

Ce que les enfants peuvent apprendre aux LLMs

Vers une IA inspirée de l'apprentissage humain

Abdellah Fourtassi
Aix Marseille Université

IA-EDU @CORIA-TALN
30/06/2025



Les LLMs peuvent-ils aider les humains à apprendre ?

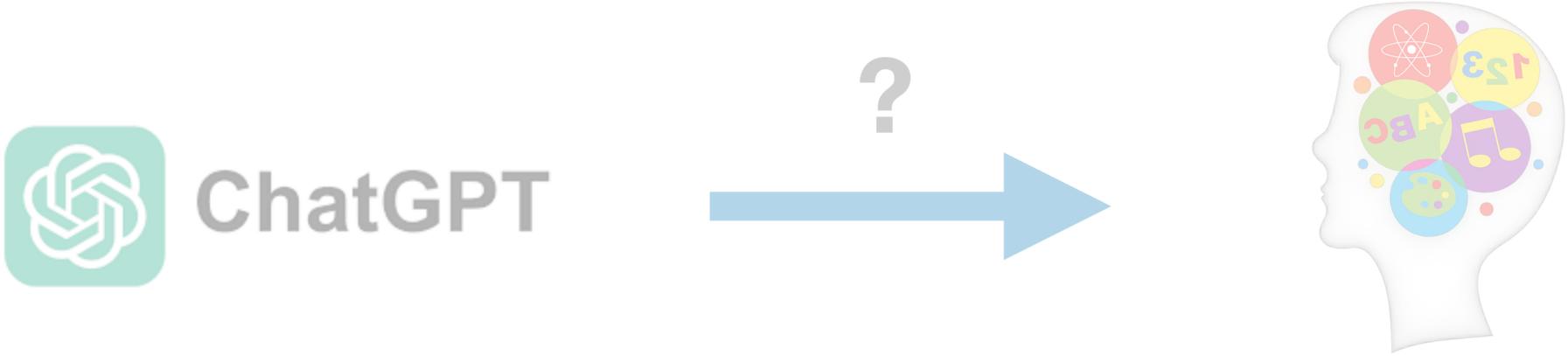


ChatGPT

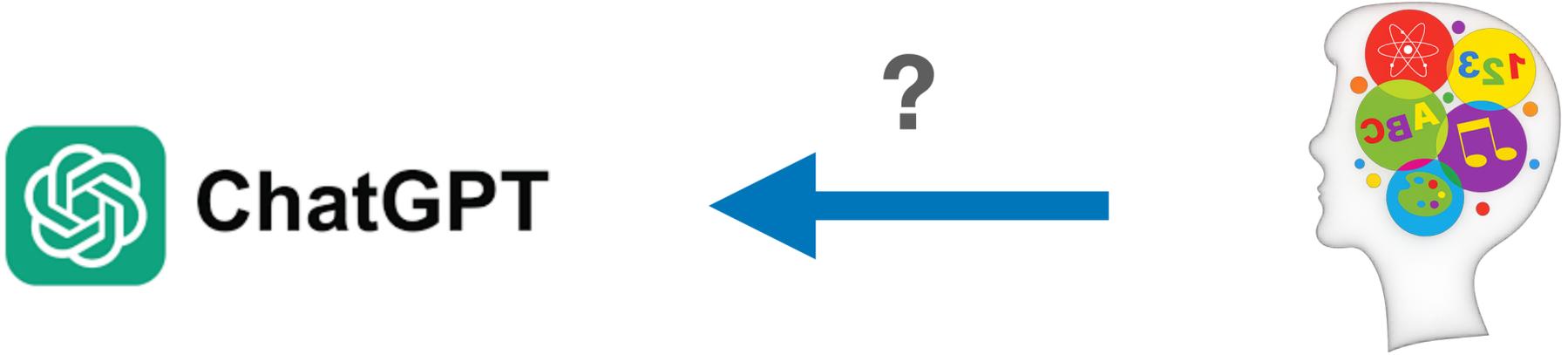
?



Les LLMs peuvent-ils aider les humains à apprendre ?



Et si l'apprentissage humain pouvait inspirer les LLMs à mieux apprendre ?



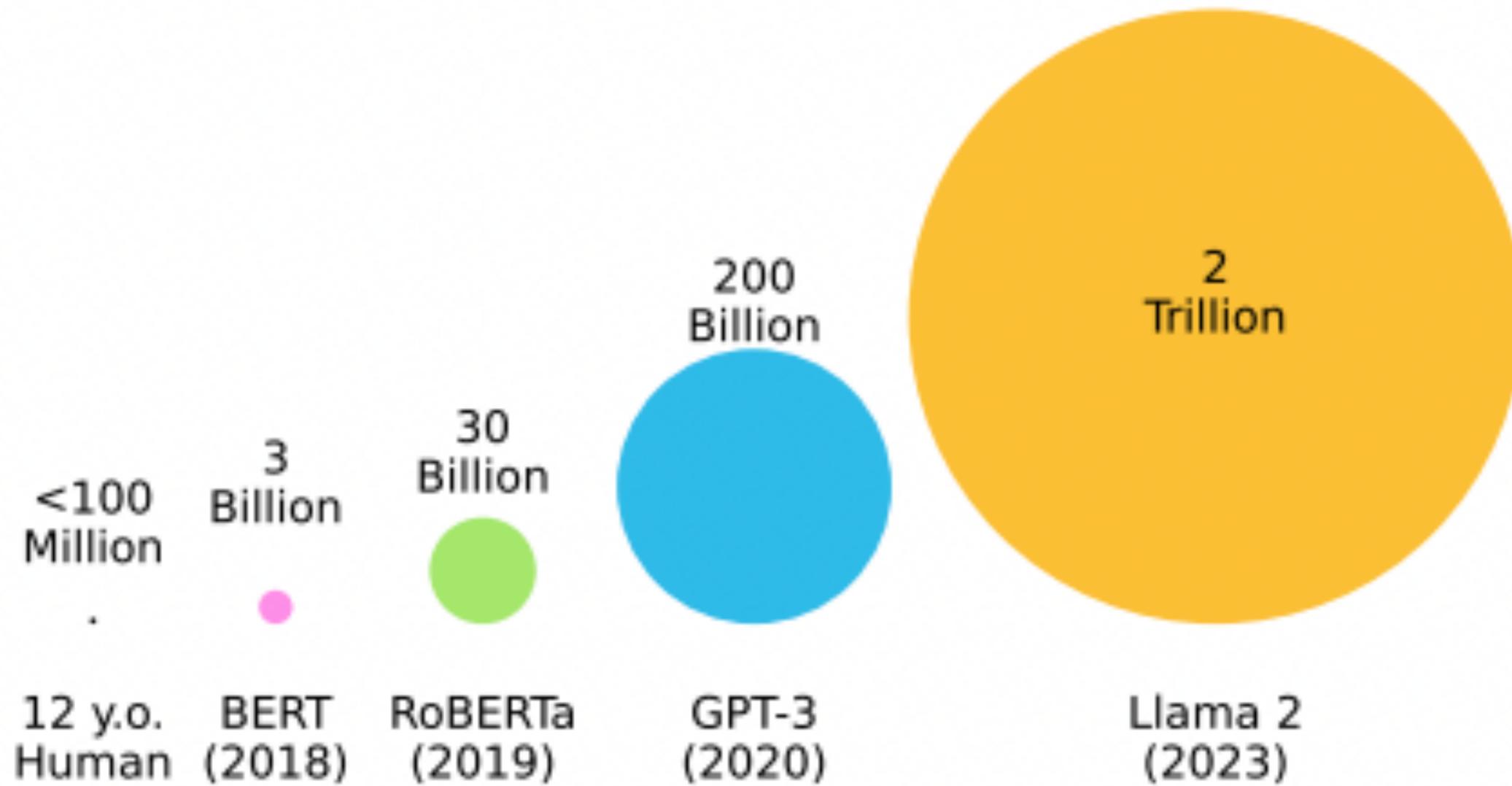
Acquisition du langage

L'apprentissage humain est **universel**, largement **spontané** (sans instructions explicites), et très **efficace**

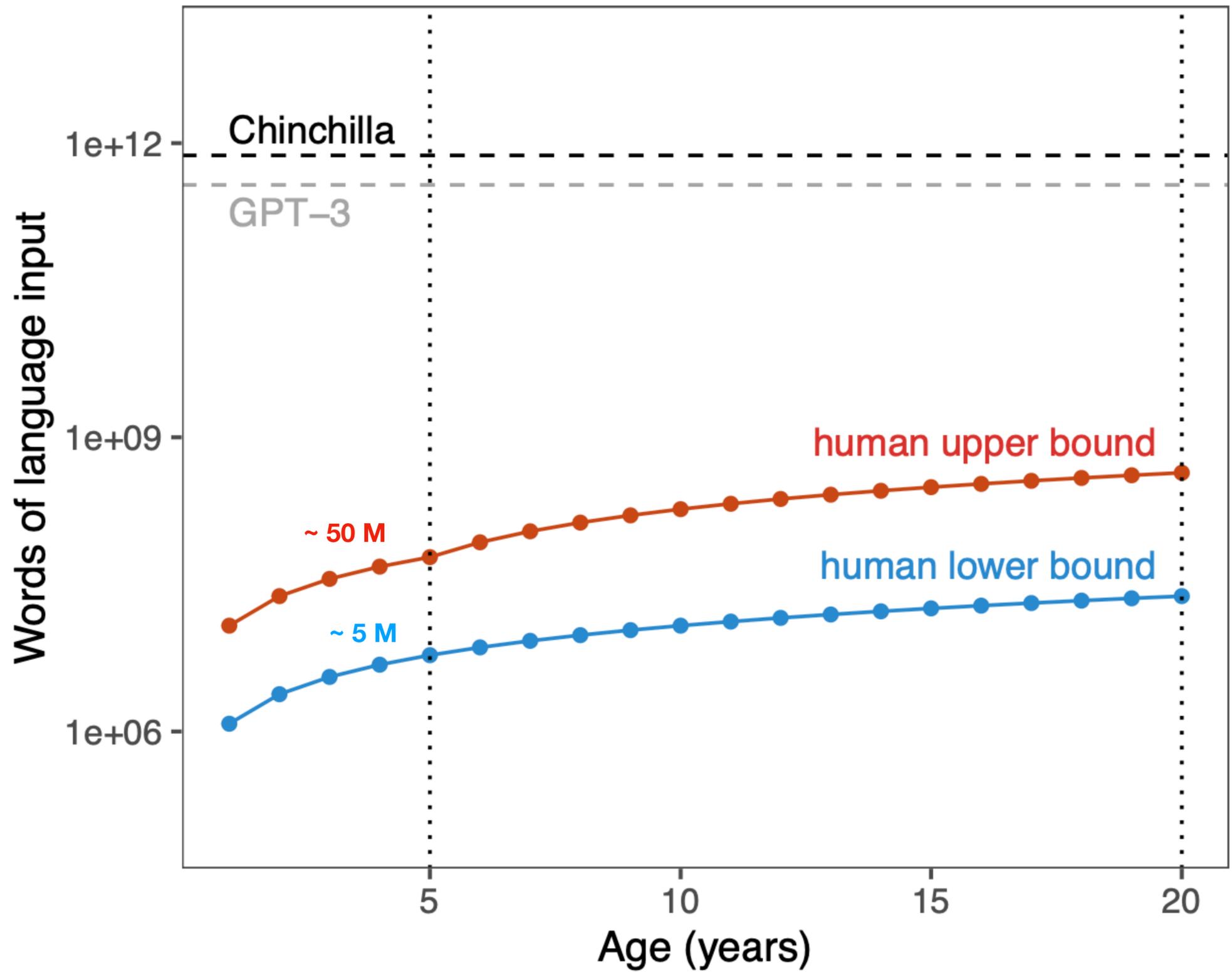
Acquisition du langage

L'apprentissage humain est **universel**, largement **spontané** (sans instructions explicites), et très **efficace**

Qu'en est-il du côté des modèles d'IA ?



Warstadt & Bowman (2024). *Algebraic Structures in Natural Language*



Les enfants sont-ils vraiment plus efficaces que les LLMs ?

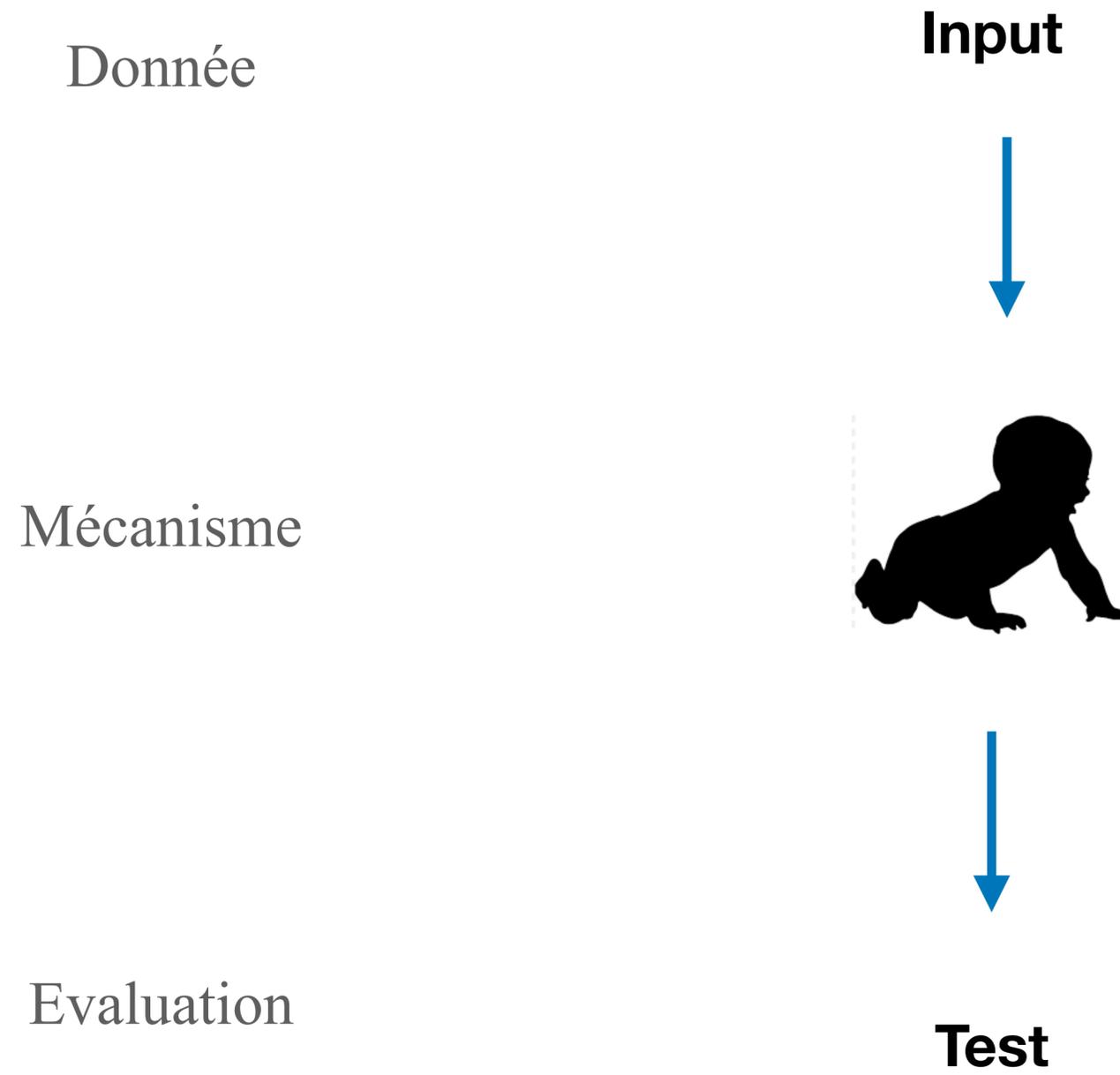
On teste cette hypothèse d'une manière contrôlée:

Donnée

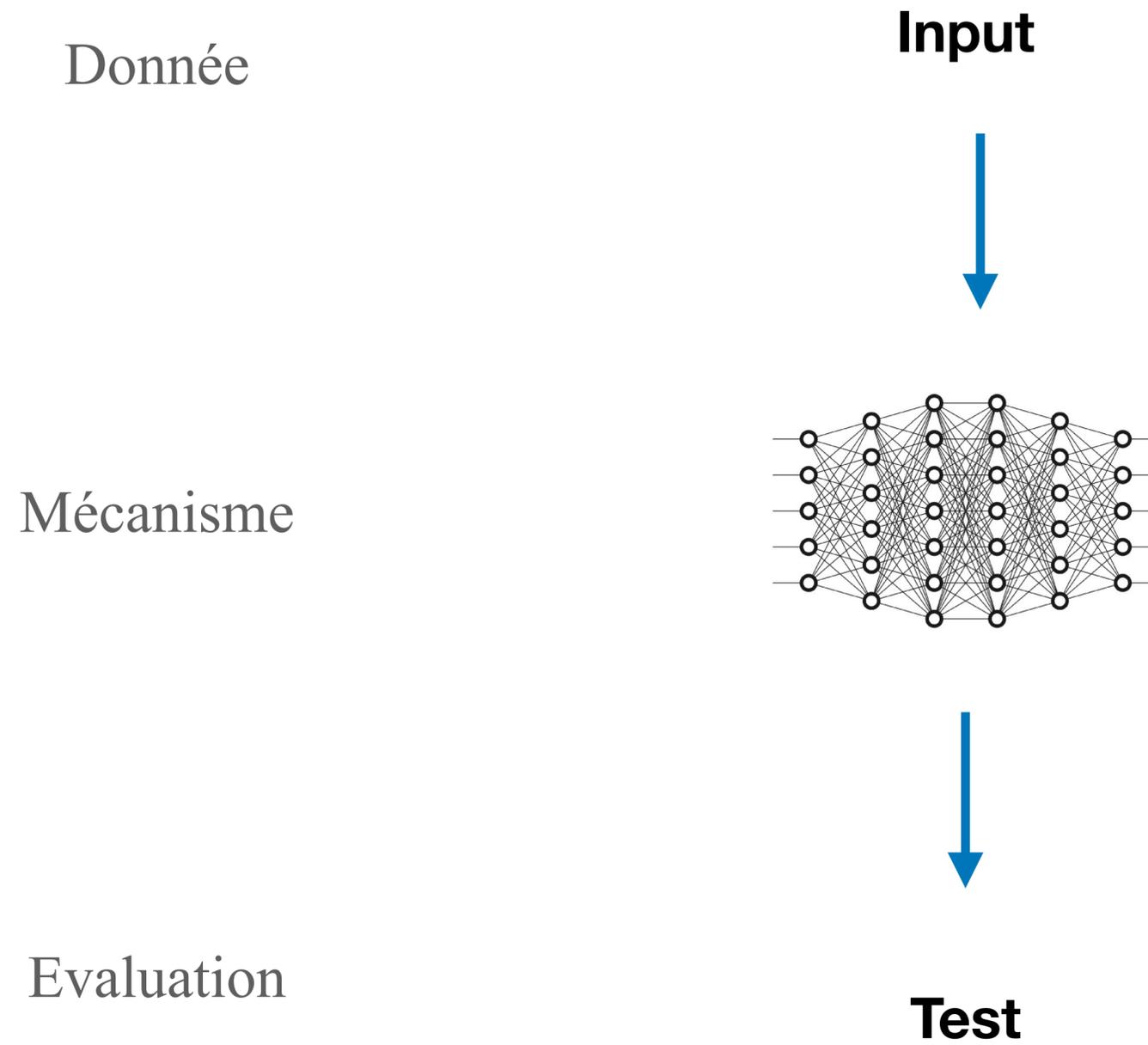
Mécanisme

Evaluation

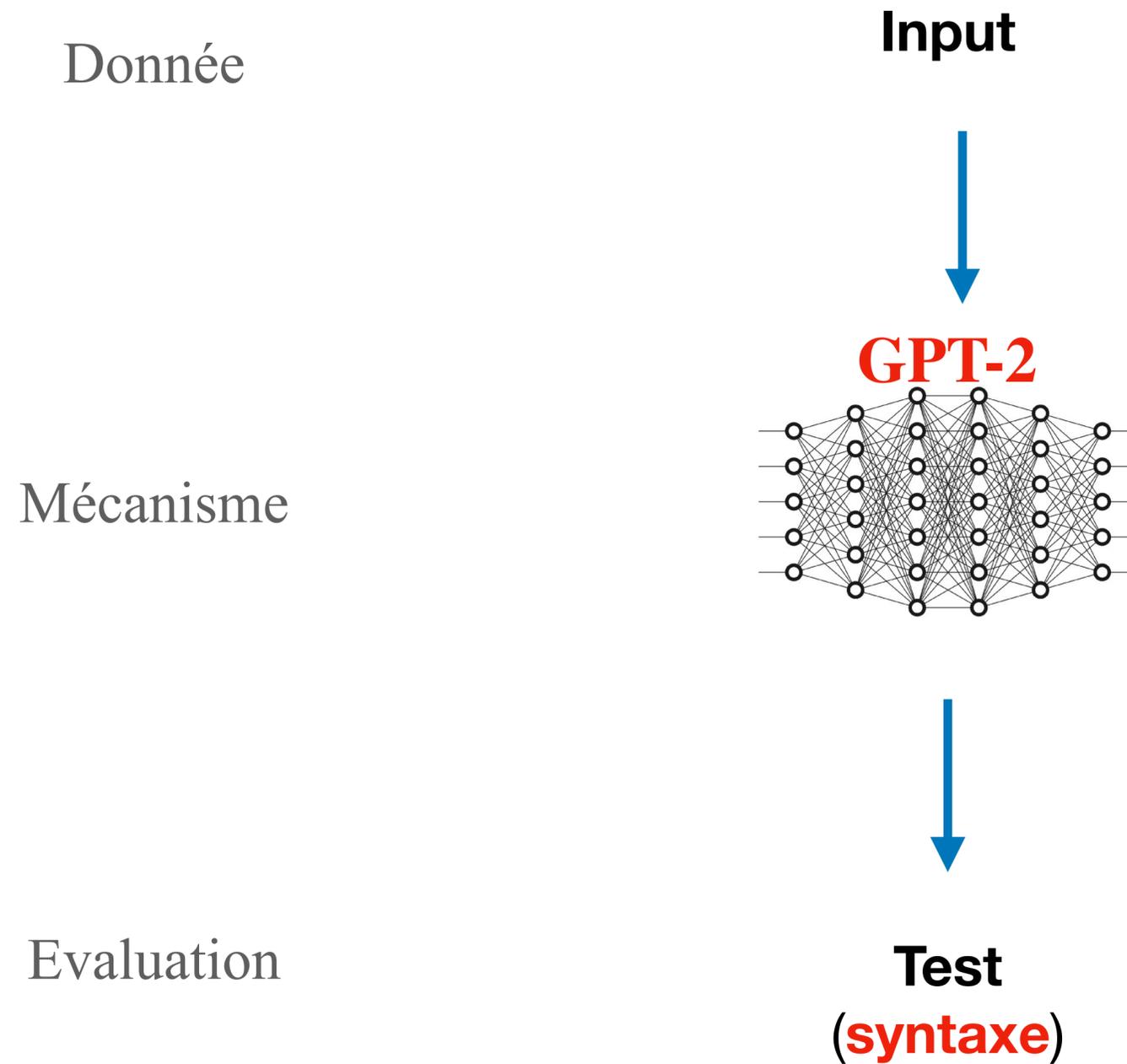
On teste cette hypothèse d'une manière contrôlée:



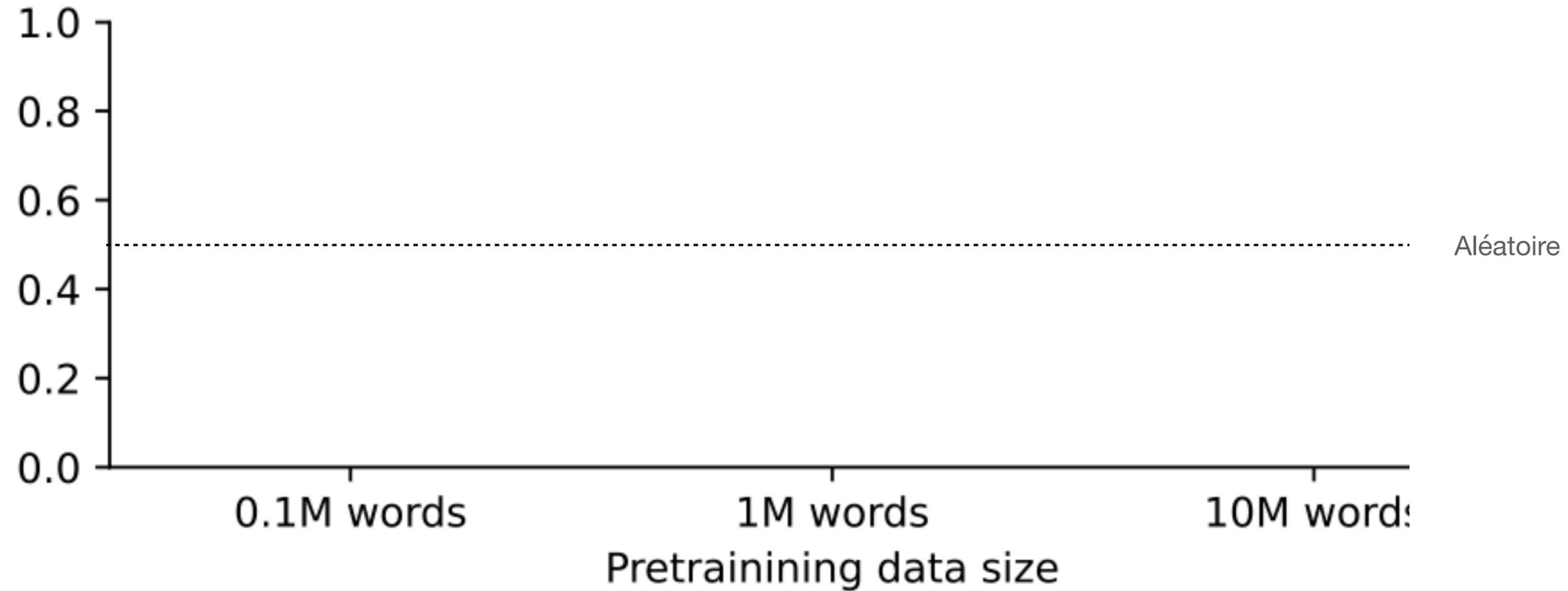
On teste cette hypothèse d'une manière contrôlée:



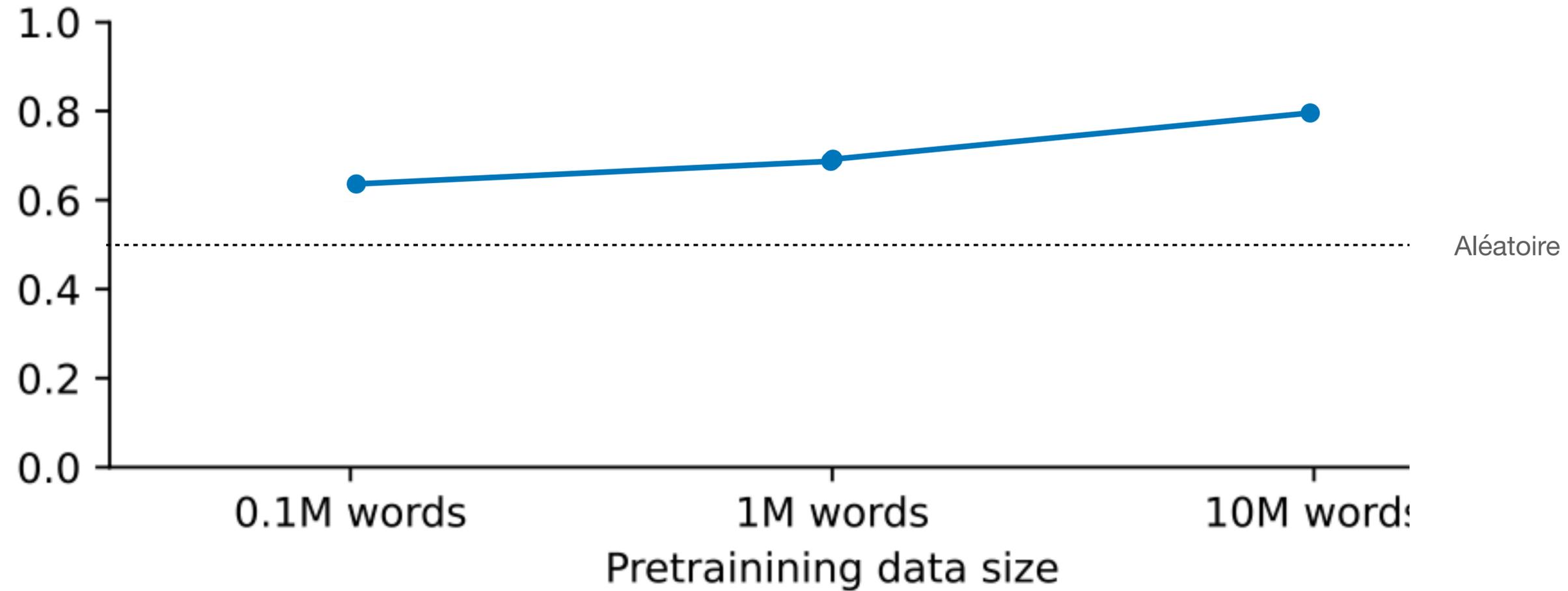
On teste cette hypothèse d'une manière contrôlée:



Apprentissage de la syntaxe par GPT-2



Apprentissage de la syntaxe par GPT-2



Le modèle apprend, mais partiellement !

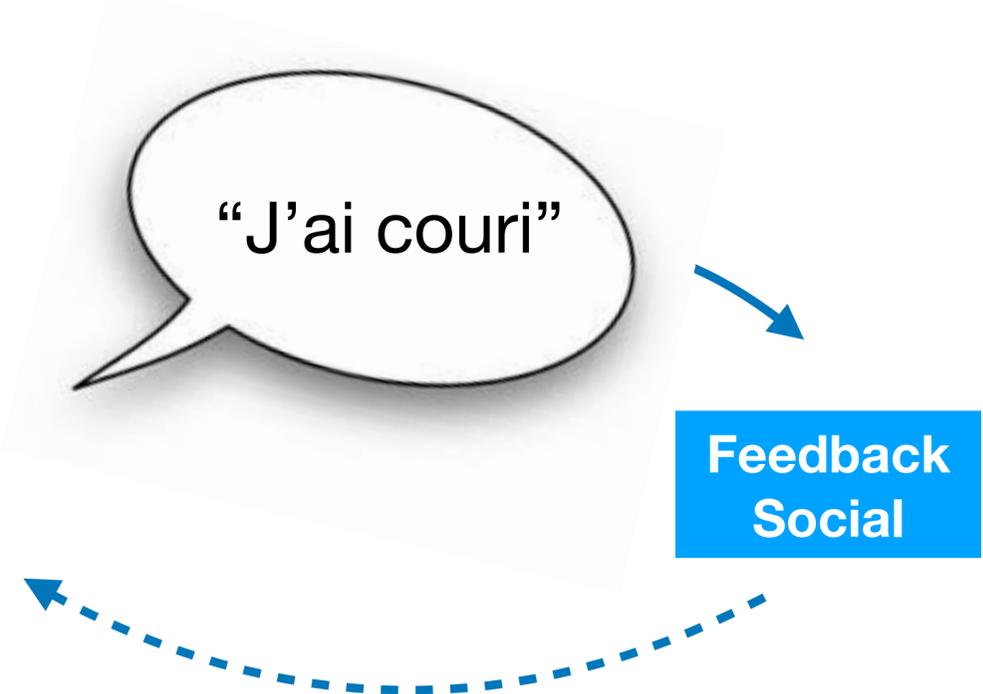
Certains phénomènes de syntaxe ne sont pas appris (on y reviendra)

Avec une quantité similaire de données, l'apprentissage humain est plus efficient

Peut-on s'en inspirer pour créer des LLMs moins coûteux en énergie?

Quels mécanismes d'apprentissage chez les enfants
pourraient inspirer l'IA ?

Input linguistique



Input linguistique

Former des généralisations



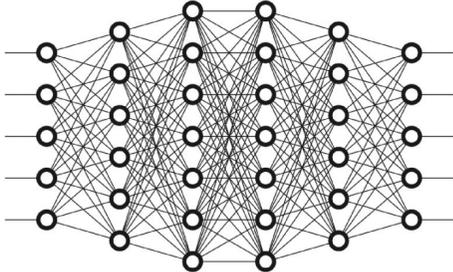
Feedback Social



Eviter les généralisations
Fausses

Input linguistique

Former des généralisations

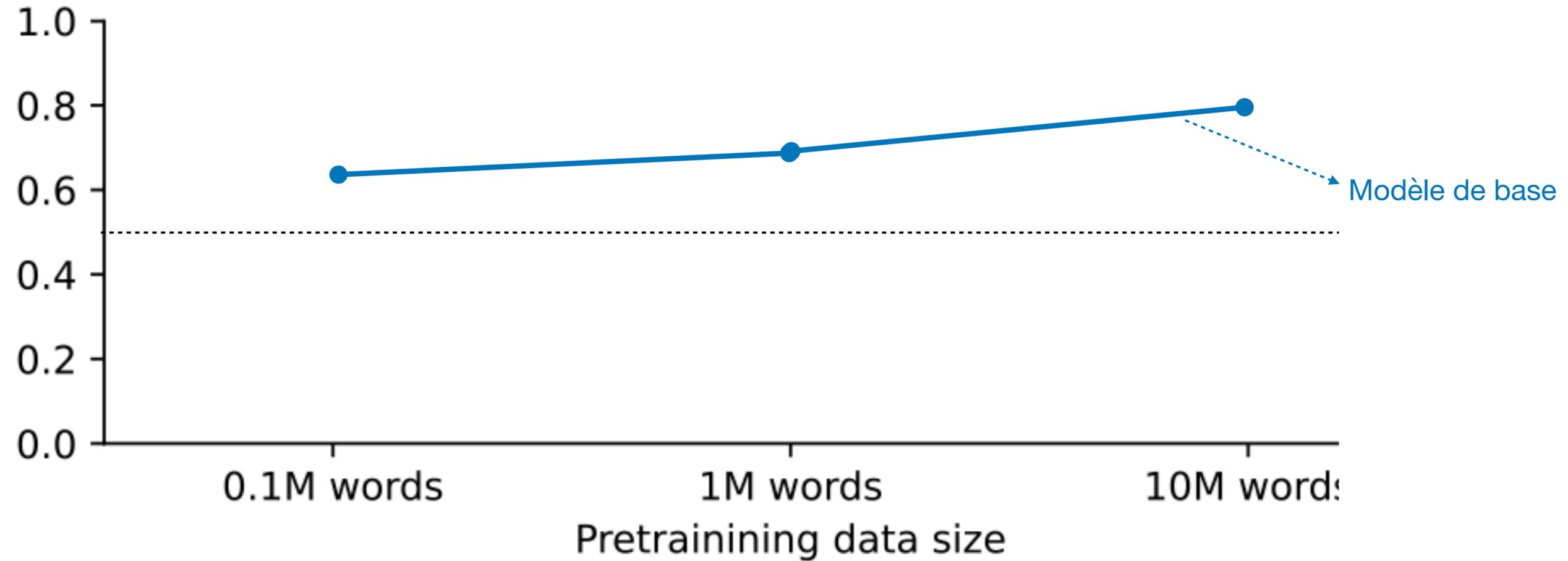


Feedback Social

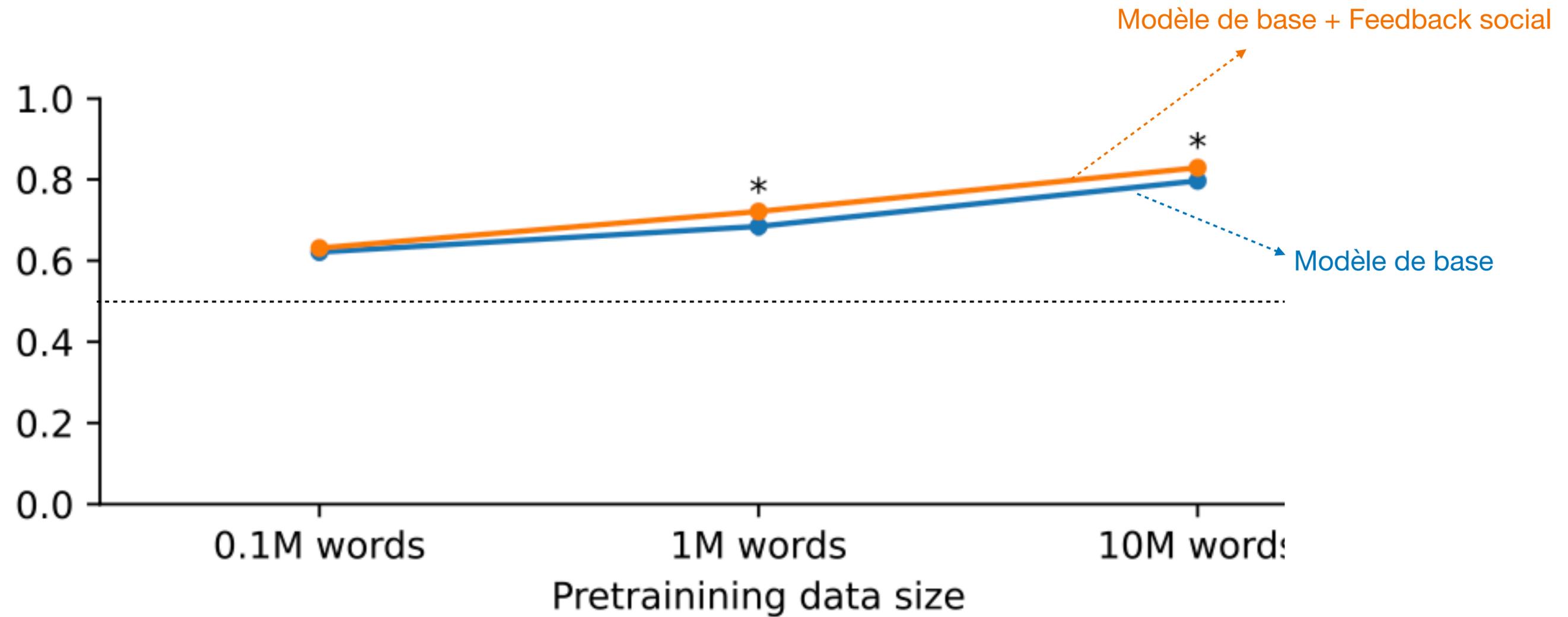


Eviter les généralisations
Fausses

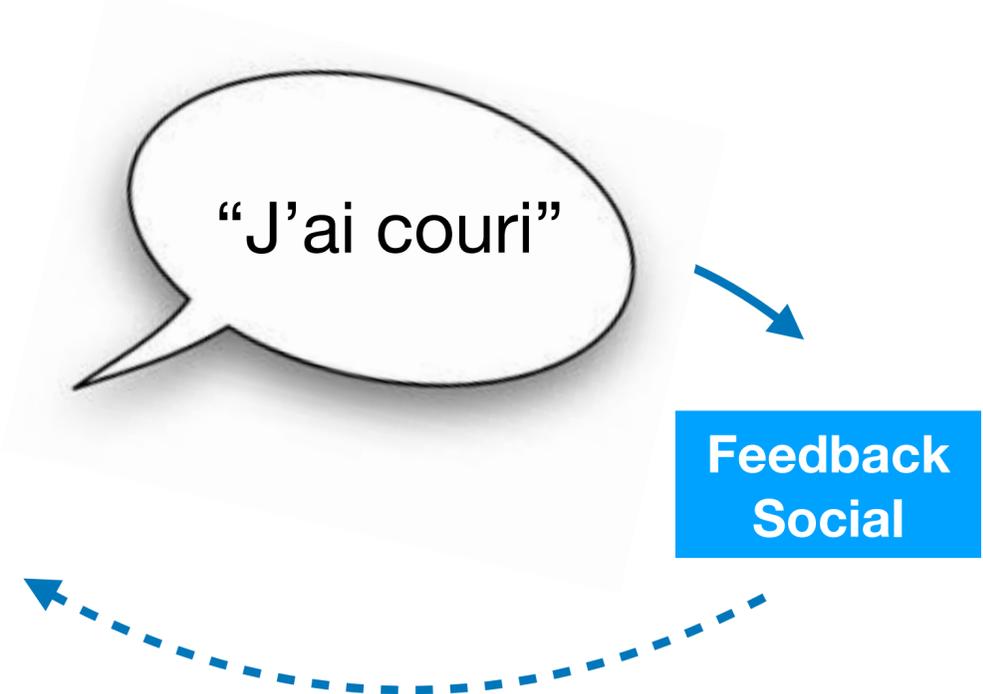
Apprentissage de la syntaxe par GPT-2

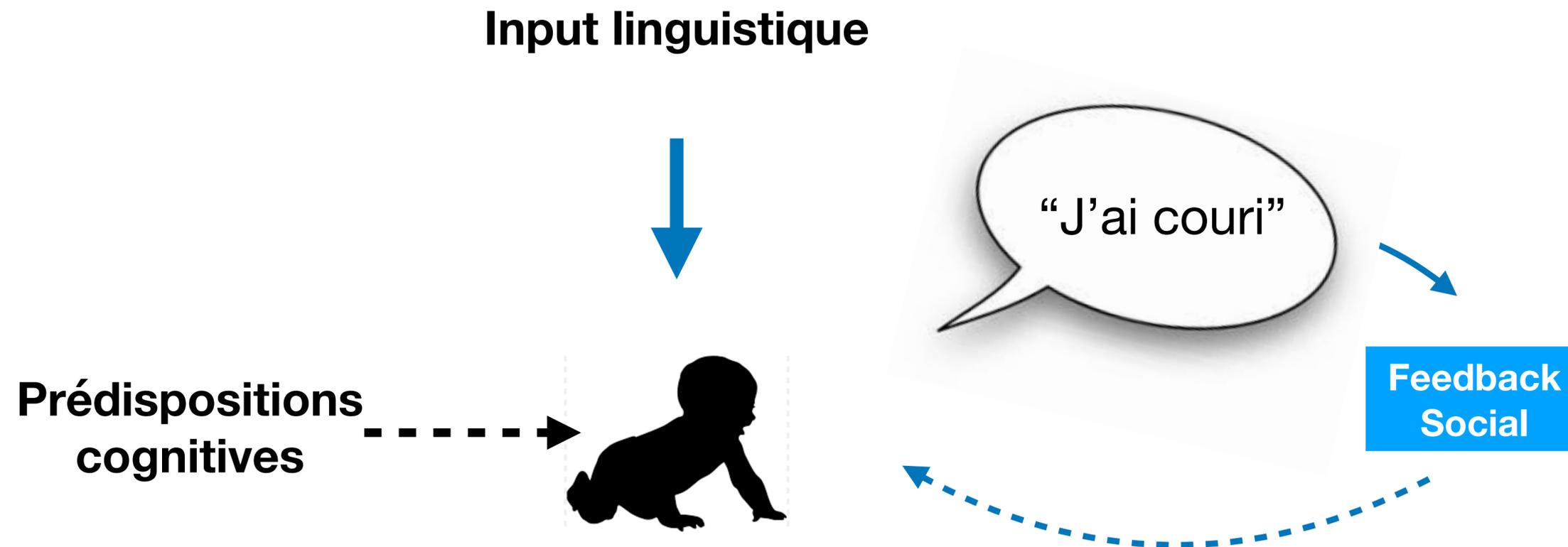


Apprentissage de la syntaxe par GPT-2



Input linguistique





Comment former une question ?

The child **has** talked

has the child ___ talked ?

The child **can** read

can the child ___ read?

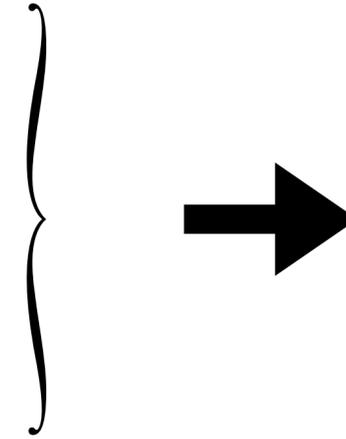
Comment former une question ?

The child **has** talked

has the child ___ talked ?

The child **can** read

can the child ___ read?



Généralisations possibles

Linéaire: Inverser le premier auxiliaire ✓

Hiérarchique: Inverser l'auxiliaire principal ✓

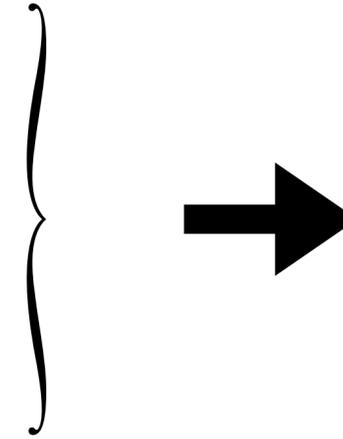
Comment former une question ?

The child **has** talked

has the child ___ talked ?

The child **can** read

can the child ___ read?



Généralisations possibles

Linéaire: Inverser le premier auxiliaire ✓

Hiérarchique: Inverser l'auxiliaire principal ✓

Test diagnostique:

The child who **has** talked **can** read

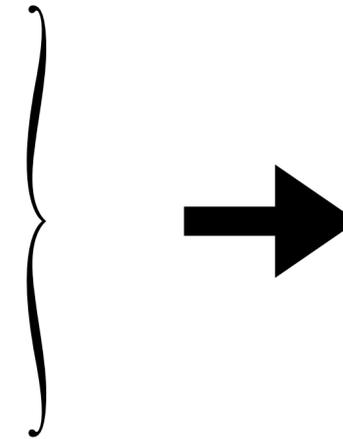
Comment former une question ?

The child **has** talked

has the child ___ talked ?

The child **can** read

can the child ___ read?



Généralisations possibles

Linéaire: Inverser le premier auxiliaire ✓

Hiérarchique: Inverser l'auxiliaire principal ✓

Test diagnostique:

The child who **has** talked **can** read

has the child who ___ talked **can** read?

✗ (Linéaire)

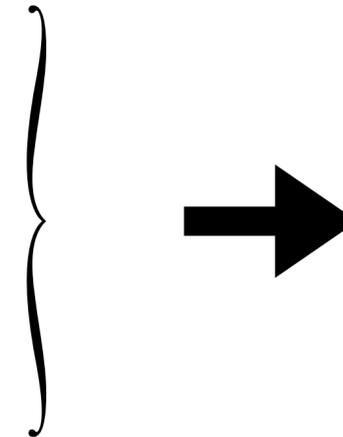
Comment former une question ?

The child **has** talked

has the child ___ talked ?

The child **can** read

can the child ___ read?



Généralisations possibles

Linéaire: Inverser le premier auxiliaire ✓

Hiérarchique: Inverser l'auxiliaire principal ✓

Test diagnostique:

The child who **has** talked **can** read

has the child who ___ talked **can** read?

✗ (Linéaire)

can the child who **has** talked ___ read?

✓ (Hiérarchique)

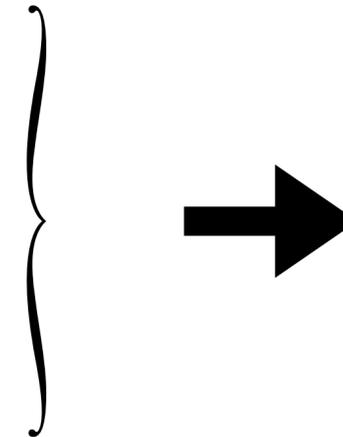
Comment former une question ?

The child **has** talked

has the child ___ talked ?

The child **can** read

can the child ___ read?



Généralisations possibles

Linéaire: Inverser le premier auxiliaire ✓

Hiérarchique: inverser l'auxiliaire principal ✓

Test diagnostique:

The child who **has** talked **can** read

has the child who ___ talked **can** read?

✗ (Linéaire)

can the child who **has** talked ___ read?

✓ (Hiérarchique) → **Enfants**

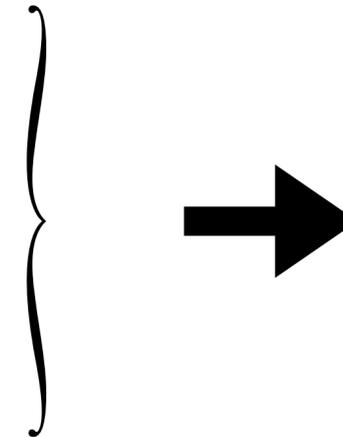
Comment former une question ?

The child **has** talked

has the child __ talked ?

The child **can** read

can the child __ read?



Généralisations possibles

Linéaire: Inverser le premier auxiliaire ✓

Hiérarchique: inverser l'auxiliaire principal ✓

Test diagnostique:

The child who **has** talked **can** read

has the child who __ talked **can** read?

✗ (Linéaire)

→ **Modèles**

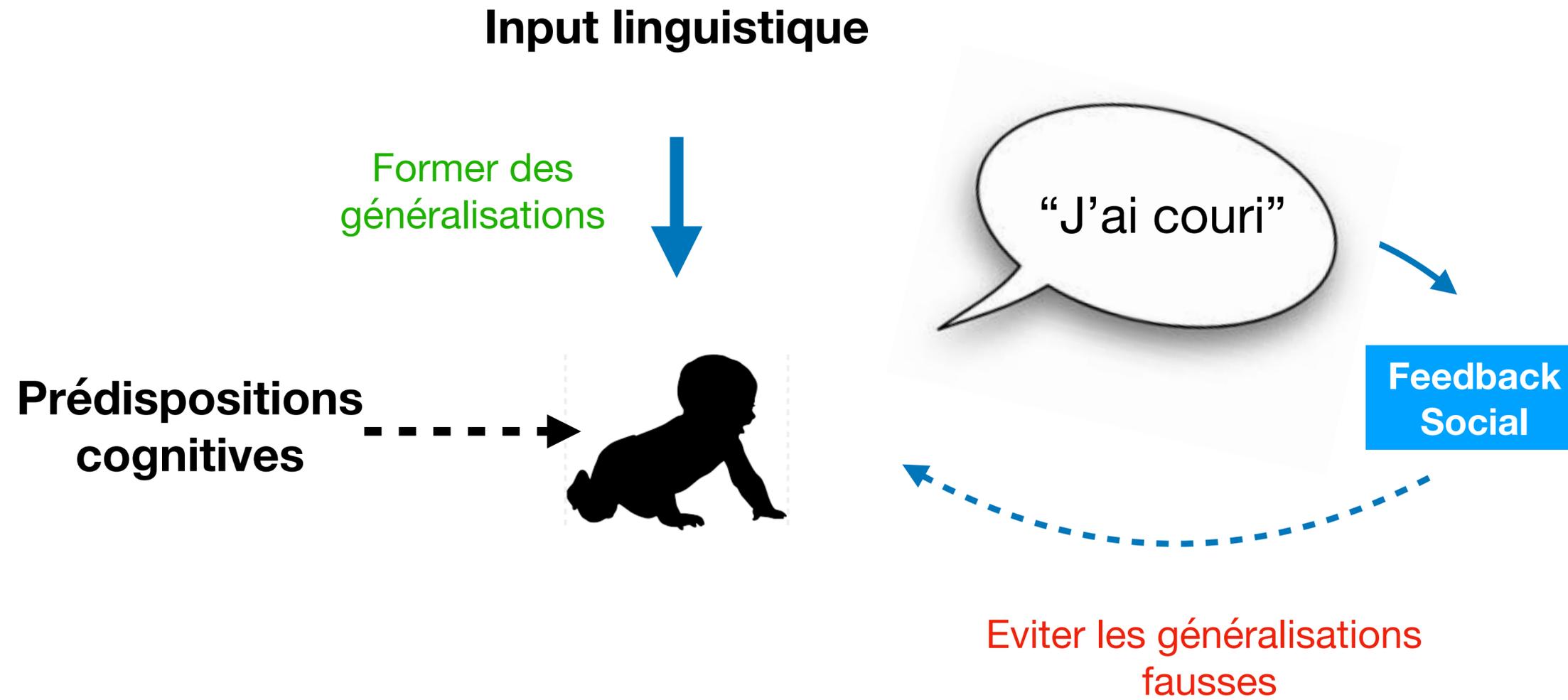
Yedetore et al. (2023). *ACL*

can the child who **has** talked __read?

✓ (Hiérarchique)

→ **Enfants**

Crain & Nakayama (1987). *Language*



Input linguistique

Former des généralisations



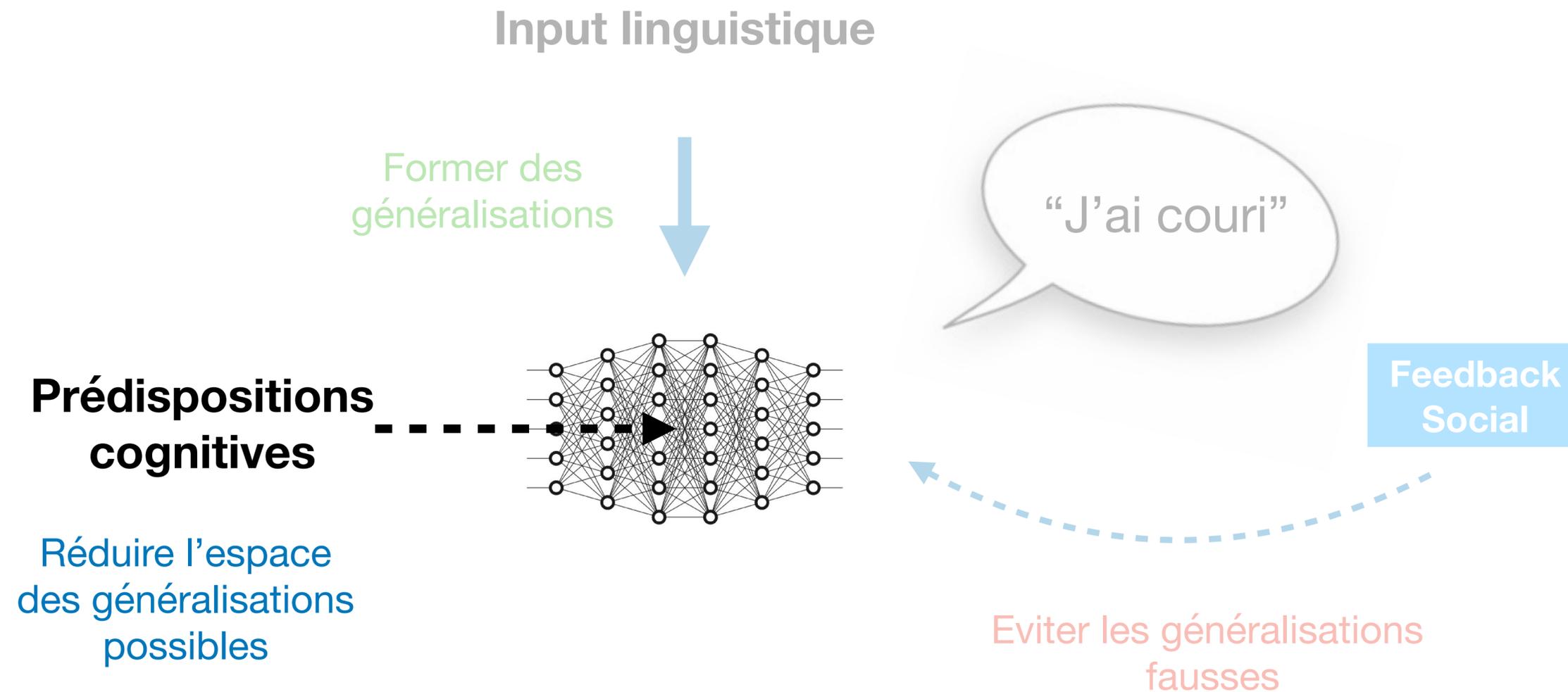
Prédispositions cognitives



Réduire l'espace des généralisations possibles

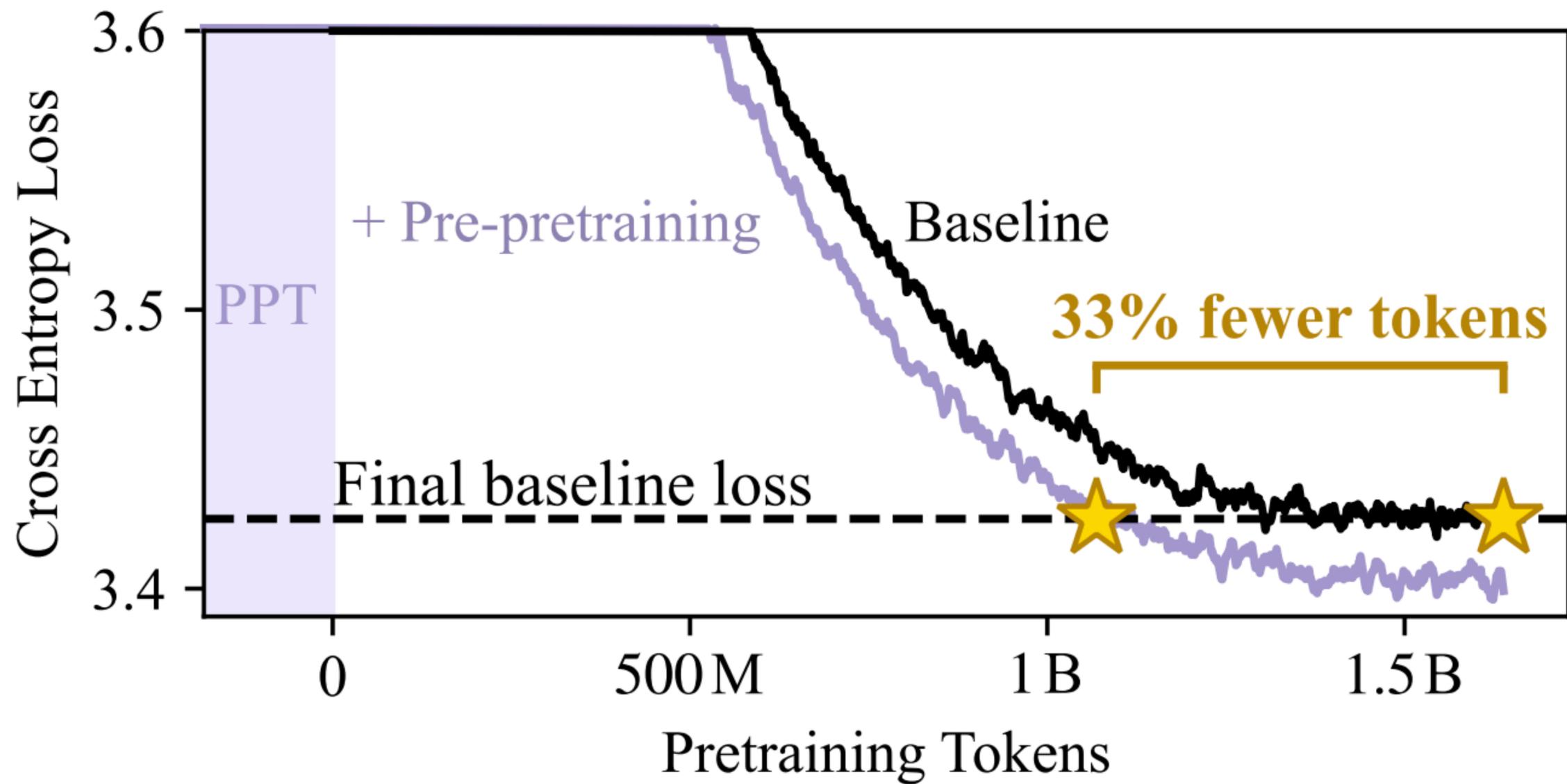


Eviter les généralisations fausses

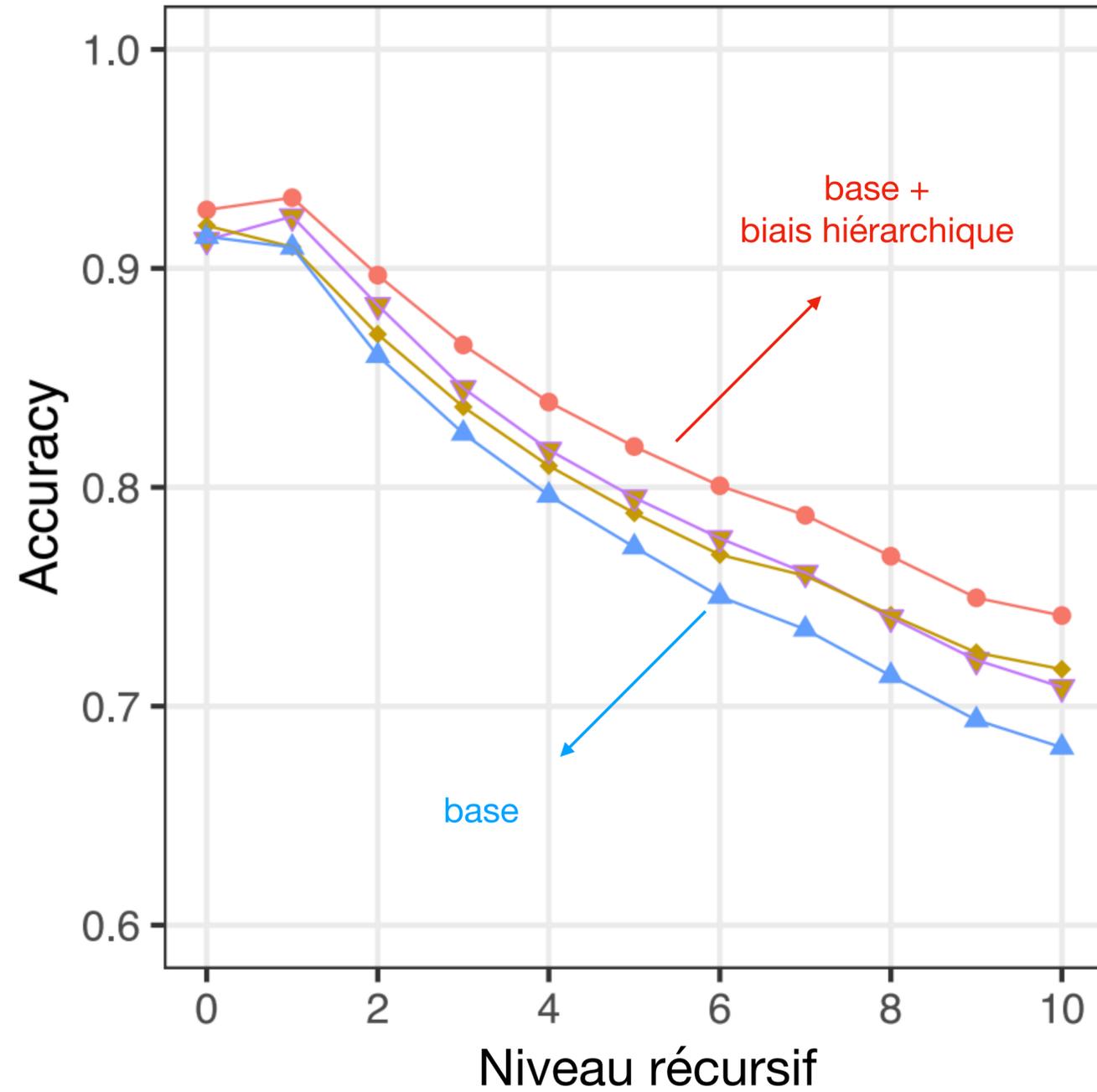


Que se passe-t-il si on encourage les modèles à adopter une **généralisation hiérarchique** ?

Modèle apprend avec 33% de données en moins!



Modèle plus robuste à des constructions complexes



Niveau récursif

1 niveau :

Le livre sur la chaise est bleu.

2 niveaux :

Le livre sur la chaise dans la pièce est bleu.

3 niveaux :

Le livre sur la chaise dans la pièce près de la cuisine est bleu.

.....

Méthodologie

- A) Enrichir les LLMs de stratégies d'apprentissage inspirées de l'humain
- B) Tester le gain en apprentissage dans un régime de données à l'échelle humaine

Méthodologie

- A) Enrichir les LLMs de stratégies d'apprentissage inspirées de l'humain
- B) Tester le gain en apprentissage dans un régime de données à l'échelle humaine



Comment concevoir des LLMs plus efficaces?

Sciences Cognitives

Qu'est-ce qui fait que l'apprentissage humain est si efficace?



Méthodologie

- A) Enrichir les LLMs de stratégies d'apprentissage inspirées de l'humain
- B) Tester le gain en apprentissage dans un régime de données à l'échelle humaine

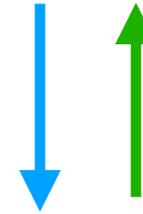


Comment concevoir des LLMs plus efficaces?

Informatique

Sciences Cognitives

Qu'est-ce qui fait que l'apprentissage humain est si efficace?



Vérifier la validité écologique des théories

Méthodologie

- A) Enrichir les LLMs de stratégies d'apprentissage inspirées de l'humain
- B) Tester le gain en apprentissage dans un régime de données à l'échelle humaine



Comment concevoir des LLMs plus efficaces?

Informatique

- **Internationales** : BabyLM, Zero-shot Learning Challenge



- **Internationales** : BabyLM, Zero-shot Learning Challenge



- **Nationales** : GT Cognition (GDR TAL, CNRS)



- **Internationales** : BabyLM, Zero-shot Learning Challenge



- **Nationales** : GT Cognition (GDR TAL, CNRS)



- **Locales (Aix-Marseille Université)** : ILCB, LIS, LPL



Pour conclure

Les LLMs sont des outils puissants et ils peuvent nous aider à apprendre

Mais leur entraînement est très coûteux en données, loin de l'efficacité humaine

Construire des outils durables pourrait passer par un meilleur alignement des LLMs avec les mécanismes d'apprentissage humain

Merci !