Entrainement de LLM & Reinforcement Learning.

Pierre Lepagnol

2025-02-14

Sommaire

Un peu de contexte

InstructGPT - ChatGPT

Training language models to follow instructions with human feedback

Long Ouyang* Jeff Wu* Xu Jiang* Diogo Almeida* Carroll L. Wainwright*

Pamela Mishkin* Chong Zhang Sandhini Agarwal Katarina Slama Alex Ray

John Schulman Jacob Hilton Fraser Kelton Luke Miller Maddie Simens

Amanda Askell† Peter Welinder Paul Christiano*†

Jan Leike* Ryan Lowe*

OpenAI

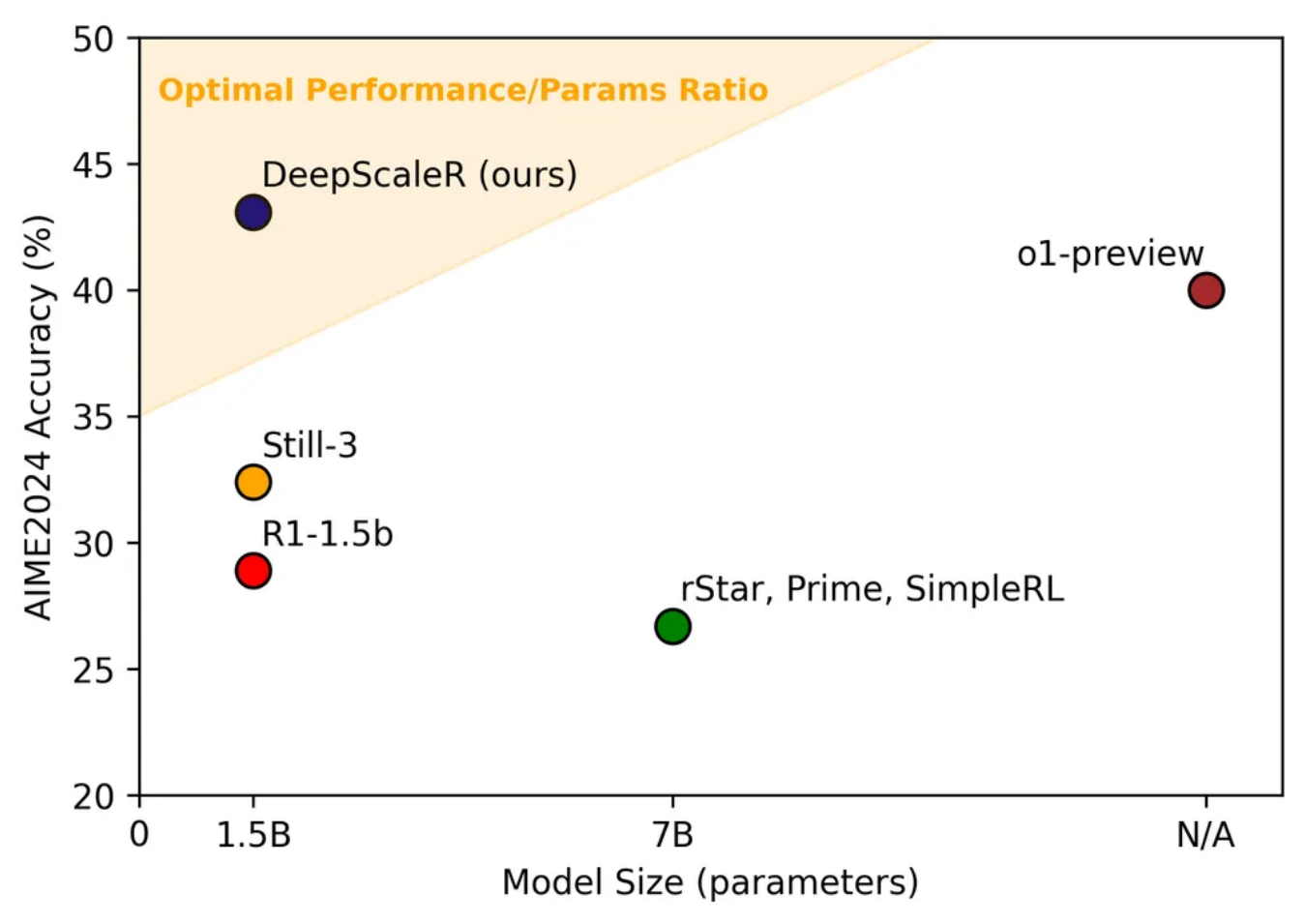
- Papier de recherche : 4 Mars 2022
- ChatGPT : 30 Novembre 2022

Reasoning Models : DeepSeek-R1 / OpenAI-o1/o3

deepseek

Alternative OpenSource DeepScaleR

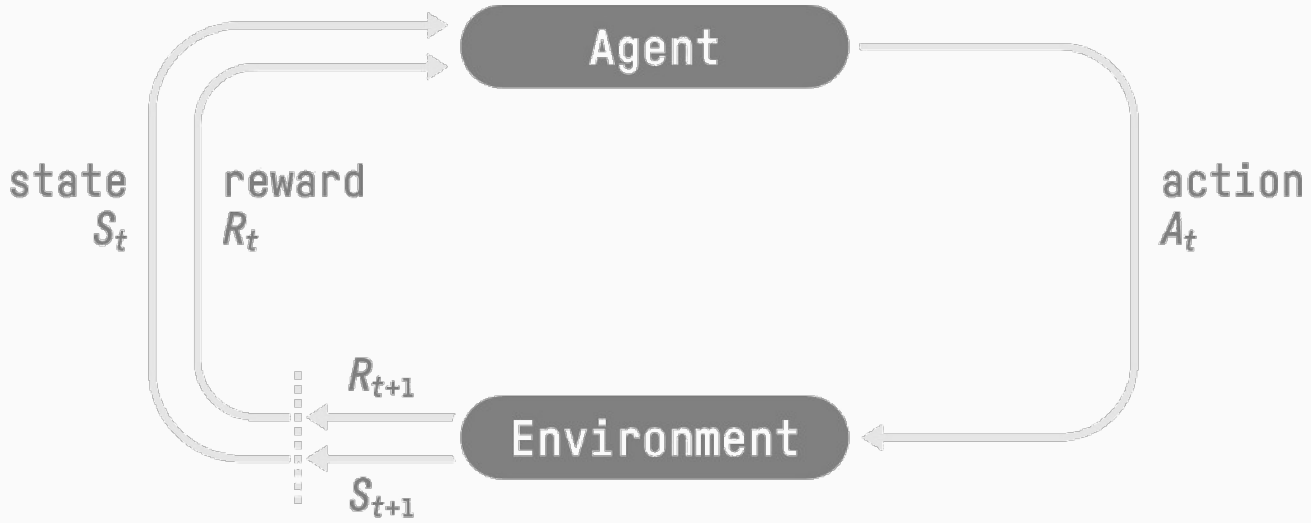
DeepScaleR: Surpassing O1-Preview with a 1.5B Model by Scaling RL



Qu'est-ce le Reinforcement Learning ?

Définitions & Basics

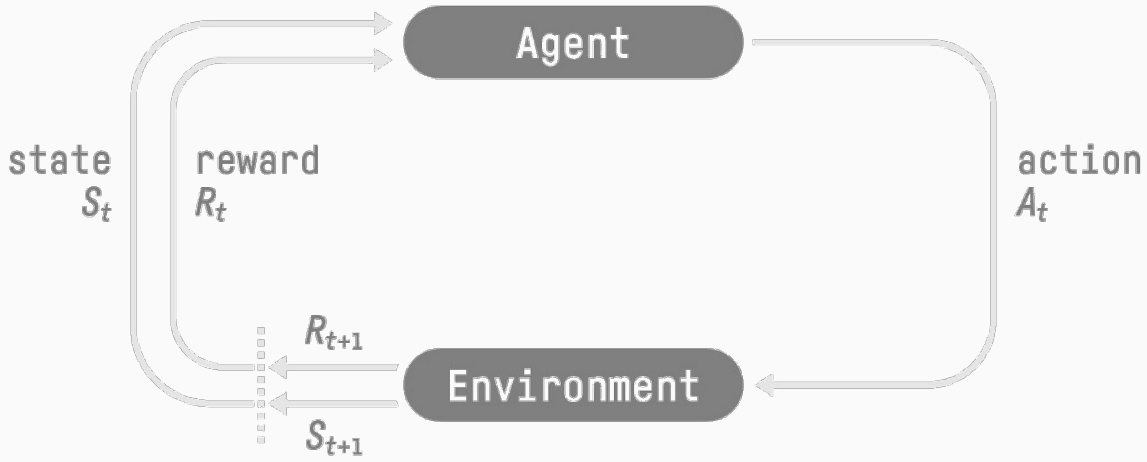
Un **agent** qui interagit avec un **environnement** en prenant des **actions** de manière à maximiser une **fonction de valeur** (sommes de récompenses).



Objectif du RL

Apprendre la **politique optimale** qui maximise les récompenses futures par **essais/erreurs**.

Composants essentiels du RL: Actions



- **Discrètes** : Exemple - LLM, où chaque token est une action est une action spécifique.
- **Continues** : Exemple - contrôler un robot, où bouger le bras méchanique est une action continue.

Politique (π) & Fonction de valeur (V)

Politique

- **Stratégie** (ensemble de règles) que l'agent suit pour décider quelle action entreprendre dans un état donné: Exemple : Réseau de neurones, une liste de If-then-Else, etc
- Peut être **déterministe** ou **probabiliste**.
- Formalisme : $\pi(a|s)$, ce qui signifie la probabilité de prendre l'action **a** dans l'état **s**.

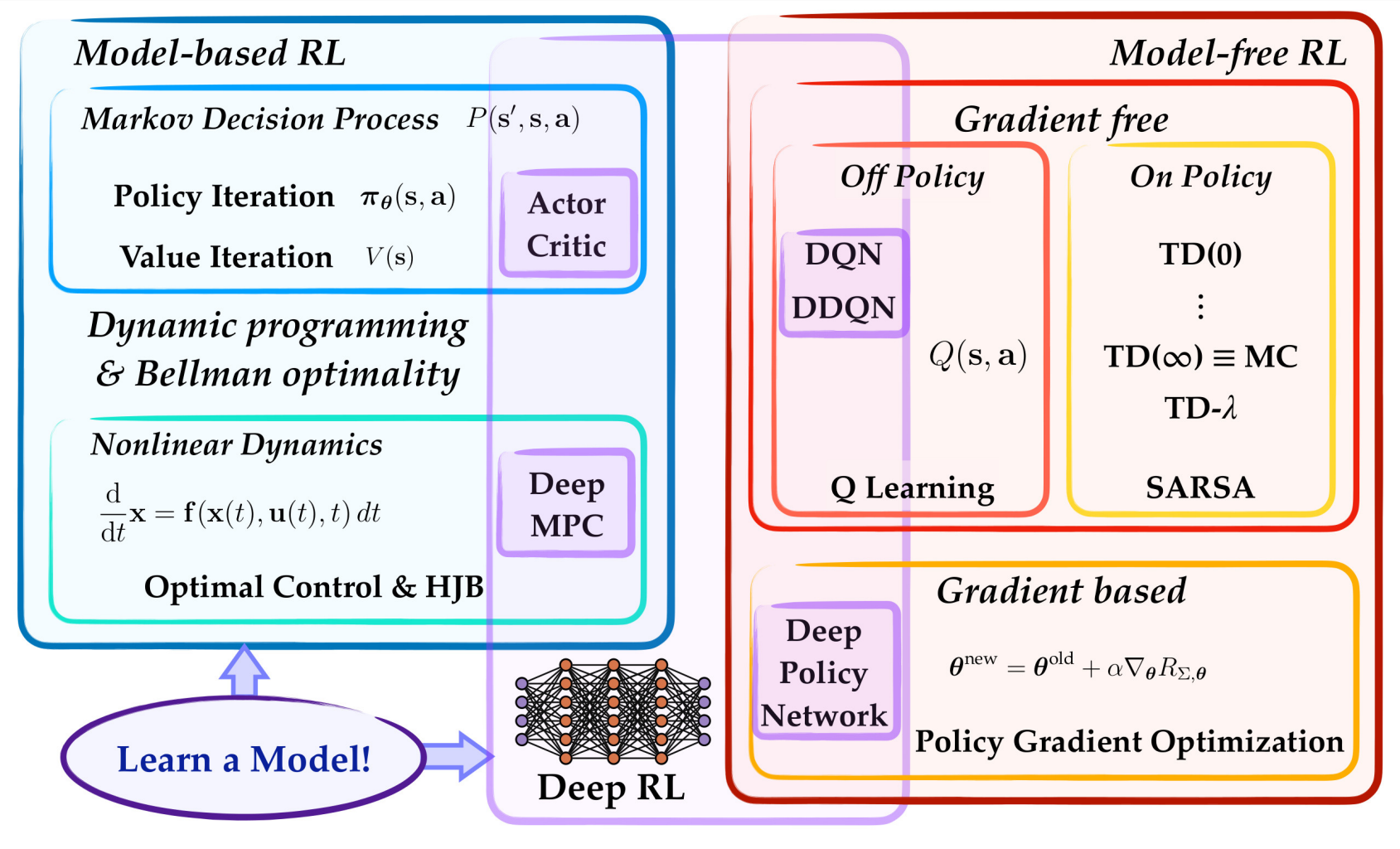
Fonction de valeur (V)

- Souvent la somme des **Somme des récompenses futures**
- Mesure à quel point il est **bon** d'être dans un état particulier.

Rappel - Objectif du RL

Apprendre la **politique optimale** qui maximise les récompenses futures par **essais/erreurs**.

Differents algorithmes de RL



- Policy Gradient Optimization : TRPO, PPO, GRPO

Application du RL au LLMs

Application du RL au LLMs

Le RL est utilisé à 2 moments de l'apprentissage d'un LLM :

Exemple de Deepseek-R1

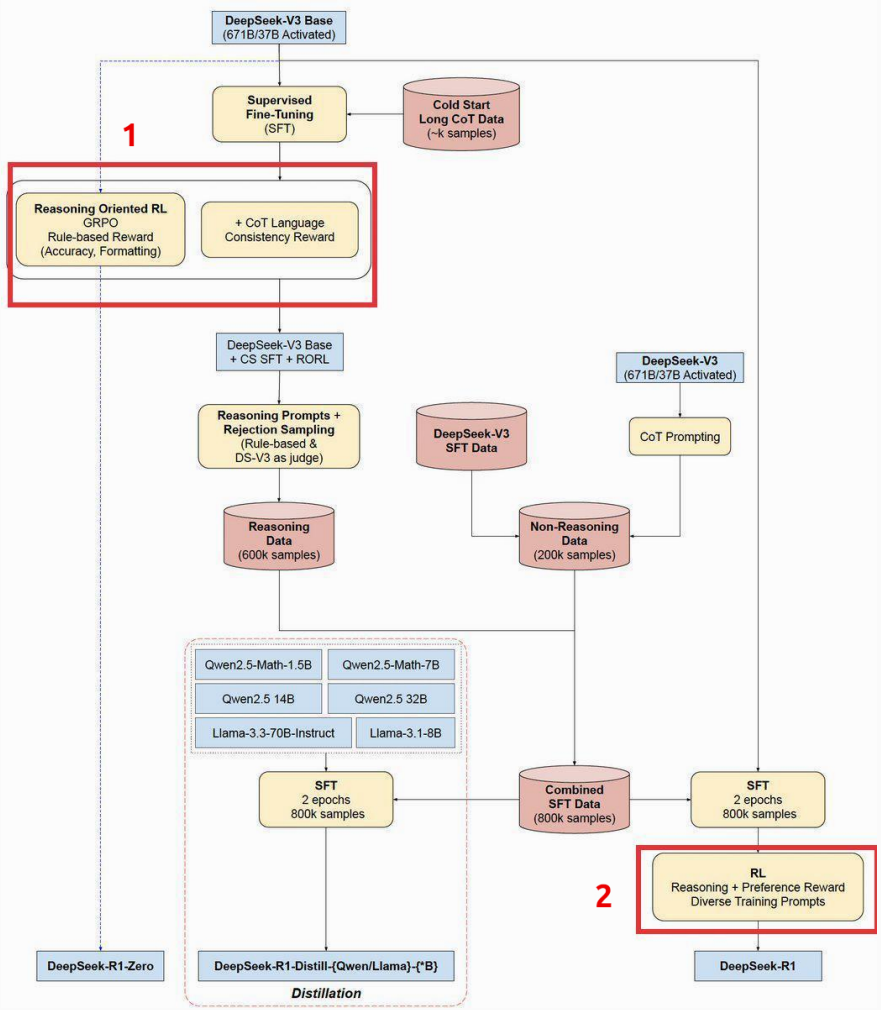


Figure 1: TrainingPipeline de DeepSeek R1

1. *Post-Training* (RL-HF/AI) Phase d'alignement pour assurer **Resoning + Preference RL**
2. *Pre-training*: Phase Compute & Data Intensive. **Resoning Oriented RL**

Différents Algo

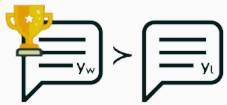
- TRPO: Trust Region Policy Optimization
- **PPO**: Proximal Policy Optimization
- **GRPO**: Group Relative Policy Optimization

RL Post-Training: Alignement

RL Post-Training: Alignement

Aligner le modèle

- Biaser le modèle pour lui faire adopter un comportement *préférable*.
- Etre *HH*: Helpful et Harmless.
- Besoin de récolter des jeux de données de préférence.



preference data

Historique

- *Deep reinforcement learning from human preferences*, 2017
- *Fine-Tuning Language Models from Human Preferences*, 2020

RL during Post-Training

$$\mathcal{J}_{PPO}(\theta) = \mathbb{E}[q \sim P(Q), o \sim \pi_{\theta_{old}}(O|q)]$$

$$\frac{1}{|o|}\sum_{t=1}^{|o|}\min\left[\frac{\pi_\theta(o_t|q,o_{<t})}{\pi_{\theta_{old}}(o_t|q,o_{<t})}A_t, \text{clip}\left(\frac{\pi_\theta(o_t|q,o_{<t})}{\pi_{\theta_{old}}(o_t|q,o_{<t})}, 1-\epsilon, 1+\epsilon\right)A_t\right]$$

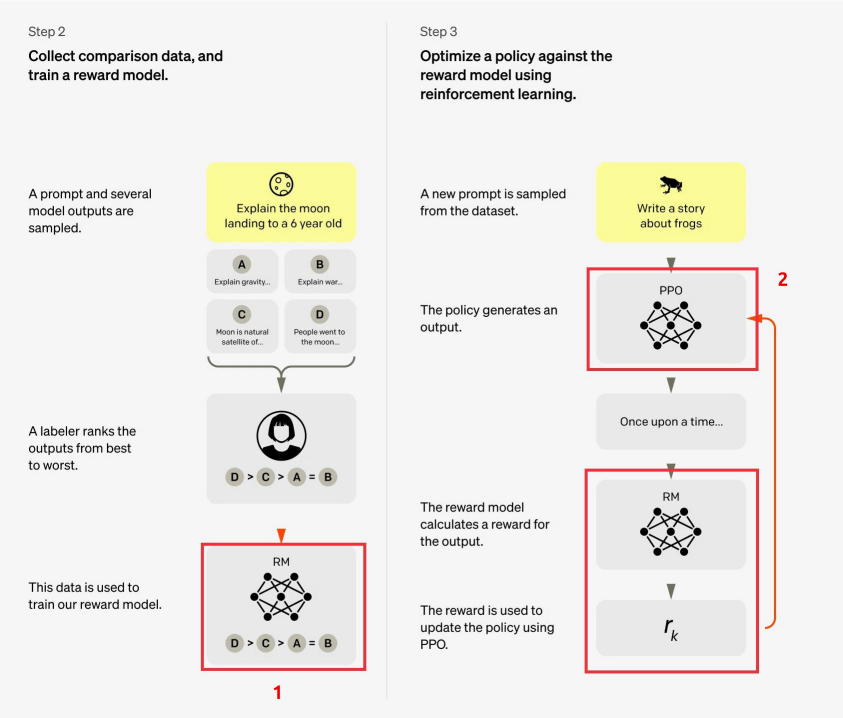


Figure 2: Pipeline Instruct-GPT: RLHF

PPO - Proximal Policy Optimization

Key Takeaways

- Objectif : Éviter les mises à jour trop grandes qui pourraient dégrader les performances.
- Modèle Acteur-Critique:
  - **Acteur**: modèle qui génère les actions (Policy Model - LLM)
  - **Critique**: évalue la qualité des actions - estime la valeur des récompenses futures (Value Model)[1]

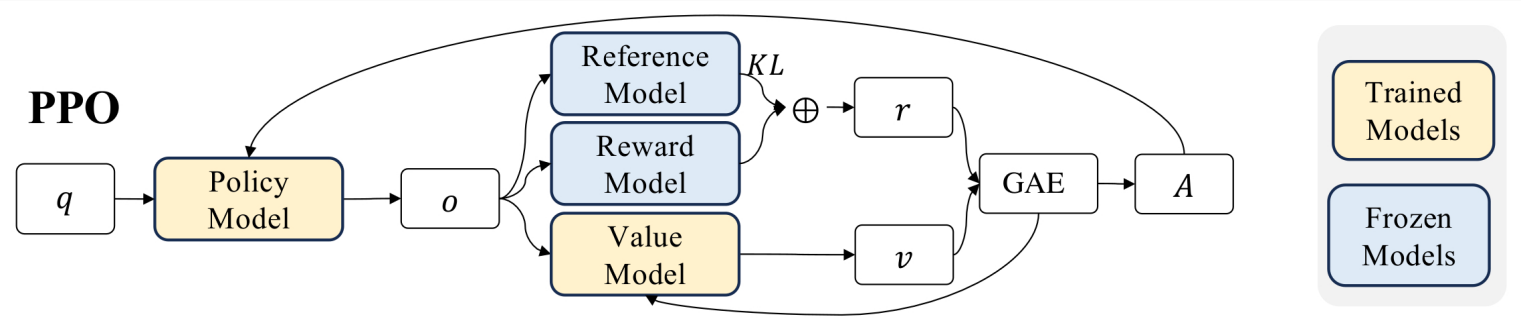


Figure 3: Diagramme de PPO

[1] Generalized Advantage Estimation (GAE)

DPO : Direct Preference Optimization

Key Takeways

- Approche alternative au RLHF
- Pas de Reward Model ni de Value Model
- Plus simple à implémenter
- Résultats similaires en performance

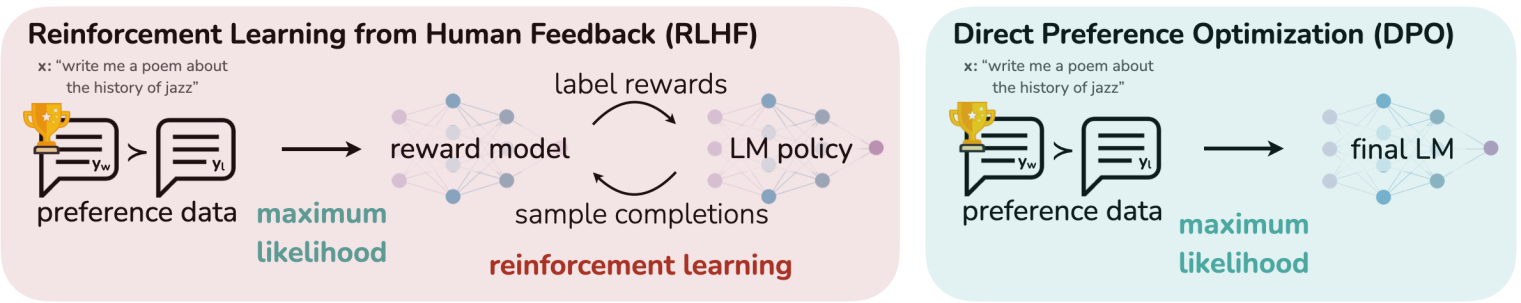


Figure 4: Illustration de DPO

RL Pre-Training :

RL Pre-Training :

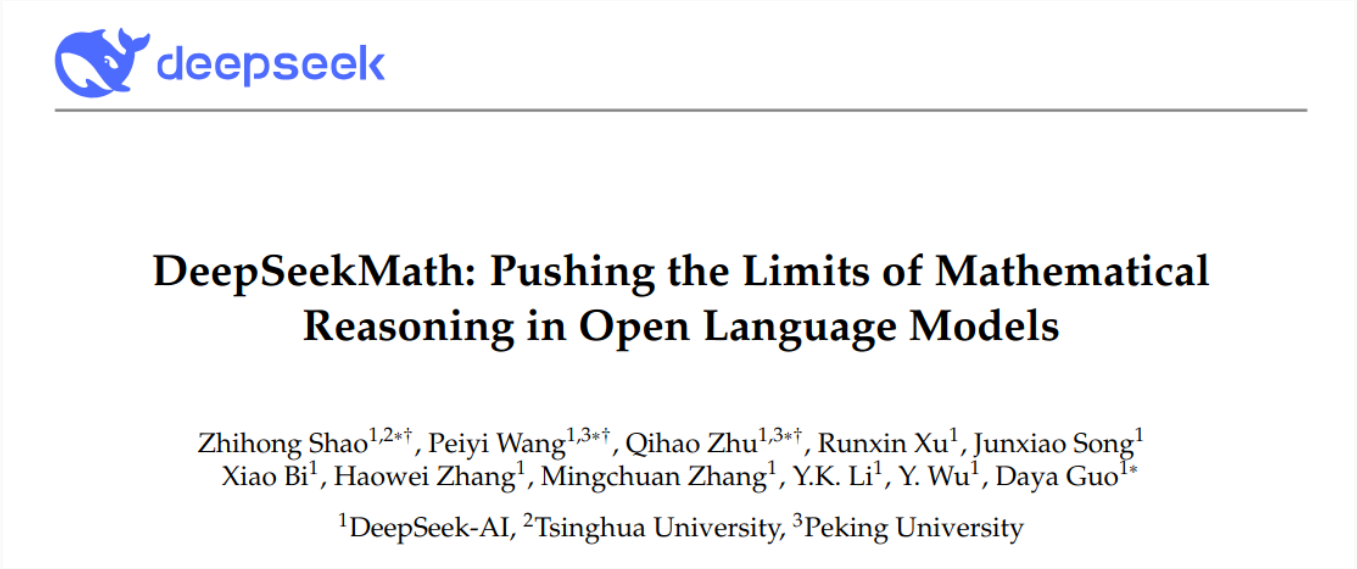
Découvrir les Chain of Thoughts

- Laisser le modèle découvrir la meilleure façon de raisonner
- Se passer de grande quantités de données pour le SFT
- Question sous-jacente: Peut-on simplement récompenser le modèle pour sa précision et le laisser découvrir par lui-même la meilleure façon de penser ?

DeepseekMath & R1: Utilisation de GRPO

Key Takeways

- Approche RL alternative à PPO
- Pas de Reward Model:
  - Récompenses de précision : Vérification si la réponse finale du modèle est correcte (pour les maths, le code, la logique)
  - Récompenses de format : Encouragement d'une chaîne de pensée structurée, par ex. avec des balises `<think> ... </think>`
- Pas de Value Model = gain de mémoire.



GRPO: Group Relative Policy Optimization

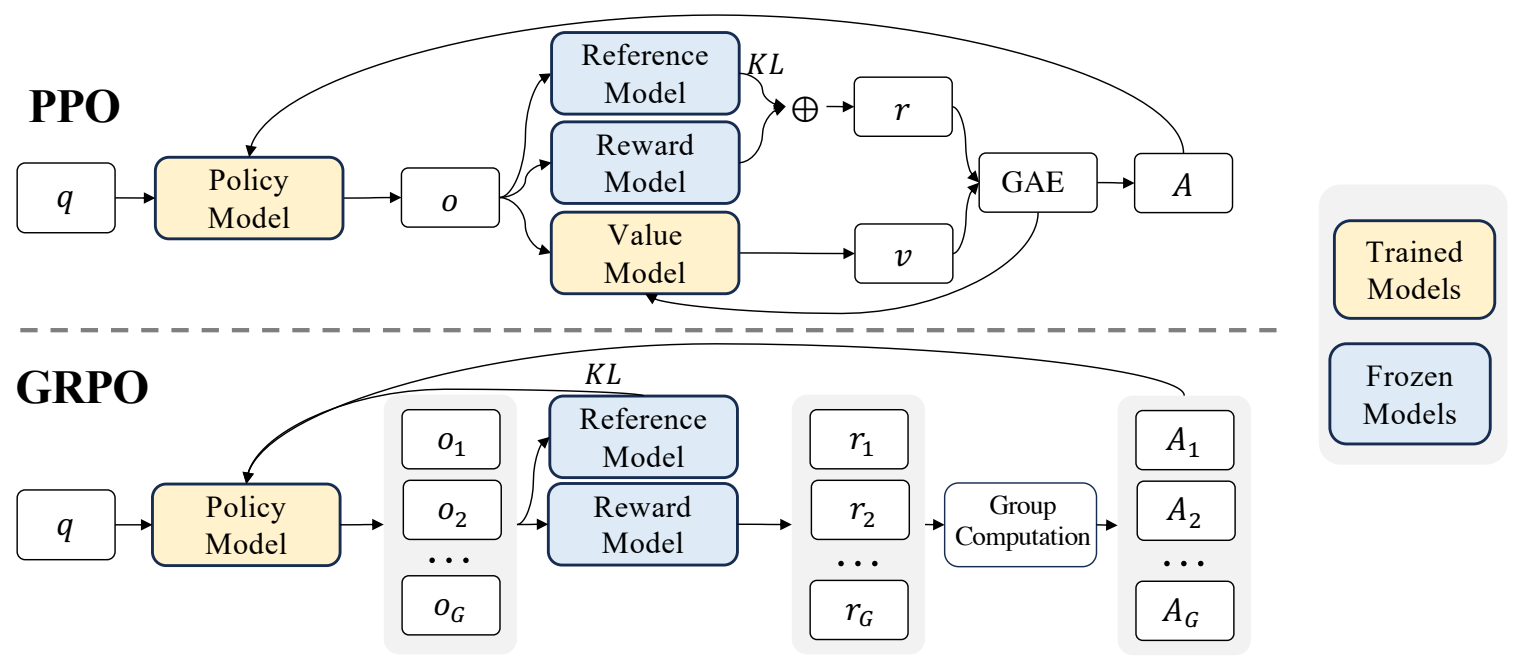


Figure 5: Comparaison PPO & GRPO issue de DeepSeekMath

- Récompenses de précision (Accuracy rewards)
- Récompense de format.

Pas de *neural reward model* car il pourrait souffir de *reward hacking*.

Pour aller plus loin

- Cours de la Fac de washington
- Video associée au Cours
- The 37 Implementation Details of Proximal Policy Optimization
- Video Yannick Kilcher : GRPO Explained
- Blog Hugging Face sur le RLHF