

# L'IA au service de la conservation : Inventaire aérien semi-automatique des grands mammifères en Afrique

Alexandre Delplanque

Colloque annuel de la Société Royale des Sciences de Liège :  
« *Intelligence Artificielle : de la science-fiction à la réalité* »

29 novembre 2024

© Alexandre Delplanque



# Perte de biodiversité

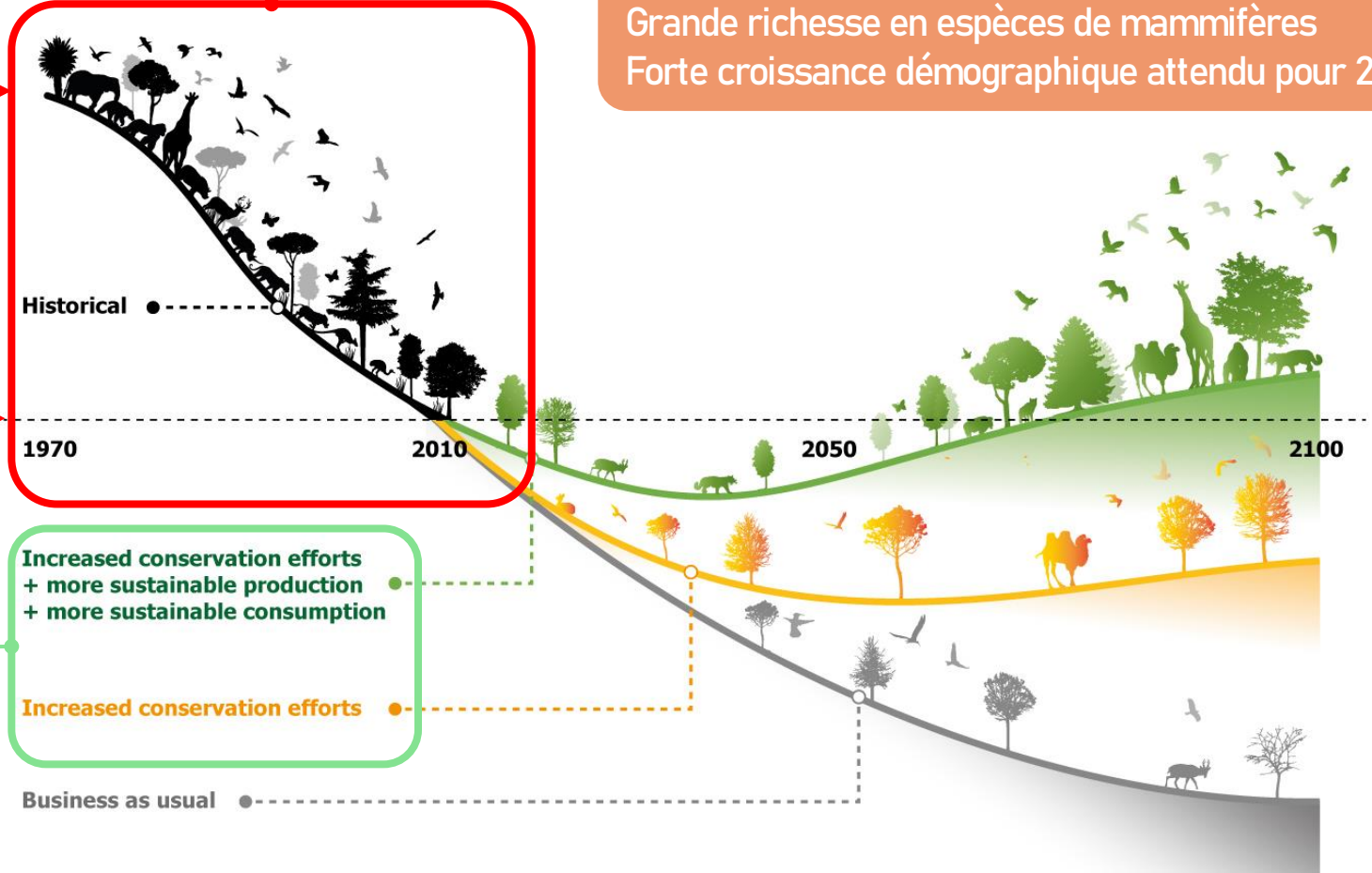
La biodiversité est en déclin à un rythme effréné (6e extinction)

-69% des populations d'espèces (WWF, 2022)

Facteurs humains indirects  
Démographie  
Économie  
Technologie

Facteurs humains directs  
Pollution  
Surexploitation  
Conversion des habitats

Afrique : -66% pour l'instant  
Grande richesse en espèces de mammifères  
Forte croissance démographique attendu pour 2100



Intensifier les efforts de conservation

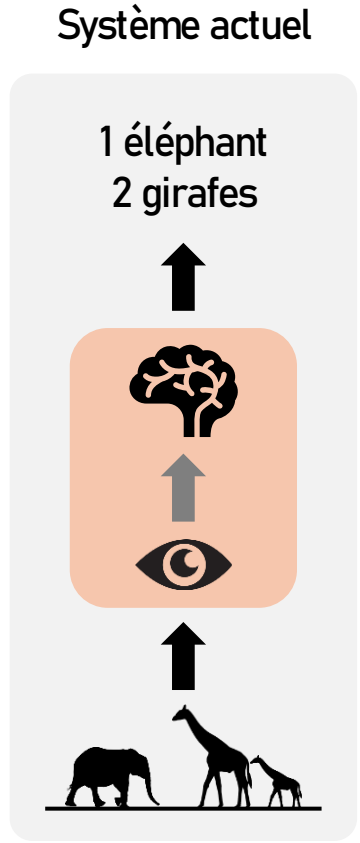
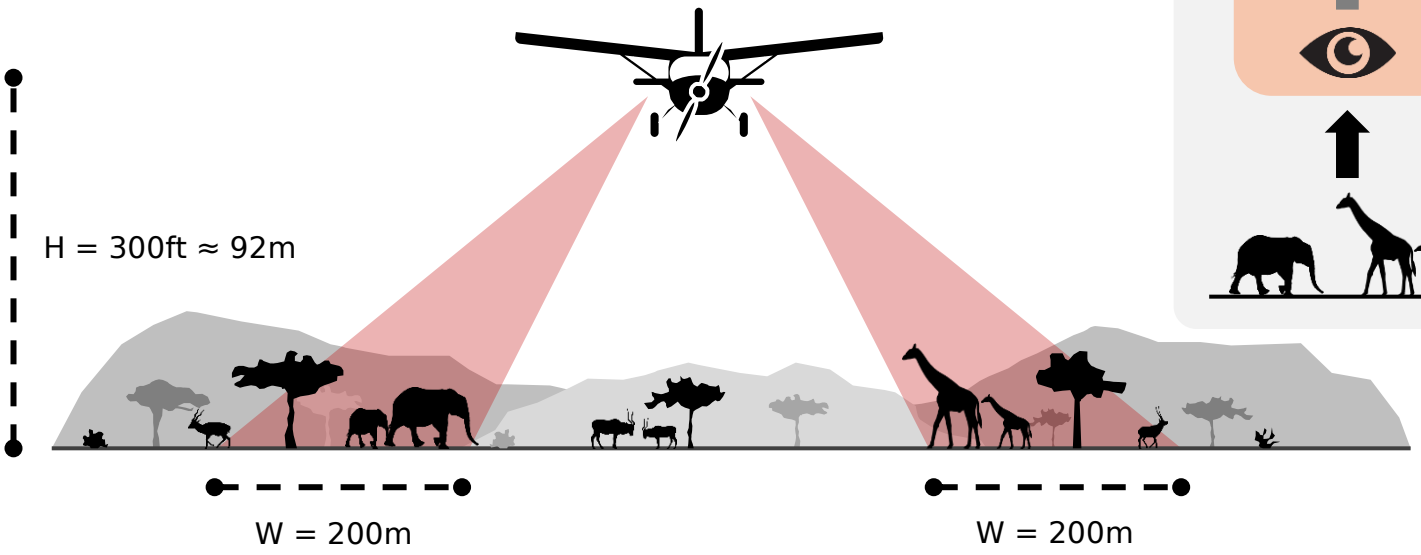
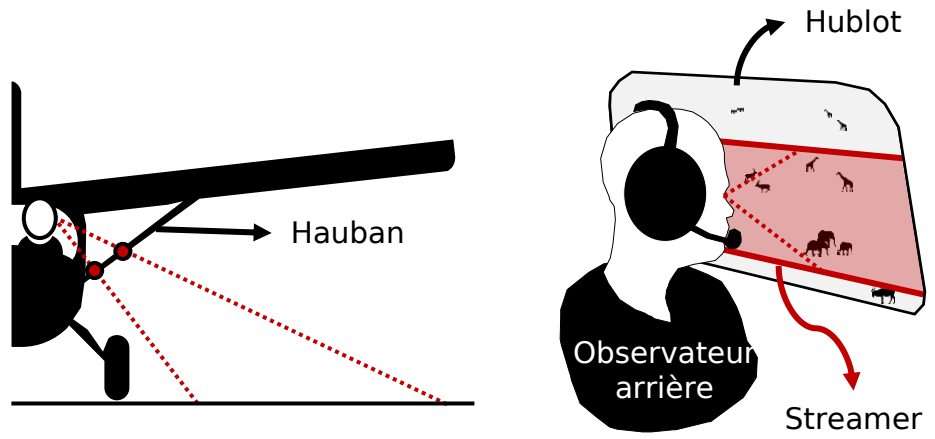
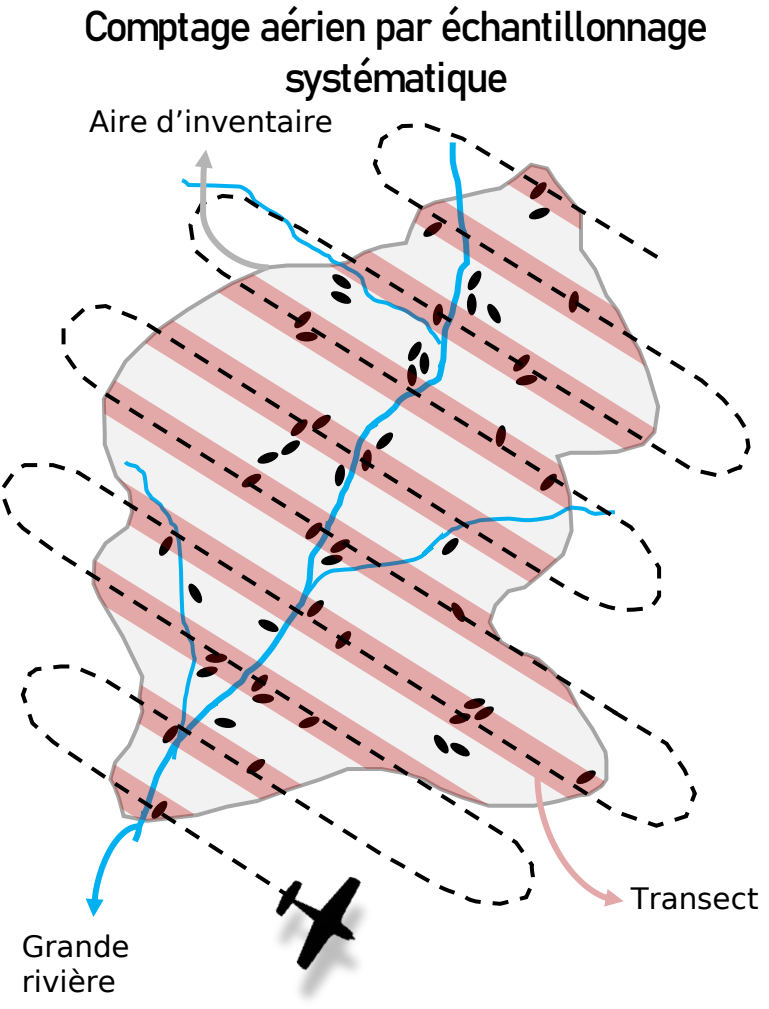
Figure "Bending the curve of biodiversity loss" from the Living Planet Report of WWF (2020)

# L'inventaire aérien, un essentiel pour la conservation

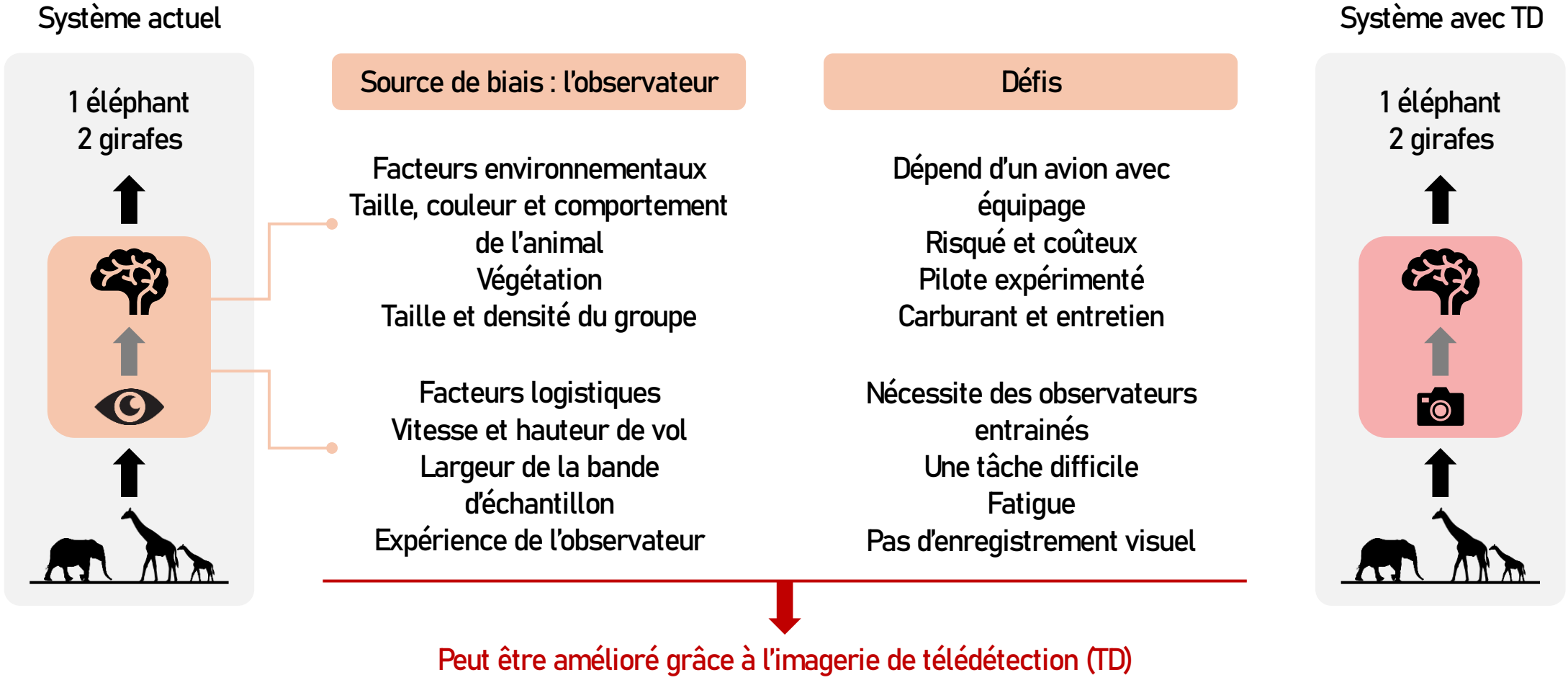
Intensifier les efforts de conservation

Initiative passée cruciale : Aires protégées

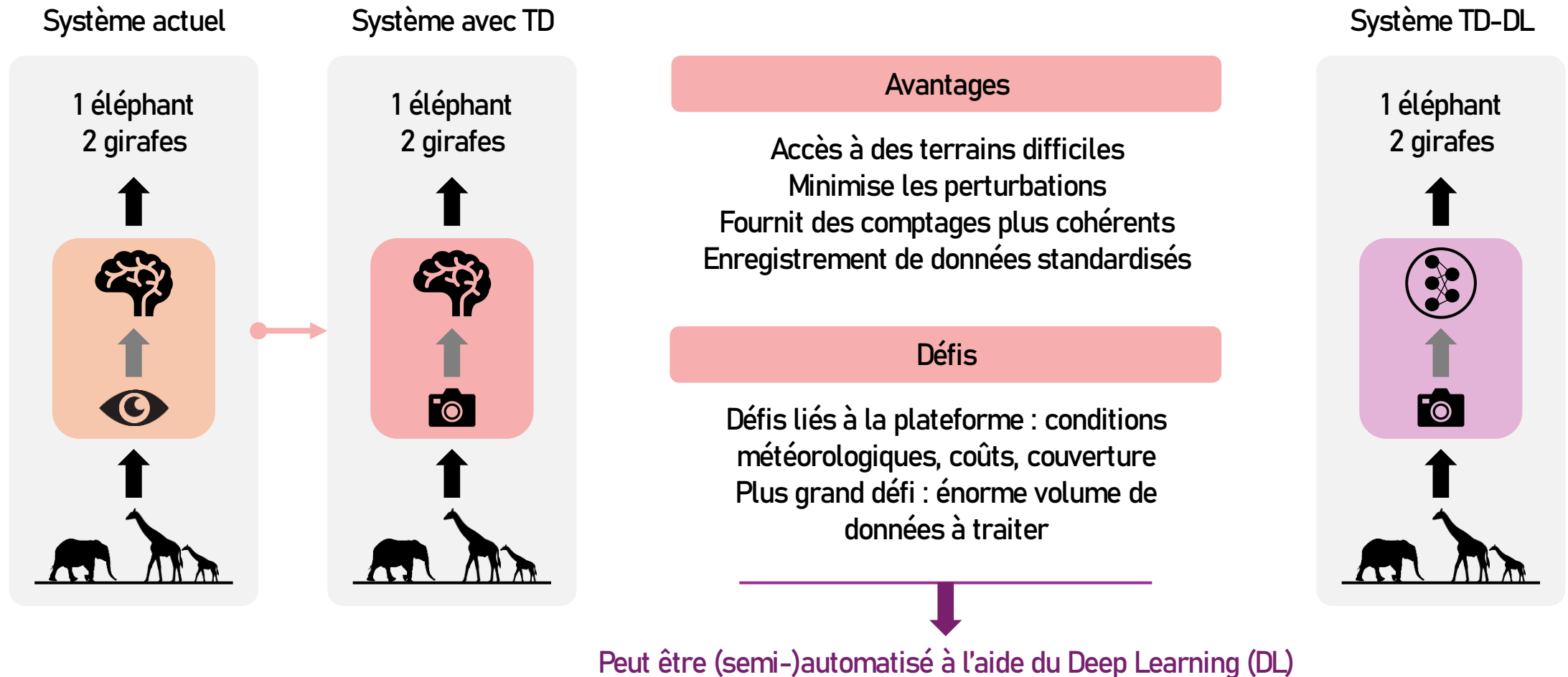
Besoin d'un suivi efficace et systématique



# La télédétection pour une standardisation des données



# Le Deep Learning pour le traitement efficace des données



# Question de recherche

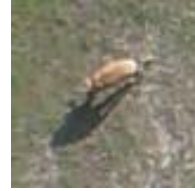
**L'association de l'imagerie aérienne et des modèles DL augmente-t-elle l'exactitude et la précision des estimations de population de grands mammifères dans les aires protégées subsahariennes ?**

Grands mammifères africains =  
mammifères terrestres > 40kg  
dans les AP africaines

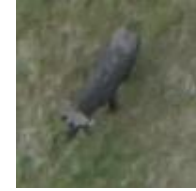
Capteurs passifs produisant des  
images RGB

Imagerie ultra-haute résolution  
(< 10cm/pixel)

# Drones et modèles préexistants



Topi



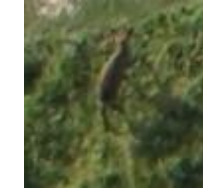
Buffle



Cobe



Phacochère



Cobe defassa



Éléphant

**Table 3.** Results of the Libra-RCNN model applied on the case study dataset (Garamba) for the six targeted species: hartebeest (considered as topi due to high similarity), buffalo, kob, warthog, waterbuck and elephant.

Species	Number of images			Individuals					Number of false positives		
	With GT	With detections <sup>1</sup>	Missed	GT	Recall	Precision	F1 score	Misclassified	Total	Human missed <sup>2</sup>	Other species <sup>3</sup>
Hartebeest	29	102	0	151	0.59	0.34	0.43	45	174	4	1
Buffalo	55	148	5	547	0.87	0.44	0.58	7	620	19	10
Kob	62	95	1	321	0.67	0.62	0.64	5	133	26	6
Warthog	24	158	9	82	0.40	0.09	0.14	0	349	6	18
Waterbuck	10	122	1	14	0.14	0.01	0.03	7	144	0	6
Elephant	0	54	0	0	n/a	n/a	n/a	0	171	0	2
All	180	607	16	1115	0.73	0.34	0.46	64	1591	55	43

Table de Delplanque et al. (2022)  
<https://doi.org/10.1002/rse2.234>

Images  
manquées = 9%

66% de faux  
positifs

Hippo,  
girafe



# Drones et modèles préexistants

## Points d'attention

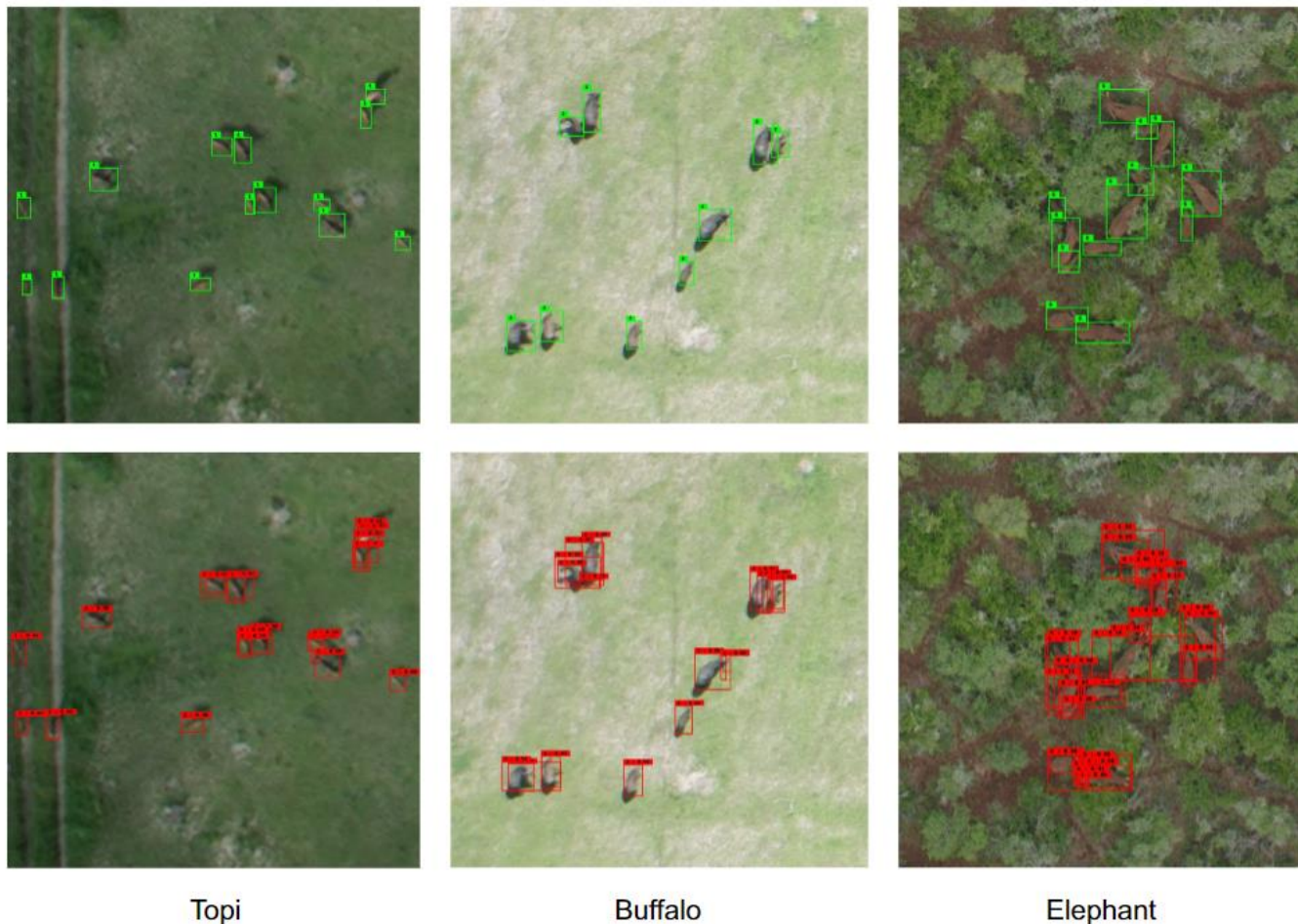
Faible endurance du drone

40 % des FPs au sein des  
troupeaux

Petits animaux

Tâche d'annotation fastidieuse

Espèces minoritaires



**Figure 4.** Detections examples of the Libra-RCNN model, on partial test images showing the major cause of the high number of false positives. Note that ground truths are in green (first row) and detections are in red (second row).

Figure de Delplanque et al. (2022) <https://doi.org/10.1002/rse2.234>



# Développement d'un modèle adapté : HerdNet



Dromadaire



Âne



Petits ruminants

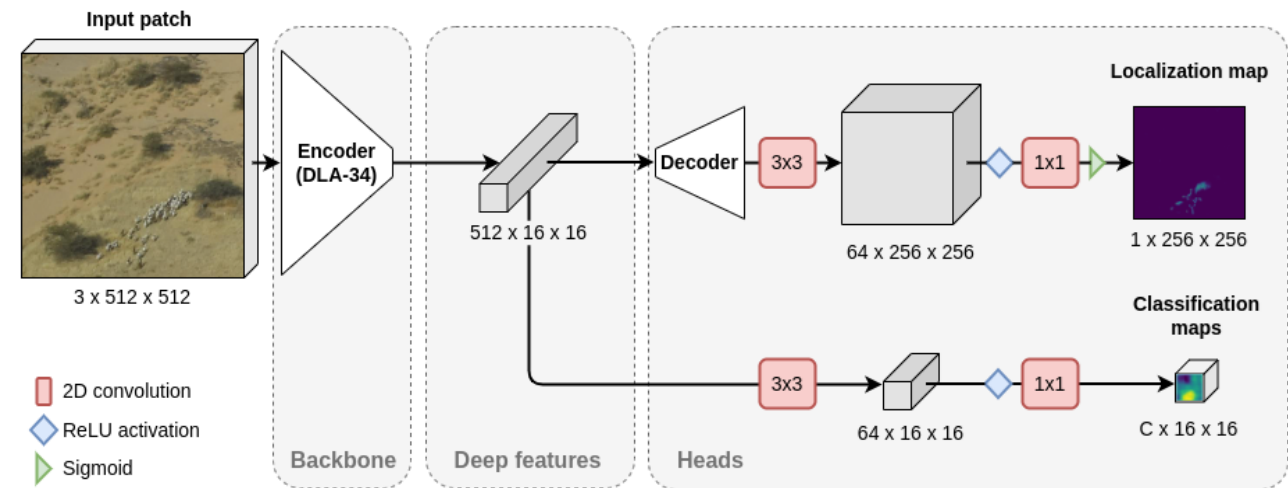
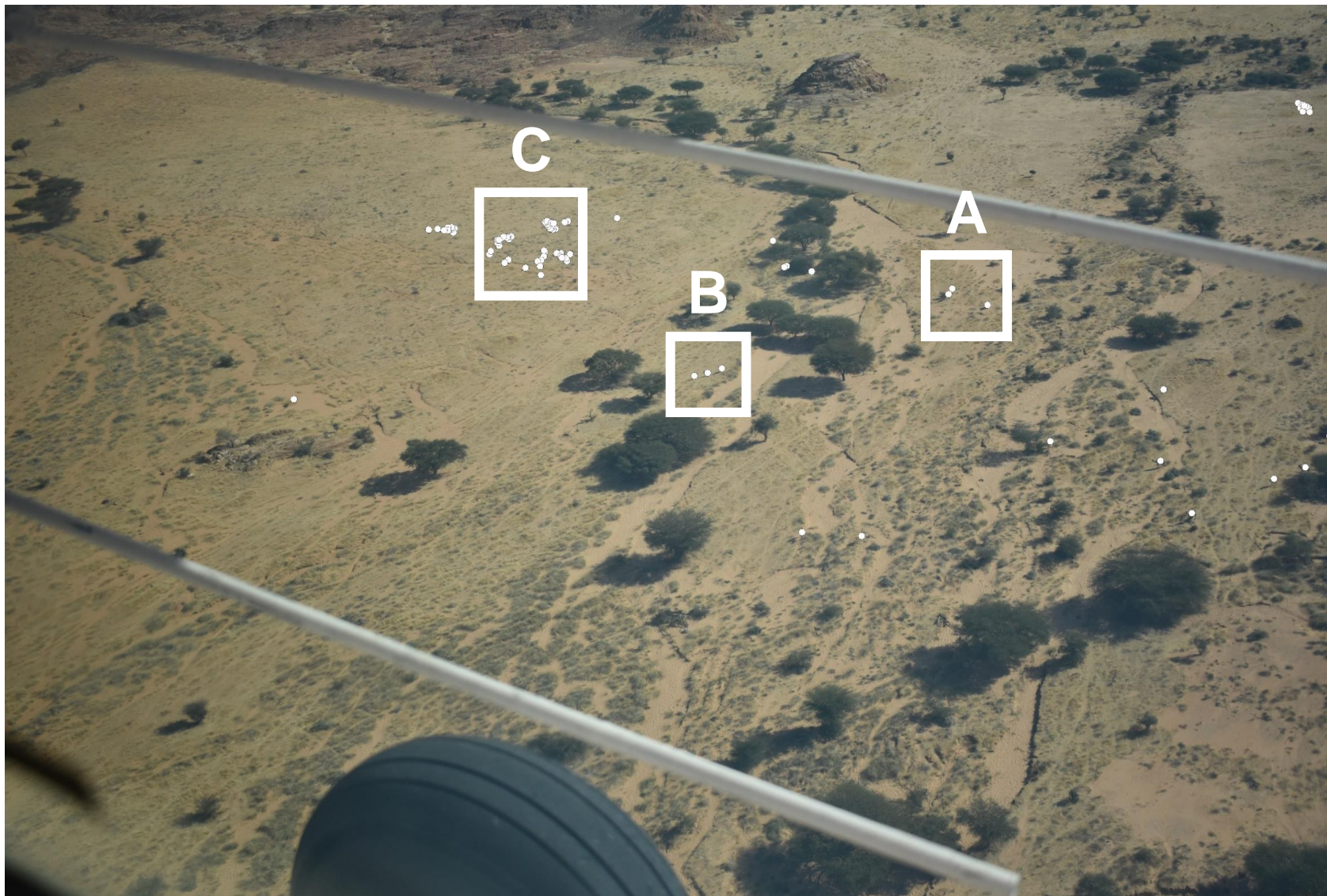


Figure de Delplanque et al. (2023) <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.01.025>

# Quelques résultats





# Quelques résultats

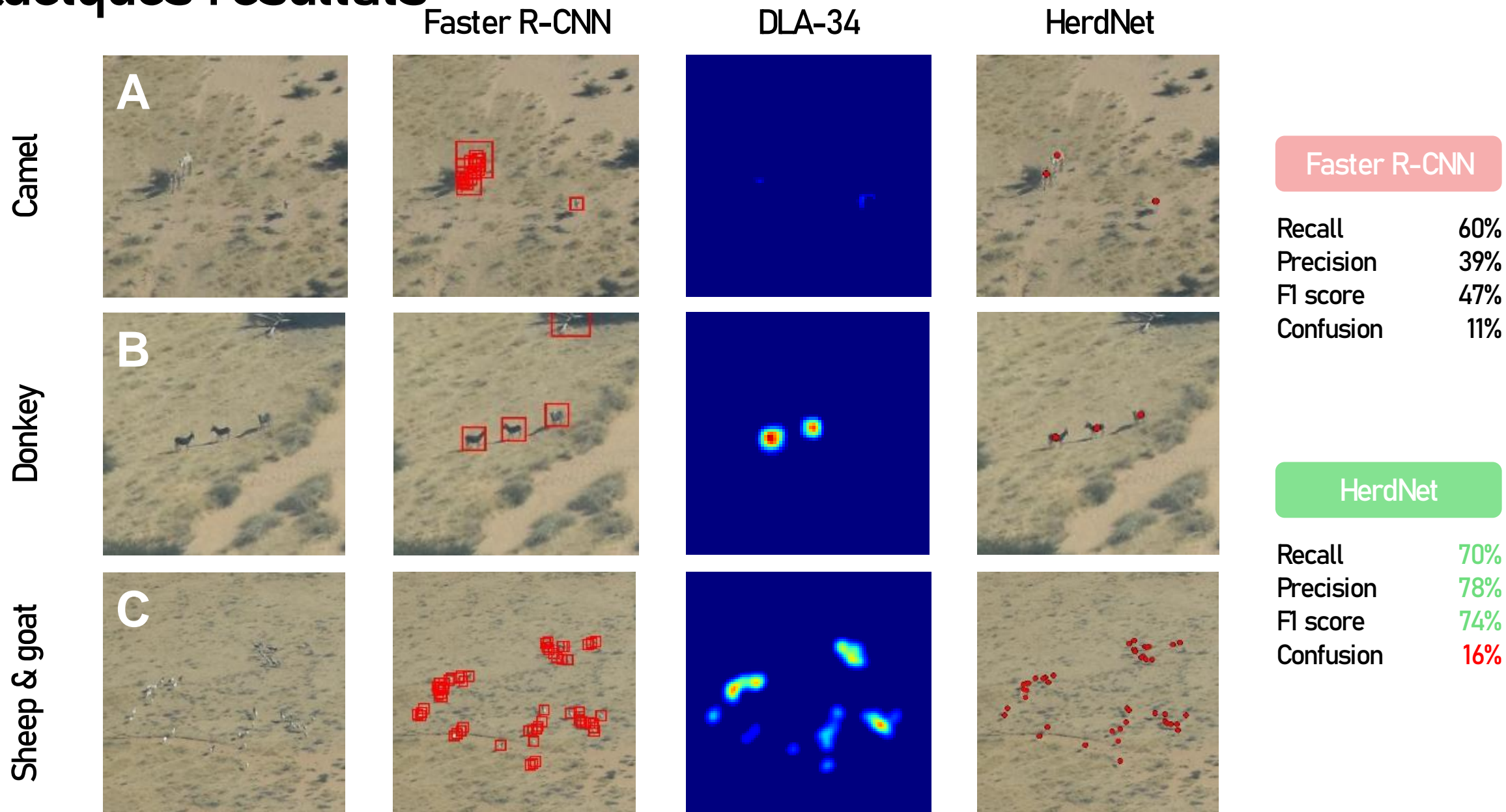


Figure adaptée de Delplanque et al. (2023) <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.01.025>



# Focus sur les troupeaux

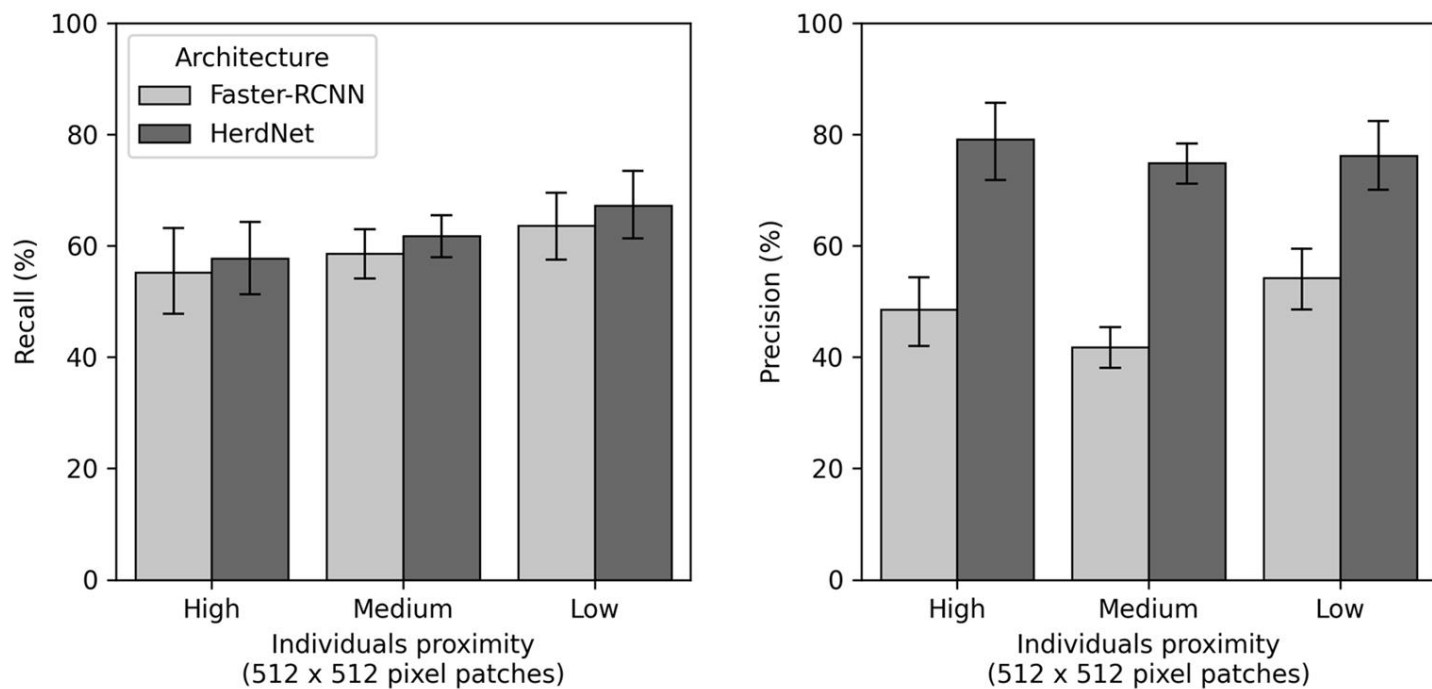
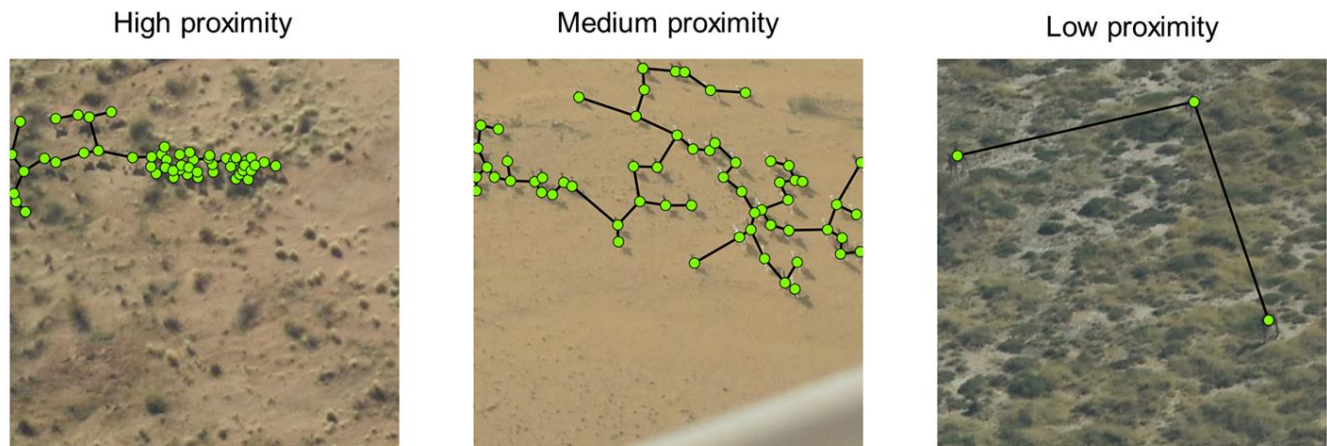


Figure de Delplanque et al. (2023) <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.01.025>

# Focus sur les troupeaux

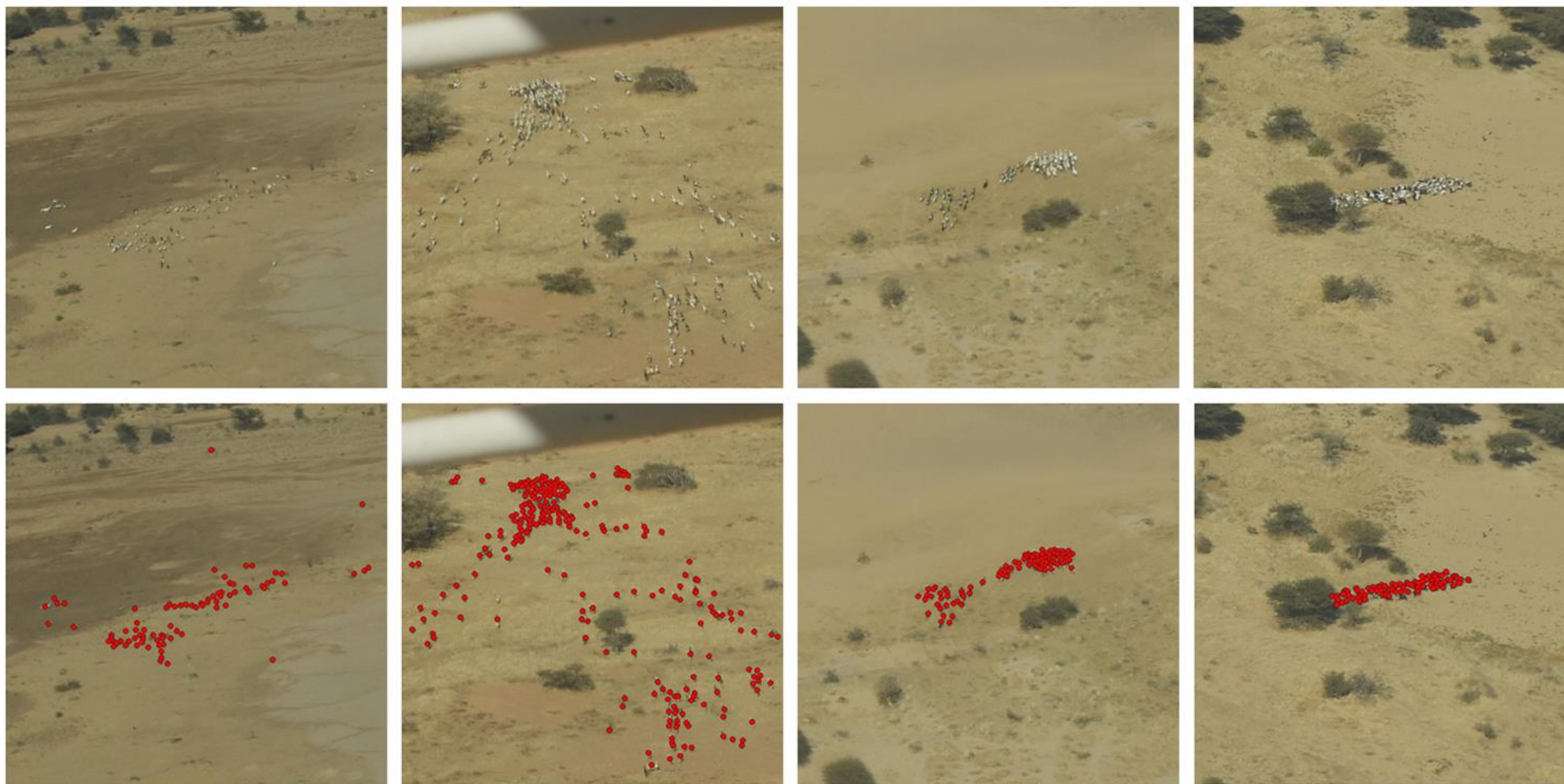


Figure de Delplanque et al. (2023) <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.01.025>

# Résultats de comptage

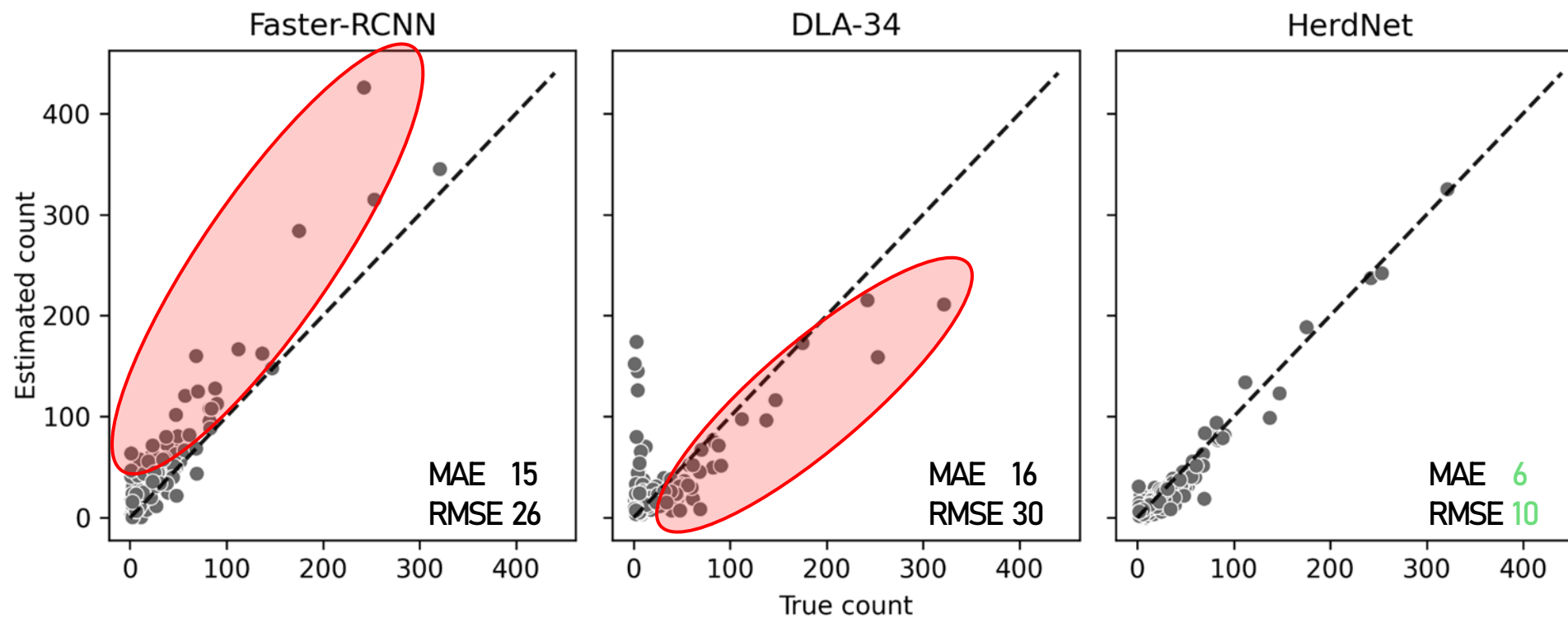


Figure de Delplanque et al. (2023) <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.01.025>



# Retour sur l'imagerie "drone"

**Table 5** - Binary (animal vs. background) performances of the state-of-the-art model (Libra-RCNN) and HerdNet on full images of the Delplanque et al. (2022) test set. Values in bold indicate the best performance among the two architectures.

Architecture	Libra-RCNN	HerdNet
Recall	<b>94.6%</b>	84.4%
Precision	35.4%	<b>82.5%</b>
F1 score	51.5%	<b>83.5%</b>
MAE <sup>1</sup>	14.9	<b>1.9</b>
RMSE <sup>2</sup>	24.4	<b>3.6</b>
Average confusion	<b>2.9%</b>	<b>7.8%</b>
Total counting error	167.1%	<b>2.3%</b>
Processing time (seconds)	12.0	<b>3.4</b>

<sup>1</sup>MAE, Mean Absolute Error; <sup>2</sup>RMSE, Root Mean Square Error.

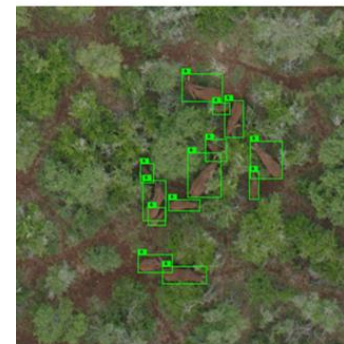
### Vérité



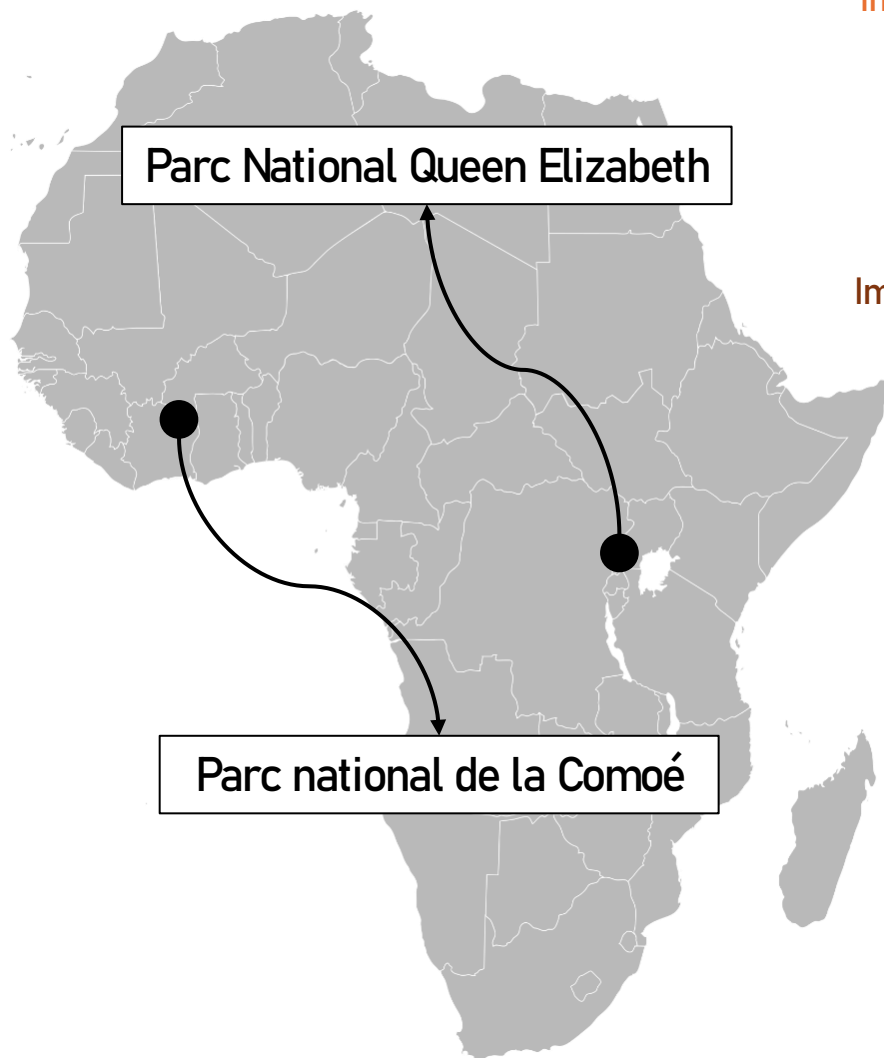
### Libra R-CNN



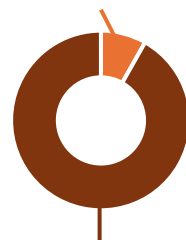
### HerdNet



# Applications pratiques



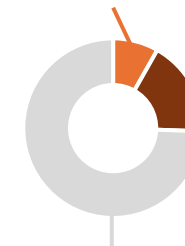
Images positives



Images négatives

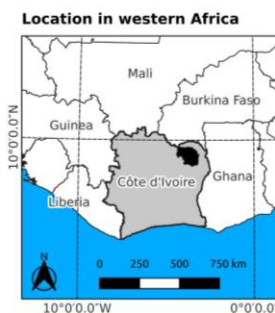
HerdNet

Guide vers 98%  
des animaux



Élimine 80% des  
images négatives

-74% de charge  
de travail



Legend

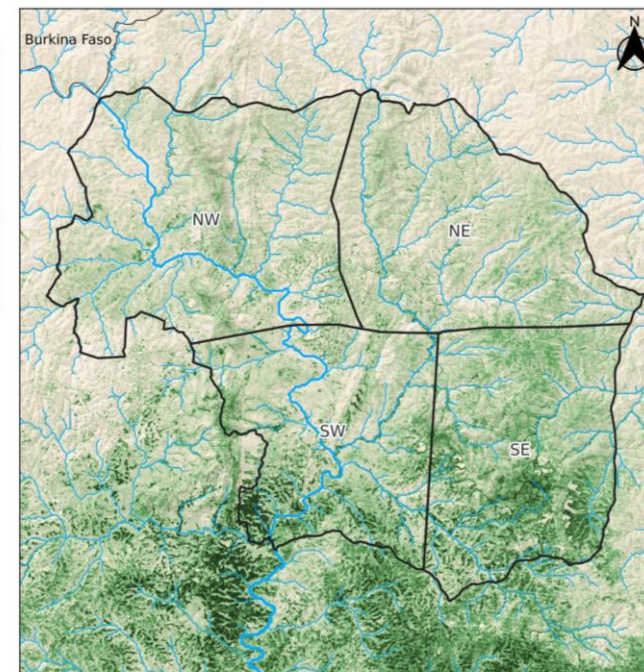
□ Aerial survey strata

— Waterbody (WWF, 2007)

Tree cover (Hansen et al., 2013)

0% >50%

0 15 30 45 km



11 500 km<sup>2</sup>

7 espèces cibles

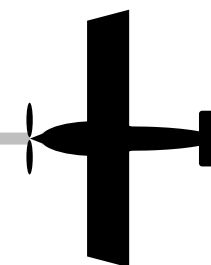
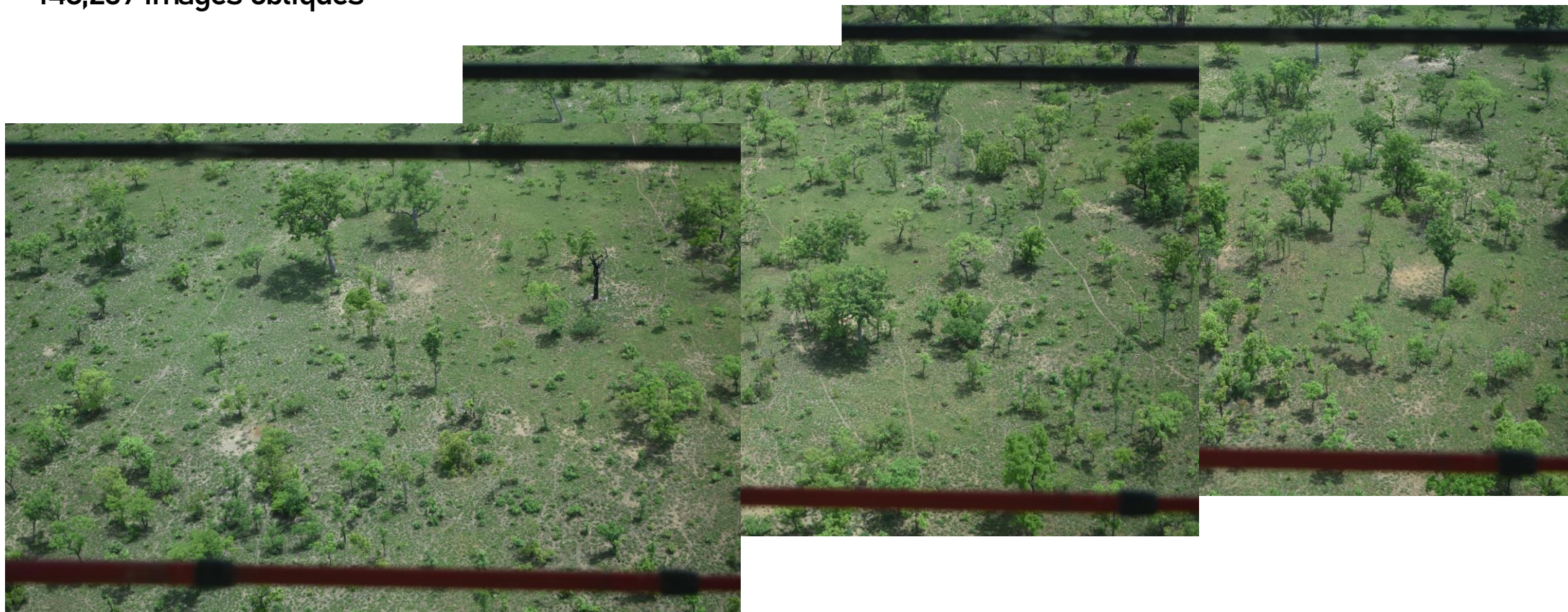
150 000 images

Figure de Delplanque et al. (2024) <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102679>



# Acquisition des images

148,239 images obliques





# Traitement des images

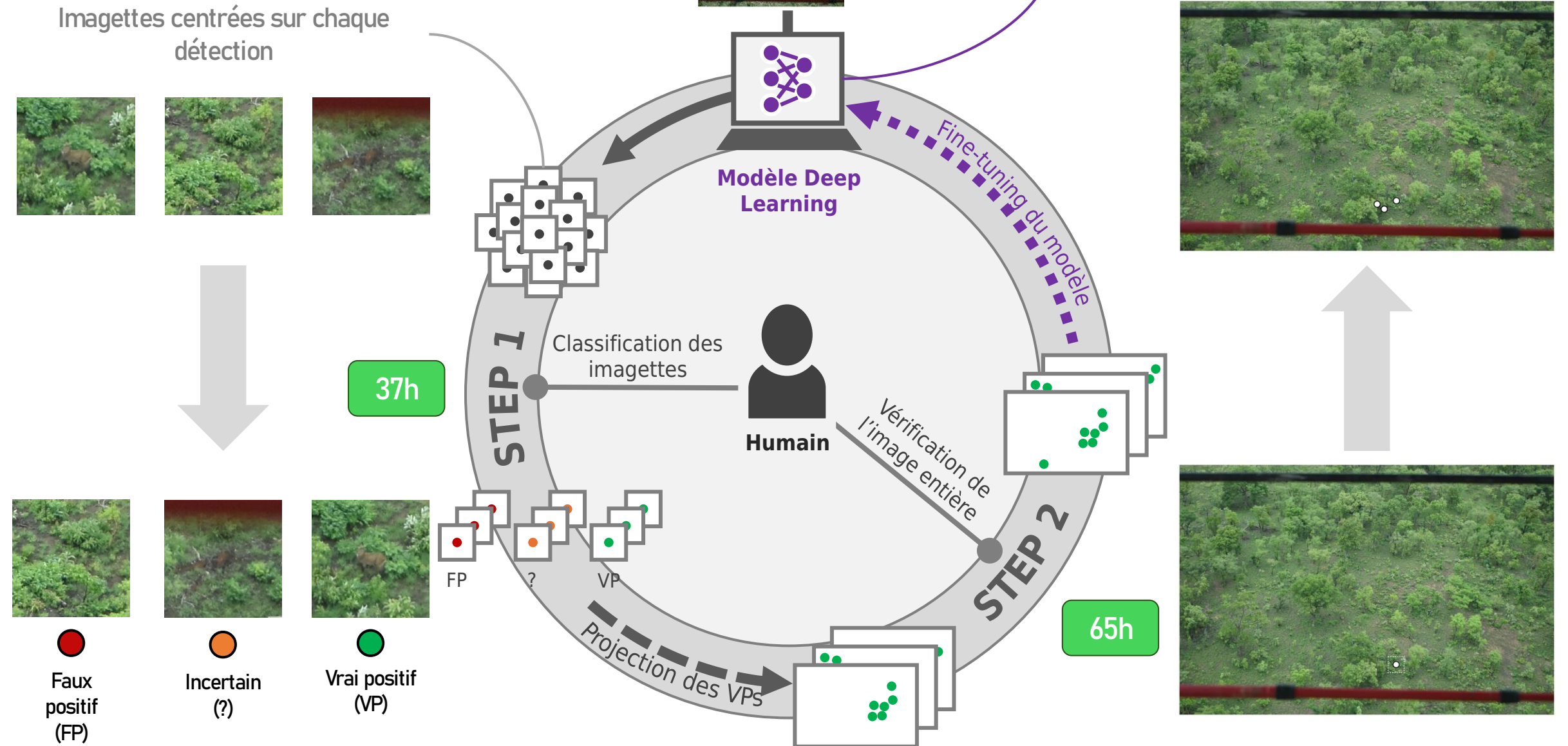


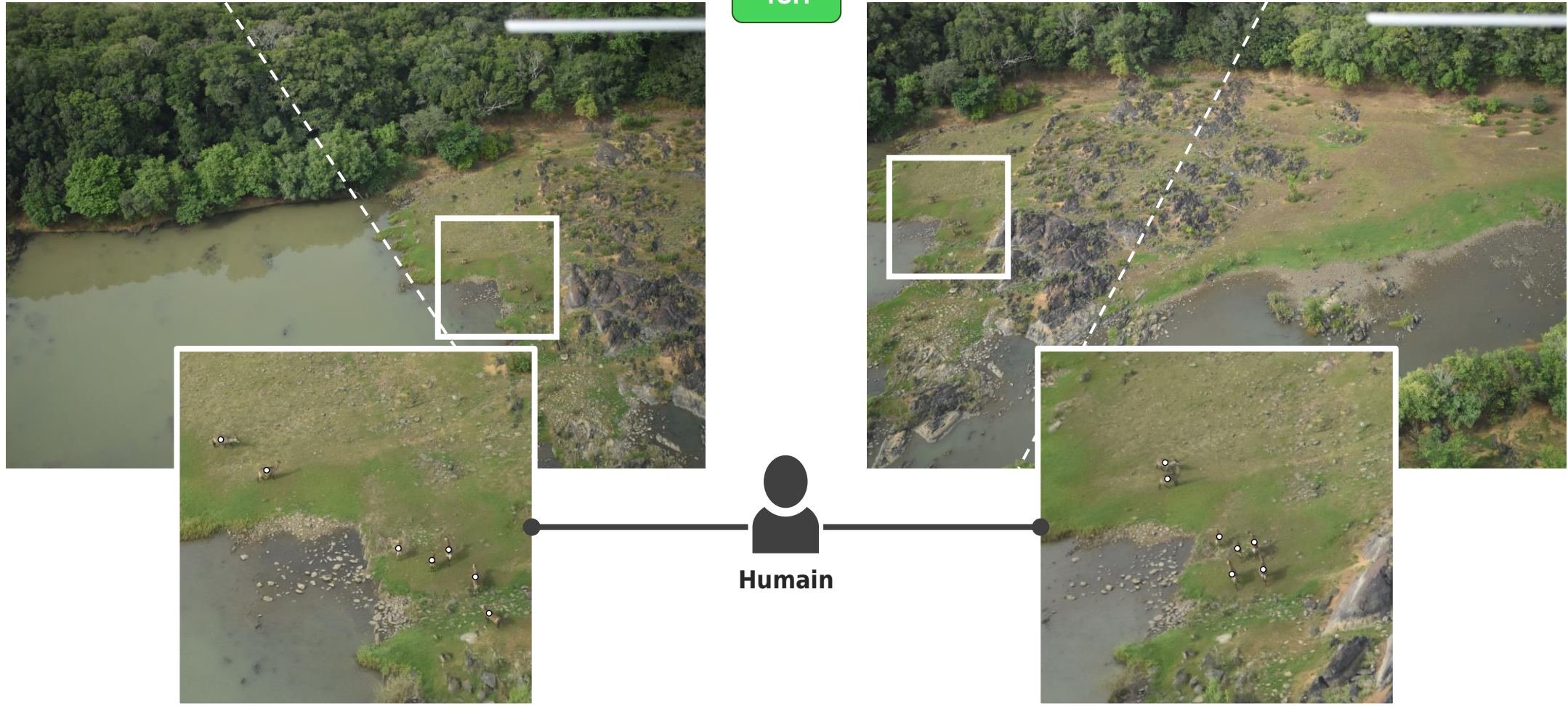
Figure adaptée de Delplanque et al. (2024) <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102679>

# Traitement des images

## STEP 3

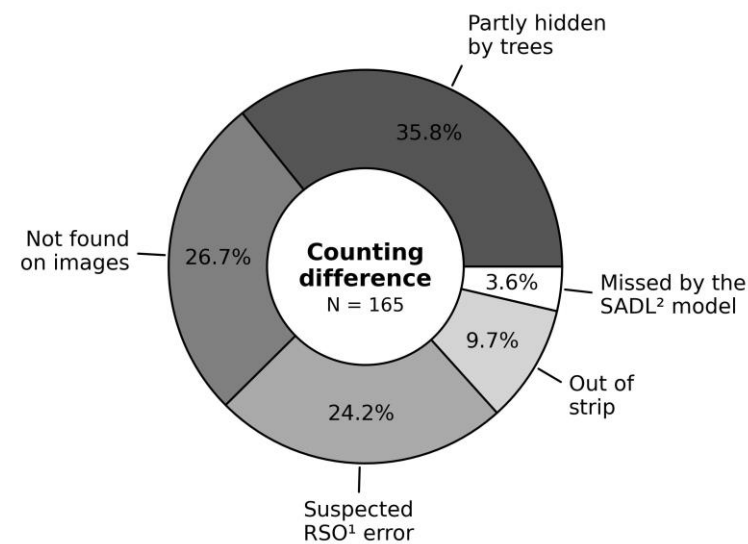
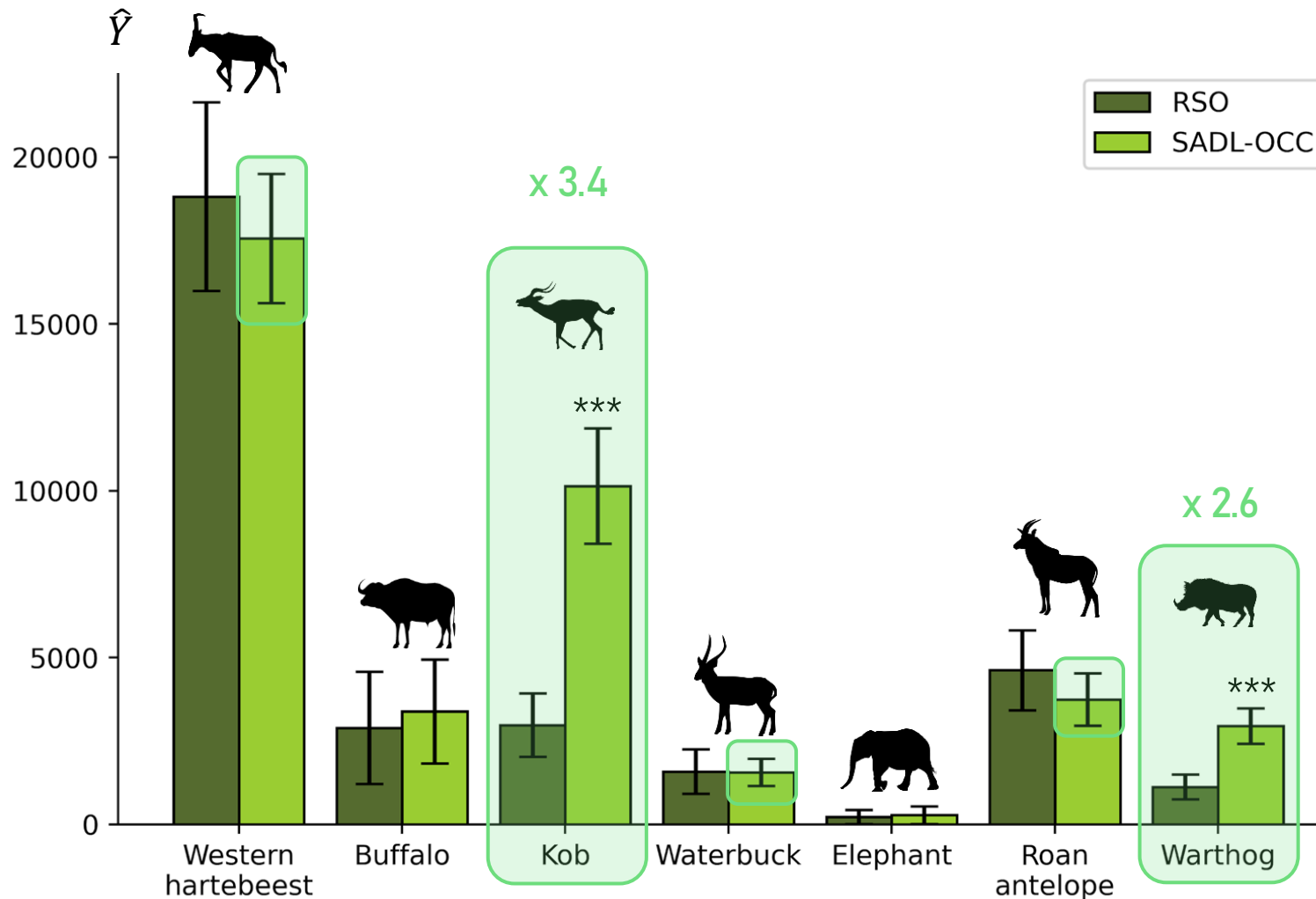
Elimination des doublons

10h





# Estimation des populations



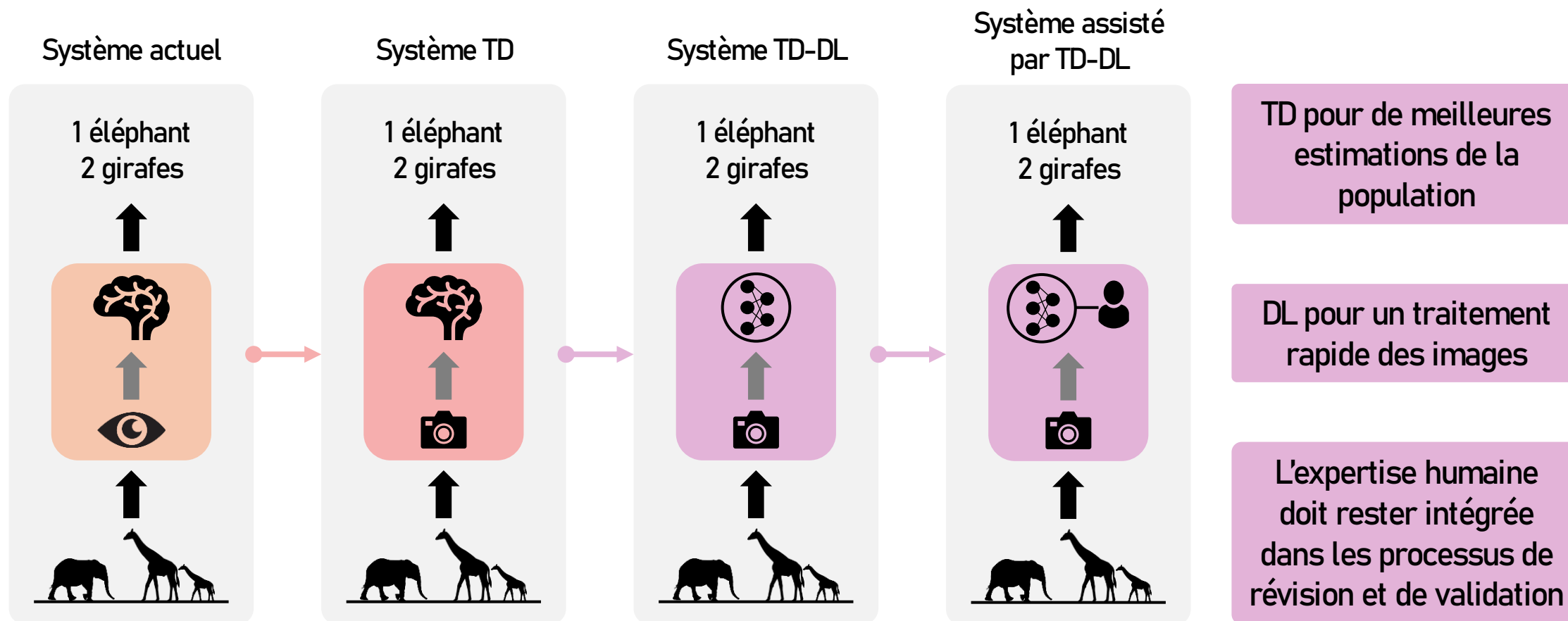
<sup>1</sup>RSO, rear-seat observer; <sup>2</sup>SADL, semi-automated deep learning.

Figure adaptée de Delplanque et al. (2024)  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102679>

Species silhouettes were sourced from <https://www.phylopic.org/>. The western hartebeest and waterbuck silhouettes are from Jan A. Venter, Herbert H. T. Prins, David A. Balfour & Rob Slotow (vectorized by T. Michael Keeseey), available under the CC-BY 3.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), all other silhouettes have been dedicated to the public domain.

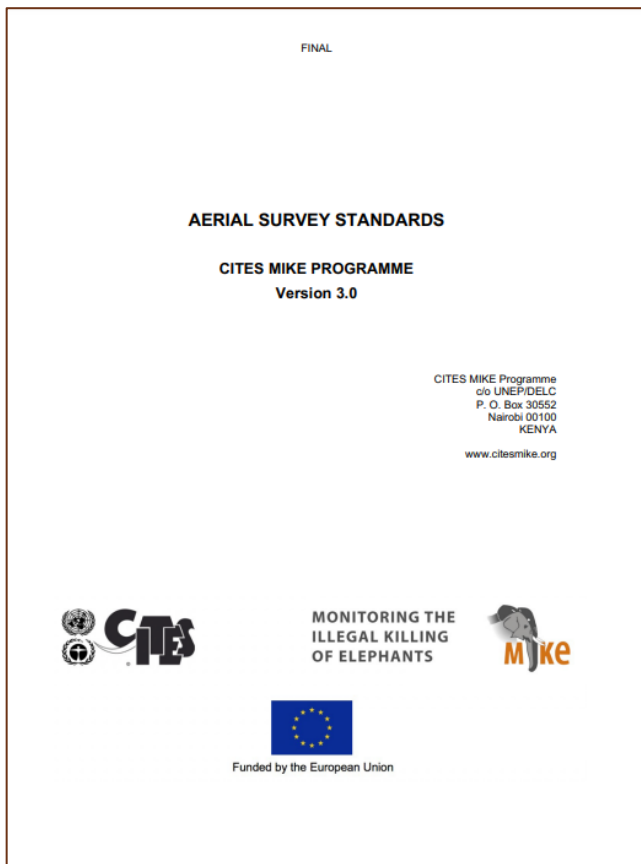


# Conclusion

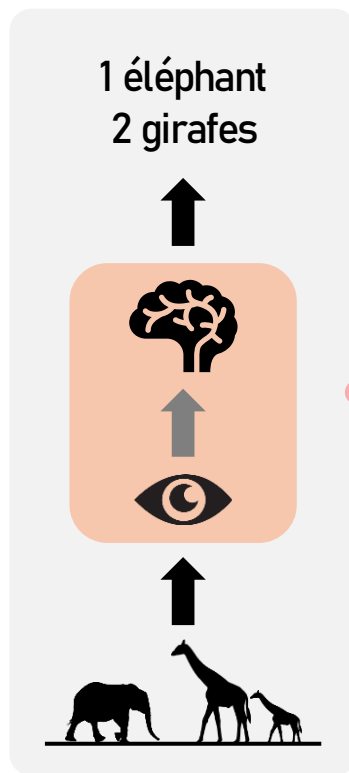


# Perspectives

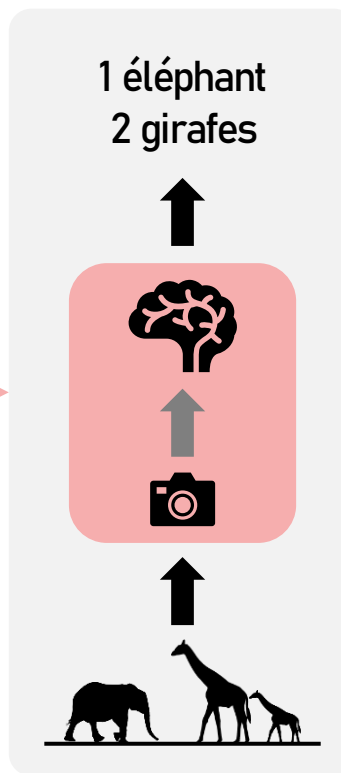
Mettre à jour et moderniser les standards d'inventaires aériens



Décrit en détail le protocole traditionnel

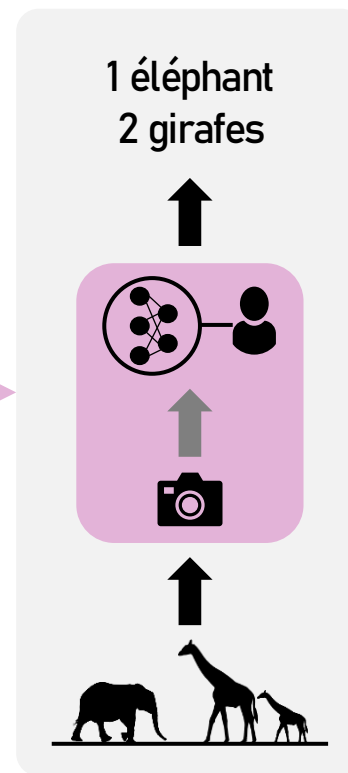


Inclure un protocole photo de base



Futur proche

Liens et conseils pour utiliser les modèles d'IA



À l'avenir



# Merci pour votre attention !

Alexandre Delplanque

Colloque annuel de la Société Royale des Sciences de Liège :  
« *Intelligence Artificielle : de la science-fiction à la réalité* »

29 novembre 2024

© Alexandre Delplanque