



Méthode de réseaux auto-générés appliqués au contrôle direct de robot



Présenté par : CHUPIN Clément

Encadrants : ZHANG Zhongkai

Équipe : ROMEA

Plan

1. Introduction
2. Sujet de stage
3. Présentation de l'INRAE
4. Problématique agricole
5. Solutions apportés par l'intelligence artificielle
6. Solutions étudiés
7. Étude
8. Conclusion et perspective de l'étude
9. Conclusion du stage
10. Remerciements

Introduction

Durant ce stage, j'ai eu la chance de pouvoir :

- Comprendre la problématique agricole
- Étudier les techniques de contrôle robotique, allant de l'automatisme à l'IA
- Mener une étude pertinente

Sujet de stage

Automatic Design of Neural Network for Mobile Robot Control

- Comprendre la création automatique de réseaux de neurones utilisant l'apprentissage par renforcement, ainsi que le « differentiable architecture search »
- L'exploration d'algorithme propice au contrôle de robot mobile
- La collecte de données et l'implémentation d'un algorithme à l'architecture automatique pour le contrôle de robot mobile en simulation
- Validation en utilisant une expérimentation dans le réel

Présentation de l'INRAE

Une organisation territoriale



18

centres



14

départements
de recherche



11 500
ETP*
*Équivalents temps
plein



260
unités de recherche,
unités expérimentales
et unités d'appui

Sur ses 18 centres, INRAE est engagé dans 33 sites universitaires



Présentation de l'INRAE

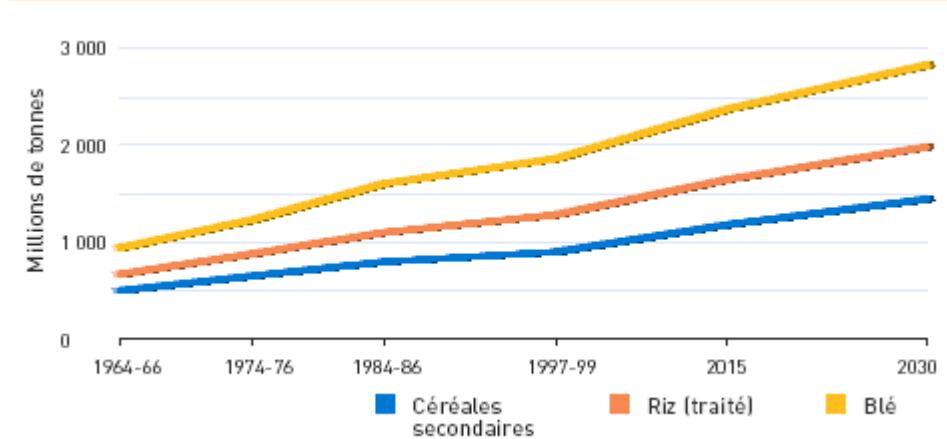
Présentation de ROMEA
(RObotique et Mobilité pour l'Environnement et l'Agriculture)

- Automatique
- Robotique
- Informatique/Électronique



Problématique agricole

- Demande constamment croissante
- Pollution environnemental
- Utilisation de produits chimiques



Problématique agricole

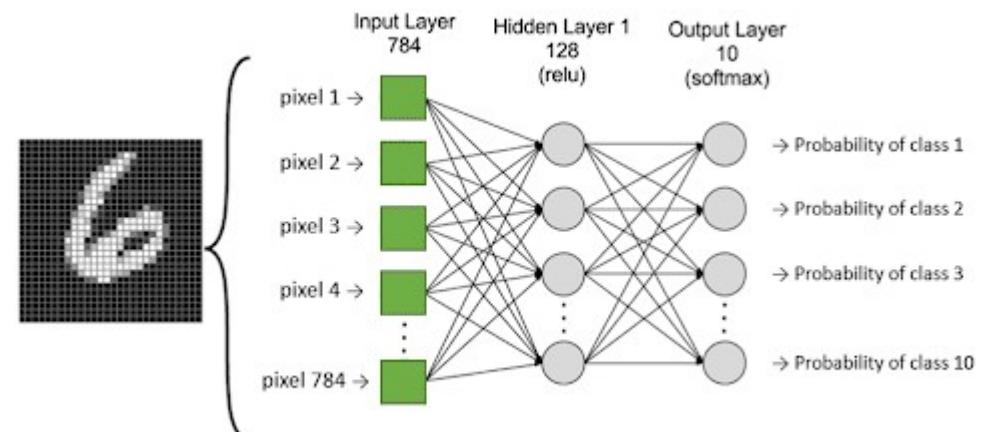
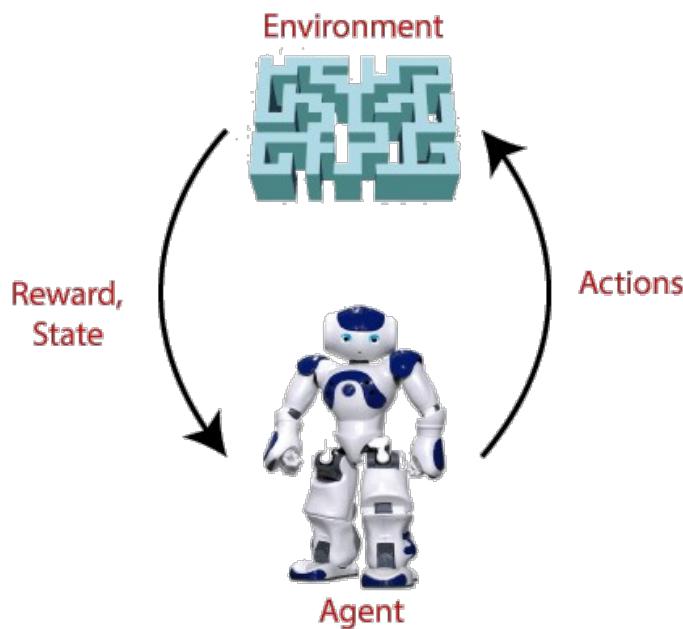
Solution apporté par la robotique

- Travail plus précis et plus fréquent
- Nouvelles solutions technologiques



Solution apportés par l'intelligence artificielle

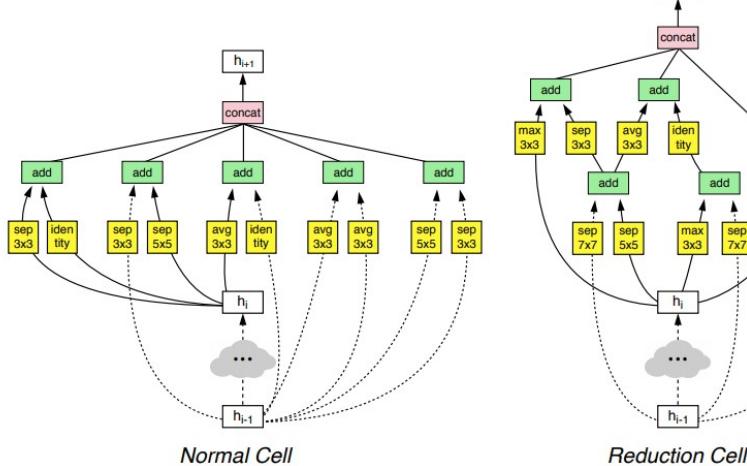
Les réseaux de neurones



Solution apportés par l'intelligence artificielle

Les réseaux de neurones auto-générés (AutoML)

- Déterminer d'architecture de réseau
- Une meilleure performance
- Sensible à la méthode d'entraînement



Solution apportés par l'intelligence artificielle

Application à la robotique



Automatisme

Intelligence
Artificielle

Solution apportés par l'intelligence artificielle

Application à la robotique

- Interactions avec un environnement organique
- Autonomie dans la réalisation de la tâche



Solution étudiés

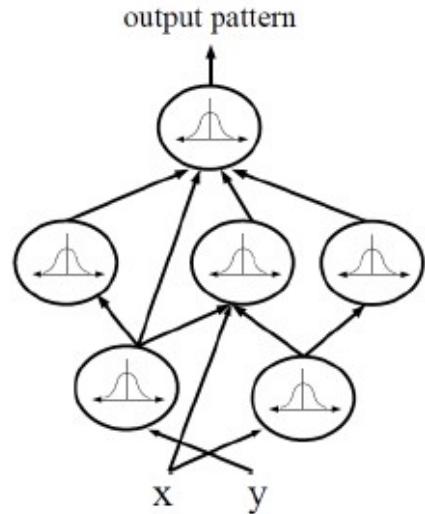
AutoML : Auto-génération d'architecture d'un réseau de neurones

- Supervisé / Non-supervisé
- Bon pour le traitement en précision
- Mauvais pour la généralisation

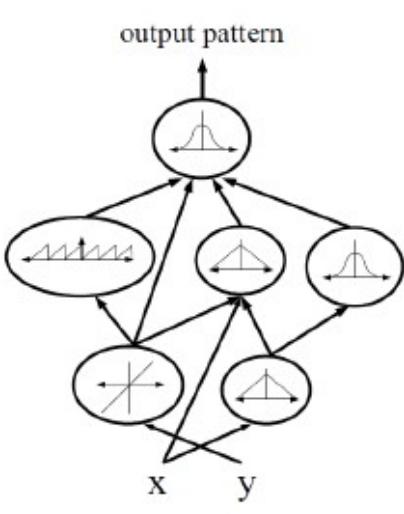
Solution étudiés

CPPN : Compositional pattern producing networks

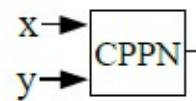
- Améliorer l'agent de prise de décision par la composition d'un signal robotique



(a) Neural network



(b) CPPN



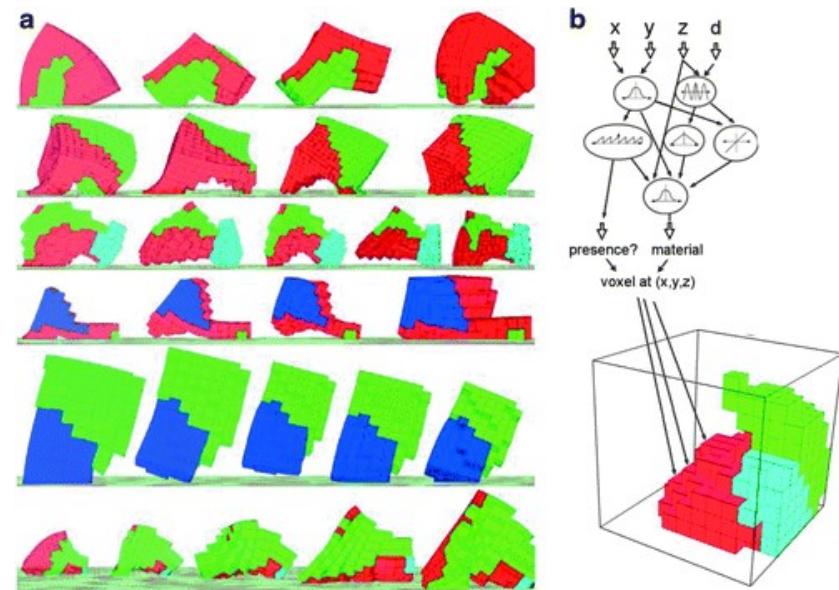
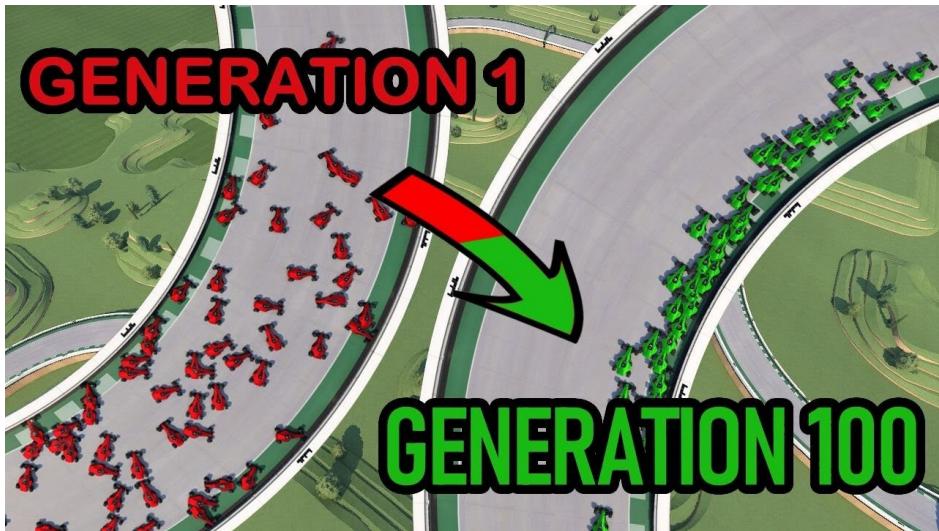
(c)



Solution étudiés

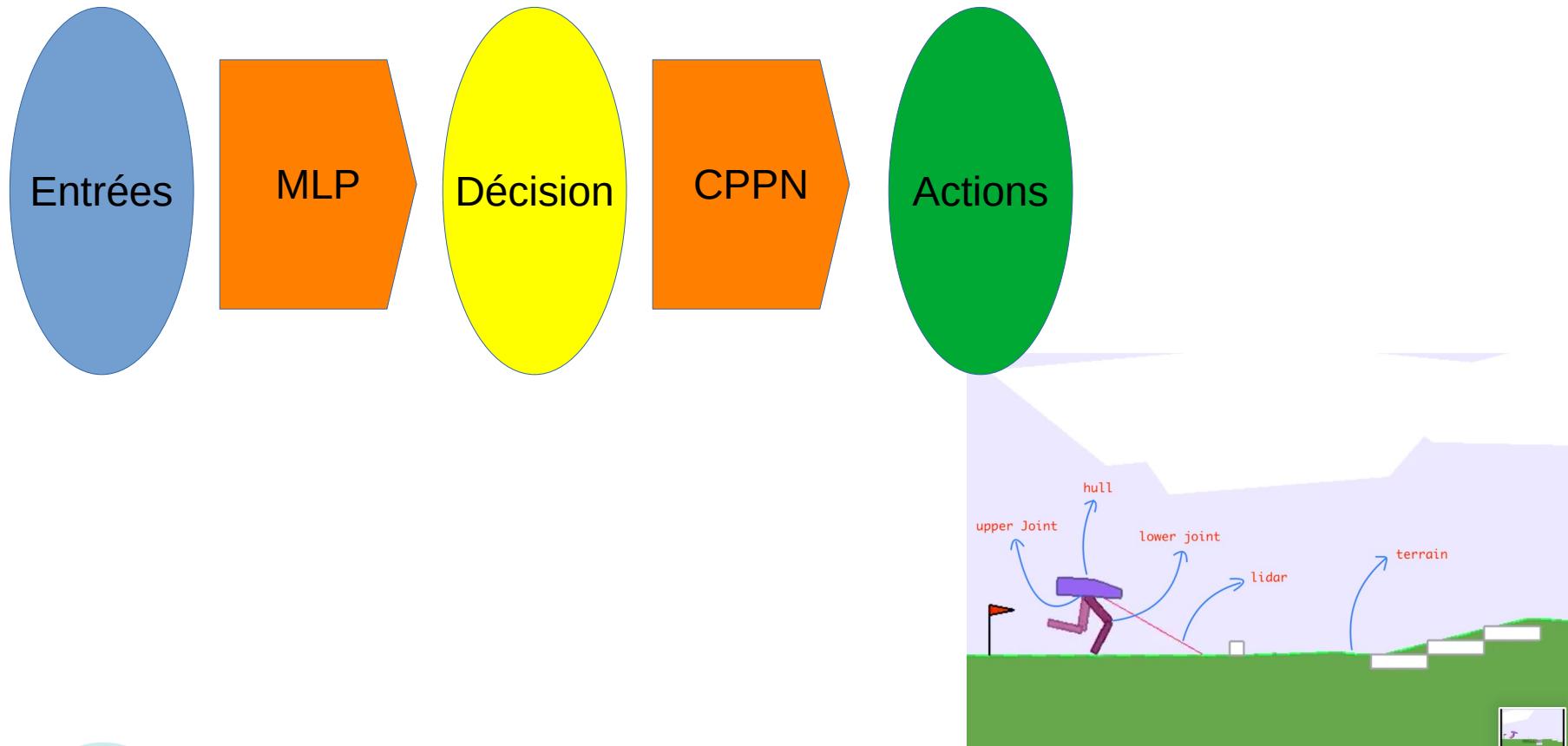
Neuroévolution

- Efficace pour trouver une solution dans un petit espace d'expression
- Pas adapté à l'apprentissage de comportement et de prise de décision



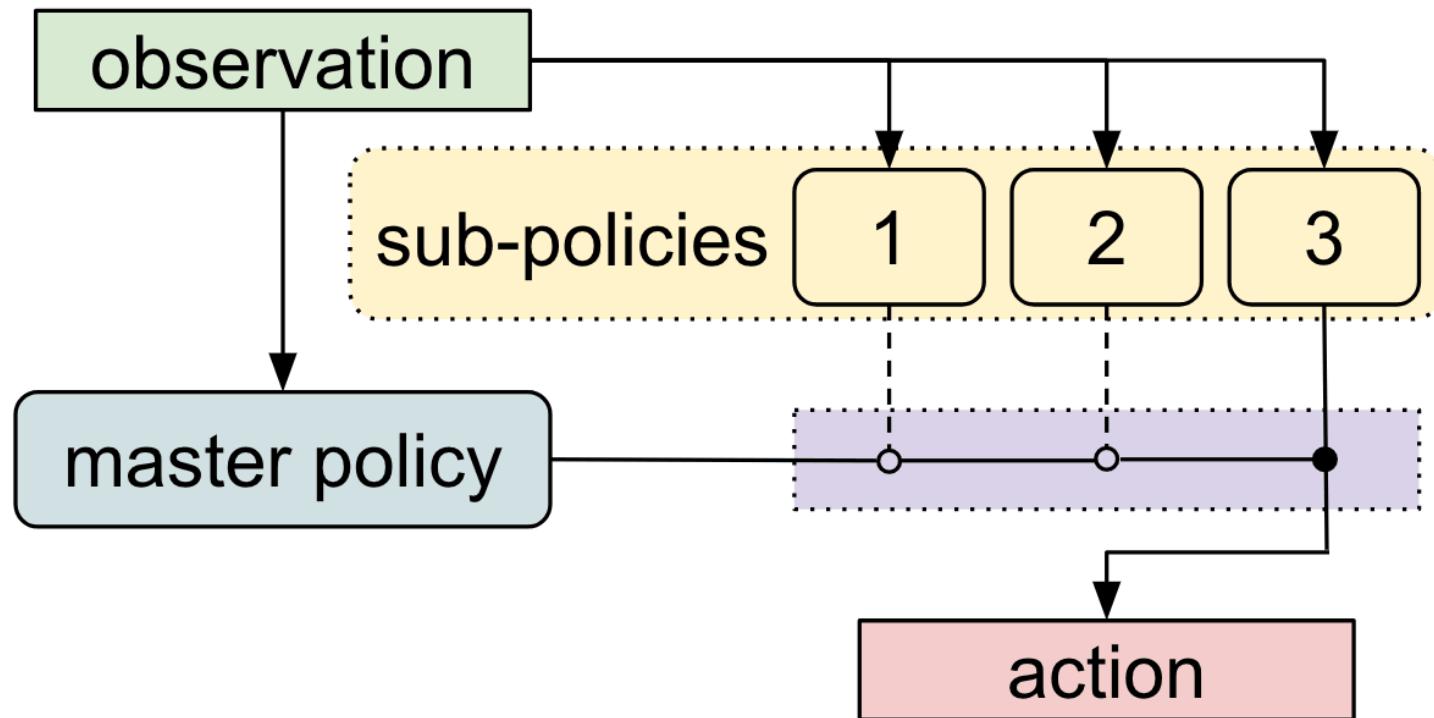
Solution étudiés

Composition d'un mouvement via prise de décision et adoption d'un comportement



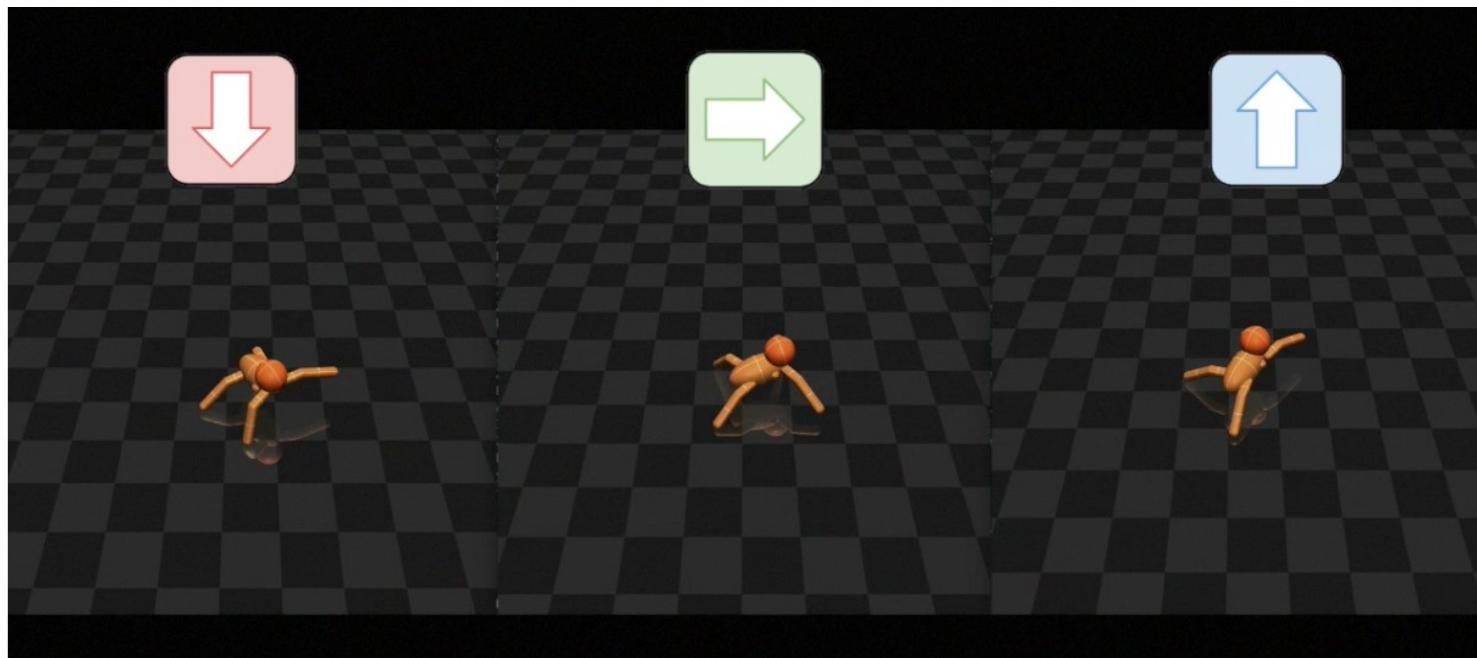
Solution étudiés

Composition d'un mouvement via prise de décision et adoption d'un comportement



Solution étudiés

Composition d'un mouvement via prise de décision et adoption d'un comportement

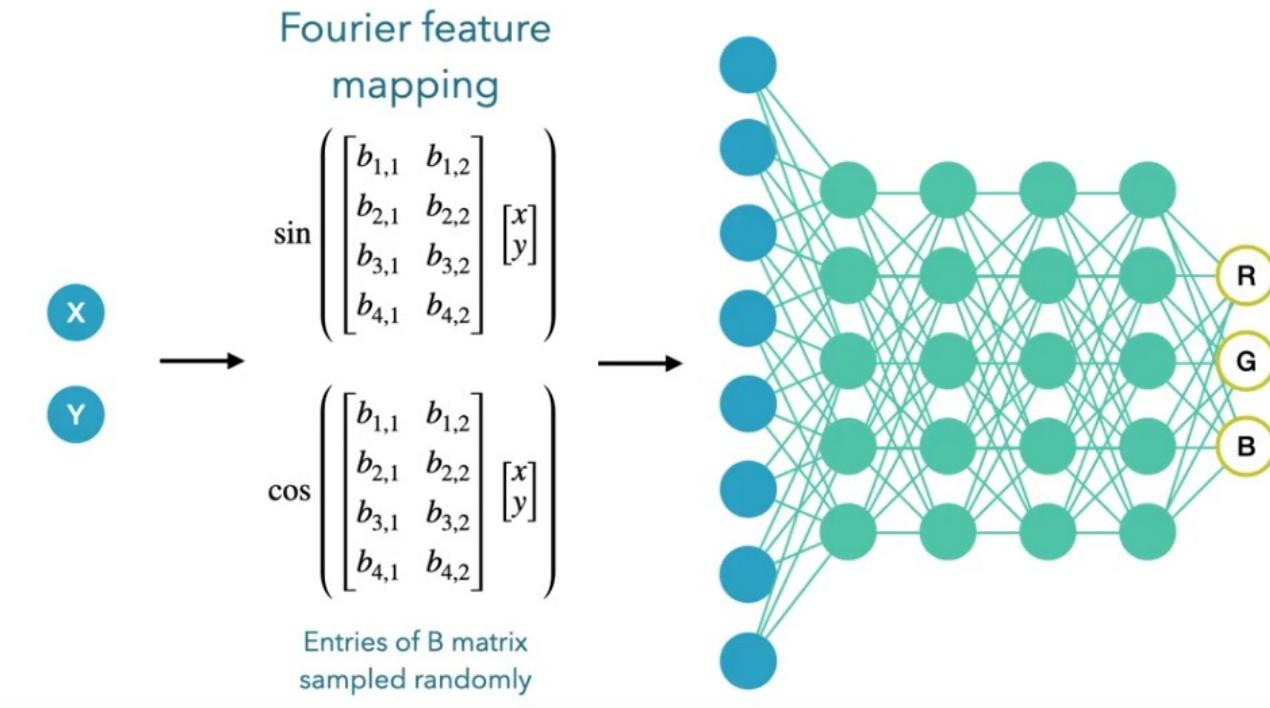


Solution étudiés

Pré-traitement par décomposition en série de Fourier

Fourier Features Let Networks Learn High Frequency Functions in Low Dimensional Domains :

Matthew Tancik, Pratul P. Srinivasan, Ben Mildenhall, Sara Fridovich-Keil, Nithin Raghavan, Utkarsh Singhal, Ravi Ramamoorthi, Jonathan T. Barron, Ren Ng

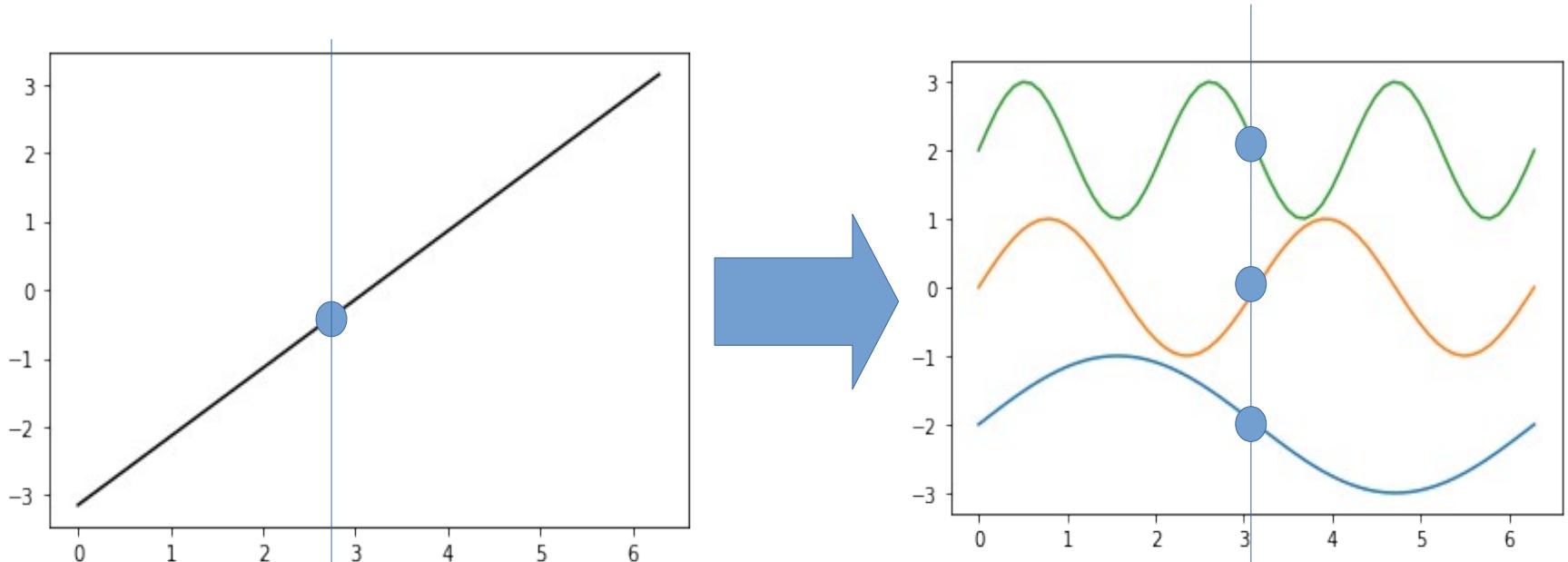


Solution étudiés

Pré-traitement par décomposition en série de Fourier

Fourier Features Let Networks Learn High Frequency Functions in Low Dimensional Domains :

Matthew Tancik, Pratul P. Srinivasan, Ben Mildenhall, Sara Fridovich-Keil, Nithin Raghavan, Utkarsh Singhal, Ravi Ramamoorthi, Jonathan T. Barron, Ren Ng

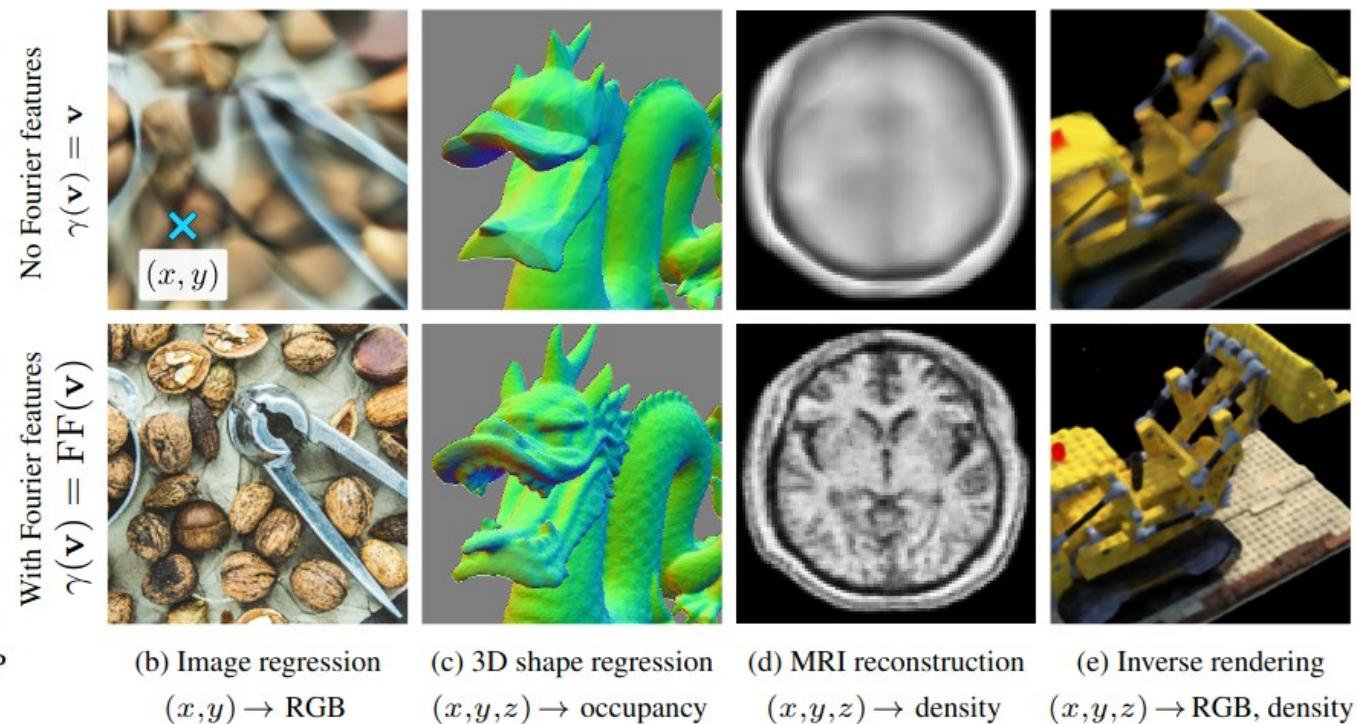


Solution étudiés

Pré-traitement par décomposition en série de Fourier

Fourier Features Let Networks Learn High Frequency Functions in Low Dimensional Domains :

Matthew Tancik, Pratul P. Srinivasan, Ben Mildenhall, Sara Fridovich-Keil, Nithin Raghavan, Utkarsh Singhal, Ravi Ramamoorthi, Jonathan T. Barron, Ren Ng

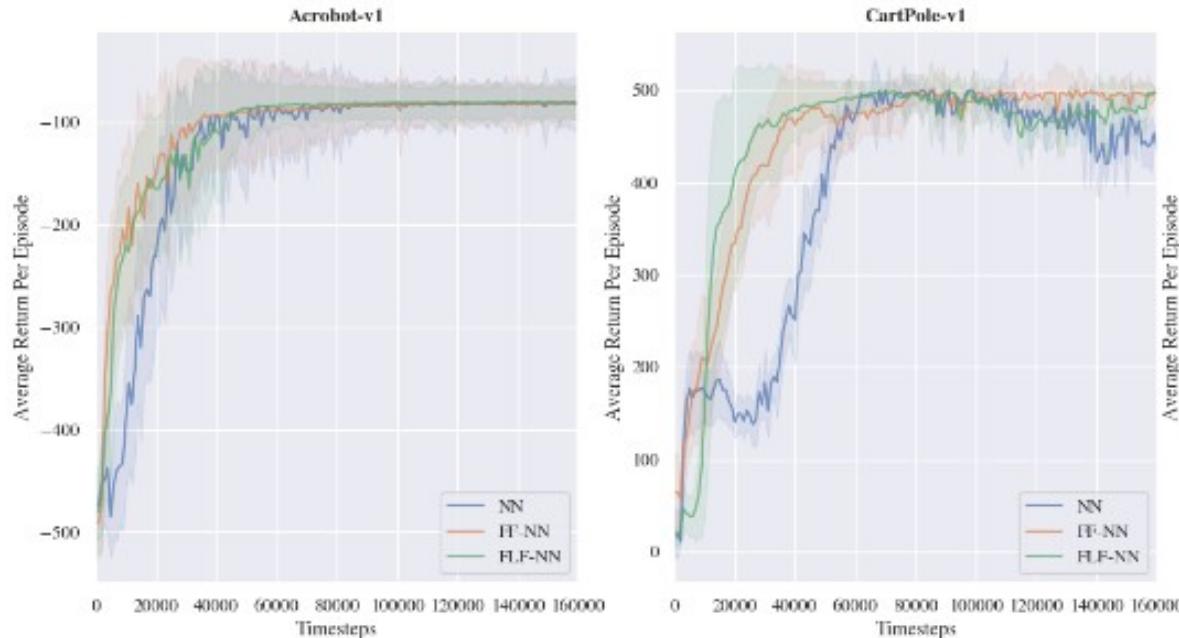


Solution étudiés

Pré-traitement par décomposition en série de Fourier

Fourier Features in Reinforcement Learning with Neural Networks

David Brellmann, Goran Frehse, David Filliat



Étude

Fourier Features étudiées : Fourier Features

$$\cos(\begin{array}{|c|c|} \hline k & k \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline x \\ \hline y \\ \hline \end{array}) = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \text{out} \\ \hline \text{out} \\ \hline \text{out} \\ \hline \text{out} \\ \hline \end{array}$$

Étude

Fourier Features étudiées : Fourier Features

- Combine les entrées
- Lourde en calcul
- Inadaptée pour la robotique

Output = $(\text{order}+1)^{\text{input}}$

x	y	
0	0	0
0	1	y
0	2	$2*y$
1	0	x
1	1	$x+y$
1	2	$x+2*y$
2	0	$2*x$
2	1	$2*x+y$
2	2	$2*x+2*y$

Étude

Fourier Features étudiées : Fourier Light Features

$$\cos(\begin{array}{|c|c|} \hline k & k \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|c|} \hline x & y \\ \hline \end{array}) = \begin{array}{|c|c|} \hline \text{out} & \text{out} \\ \hline \end{array}$$

Étude

Fourier Features étudiées : Fourier Light Features

- Traites chaque entrées indépendamment
- Légère en calculs
- Complexité proportionnelle à :
 - L'ordre
 - Le nombre d'entrées
- Adaptée à la robotique

x	y		
0	0	0	0
1	1	x	y
2	2	$2*x$	$2*y$

$$\text{Output} = (\text{order}+1) * \text{input}$$

Étude

Fourier Features étudiées : Apprises

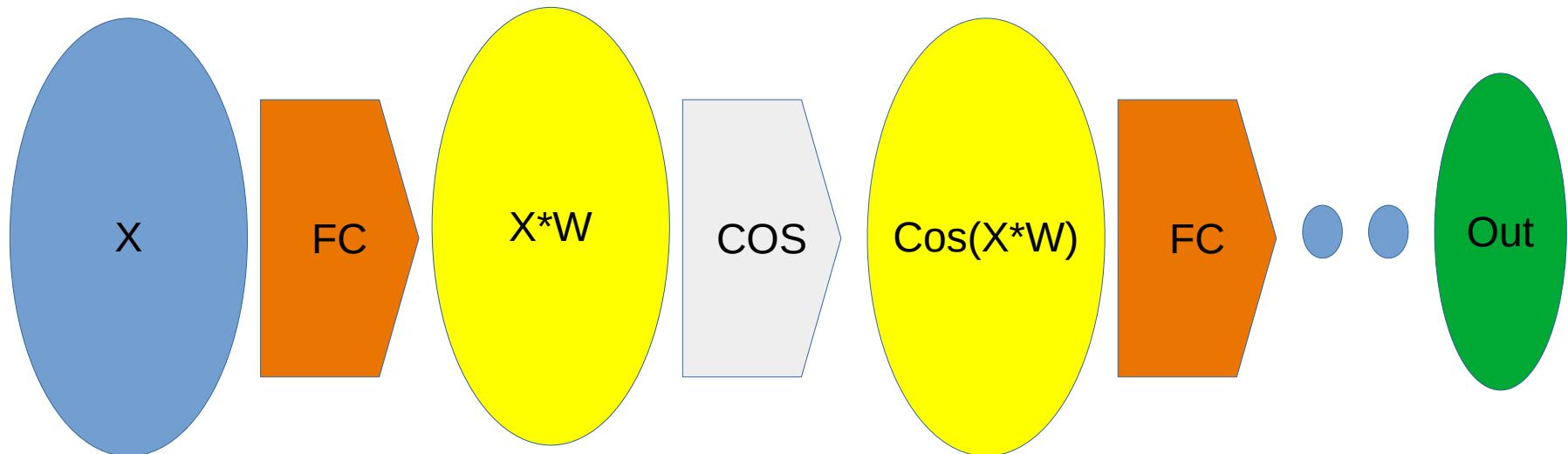
Implicit Neural Representations with Periodic Activation Functions

Vincent Sitzmann, Julien N. P. Martel, Alexander Bergman, David B. Lindell, Gordon Wetzstein



Étude

Fourier Features étudiées : Apprises



Étude

Fourier Features étudiées

- Déterminés
(Determinist FF/FLF)
- Aléatoires
(Random FF/FLF)
- Apprises
(Learned FF/FLF)

Déterminé
DFF/DFLF

0
1
2
3

Aléatoire
RFF/RFLF

0.6
3.2
2.5
1.5

Apprise
LFF/LFLF

W0
W1
W2
W3

Etudes déjà présente

FF/FLF

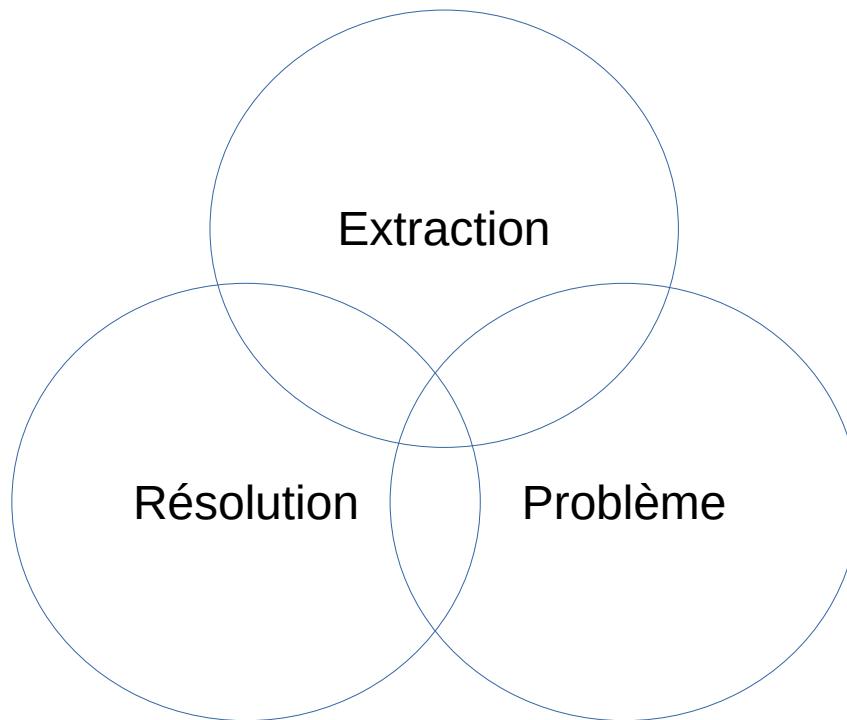
FF/FLF

FF

Étude

Fourier Features : Conclusion

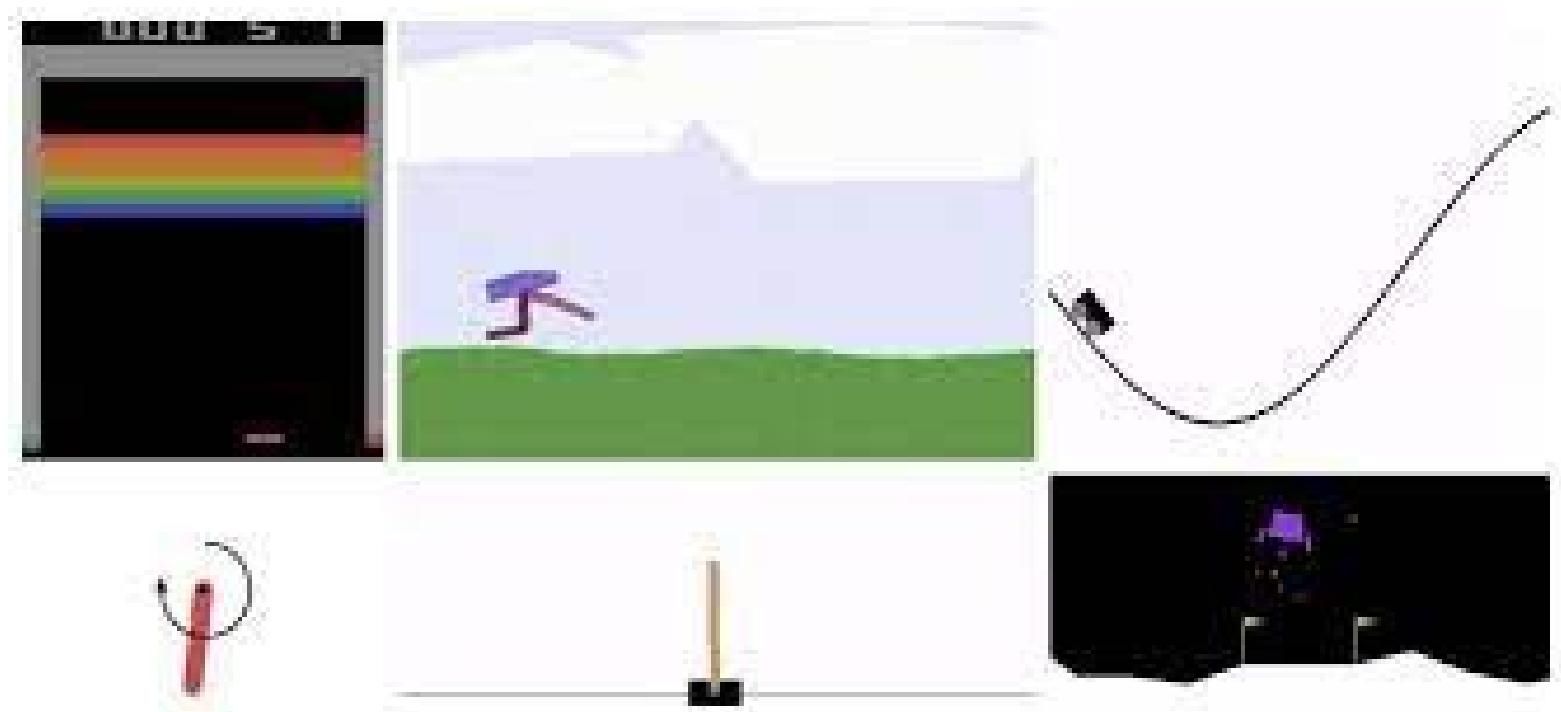
- Présentes diverses qualités et diverses applications
- Peu d'études en RL



Étude

Environnement :

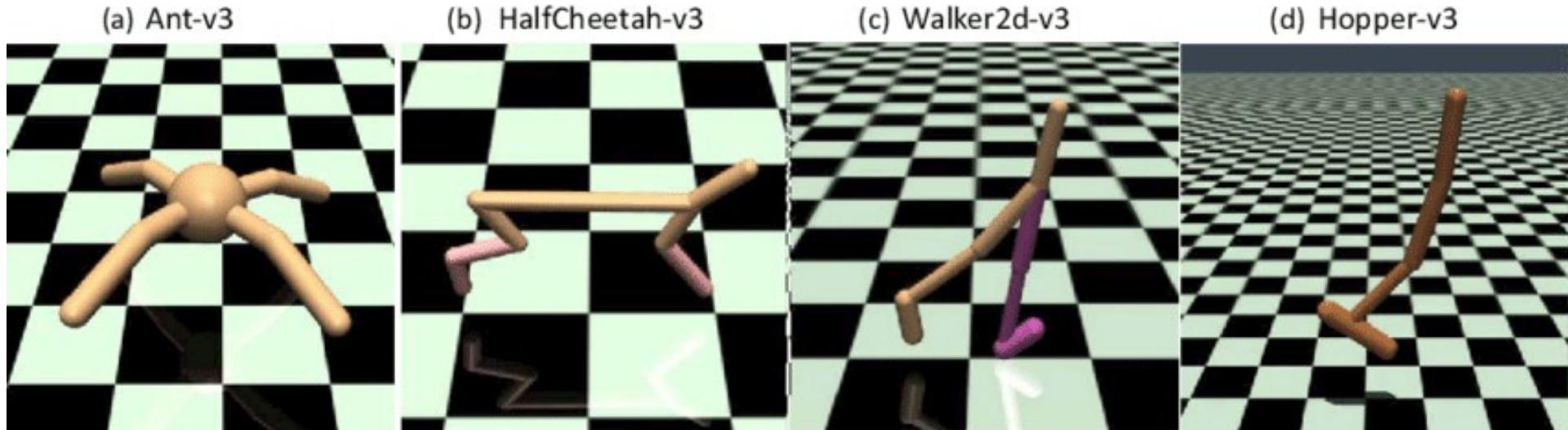
- Discret, orienté prise de décision et traitements d'une entrées « abstraite »



Étude

Environnement :

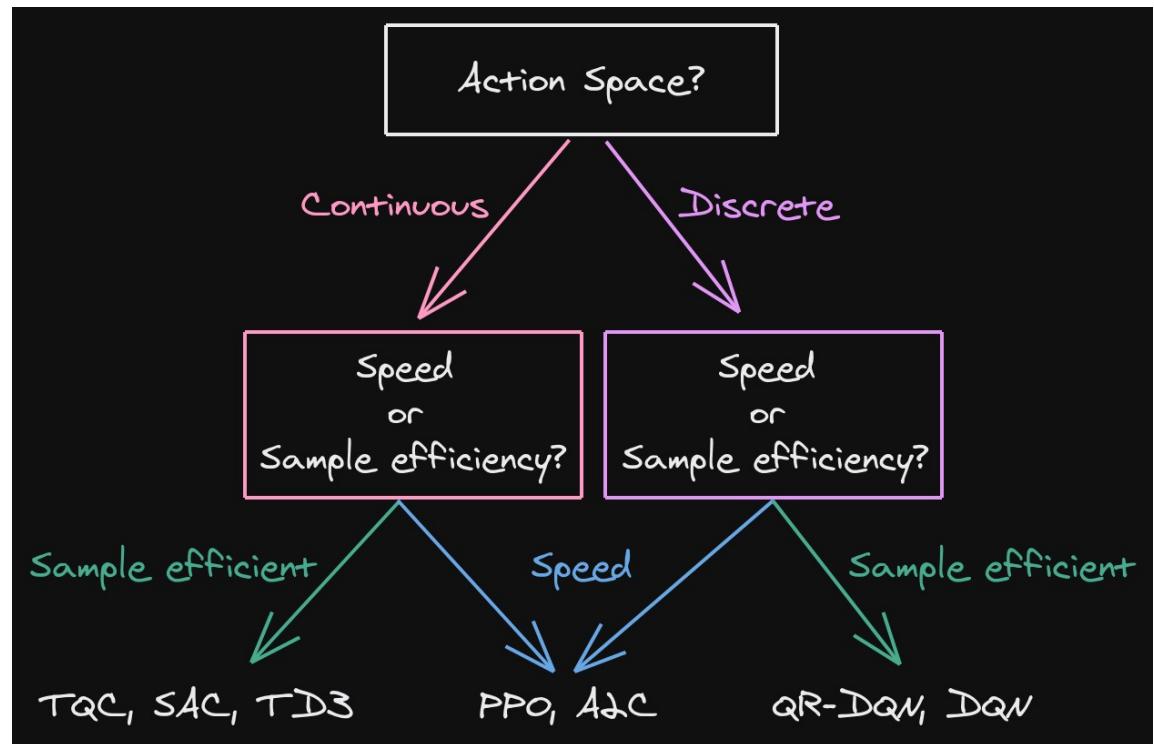
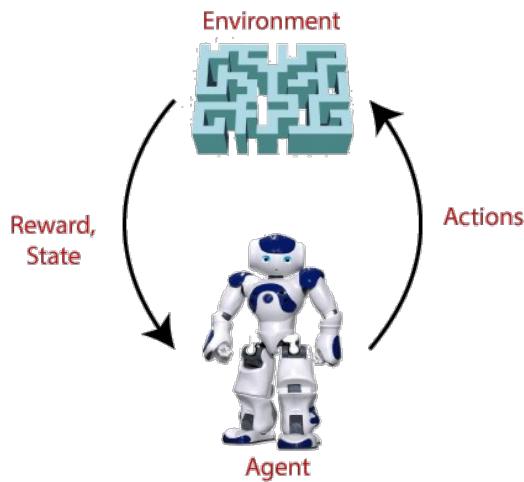
- Continue, orienté robotique et traitement d'entrées « réels »
- Multi-articulation



Étude

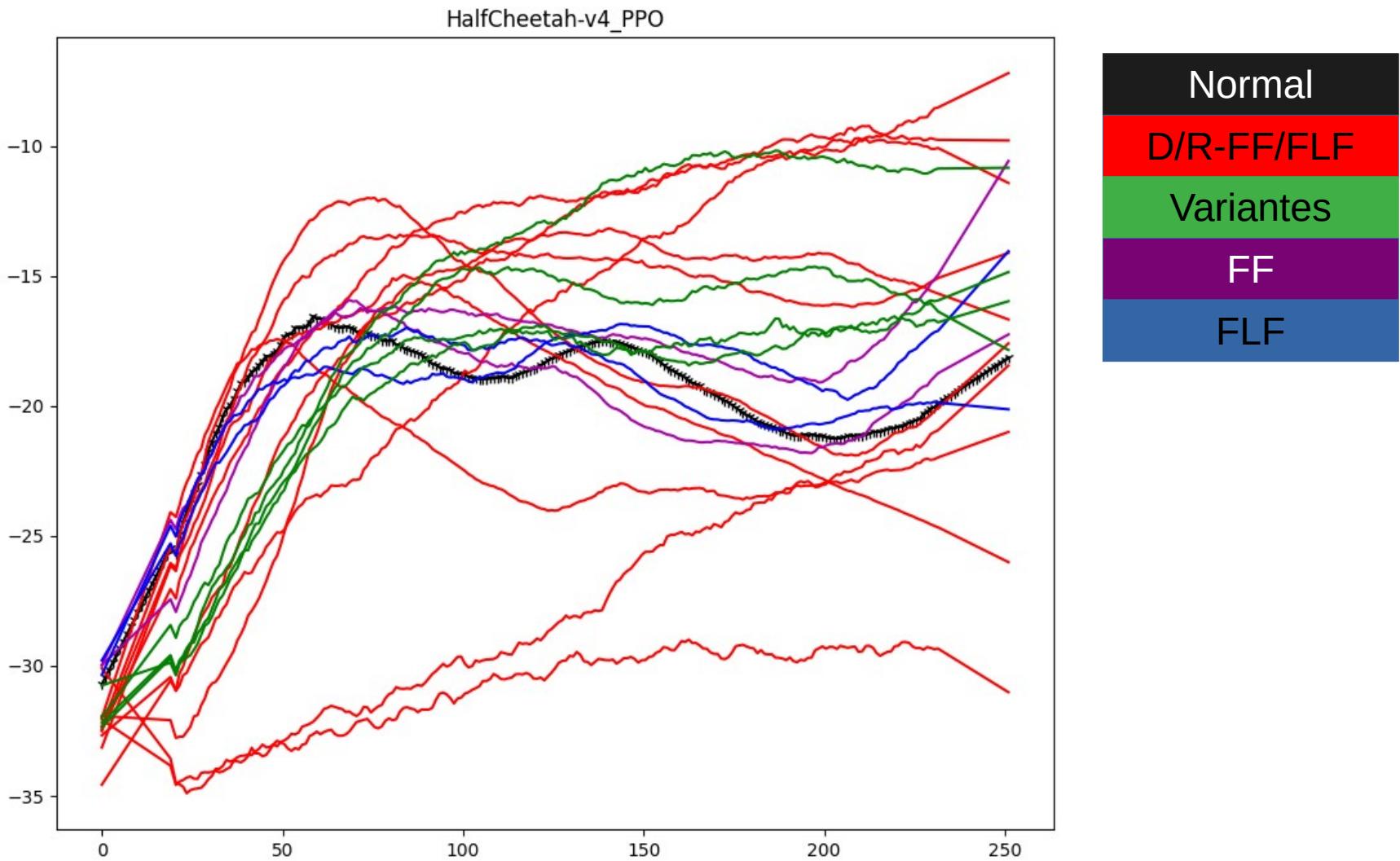
Politique d'entraînement

- Avec ou sans mémoire (off-policy ou on policy)
- Espace d'action discret ou continu



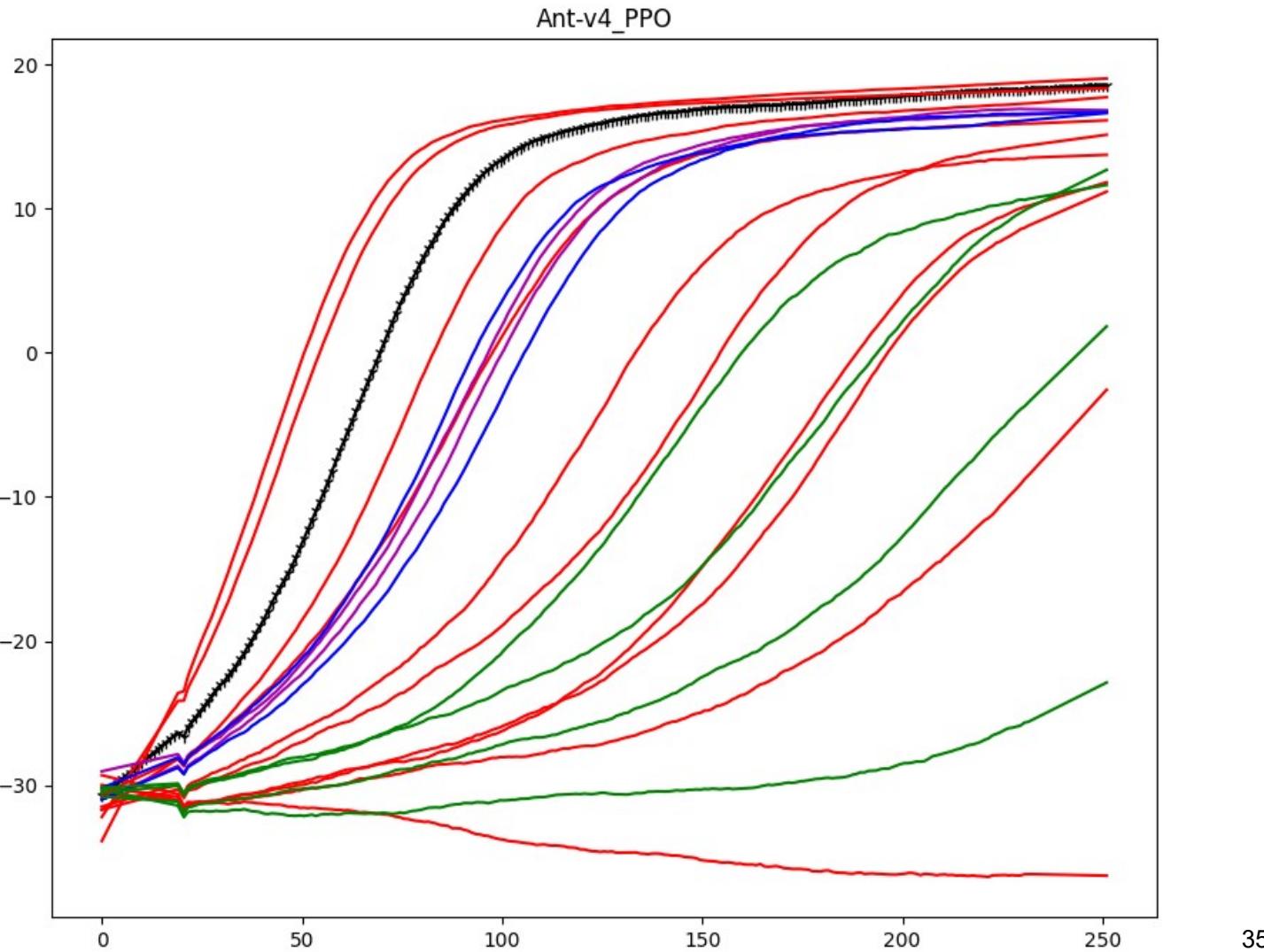
Étude

Résultat : Les nouvelles méthodes ne donnent rien de pertinent



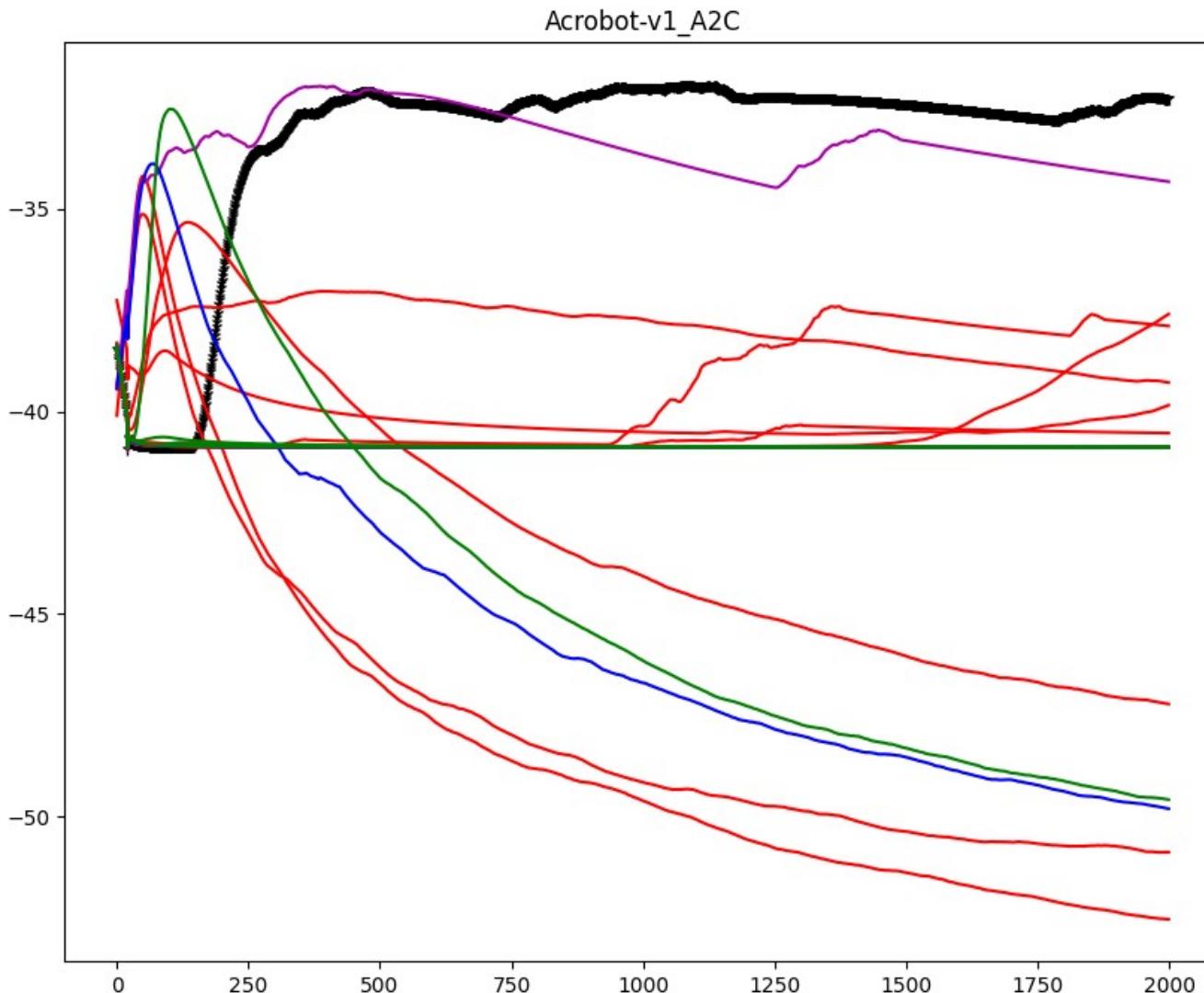
Étude

Résultat : Les nouvelles méthodes ne donnent rien de pertinent



Étude

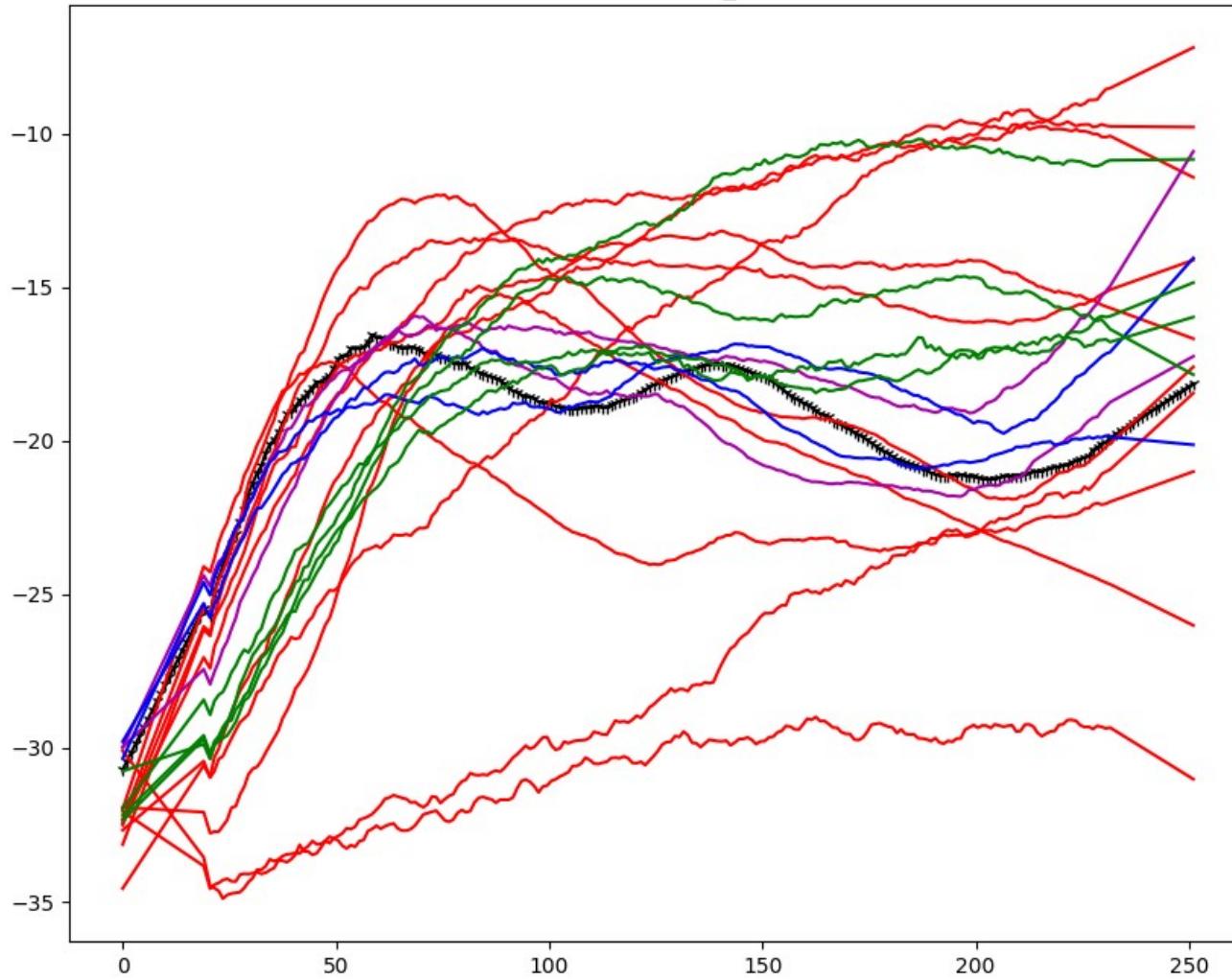
Résultat : Les nouvelles méthodes sont difficilement discernable



Etude

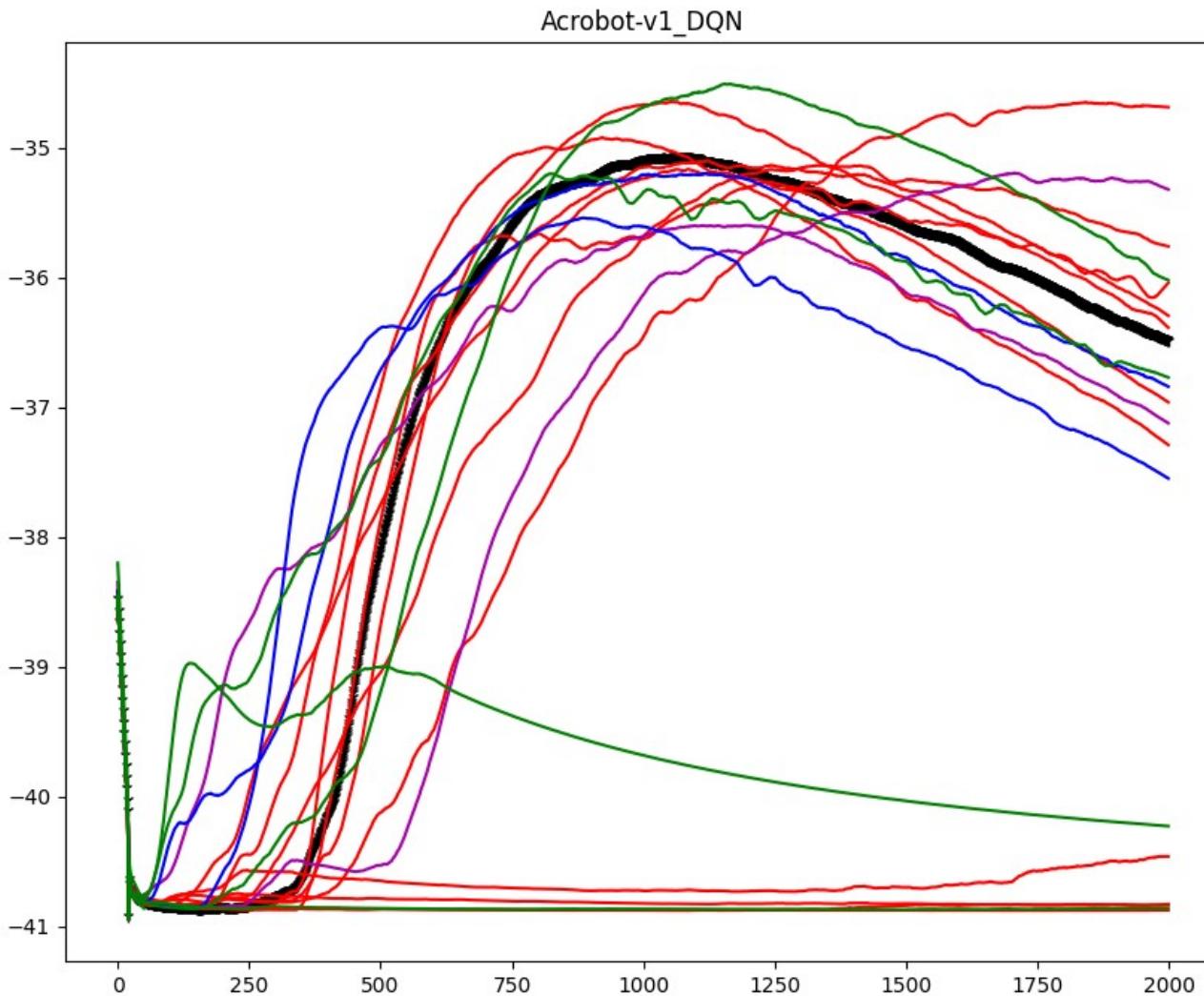
Résultat : Les nouvelles méthodes sont difficilement discernable

HalfCheetah-v4_PPO



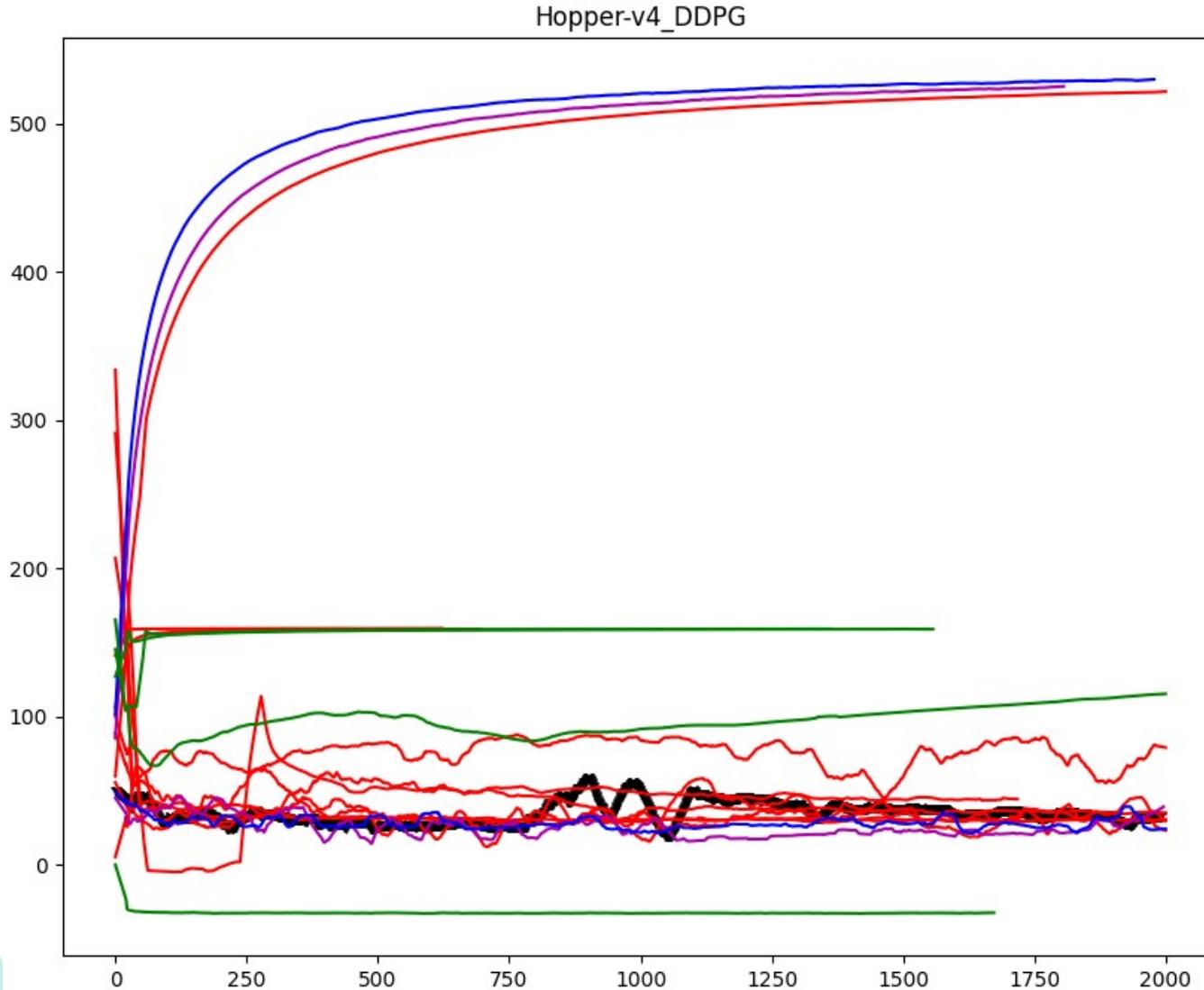
Etude

Résultat : Les nouvelles méthodes sont difficilement discernable



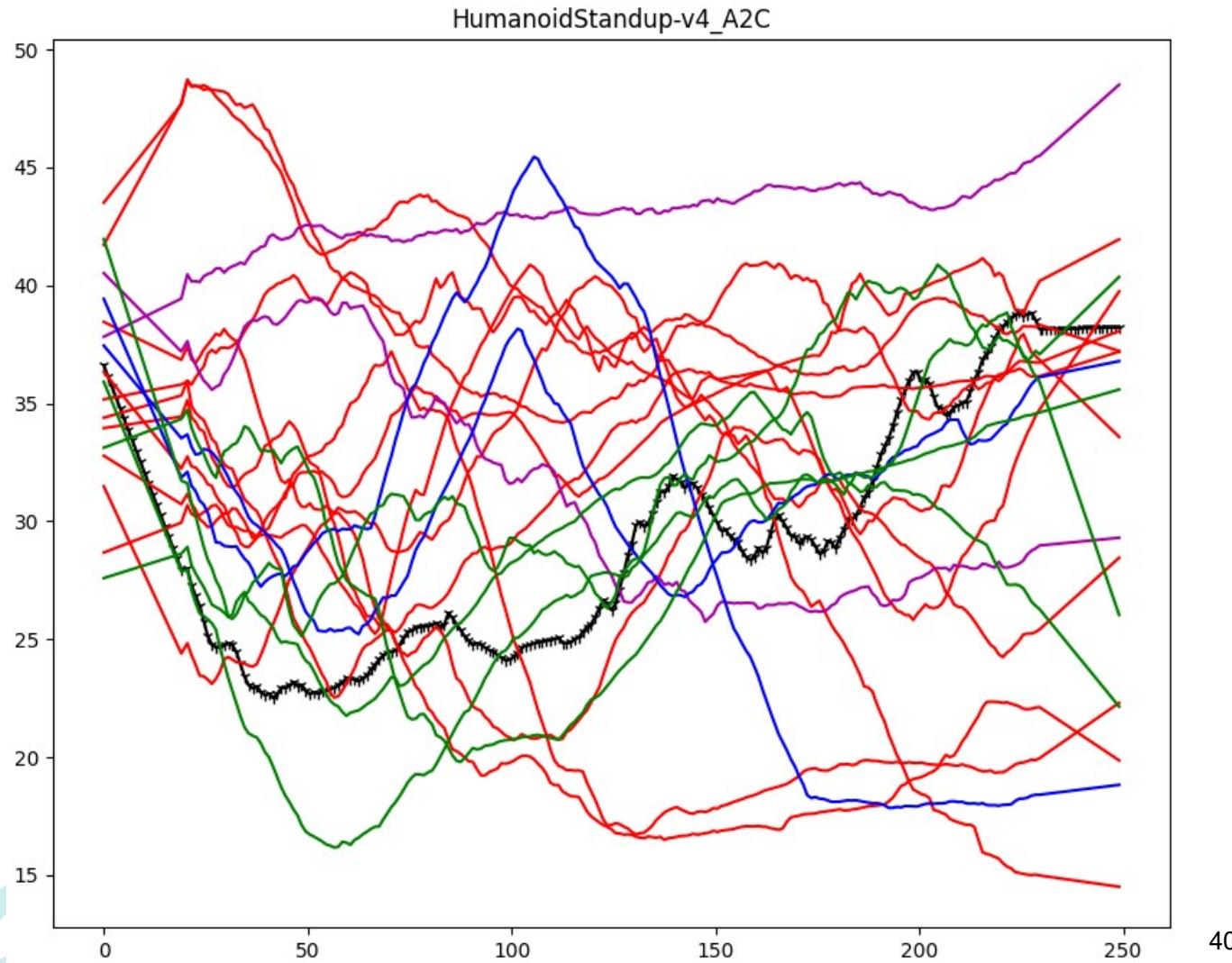
Etude

Résultat : Les nouvelles méthodes sont pertinentes : meilleur résolution



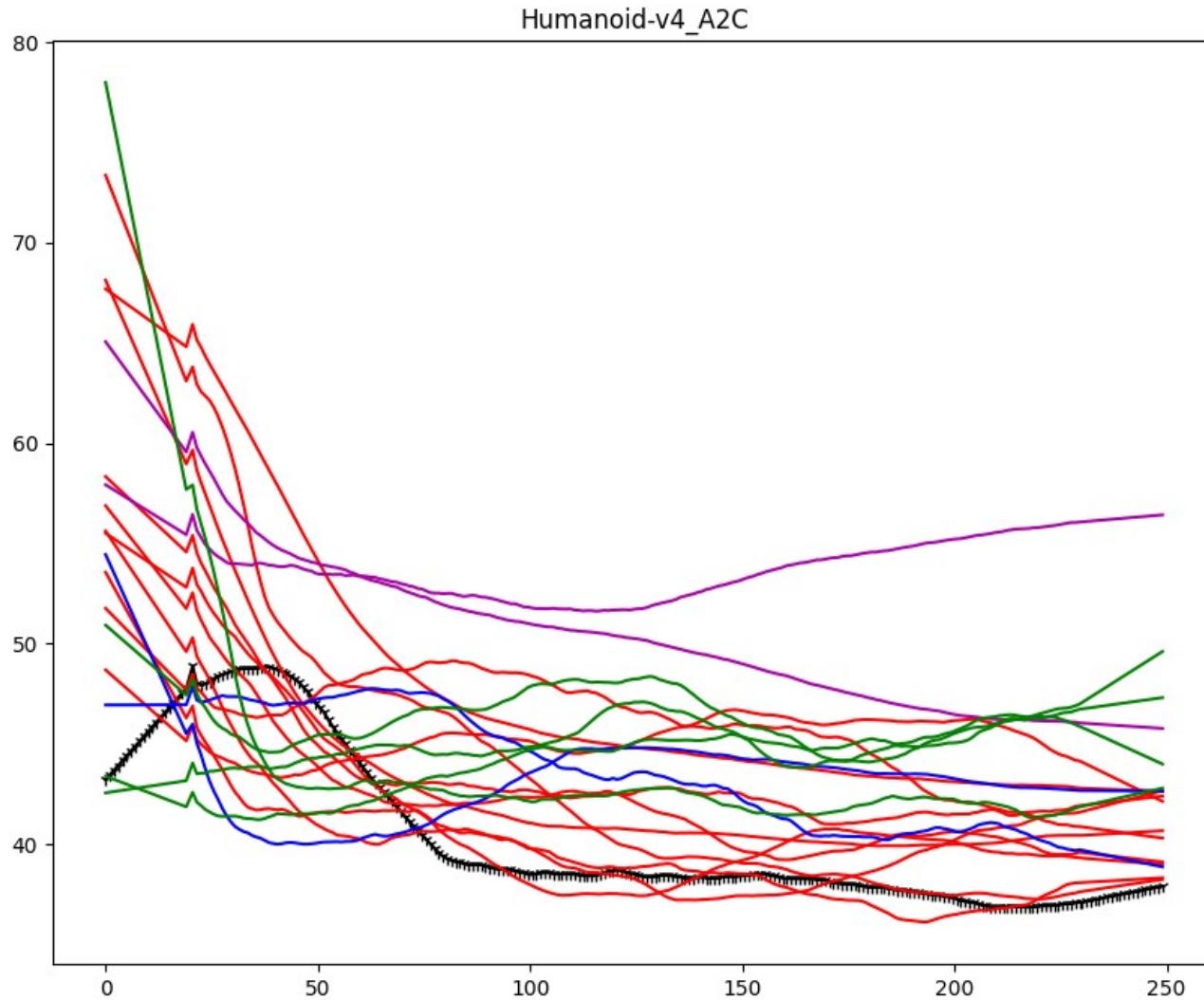
Etude

Résultat : Les nouvelles méthodes sont pertinentes : gain de performance



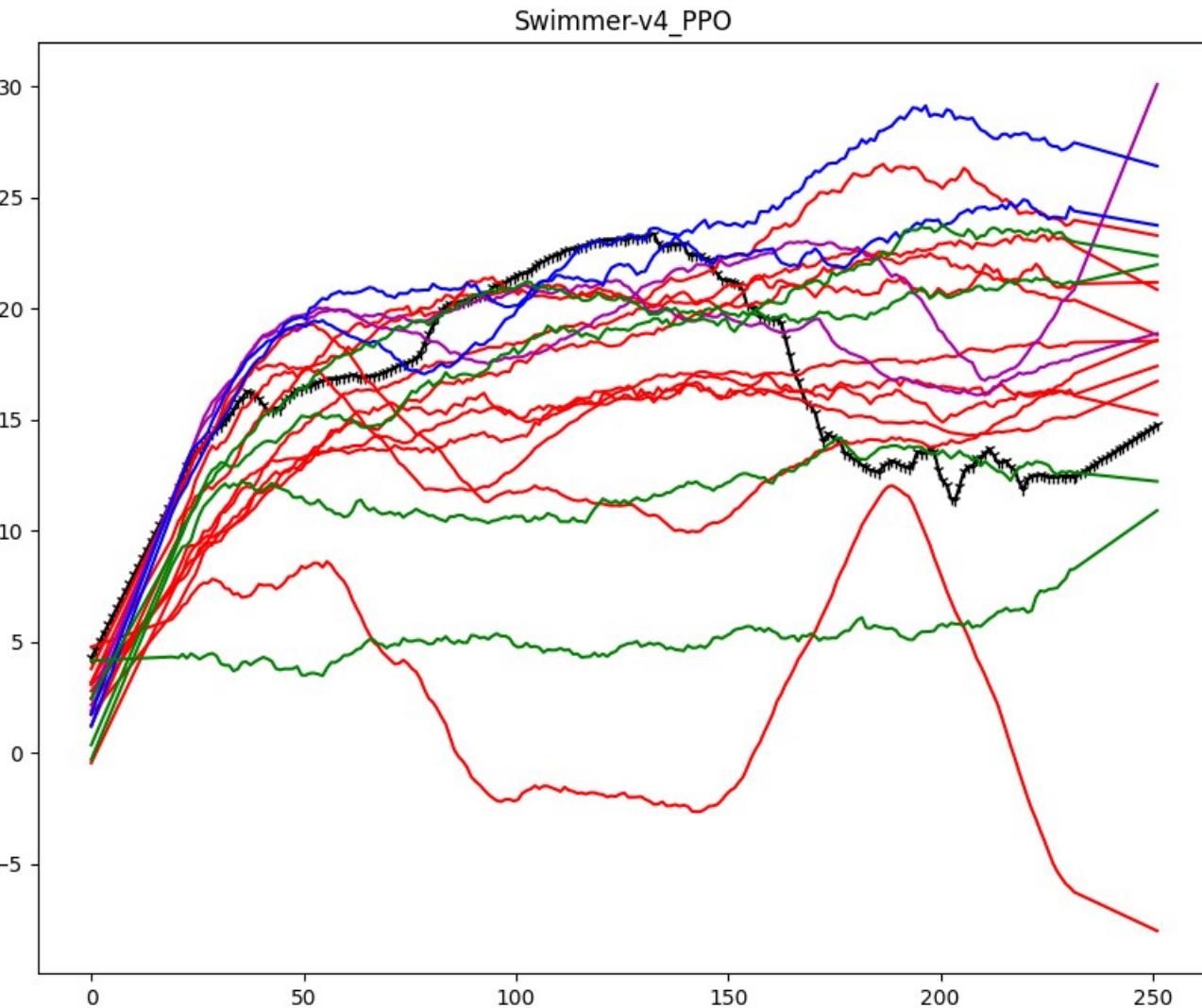
Etude

Résultat : Les nouvelles méthodes sont pertinentes : gain de ...



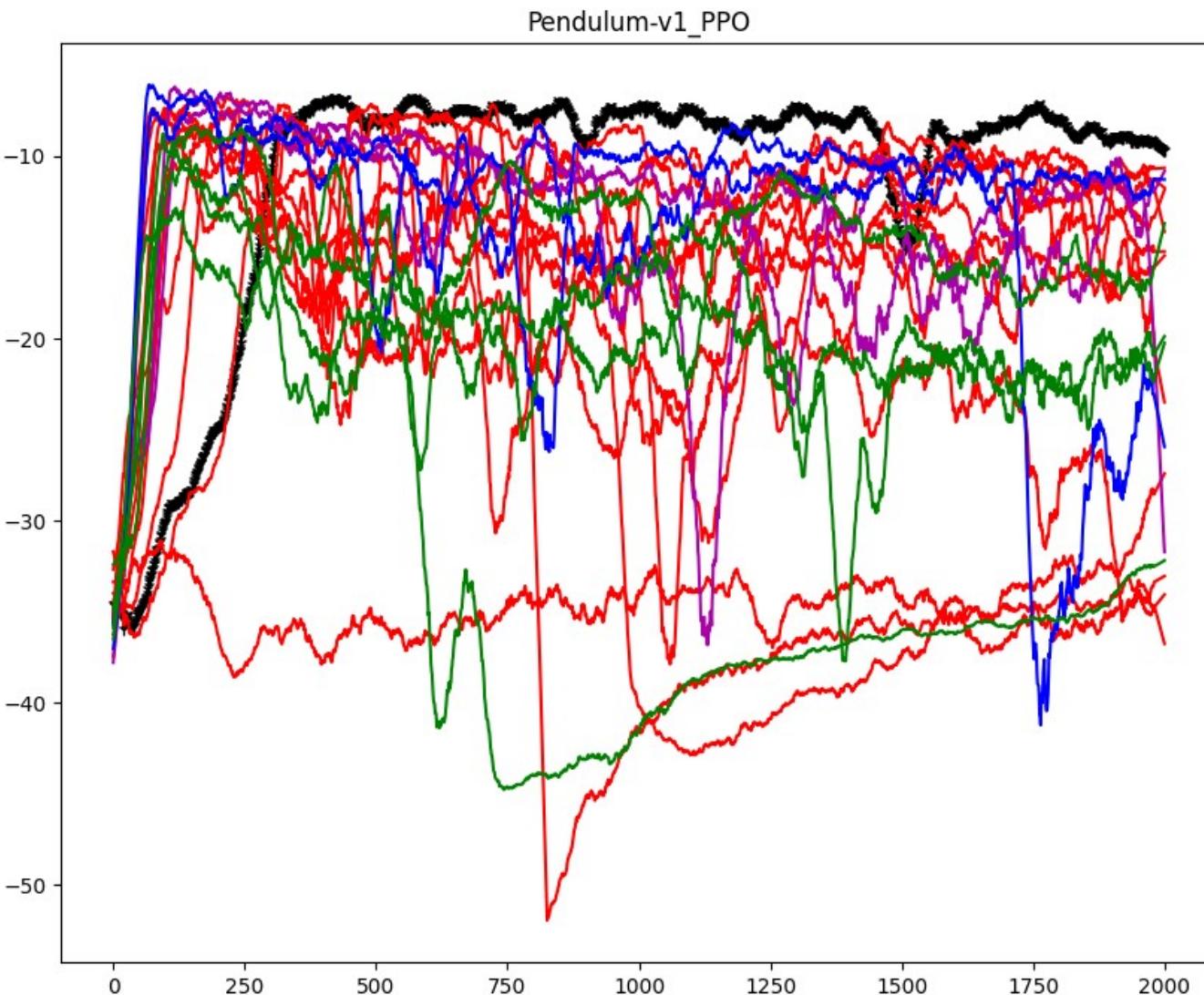
Etude

Résultat : Les nouvelles méthodes sont pertinentes : gain de ...



Etude

Résultat : Les nouvelles méthodes sont pertinentes : gain de ...

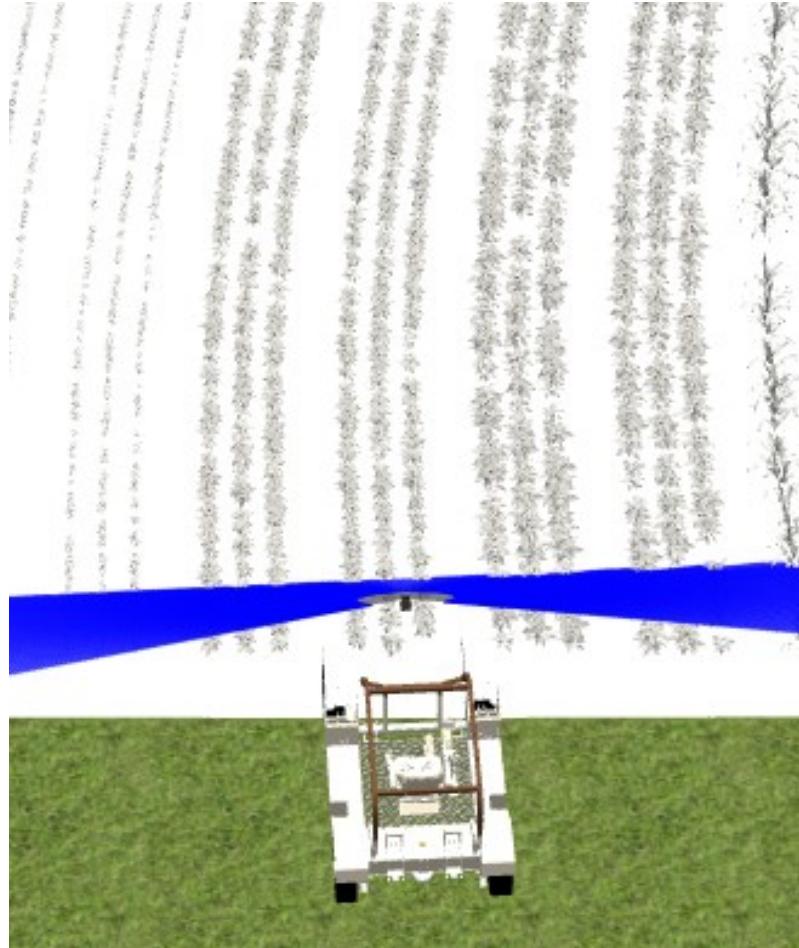


Conclusions et perspectives de l'étude

- Une meilleur convergence
- Une meilleur généralisation
- Une meilleur récompense
- Une résolution de problèmes complexes
- Application de RL à la robotique réel

Conclusions et perspectives de l'étude

Traitement robuste d'un lidar via un réseau de neurones



Conclusions du stage

- Application direct d'une théorie
- Méthodes de recherche scientifiques
- Un travail en autonomie et avec rigueur

Remerciements

INRAe



ÉCOLE UNIVERSITAIRE
DE PHYSIQUE ET D'INGÉNIERIE
Université Clermont Auvergne

UCA MÉSOCENTRE
Université Clermont Auvergne