

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.



# Bonnes performances d'un réseau de neurones dans la reconnaissance des espèces de *Plasmodium* sur frottis sanguin

Grégoire Pasquier, Yvon Sterkers

Département de Parasitologie-Mycologie, CHU de Montpellier

RICAI 2021 Paris

13/12/2021

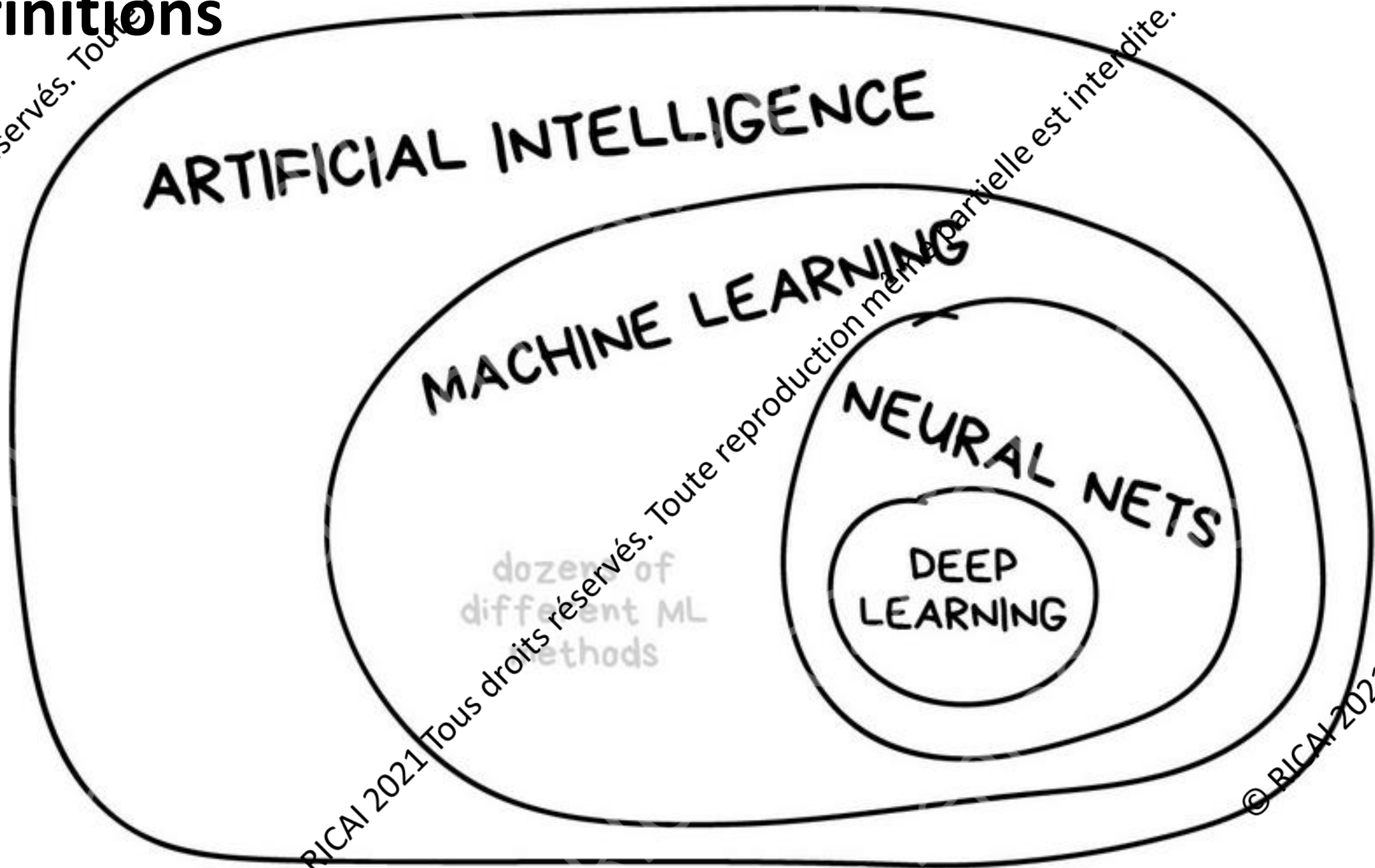


© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

# Plan

- Introduction Deep learning
- Etat de l'art Deep learning chez Malaria
- Modèles Convolutional Neural Network et YOLO à 4 espèces de Paludisme

# Définitions



# Exemple de réseau de neurone



1 pixel  
=  
1 input

Inputs

Hidden Layers

Outputs

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

4

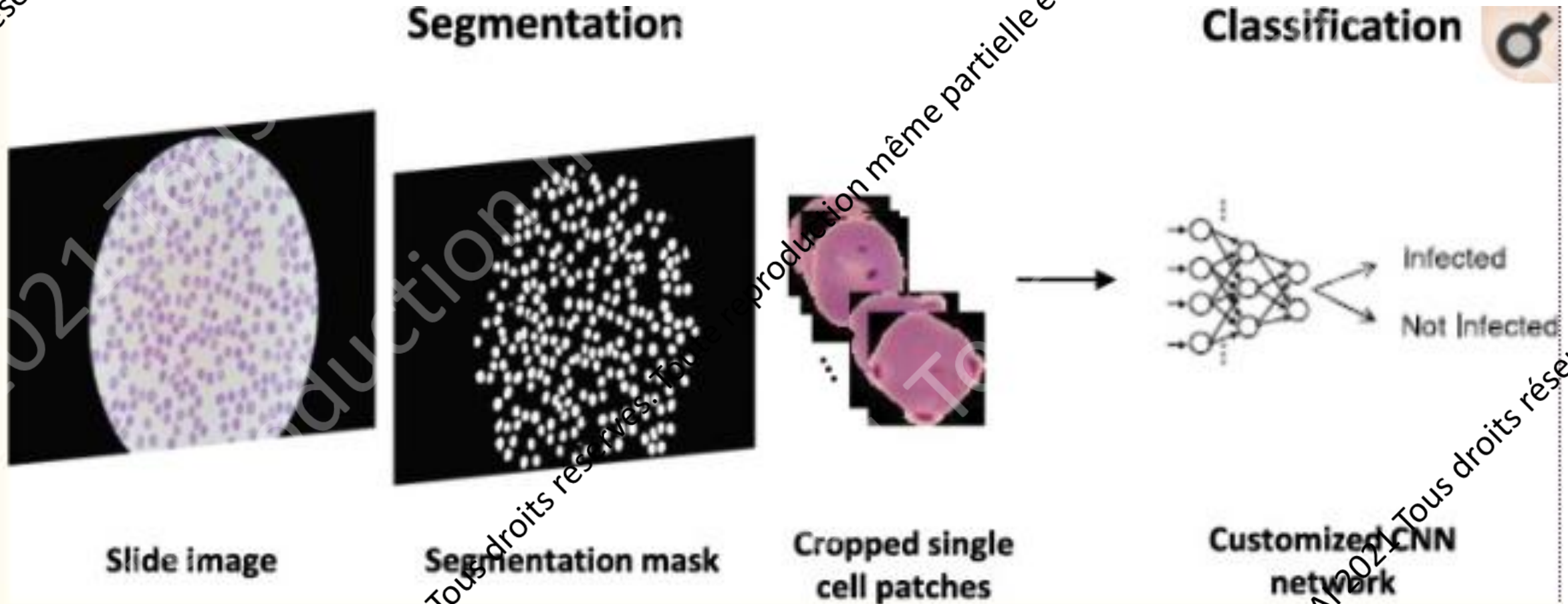
MULTILAYER PERCEPTRON (MLP)

© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

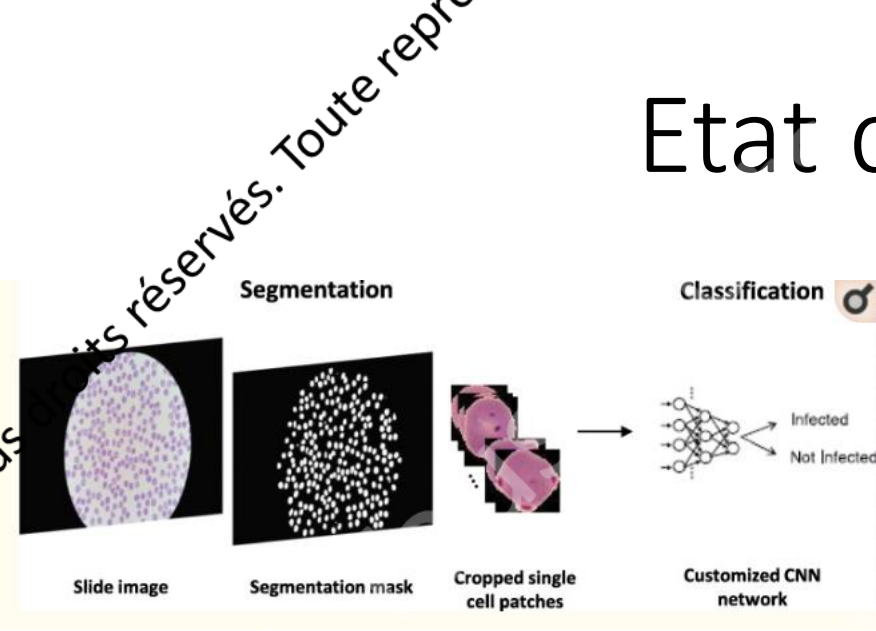
© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

# Etat de la littérature



# Etat de la littérature



**Table 2**

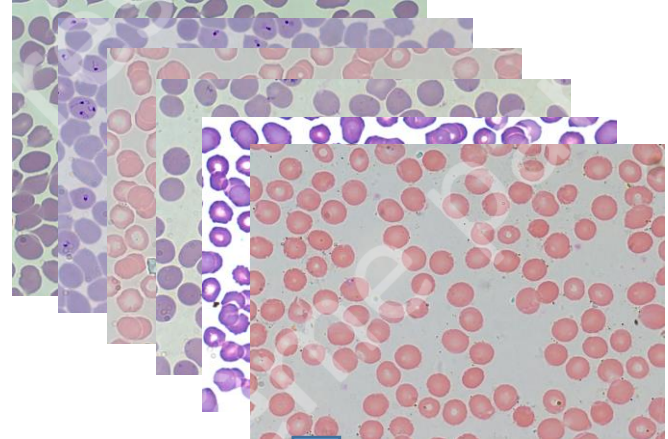
Classification module mean performance on five folds for thin smears compared to the state-of-the-art

	Accuracy	AUC	Sensitivity	Specificity	F1-score
Proposed Module (Patch-level) [14]	98.6%	99.9%	98.1%	99.2%	98.7%
Proposed Module (Patch-level) [14]	95.9%	99.1%	94.7%	97.2%	95.9%
Gopakumar et al. (2018) [5]	97.7%	–	97.1%	98.5%	–
Bibin, Nair & Punitha (2017) [22]	96.3%	–	97.6%	95.9%	–
Dong et al. (2017) [23]	98.1%	–	–	–	–
Liang et al. (2017) [24]	97.3%	–	96.9%	97.7%	–
Das et al. (2013) [25]	84.0%	–	98.1%	68.9%	–
Ross et al. (2006) [26]	73.0%	–	85.0%	–	–

Limites :

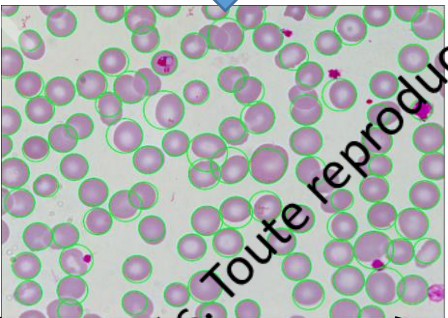
- Segmentation
- Uniquement Trophozoïtes de *P. falciparum*
- Généralisation

# Création d'une base de données

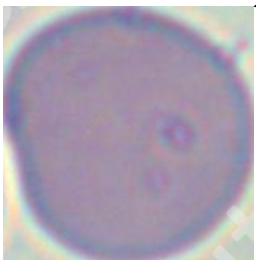


8605 photos au microscope (X1000)

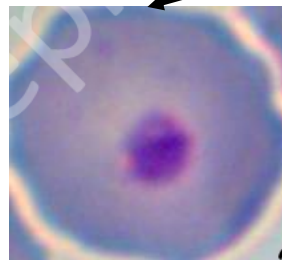
Segmentation des globules rouges par transformée de Hough



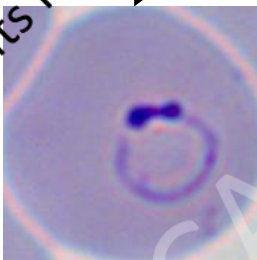
**Entraînement du modèle CNN (réseau de neurones)**  
70 % jeu d'entraînement  
20% jeu de validation  
10% jeu de test



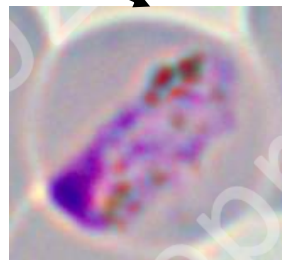
Globules rouges  
n=50480



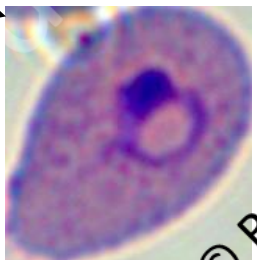
Globules rouges avec plaquettes  
n=1450



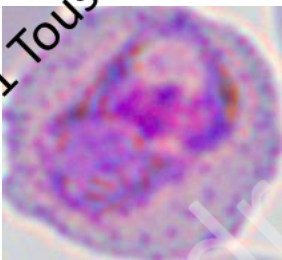
*P. falciparum*  
n=7240



*P. malariae*  
n=1070



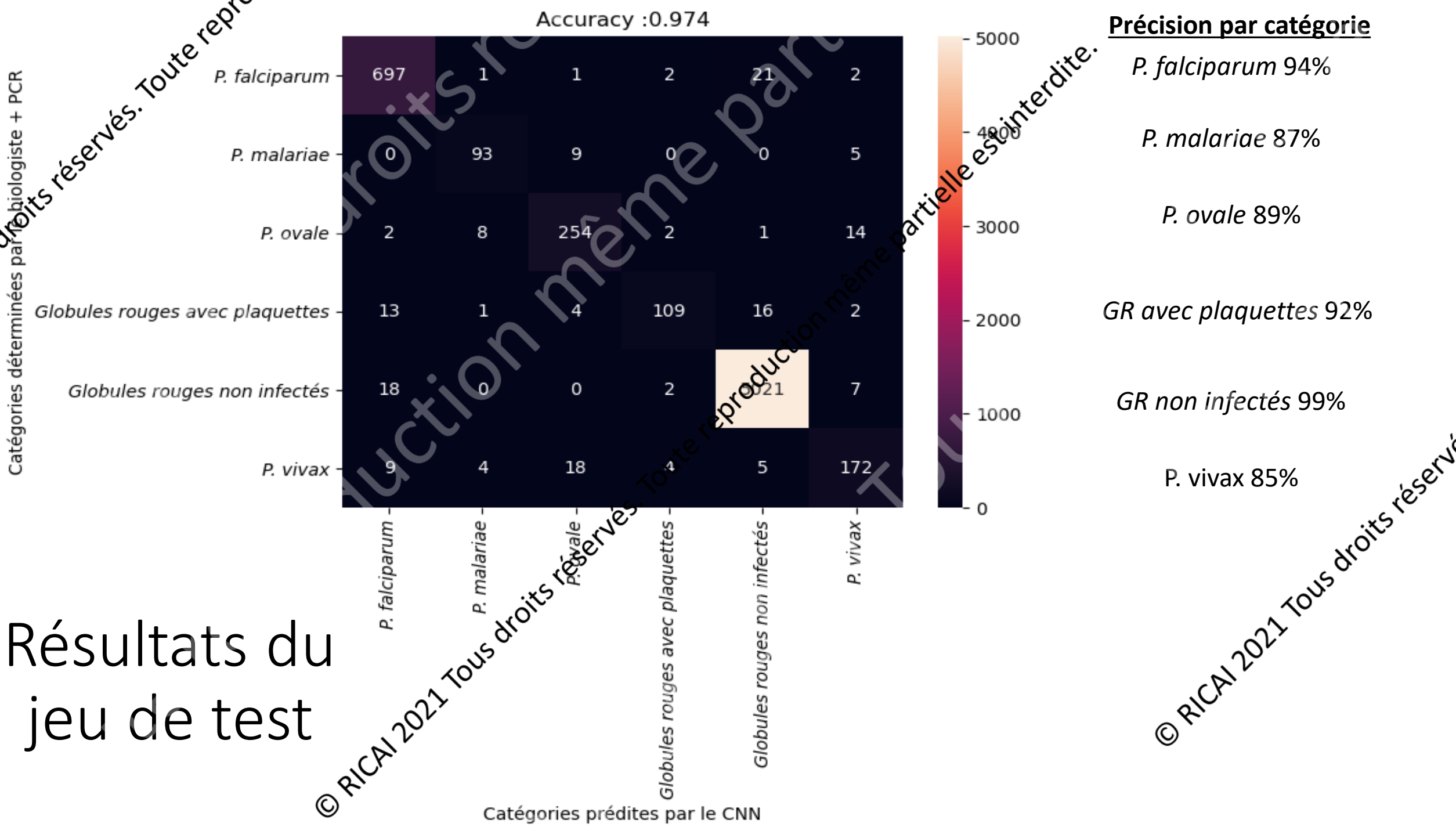
*P. ovale*  
n=2810



*P. vivax*  
n=2120

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

# Résultats du jeu de test





# Limites modèle CNN

Prendre des photos de frottis  
n=8605 images



Segmentation  
N=65 121 imagettes



Etiquetage manuel



**Entrainement du modèle CNN  
(réseau de neurones)**



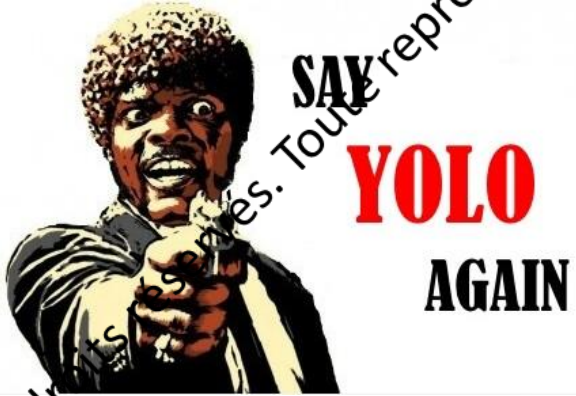
Modèle CNN



Validation externe

## Pistes d'amélioration

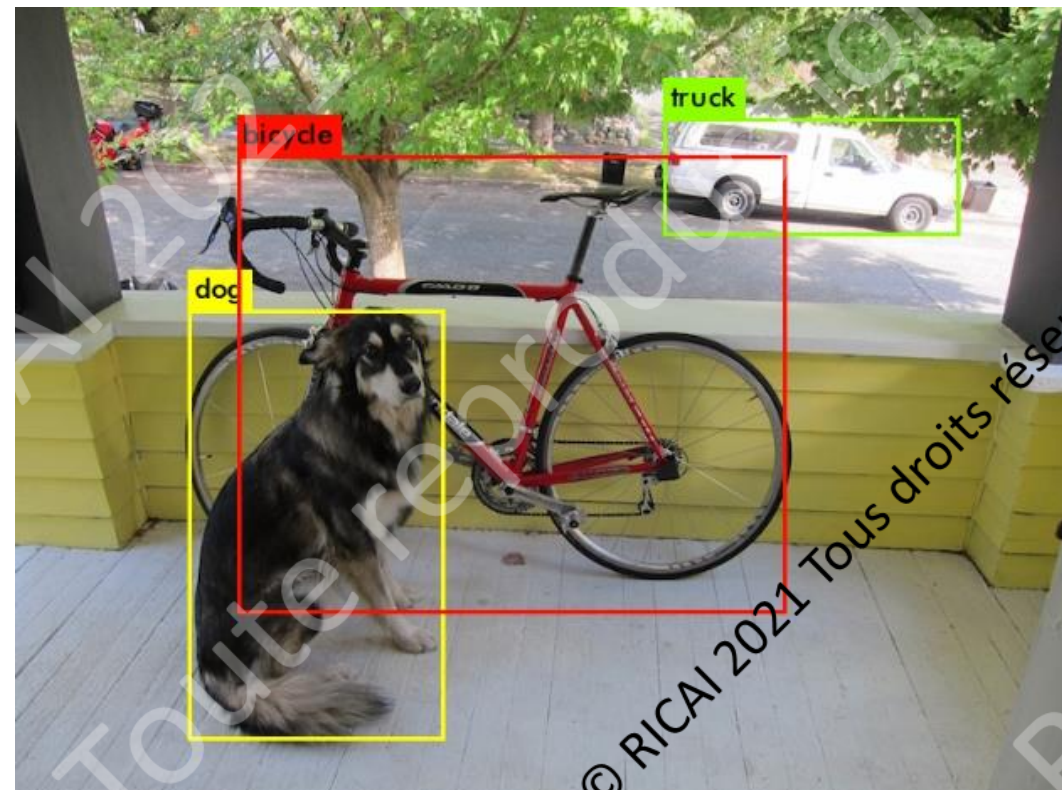
- Overfitting et généralisation des données
- Catégories manquantes : Globules blancs
- Segmentation -> Détection d'objets (YOLO)



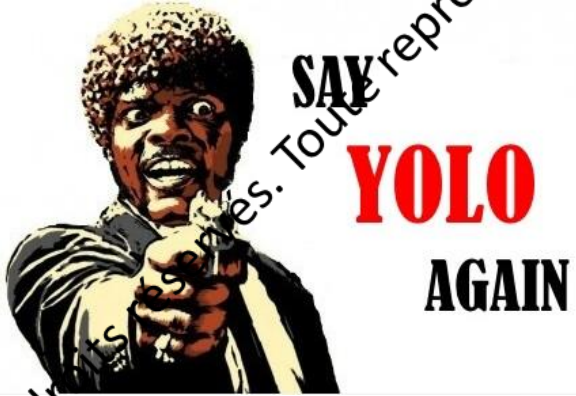
# Modèle YOLO

## You Only Look Once

- Détection en temps réel
- Détection de multiples objets sur une image



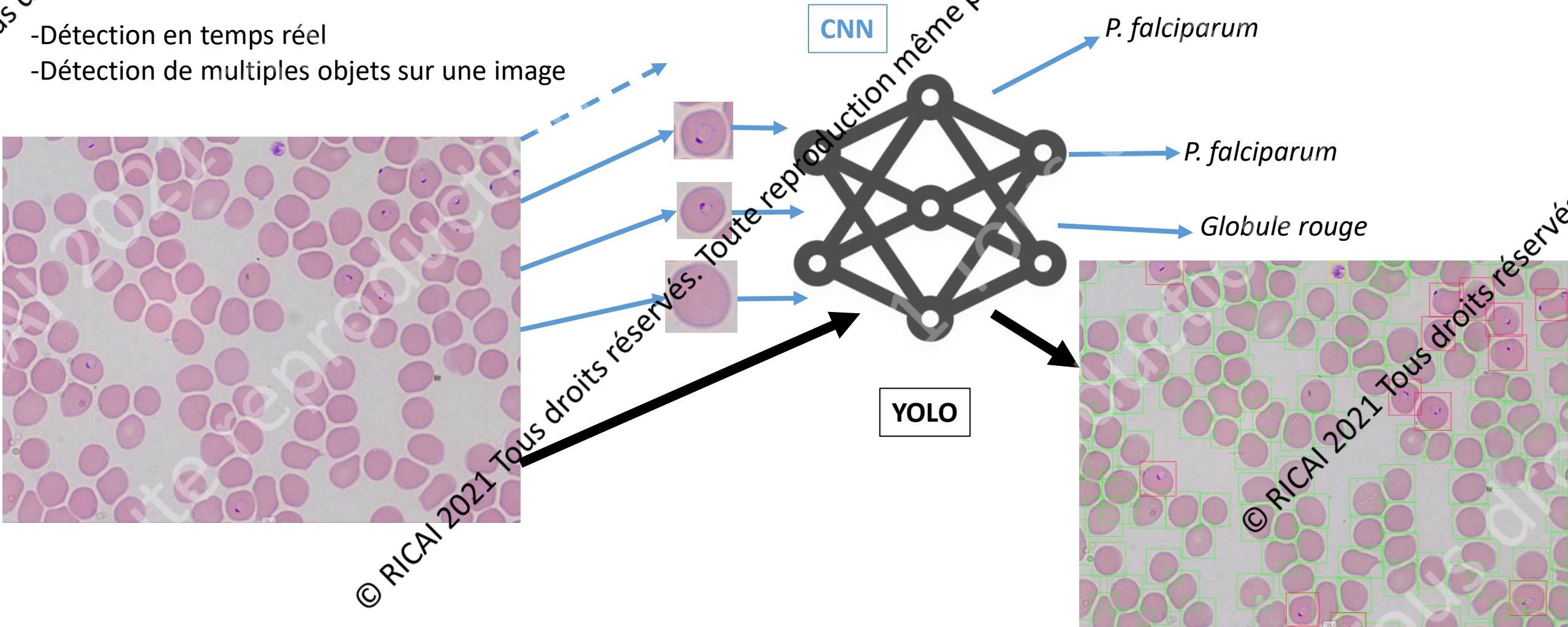
© RICAI 2021 Tous droits réservés



# Modèle YOLO

## You Only Look Once

- Détection en temps réel
- Détection de multiples objets sur une image



# Modèle YOLO

## Détection d'objets

6905 images :  
80% entraînement+validation  
20% test

**Accuracy** : 0,965

### Précision par catégorie

*P. falciparum* 96%

*P. malariae* 98%

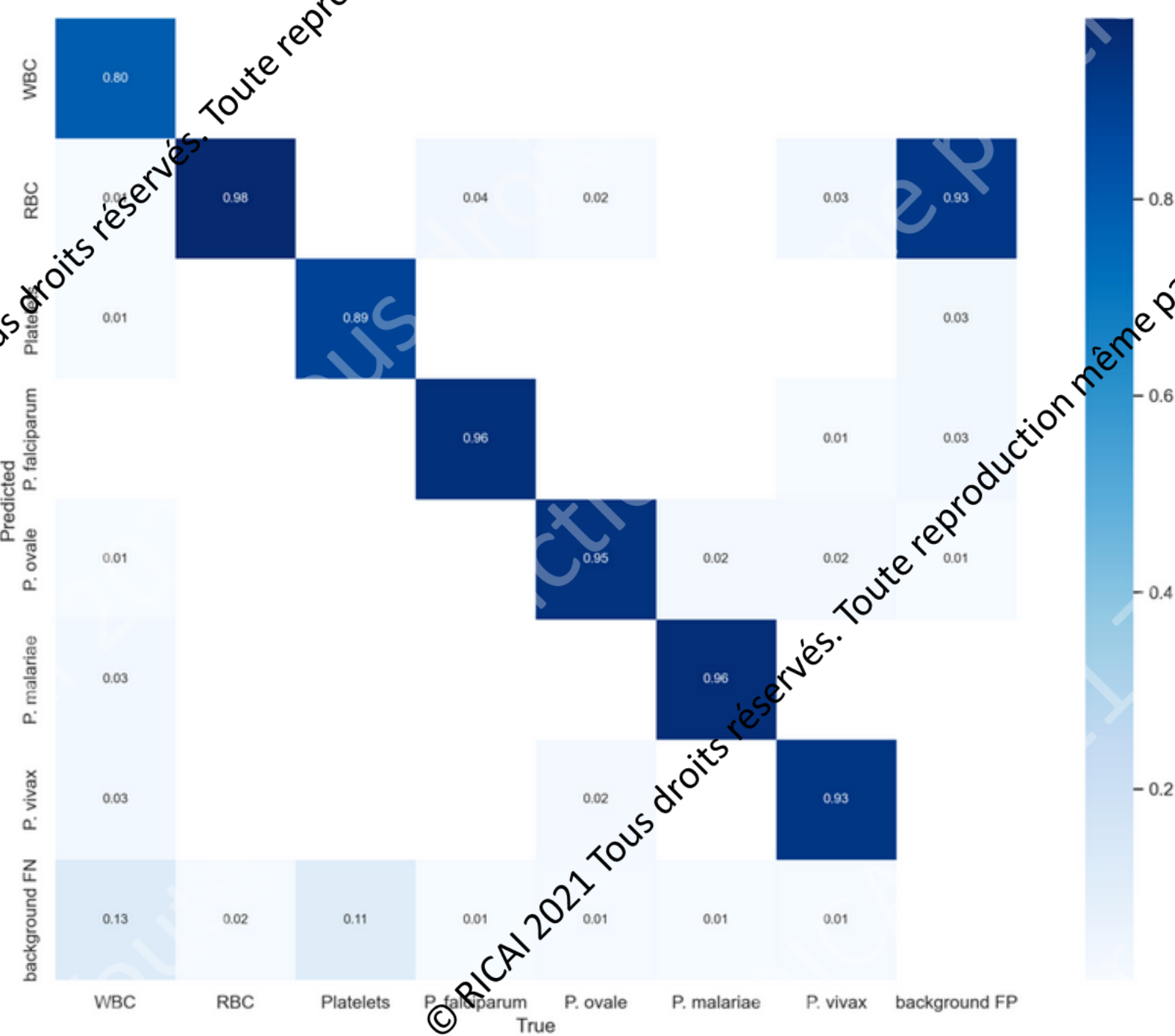
*P. ovale* 96%

*P. vivax* 96%

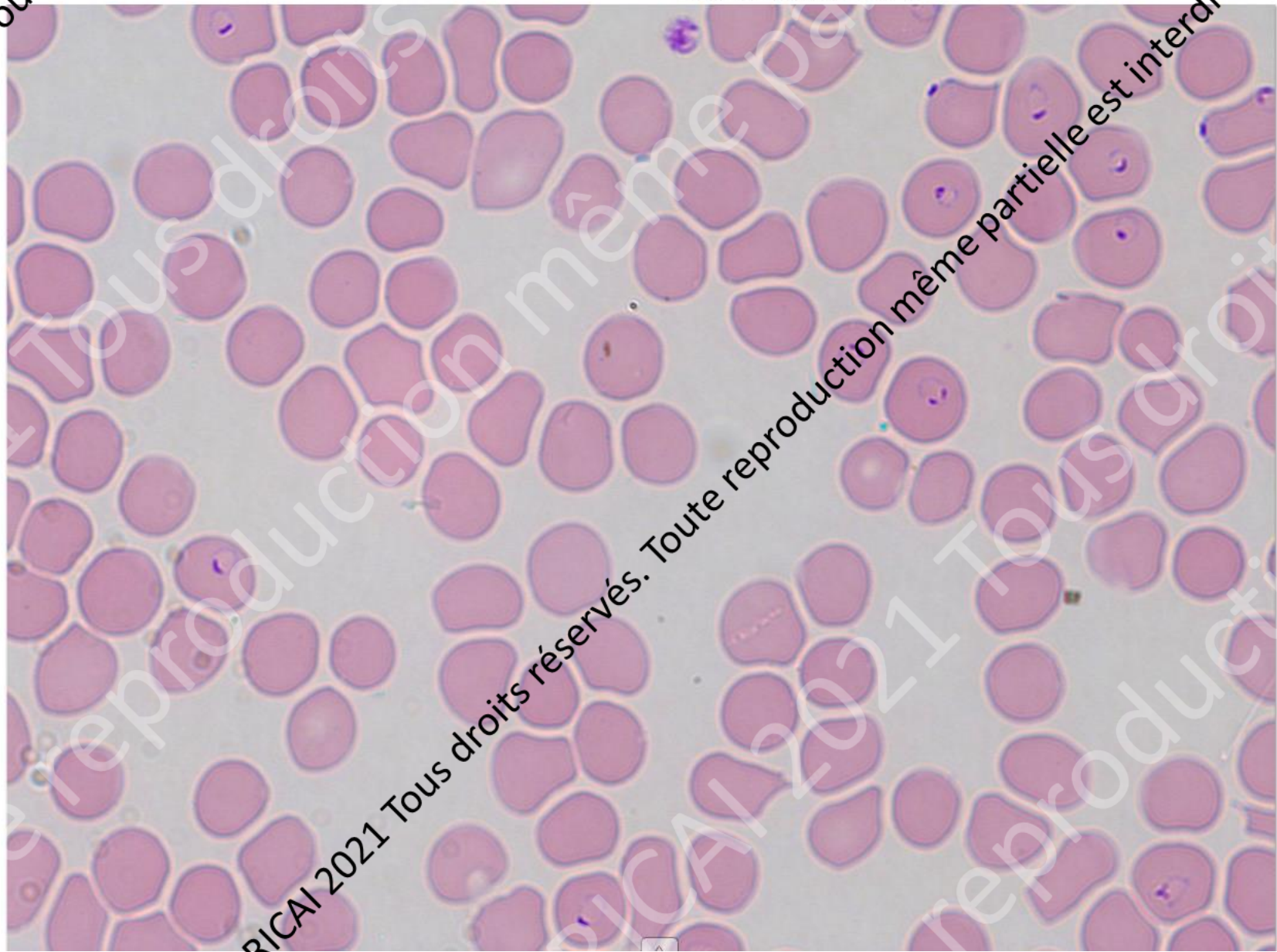
Globules rouges 99%

Plaquettes 95%

Globules blanc 96%



© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.



Objects Labels Issues

Sort by ID - as...

245	RECTANGLE SHAPE	RBC			
246	RECTANGLE SHAPE	RBC			
247	RECTANGLE SHAPE	RBC			
248	RECTANGLE SHAPE	RBC			
249	RECTANGLE SHAPE	RBC			
250	RECTANGLE SHAPE	RBC			
251	RECTANGLE SHAPE	RBC			
252	RECTANGLE SHAPE	RBC			
253	RECTANGLE SHAPE	RBC			
254	RECTANGLE SHAPE	RBC			
255	RECTANGLE SHAPE	RBC			

Appearance

Color by

Label Instance Group

Opacity

Selected opacity

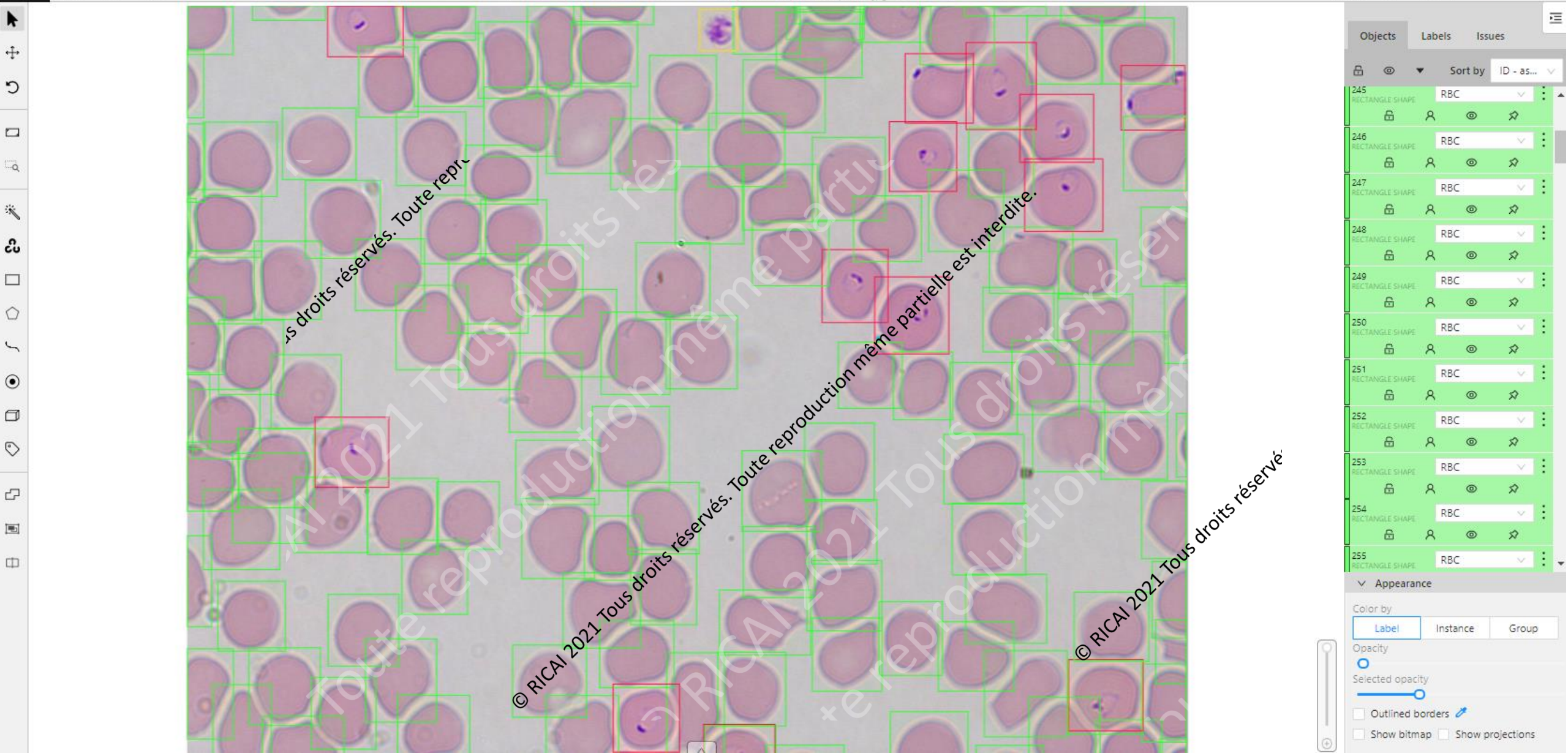
Outlined borders

Show bitmap  Show projections

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.



Objects Labels Issues

Sort by ID - as...

245	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
246	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
247	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
248	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
249	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
250	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
251	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
252	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
253	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
254	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂
255	RECTANGLE SHAPE	RBC	⏏	🔒	👤	👁	✂

Appearance

Color by: Label Instance Group

Opacity: 100%

Selected opacity: 100%

Outlined borders  Show bitmap  Show projections



© RICAI 2021 Tous droits réservés. Toute reproduction même partielle est interdite.

# Conclusions et Perspectives

## Résultats :

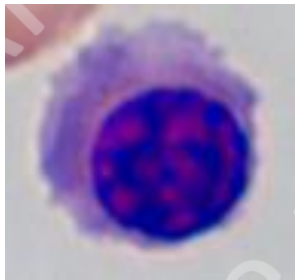
- Premier modèle de Réseau de neurones capable de reconnaître 4 espèces de Paludisme
- En temps réel

## Limites :

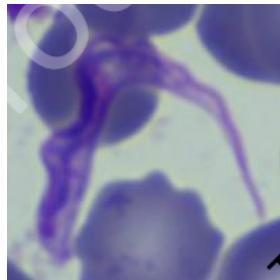
- Surapprentissage pour *P. falciparum*
- Faux positifs

## Perspectives :

- Test nouveaux hyperparamètres YOLO et R-CNN
- Augmentation des données
- Validations sur des bases de données en lignes
- Test sur 20 lames d'EEQ (Kalidiv, CTCB)



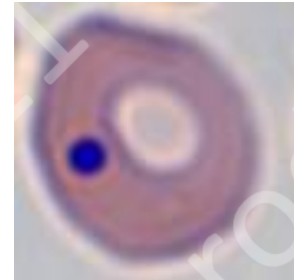
Erythroblaste



Trypanosome



Babesia



Corps de Jolly





Merci pour votre attention

© RICAI 2021 Tous droits réservés.

© RICAI 2021 Tous droits réservés.