

Décrypter les secrets de la démarche : comment la cinématique peut prédire les scores de démarche chez la vache laitière

C. Julliot¹, G.M. Dallago^{2,3}, A. Nejati¹, E. Vasseur¹ and A.B. Diallo²

¹ McGill University, Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec, Canada

² Université du Québec à Montréal, Québec, Canada

³ University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada



celia.julliot@mail.mcgill.ca

01 Introduction

- La **boiterie est une déviation de la démarche** résultant d'une douleur ou d'un inconfort causé par une blessure ou une maladie des onglons ou des pattes¹. Ce trouble a de graves conséquences en termes de bien-être animal² et d'économie pour les éleveurs³.
- Les boiteries peuvent être détectées à l'aide d'évaluations visuelles, généralement en utilisant le **système de notation numérique (NRS)**⁴, allant de 0 (saine) à 5 (sévèrement boiteuse).
- Récemment, l'automatisation de ces évaluations visuelles est au cœur des recherches. Notamment, en utilisant la **cinématique combinée au Machine Learning**. Cette technique prédit avec succès si une vache est boiteuse ou non boiteuse, cependant elle n'est **pas précise pour prédire directement les scores NRS**.

02 Objectifs

L'objectif de notre étude était de prédire les scores de démarche des vaches laitières en se basant sur des attributs de leur démarche, estimés à l'aide des coordonnées 3D obtenues par un système cinématique.

03 Design expérimental

- **Collecte des données :**
 - Obtenues de 12 vaches Holstein (multiples passages) de Jan. à Feb. 2021
 - N = 69 passages * 3 pas = 207 pas
- **Enregistrement du mouvement :**
 - Couloir de 7 mètres de long couvert par 6 caméras (3 de chaque côté) (Fig.1)
 - Un observateur expérimenté évaluait visuellement les passages des vaches avec le score NRS
 - Marqueurs réfléchissants placés sur les pattes des vaches (Fig. 2) Vidéos enregistrées dans le logiciel *Vicon Motus*
- **Marqueurs traqués sur l'axe XYZ** grâce à un système de calibration (Fig. 1) permettant d'obtenir les coordonnées 3D.

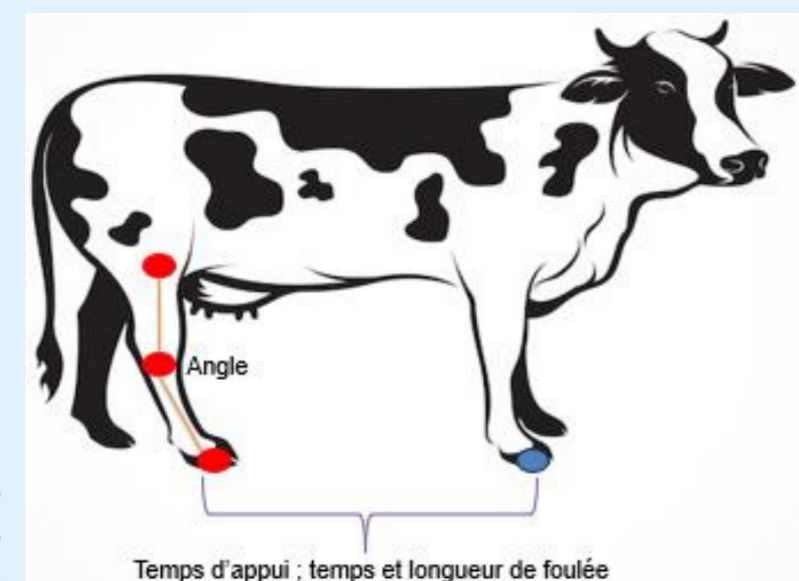
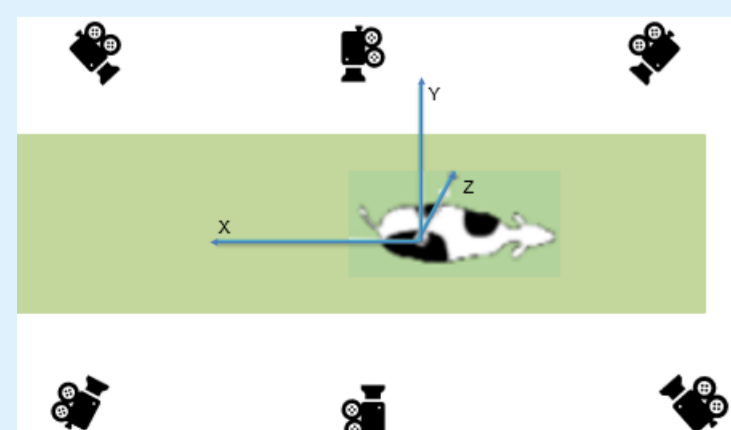


Fig 2. Emplacement des marqueurs servant à l'estimation des attributs de la démarche.

Fig 1. Design expérimental de l'enregistrement des mouvements de la vache. Les icônes noires représentent les 6 caméras disposées le long du couloir de 7m (représenté en vert). Les axes XYZ sont représentés en bleu.

04 Mesures

Utilisation des coordonnées cinématiques 3D pour estimer 6 attributs de la démarche (Fig. 3).

- **Suivi (cm)** : estimé comme la différence de distance (cm) sur l'axe X et sur les axes XY entre les coordonnées des onglons avant et arrière à chaque pas, considérée séparément pour les côtés gauche et droit des vaches (Fig. 3).



Fig 3. Représentation de la méthode d'estimation de l'attribut de suivi. RR : onglon arrière et RF : onglon avant.

- **Longueur de foulée (cm)** : estimée comme le placement horizontal (axe X) du marqueur de l'onglon entre le nième et le nième+1 pas, calculé séparément (Fig. 2). Le **temps de foulée (sec)** est estimé par la durée (Fig. 2).
- **Temps d'appui (sec)** : estimé par la durée pendant laquelle chaque onglon est resté en contact avec le sol en se basant sur son repère pour chaque pas (Fig. 2).
- **Vélocité (cm/ sec)** : estimé par le ratio entre XYdist (de la longueur de foulée) et la durée de foulée. La XYdist est calculée de la même manière que pour l'attribut de suivi.
- **Angle de flexion (°)** : estimé par le degré d'extension et de flexion basé sur le marqueur du genou (Fig. 2).
- Répartition des données testées :
 - Entraînement (70% ; N = 136 pas)
 - Validation (30% ; N = 62 pas)
- **5 modèles testés** : **RPART** (recursive partitioning and regression tree) ; **GBM** (gradient boosting machine) ; **XGBM** (extreme gradient boosting machine) ; **RF** (random forest) et **SVM** (support vector machine)

- 3 types de données testées : **données originales**, **classification pondérée et SMOTE** (technique de suréchantillonnage des minorités synthétiques)

- Modèles évalués sur : la **précision**, le **F1 score**, la **sensibilité**, la **spécificité** et la **précision équilibrée** (moyenne de la sensibilité et de la spécificité).

05 Résultats

Modèle	Précision	Score F1
RPART	0.50	0.34
GBM	0.61	0.66
XGBM	0.66	0.66
RF	0.60	0.51
SVM	0.53	0.40

Tab 1. Performances globales des modèles testés avec les données originales.

- Modèle XGBM entraîné avec les données originales a la plus grande précision (66%) (Tab.1.).

- Est capable d'identifier correctement 67%, 71% et 62% des passages avec des scores NRS de 2, 2.5 et 3 respectivement (Tab 2.).

NRS	Sensibilité	Spécificité	Score F1	Précision équilibrée
2	0.67	0.84	0.65	0.75
2.5	0.71	0.79	0.69	0.75
3	0.62	0.87	0.62	0.75
3.5	0.50	1.00	0.67	0.75

Tab 2. Performances du modèle Extreme Gradient Boosting Machine (XGBM) à prédire les scores NRS.

06 Discussion

- Les systèmes de surveillance sont nécessaires pour l'évaluation continue de la démarche des vaches.
 - Précision boiteux vs non-boiteux > 90% selon les études précédentes^{5,6,7}
- Les études précédentes **négligeaient les premiers stades** d'anomalies de la démarche précédent un cas de boiterie.
- Importance de la détection et de l'intervention précoce :
 - **Diminuer** la gravité et augmenter le succès de traitement⁸
 - **Améliorer** le bien-être et le profit économique⁸
 - **Réduire** la probabilité de récurrence⁹

07 Références & Remerciements

Merci aux étudiants, assistants de recherche et au personnel de la ferme Macdonald qui contribuent grandement au succès de nos projets de recherche.

1. Flower and Weary, 2009. *Animal*, 3(1):87-95; 2. Van Nuffel et al., 2015. *Animals*, 5:838-860; 3. Puerto et al., 2021. *J. Dairy Sci.*, 104(7):7944-7955; 4. Flower, F. C., and D. M. Weary. 2006. *J. Dairy Sci.* 89:139-146; 5. Abdul et al., 2017. *Biosys. Eng.* 153, 63-69; 6. Karoui et al., 2021. *AAAI* 35, 15811-15812; 7. Wu et al., 2020. *Biosyst. Eng.* 189, 150-163; 8. Charfeddine & Pérez-Cabal, 2017. *J. Dairy Sci.* 100, 653-665; 9. Randall et al., 2018. *J. Dairy Sci.* 101, 1311-1324.

Scan here for more info on the CowLife McGill blog

