



GammaLearn

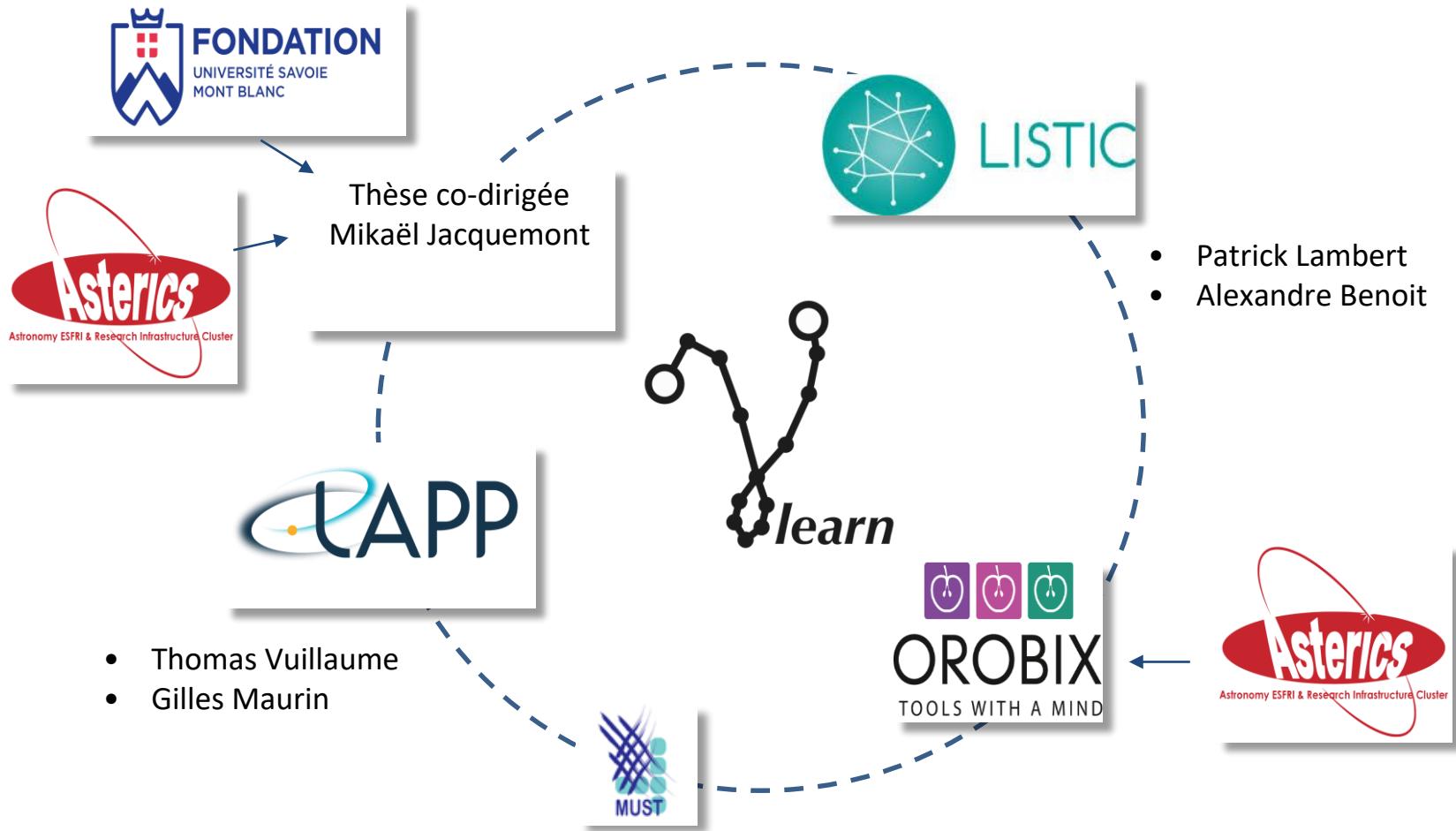
Des réseaux de neurones pour l'astrophysique

M. Jacquemont au nom de T. Vuillaume, G. Maurin, A. Benoit,
P. Lambert, L. Antiga, D. Ciriello, G. Silvestri

Rencontre avec les utilisateurs de MUST, 28/06/2019



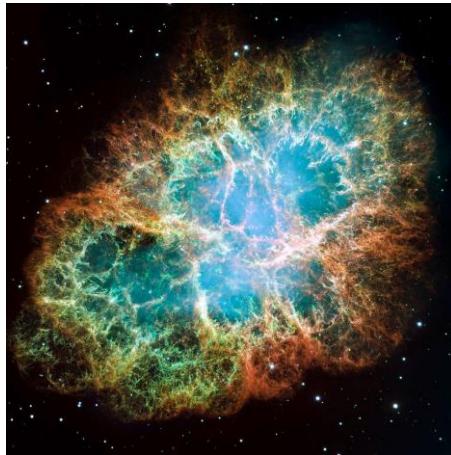
Le projet GammaLearn



*ASTERICS: european H2020 project

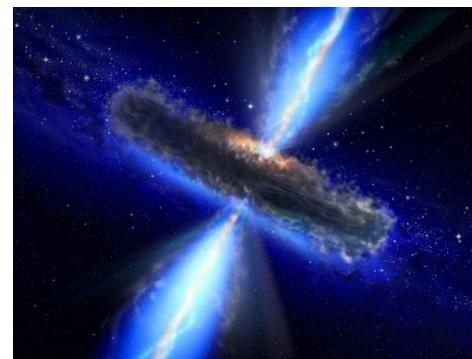
Astronomie gamma

Supernova



wikipedia

Noyau de galaxie actif



ESA/NASA

Pulsar

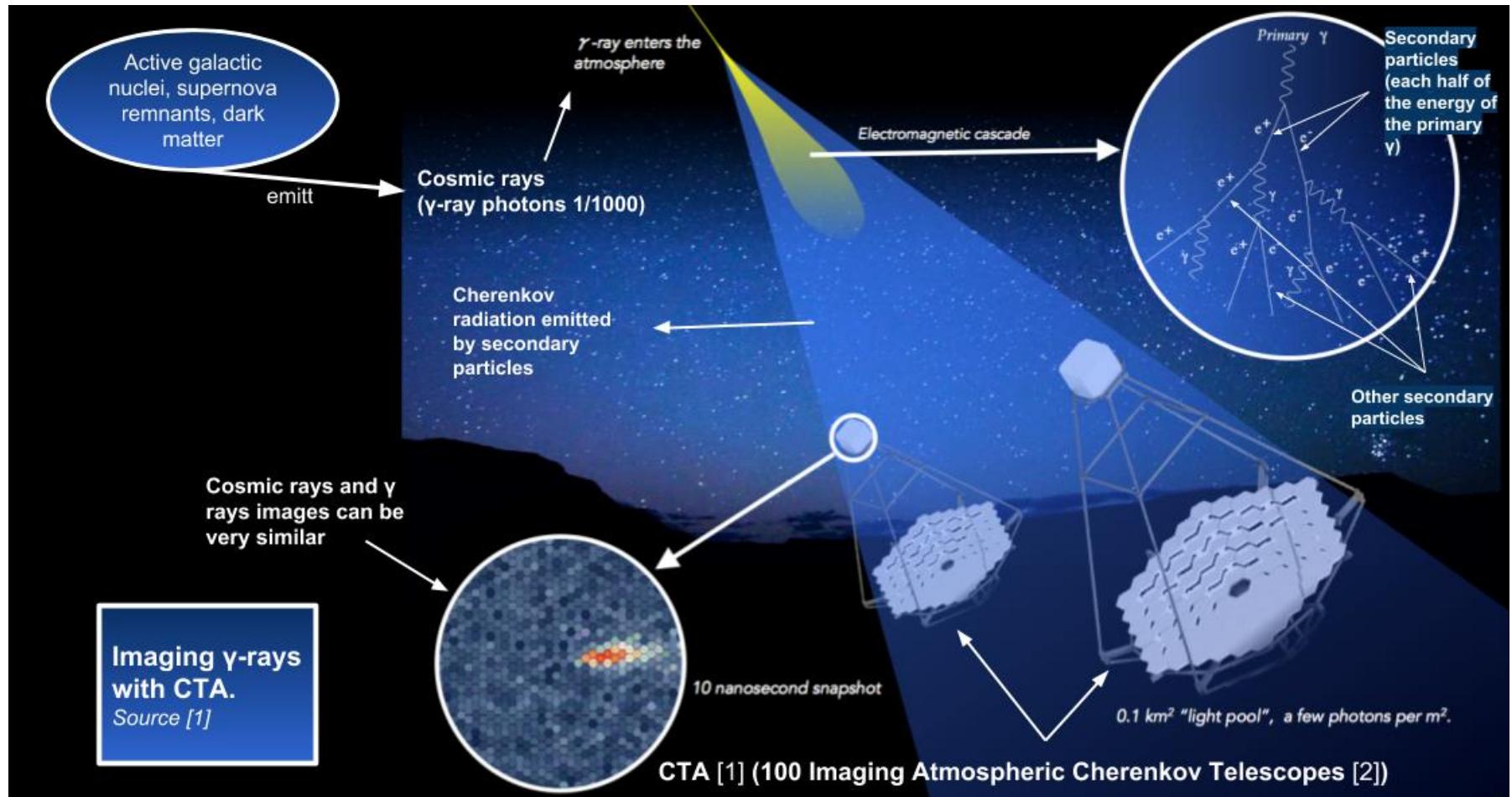


NASA

...

Rayons gamma

Télescope à imagerie Tcherenkov atmosphérique



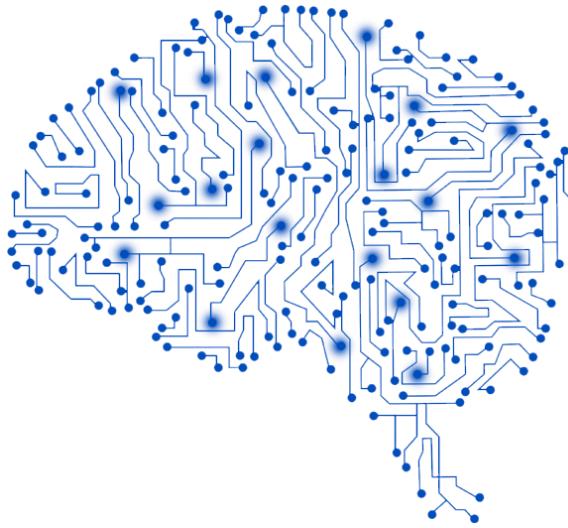
Le Cherenkov Telescope Array (CTA)

- Observatoire pour l'astronomie gamma
 - > 1400 membres de 31 pays
- 2 réseaux de télescopes sur 2 sites (Canaries et Chili)
 - 108 télescopes au total
 - 3 tailles de télescope
- En construction. Premier prototype sur site inauguré en octobre 2018
- **210 Po de données / an !**



5

Le projet GammaLearn



Credit: kisspng.com

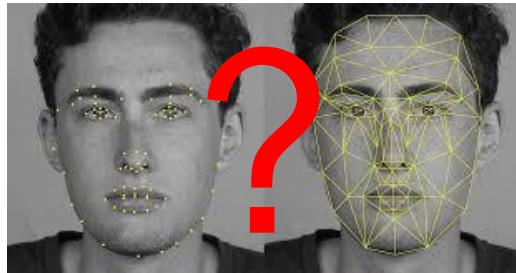
Credit: Akihiro Ikeshita, Mero-TSK, International

Exploiter les données

→ Créer un modèle d'un phénomène

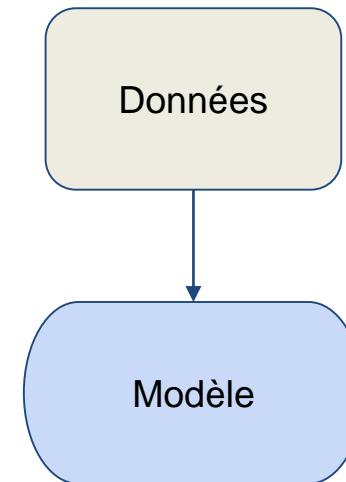
Modélisation “classique”

- Règles expertes
- Connaissance de la physique du problème
- Fonctions mathématiques



Machine Learning

- Outils / méthodes



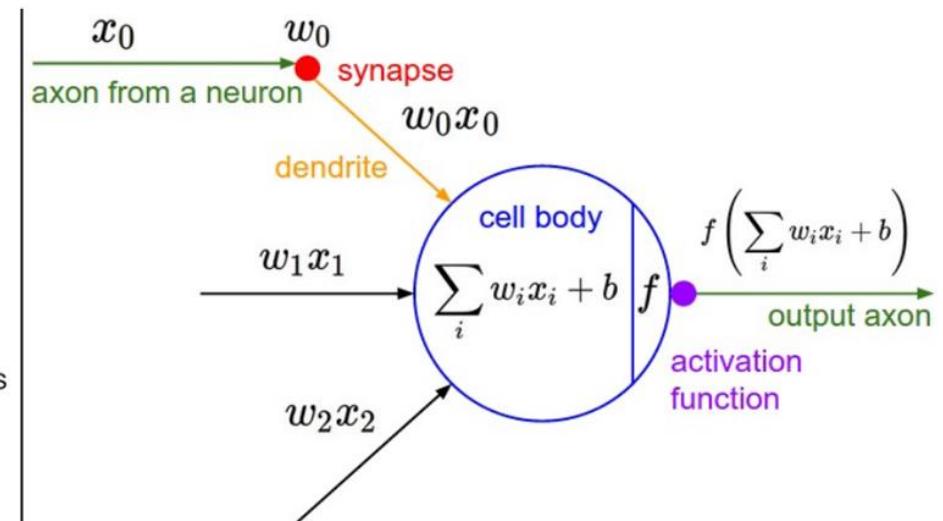
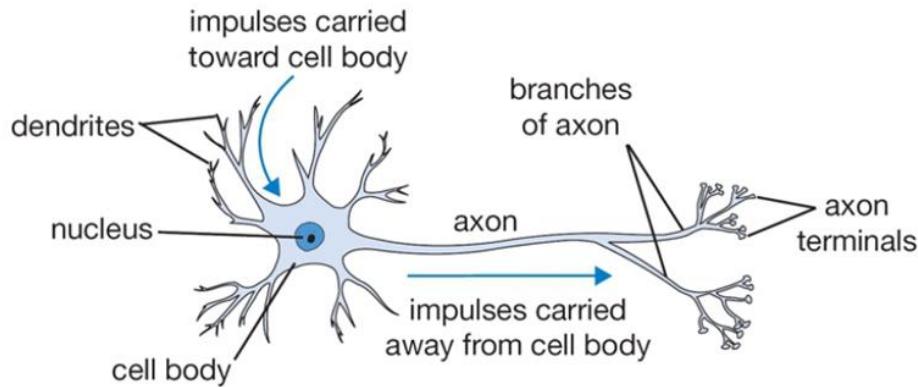


Le Deep Learning

S'inspirer du cerveau humain

- Structure
- Mode d'apprentissage

Le neurone

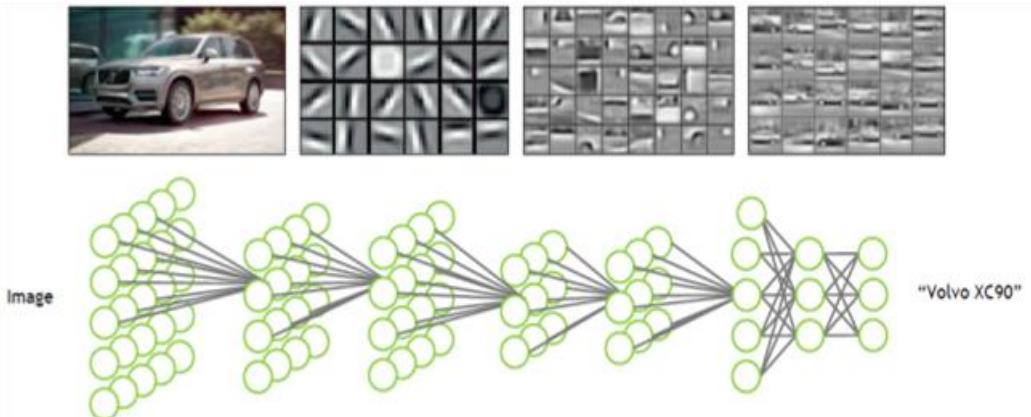




Le Deep Learning

Le réseau de neurones

- Organisation en couches



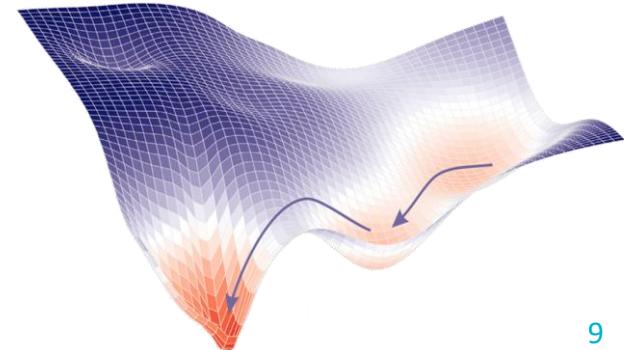
Difficultés

- Quelle structure
- Apprentissage : des **millions de paramètres** à ajuster
 - Calculs parallélisables
 - Utilisation des GPU (2009)
 - Gain de 10 à 70 (temps de calcul)
 - MUST (6 K80 + 1 P6000 + 1 V100)

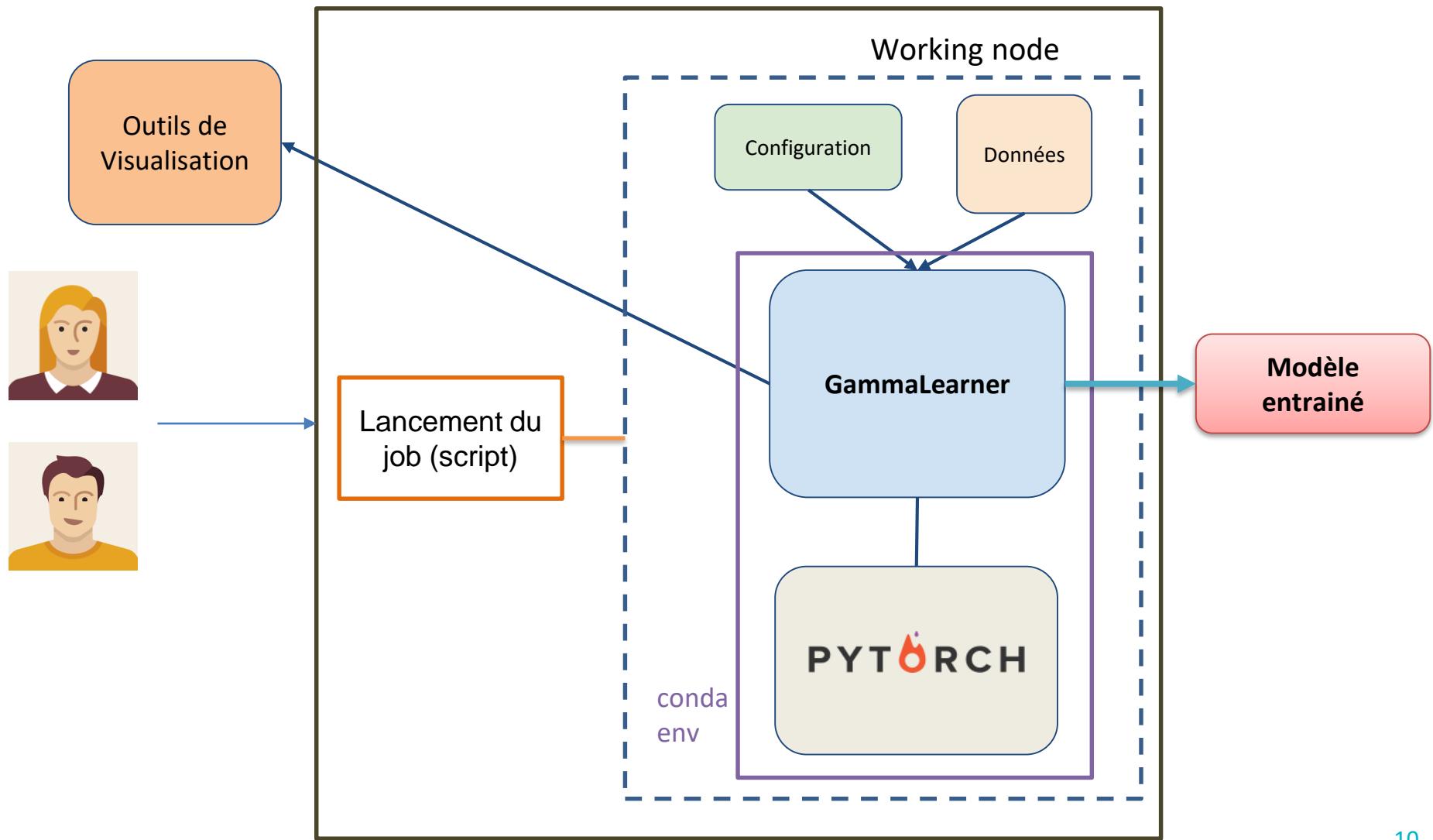
Grant NVIDIA

Apprendre = minimiser l'erreur

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$



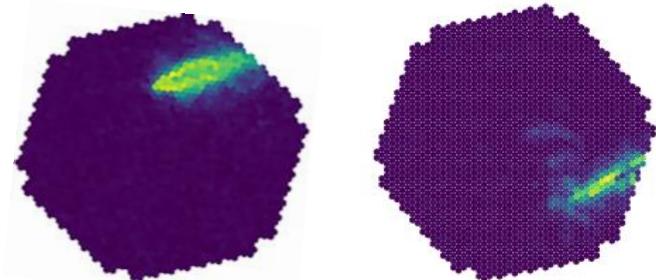
Le Deep Learning avec MUST



Objectifs de GammaLearn

Analyse des données du Cherenkov Telescope Array (CTA) avec le Deep Learning:

- Séparation gamma / proton
- Reconstruction des paramètres gamma
 - Energie
 - Direction



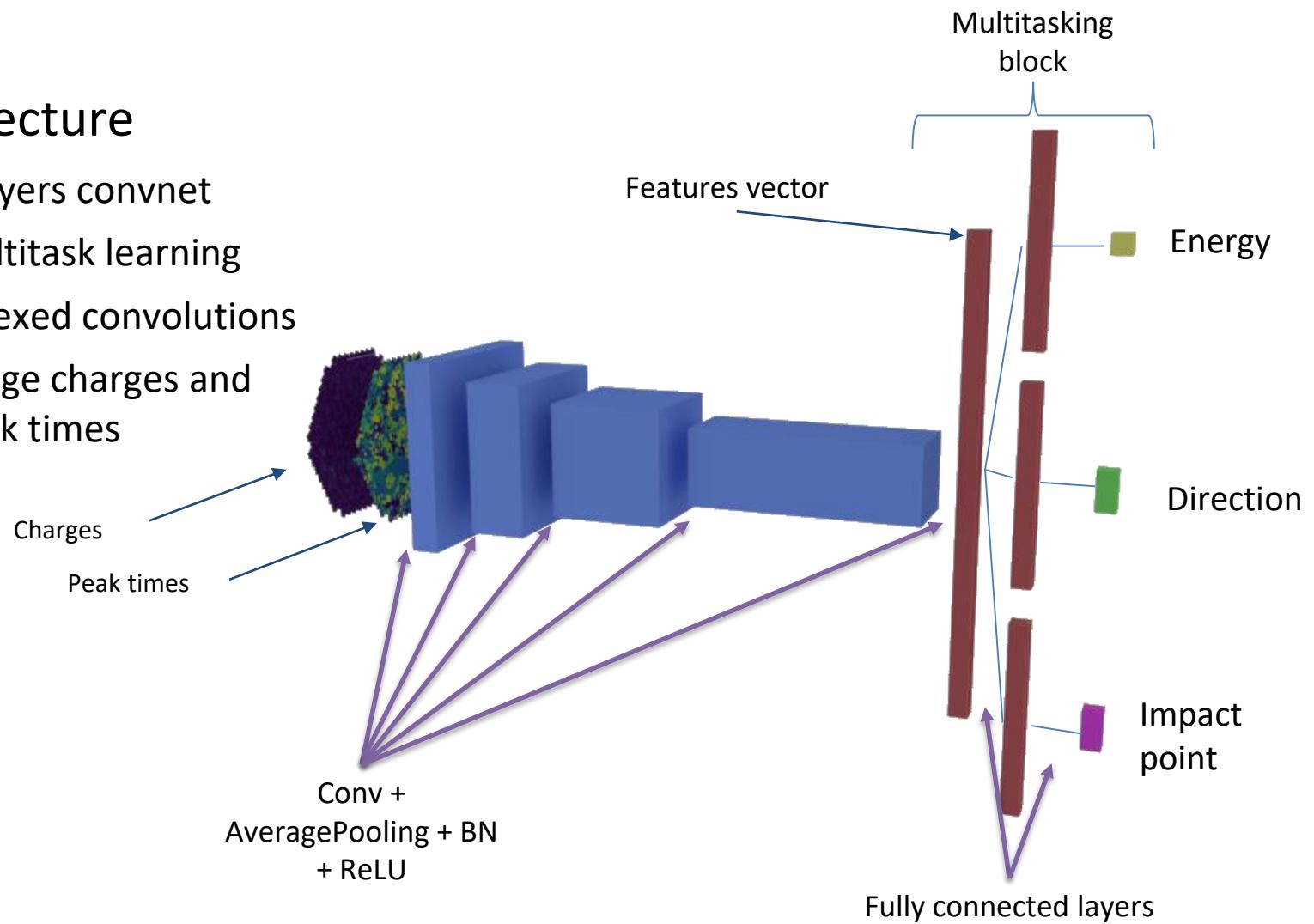
Sur MUST

- 10700 heures de GPU
- 13400 heures de CPU

Exemple d'architecture

Architecture

- 5 layers convnet
- Multitask learning
- Indexed convolutions
- Image charges and peak times

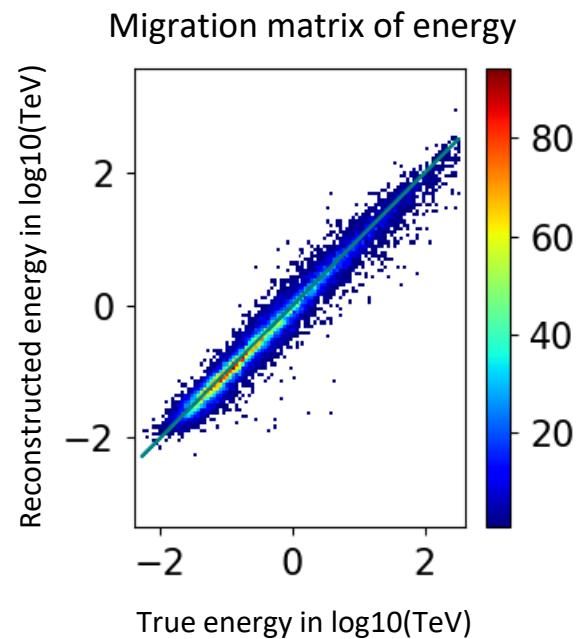
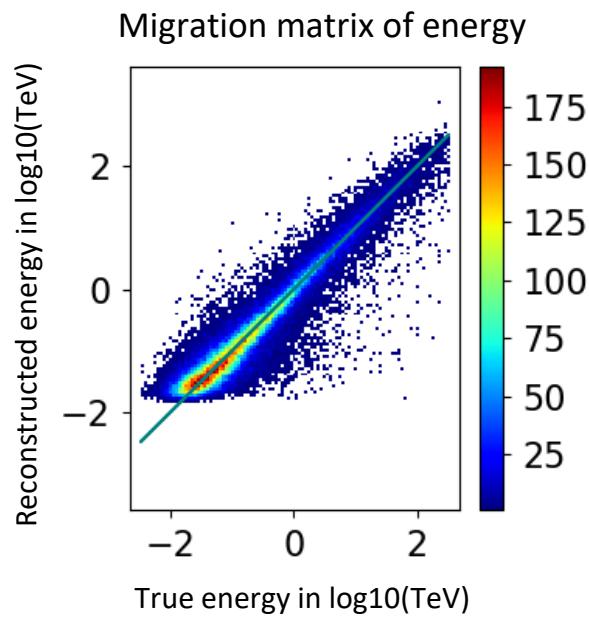


Résultats préliminaires :

1 télescope

vs

4 télescopes



Résumé

- Le Deep Learning s'applique aussi à l'astrophysique
- Ecosystème Deep Learning sur MUST
- MUST est indispensable pour GammaLearn
- La suite : améliorer nos modèles
 - Plus de complexité
 - Optimisation

Merci pour votre attention

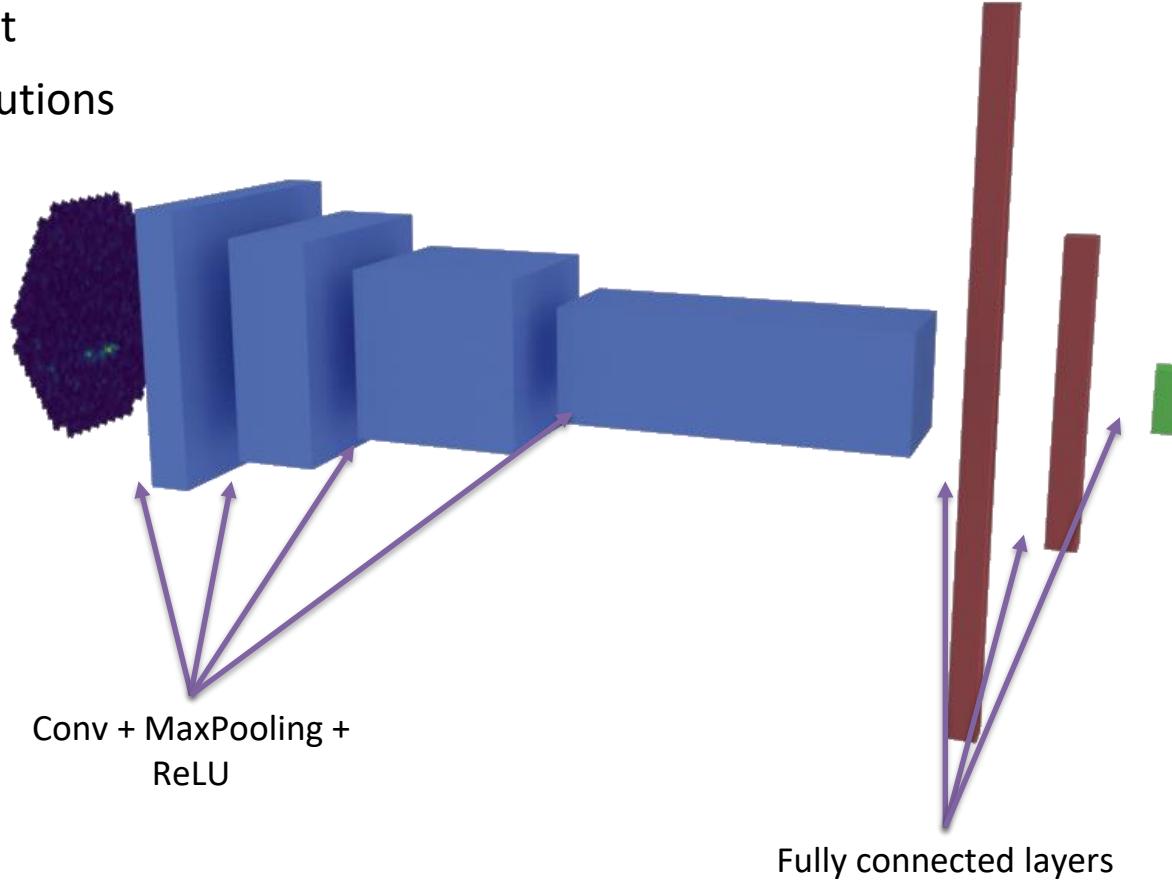


Backup

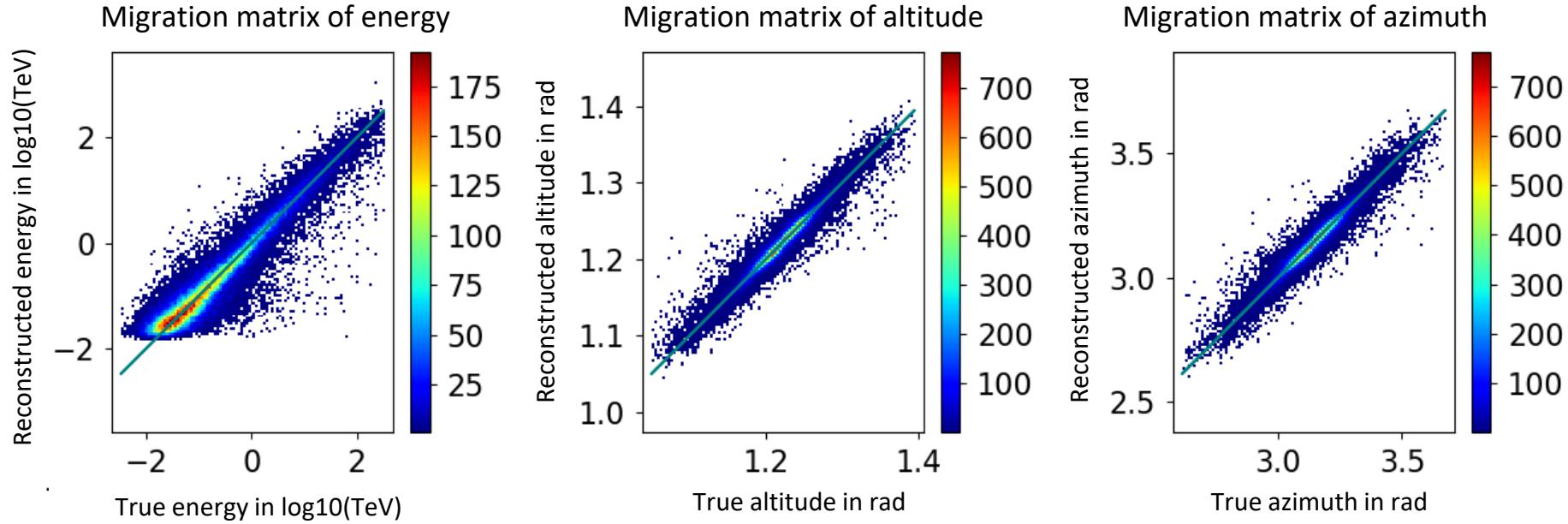
CTA LST: Gamma / proton separation

Architecture

- 4 layers convnet
- Indexed convolutions
- Image charges



Résultats préliminaires : 1 télescope

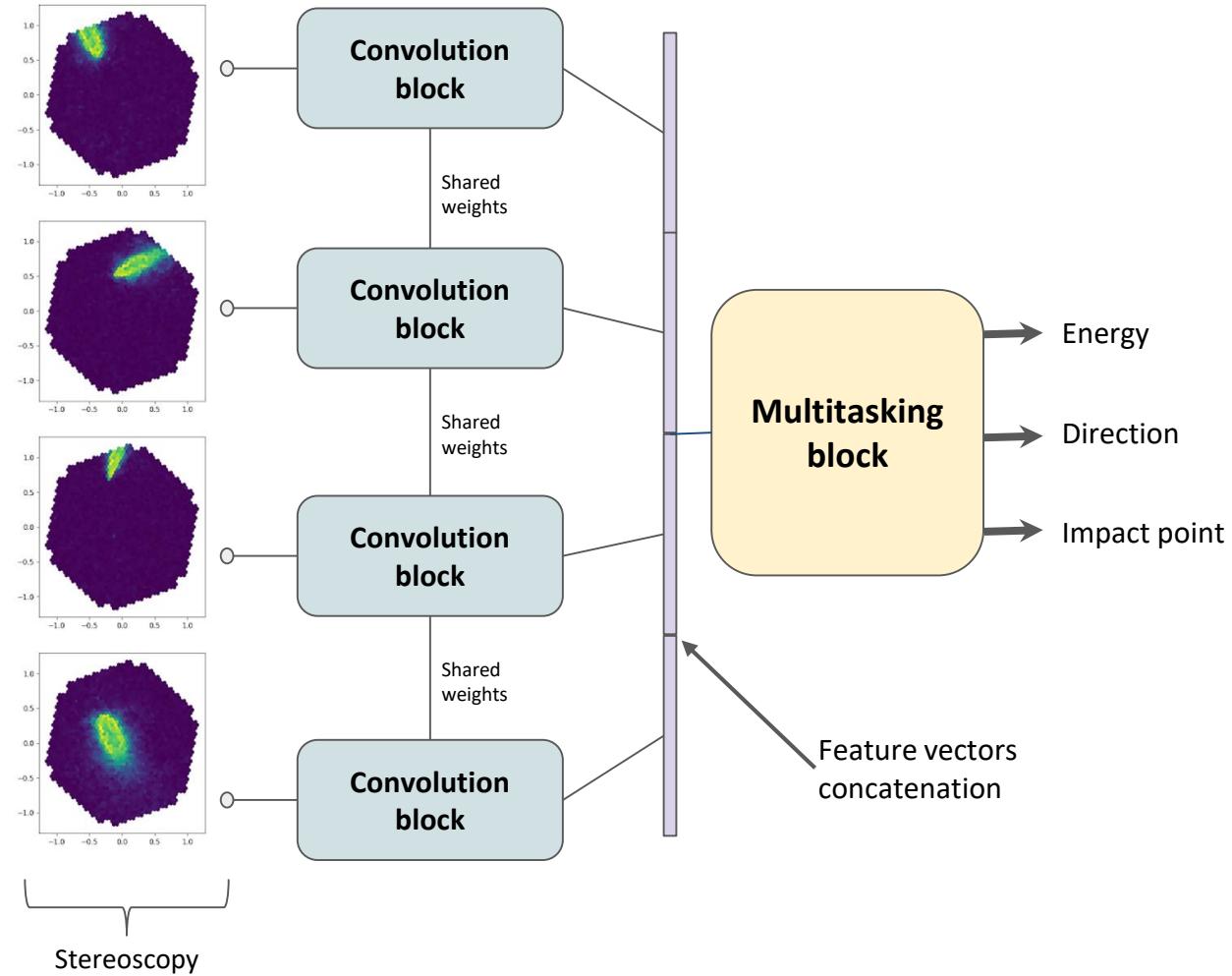




First year's work

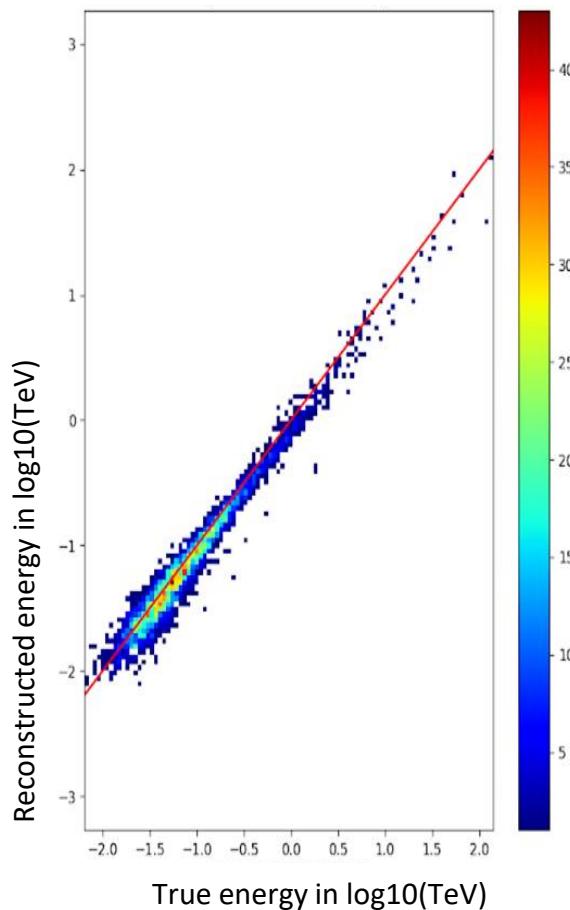
2. Building a model of the data

- Testing different architectures
- First step, only LSTs

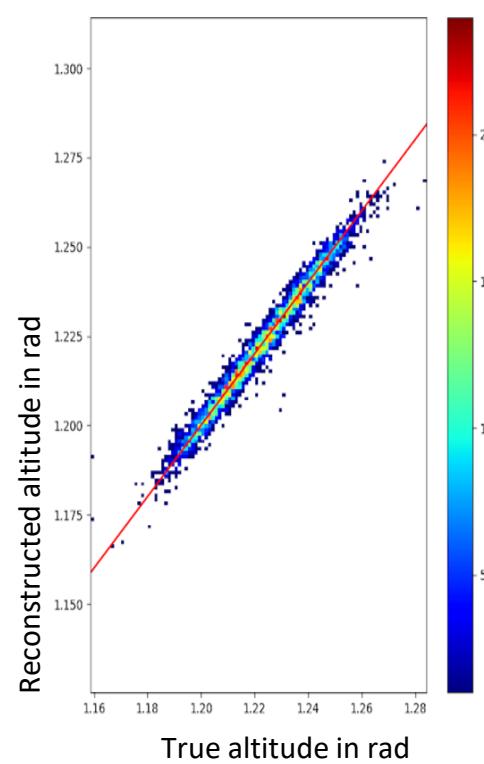


Résultats préliminaires : 4 telescopes (stéréoscopie)

Migration matrix of energy



Migration matrix of altitude



Migration matrix of azimuth

