 30,8	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0 %)
Normandie	4	112,5 ± 25,0	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0 %)
Total	83	129,76 ± 38,95	10 (12,05 %)	20 (24,10 %)	0 (0 %)

Interprétation

La race Montbéliarde (n=46) présente la prévalence de cétose subclinique la plus élevée parmi les quatre races étudiées, avec un BHB moyen de $133,7 \pm 40,8$ μmol/L et 8 animaux positifs (17,4 %). L'acétonurie chez la Montbéliarde est également la plus fréquente avec 32,6 % des animaux concernés. Ces résultats s'expliquent par la forte représentation de cette race dans l'effectif total (55 % des animaux) et par son niveau de production élevé en conditions locales.

La Holstein (n=22) se situe en deuxième position avec 9,1 % de BHB+ et 22,7 % d'acétonurie. Les races Fleckvieh (n=11) et Normandie (n=4) ne présentaient aucune positivité pour le BHB ou l'acétone, résultats à interpréter avec prudence compte tenu des faibles effectifs de ces sous-groupes.

Il n'a pas été détecté de glucosurie dans aucune des quatre races étudiées.

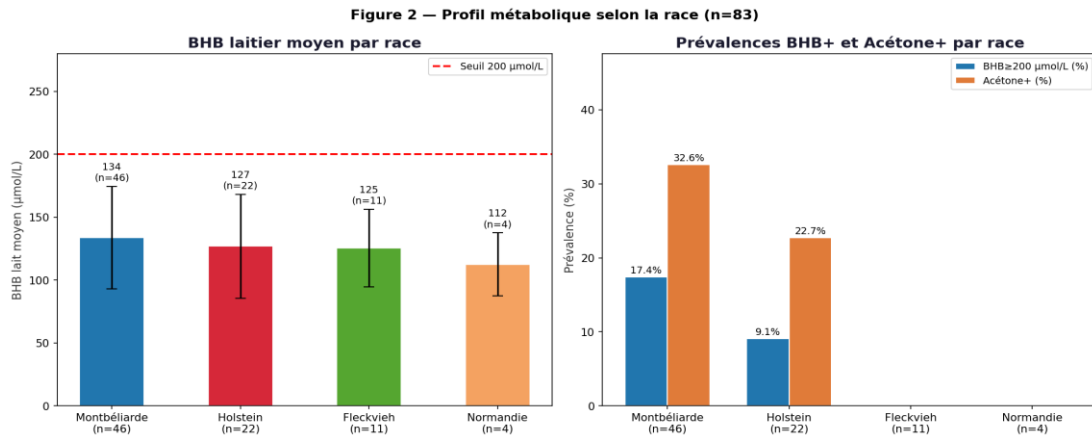


Figure 11 : Profil métabolique post-partum (BHB laitier moyen et prévalences) selon la race (n=83)

III. Profil métabolique selon la parité

Le tableau 06 compare le profil métabolique entre vaches primipares et vaches multipares.

Tableau 06 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la parité

Parité	n	BHB lait Moy ± ET (µmol/L)	BHB ≥ 200 n (%)	Acétone+ n (%)	Glucose+ n (%)
Primipare	8	132,5 ± 30,1	0 (0,0 %)	1 (12,5 %)	0 (0 %)
Multipare	75	129,5 ± 39,9	10 (13,3 %)	19 (25,3 %)	0 (0 %)

Interprétation

Les résultats indiquent que la totalité des cas de cétose subclinique diagnostiqués par BHB laitier (10/10) concerne exclusivement des vaches multipares (13,3 % de BHB+). Aucune primipare (0/8) ne présentait de BHB ≥ 200 µmol/L. Pour l'acétonurie, 25,3 % des multipares étaient positives contre 12,5 % des primipares (1 cas sur 8).

Ce résultat est cohérent avec les connaissances actuelles : les vaches multipares ont un pic de lactation plus élevé, une demande énergétique post-partum supérieure et une capacité d'adaptation métabolique plus limitée que les primipares, les prédisposant à un bilan énergétique négatif plus sévère. L'absence de cétose chez les primipares peut également s'expliquer par une production laitière moindre et une adaptation métabolique plus progressive.

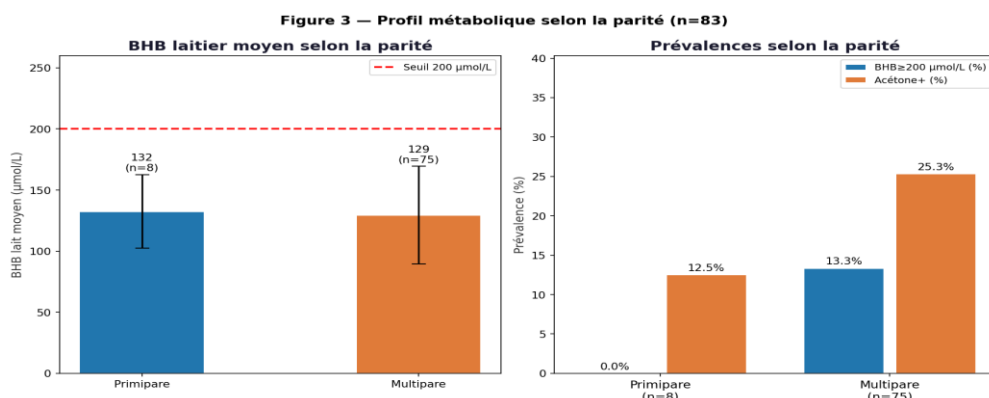


Figure 12 : Profil métabolique post-partum selon la parité — multipares vs primipares (n=83)

IV. Profil métabolique selon le stade de lactation

Tableau 07 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon le stade de lactation

Stade (jours)	n	BHB lait Moy ± ET (μmol/L)	BHB ≥ 200 n (%)	Acétone+ n (%)	Glucose+ n (%)
≤ 60 j	8	146,2 ± 56,6	2 (25,0 %)	2 (25,0 %)	0 (0 %)
61 – 120 j	50	122,0 ± 35,2	4 (8,0 %)	10 (20,0 %)	0 (0 %)
121 – 180 j	16	145,0 ± 36,3	3 (18,8 %)	7 (43,8 %)	0 (0 %)
> 180 j	9	131,1 ± 39,8	1 (11,1 %)	1 (11,1 %)	0 (0 %)

Interprétation

Deux pics de prévalence de la cétose subclinique sont observés : le premier en phase précoce (≤ 60 j, BHB+ = 25,0 %) correspondant à la période classique de déficit énergétique maximal, et le second en phase intermédiaire (121–180 j, BHB+ = 18,8 %). Ce second pic, inhabituel, mérite attention et pourrait s'expliquer par des erreurs alimentaires, une gestion insatisfaisante de la transition alimentaire ou des contraintes thermiques propres à la période mai–juin.

L'acétonurie est remarquablement élevée à 121–180 j post-partum (43,8 %), ce qui suggère une persistance des désordres cétoniques au-delà de la phase critique classique dans nos conditions d'élevage. La phase 61–120 j, bien que concentrant le plus grand nombre d'animaux (n=50), présente une prévalence BHB+ modérée (8,0 %).

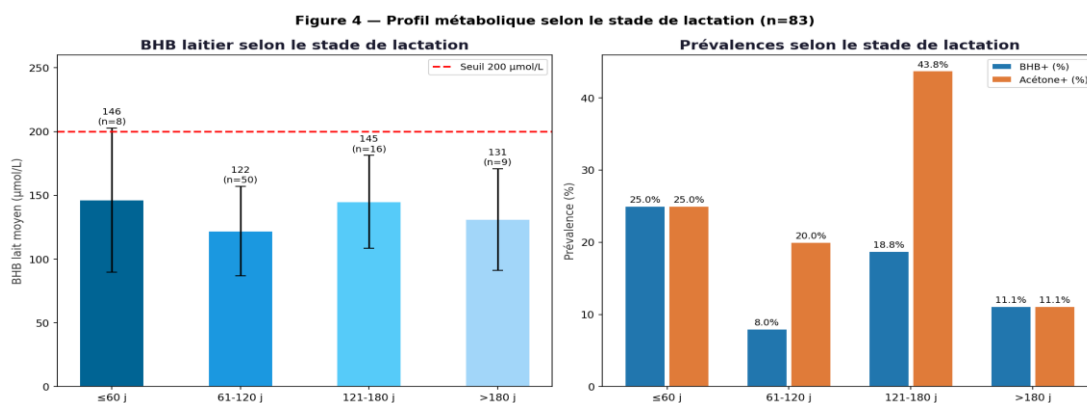


Figure 13 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon le stade de lactation (n=83)

V. Profil métabolique selon la quantité de lait journalière

Tableau 08 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la production laitière journalière

Production (L/j)	n	BHB lait Moy ± ET (μmol/L)	BHB ≥ 200 n (%)	Acétone+ n (%)	Glucose+ n (%)
≤ 20 L/j	26	134,6 ± 34,4	3 (11,5 %)	8 (30,8 %)	0 (0 %)
21 – 30 L/j	12	143,3 ± 52,1	3 (25,0 %)	3 (25,0 %)	0 (0 %)
31 – 40 L/j	44	123,9 ± 37,2	4 (9,1 %)	9 (20,5 %)	0 (0 %)

Interprétation

Contrairement à l'hypothèse classique de corrélation directe entre le niveau de production et le risque de cétose, nos résultats montrent que les vaches produisant entre 21 et 30 L/j présentent le BHB moyen le plus élevé ($143,3 \pm 52,1$ μmol/L) et la prévalence de BHB+ la plus forte (25,0 %). Les grandes productrices (31–40 L/j, n=44) affichent paradoxalement la prévalence la plus basse (9,1 %).

Cette observation peut s'expliquer par le fait que les vaches produisant 31–40 L/j sont probablement mieux nourries et mieux suivies dans les grandes exploitations (Régime 2 avec ensilage), bénéficiant d'une meilleure couverture énergétique. Les vaches à production intermédiaire (21–30 L/j) pourraient être dans une phase de transition plus vulnérable, avec un régime moins adapté à leur niveau de production réel.

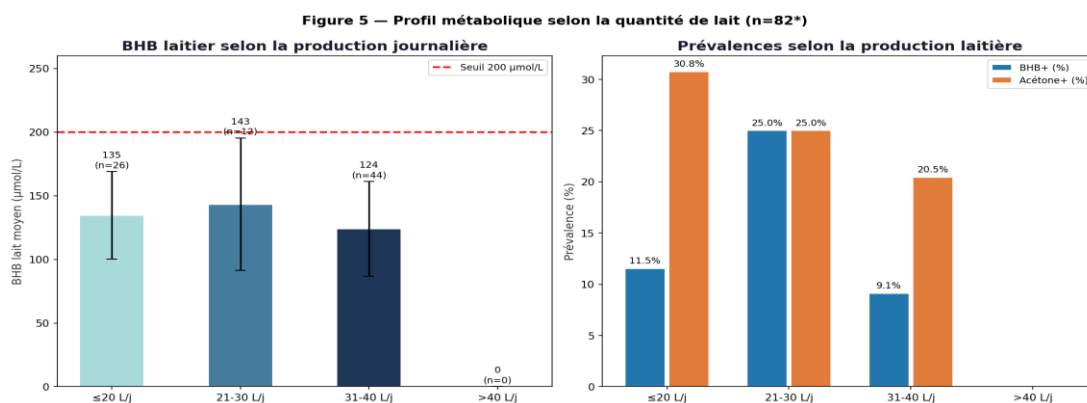


Figure 14 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la production laitière journalière

VI. Profil métabolique selon le régime alimentaire

Tableau 09 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon le régime alimentaire

Régime	n	BHB lait Moy ± ET (μmol/L)	BHB ≥ 200 n (%)	Acétone+ n (%)	Glucose+ n (%)
Régime 1 (Foin+paille+concentré)	26	134,6 ± 34,4	3 (11,5 %)	8 (30,8 %)	0 (0 %)
Régime 2 (Ensilage+concentré)	49	126,1 ± 40,6	5 (10,2 %)	10 (20,4 %)	0 (0 %)
Régime 3 (Paille+son local)	8	136,2 ± 44,7	2 (25,0 %)	2 (25,0 %)	0 (0 %)

Interprétation

Le Régime 3 (paille + son local, petite exploitation, n=8) est associé à la prévalence de BHB+ la plus élevée (25,0 %), ce qui suggère une couverture énergétique insuffisante dans cette exploitation. La paille de céréales, pauvre en énergie et en protéines fermentescibles, ne couvre pas correctement les besoins énergétiques en début de lactation lorsqu'elle constitue la base de la ration.

Le Régime 2 (ensilage + concentré industriel UAB Annaba 2, n=49) affiche la prévalence BHB+ la plus basse (10,2 %) et les taux d'acétonurie les plus faibles (20,4 %). L'ensilage, plus riche en énergie fermentescible que le foin sec, semble offrir une meilleure couverture des besoins en début de lactation. Le Régime 1 (foin + paille + concentré) présente une prévalence intermédiaire (BHB+ 11,5 %) mais une acétonurie plus fréquente (30,8 %).

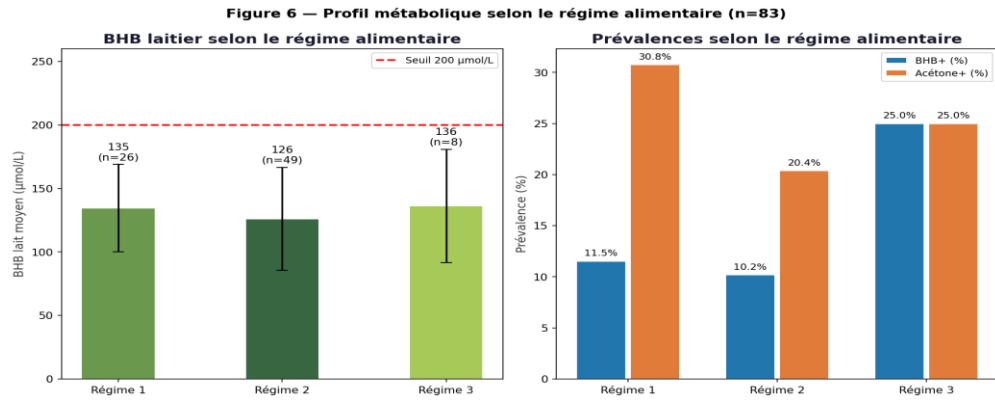


Figure 15 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon le régime alimentaire (n=83)

VII. Profil métabolique selon la taille du troupeau

Tableau 10 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la taille du troupeau

Taille du troupeau	n	BHB lait Moy $\pm$ ET ($\mu\text{mol/L}$)	BHB ≥ 200 n (%)	Acétone+ n (%)	Glucose+ n (%)
Petit (5–15 vaches)	8	136,2 $\pm$ 44,7	2 (25,0 %)	2 (25,0 %)	0 (0 %)
Moyen (15–50 vaches)	49	135,7 $\pm$ 35,2	5 (10,2 %)	12 (24,5 %)	0 (0 %)
Grand (50–100 vaches)	26	116,5 $\pm$ 42,0	3 (11,5 %)	6 (23,1 %)	0 (0 %)

Interprétation

Les petits élevages (≤ 15 vaches) présentent la prévalence de BHB+ la plus élevée (25,0 %), tandis que les grands élevages (50–100 vaches) affichent la valeur la plus basse (11,5 %) et le BHB moyen le plus faible (116,5 $\pm$ 42,0 $\mu\text{mol/L}$). Cette tendance suggère que les grandes exploitations, généralement mieux structurées et disposant de ressources alimentaires plus diversifiées (ensilage, concentré industriel), offrent de meilleures conditions nutritionnelles à leurs animaux.

L'acétonurie présente une distribution relativement homogène entre les trois catégories (23,1 à 25,0 %), sans lien clair avec la taille du troupeau, ce qui indique que des facteurs individuels (race, stade, production) dominent sur les facteurs de management collectif pour ce paramètre.

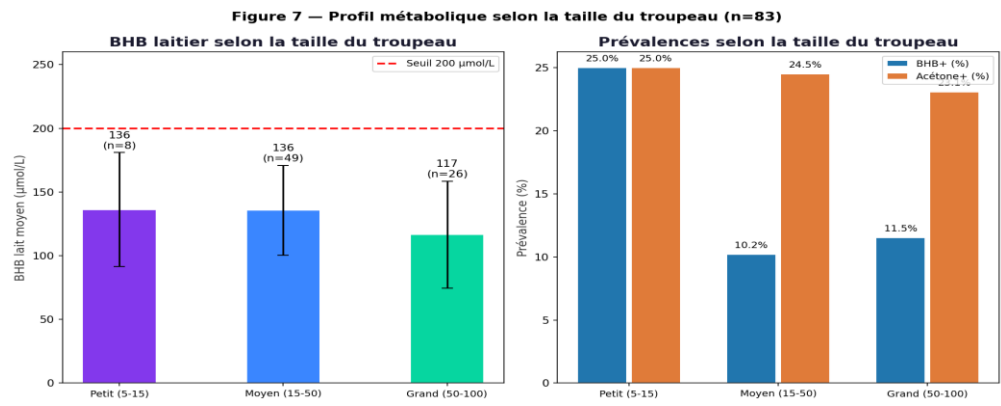


Figure 16 : Profil métabolique post-partum des vaches laitières selon la taille du troupeau (n=83)

DISCUSSION

La présente étude constitue, à notre connaissance, la première évaluation simultanée du BHB laitier, de l'acétonurie et de la glucosurie par des méthodes de terrain dans la région d'El-Tarf. Elle permet d'apporter un éclairage épidémiologique original sur la prévalence de la cétose subclinique dans les conditions d'élevage locales.

1. Prévalence globale de la cétose subclinique

Dans notre étude, 12,05 % des vaches laitières présentaient un BHB laitier $\geq 200 \mu\text{mol/L}$, traduisant une cétose subclinique. Ce résultat est proche de celui rapporté par Ammour (2024) dans la même région par dosage du BHB sanguin (9,87 %, seuil $\geq 2,5 \text{ mmol/L}$ sur sang). Cette convergence entre les deux méthodes (lait et sang) valide l'intérêt diagnostique de la bandelette PortaBHB® dans les conditions d'élevage algériennes.

Notre prévalence est cependant inférieure aux données françaises (24,6 % selon Philippe et al. (2012) en Prim'Holstein ; 22,3 % selon Suthar et al. (2013) en Allemagne) qui utilisent le seuil de BHB sanguin $\geq 1,2 \text{ mmol/L}$, généralement considéré comme plus sensible. Cette différence est en partie méthodologique : le BHB laitier est moins sensible que le BHB sanguin (corrélation $r^2 = 0,66$ selon Enjalbert et al., 2001), ce qui peut conduire à sous-estimer la prévalence réelle.

Elle est également bien inférieure aux 50 % rapportés par Tlidjane et al. (2004) dans les régions arides et semi-arides d'Algérie, ce qui s'explique par des conditions bioclimatiques plus favorables à El-Tarf et par une meilleure disponibilité fourragère dans cette région à vocation agricole.

2. Acétonurie : un marqueur complémentaire significatif

Le taux d'acétonurie (24,10 %) est nettement supérieur à la prévalence de BHB+ laitier (12,05 %). Cet écart s'explique par deux facteurs : premièrement, l'acétone est mieux corrélée dans les urines que dans le lait aux valeurs sanguines ($r = 0,96$ selon Enjalbert et al., 2001) ; deuxièmement, la bandelette urinaire détecte les corps cétoniques dès $1,5 \text{ mmol/L}$ (seuil de positivité Traces), ce qui lui confère une plus grande sensibilité à bas niveau de cétonémie.

Cela signifie qu'un quart de la population étudiée se trouve dans un état cétonique subclinique détectable par voie urinaire, même si toutes ne dépassent pas le seuil de positivité du BHB laitier. Cette dissociation entre les deux marqueurs illustre la complémentarité des deux tests et justifie leur utilisation conjointe pour un dépistage optimal.

3. Glucosurie : absence totale confirmée

L'absence complète de glucosurie (0/83) est un résultat attendu et cohérent avec la physiologie bovine. La glycémie de la vache laitière se maintient habituellement entre 40 et 80 mg/dL (2,2–4,4 mmol/L), bien en dessous du seuil de réabsorption rénale (~160 mg/dL chez les bovins). Ce résultat confirme l'absence de cétose de type 2 (cétose hyperglycémique) dans notre population, pathologie beaucoup plus rare et associée à des désordres spécifiques du métabolisme glucidique (Mair et al., 2016). Il valide également la normalité métabolique globale des animaux sur le plan glycémique.

4. Influence de la race

La Montbéliarde (n=46) affiche la prévalence la plus élevée de cétose subclinique (BHB+ : 17,4 %) et d'acétonurie (32,6 %). Ce résultat semble paradoxal compte tenu du fait que dans les études françaises, la Montbéliarde est généralement moins touchée que la Holstein (Oliveira et al., 2014 : 16 % Mo vs 27,6 % PH). Cette inversion pourrait s'expliquer par le contexte local : dans nos élevages algériens, la Montbéliarde est la race majoritaire (55 %) et souvent soumise à des conditions nutritionnelles et de management moins optimales que celles des pays d'origine. Par ailleurs, les Fleckvieh (0 % BHB+) et Normandie (0 % BHB+) présentent des effectifs très faibles (11 et 4 respectivement) ne permettant pas de conclusions robustes.

5. Influence de la parité

L'absence totale de cétose subclinique chez les primipares (0/8, BHB+ = 0 %) et sa prévalence significative chez les multipares (13,3 %) confirme les données de la littérature. Azzizi et al. (2015) avaient rapporté une augmentation du risque chez les multipares en 3^e lactation et plus. Cette différence est liée à la physiologie de la lactation : les multipares ont un pic de production plus précoce et plus intense, engendrant un déficit énergétique négatif plus sévère en début de lactation. Les primipares, malgré leur vulnérabilité physiologique, bénéficient d'un niveau de production moindre qui les protège partiellement.

6. Influence du régime alimentaire

Le Régime 3 (paille + son local artisanal, petite exploitation, n=8) est associé à la prévalence la plus élevée (BHB+ 25 %). Cette observation souligne l'importance d'une ration équilibrée pour prévenir la cétose subclinique. La paille de céréales seule est insuffisante en énergie et en protéines fermentescibles pour couvrir les besoins en début de lactation. Le Régime 2 (ensilage + concentré UAB Annaba 2, ML B17) affiche les meilleures performances (BHB+ 10,2 %), confirmant l'intérêt de l'ensilage comme source d'énergie fermentescible et du concentré vitaminisé comme complément.

7. Influence de la taille du troupeau

Les grandes exploitations (50–100 vaches) présentent un BHB moyen plus bas (116,5 $\mu\text{mol/L}$) et une prévalence de BHB+ intermédiaire (11,5 %). Cette tendance suggère qu'à effectif plus important, les éleveurs adoptent généralement des pratiques d'alimentation plus structurées et font davantage appel à l'encadrement technique. Les petites exploitations (≤ 15 vaches) affichent la prévalence la plus élevée (25 %), probablement en lien avec des rations moins diversifiées et un suivi moins rigoureux.

8. Limites de l'étude

Plusieurs limites doivent être mentionnées. Premièrement, les effectifs des sous-groupes Fleckvieh ($n=11$), Normandie ($n=4$), primipares ($n=8$) et petit troupeau ($n=8$) sont insuffisants pour des comparaisons statistiques rigoureuses. Deuxièmement, l'absence de mesure simultanée du BHB sanguin (sauf pour quelques contrôles ponctuels) ne permet pas de valider la sensibilité et la spécificité de la bandelette PortaBHB® dans notre contexte local. Troisièmement, la période d'étude (mai–juin) correspond à une période de stress thermique potentiel et de transition fourragère, ce qui peut biaiser les résultats par rapport à d'autres périodes de l'année.

CONCLUSION

La présente étude a permis d'évaluer le profil métabolique post-partum de 83 vaches laitières dans quatre exploitations privées des communes de Bouhadjar et Besbes (wilaya d'El-Tarf), au cours des mois de mai et juin 2026, par l'utilisation de méthodes de terrain pratiques et économiques.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- La prévalence de la cétose subclinique, définie par un BHB laitier ≥ 200 $\mu\text{mol/L}$ (bandelette PortaBHB®), était de 12,05 % (10/83), un résultat comparable aux données nationales récentes et inférieur aux prévalences rapportées dans les pays à élevage intensif.
- L'acétonurie positive (traces à faibles, 1–1,5 mmol/L) était présente chez 24,10 % des animaux (20/83), révélant l'intérêt complémentaire de la bandelette urinaire pour la détection précoce des désordres métaboliques.
- La glucosurie était strictement nulle dans l'ensemble du troupeau (0/83), confirmant l'absence de cétose de type 2 et la normalité glycémique de la population étudiée.
- Les facteurs de risque identifiés sont : la race Montbéliarde (BHB+ = 17,4 %), la parité multiple (BHB+ = 13,3 % chez les multipares vs 0 % chez les primipares), les stades précoce (≤ 60 j) et intermédiaire (121–180 j) de lactation, la production intermédiaire (21–30 L/j) et le régime pauvre (paille + son artisanal).
- Le Régime 2 à base d'ensilage et de concentré industriel équilibré (UAB Annaba 2, ML B17) est le mieux associé à une faible prévalence de cétose (BHB+ = 10,2 %).

Ces résultats démontrent que la bandelette PortaBHB® Milk Ketone Test constitue un outil de dépistage pratique, rapide et accessible pour les conditions d'élevage algériennes, permettant d'identifier les animaux à risque sans nécessiter d'équipement de laboratoire. Son utilisation régulière, couplée à la bandelette urinaire multi-paramètres, pourrait contribuer significativement à l'amélioration du suivi sanitaire et zootechnique des troupeaux laitiers dans la région d'El-Tarf.

Il serait recommandé d'étendre ces investigations à un plus grand effectif et à d'autres périodes de l'année, d'inclure une mesure simultanée du BHB sanguin pour validation des seuils de la bandelette laitière, et de coupler ce dépistage métabolique à un suivi des performances de reproduction afin de quantifier l'impact économique réel de la cétose subclinique dans les élevages de la région.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Andersson L., 1988. Subclinical ketosis in dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 4(2), 233–251.
2. Asl A.N., Nazifi S., Ghasrodashti A.R., Olyaei A., 2011. Prevalence of subclinical ketosis in dairy cattle in the southeastern Iran and detection of cutoff point for NEFA and glucose concentrations for diagnosis of subclinical ketosis. *Preventive Veterinary Medicine*, 100(1), 38–43.
3. Aubadie P., Ladrix C., 2011. Les cétozes des bovins. *Le Point Vétérinaire*, 42(315), 14–19.
4. Ammour Houssein Eddine, 2024. Les maladies post-partum chez la vache laitière : la cétoze au niveau de la région Annaba/El-Tarf. Mémoire de Master, Université Chadli Bendjedid El-Tarf.
5. Azzizi et al., 2015. Risk factors for subclinical ketosis in early postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(12), 8695–8704.
6. Berge A.C., Vertenten G., 2014. A field study to determine the prevalence, dairy herd management systems, and fresh cow clinical conditions associated with ketosis in western European dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 97(4), 2145–2154.
7. Bouzid M., 2024. Cours de physiopathologie et clinique des maladies métaboliques des bovins. 5e année Médecine Vétérinaire, UCBET El-Tarf.
8. Brisson N., Gary C., Justes E. et al., 2003. An overview of the crop model STICS. *European Journal of Agronomy*, 18(3–4), 309–332.
9. CNIFL, 2022. Rapport annuel sur les filières lait et produits laitiers en Algérie. Comité National Interprofessionnel du Fruit et Légume, Alger.
10. Duffield T.F., Lissemore K.D., McBride B.W., Leslie K.E., 2009. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*, 92(2), 571–580.
11. Enjalbert F., 2017. Troubles du métabolisme énergétique chez les ruminants. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 168(7–9), 175–181.
12. Enjalbert F., Nicot M.C., Bayourthe C., Moncoulon R., 2001. Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science*, 84(3), 583–589.
13. Fourichon C., Seegers H., Bareille N., Beaudeau F., 2000. Effects of disease on milk production in the dairy cow: a review. *Preventive Veterinary Medicine*, 41(1), 1–35.
14. Hanzen C., Houtain J.Y., Laurens J., 2004. L'état corporel de la vache laitière. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 148(1), 1–14.
15. Johan B., Davière J.L., 2013. Intérêt du dosage de la glycémie dans le diagnostic pronostique des cétozes bovines. Thèse pour le diplôme d'État de Docteur Vétérinaire, ENV Nantes.
16. Kaufman E.I., LeBlanc S.J., McBride B.W., Duffield T.F., DeVries T.J., 2016. Association of rumination time with subclinical ketosis in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5604–5618.

17. L'Econews, 2022. L'Algérie face à la dépendance laitière : importations et perspectives. L'Info Économique et Financière en Continu, Alger.
18. Mair K., Gareis M., Wabitsch M. et al., 2016. Ketosis in dairy cows. Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere / Nutztiere, 44(4), 249–258.
19. Mayne C.S., McCaughey W.J., Doyle A., 2002. Body condition scoring in dairy cattle. Beef and Dairy Farming, University of Agriculture Belfast, bulletin technique n°12.
20. McArt J.A.A., Nydam D.V., Oetzel G.R., 2012. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. Journal of Dairy Science, 95(9), 5056–5066.
21. Oliveira L., Hullan C., Rajala-Schultz P.J., 2014. Prevalence and risk factors for subclinical ketosis in dairy cows in France. Preventive Veterinary Medicine, 117(1), 124–132.
22. Philippe P., Bareille N., Faverdin P., 2012. Étude épidémiologique de la cétose subclinique en élevages bovins laitiers français de race Prim'Holstein. Rencontres Recherches Ruminants, 19, 159–162.
23. PortaCheck Inc., 2023. PortaBHB® Milk Ketone Test — Instructions for Use. PortaCheck, Inc., Moorestown, NJ, USA.
24. Saillard M., Quemere P., 2013. Dépistage de la cétose subclinique dans les élevages bovins laitiers. Bulletin des GTV, 66, 31–38.
25. Seifi H.A., LeBlanc S.J., Leslie K.E., Duffield T.F., 2011. Metabolic predictors of postpartum disease and culling risk in dairy cattle. Veterinary Journal, 188(2), 216–220.
26. Singh J., Murray R.D., Bhatti S.A., 2017. Subclinical ketosis in high-producing dairy cows: an overview on incidence, risk factors and production losses. International Journal of Veterinary Science, 6(4), 215–221.
27. Soriani N., Trevisi E., Calamari L., 2012. Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period. Journal of Animal Science, 90(12), 4544–4554.
28. Suthar V.S., Canelas-Raposo J., Deniz A., Heuwieser W., 2013. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. Journal of Dairy Science, 96(5), 2925–2938.
29. Sylvie S., Charpentier M., Maunoury-Danger F. et al., 2019. Relationships between subclinical ketosis and ovarian activity in dairy cows. Animal Reproduction Science, 203, 8–15.
30. Tehrani-Sharif M., Asri-Rezaei S., Nofouzi K., Hassanpour H., 2012. Correlation between blood ketone bodies and blood glucose levels in dairy cows. Comparative Clinical Pathology, 21(6), 1671–1674.
31. Tlidjane M., Benhadid I., Bairi A., Meziane M., 2004. Fréquence de l'acétonémie subclinique chez les vaches laitières dans les régions semi-aride et aride d'Algérie. Revue de Médecine Vétérinaire, 155(12), 596–601.
32. UAB Annaba 2, 2024. Aliment Complémentaire pour Bovin Composé Vitaminisé ML B17 — Code 3788. Unité Agro-alimentaire de Bovins, GAE Annaba II, Annaba, Algérie.

33. Vanholder T., Papen J., Benders R. et al., 2015. Risk factors for subclinical and clinical ketosis and association with production parameters in dairy cows in the Netherlands. *Journal of Dairy Science*, 98(2), 880–888.