



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

 **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*




FranceAgriMer
ÉTABLISSEMENT NATIONAL
DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER



Détection des lésions podales par thermographie infrarouge chez les bovins et les ovins

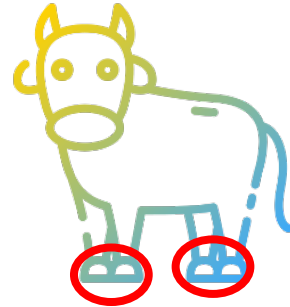
Aurore Duvauchelle Waché (Institut de l'Élevage)

Louise Hélary (Institut de l'Élevage)

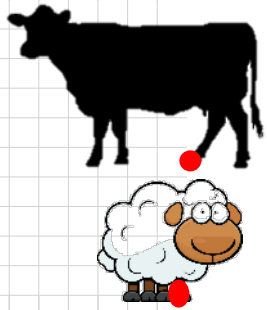
Jérôme Manceau (Neotec Vision)



Pourquoi détecter les lésions podales ?



Lésions podales
≈ 90% des boiteries



Bien-être animal :
inconfort, douleur



Temps de travail et charge
mentale pour l'éleveur



Pertes économiques



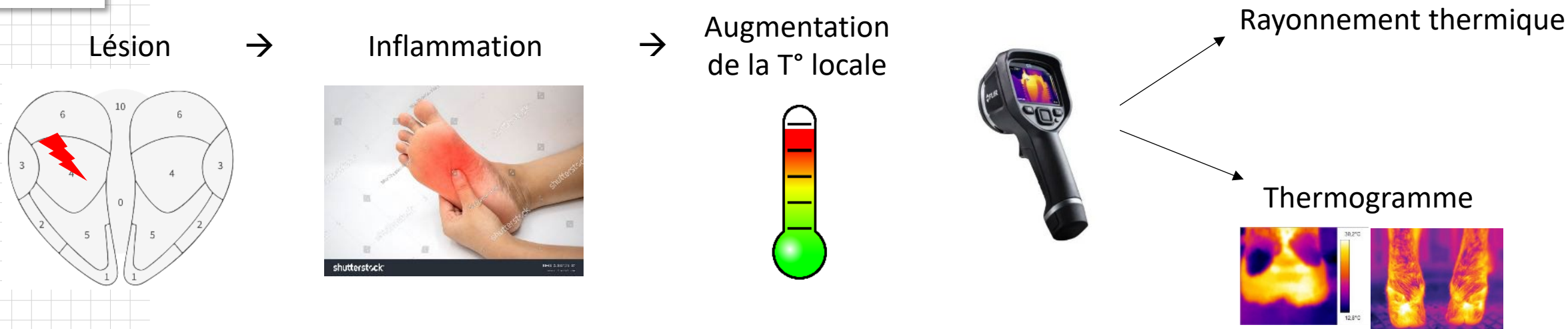
BV :

- Boiteries : de ≈ 69€ à ≈ 483€ par cas (Dolecheck et al, 2018)
- Ulcère de la sole : de ≈ 210€ à ≈ 971€ (Dolecheck et al, 2018)

OV :

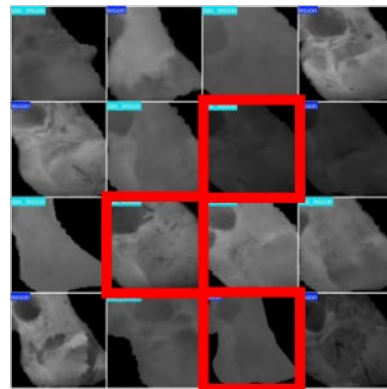
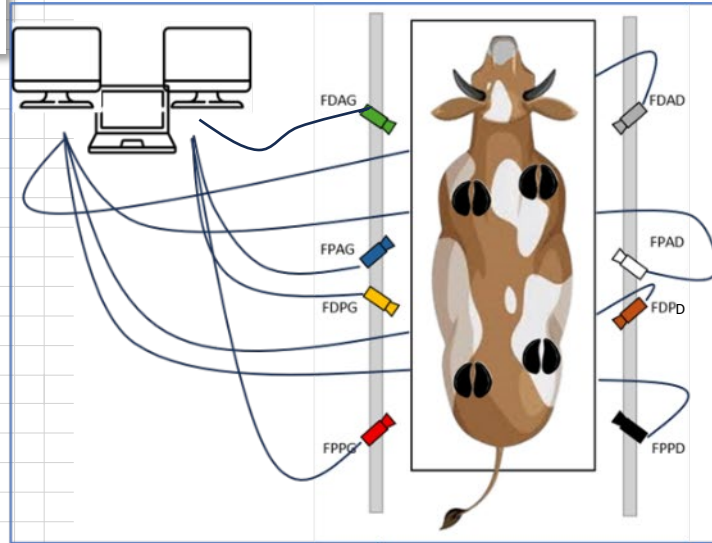
- Piétin : 7,4€/brebis dans les troupeaux avec un taux de boiterie ≥10 % (Winter et Green, 2017)

Pourquoi utiliser la thermographie infrarouge ?



- Thermographie = système prometteur testé en vaches laitières et ovins:
 - VL : Stockes et al (2012): $T^{\circ} > 27^{\circ}\text{C}$, Se = 0,8 et Sp = 0,73
 - OV: Byrne et al. (2018) : $T_{\text{moy}} > 24^{\circ}\text{C}$, Se = 0,86 ; Sp = 0,88
- MAIS: caméras approchées du pied manuellement → non applicable en bovins et ovins allaitants

Projet Thermopod : objectif



**Deep
Learning**

Lésion

Pas de lésion

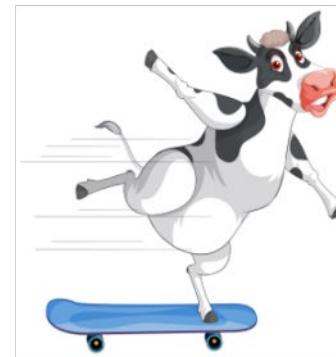


Image de brgfx sur Magnific

Développer et tester un
dispositif fixe et automatique

Reposant sur la thermographie
infrarouge et le deep learning

Pour détecter le plus
précocement possible les
lésions (avant l'apparition
d'une boiterie)

De manière fiable et sécurisée
pour l'animal et l'éleveur

Projet Thermopod

Projet FAM
connaissances financé
par les fonds CASDAR



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



Matériels et méthodes

Aurore Duvauchelle Waché (Institut de l'Élevage)

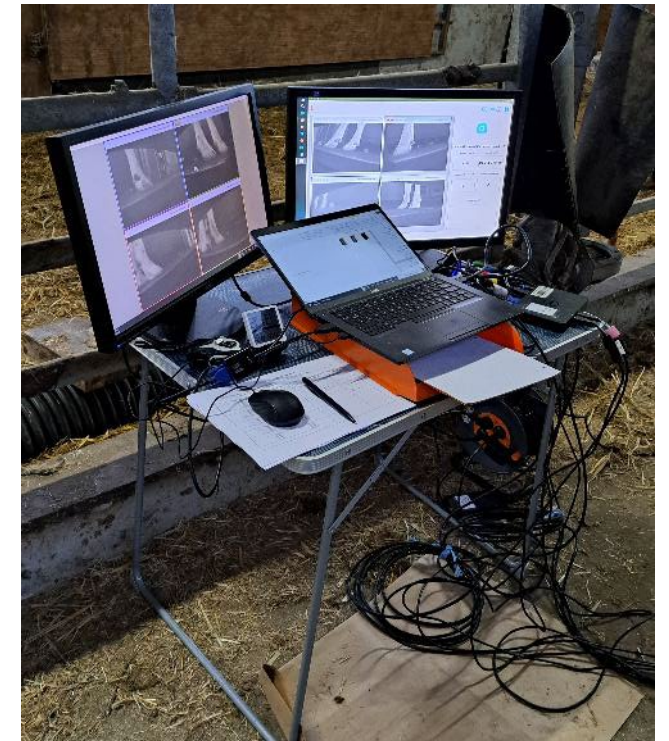
Matériel et méthodes : dispositifs

8 caméras grand angle Optris® Xi 400



Cages

Logiciel : Lanolin



Matériel et méthodes

Les visites



Matériel et méthodes

Les visites

pour les bovins

- Décembre 2024 – avril 2025
- 11 élevages et 19 jours de parage
- 514 vaches : 251 allaitantes et 263 laitières
- 29 284 images infrarouges

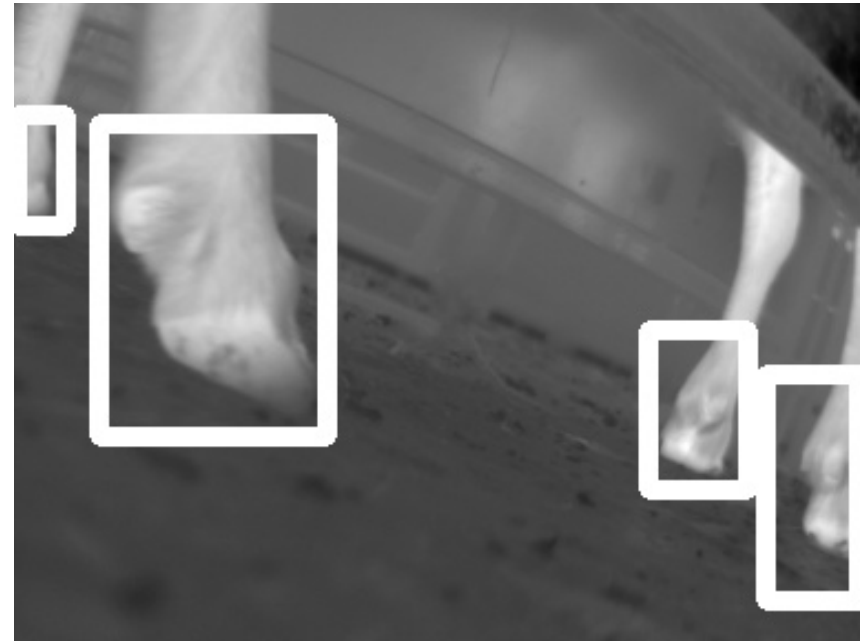
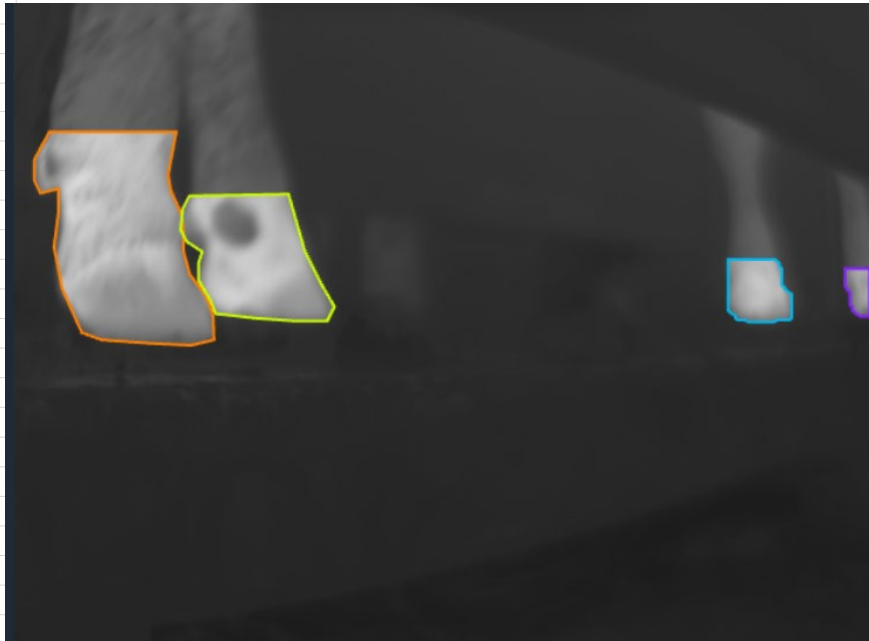
pour les ovins

- Septembre - décembre 2024
- 7 élevages et 14 jours de visite
- 1379 ovins (1337 brebis, 42 béliers)
- 48 000 images infrarouges

Matériel et méthodes

Pré traitement des images

Roboflow®

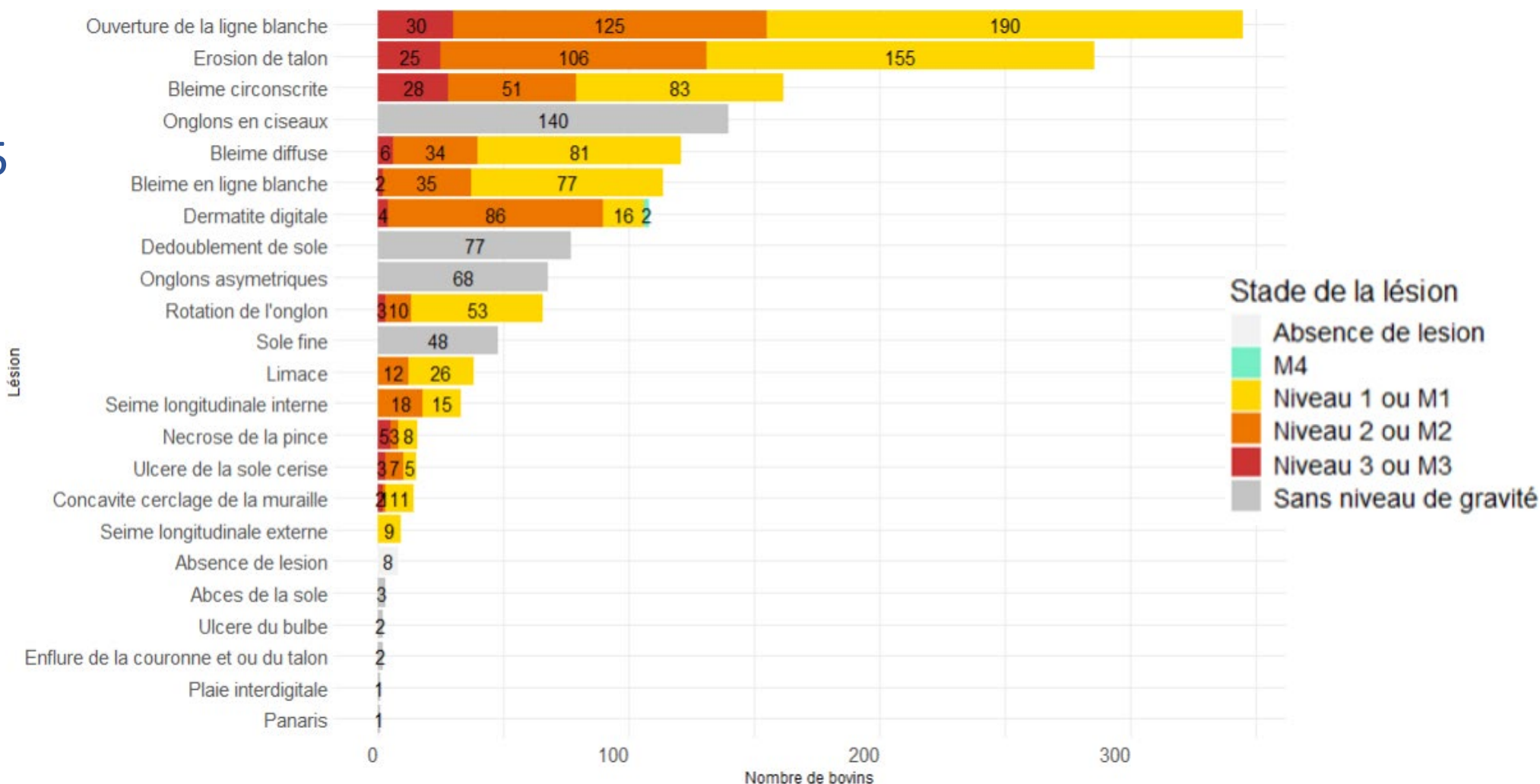


Lésions podales observées

Aurore Duvauchelle Waché (Institut de l'Élevage)

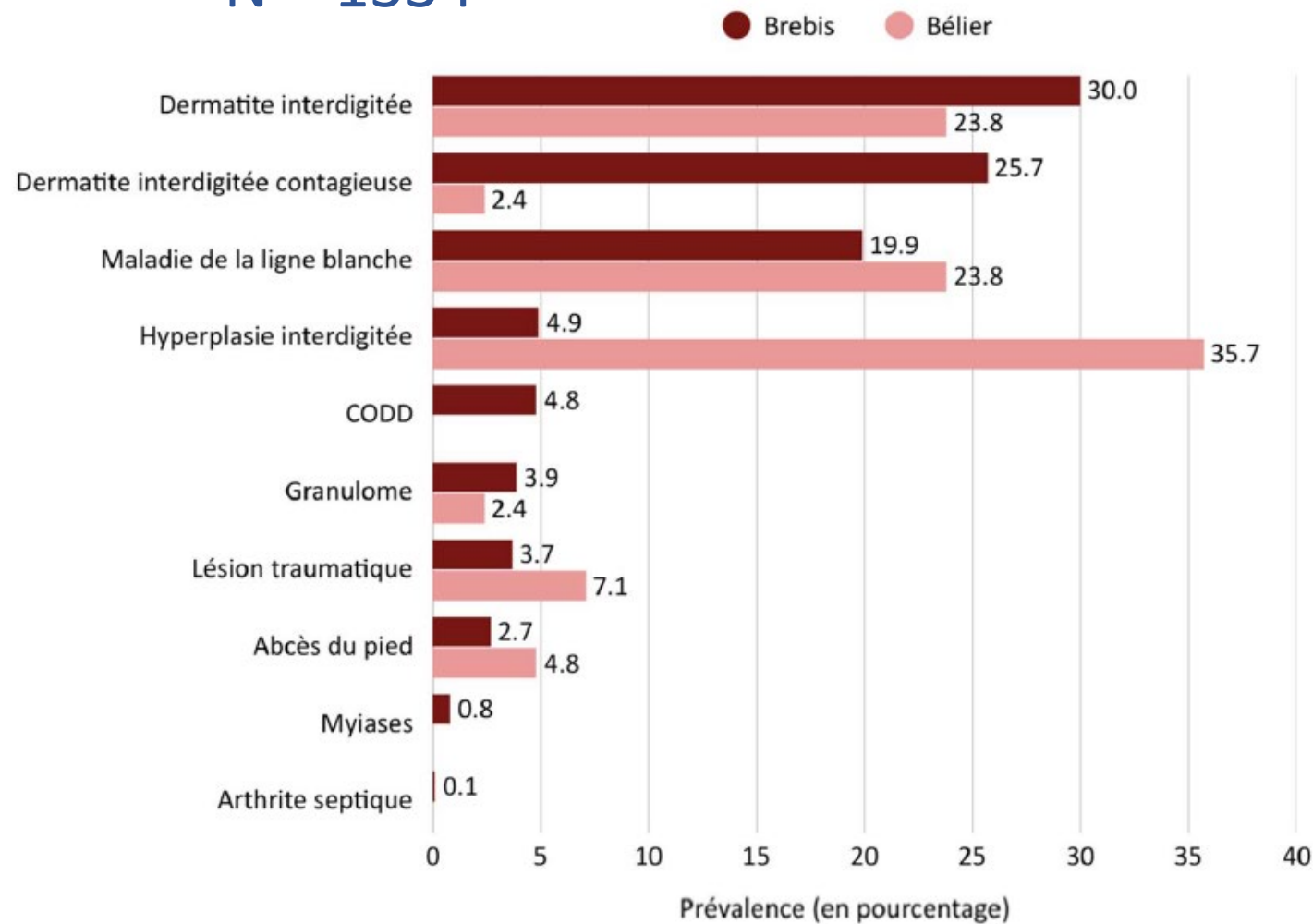
Chez les bovins inclus

N= 465



Chez les ovins inclus

N = 1334



Les modèles de deep learning

Louise Hélyary (Institut de l'Élevage)
Jérôme Manceau (Neotec Vision)

Principes

- Principe de classification : attribuer une classe à une image
- Métriques d'évaluation des performances :



Exactitude
Proportion totale de
prédictions correctes.
**Vue d'ensemble des
performances du modèle**

Précision
Indique la part de prédictions
positives réellement correctes.
**Utile pour éviter de classer à
tort un élément comme positif**
= Peut-on faire confiance au
modèle quand il dit que c'est
positif ?

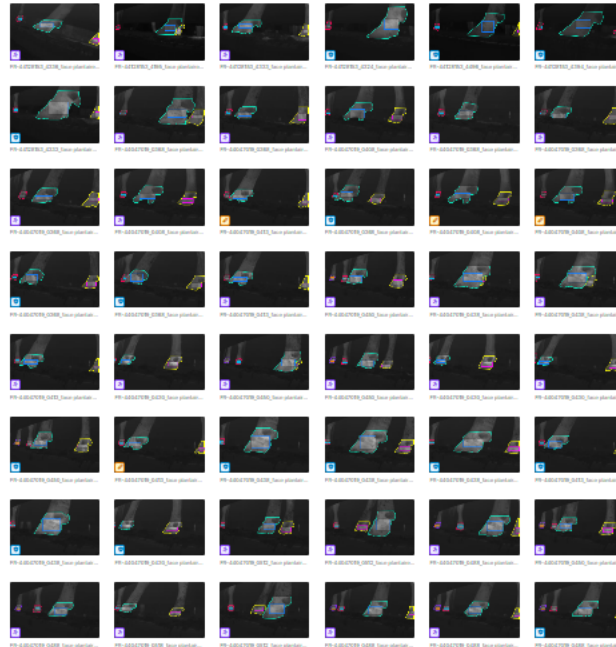
Sensibilité
Capacité du modèle à
détecter tous les vrais
positifs.
**Intéressant quand manquer
un positif est problématique**

Spécificité
Capacité du modèle à
détecter tous les vrais
négatifs

Un bon modèle aura des métriques proches de 1

Entrainement des modèles

Banque d'images annotées



70% dans dossier train

10% dans dossier val

20% dans dossier test

Entrainement sur les dossiers train et val

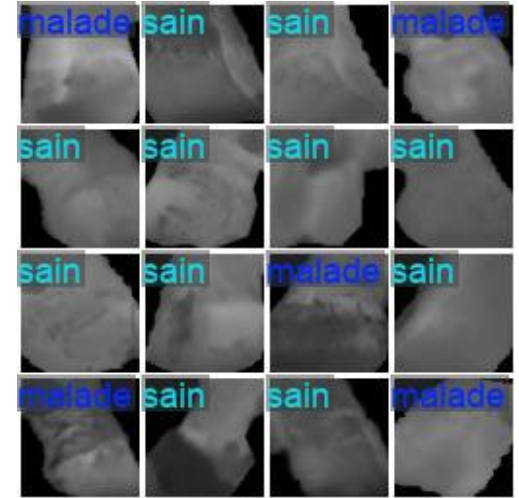
Evaluation des performances sur le dossier test

Hypothèses sur le statut inflammatoire des lésions chez les bovins

Nom	Niveau 1 ou M1*	Niveau 2 ou M2*	Niveau 3 ou M3*	N ou M4*
Ouverture de la ligne blanche	Non Détectée	Non Détectée	Détectée	Détectée
Bleime en ligne blanche	Non Détectée	Non Détectée	Non Détectée	
Érosion de la corne du talon	Non Détectée	Non Détectée	Détectée?	
Dermatite digitale	Détectée?	Détectée	Détectée?	Détectée?
Bleime diffuse	Non Détectée	Non Détectée	Non Détectée	
Bleime circonscrite	Non Détectée	Non Détectée	Non Détectée	
Dédoublement de la sole	Détectée?			
Seime longitudinale interne	Non Détectée	Non Détectée?	Détectée?	Détectée?
Limace	Non Détectée	Non Détectée?	Détectée?	
Ulcère typique de la sole et cerise	Détectée?	Détectée	Détectée	Détectée
Dermatite interdigitale	Non Détectée			
Nécrose en pince	Détectée?	Détectée?	Détectée	
Panaris	Détectée			
Onglons en ciseaux	Non Détectée			
Abcès de la sole/clou de rue	Détectée?	Détectée?	Détectée?	
Concavité et cerclage de la muraille dorsale	Non Détectée	Non Détectée	Non Détectée	
Rotation de l'onglon	Non Détectée	Non Détectée	Non Détectée?	
Onglons asymétriques	Non Détectée			
Seime longitudinale externe	Non Détectée	Non Détectée?	Détectée?	Détectée?
Enflure de la couronne et/ou du talon	Détectée			
Plaie interdigitale	Non Détectée			
Seime cerclée	Non Détectée	Non Détectée?	Détectée?	
Ulcère du bulbe	Détectée			
Décollement dorsal de la muraille	Détectée?	Détectée?	Détectée?	Détectée?
Sole fine	Non Détectée			

Modèles obtenus en bovins

- Modèle : YOLOv26s-cl
- Lésions « vertes » vs « rouges », toutes filières
- Nombre d'images utilisées (train + test):
 - pieds sans lésion inflammatoire : 2 744
 - pieds avec au moins 1 lésion inflammatoire : 2 216



Exactitude	Précision	Sensibilité	Spécificité
0.71	0.67	0.69	0.74

→ Performances moyennes

Toutes les lésions

	Exactitude	Précision	Sensibilité	Spécificité
Allaitant	0.66	0.57	0.82	0.54
Laitière	0.68	0.72	0.48	0.85

Dermatite digitale M2

	Exactitude	Précision	Sensibilité	Spécificité
Allaitant	0.52	0.35	0.31	0.65
Laitière	0.68	0.6	0.66	0.69



→ Peu de données

Ouverture de la ligne blanche niveau 3

	Exactitude	Précision	Sensibilité	Spécificité
Allaitant	0.8	0.73	0.77	0.81
Laitière	0.8	0.68	0.95	0.69



→ Peu de données

Modèles obtenus en ovins

Hypothèse 1 : un algorithme pour toutes les caméras

- Modèle VIT (Vision transformers)
- Pas de tri de la qualité des images, ni des maladies

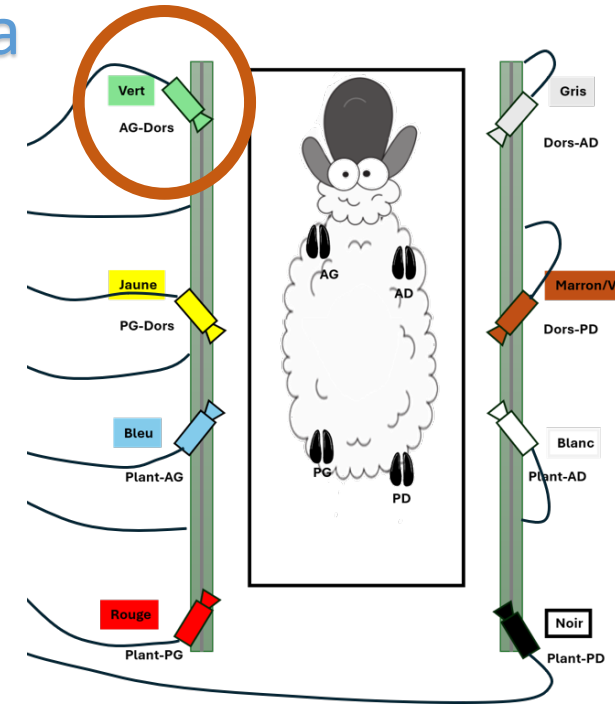
Exactitude	Précision	Sensibilité	Spécificité
0.52	0.51	0.98	0.05

→ Le modèle surdétecte

Modèles obtenus en ovins

Hypothèse 2 : un algorithme par caméra

- Modèle VIT (Vision transformers)
- Pas de tri de la qualité des images, ni des maladies
- Essai sur une caméra : face dorsale antérieur gauche



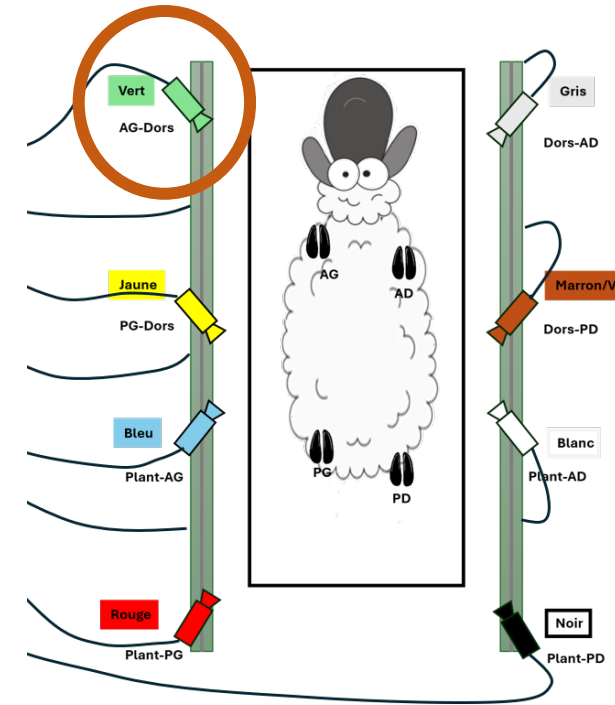
Exactitude	Précision	Sensibilité	Spécificité
0.58	0.59	0.55	0.62

→ Performances très moyennes

Modèles obtenus en ovins

Hypothèse 3 : sélection de lésions

- Toutes les lésions ne chauffent pas
→ Retrait du modèle des lésions : limace, maladie de la ligne blanche, dermatite interdigitée douteux
- Modèle VIT (Vision transformers)
- Essai sur une caméra: face dorsale antérieur gauche



Exactitude	Précision	Sensibilité	Spécificité
0.74	0.79	0.65	0.83

→ Performances moyennes

Conclusion

- Des performances insuffisantes pour une utilisation sur le terrain actuellement
- Des explications à trouver sur le manque de performances des modèles : position des pieds, localisation des lésions...
- Avoir plus d'images selon les diverses modalités concernant les lésions et les animaux



Merci de votre attention



Retrouvez les diaporamas de nos conférences
sur **idele.fr**



Venez échanger avec nos ingénieurs
sur notre
stand B08 (Hall 6)

