

# GammaLearn: Deep Learning applied to the Cherenkov Telescope Array

Comité de Pilotage MUST

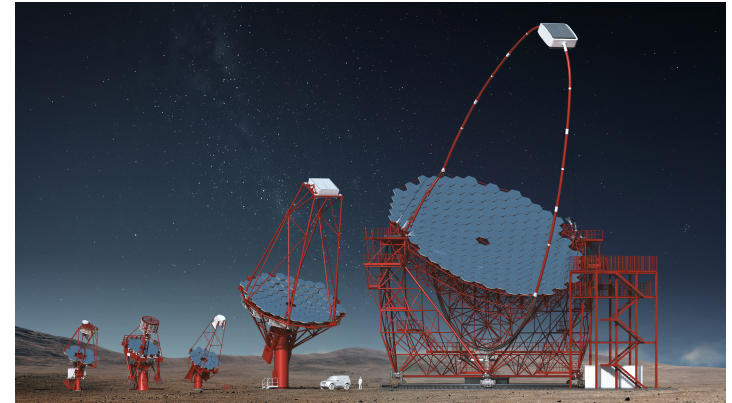
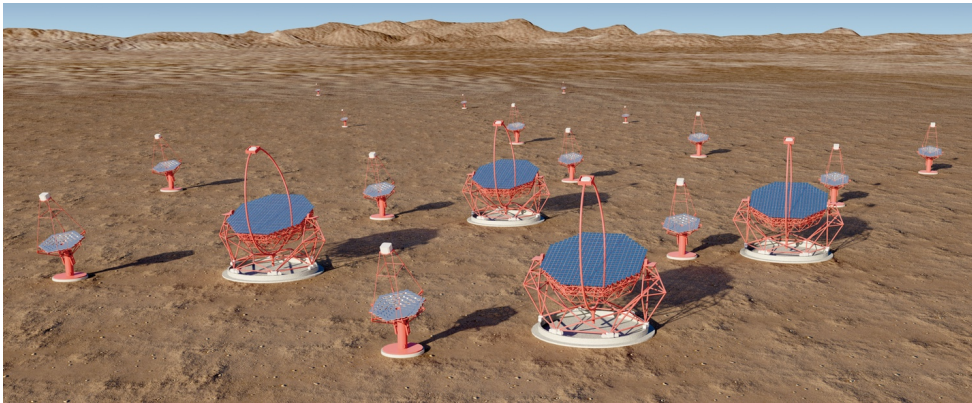
Mardi 12 décembre 2017

## Le Cherenkov Telescope Array (CTA)



- Future observatoire pour l'astronomie gamma
- Collaboration internationale: > 1300 membres dans 32 pays
- En construction. Premières données en 2019.
- Étude de l'univers à haute énergie: rayons cosmiques, phénomènes à hautes énergies, physique fondamentale et cosmologie

# Le Cherenkov Telescope Array (CTA)

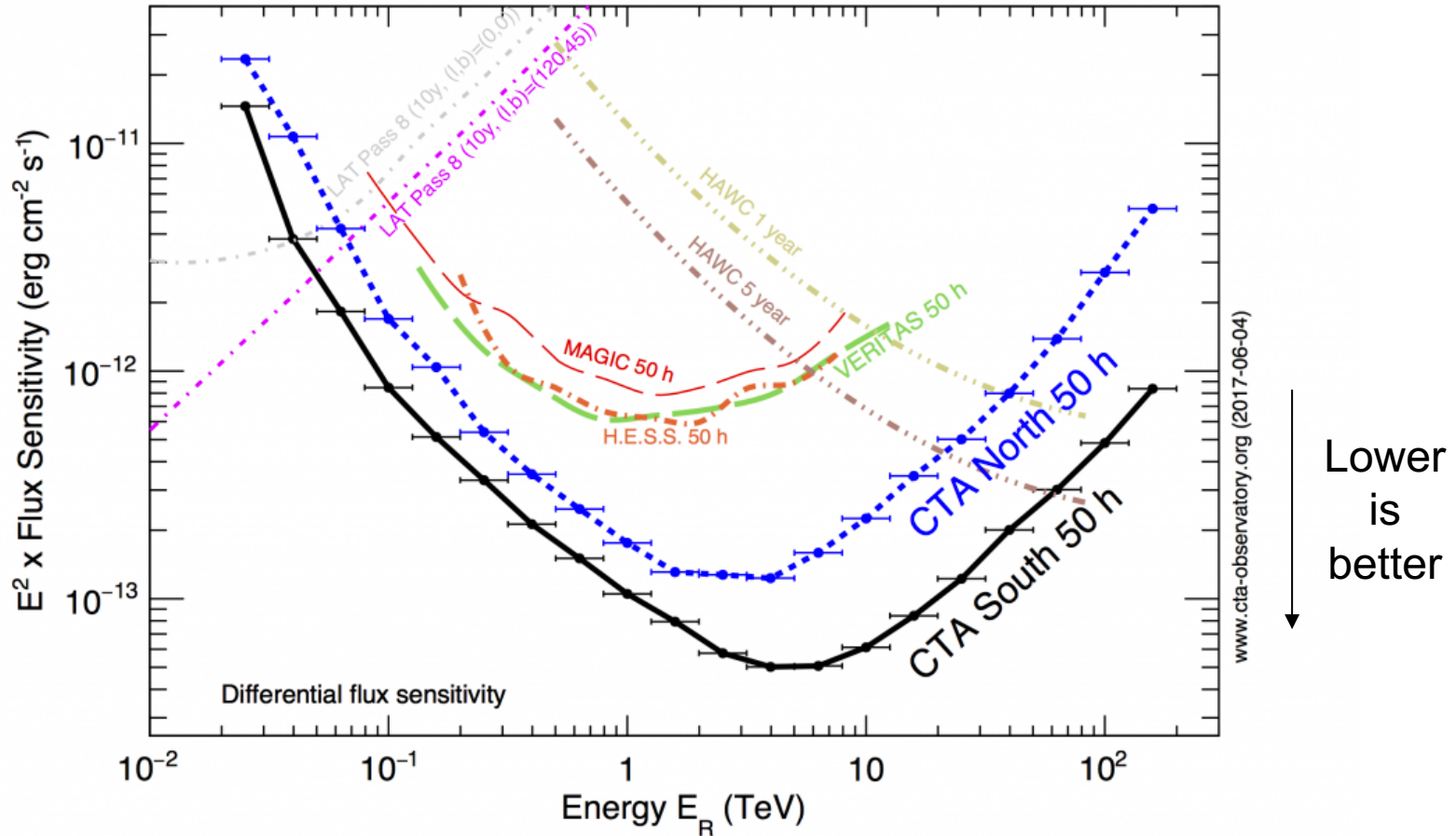


- 2 réseaux de télescopes sur deux sites (hémisphère nord et sud)
  - 125 télescopes au total: 100 au Sud, 25 au Nord
- 3 tailles de télescopes

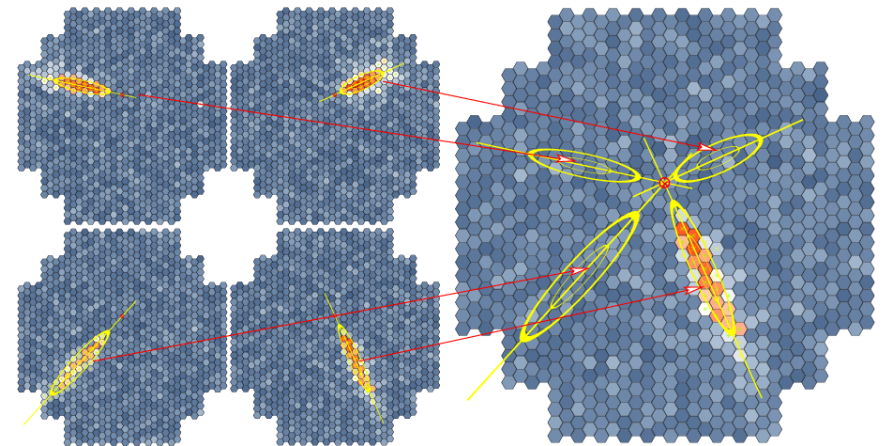
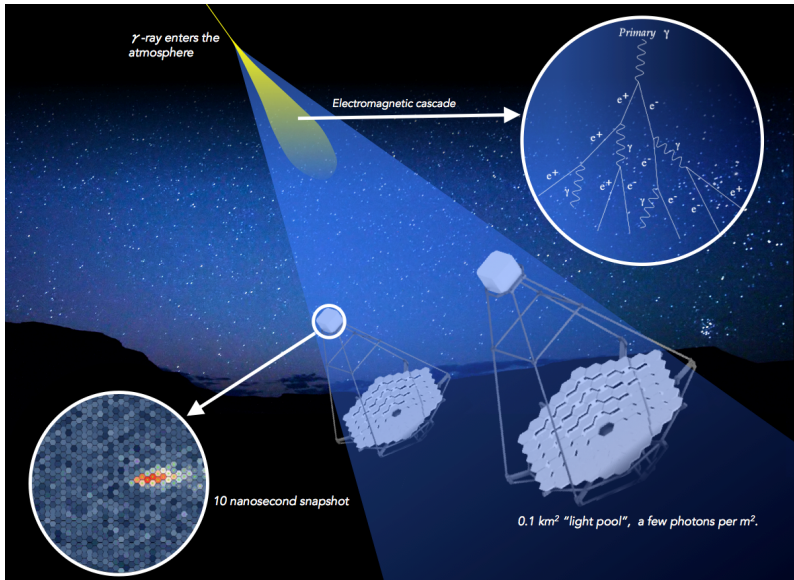
## Emplacements



## Gain en sensibilité de x10



# La reconstruction stéréoscopique



HESS figure (credit K. Bernlohr)

- Particule  $\rightarrow$  gerbe électromagnétique
- Vision stéréoscopique pour reconstruire la gerbe électromagnétique
- Dédution des paramètres physiques de la particule

**$\rightarrow$  Analyse complexe**

## Les défis de CTA

- Faible signal / bruit
  - Signal (photons) = seulement  $\sim 1$  particule / 1000
  - Bruit très similaire au signal
  - Tri nécessaire
- Grande sensibilité = grand volumes de données
  - 210PB de données brutes / an
  - Réduction d'un facteur 70 sur site avant transfert
  - Besoin de méthodes d'analyse performantes et rapides

## Deep Learning

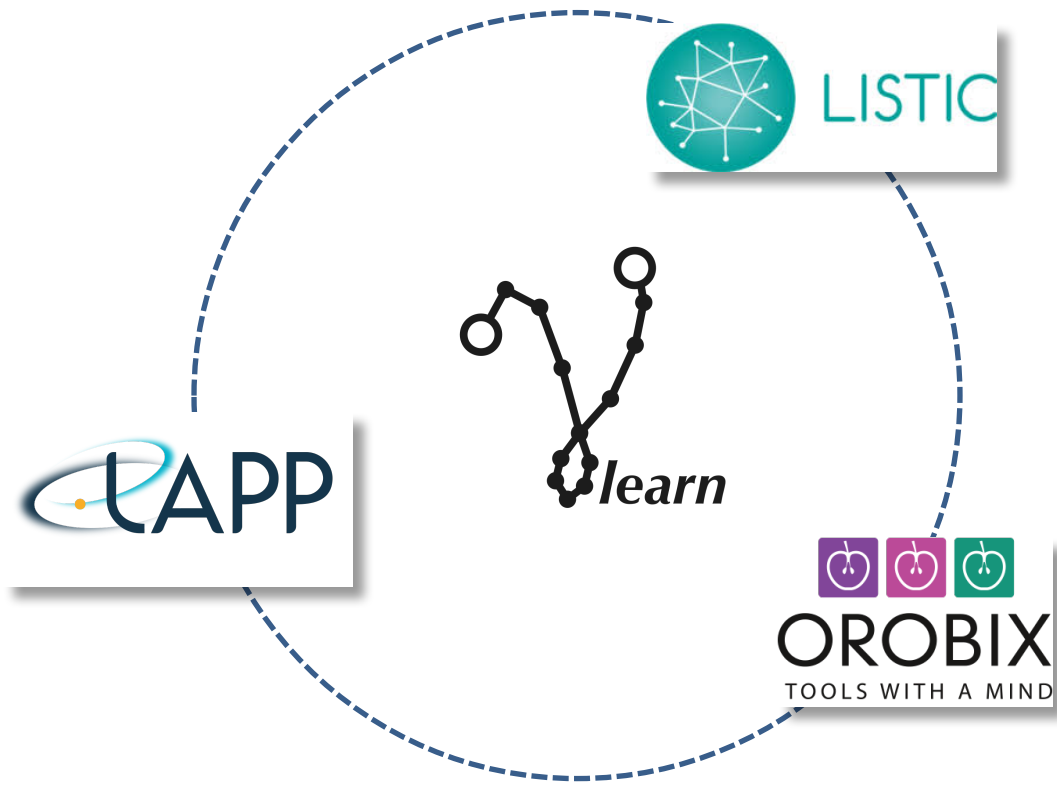
- Révolution de l'intelligence artificielle
- Meilleures performances que les méthodes traditionnelles d'analyse dans de nombreux domaines
- Rapidité à l'exécution
- Requiert
  - de grandes quantités de données d'apprentissage
  - de grandes capacités de calcul pour l'apprentissage



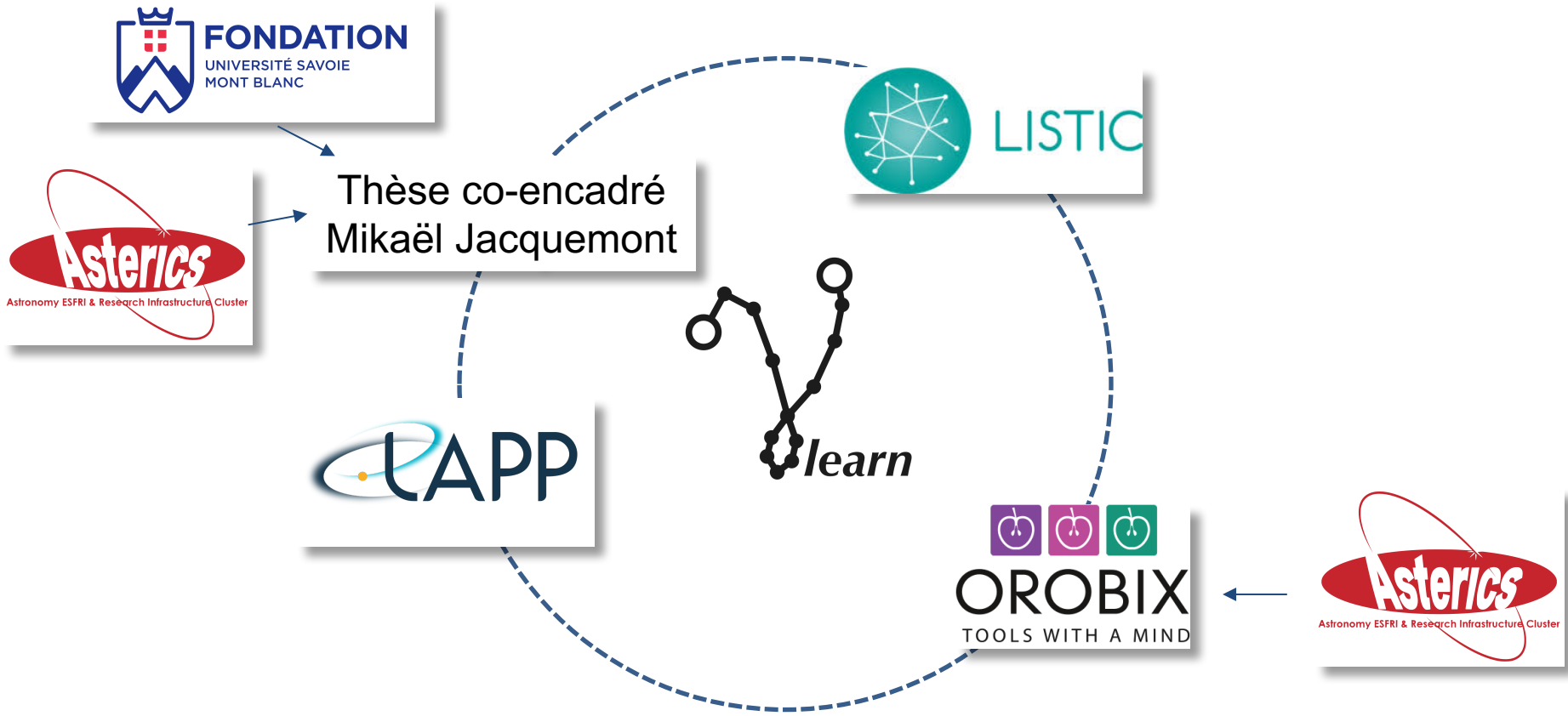
## Deep Learning pour CTA ?

- Grande quantité de données simulées pour l'entraînement
- Potentiellement plus performant
- Pourrait remplacer des méthodes d'analyse complexe demandant de nombreux développements et un important coût humain

- Le projet GammaLearn:
  - Responsable scientifique : Thomas Vuillaume

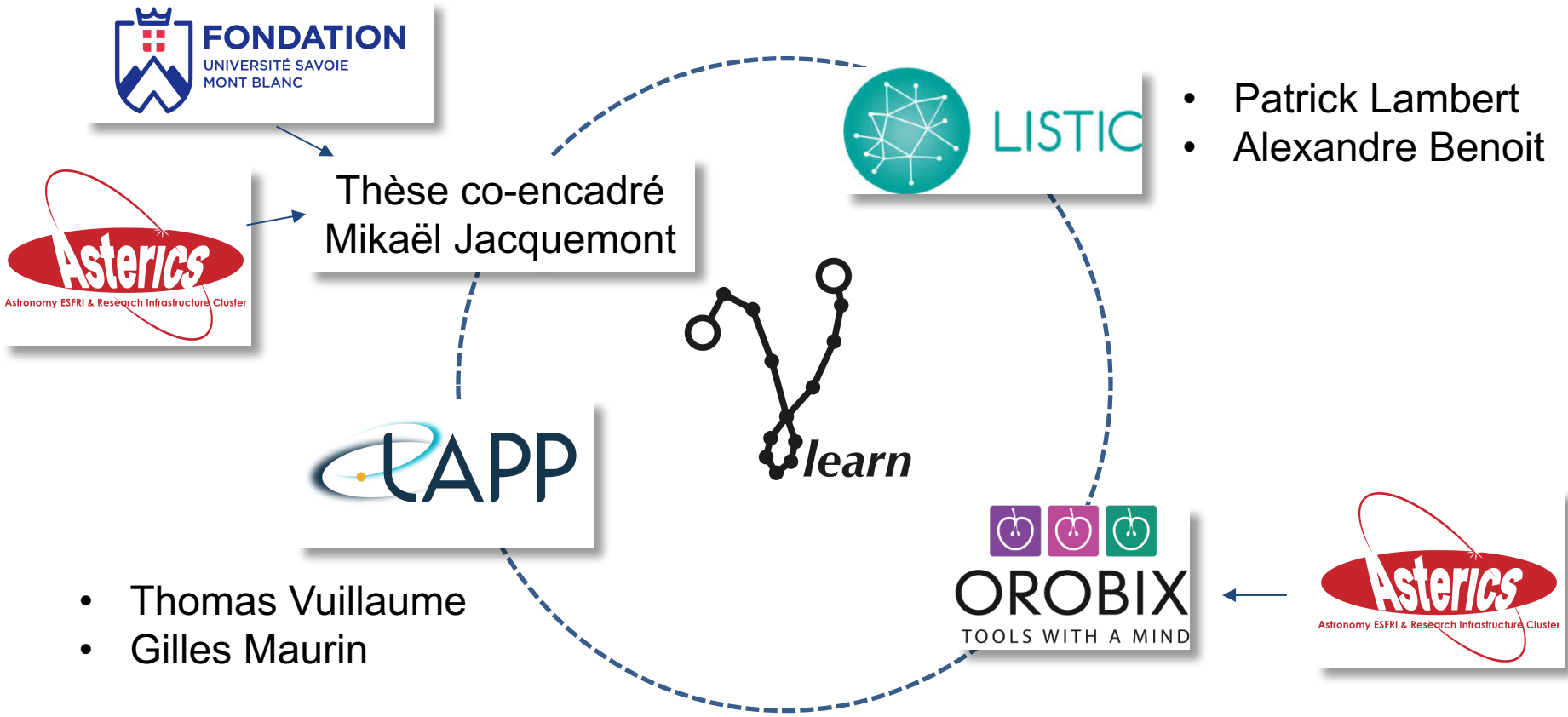


- Le projet GammaLearn:
  - Responsable scientifique : Thomas Vuillaume



\*ASTERICS: projet européen H2020

- Le projet GammaLearn:
  - Responsable scientifique : Thomas Vuillaume



- Patrick Lambert
- Alexandre Benoit

- Thomas Vuillaume
- Gilles Maurin

\*ASTERICS: projet européen H2020

## Objectifs

- Obtenir les paramètres physiques des particules à partir des images brutes avec un minimum de pré-traitement
- Obtenir une meilleure discrimination entre le bruit et le signal
  - In-fine meilleur sensibilité de l'instrument
  - Réduction du volume sur site de donnée en éliminant une grande partie du bruit

## MUST

- Développements deep learning sur GPU
- MUST dispose de 3 serveurs munis de cartes K80
- Cartes GPU d'ancienne génération et partagées avec d'autres projets - limitation
- Un complément avec des cartes plus récentes (P100) serait le bienvenu