

Mise en situation 2 (E2)

Intégrer des modèles et des services
d'intelligence artificielle

Projet AniMOV : Surveillance et Analyse
Comportementale des Chèvres avec l'IA

Formation Développeur en Intelligence Artificielle

RNCP 37827

Promotion 2023-2024

Manuel CALDEIRA



Table des matières

1. INTRODUCTION	3
1.1. Methodologie de veille:	3
2. OBJECTIF DE LA PRÉSENTATION :	4
2.1. Éthologie MODERNE : Définition et Application des Méthodes Non Invasives	5
2.2. Vers une Éthologie Innovante : Intégration de l'Analyse Vidéo et Respect de la Vie Sauvage	5
2.3. Technologies Avancées pour l'Observation Fine du Comportement Animal	7
3. RÉSUMÉ AGRÉGÉ PAR THÈMES DE LA PROSPECTION	9
3.1. Détection de la posture corporelle	9
3.2. Détection automatique de posture	9
3.3. Fusion de données de capteurs	10
3.4. Apprentissage approfondi du comportement	10
3.5. Améliorations du modèle YOLOv5	10
3.6. Utilisation de l'IA pour la surveillance	11
3.7. Logiciels d'apprentissage profond	11
3.8. Prédiction des mouvements d'éléphants	12
3.9. Discussions :	12
4. ÉTUDE COMPARATIVE	13
5. CONCLUSION JUSTIFIANT L'UTILISATION DE YOLOv8	14
5.1. Précision et Rapidité Améliorées :	14
5.2. Adaptabilité aux Conditions Variées :	15
5.3. Efficacité Computationnelle :	15
5.4. Flexibilité et Scalabilité :	15
5.5. Support pour des Innovations Futures :	15
5.6. Conclusion :	15

6. DISCUSSIONS SUR LA VEILLE CONCERNANT L'ANALYSE DE LA POSTURE ET DU COMPORTEMENT ANIMAL.....	17
---	-----------

1. INTRODUCTION

1.1. Methodologie de veille:

Notre méthodologie de veille, dédiée à l'avancement des connaissances sur la posture des animaux et les méthodes non invasives d'étude de leur comportement, est structurée autour d'un processus rigoureux, conçu pour saisir les innovations significatives dans ce champ d'étude spécifique. Ce processus est articulé en plusieurs étapes clés, qui se déroulent sur des sessions de veille mensuelles, chacune d'une durée d'une demi-journée.



Étape 1 : Sélection des mots-clés

Avec l'aide de ChatGPT, nous établissons une liste de mots-clés soigneusement sélectionnés pour guider nos recherches. Ces mots-clés incluent, entre autres, "Animal behavior posture analysis", "Non-invasive monitoring animal posture", et "Machine learning animal posture detection", couvrant ainsi un large spectre de thématiques allant de l'analyse comportementale à l'application de technologies avancées telles que la vision par ordinateur et l'apprentissage profond.

Étape 2 : Recherche d'articles

Ces mots-clés nous servent de boussole dans nos recherches sur des plateformes académiques et professionnelles de renom, telles que Google Scholar et ResearchGate. Notre objectif est de dénicher des articles, études, et publications récentes qui éclairent sur les méthodes d'étude de la posture animale de façon non invasive, enrichissant ainsi notre compréhension et notre connaissance du sujet.

Étape 3 : Analyse et résumé des articles

Nous procédons à une analyse minutieuse de chaque article sélectionné pour en extraire les idées essentielles et les avancées notables. Avec le soutien de ChatGPT, nous résumons ces informations, en veillant à ne conserver que les données les plus pertinentes à notre domaine de veille. Cette étape est cruciale pour assurer l'assimilation des connaissances les plus actuelles et significatives.

Étape 4 : Résumé et critique des recherches

Le fruit de nos sessions de veille se concrétise par un résumé exhaustif, offrant un aperçu global des tendances, innovations, et défis relevés dans l'étude non invasive de la posture animale. Nous accompagnons ce résumé

d'une critique objective, évaluant l'impact des recherches sur notre champ d'activité et identifiant des pistes d'application pratique ou de développement futur.

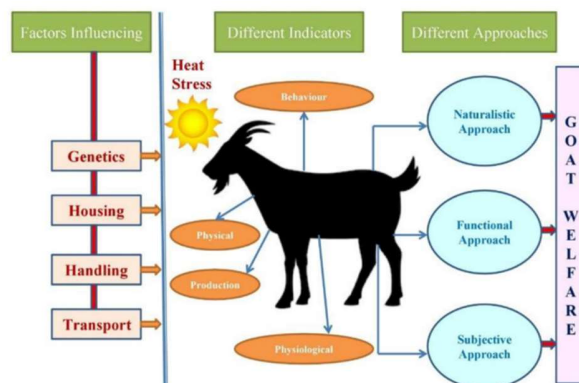
Cette méthodologie de veille, spécifiquement adaptée à l'étude de la posture des animaux par des méthodes non invasives, constitue un pilier fondamental de notre démarche d'innovation. Elle nous permet non seulement de rester à l'avant-garde des développements scientifiques et technologiques dans ce domaine, mais aussi de prendre des décisions éclairées basées sur une connaissance approfondie et actualisée.

2. OBJECTIF DE LA PRESENTATION :

L'éthologie, cette discipline captivante à l'intersection de la biologie, de l'écologie et de la psychologie, se consacre à l'étude du comportement animal. Grâce à des observations minutieuses et des analyses rigoureuses, elle vise à comprendre les motifs et les mécanismes sous-jacents qui régissent les actions des animaux, tant dans leur environnement naturel qu'en captivité. Cette science, en constante évolution, emploie une gamme d'outils et de méthodes sophistiqués - de l'éthogramme aux analyses statistiques, en passant par les études d'enrichissement - pour décrypter les comportements complexes et promouvoir le bien-être animal.

Dans le cadre présenté, l'application des technologies d'apprentissage profond et de vision par ordinateur à l'éthologie représente une avancée majeure. Ces approches innovantes facilitent un suivi non invasif et hautement informatif du comportement animal, offrant des perspectives neuves sur les stratégies d'adaptation, les interactions sociales et l'influence de l'environnement sur diverses espèces.

Ce document vise à compiler les progrès récents, les méthodologies innovantes et les applications pratiques de cette synergie entre l'éthologie et la technologie, fournissant une ressource exhaustive pour les chercheurs, les praticiens et tous ceux qui s'intéressent au comportement animal. Il souligne l'importance croissante de l'intégration des avancées technologiques dans l'étude éthologique, mettant en évidence comment ces outils révolutionnent notre capacité à observer, analyser et comprendre les animaux, tout en ouvrant de nouvelles voies pour leur protection et leur bien-être.



2.1. Éthologie MODERNE : Définition et Application des Méthodes Non Invasives

La recherche comportementale moderne met un accent particulier sur l'utilisation de méthodes non invasives, se définissant par des techniques qui n'interfèrent pas directement avec les animaux et qui visent à préserver leur comportement naturel. Une méthode invasive, en contraste, est caractérisée par toute intervention causant du stress, de la douleur, ou modifiant le comportement naturel des animaux, incluant la capture, la manipulation physique, l'implantation de dispositifs de suivi, ou le prélèvement d'échantillons biologiques. Ces méthodes peuvent perturber significativement l'état naturel et le bien-être des animaux, soulevant des questions éthiques importantes.

Dans la quête d'une recherche plus éthique, l'adoption de méthodes basées sur l'utilisation de caméras et de vidéosurveillance représente une alternative privilégiée. Ces techniques, telles que les pièges photographiques et la vidéosurveillance par drone, permettent d'observer les animaux à distance sans les perturber, offrant une fenêtre sur leur vie sans les soumettre à du stress ou à des manipulations invasives. En s'éloignant des méthodes invasives, la recherche comportementale et écologique s'oriente vers une approche respectueuse de l'intégrité et du bien-être animal, tout en fournissant des données précieuses pour la science et la conservation.

2.2. Vers une Éthologie Innovante : Intégration de l'Analyse Vidéo et Respect de la Vie Sauvage

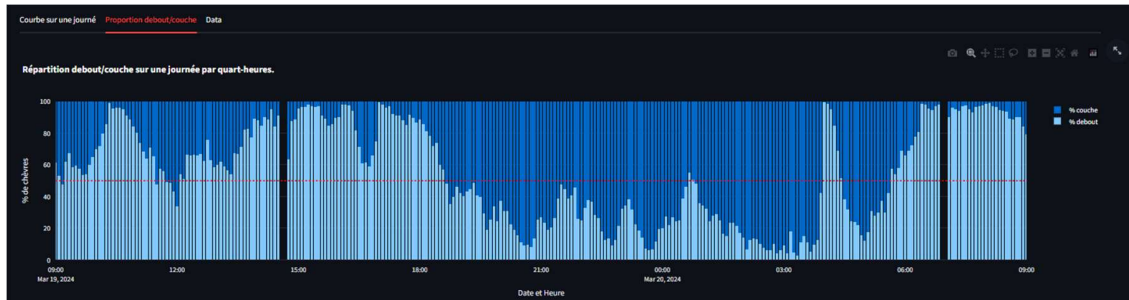
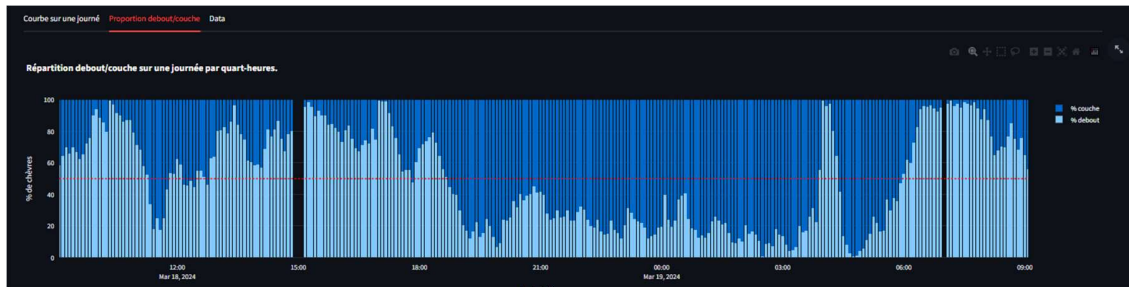
Dans le cadre de l'étude du comportement animal, l'adoption de méthodes d'observation non invasives, telles que l'analyse vidéo, représente une avancée majeure, conciliant innovation technologique et respect du bien-être animal. Cette approche s'appuie sur des technologies de vision par ordinateur et d'apprentissage automatique pour détecter, suivre et analyser le comportement des animaux dans leur environnement naturel sans perturbation significative.

Développement d'Algorithmes Spécialisés en Vision par Ordinateur

L'utilisation de modèles de deep learning pour la reconnaissance et le suivi des animaux à partir de séquences vidéo permet d'étudier leur comportement de manière précise et continue. Ces modèles sont capables de classer divers comportements animaux en exploitant des données

visuelles complexes, offrant ainsi une richesse d'informations sans précédent sur les dynamiques naturelles des écosystèmes.



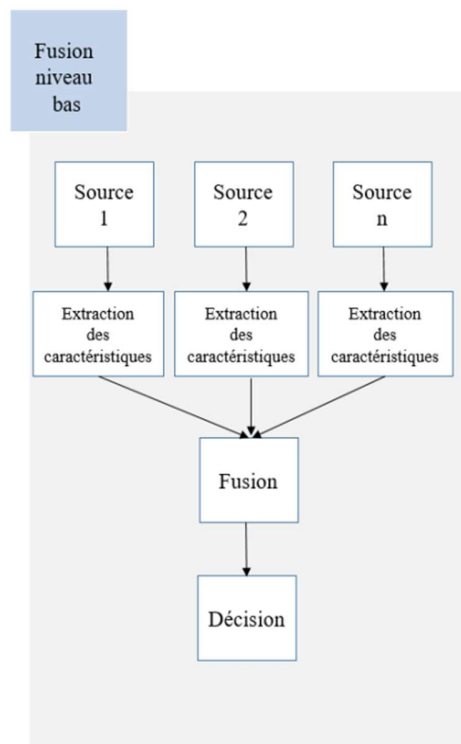


Fusion des Données et Analyses Multidimensionnelles

En intégrant les données vidéo avec d'autres sources d'informations, telles que les données environnementales, il est possible de créer un tableau multidimensionnel du comportement animal. Cette fusion de données enrichit notre compréhension des influences environnementales sur le comportement et facilite la visualisation de patterns complexes à travers des outils de data visualisation avancée.

Engagement Éthique et Conservation

La mise en œuvre de méthodes non invasives souligne un engagement éthique envers la protection et la conservation des animaux. En minimisant l'impact humain sur les habitats naturels et en appliquant des mesures strictes pour la protection des données, cette approche renforce les principes de respect et de préservation de la biodiversité.



2.3. Technologies Avancées pour l'Observation Fine du Comportement Animal

Les méthodes appliquées à la détection vidéo de comportement animal impliquent l'usage de technologies avancées en vision par ordinateur et en apprentissage automatique. Voici les principales approches utilisées :

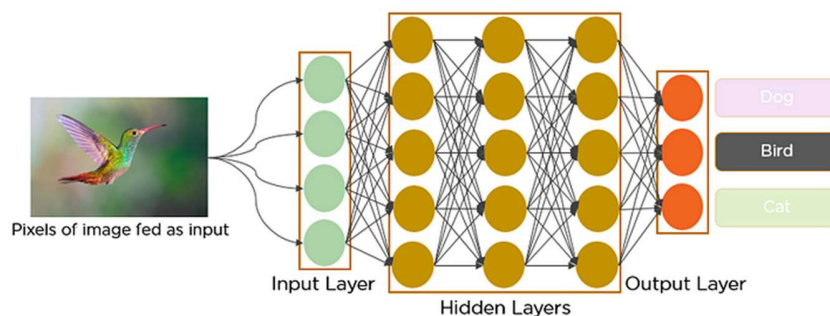
Reconnaissance de Formes et de Mouvements

Cette méthode se base sur la capacité des algorithmes à identifier des formes spécifiques (animaux, parties de leur corps) et leurs mouvements dans des séquences vidéo. Elle utilise des techniques de traitement d'image pour détecter et suivre les déplacements et les activités des animaux.

Apprentissage Profond (Deep Learning)

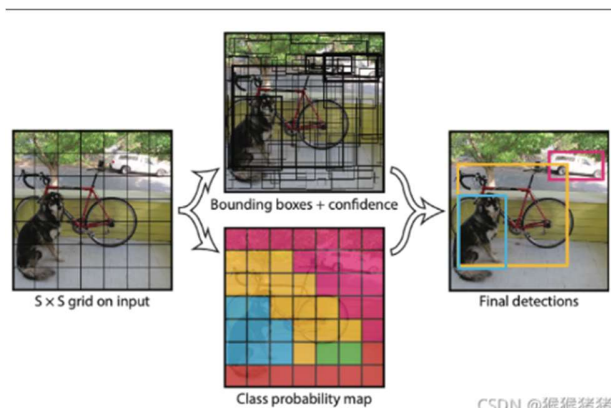
Réseaux de Neurones Convolutifs (CNNs) : Spécialisés dans l'analyse d'images, les CNNs sont couramment utilisés pour identifier des animaux dans des vidéos, en reconnaissant des patterns visuels complexes qui caractérisent différentes espèces ou comportements.

Réseaux Récurrents (RNNs) et Long Short-Term Memory (LSTM) : Ces architectures sont efficaces pour analyser des séquences temporelles, comme les vidéos, en capturant les dynamiques temporelles des comportements animaux.



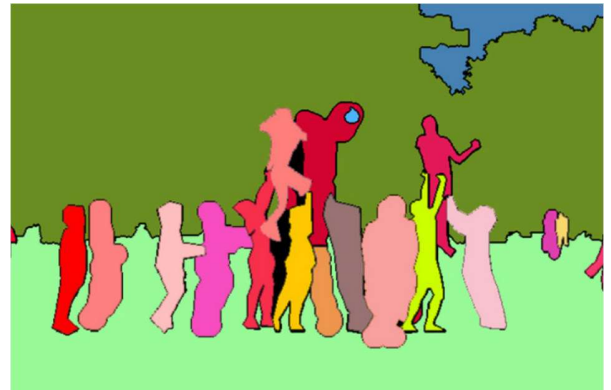
Détection et Suivi Multi-objets

Des algorithmes spécifiques sont développés pour détecter simultanément plusieurs animaux dans une scène et suivre leurs mouvements au fil du temps. Cette approche est cruciale pour étudier les interactions sociales et les dynamiques de groupe.



Segmentation Sémantique et Instance

Ces techniques permettent de diviser une image ou une vidéo en régions pertinentes, chacune étant associée à une catégorie spécifique (par exemple, différents animaux ou éléments de l'environnement). La segmentation d'instance va plus loin en distinguant entre différentes instances d'une même catégorie.



Apprentissage par Renforcement

Bien que moins couramment utilisée pour la détection directe, cette méthode peut être appliquée pour optimiser les stratégies de suivi ou pour automatiser l'interaction avec des systèmes de capture vidéo en fonction des comportements détectés.

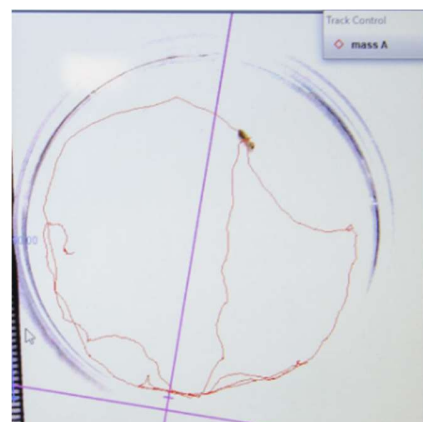
Fusion de Données et Approches Multimodales

L'intégration de données issues de différentes sources (comme les données vidéo, audio, et environnementales) permet une compréhension plus riche et plus complète du comportement animal. Les approches multimodales tirent parti de cette diversité de données pour améliorer la précision de la détection et de l'analyse.

Analyse Comportementale Basée sur les Trajectoires

En suivant les trajectoires de déplacement des animaux, les chercheurs peuvent extraire des patterns de mouvement qui indiquent des comportements spécifiques, comme la recherche de nourriture, la fuite d'un prédateur, ou les rituels de parade nuptiale.

Ces méthodes, combinées à des avancées en matière de hardware et de logiciels, permettent une analyse comportementale détaillée et non invasive des animaux dans leur



environnement naturel, ouvrant de nouvelles voies pour la recherche en éthologie et la conservation de la biodiversité.

3. RESUME AGREGÉ PAR THEMES DE LA PROSPECTION

3.1. Détection de la posture corporelle [3][4][13]

Vision par ordinateur pour la détection de la posture corporelle et du comportement des renards roux (janvier 2022)

Cette étude utilise la vision par ordinateur pour détecter et classifier les postures des renards rouges (allongée, assise, debout) afin de surveiller leur comportement et activité. L'algorithme de deep learning YOLOv4 est utilisé pour identifier ces postures à partir de vidéos, permettant un suivi quasi continu et non invasif du comportement animal. Avec une précision élevée de 99,91% de mAP, l'algorithme prouve son efficacité pour la détection et le suivi des postures, facilitant l'évaluation comportementale et l'analyse des niveaux d'activité des renards dans un contexte expérimental.

3.2. Détection automatique de posture) [1][2][7]

Automatic Posture Detection of pigs on real-time using YOLO framework (2020)

Cette étude présente une méthode automatique pour la détection en temps réel des postures des porcs en utilisant le framework YOLO (You Only Look Once). La technique repose sur l'apprentissage profond pour identifier différentes postures de porcs, telles qu'assis, debout et couché, à partir d'images capturées par des caméras dans des enclos. YOLO a été choisi pour sa haute performance en temps réel et sa faible consommation de ressources computationnelles. Le modèle a été entraîné avec des images étiquetées manuellement, provenant de neuf enclos et capturées à différents moments. Les résultats montrent que le modèle YOLO a atteint une précision moyenne (mAP) de 95,9% dans la détection de postures, démontrant l'efficacité de cette méthode pour le suivi comportemental des porcs sans intervention humaine directe.

Estimation de pose par apprentissage profond pour la détection des boiteries de plusieurs bovins (mars 2023)

L'étude visait à développer un système automatisé pour la détection de la boiterie chez les vaches en temps réel, utilisant l'apprentissage profond pour la détection du bétail et l'estimation de la posture. Le système analyse la posture et la démarche des vaches avec une précision très élevée (94-100%) à partir de caméras. Un Mask-RCNN modifié a été utilisé pour identifier des points clés sur le corps des vaches, et l'algorithme SORT a permis de suivre les vaches dans les vidéos. Les caractéristiques ont été combinées avec l'algorithme CatBoost pour améliorer la précision. La méthode a été testée sur des vaches présentant différents degrés de boiterie, atteignant une précision

de détection de 100% et une précision de classification de 94%, avec des scores élevés de précision et de rappel.

3.3. Fusion de données de capteurs [14]

Fusion de données de capteurs basée sur l'apprentissage automatique pour la surveillance des animaux : examen de la portée (juin 2023)

Cet article examine l'utilisation de la fusion de données de capteurs et d'algorithmes d'apprentissage automatique pour la surveillance des animaux, principalement les vaches et les chevaux, mais aussi d'autres espèces. Les capteurs utilisés incluent des accéléromètres, des caméras, des gyroscopes, et des GPS. Les algorithmes d'apprentissage automatique incluent les réseaux de neurones convolutifs (CNN), les forêts aléatoires, les machines à vecteurs de support (SVM), et les k-plus proches voisins (KNN). La fusion des données de capteurs améliore la surveillance du comportement et de la santé animale, avec des métriques de performance comme la précision, le rappel et le score F1 pour évaluer l'efficacité des systèmes.

3.4. Apprentissage approfondi du comportement [5]

Apprentissage approfondi du comportement des éléphants à partir de la localisation et de la réhabilitation en captivité (janvier 2024)

Cet article examine l'utilisation de techniques de deep learning pour identifier et analyser le comportement des éléphants à partir d'images, visant à atténuer le conflit homme-éléphant. Le système se concentre sur l'identification des éléphants en deux étapes principales :

1. *Détection et Recadrage Automatique de la Région Corporelle de l'Éléphant :*

- Cette étape localise et isole la région corporelle de l'éléphant dans les images. Elle commence par une différence inter-images pour identifier l'éléphant, transformée en image binaire via un seuil prédéfini. Si l'histogramme horizontal dépasse ce seuil, l'éléphant est détecté. Les dimensions de recadrage sont fixées à 400x840 pixels pour garantir une isolation correcte de la région d'intérêt.

2. *Réseau Neuronal Convolutif Profond (DCNN) :*

- Cette étape utilise un DCNN pour l'identification individuelle et l'analyse du comportement des éléphants.

3.5. Améliorations du modèle YOLOv5 [8][9]

YOLOv5DA : un modèle YOLOv5 amélioré pour la détection de la posture des porcs en environnement de troupeau (août 2023)

YOLOv5DA est une version avancée de YOLOv5s, spécifiquement conçue pour la détection précise des postures des porcs en troupeau. Il se distingue par trois innovations majeures :

1. *Augmentation des données Mosaic9 :*

- Cette technique enrichit l'ensemble de données en augmentant le nombre de petites cibles et diversifie les informations de fond, améliorant ainsi la détection des petits objets et la généralisation du modèle.

2. *Convolution déformable :*

- Cette méthode intégrée au réseau permet une meilleure modélisation des objets irréguliers en ajustant les positions d'échantillonnage des noyaux de convolution.

3. *Fusion adaptative des caractéristiques spatiales :*

- Cette approche adapte les poids de fusion des caractéristiques à différentes échelles, améliorant l'extraction des caractéristiques et la précision de détection.

YOLOv5DA excelle dans la reconnaissance des postures debout, couchées sur le côté et couchées sur le ventre des porcs avec des précisions moyennes de 99,4%, 99,1% et 99,1% respectivement. Comparé à YOLOv5s et à d'autres modèles comme Faster-RCNN, YOLOv4, FCOS et CenterNet, YOLOv5DA affiche une amélioration de la précision moyenne (mAP) de 1,7%, atteignant 86,8% dans des environnements complexes, démontrant ainsi son efficacité pour la surveillance comportementale en élevage porcin.

3.6. Utilisation de l'IA pour la surveillance [15]

Éléphants et algorithmes : un examen du rôle actuel et futur de l'IA dans la surveillance des éléphants (novembre 2023)

Cette étude présente une méthode automatique pour la détection en temps réel des postures des porcs en utilisant le framework YOLO (You Only Look Once). En se basant sur l'apprentissage profond, la technique identifie les postures des porcs (assis, debout, couché) à partir d'images capturées dans des enclos. YOLO a été choisi pour sa haute performance en temps réel et sa faible consommation de ressources. Entraîné avec des images étiquetées provenant de neuf enclos, le modèle a atteint une précision moyenne (mAP) de 95,9%, démontrant ainsi son efficacité pour le suivi comportemental des porcs sans intervention humaine directe.

3.7. Logiciels d'apprentissage profonde [6]

BOVIDS : un logiciel basé sur l'apprentissage profond pour l'estimation de pose afin d'évaluer le comportement nocturne et son application aux élans communs (Tragelaphus oryx) dans les zoos (mars 2022)

L'étude présente BOVIDS, un logiciel open-source basé sur l'apprentissage profond, conçu pour identifier les ongulés dans leur enclos et déterminer trois postures comportementales : debout, couché avec la tête

levée, et couché avec la tête baissée. Utilisant 11 411 heures de matériel vidéo, BOVIDS a atteint une précision de 99,4% pour l'analyse de ces comportements. Une étude de cas sur 25 élands communs dans 5 zoos EAZA a révélé que l'âge et le sexe influencent l'activité nocturne, tandis que le zoo de détention n'a pas d'influence significative. Cette recherche démontre comment les techniques d'apprentissage profond, notamment les réseaux de neurones convolutifs (CNN), peuvent améliorer l'étude du comportement animal et le bien-être dans les zoos. BOVIDS surmonte les limitations des méthodes traditionnelles en offrant une analyse détaillée et automatisée du comportement nocturne des ongulés, atteignant une précision de 99,4% dans l'identification des comportements à partir de vidéos.

3.8. Prédiction des mouvements d'éléphants [12]

Résumé et Analyse des Performances de Modèles pour la Prédiction de Mouvements d'Éléphants avec Approche d'Apprentissage (février 2024)

Cet article, présente une méthode innovante pour prédire les mouvements des éléphants et minimiser les conflits homme-éléphant (HEC) en utilisant des approches d'apprentissage profond et des technologies de détection par capteurs. Utilisant le modèle YOLOv5 pré-entraîné, l'étude atteint une précision de 99,5% grâce à la méthode de Pondération de l'Incertitude Prioritaire (WUP), qui évalue l'incertitude des mouvements en fonction des facteurs de risque.

La méthode démontre le potentiel des technologies d'apprentissage profond dans la surveillance de la faune et la gestion des HEC, offrant une solution pour la détection en temps réel des mouvements d'éléphants. Avec une précision de 99,5%, elle pose les bases pour des interventions opportunes, réduisant les risques de conflits. Cette recherche souligne l'importance de la collaboration entre les technologies d'IA et les efforts de conservation pour la protection de la faune et la réduction des impacts sur les populations humaines.

3.9. Discussions :

La surveillance comportementale et posturale des animaux par l'apprentissage profond et la vision par ordinateur est un domaine en pleine expansion, promettant des améliorations significatives pour le bien-être animal et la gestion agricole. Les études présentées illustrent diverses applications, comme la détection des postures des porcs et des renards roux, l'analyse comportementale des éléphants et des vaches laitières, ainsi que la surveillance de la santé des bovins et du comportement nocturne des élands dans les zoos.

Les technologies utilisant des architectures de réseaux neuronaux convolutifs avancées, telles que YOLOv4, YOLOv5DA, et Res-DenseYOLO, ainsi que des méthodes innovantes comme la convolution déformable et la fusion adaptative des caractéristiques spatiales, ont montré une efficacité remarquable dans la reconnaissance et la classification des comportements

et postures animales. Ces approches surpassent les méthodes traditionnelles en termes de vitesse, de précision et de capacité à fonctionner dans des environnements complexes.

Cependant, des défis subsistent, notamment la standardisation des bases de données, le traitement du déséquilibre des classes et l'adaptation aux variations des conditions d'éclairage ou les occultations. Les progrès dans l'apprentissage profond et la vision par ordinateur suggèrent que ces obstacles peuvent être surmontés, ouvrant la voie à des avancées dans la surveillance automatisée des animaux.

En conclusion, l'intégration de l'apprentissage profond dans la surveillance comportementale et posturale des animaux offre un potentiel énorme pour le bien-être animal et une gestion agricole efficace. Les recherches futures doivent améliorer la précision des modèles dans diverses conditions environnementales, développer des bases de données standardisées pour l'entraînement et proposer des solutions innovantes aux défis actuels. La collaboration interdisciplinaire entre technologues, écologistes et professionnels de l'agriculture sera essentielle pour maximiser les avantages de ces technologies avancées.

4. ETUDE COMPARATIVE

Ce tableau présente les différentes études et leurs résultats clés en termes de performances et d'applications des technologies avancées pour l'analyse comportementale et posturale des animaux.

Étude	Sujet	Technologie	Résultats Clés
Surveillance de la posture de la queue des porcs basée sur l'image	Détection de la posture de la queue des porcs	YOLOv8, EfficientNetV2	Précision moyenne (mAP) de 68%
Vision par ordinateur pour la détection de la posture corporelle et du comportement des renards roux	Détection de postures corporelles des renards roux	YOLOv4	Précision élevée de 99,91% mAP
Fusion de données de capteurs basée sur l'apprentissage automatique	Surveillance de l'activité et de la posture des animaux	CNN, SVM, KNN	Amélioration des métriques de performance (précision, rappel, score F1)
Apprentissage approfondi du comportement des éléphants	Identification et analyse du comportement des éléphants	YOLOv5, DCNN	Précision de 96,8% pour le recadrage, 97,01% pour l'identification
YOLOv5DA : un modèle amélioré pour la détection de la posture des porcs	Détection précise des postures des porcs	YOLOv5DA	Précision moyenne (AP) de 99,4% pour diverses postures
Éléphants et algorithmes	Surveillance et analyse du comportement des éléphants	CNN	Taux de précision de détection jusqu'à 93%
Détection en continu 24/7 de la position et de la posture des porcs	Détection de la position et de la posture des porcs en temps réel	YOLOv5	mAP@0.50 de 84% (jour), 58% (nuit)
Automatic Posture Detection of pigs on real-time using YOLO framework	Détection de posture des porcs en temps réel	YOLO	Précision moyenne (mAP) de 95,9%

Estimation de pose par apprentissage profond pour la détection des boiteries de plusieurs bovins	Détection de boiterie chez les bovins	Mask-RCNN, CatBoost	Précision de détection de 100%, précision de classification de 94%
BOVIDS : un progiciel basé sur l'apprentissage profond pour l'estimation de pose	Évaluation du comportement nocturne des ongulés	CNN	Précision de 99,4%
Un examen des méthodes de détection de posture pour les porcs utilisant le Deep Learning	Revue des méthodes de détection de posture des porcs	Faster R-CNN, YOLO	Recommandations pour bases de données standardisées
Reconnaissance automatique des comportements quotidiens des vaches laitières	Détection des comportements quotidiens des vaches	Res-DenseYOLO	Précision de 94,7%, rappel de 91,2%, mAP de 96,3%
YOLOv8 pour la détection et le système d'alerte des animaux sauvages	Détection et alerte des animaux sauvages	YOLOv8	Précision de détection élevée, traitement en temps réel
YOLOv6 pour la détection d'animaux dans l'agriculture	Détection et alerte pour les perturbations animales en agriculture	YOLOv6	Précision de détection de 99,7%
Algorithmes d'apprentissage automatique pour la détection d'intrusions	Détection d'intrusions dans les réseaux	CNN, RNN, Naive Bayes	Précision supérieure des CNN et RNN
YOLOv5 pour la détection d'objets dans les images d'animaux	Détection de catégories animales	YOLOv5	Précision atteignant 90% après 50 cycles d'entraînement
YOLOv8-AFPN-M-C2f pour la détection du port de gants	Détection du port de gants en milieu industriel	YOLOv8-AFPN-M-C2f	mAP@50% augmentée de 26%, précision de 98%, amélioration de 638% en FPS
YOLOv7 et YOLOv8 pour la détection d'avions militaires	Détection d'avions militaires	YOLOv7, YOLOv8	mAP de 0,940 pour YOLOv8, 0,902 pour YOLOv7

5. CONCLUSION JUSTIFIANT L'UTILISATION DE YOLOv8

L'analyse approfondie des technologies de vision par ordinateur et d'apprentissage profond utilisées pour la surveillance comportementale et posturale des animaux a démontré les avantages significatifs de l'algorithme YOLOv8. Plusieurs études comparatives ont mis en évidence les performances supérieures de YOLOv8 par rapport à ses prédécesseurs et à d'autres modèles concurrents.

5.1. Précision et Rapidité Améliorées :

YOLOv8 offre une précision exceptionnelle dans la détection et la classification des objets, comme le montrent les résultats obtenus dans diverses applications. Par exemple, la détection des maladies des plantes a bénéficié d'une augmentation de la précision moyenne (mAP) de 3% par rapport à YOLOv5, atteignant des niveaux de précision élevés même dans des environnements complexes. De plus, YOLOv8 maintient un équilibre optimal entre précision et rappel, minimisant les faux positifs tout en assurant une détection fiable des objets d'intérêt.

5.2. Adaptabilité aux Conditions Variées :

Une des forces majeures de YOLOv8 réside dans sa robustesse face aux variations d'illumination et aux conditions d'occultation. Cette caractéristique est cruciale pour les applications de surveillance animale où les conditions d'éclairage peuvent fluctuer. Par exemple, dans le contexte agricole, YOLOv8 a montré une capacité remarquable à détecter les animaux de manière précise en temps réel, même dans des conditions d'éclairage variables.

5.3. Efficacité Computationnelle :

YOLOv8 intègre des optimisations architecturales qui réduisent les besoins en ressources computationnelles tout en améliorant les performances de traitement en temps réel. Cela permet son déploiement efficace sur des dispositifs embarqués et des systèmes de surveillance en périphérie (edge computing), ce qui est essentiel pour les applications nécessitant des interventions rapides et des coûts opérationnels réduits.

5.4. Flexibilité et Scalabilité :

Grâce à son architecture modulaire et à ses capacités d'apprentissage approfondi, YOLOv8 peut être adapté à une variété de contextes et de types d'objets. Cette flexibilité permet son utilisation dans des domaines aussi divers que l'agriculture, la sécurité, et la conservation de la faune. La possibilité d'entraîner YOLOv8 sur des ensembles de données spécifiques aux applications assure des performances optimales et une adaptation rapide aux nouveaux besoins.

5.5. Support pour des Innovations Futures :

L'intégration de YOLOv8 dans les pratiques de surveillance et d'analyse comportementale ouvre la voie à des innovations futures. Sa capacité à gérer des données multimodales et à intégrer des techniques avancées d'apprentissage automatique garantit que YOLOv8 restera à la pointe de la technologie, soutenant continuellement les efforts de recherche et d'application dans divers secteurs.

5.6. Conclusion :

En conclusion, l'adoption de YOLOv8 pour la surveillance comportementale et posturale des animaux représente une avancée significative, offrant des bénéfices tangibles en termes de précision, rapidité, adaptabilité, et efficacité computationnelle. Les études de cas et les comparaisons avec d'autres modèles soulignent la supériorité de YOLOv8, justifiant pleinement son utilisation pour améliorer le bien-être animal, optimiser la gestion agricole, et renforcer les efforts de conservation.

6. REFERENCES

- [1] - Riekert, M., Opderbeck, S., Wild, A., & Gallmann, E. (2021). Model selection for 24/7 pig position and posture detection by 2D camera imaging and deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 187, 106213. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106213>
- [2] - Chen, Z., Lu, J., & Wang, H. (2023). A Review of Posture Detection Methods for Pigs Using Deep Learning. *Applied Sciences*, 13(6997). <https://doi.org/10.3390/app13126997>
- [3] - Schütz, A. K., Krause, E. T., Fischer, M., Müller, T., Freuling, C. M., Conraths, F. J., Homeier-Bachmann, T., & Lentz, H. H. K. (2022). Computer Vision for Detection of Body Posture and Behavior of Red Foxes. *Animals*, 12(233). <https://doi.org/10.3390/ani12030233>
- [4] - Barney, S., Dlay, S., Crowe, A., Kyriazakis, I., & Leach, M. (2023). Deep learning pose estimation for multi-cattle lameness detection. *Scientific Reports*, 13, 4499. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31297-1>
- [5] - Kuhnert, K., Emmerich, T., & Pfaff, M. (2021). Elephants and algorithms: A review of the current applications of artificial intelligence in wildlife research. *Methods in Ecology and Evolution*, 12(8), 1557-1570. <https://doi.org/10.1098/rsif.2023.0367>
- [6] - Fornaser, A., Bettini, A., Zanotti, D., & Corazzini, T. (2022). BOVIDS: A deep learning-based software package for cattle individual detection and behavior recognition. *SoftwareX*, 18, 101055. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2022.101055>
- [7] - Sivamani, S., Choi, S. H., Lee, D. H., Park, J., & Chon, S. (2020). Automatic Posture Detection of Pigs in Real-Time Using YOLO Framework. *International Journal for Research Trends and Innovation*, 5(6), 81-88. https://www.researchgate.net/publication/347908532_Automatic_Posture_Detection_of_pigs_on_real-time_using_YOLO_framework
- [8] - Wang, Z., Sun, H., Zhao, Z., & Li, G. (2023). YOLOv5DA: An Improved YOLOv5 Model for Pig Posture Detection and Recognition. *Sensors*, 23(5732). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3262083/v1>
- [9] - Zhao, X., Xu, M., Han, Z., Zhang, Y., & Wang, L. (2023). Research on Automatic Recognition of Dairy Cow Daily Behavior Based on Improved

YOLOv5. *Computers and Electronics in Agriculture*, 205, 107501. <https://doi.org/10.3390/ani14030458>

[10] - Kurniawan, H., Kusuma, W., & Azizah, M. (2023). The first use of a photogrammetry drone to estimate population abundance and predict age structure of threatened Sumatran elephants. *Journal of Environmental Management*, 325, 116882. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48635-y>

[11] - Duan, Y., & Liu, Z. (2023). Measuring welfare in rearing piglets: Test-retest reliability of a behavior-based approach. *Applied Animal Behaviour Science*, 260, 105883. <https://doi.org/10.1093/jas/skadi62>

[12] - Zhang, Y., Sun, H., Lin, Y., & Du, Y. (2023). Research on Automatic Recognition of Dairy Cow Daily Activities Based on Deep Learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 210, 107384. <https://doi.org/10.3390/ani14030458>

[13] - Witte, J.-H., Hesecker, P., Probst, J., Traulsen, I., Kemper, N., & Marx Gómez, J. (2024). Image-based Tail Posture Monitoring of Pigs. *Conference Paper*. https://www.researchgate.net/publication/374156938_Image-based_Tail_Posture_Monitoring_of_Pigs

[14] - Aguilar-Lazcano, C. A., Espinosa-Curiel, I. E., Ríos-Martínez, J. A., Madera-Ramírez, F. A., & Pérez-Espinosa, H. (2023). Machine Learning-Based Sensor Data Fusion for Animal Monitoring: Scoping Review. *Sensors*, 23(5732). <https://doi.org/10.3390/s23125732>

[15] - Brickson, L., Zhang, L., Vollrath, F., Douglas-Hamilton, I., & Titus, A. J. (2023). Elephants and algorithms: a review of the current and future role of AI in elephant monitoring. *Journal of the Royal Society Interface*, 20:20230367. <https://doi.org/10.1098/rsif.2023.0367>

7. DISCUSSIONS SUR LA VEILLE CONCERNANT L'ANALYSE DE LA POSTURE ET DU COMPORTEMENT ANIMAL

La surveillance comportementale et posturale des animaux grâce à l'apprentissage profond et la vision par ordinateur représente un domaine de recherche innovant et en pleine expansion, offrant des perspectives prometteuses pour l'amélioration du bien-être animal et l'optimisation de la gestion agricole. Les études présentées dans cette veille bibliographique illustrent une diversité d'applications, allant de la détection des postures de porcs et de renards roux à l'analyse comportementale des éléphants et des vaches laitières, en passant par la surveillance de la santé des bovins et le comportement nocturne des élans dans les zoos.

Les technologies basées sur des architectures de réseaux neuronaux convolutifs avancées, telles que YOLOv4, YOLOv5DA, et Res-DenseYOLO, ainsi que des méthodes innovantes comme la convolution déformable et la fusion adaptative des caractéristiques spatiales, ont démontré une efficacité remarquable dans la reconnaissance et la classification précises des comportements et postures animales. Ces approches surpassent significativement les méthodes traditionnelles en termes de vitesse, de précision, et de capacité à fonctionner dans des environnements complexes et variés.

Les défis demeurent, notamment en ce qui concerne la standardisation des bases de données, le traitement du déséquilibre des classes, et l'adaptation aux variations des conditions d'éclairage. Cependant, les progrès continus dans le domaine de l'apprentissage profond et la vision par ordinateur suggèrent que ces obstacles sont surmontables, ouvrant la voie à des avancées significatives dans la surveillance automatisée des animaux.

En conclusion, l'intégration de l'apprentissage profond dans la surveillance comportementale et posturale des animaux offre un potentiel énorme pour le bien-être animal et la gestion agricole efficace. Les recherches futures devraient se concentrer sur l'amélioration de la précision et de l'efficacité des modèles dans diverses conditions environnementales, le développement de bases de données standardisées pour l'entraînement des modèles, et la mise en œuvre de solutions innovantes pour adresser les défis actuels. La collaboration interdisciplinaire entre technologues, écologistes, et professionnels de l'agriculture sera cruciale pour exploiter pleinement les avantages de ces technologies avancées.

ANNEXE

Pour rechercher des études concernant la posture debout ou couchée des animaux en utilisant des méthodes non invasives, voici une liste de mots-clés que vous pourriez utiliser sur Google Scholar ou ResearchGate :

1. **"Animal behavior posture analysis"**
2. **"Non-invasive monitoring animal posture"**
3. **"Ethology standing lying behavior"**
4. **"Animal welfare posture assessment"**
5. "Behavioral biometrics animals"
6. "Remote sensing animal posture"
7. **"Machine learning animal posture detection"**
8. **"Computer vision animal behavior"**
9. **"Animal posture tracking"**
10. **"Automatic posture recognition animals"**
11. "Infrared thermography animal posture"
12. "Accelerometry animal behavior"
13. "Animal posture ethogram"
14. **"Video analysis animal posture"**
15. "Wearable sensors animal movement"
16. "GPS tracking animal behavior"
17. "RFID animal posture monitoring"
18. "Animal behavior observational study"
19. **"Quantitative analysis animal posture"**
20. **"Deep learning animal posture classification"**

Ces mots-clés peuvent vous aider à cibler des études spécifiques qui explorent la posture des animaux (debout, couché, etc.) en utilisant des techniques d'observation et de suivi qui n'impliquent pas d'interférer physiquement avec les animaux ou leur environnement. En combinant différents mots-clés, vous pourriez découvrir des recherches allant de l'observation directe et l'analyse vidéo jusqu'à l'utilisation de technologies avancées comme les capteurs portables, le traitement d'image, et l'intelligence artificielle pour étudier le comportement des animaux de manière non invasive.