

Bébé IA: de l'humain à la machine

Yoshua Bengio
28 avril 2009

1. Intelligence
2. Apprentissage
3. Inspiration du cerveau
4. Défi des architectures profondes
5. S'attaquer au défi



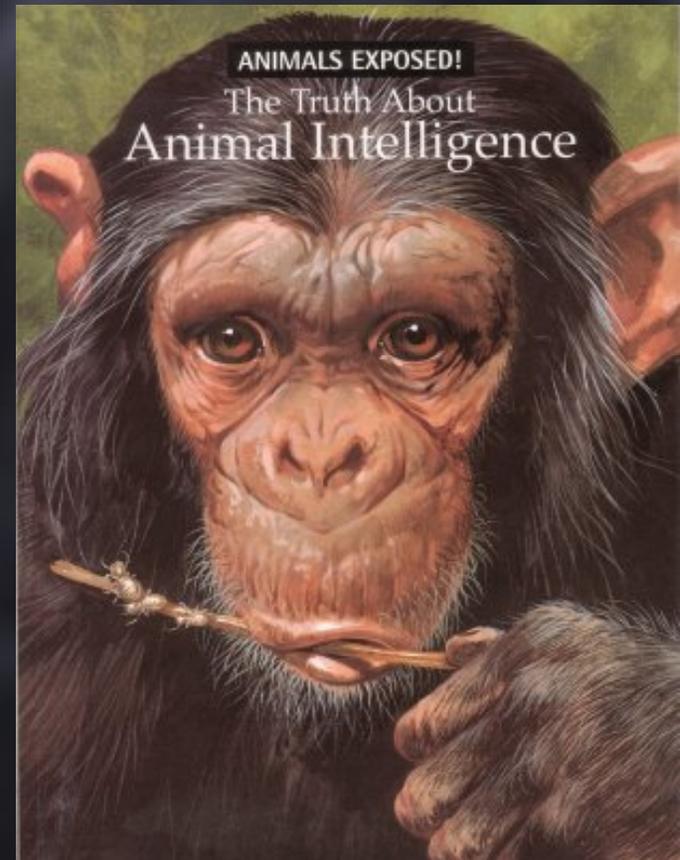
1. INTELLIGENCE

Nécessite l'acquisition de connaissances

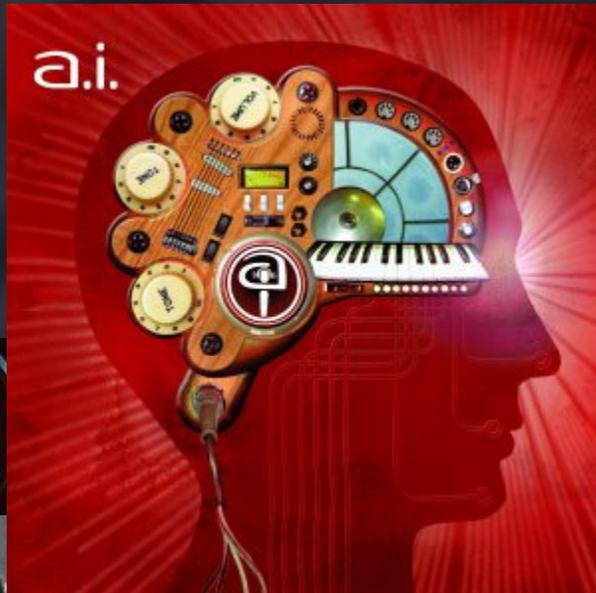
= APPRENTISSAGE

Intelligence naturelle

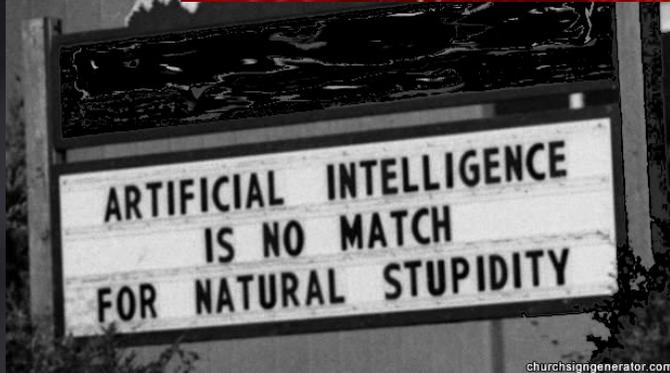
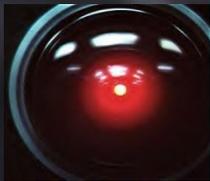
- S'adapter à de nouvelles situations pour survivre / se reproduire.
- Schémas comportementaux variés et adaptés
- Évolution + apprentissage individuel



Intelligence artificielle



- Encore loin du but!
- Pourquoi?
- Trop pressés d'y arriver plutôt que de comprendre?



Où prendre les connaissances?



- Intelligence:

connaissances implicites ou explicites

- Faillite de l'IA symbolique-explicite

A prendre les connaissances

- Chaque exemple, chaque expérience contribue à notre modèle du monde
- Innées vs acquises
- Apprentissage de tâches non prévues par l'évolution!

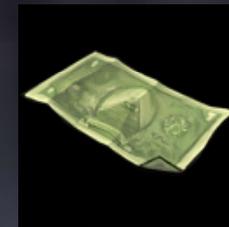
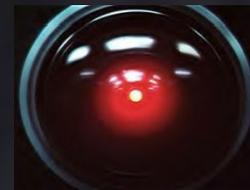


Apprentissage statistique

- Nouveau champs multidisciplinaire



- Nombreuses applications



2. APPRENTISSAGE

Apprendre à généraliser à partir
d'expériences variées

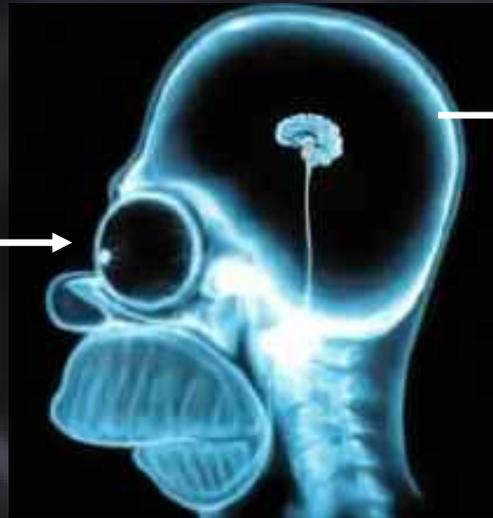
= CAPTER LES VARIATIONS

Apprentissage supervisé



Exemple d'apprentissage

Entrée X



Sortie $f(X)$

six

Cible Y

deux!

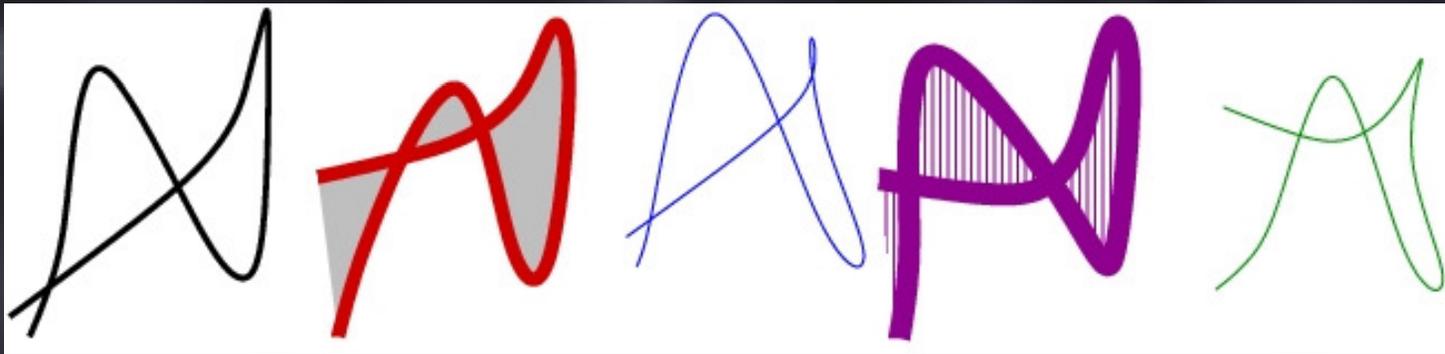


Qu'est-ce qu'un 2?



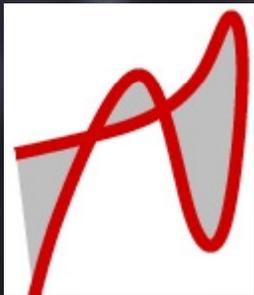
Apprendre le ZUF

Le ZUF: Première lettre de l'alphabet Klingon

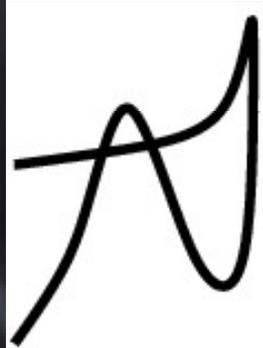


Reconnaître le ZUF

ZUF



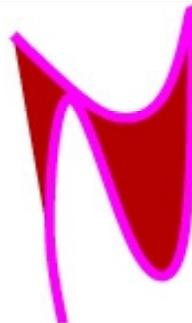
1



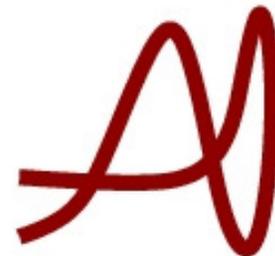
2



3



4



Conclusion: les Klingons peuvent généraliser!!!

Apprendre par coeur

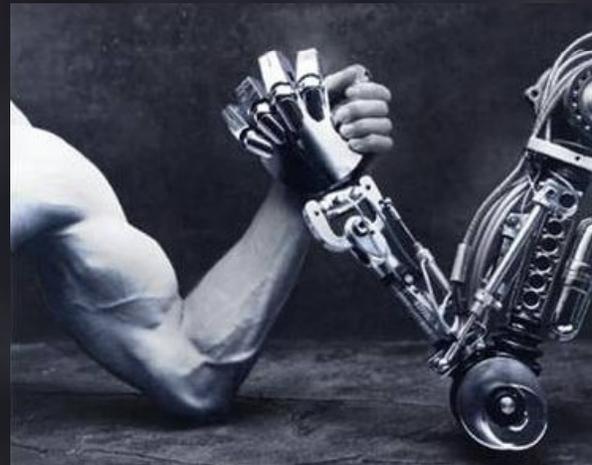
- Facile pour les machines
- Difficile pour les humains



ou

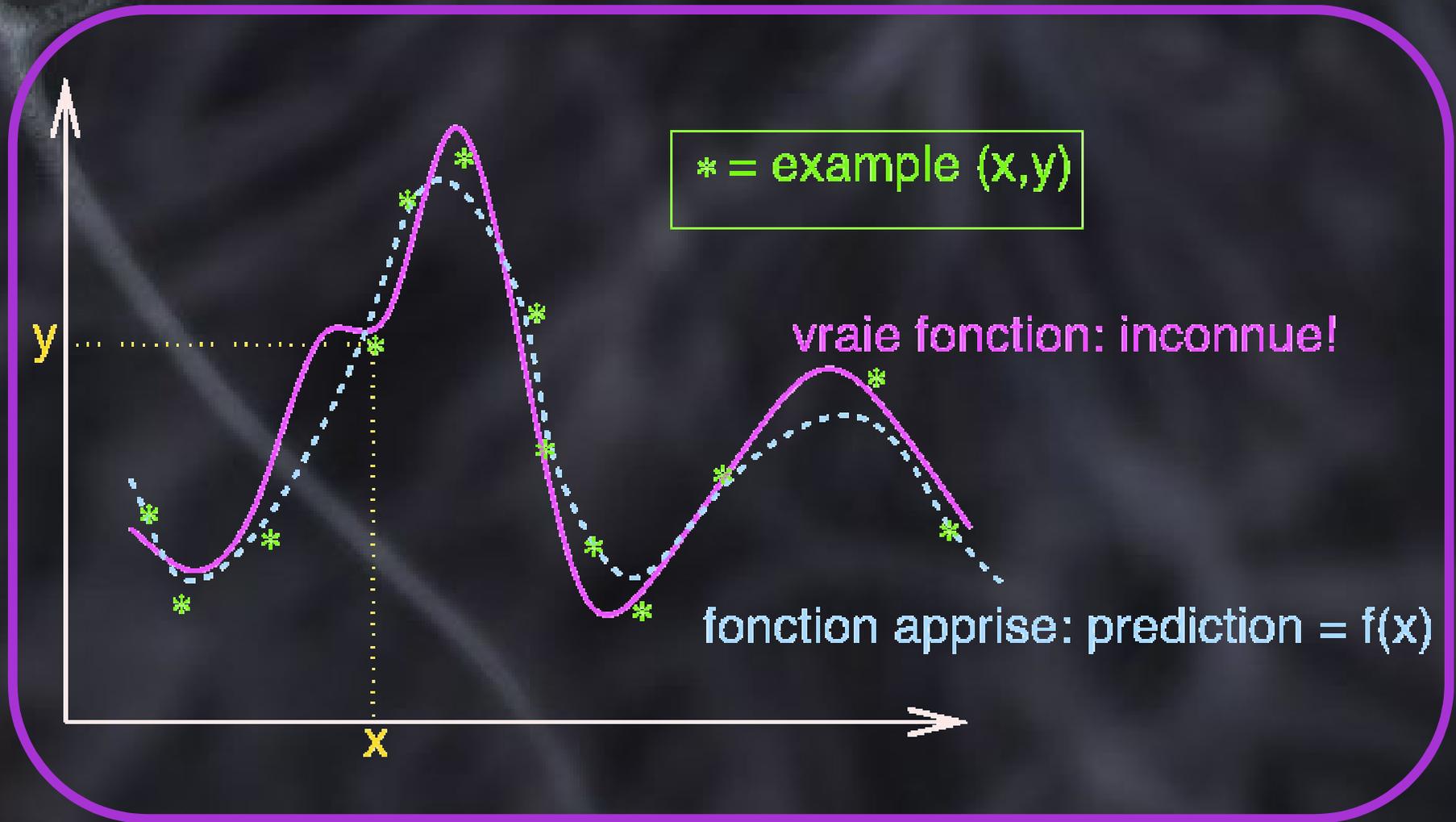
Généraliser

- Fondamentalement difficile

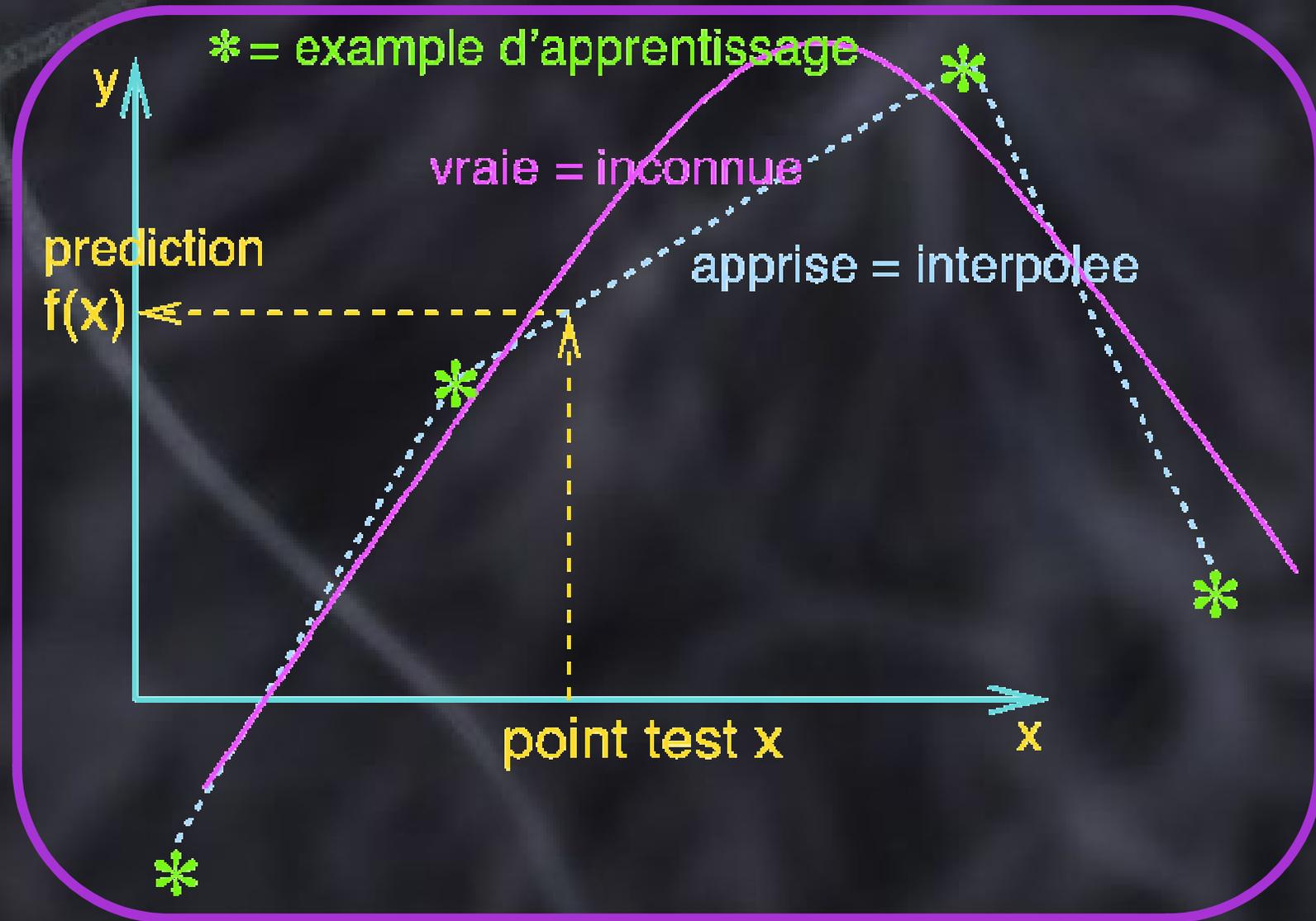


Plus facile pour les humains!

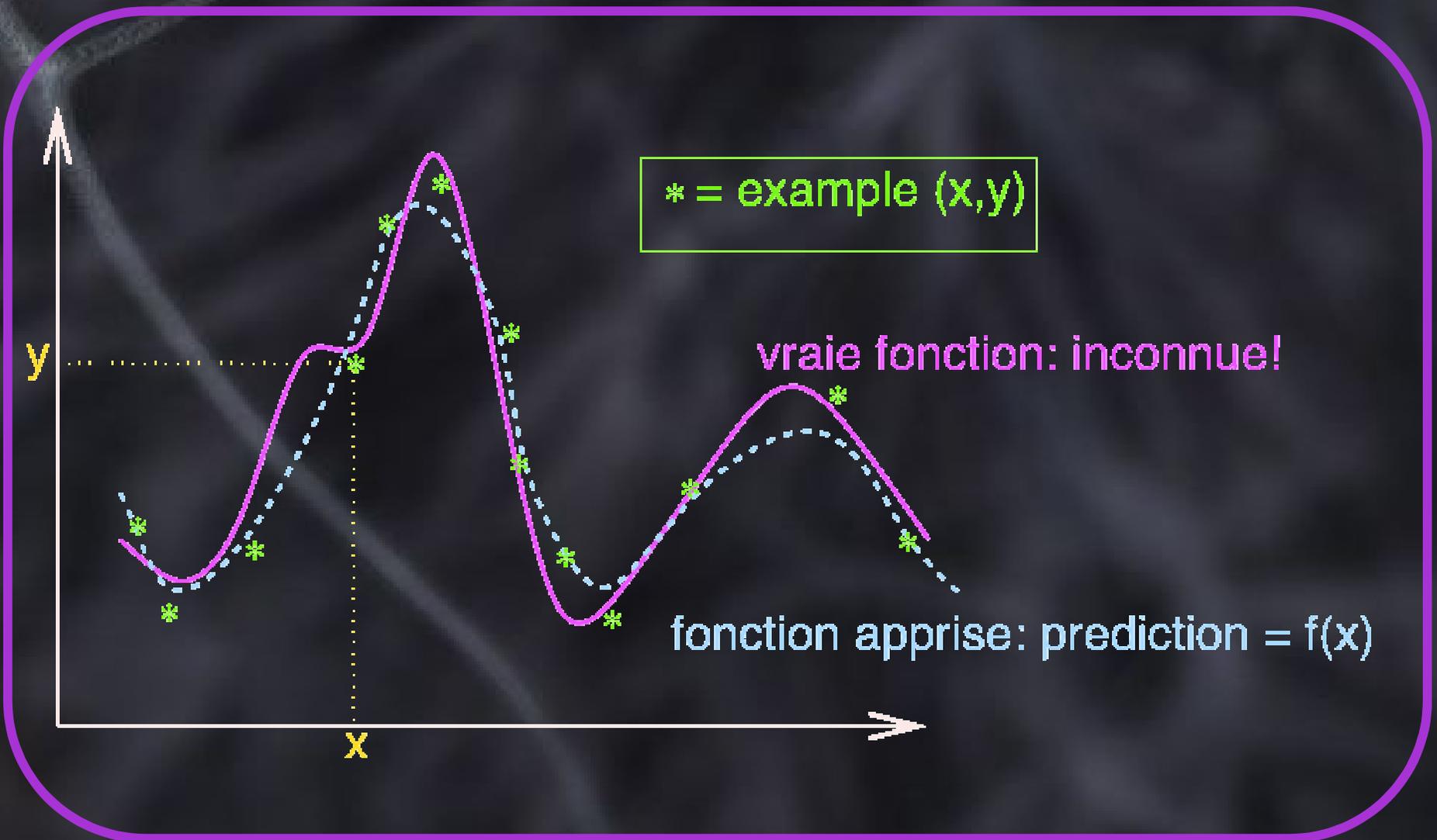
Apprentissage supervisé et généralisation



Capter localement les variations

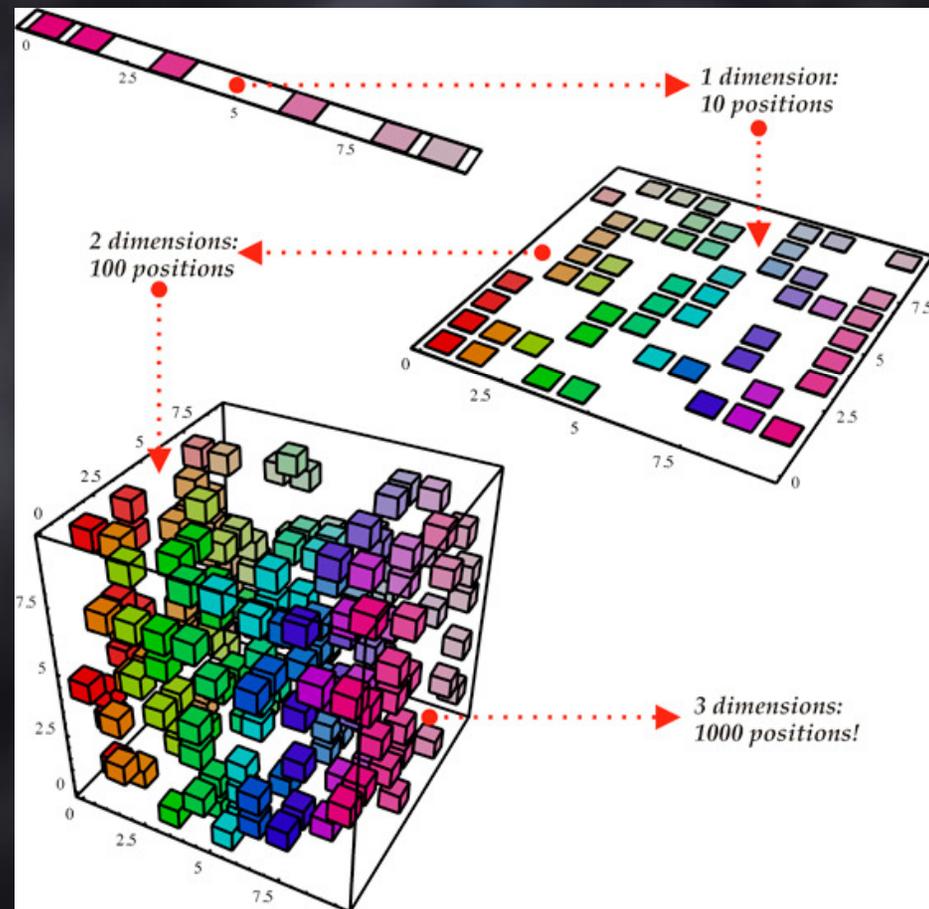


Facile avec peu de variations



Fléau de la dimensionnalité

Pour généraliser localement, on a besoin d'exemples représentatifs de chacune des variations possibles.



3. CERVEAU

Source d'inspiration

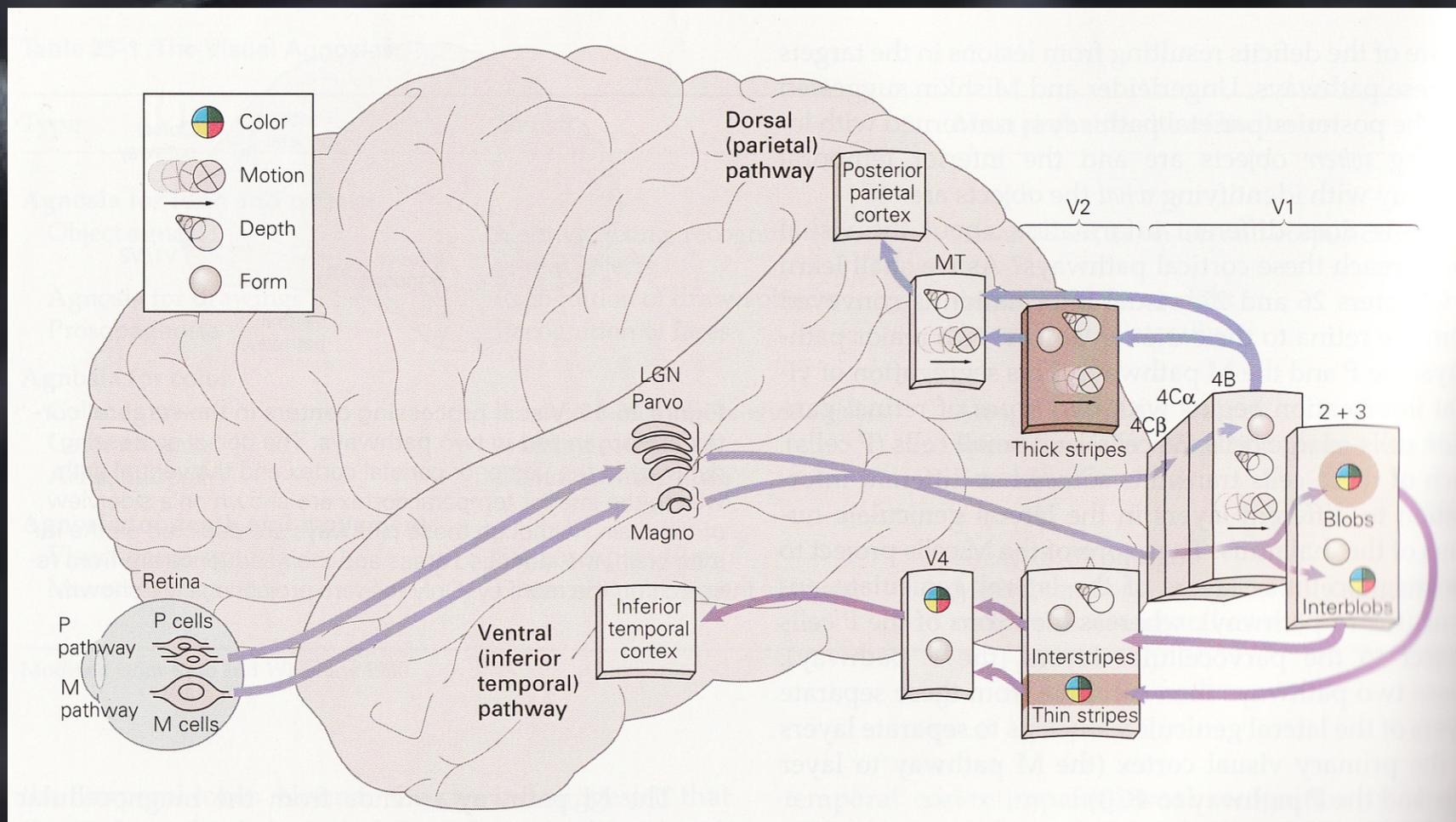
ARCHITECTURE PROFONDE

Cerveau qui apprend

- 10^{11} neurones,
 10^{14} synapses
- Complexe réseau de neurones
- Apprentissage:
modifier synapses

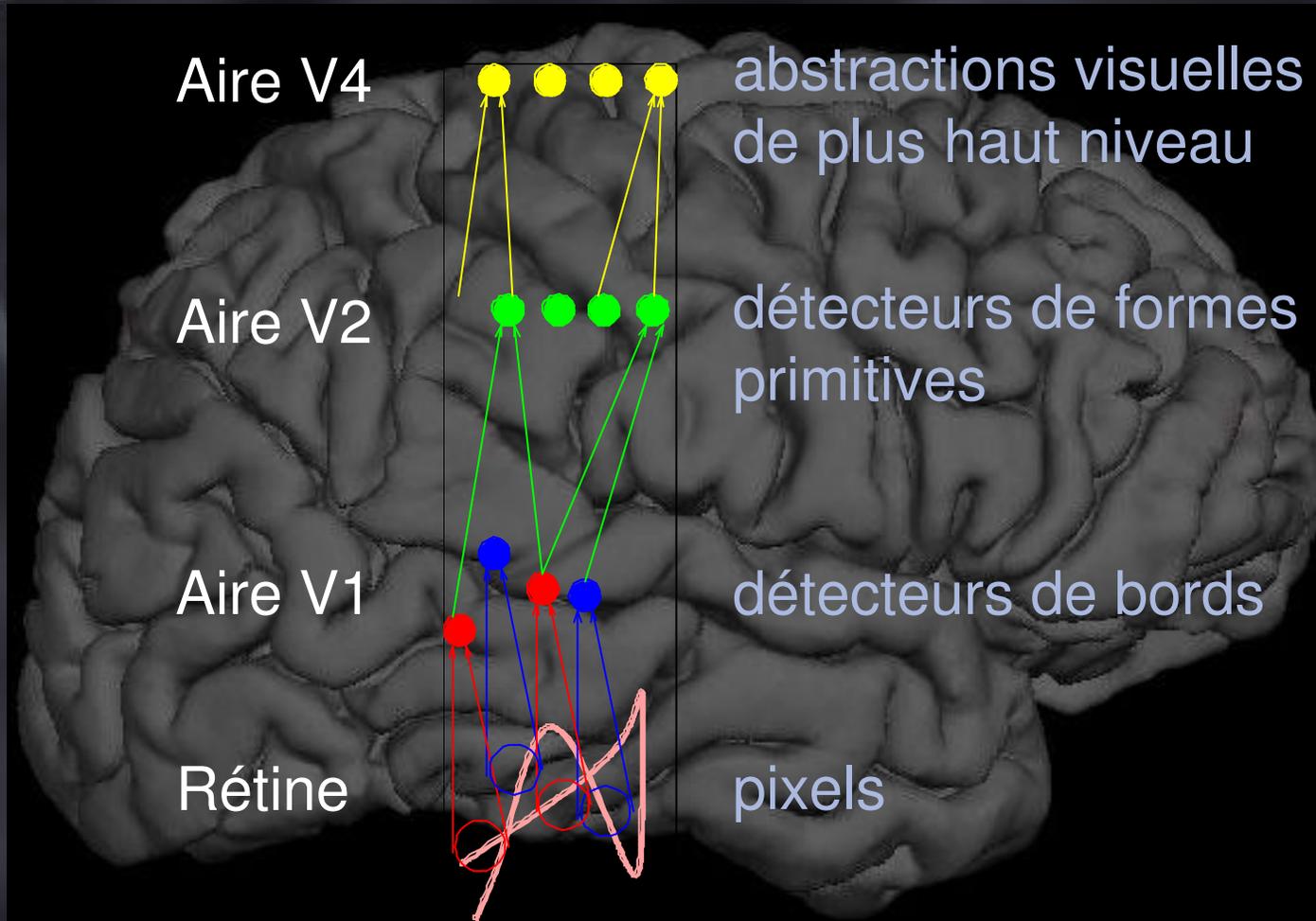


Systeme Visuel



séquence de transformations / niveaux d'abstraction

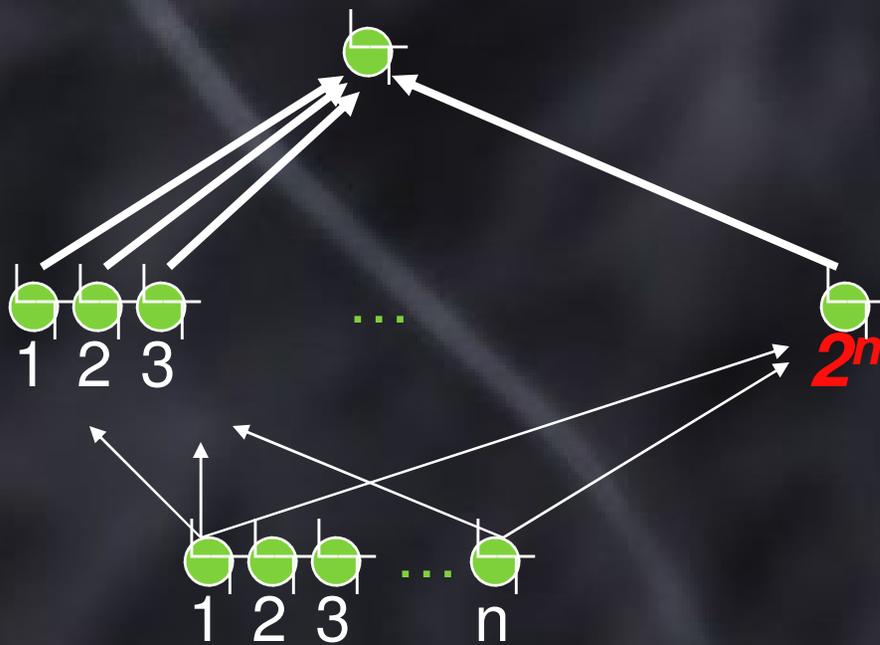
Architecture profonde dans le cerveau



Profondeur insuffisante

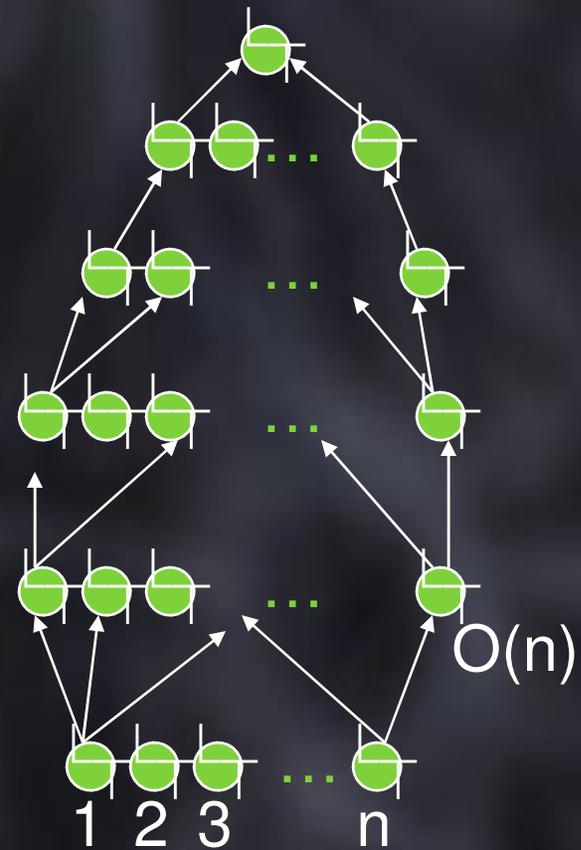
Profondeur insuffisante

Nombre exponentiel de calculs



Profondeur suffisante

Représentation compacte



Profondeur insuffisante

- Architecture obèse
- Très grand nombre de connexions à ajuster
- Moins bonne généralisation à de nouveaux exemples



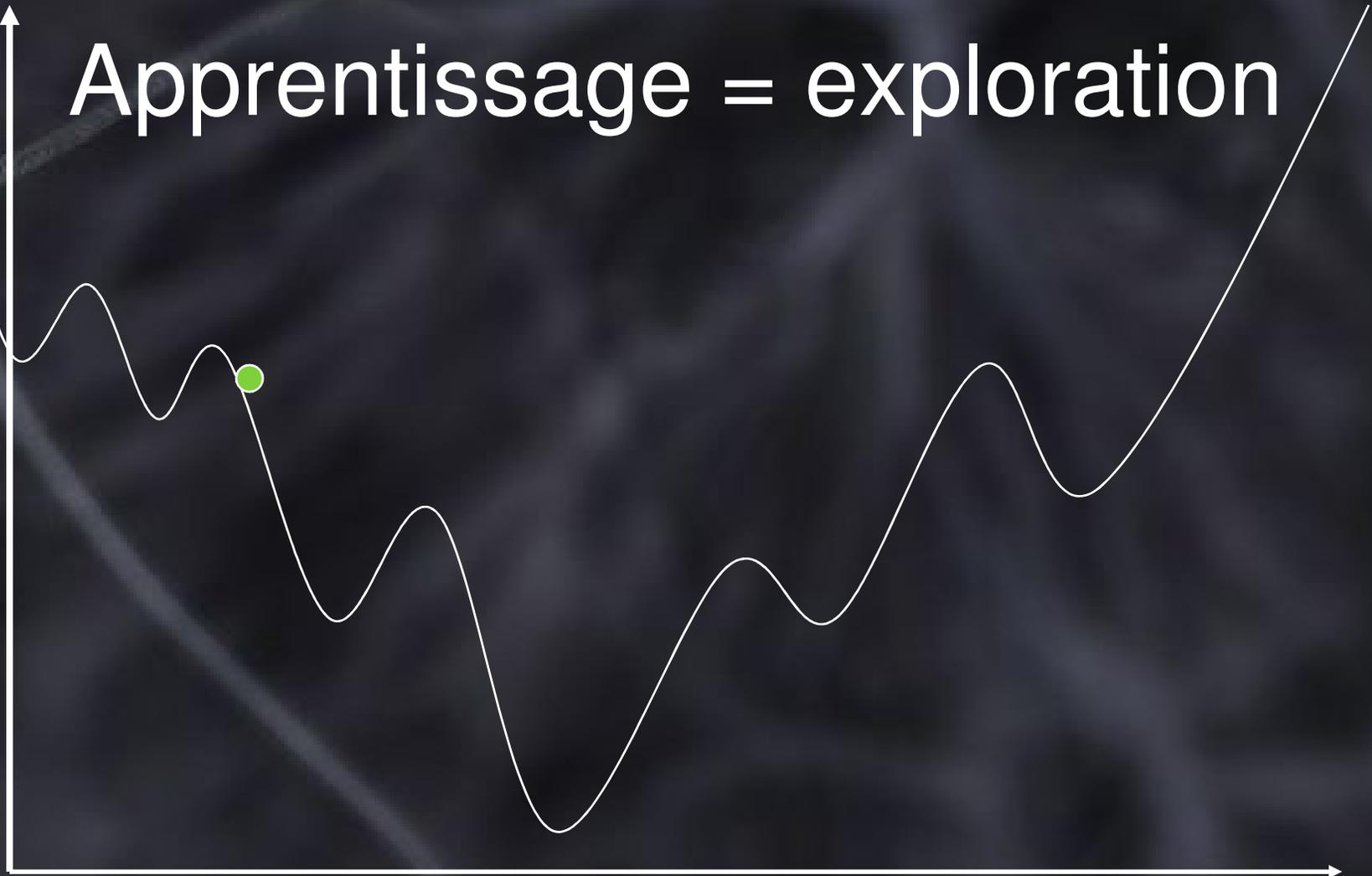
4. DÉFI

Défi des architectures profondes

MINIMA LOCAUX

Apprentissage = exploration

Taux d'erreur

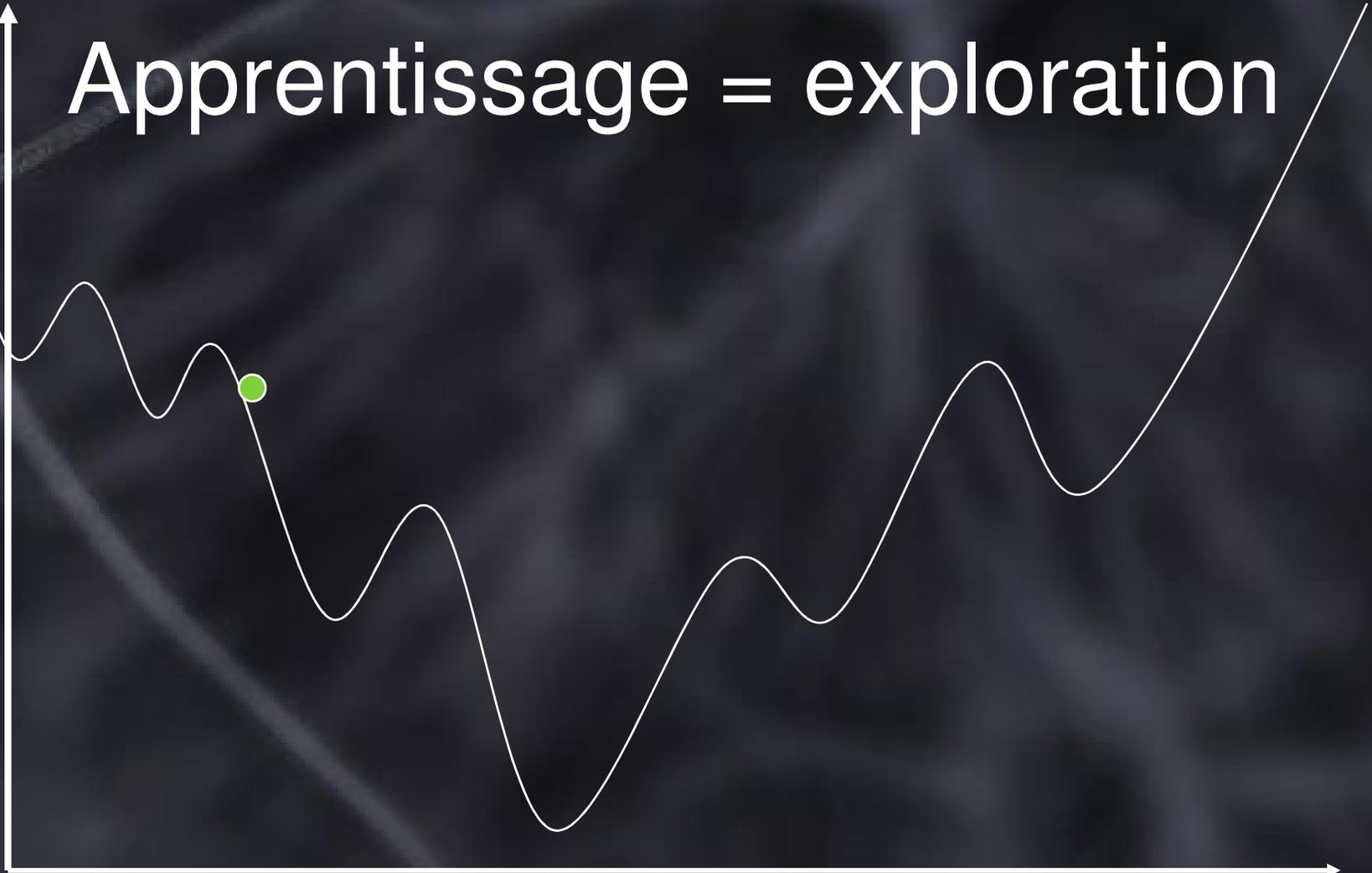


Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

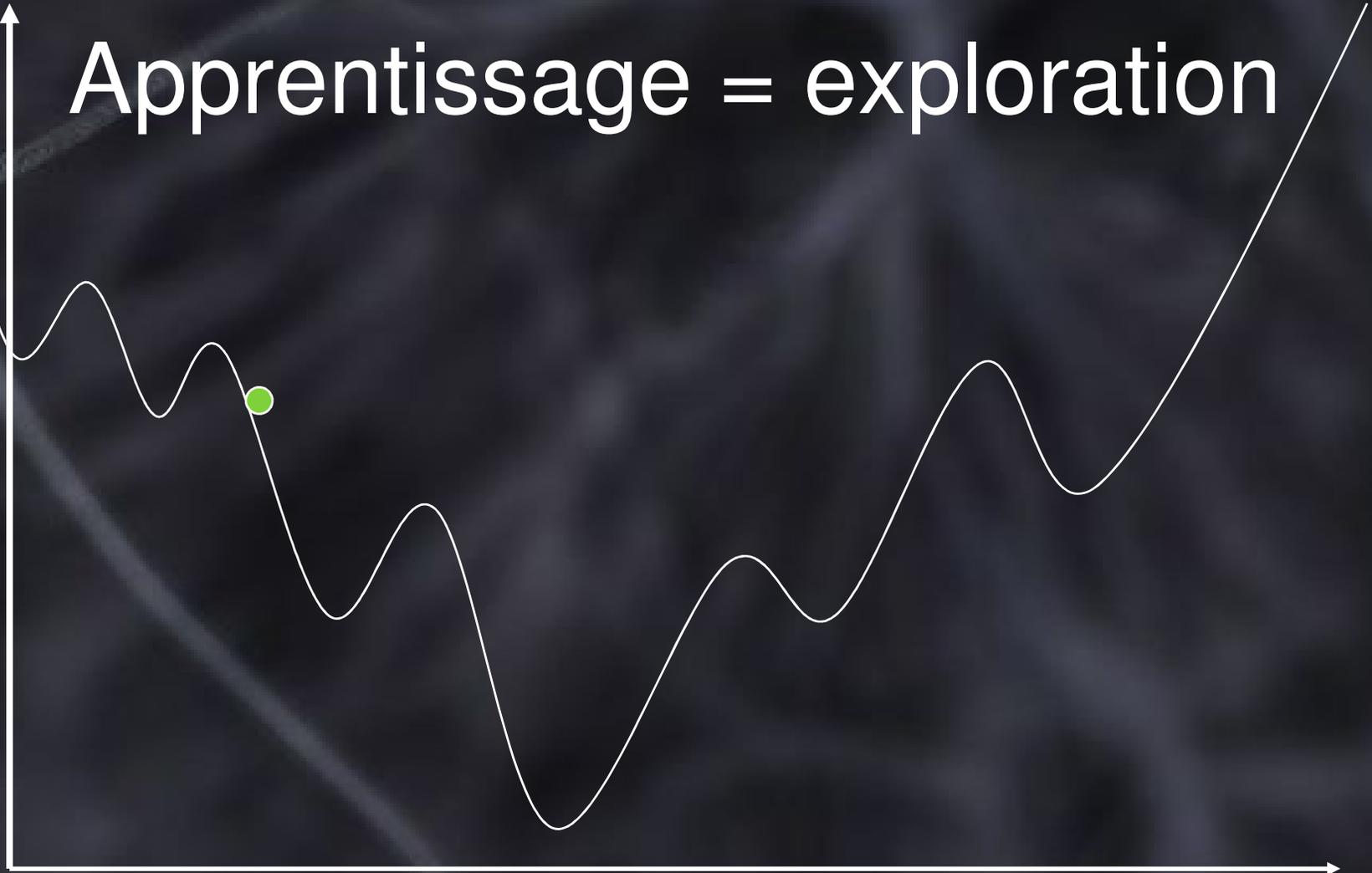
Taux d'erreur

Configurations des connexions synaptiques



Apprentissage = exploration

Taux d'erreur

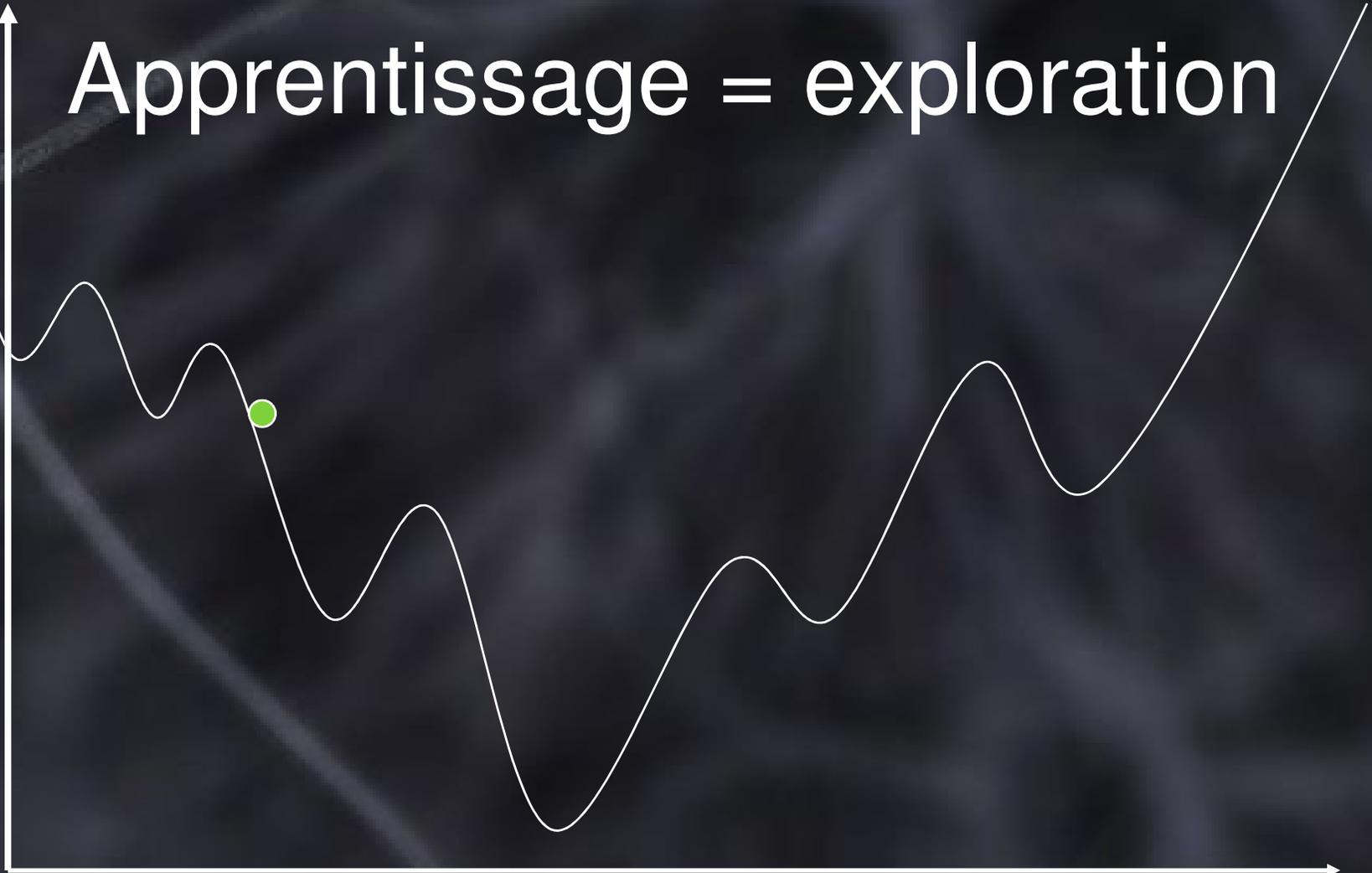


Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

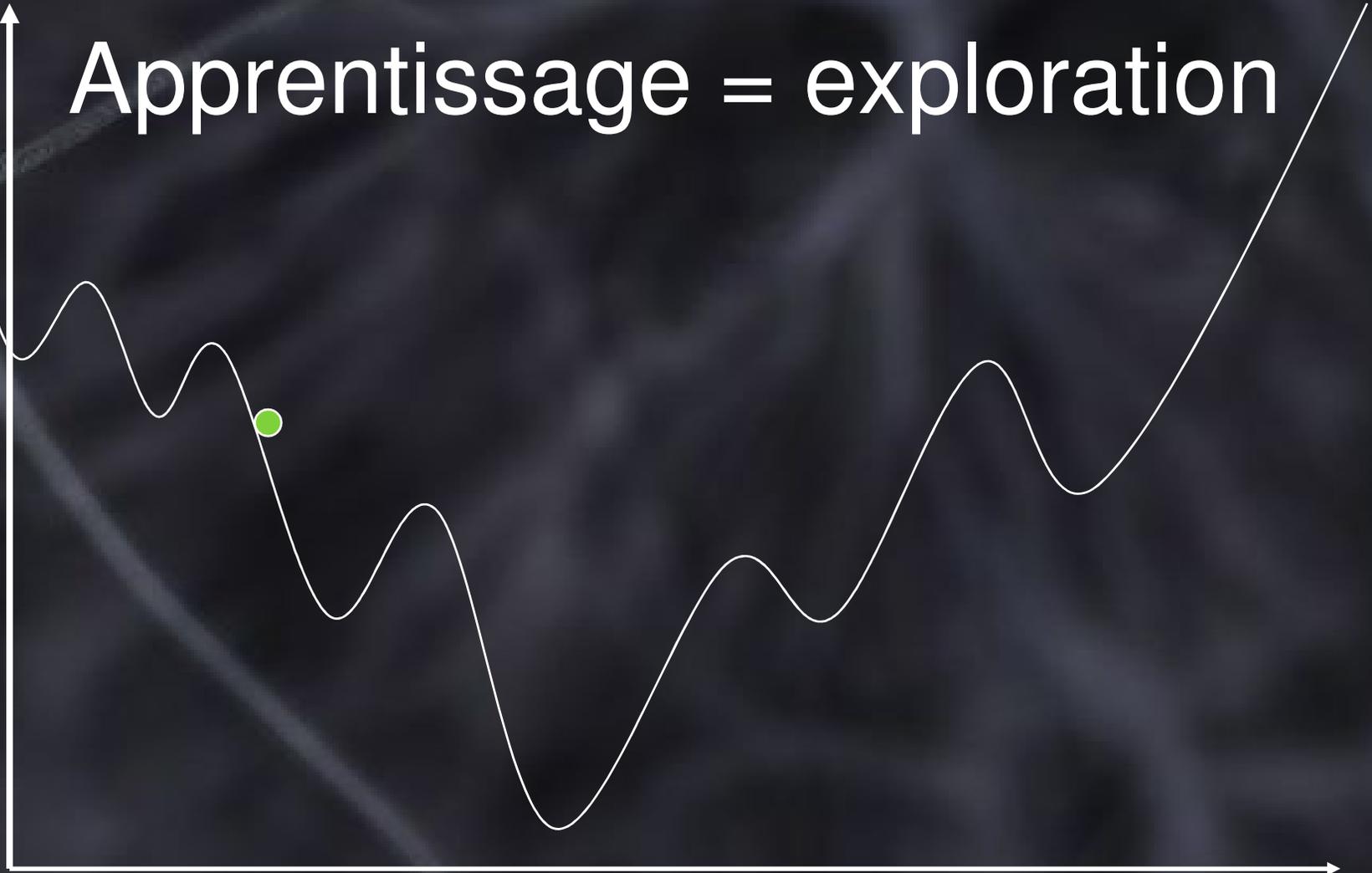
Taux d'erreur

Configurations des connexions synaptiques



Apprentissage = exploration

Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

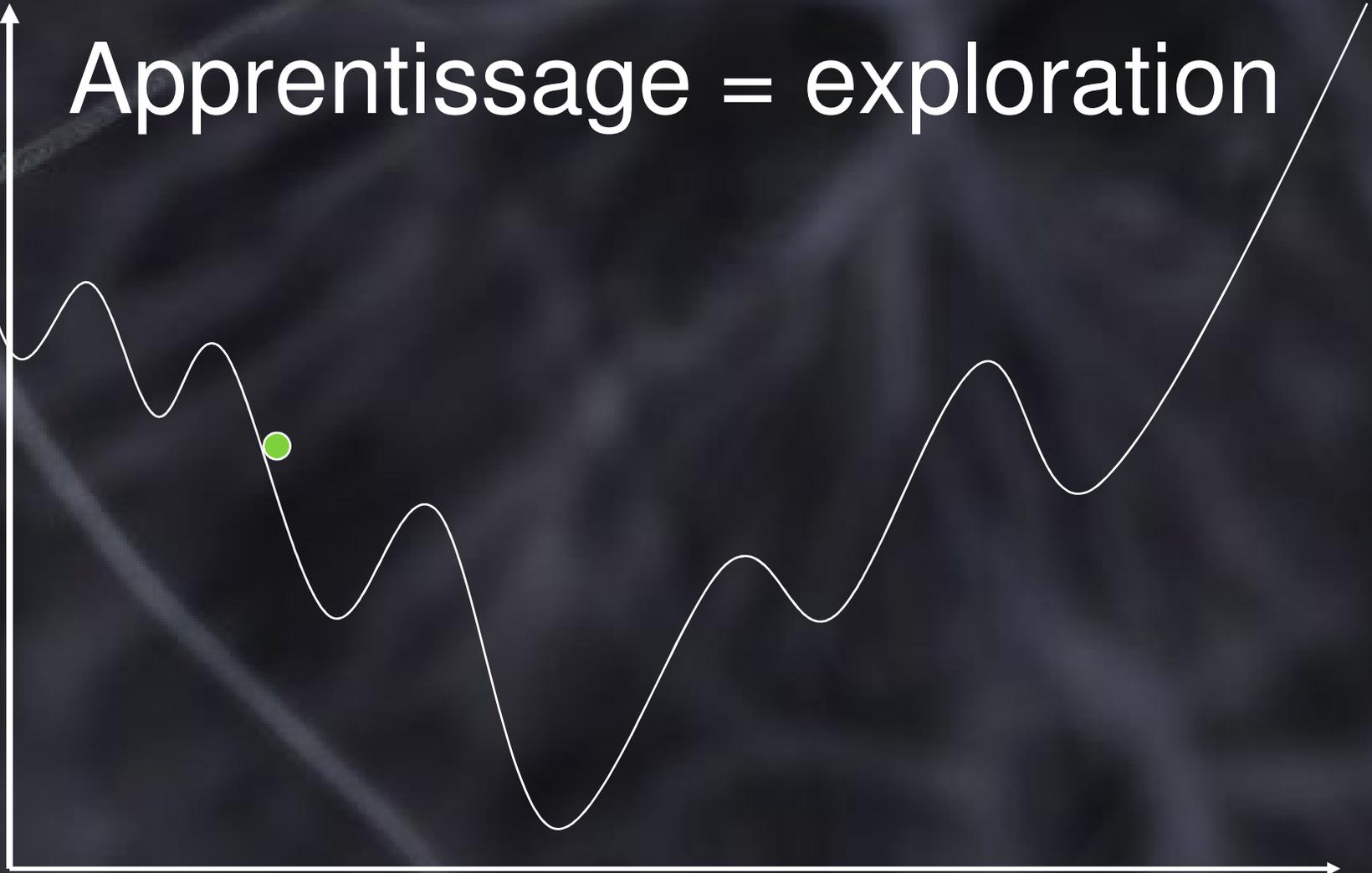
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

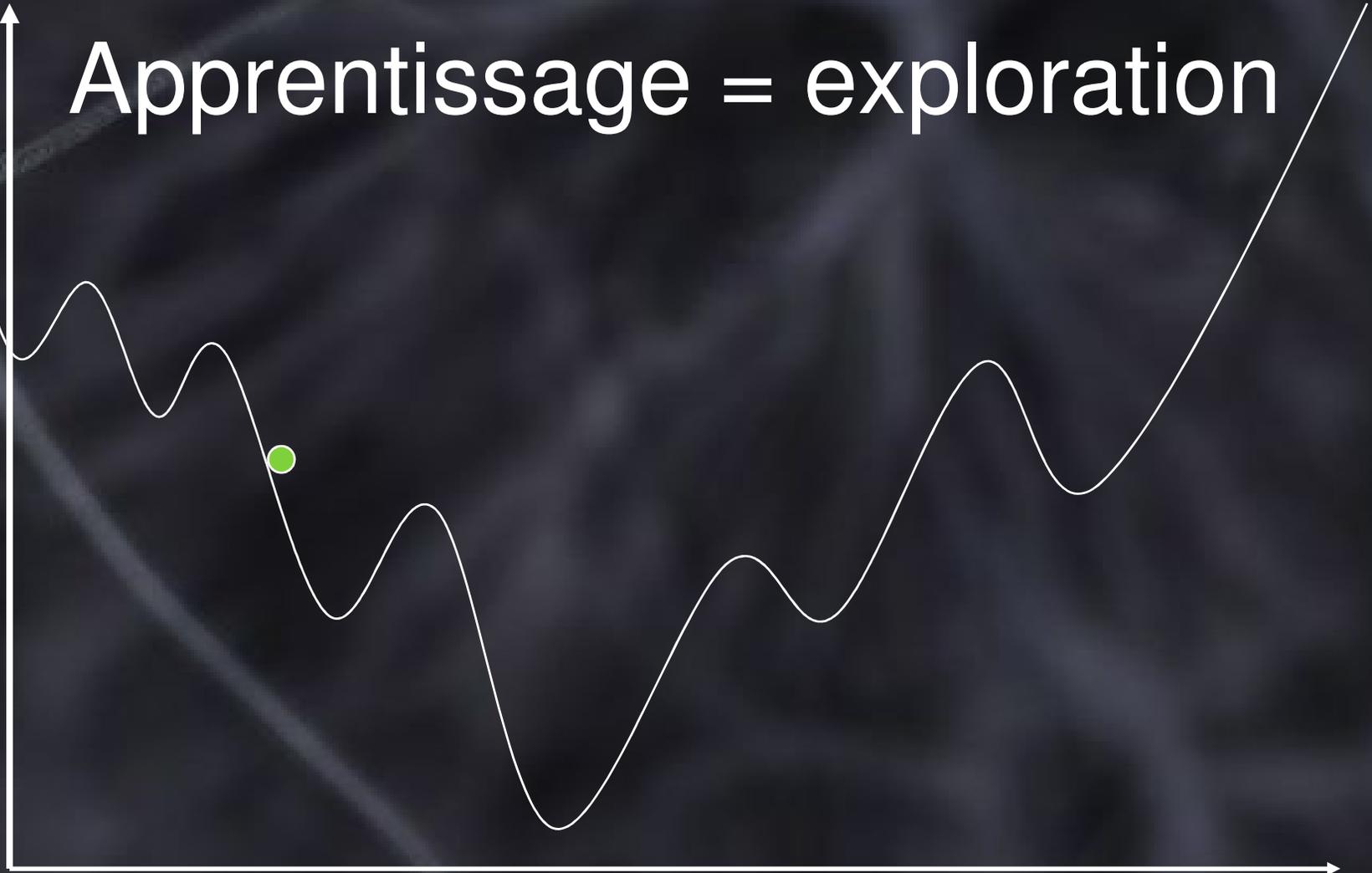
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

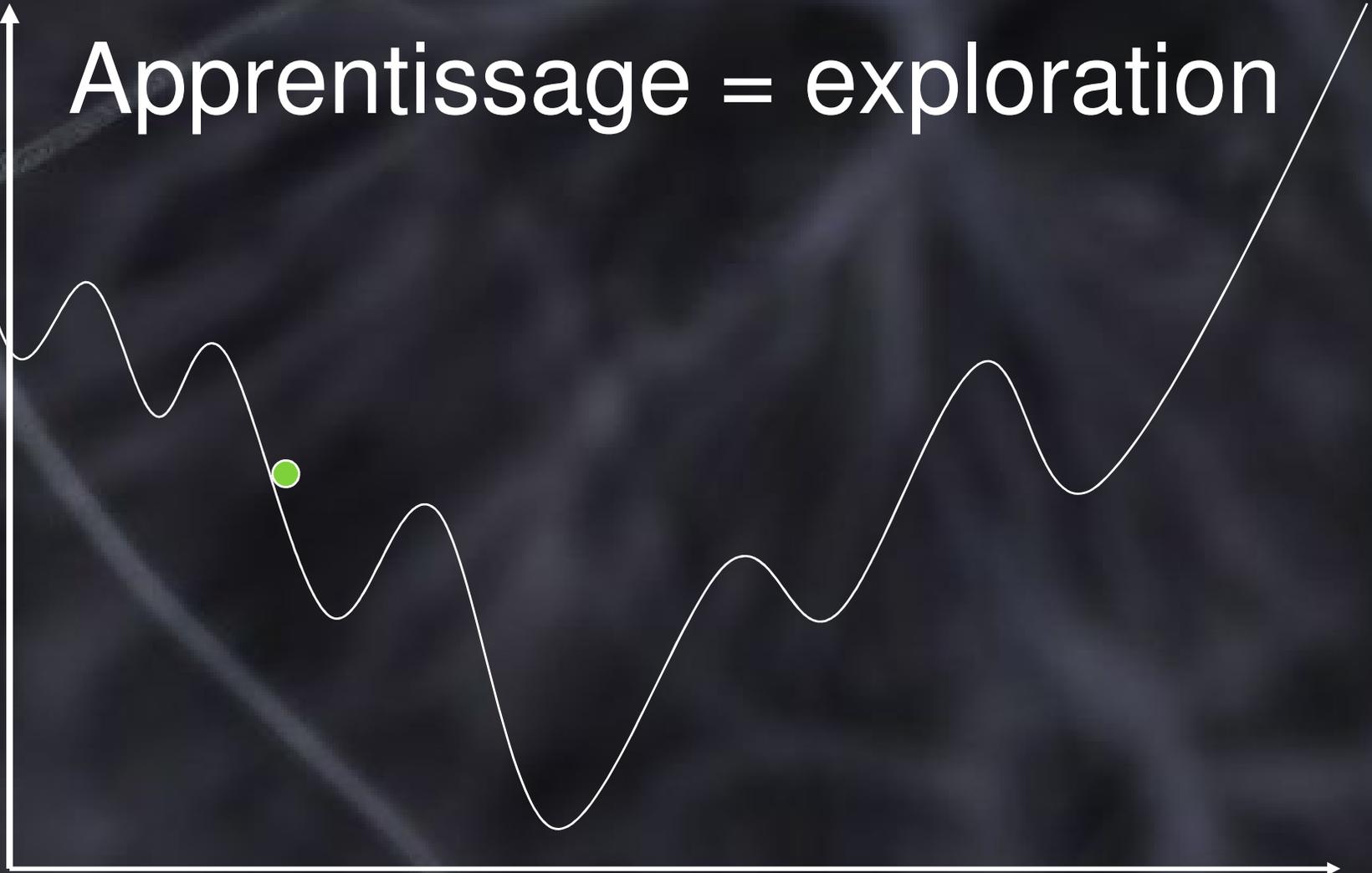
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

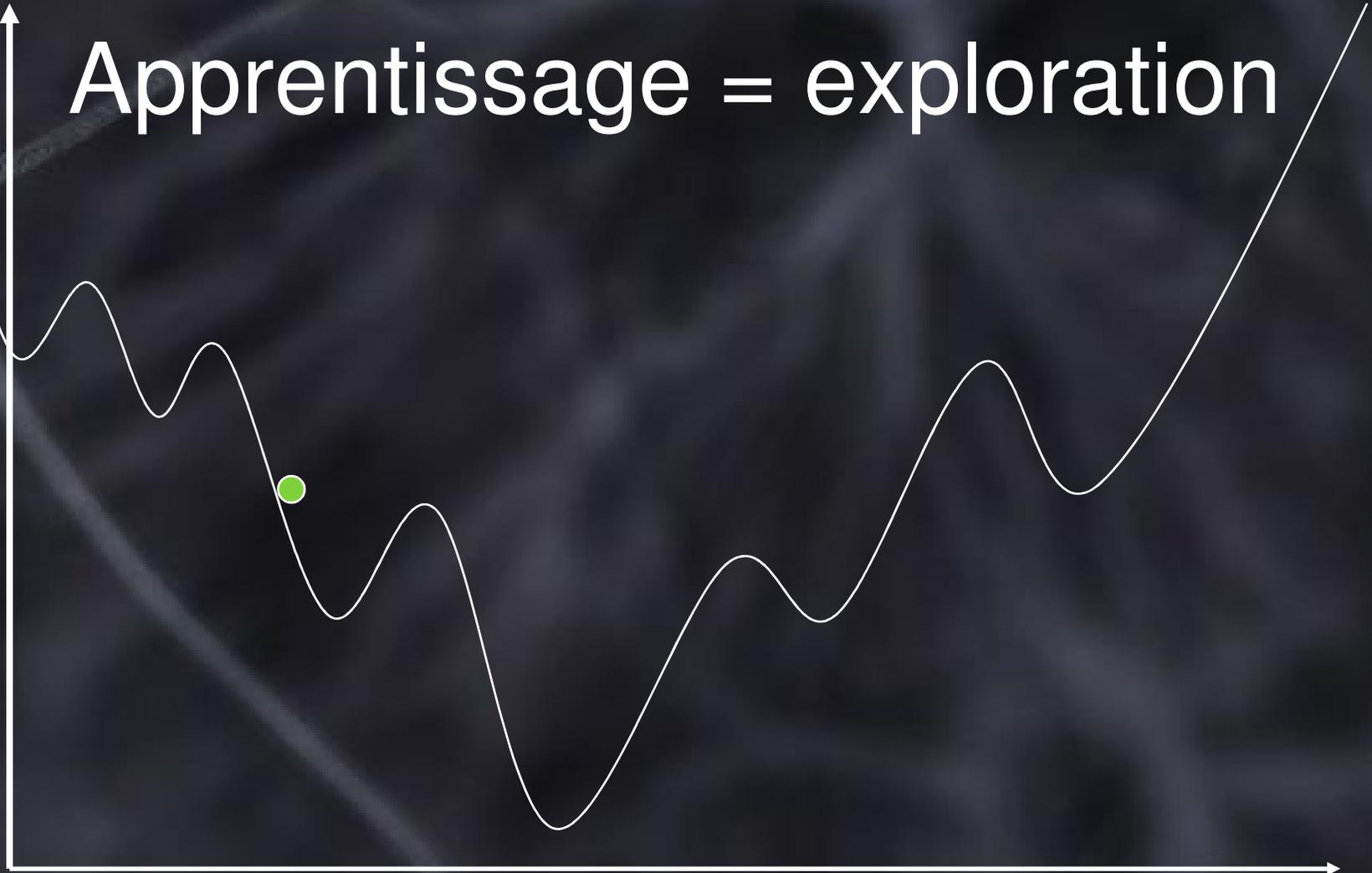
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

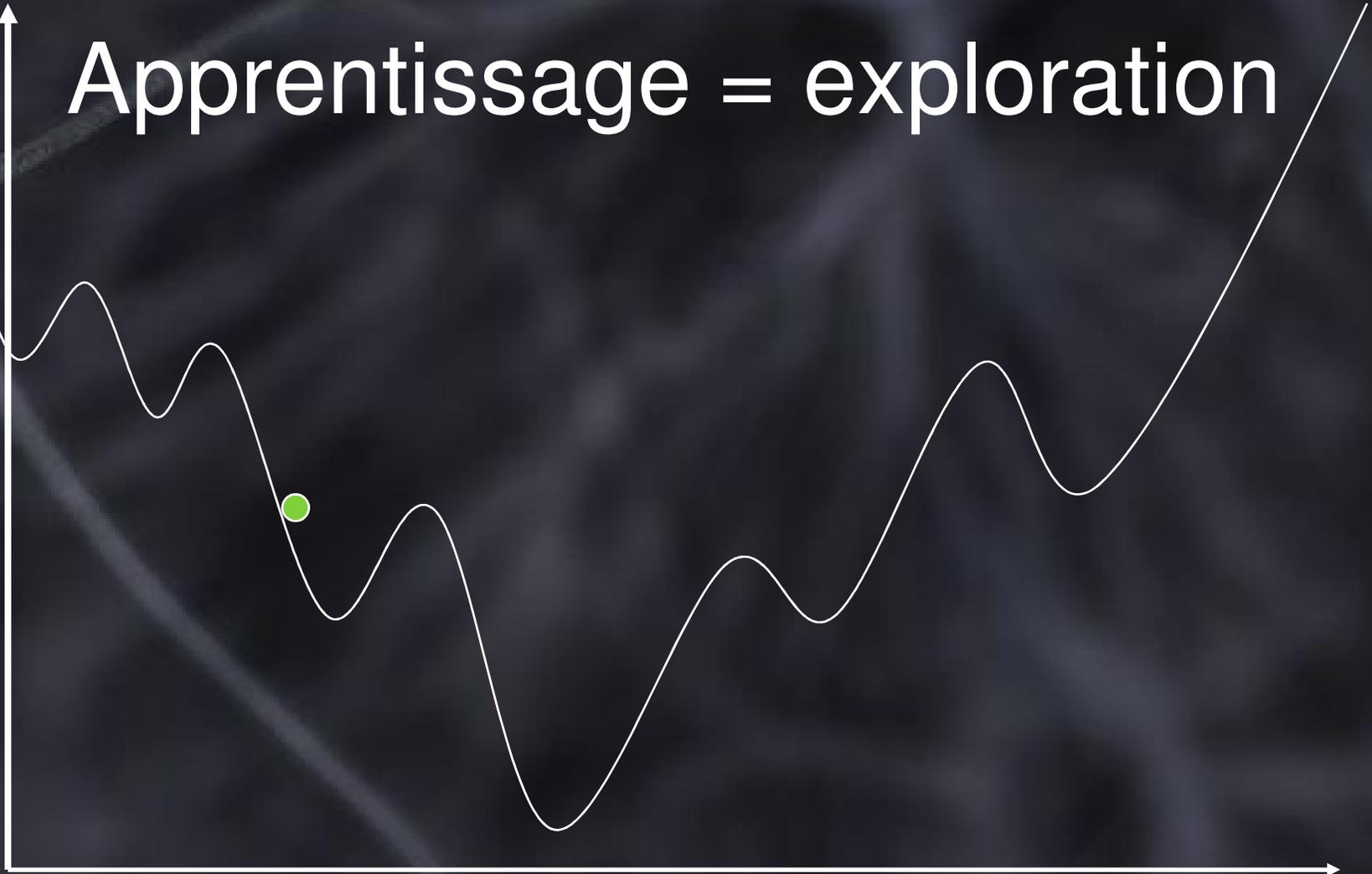
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

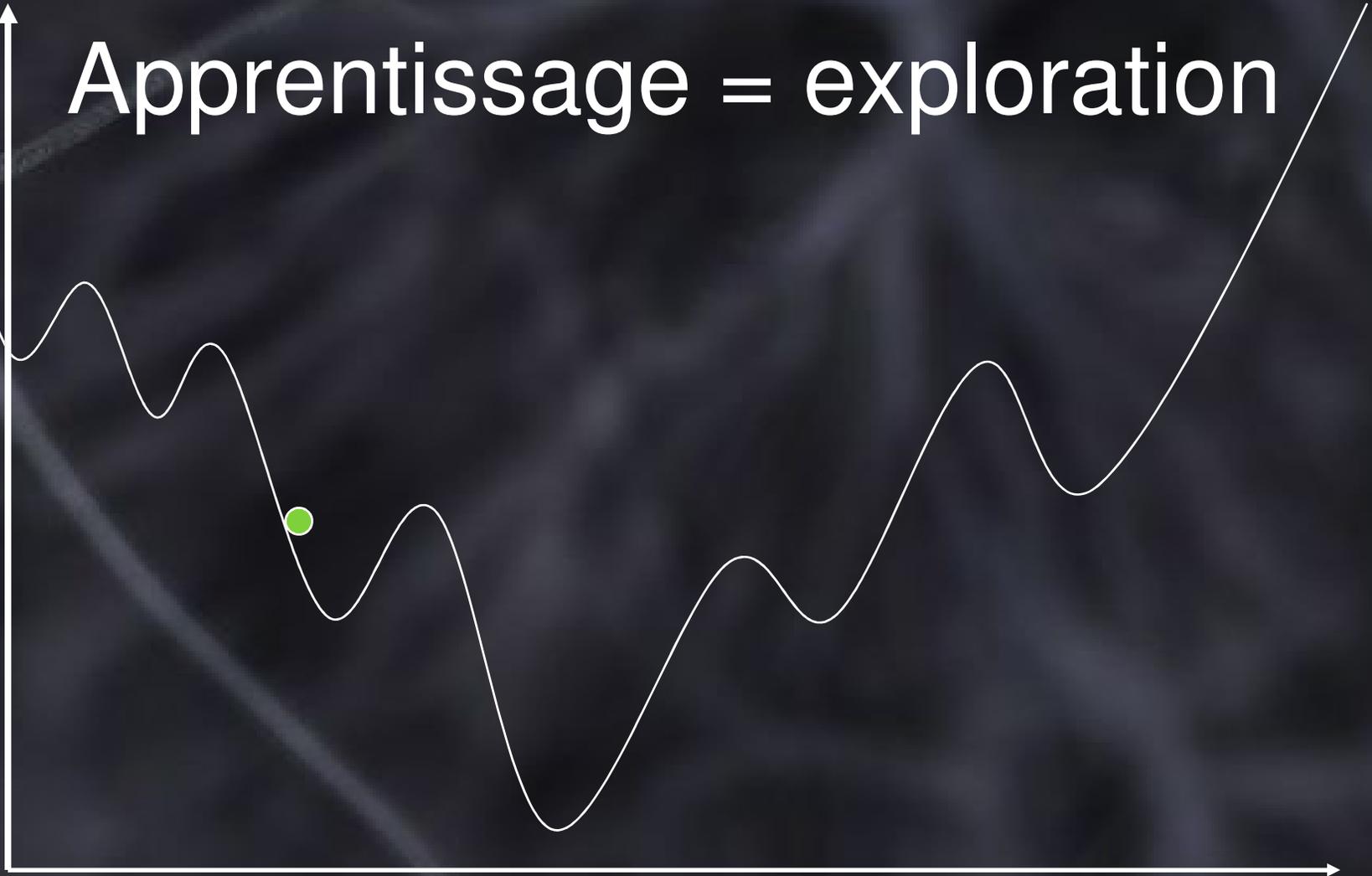
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

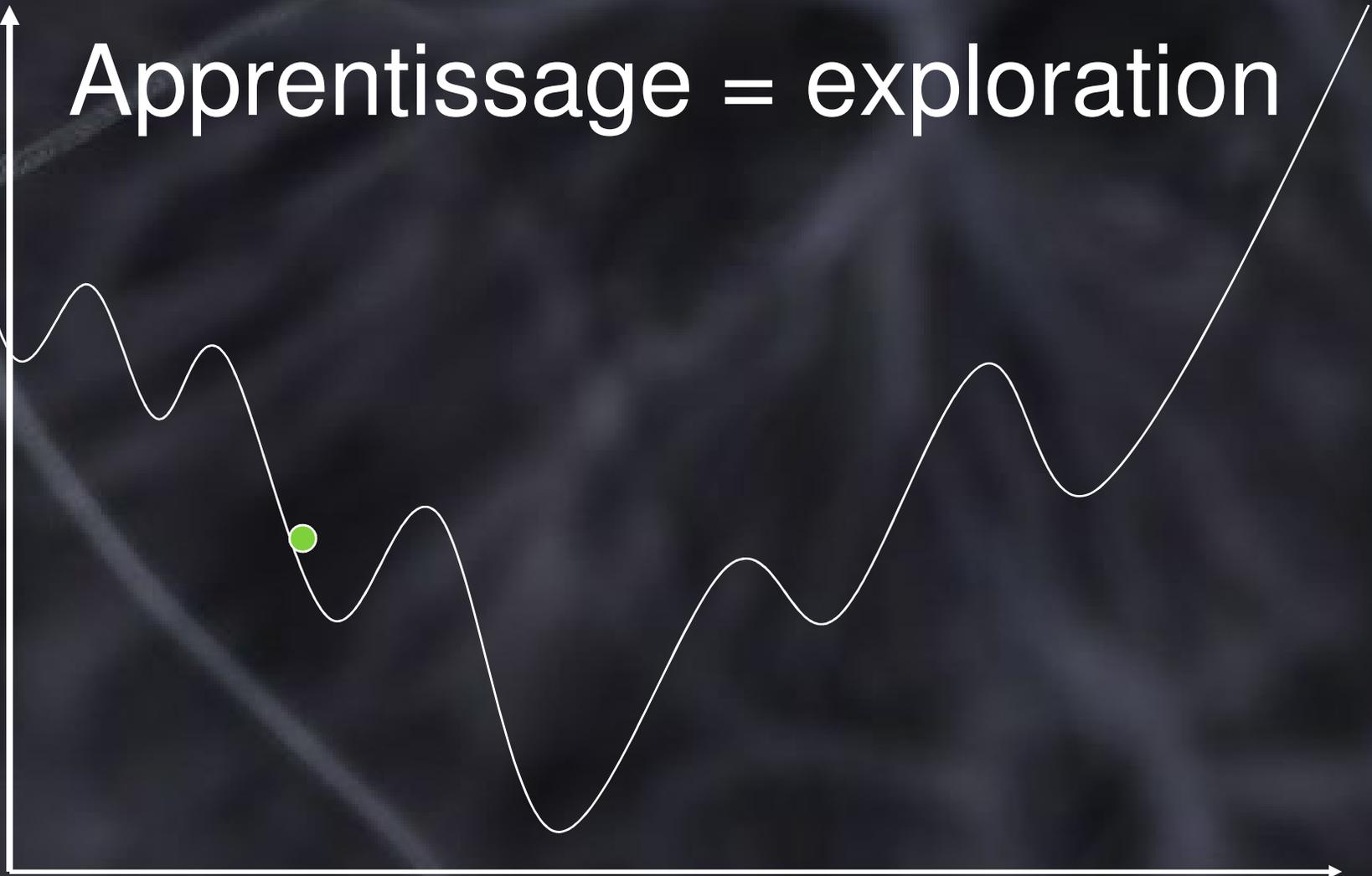
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

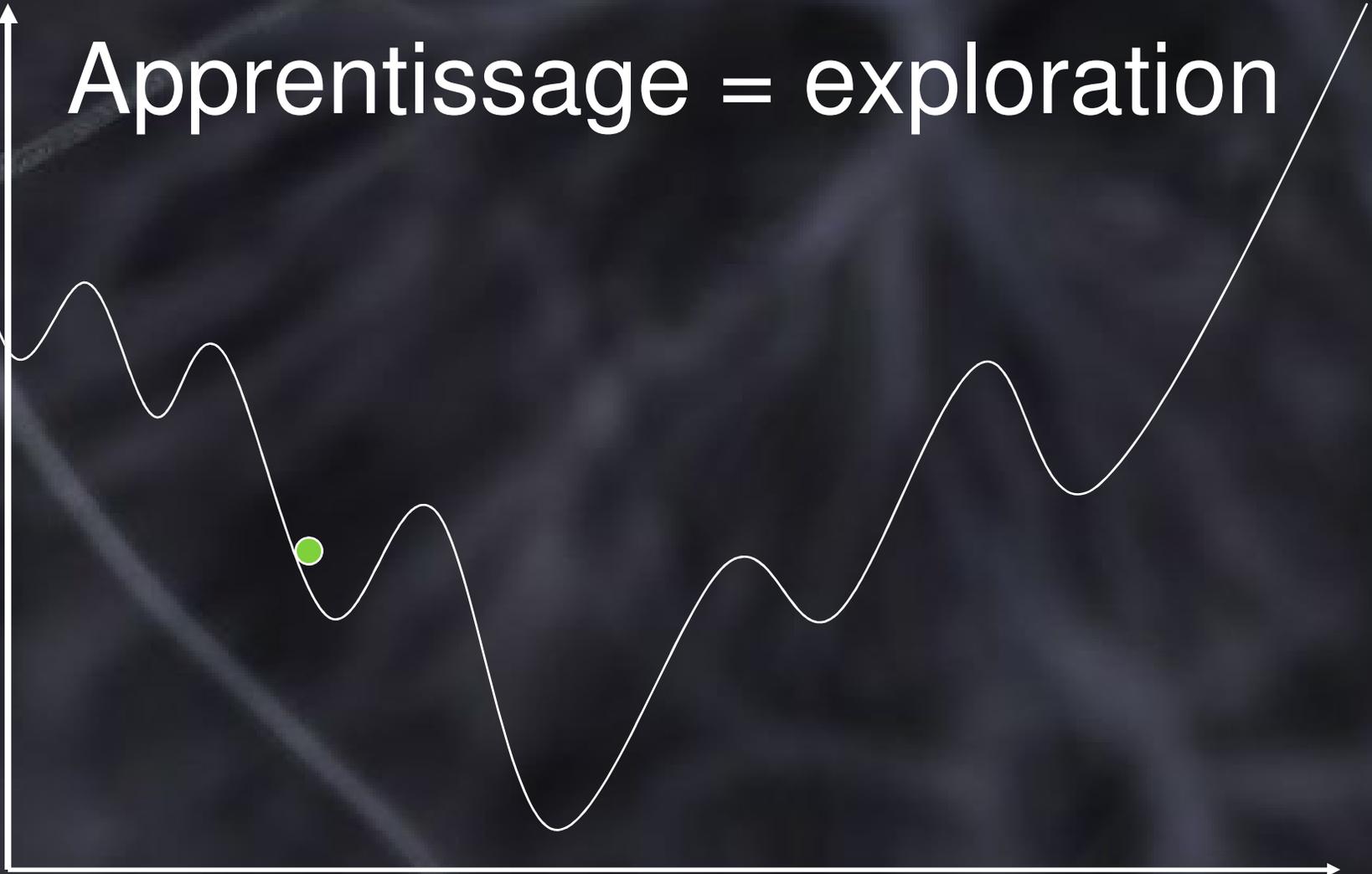
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

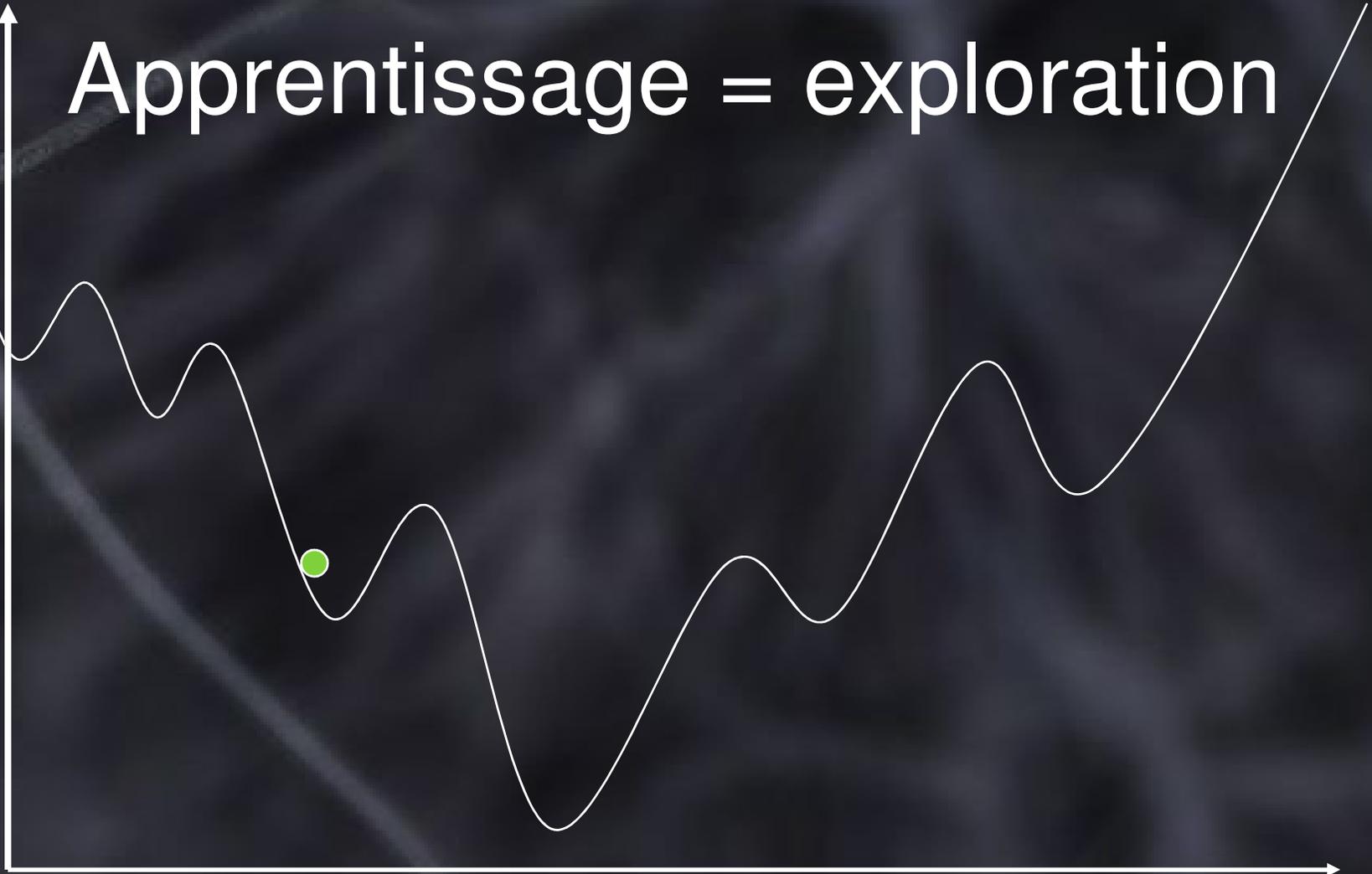
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

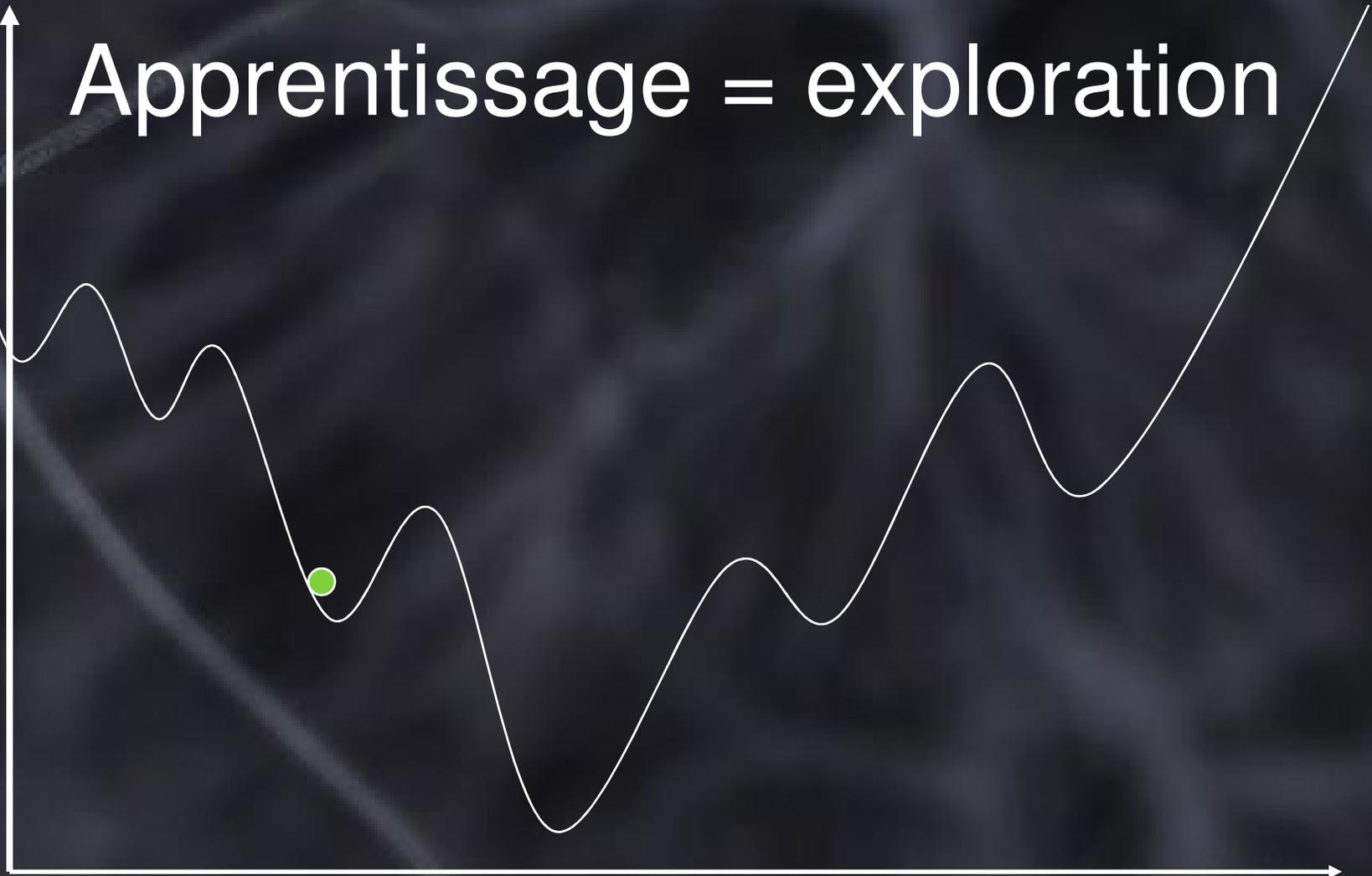
Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration

Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

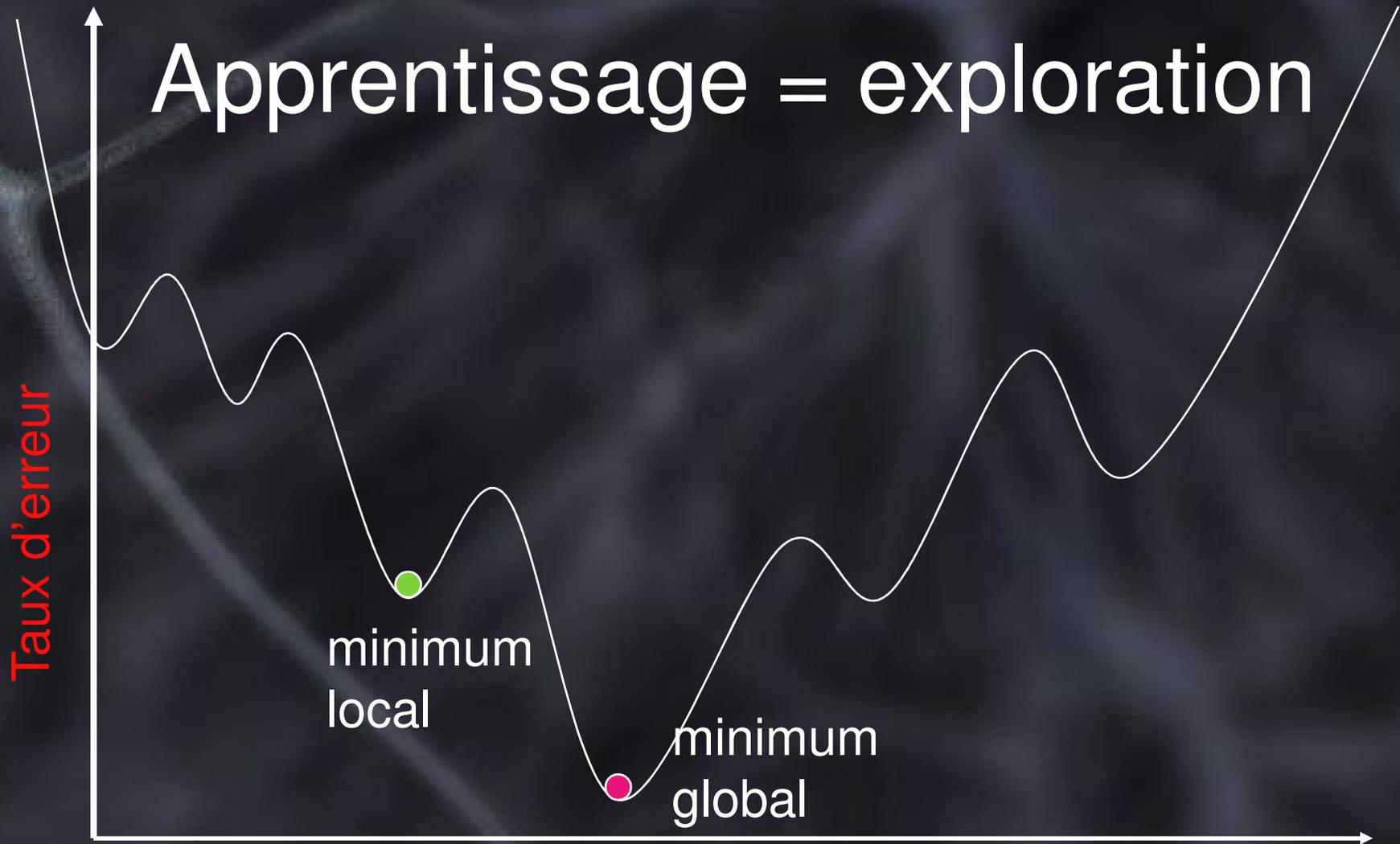
Apprentissage = exploration

Taux d'erreur



Configurations des connexions synaptiques

Apprentissage = exploration



Configurations des connexions synaptiques

Percée!



Avant 2006

Échec des architectures profondes

Après 2006

Entraîner un niveau après l'autre, pour extraire des abstractions de plus en plus haut niveau



Succès des architectures profondes

Depuis 2006

- Record battu sur le banc d'essai MNIST en reconnaissance de caractères
- Gagnants du concours NetFlix
- Records battus en traitement du langage naturel†
- La NSF et DARPA s'y intéressent...

5. SOLUTIONS

Humains comme source d'inspiration
Outils mathématiques pour comprendre

BÉBÉ IA

Développement et éducation

- Humains et animaux: apprendre des tâches complexes?
- Développement dans le cerveau: plusieurs étapes de maturation



Développement et éducation

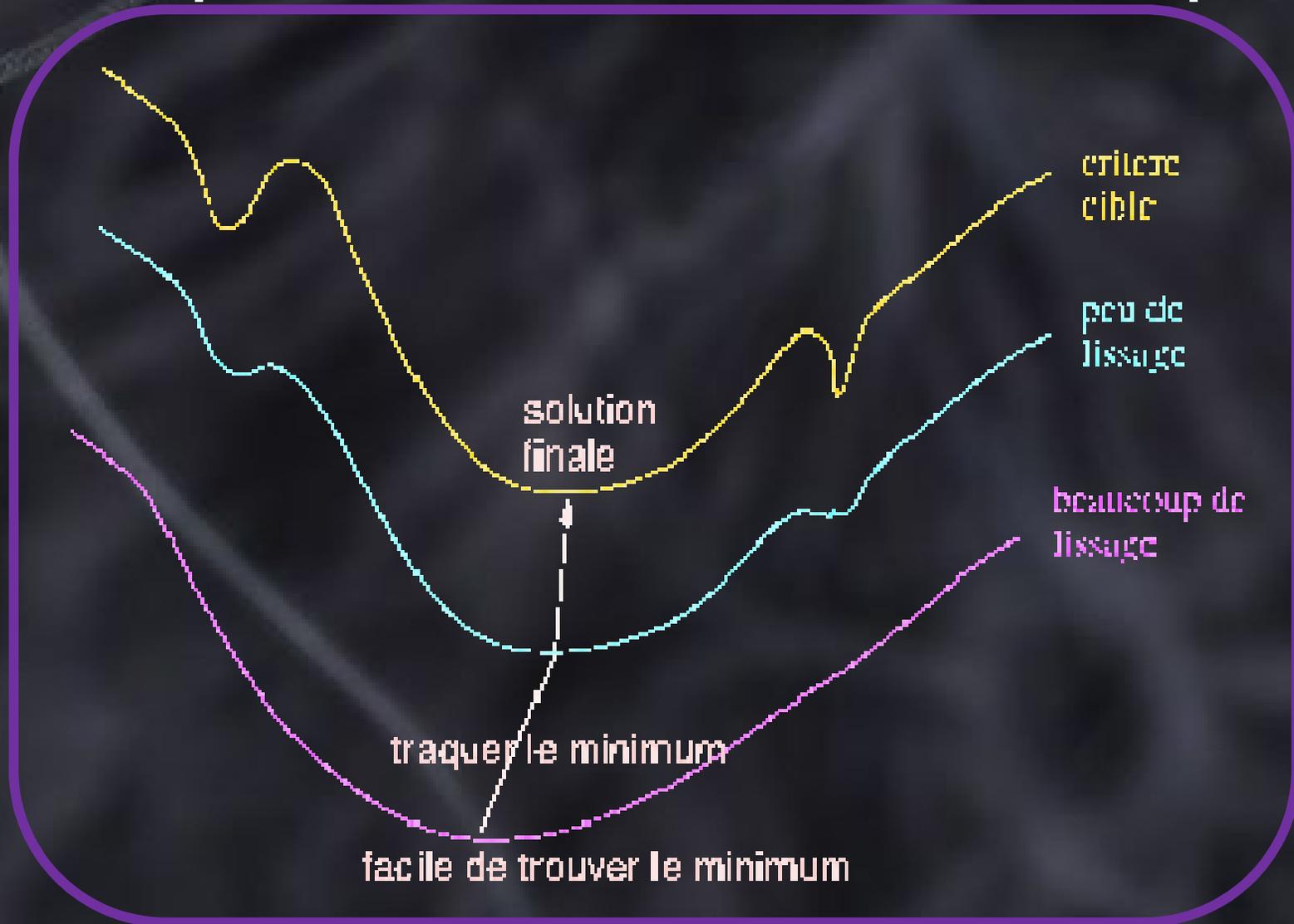
- Commencer avec des tâches simples
- Concepts complexes construits sur des concepts plus simples



Changer de méthodologie

- Algorithmes d'apprentissage actuels:
un ensemble de données = tous les
exemples mélangés
- Nouveau cadre: une séquence de tâches
graduellement plus difficiles
- Apprendre à la frontière de nos capacités
conceptuelles

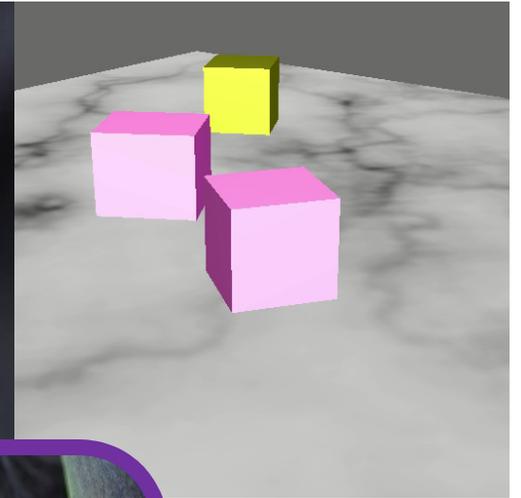
Compréhension mathématique



Projet: Bébé IA



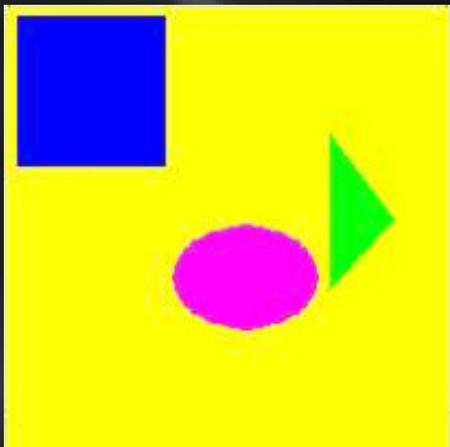
Mondes virtuels



Modalité 1: Question

Quelle est la couleur du triangle?

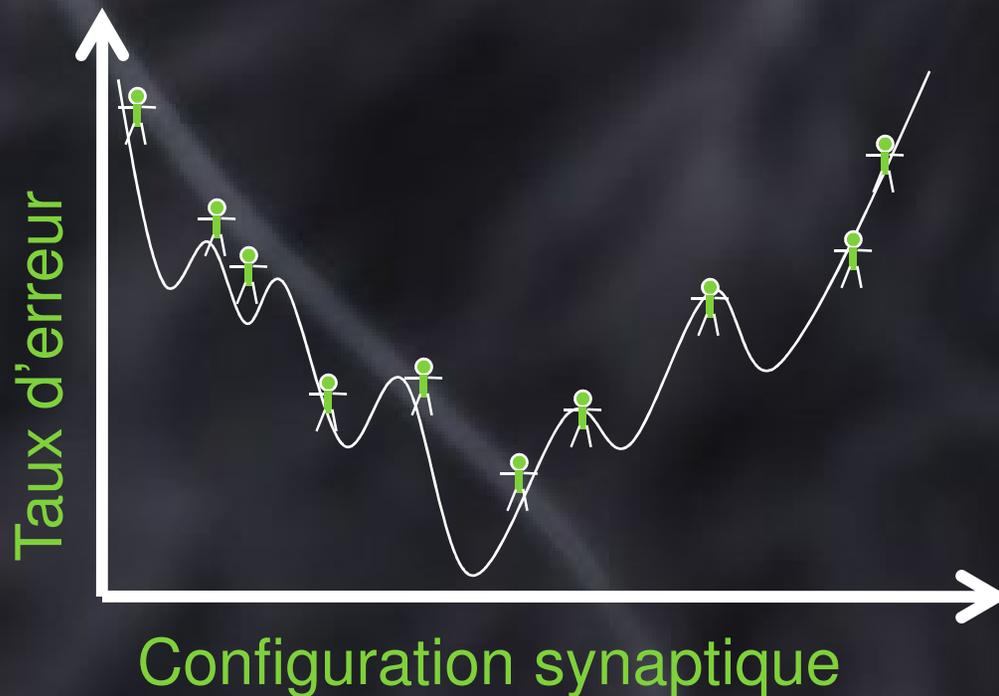
Modalité 2: Image



vert

Paralléliser l'apprentissage

Autre stratégie humaine: apprentissage en parallèle.
Chaque humain = solution possible



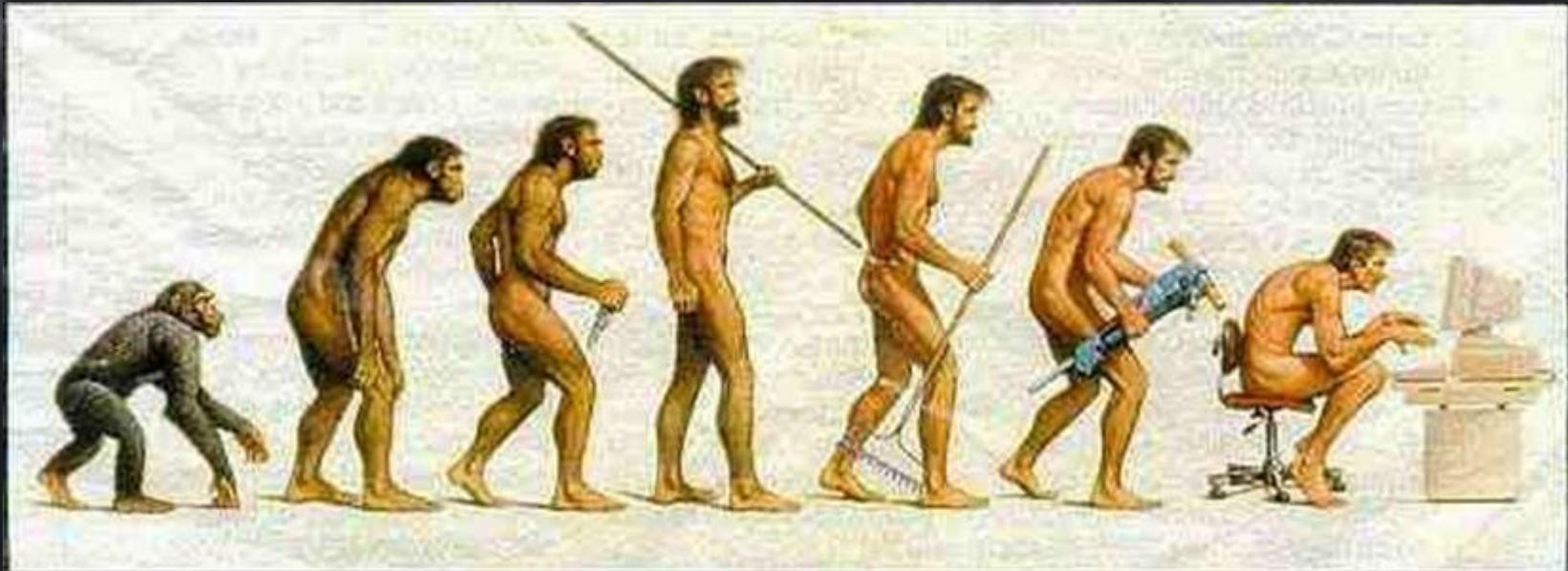
Apprentissage collectif

Langage + culture = partager les
meilleures découvertes conceptuelles



Évolution des concepts

(*memes de R. Dawkins*)



- Exploration parallèle des solutions
- Recombinaison des meilleures parties

L'humanité: système apprenant

- Exploration collective dans le monde des concepts mentaux
- Plus efficace avec diversité des idées et encourager l'exploration, la recherche, éducation non orthodoxe, créativité, marginaux...
- Survie individuelle pas le bon critère



Récapitulation

1. Intelligence → connaissances → apprentissage
2. Limitation de la généralisation locale
3. Solution: architecture profonde
4. Défi: minima locaux
5. S'attaquer au défi du bébé IA:
 - humains comme source d'inspiration
 - outils mathématiques pour comprendre