



**HAL**  
open science

## Utilisation de techniques d'intelligence artificielle dans le cadre de l'étude des tiques et de la maladie de Lyme

Sk Imran Hossain, Yann Frenedo, Valerie Poux, Isabelle Lebert, Delphine Martineau, Olivier Lesens, Engelbert Mephu Nguifo, Jocelyn de Goër de Herve

### ► To cite this version:

Sk Imran Hossain, Yann Frenedo, Valerie Poux, Isabelle Lebert, Delphine Martineau, et al.. Utilisation de techniques d'intelligence artificielle dans le cadre de l'étude des tiques et de la maladie de Lyme. Journées INRAE systèmes d'information pour les données agro-environnementales, INRAE, Oct 2022, Clermont-Ferrand, France. hal-04087679v1

**HAL Id: hal-04087679**

**<https://hal.science/hal-04087679v1>**

Submitted on 3 May 2023 (v1), last revised 3 May 2023 (v2)

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## Utilisation de techniques d'intelligence artificielle dans le cadre de l'étude des tiques et de la maladie de Lyme

*I. Hossain, Y. Frenedo, V. Poux, I. Lebert, D. Martineau, O. Lesens, E. Mephu-Nguifo, J. De Goër*

Journées INRAE systèmes d'information pour les données agro-environnementales

### Jocelyn DE GOËR

UMR EPIA – CATI IMOTEP

21 et 22 octobre 2022, Clermont-Ferrand

# Tiques et maladies transmises par les tiques

- ✓ Les tiques sont des acariens, ectoparasites hématophage
- ✓ 12 genres taxonomiques, 700 espèces dans le monde
- ✓ 5 genres taxonomiques en France
- ✓ Les tiques sont des vecteurs de maladies
- ✓ Transmission durant leurs repas sanguins



France métropolitaine

*Ixodes*



- *Babesia*
- *Powassan*
- *Anaplasma*
- *B. miyamotoi*
- *Ehrlichia*
- *F. tularensis*
- *Bartonella*
- *B. burgdorferi* (Lyme)

*Dermacentor*



- *Babesia*
- *Colorado Tick Fever*
- *Rickettsiae*
- *F. tularensis*

*Rhipicephalus*



- *Babesia*
- *Rickettsiae*
- *Bartonella*

Sud de la France

*Hyalomma*

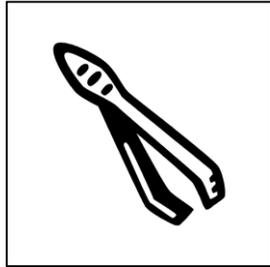


- *Crimean-Congo hemorrhagic fever*

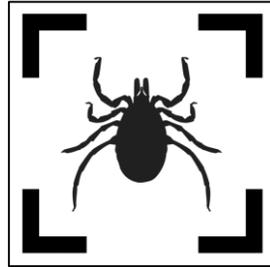
- Parasite
- Virus
- Bactérie

# Tiques et maladies transmises par les tiques

## ✓ Surveillance et étude des tiques et des maladies qu'elles transmettent



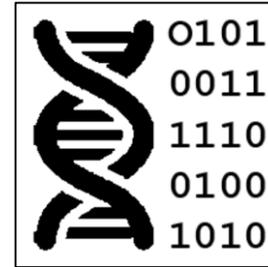
Collecte sur le terrain



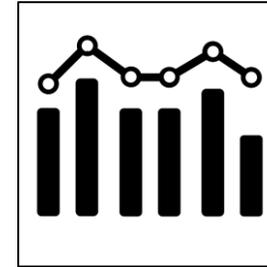
Identification



Détection des pathogènes



Analyses Bio-  
Informatique



Analyses Statistiques



Prévention

## ✓ Maladie de Lyme

✓ La maladie de Lyme est la maladie la plus fréquentes en Europe et en Amérique du Nord

✓ Estimation annuelle des cas :

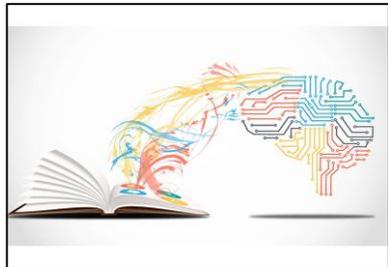
- ✓ USA : 400 000
- ✓ Europe : 85 000
- ✓ France: 15 000

# Projets de recherche

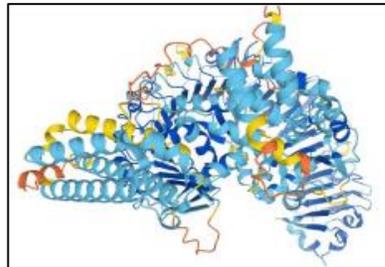
- ✓ **Deux projets de recherche :**
  - ✓ **2018-2023 : Projet DAPPEM**
    - ✓ Développement d'une application pour la detection des Eryèmes Migrants, signes précoces de la maladie de Lyme
  - ✓ **2020-2023 : DCLIC Project**
    - ✓ Détection et identification des tiques à partir de photos ou de vidéos
- ✓ **Projets basés sur l'utilisation de méthodes d'Intelligence Artificielle**

# Intelligence Artificielle

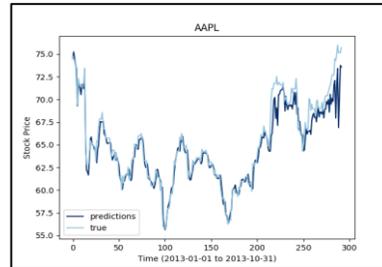
- ✓ **Intelligence Artificielle :**
  - ✓ **IA symbolique** : basée sur des concepts logiques et formels (algorithmes)
    - ✓ Systèmes experts
  - ✓ **IA connexionniste** : Approches probabilistes où la machine peut « apprendre » par elle-même
    - ✓ Machine Learning (ML) : nécessite des données structurées
    - ✓ Deep Learning :
      - ✓ Sous-famille du ML, qui repose sur l'utilisation de réseaux de neurones artificiels
      - ✓ Utilisation de données non structurées
- ✓ **Utilisation dans de nombreux domaines à partir de 2012**
  - ✓ Puissance de calcul suffisante (GPGPU)



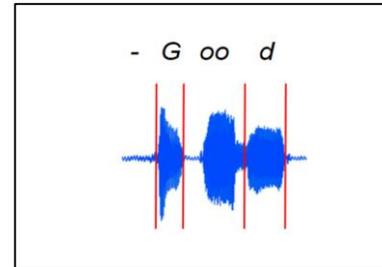
Text Mining



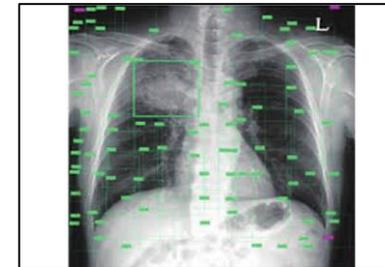
Bio-Informatics data analysis



Time series analysis



Sound analysis  
Voice recognition



Medical diagnostic assistance

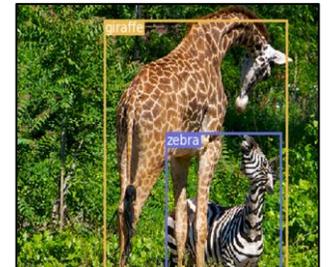
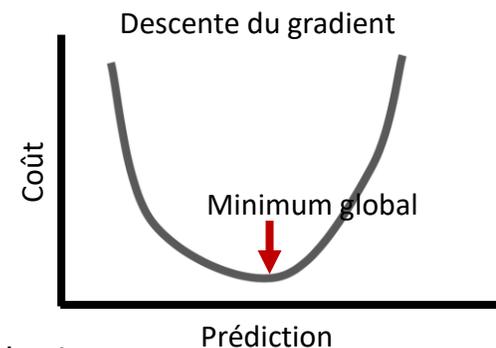
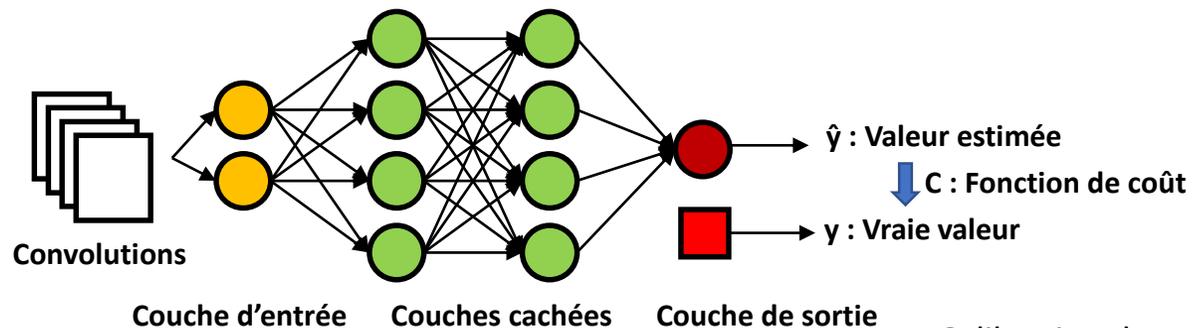


Image / video analysis

## ✓ Entraînement d'un réseau de neurones artificiels pour la classification d'images



Jeu d'images classées et annotées

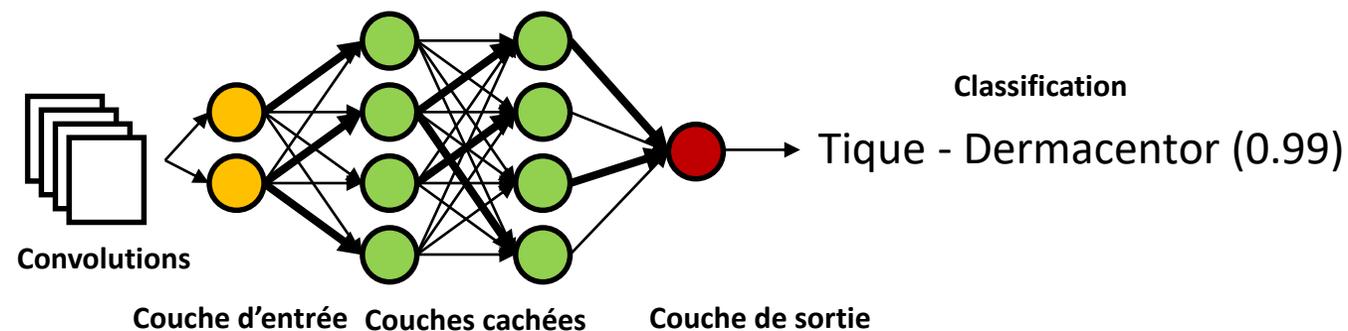


Calibration du modèle via  
algorithme de rétropropagation

## ✓ Interrogation à partir d'une image



Image requête

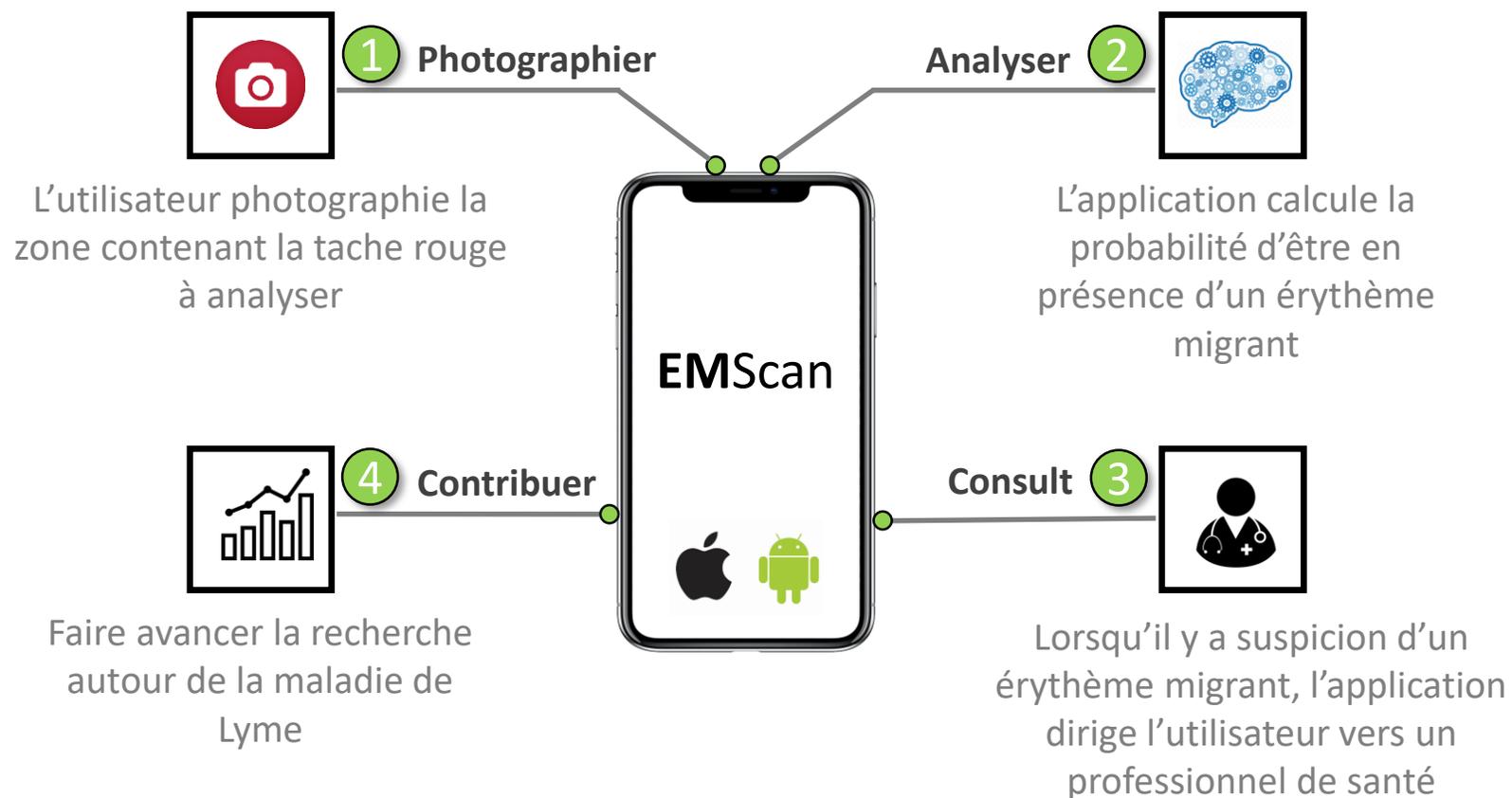


# Projet DAPPEM

- ✓ **DAPPEM** : Développer une application permettant la détection des Erythèmes Migrants (premiers signes cutanés de la maladie de Lyme)
- ✓ **Public cible** : professionnels de santé et grand public



Exemples d'Érythèmes Migrants (EM)



# Projet DAPPEM

- ✓ Constitution d'un jeu d'images d'entraînement
  - ✓ 866 images d'EM, classées par des médecins du CHU de Clermont-Ferrand
  - ✓ 10 000 images de taches rouges cutanées non EM
- ✓ Entraînement et comparaison de 23 architectures de réseaux de neurones artificiels
- ✓ Développement d'une méthode de calcul du score à partir du questionnaire

**Travail réalisé par Imran HOSSAIN, Doctorant du projet sous la supervision d'E. MEPHU-NGUIFO et J. DE GOËR**

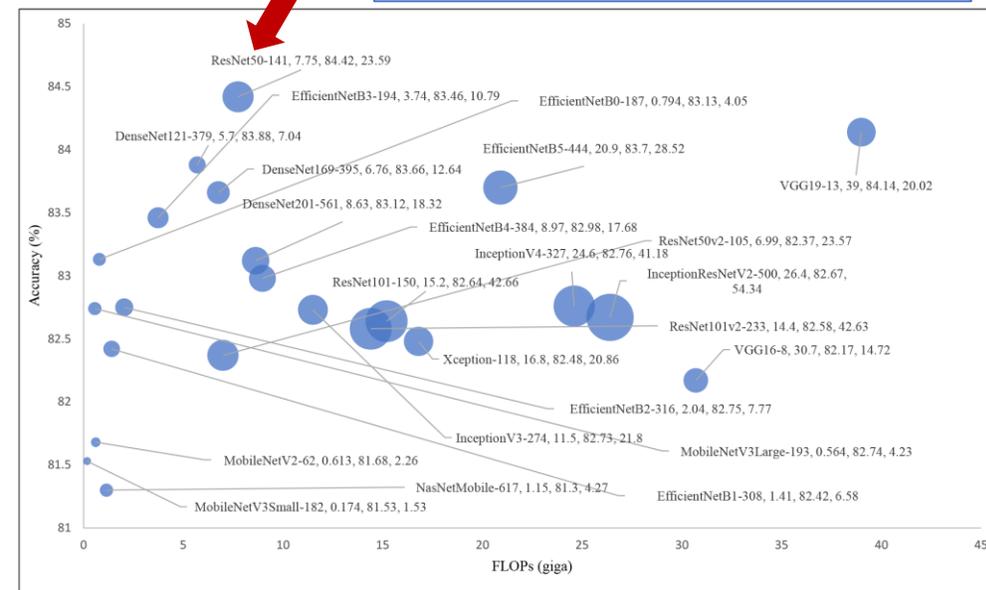
## Publications :

- ✓ I. Hossain and Al - *Exploring convolutional neural networks with transfer learning for diagnosing Lyme disease from skin lesion images*  
Journal Comput. Methods Programs Biomed., 2022

## En cours de révision :

- ✓ I. Hossain and Al - *Expert Opinion Elicitation for Assisting Deep Learning based Lyme Disease Classifier with Patient Data - Artificial Intelligence In Medicine*

**Architecture : ResNet50-141**  
**Probabilité : 84,4 %**  
**Sensibilité : 87,9 %**  
**Spécificité : 80,7%**

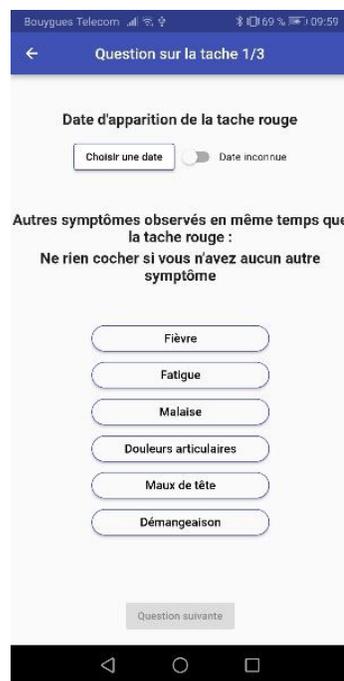


*Hossain et al. 2022. Computer Methods and Programs in Biomedicine*

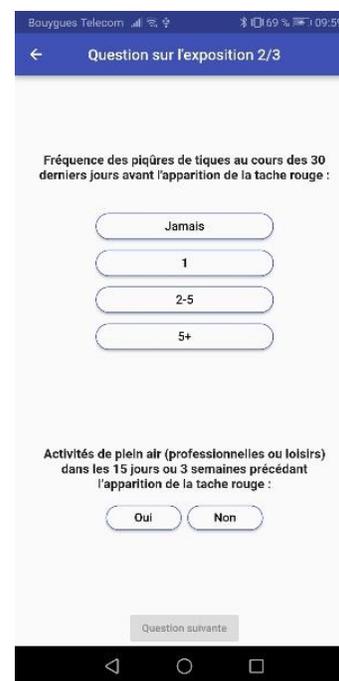
## ✓ Écrans de l'application



Prise de photo



Questionnaire de contexte



Résultats





- ✓ **Équipes de recherche :**
  - ✓ EPIA (UMR INRAE – VAS). J. de Goër, I. Lebert
  - ✓ LMGE (UMR UCA-CNRS) / CHU : O. Lesens, D. Martineau
  - ✓ LIMOS (UMR UCA-CNRS-EMSE). E. Mephu-Nguifo, I. Hossain (Doctorant), Y. Frenedo

- ✓ **Partenaires non académiques :**

- ✓ ONF : C. Planchette
- ✓ MSA : M. Ruols
- ✓ CNPF : M. D. Mourisset



- ✓ **Financements :**

- ✓ L'opération DAPPEM est financée par l'Union européenne dans le cadre du Fonds Européen Développement Régional (FEDER) de la région Auvergne : 190k€
- ✓ MSA du Puys de Dôme : 30k€



- ✓ **Disponibilité de l'application :** à partir de juin 2023

- ✓ En cours de certification en tant que dispositif médical auprès de l'ANSM

- ✓ **Projet DCLIC** : Deep Convolutional Learning for *Ixodidae* Characterization
- ✓ **Objectif** :
  - ✓ Utilisation de méthodes de Deep Learning pour la détection du genre taxonomique des tiques à partir d'une photo ou d'une vidéo
    - ✓ Tiques présentes en France métropolitaine :
      - ✓ *Ixodes, Dermacentor, Rhipicephalus et Hyalomma*
- ✓ **Précision** :
  - ✓ Localisation et identification
  - ✓ Système de suivi en temps réel
  - ✓ Comptage

## ✓ Constitution d'un jeu d'images d'entraînement

- ✓ Photos en provenance du programme de recherche CiTIQUE ou collectées sur Internet
- ✓ 1 891 photos de tiques classées par genre taxonomique



1 296 *Ixodes*



317 *Dermacentor*



181 *Hyalomma*



97 *Rhipicephalus*



*Tetranychidae*

## ✓ Ajout d'images ne contenant pas de tique

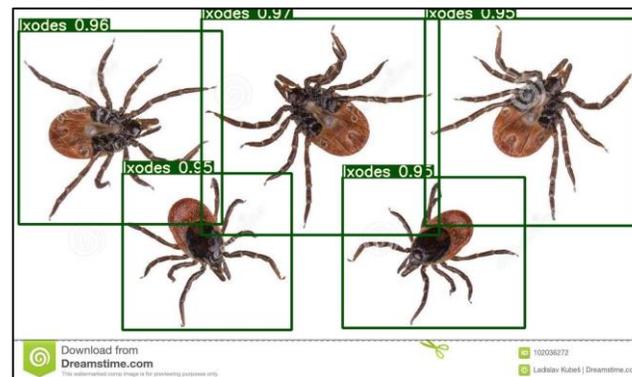
- ✓ 15 375 images d'insectes, d'acariens et d'araignées

391	<i>Halyomorpha</i>	68	<i>Tetranychidae</i>	2 278	<i>Odonata</i>
2 107	<i>Lepidoptera</i>	2 049	<i>Hymenoptera</i>	2 388	<i>Hemiptera</i>
2 030	<i>Dipter</i>	2 111	<i>Coleoptera</i>	2 419	<i>Araneae</i>



*Thomisidae*

- ✓ **Architecture : YoloV5**
  - ✓ **Nombre de paramètres : 46 million**
  - ✓ **Probabilité : 92%**
  - ✓ **Sensibilité : 96%**
  - ✓ **Spécificité : 92%**
- ✓ **Détection et identification en temps réel (@20-30 IPS) avec un smartphone**
- ✓ **Limites du modèle :**
  - ✓ **Détection de l'espèce**
  - ✓ **Détection des différents stades**



*Identification simple et multiple*



## ✓ Équipes partenaires :

- ✓ UMR EPIA (UMR INRAE – VAS) : J. de Goër, V. Poux, A. Keliet, E. Bard, M. Rene-Martelet, G. Vourc'h
- ✓ UMR BioEpar : O. Plantard
- ✓ UMR ASTRES : F. Stachurski, L. Vial
- ✓ Programme CiTIQUE : J. Durand, A. Brun-Jacob, J. Marchand, I. Carravieri, P. Frey-Klett

## ✓ Financements :

- ✓ Appel à projets « créativité scientifique 2020 » du Département de Santé Animale : 10k€

## ✓ Perspectives :

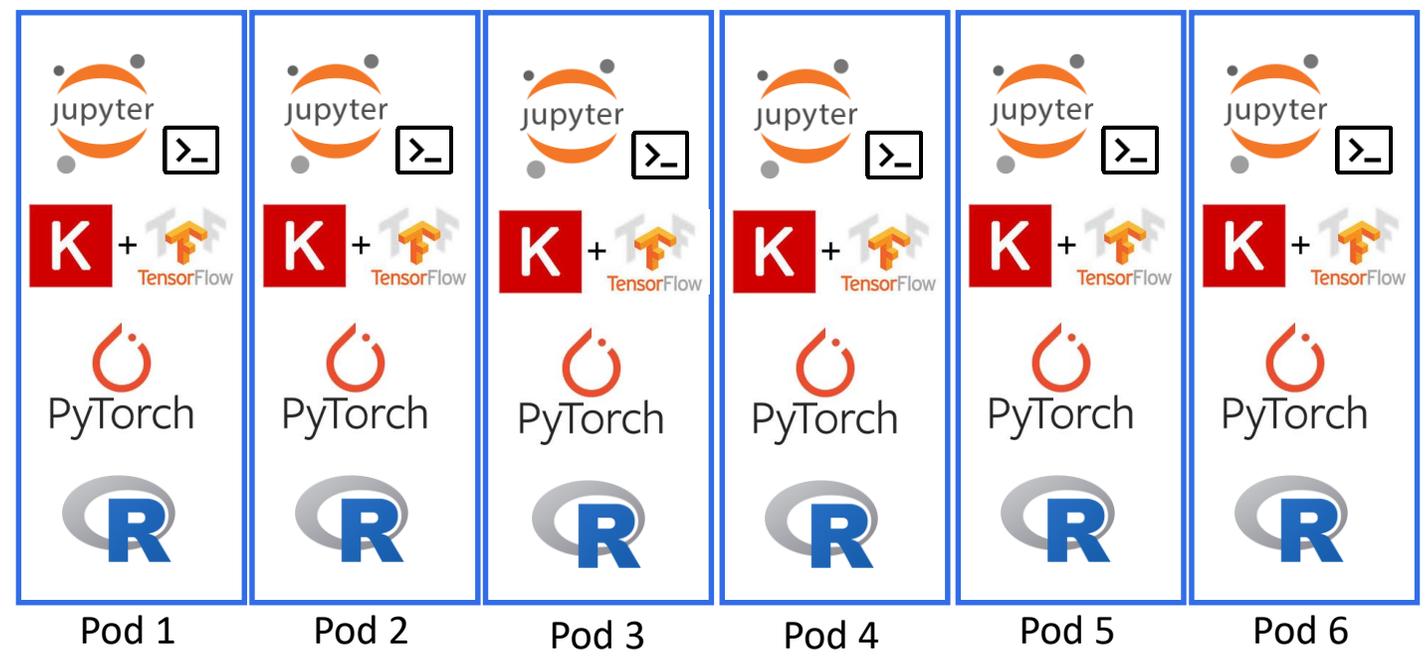
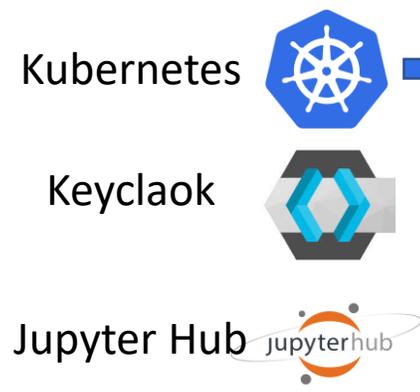
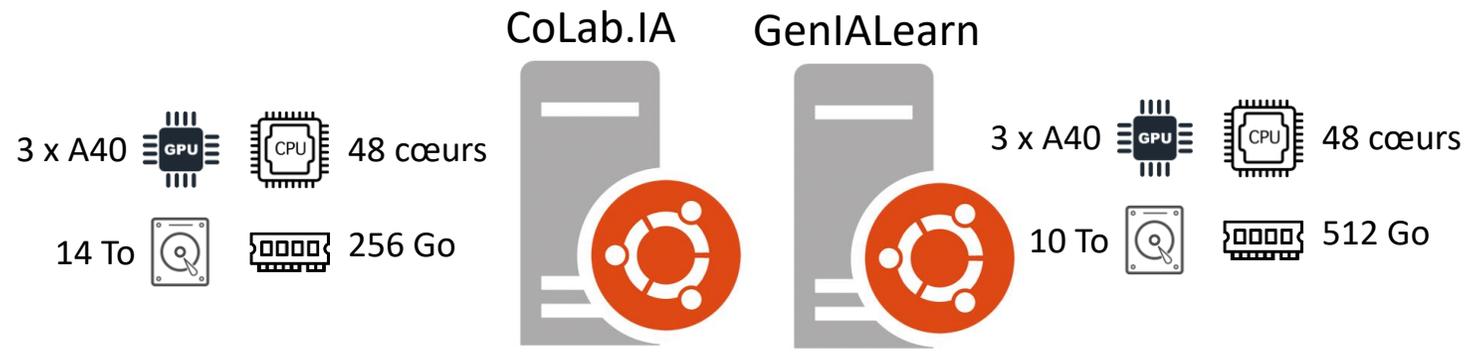
- ✓ Partage du modèle à la communauté scientifique
- ✓ Intégration au sein des outils du projet CiTIQUE



<https://citique.fr>

- ✓ **Formation au Deep Learning :**
  - ✓ **Formation CNRS Fidle :** <https://gricad-gitlab.univ-grenoble-alpes.fr/talks/fidle>
  - ✓ **Formation INRAE :** Introduction au Deep Learning pour l'analyse d'image
    - ✓ Date : 6 au 8 mars 2023
    - ✓ Lieu : Domaine du Lazaret – Sète
- ✓ **Ressources de calcul pour le Deep Learning :**
  - ✓ **IDRIS Open Hackathon :**
    - ✓ Date : 27 mars, 4 et 6 avril 2023 (<http://www.idris.fr/eng/annonces/idris-gpu-hackathon-2023-eng.html>)
  - ✓ **Projet INRAE CoLab.IA :**
    - ✓ Permettre aux équipes INRAE de pouvoir s'initier au Deep Learning
    - ✓ Mise à disposition de ressources de calcul GPU, suffisamment dimensionnées pour la création et l'entraînement de réseaux de neurones
    - ✓ Offre intermédiaire entre une stations de travail et un centres de calcul
    - ✓ Mise en place d'environnements techniques adaptés au ML / DL

# Projet CoLab.IA



## ✓ **COFIL :**

- ✓ **CATI IMOTEP** : Jocelyn DE GOËR, Nicolas PARISEY, Thierry HOCH et Hervé RICHARD
- ✓ **CATI SICPA** : Bernard BENET, Bernadette URBAN, François LAPERRUQUE, Yann LABRUNE
- ✓ **Direction des Systèmes d'Information** : Éric MALDONADO
- ✓ **Plateforme MIGALE** : Valentin LOUX

## ✓ **Équipe technique :**

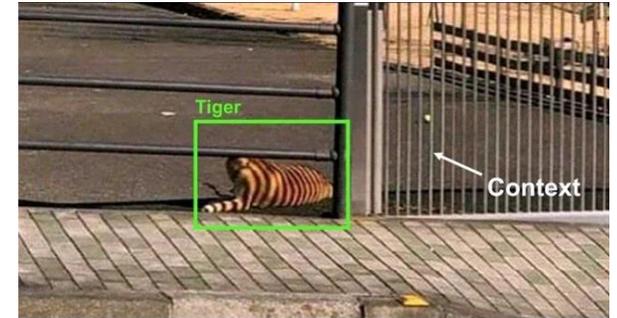
- ✓ Jocelyn DE GOËR, Yann FRENDO

## ✓ **Financement :**

- ✓ 20k€ - AAP DipSO SAPI 2021
- ✓ 20k€ - Projet GenIA Learn (AAP DIGIT-BIO)

# Conclusion

- ✓ Les méthodes de Deep Learning ont permis des avancées dans de nombreux domaines
- ✓ Les réseaux de neurones artificiels peuvent être utilisés :
  - ✓ En mode Cloud : Machine Learning As A Service
  - ✓ En mode embarqué : application pour smartphone, edge computing
- ✓ Leurs mise en œuvre nécessitent :
  - ✓ Suffisamment de données représentatives
  - ✓ Des ressources de calcul pour les phases d'apprentissage
  - ✓ Prendre en compte le contexte
- ✓ Améliorations possibles :
  - ✓ Amélioration de la précision de détection
  - ✓ Diminution des données d'apprentissage
  - ✓ Explicabilité



Pomme ou chouette



Chihuahua ou muffin

**Merci de votre attention**

**Jocelyn DE GOËR**

UMR EPIA – CATI IMOTEP

**Journées INRAE systèmes d'information pour les données agro-environnementales**  
21 et 22 novembre 2022, Clermont-Ferrand