

# Algorithmes d'apprentissage

Du jeu de go à ChatGPT

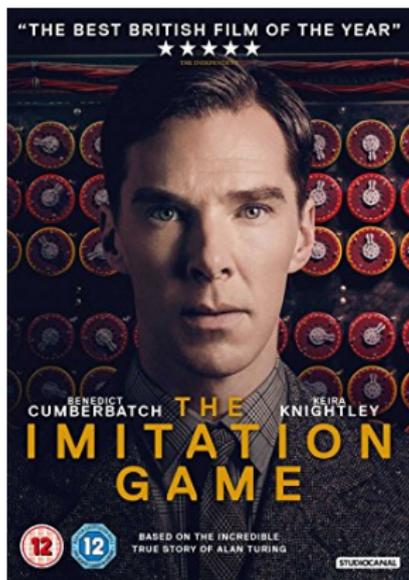
Denis Kuperberg  
Chercheur en informatique théorique  
CNRS, ENS Lyon, LIP

Fête de la Science  
12 octobre 2025





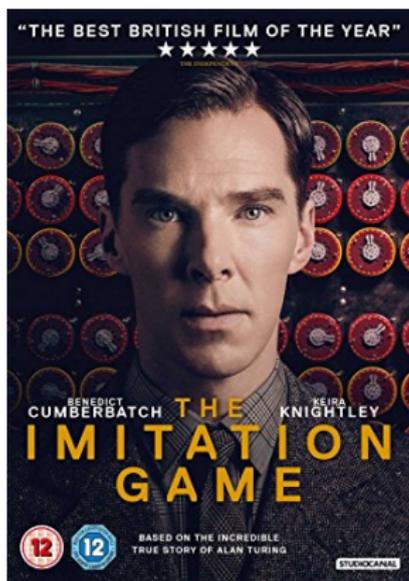
Alan Turing



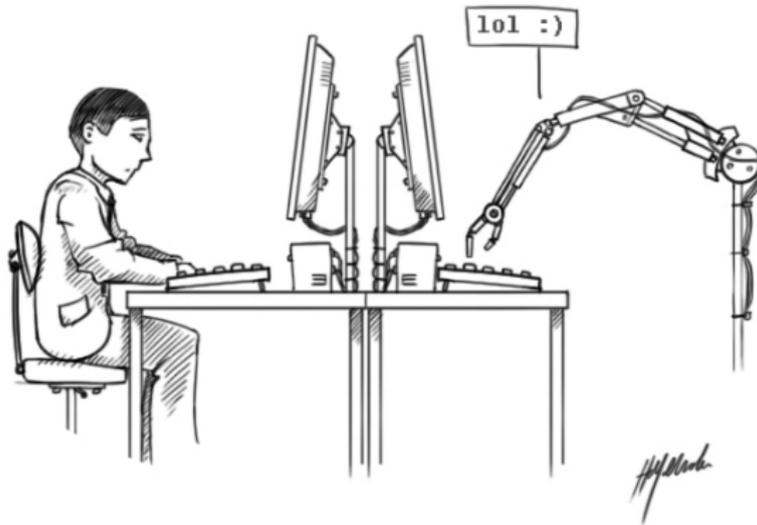


Alan Turing

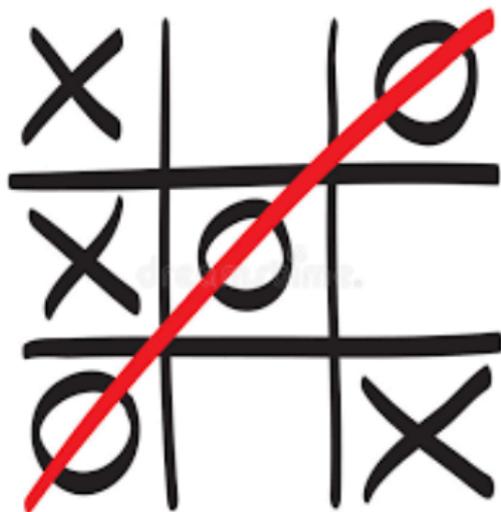
- ▶ 1936: Machines de Turing (ordinateur)
- ▶ 1939-1945: Décryptage d'Enigma
- ▶ 1948-1952: Programme d'échecs
- ▶ 1950: Intelligence artificielle



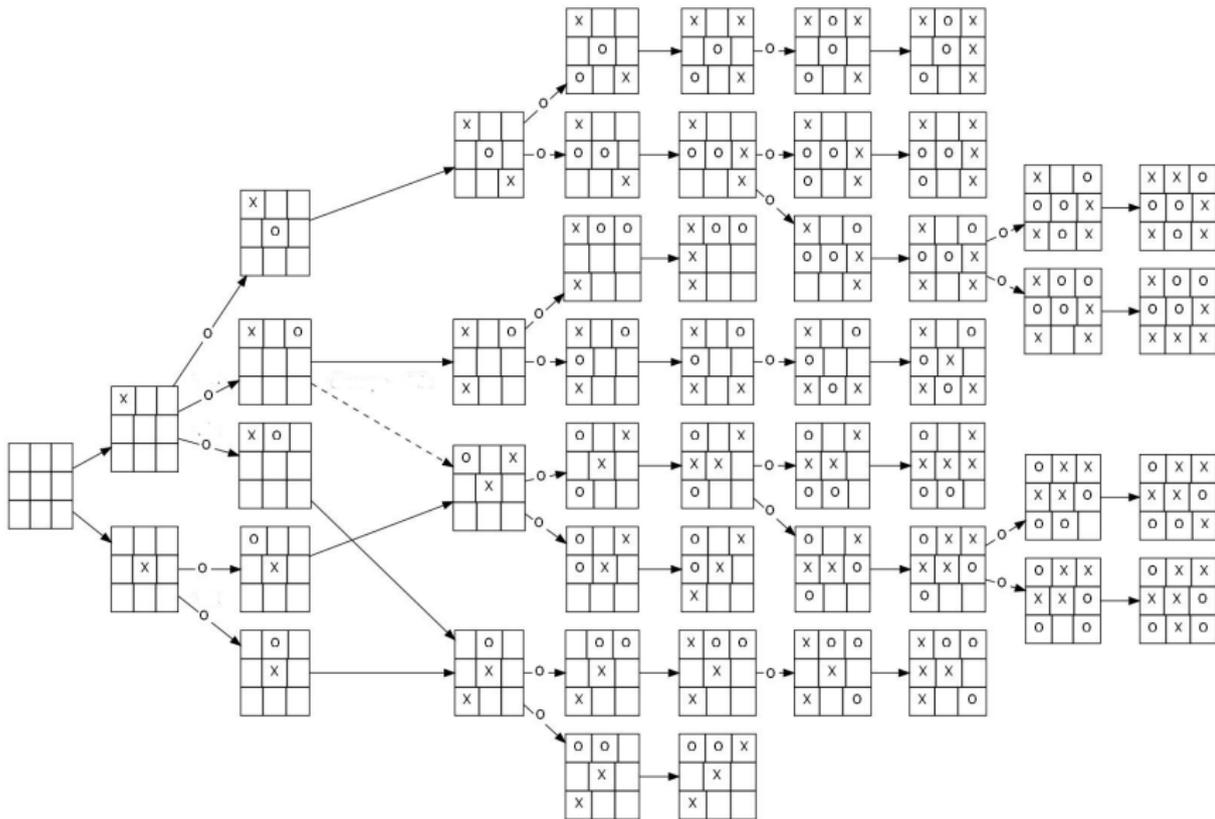
# Le test de Turing

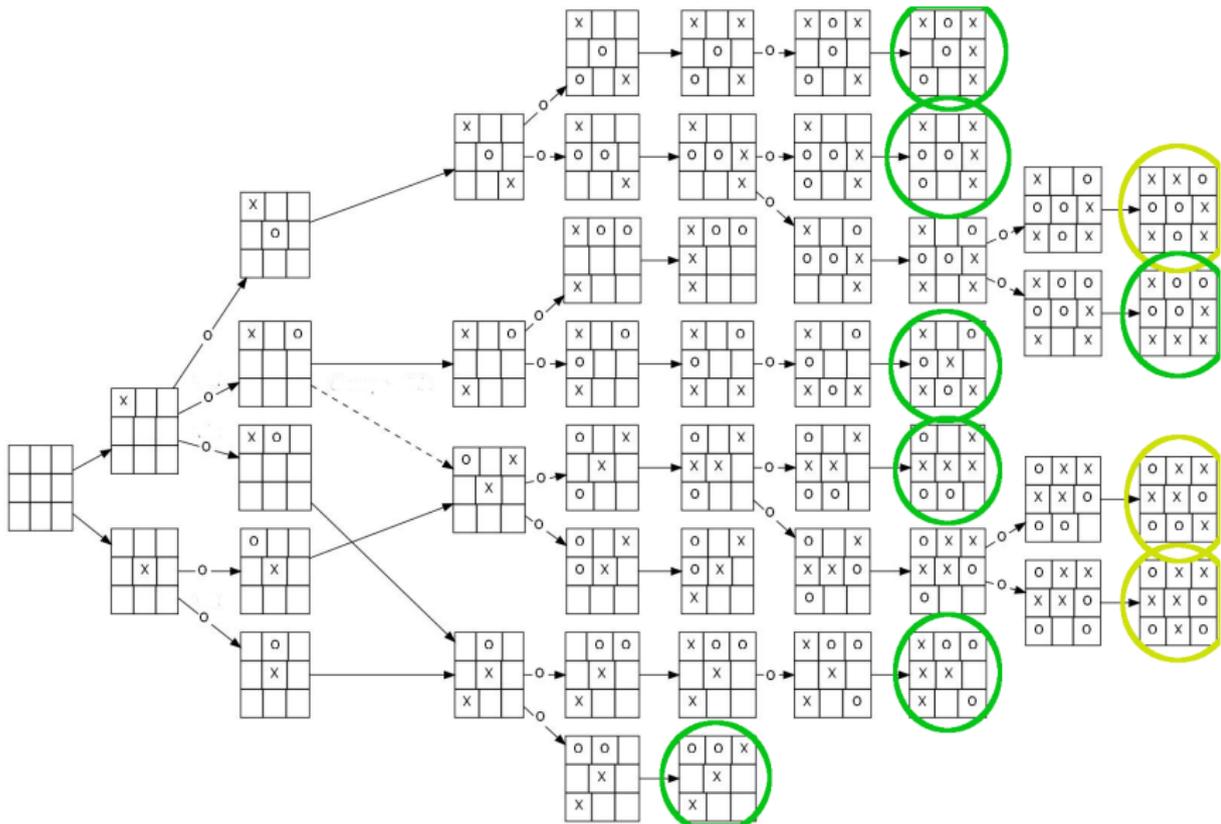


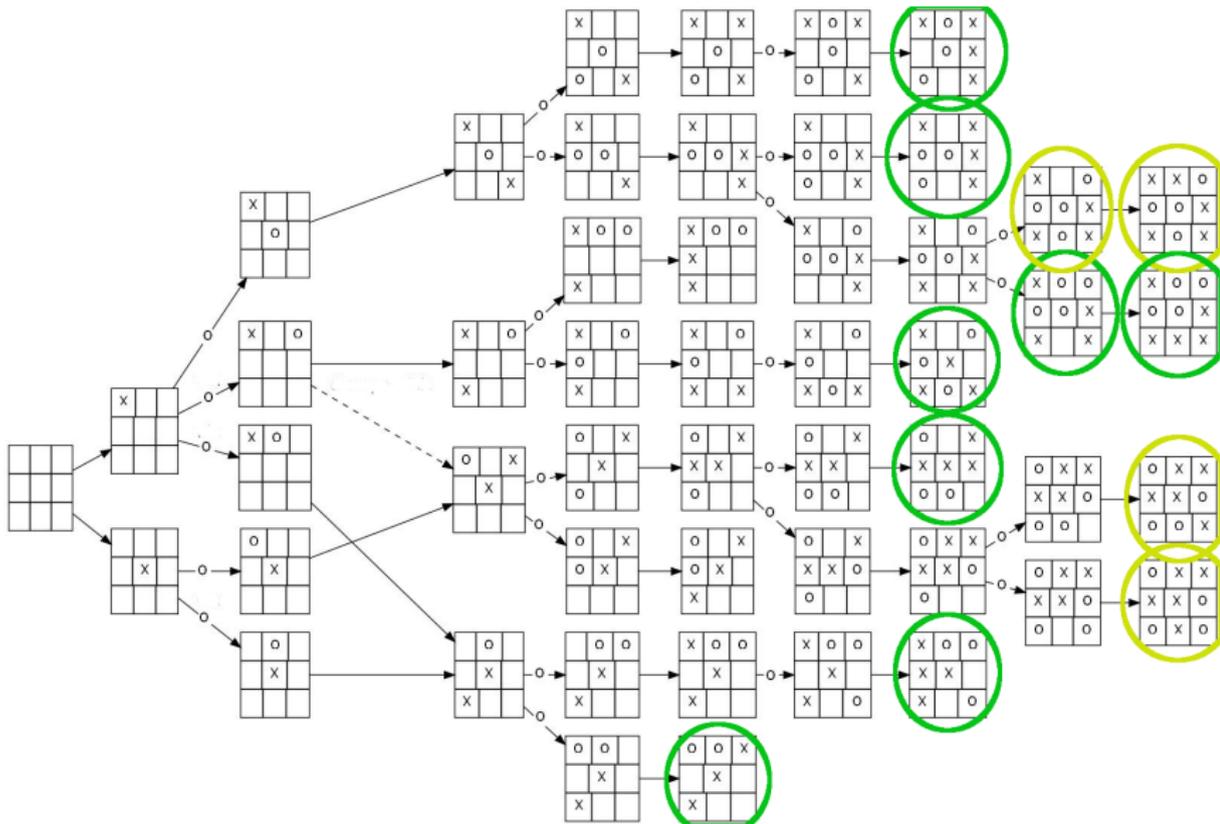
## Pour commencer simple...

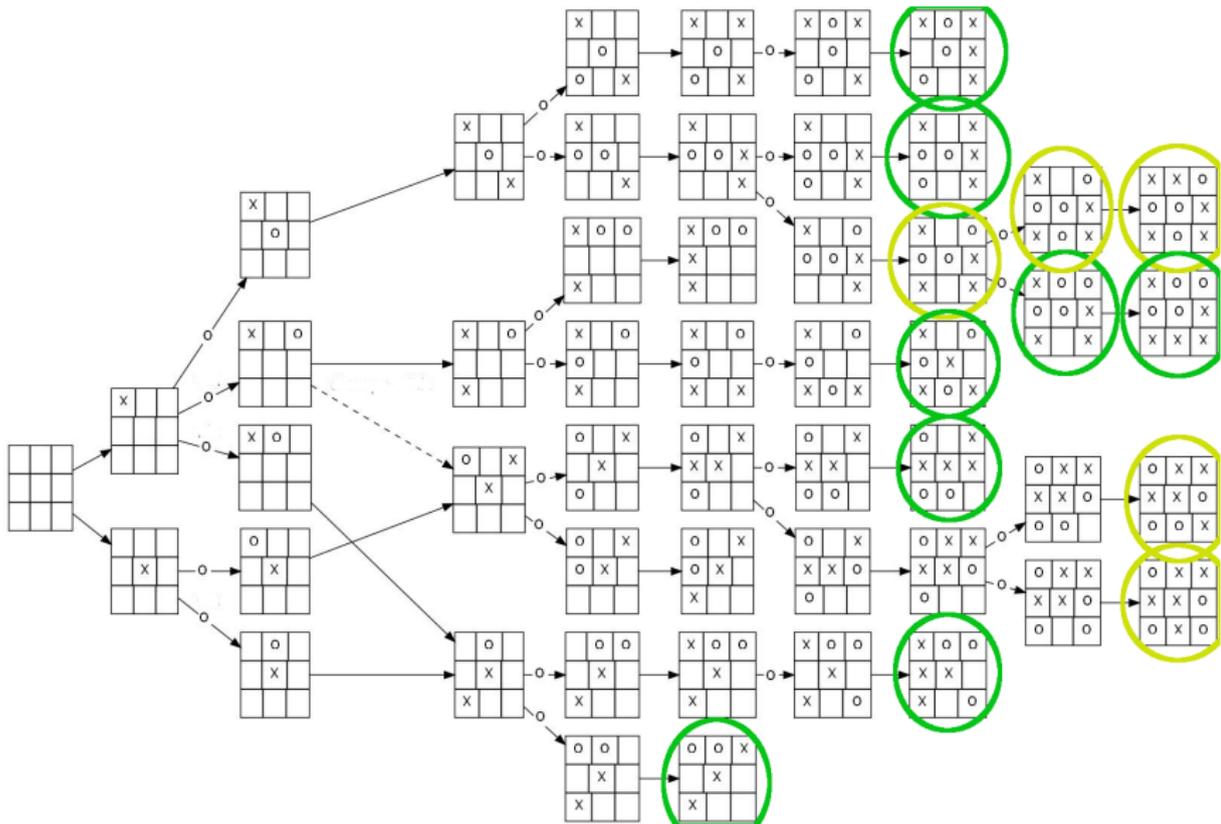


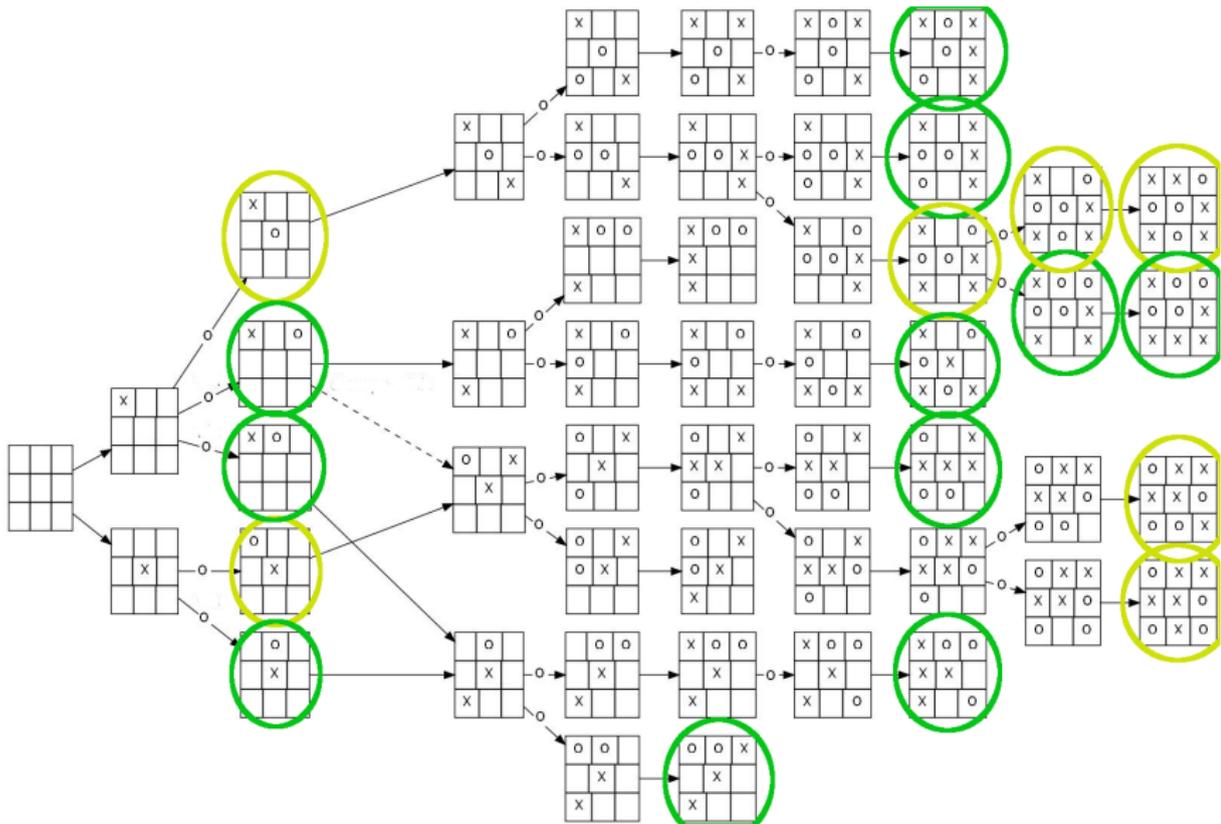
- ▶ Arbre de jeu
- ▶ Stratégie

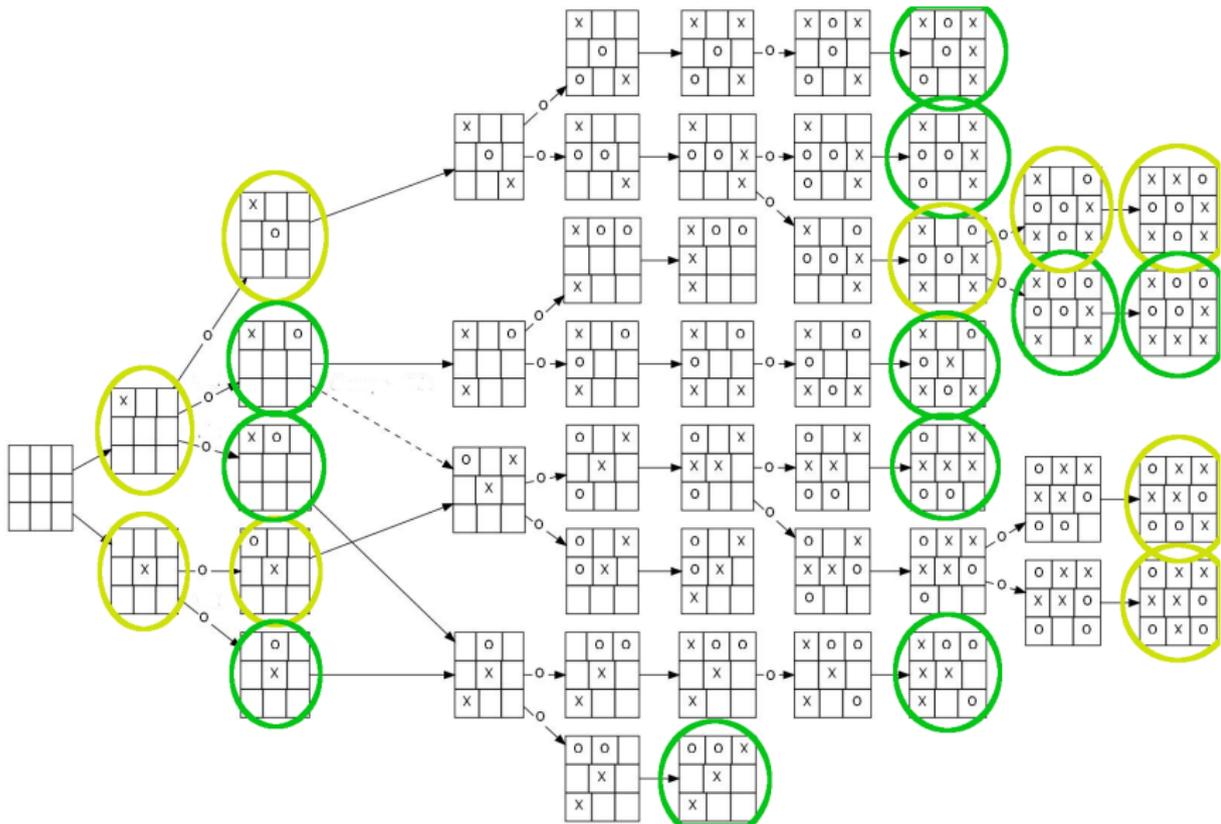






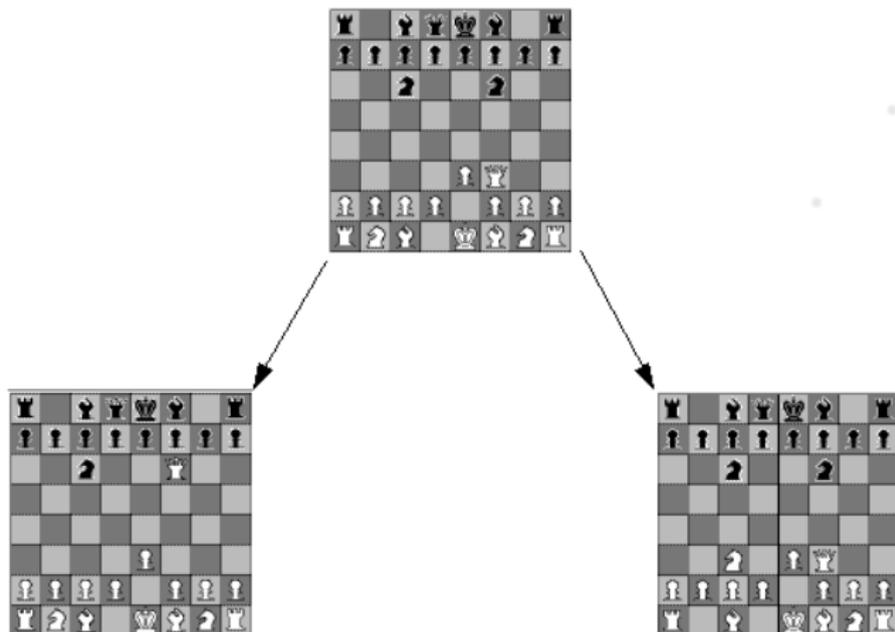




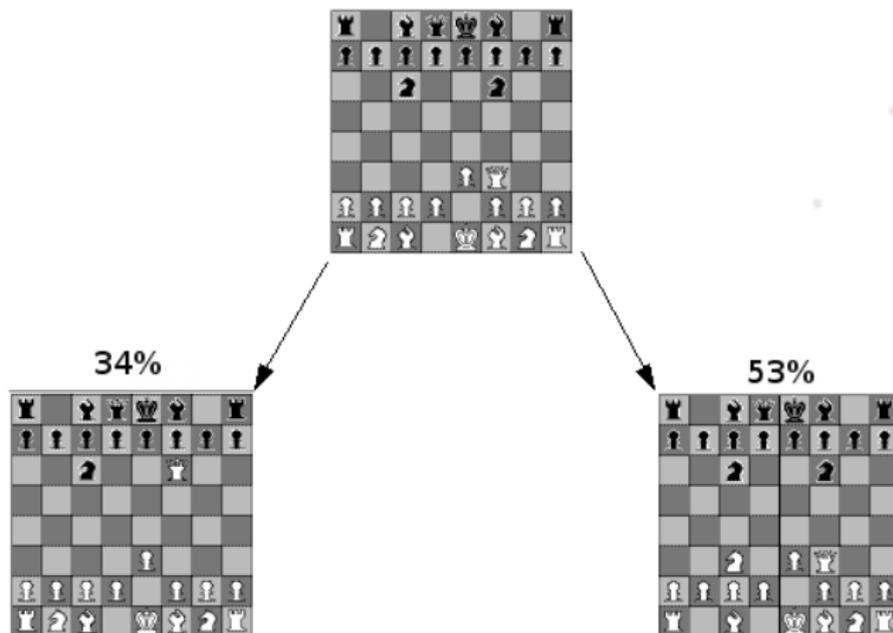




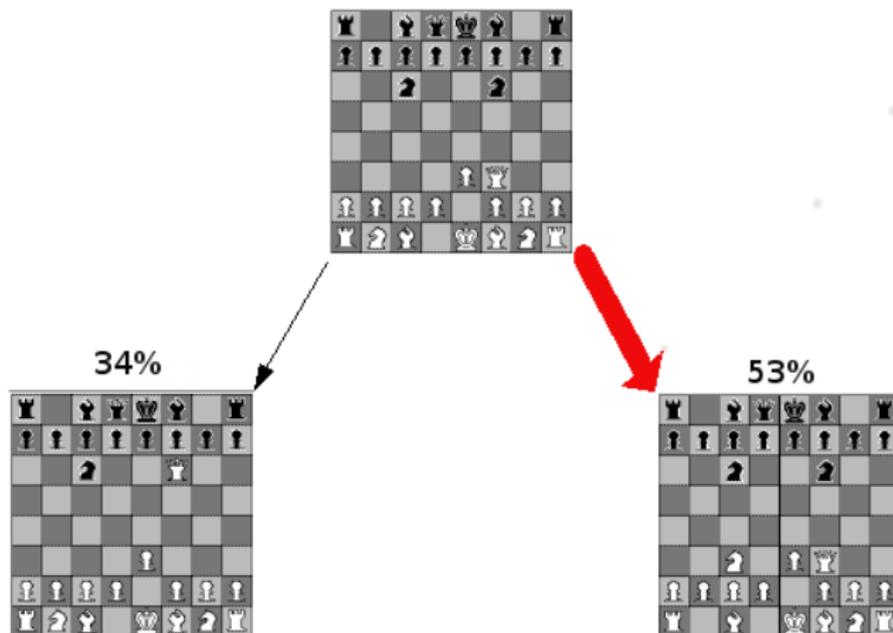
## La force brute aux échecs



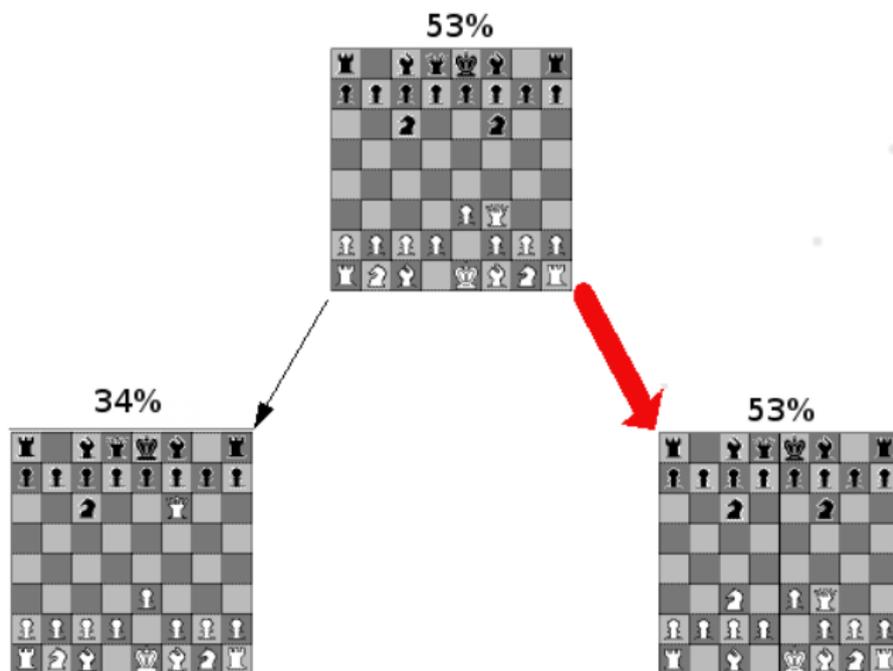
# La force brute aux échecs



# La force brute aux échecs



# La force brute aux échecs





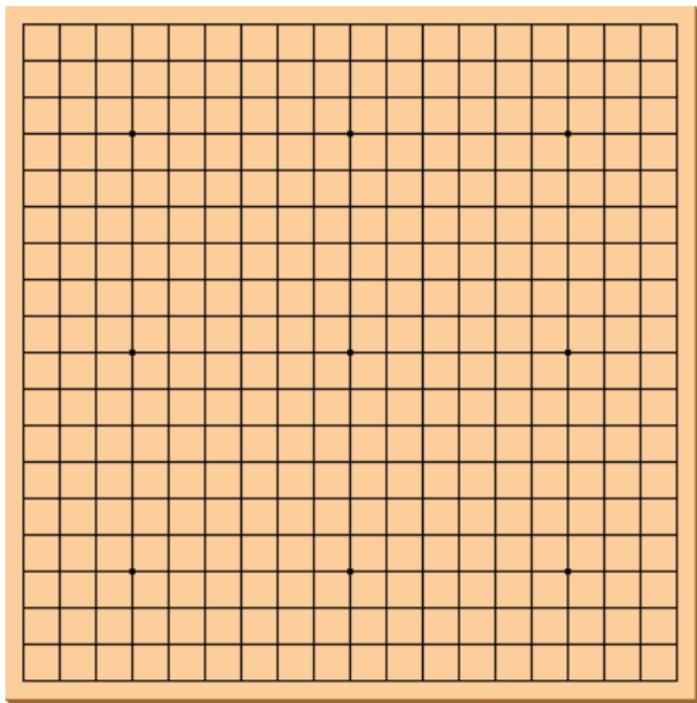
# Victoire historique pour l'IA

→ 1997: Victoire de **Deep Blue** (IBM) contre Kasparov.



- ▶ Expertise de joueurs d'échecs
- ▶ Profondeur de Minimax: 6 à 20 coups.
- ▶ 200 millions positions/seconde

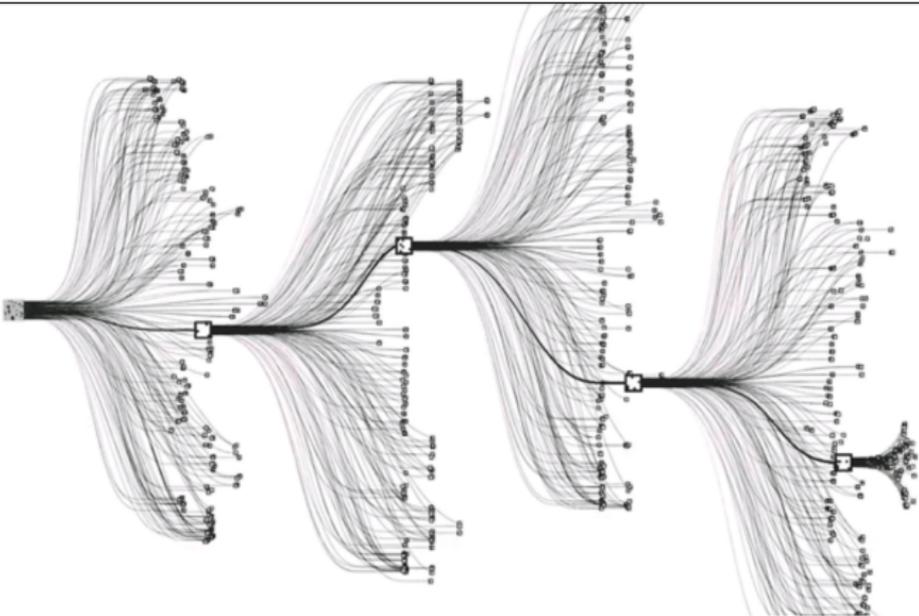
# Le Go, ultime bastion des humains



## Le Go, ultime bastion des humains

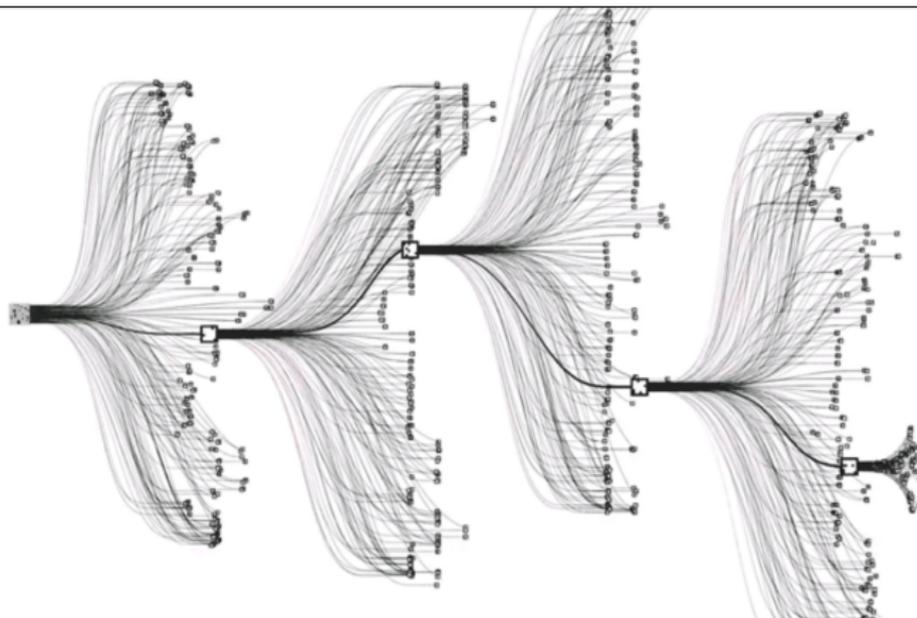


# Arbre du go



# Arbre du go

---



## Configurations (2016):

2081681993819799846994786333448627702865224538845305484256  
3945682092741961273801537852564845169851964390725991601562  
8128546089888314427129715319317557736620397247064840935

**Comment évaluer une position ?**

# Comment évaluer une position ?

Méthode de Monte-Carlo: la puissance du hasard

# Comment évaluer une position ?

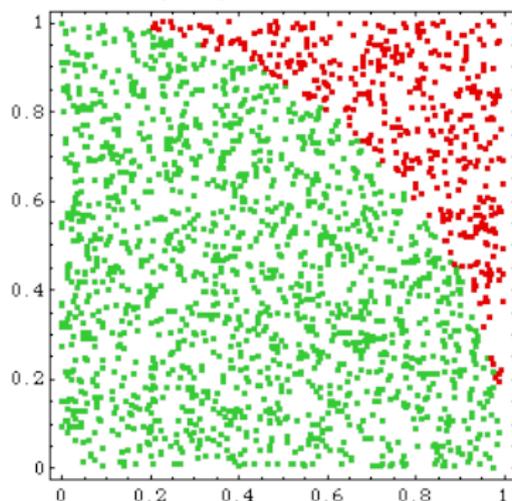
Méthode de Monte-Carlo: la puissance du hasard

Exemple pour calculer  $\pi$

# Comment évaluer une position ?

Méthode de Monte-Carlo: la puissance du hasard

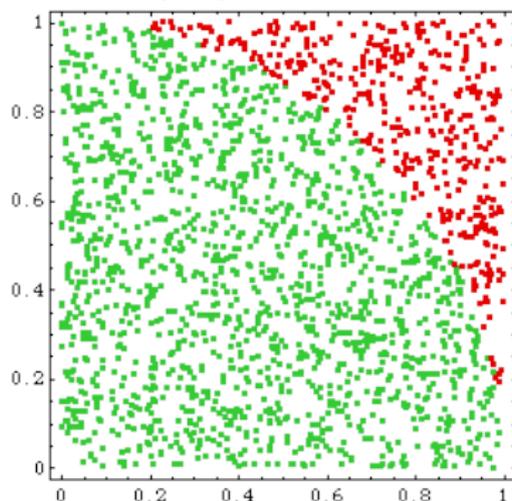
Exemple pour calculer  $\pi$



# Comment évaluer une position ?

Méthode de Monte-Carlo: la puissance du hasard

Exemple pour calculer  $\pi$



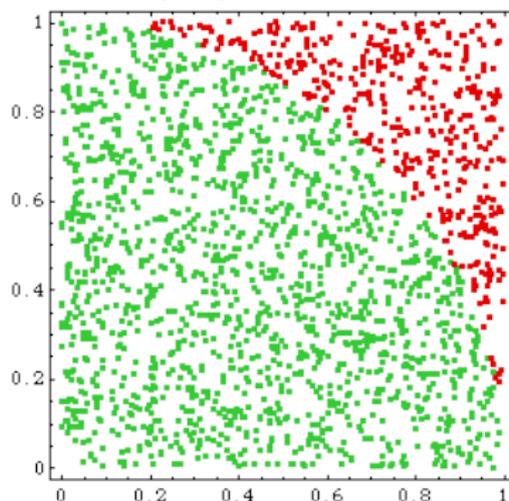
Aire du quart de disque:  $\pi/4$   
Aire du carré: 1

} Proportion de points verts  $\approx \pi/4$

# Comment évaluer une position ?

Méthode de Monte-Carlo: la puissance du hasard

Exemple pour calculer  $\pi$

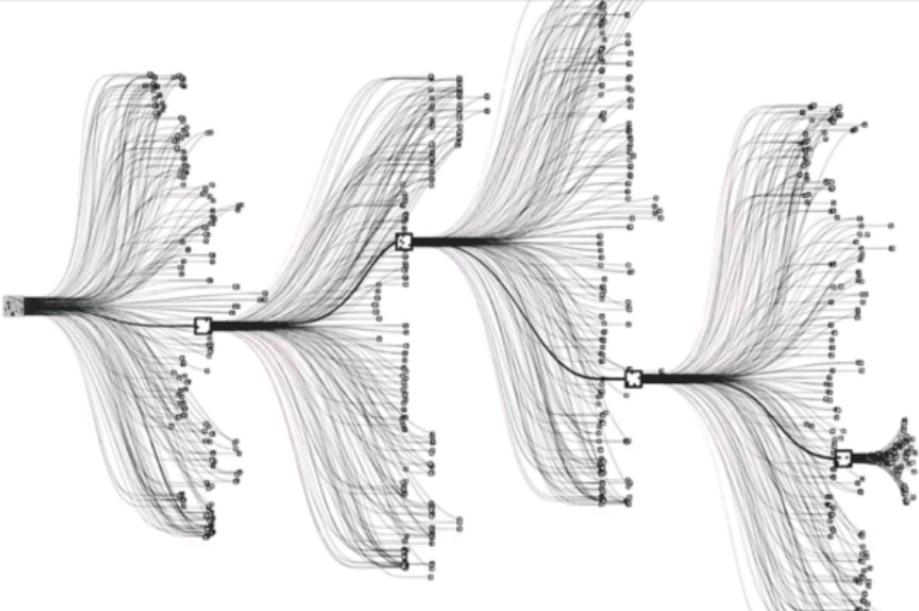


Aire du quart de disque:  $\pi/4$   
Aire du carré: 1

} Proportion de points verts  $\approx \pi/4$

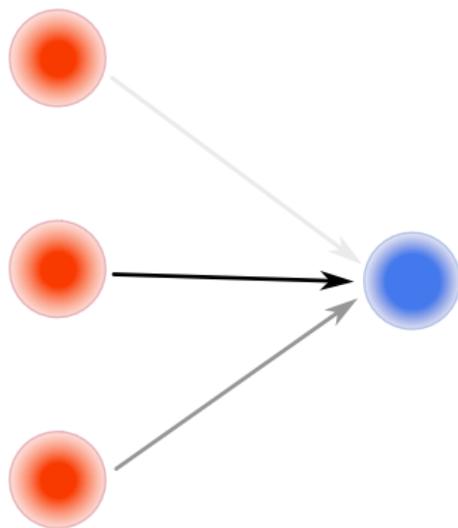
**DEMO**

# Monte-Carlo pour le Go



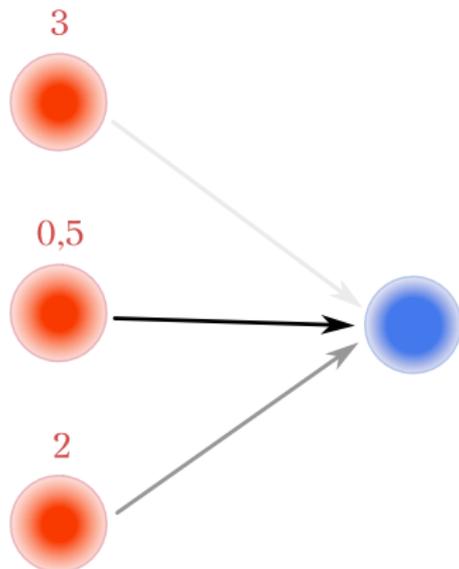
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*



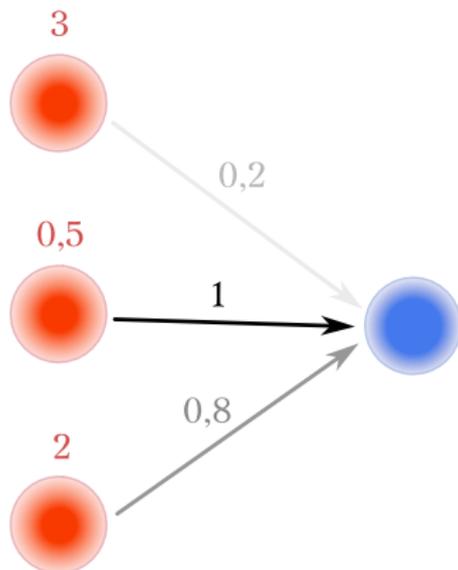
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*



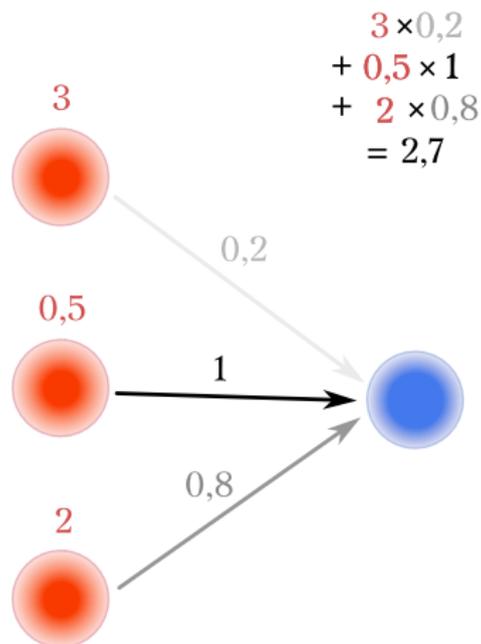
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*



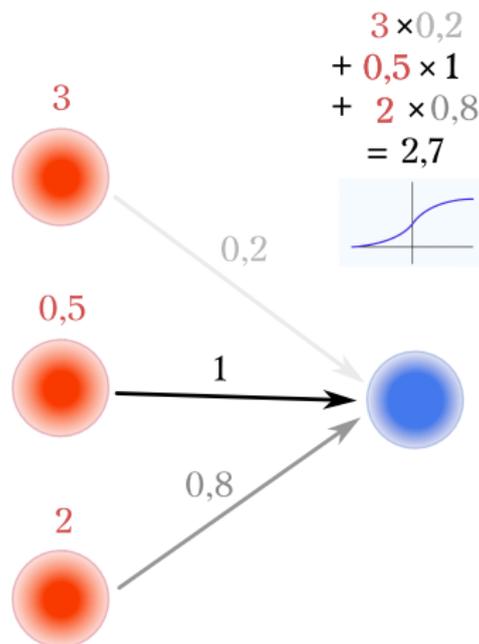
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*



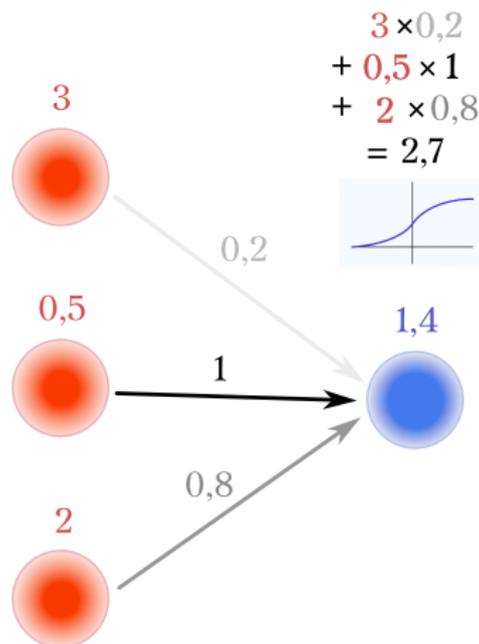
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*



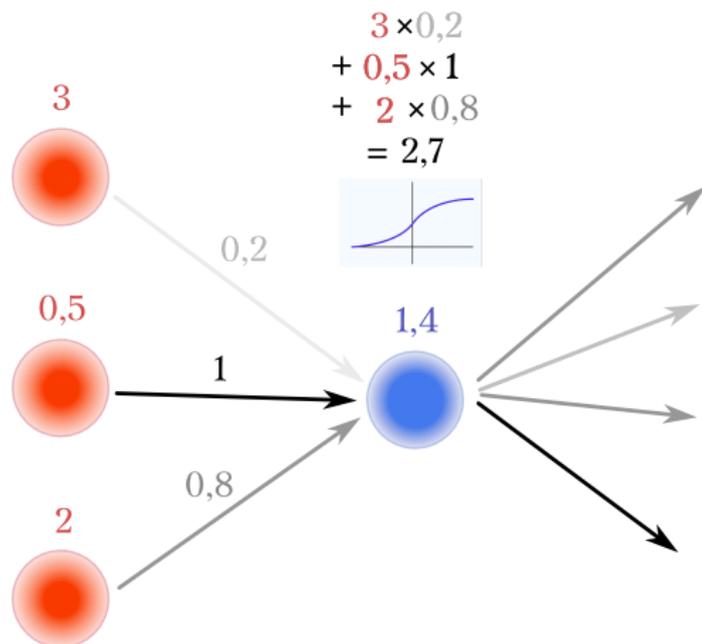
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*



# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*



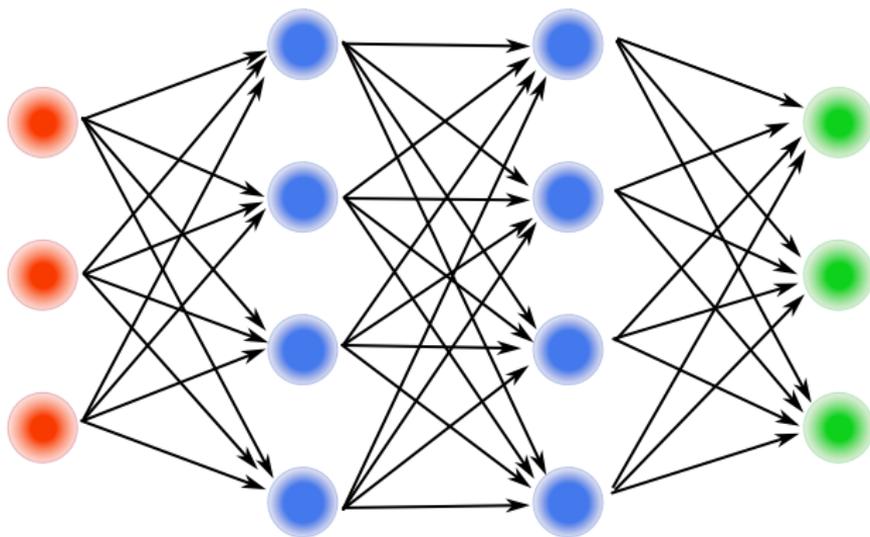
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*

Couche  
d'entrée

Couches cachées

Couche  
de sortie



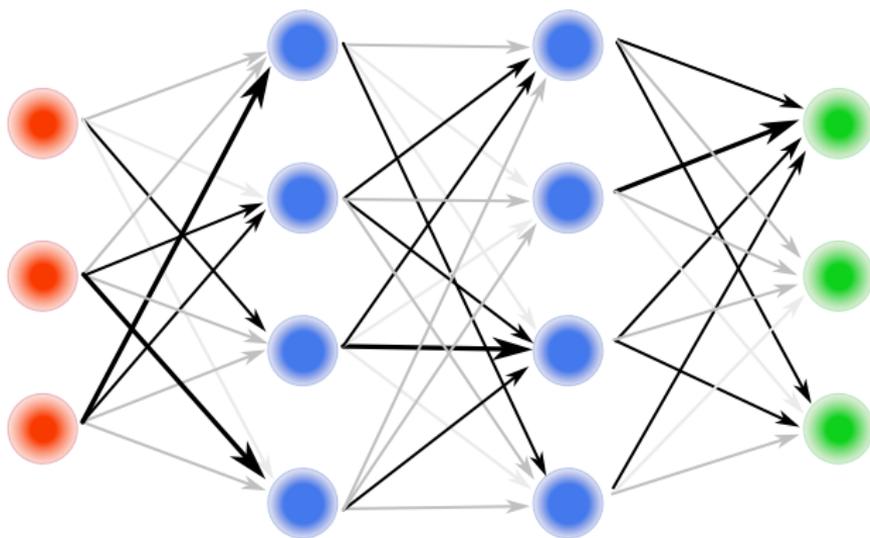
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*

Couche  
d'entrée

Couches cachées

Couche  
de sortie



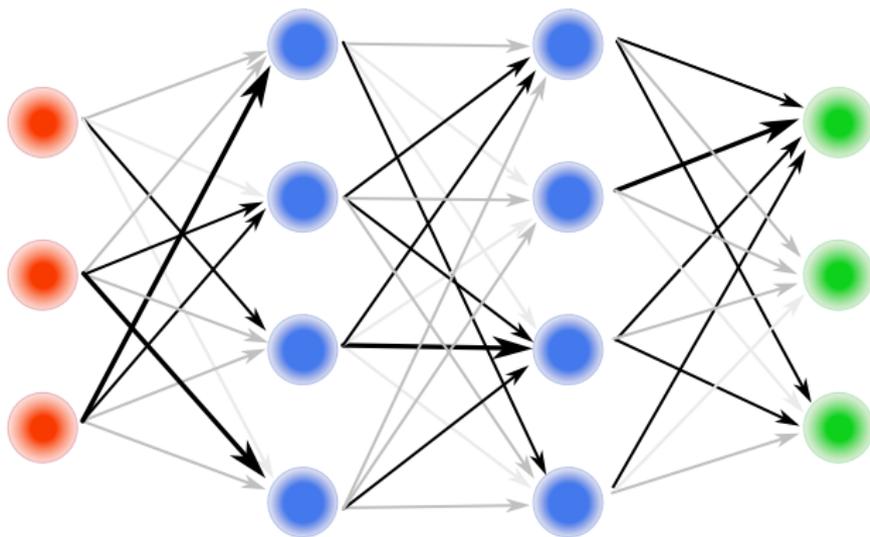
# Nouvelle génération d'algorithmes

Réseau de neurones: unités de calcul organisées en *couches*

Couche  
d'entrée

Couches cachées

Couche  
de sortie

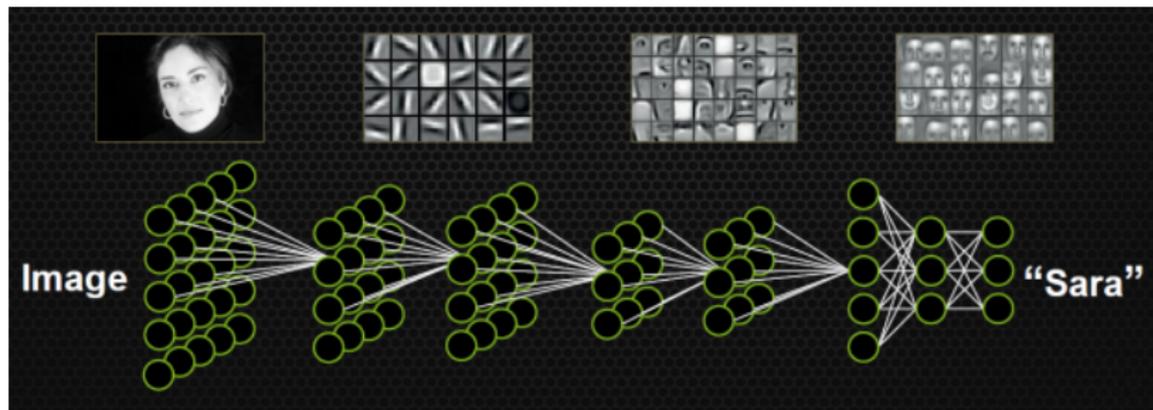


Guidage: **Supervisé** ou **Renforcement**

# Des neurones autonomes

Premiers succès: reconnaissance d'images

**Réseau profond:** nombreuses couches, identifie lui-même les concepts pertinents.



# Premier succès d'AlphaGo de Google Deepmind

Janvier 2016: AlphaGo bat Fan Hui, champion d'Europe, 5 à 0



# Premier succès d'AlphaGo de Google Deepmind

**Janvier 2016:** AlphaGo bat Fan Hui, champion d'Europe, 5 à 0



**Mars 2016:** Défi de Google DeepMind à Lee Sedol, 18 fois champion du monde.

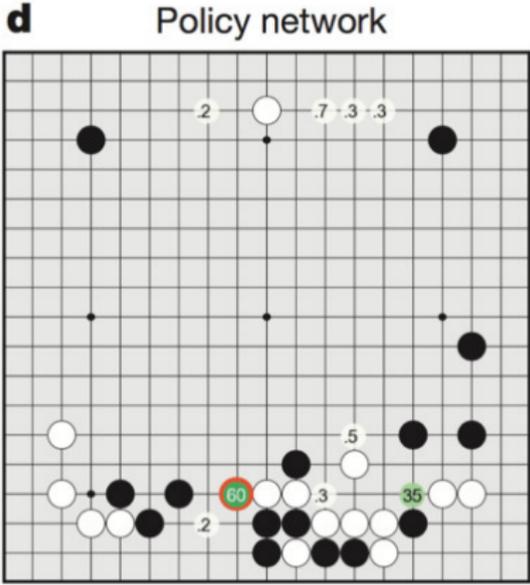
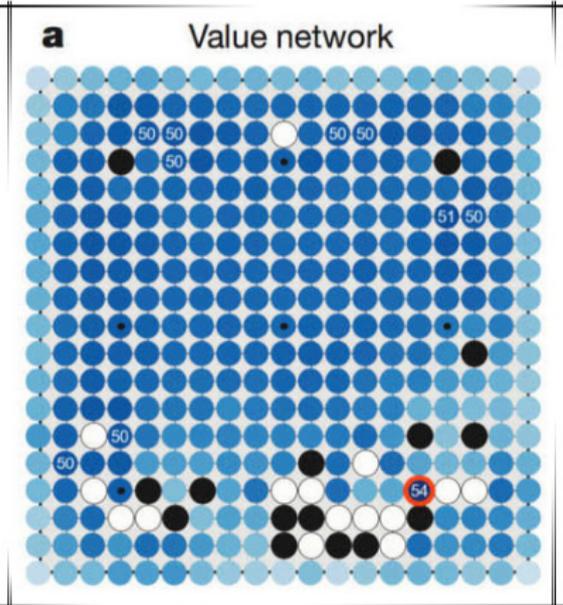
# Le Tsunami

Victoire d'AlphaGo contre Lee Sedol 4-1.



**Surprise:** AlphaGo trouve des nouveaux types de coups.

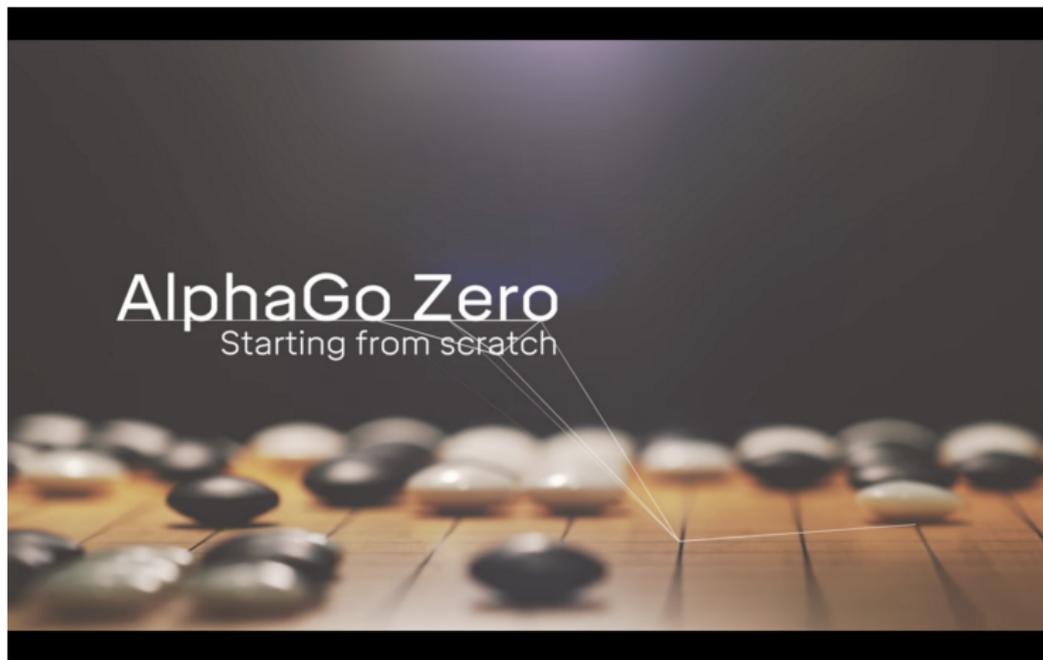
# Réseau de neurones pour le Go



Source: Nature

Guidage: Parties humaines, concepts basiques de Go, renforcement.

# Le choc AlphaGo Zero



**Guidage:** Parties humaines, concepts basiques de Go,  
**Renforcement** 3 jours.

# AlphaZero: Un algorithme général ?



# AlphaZero: Un algorithme général ?

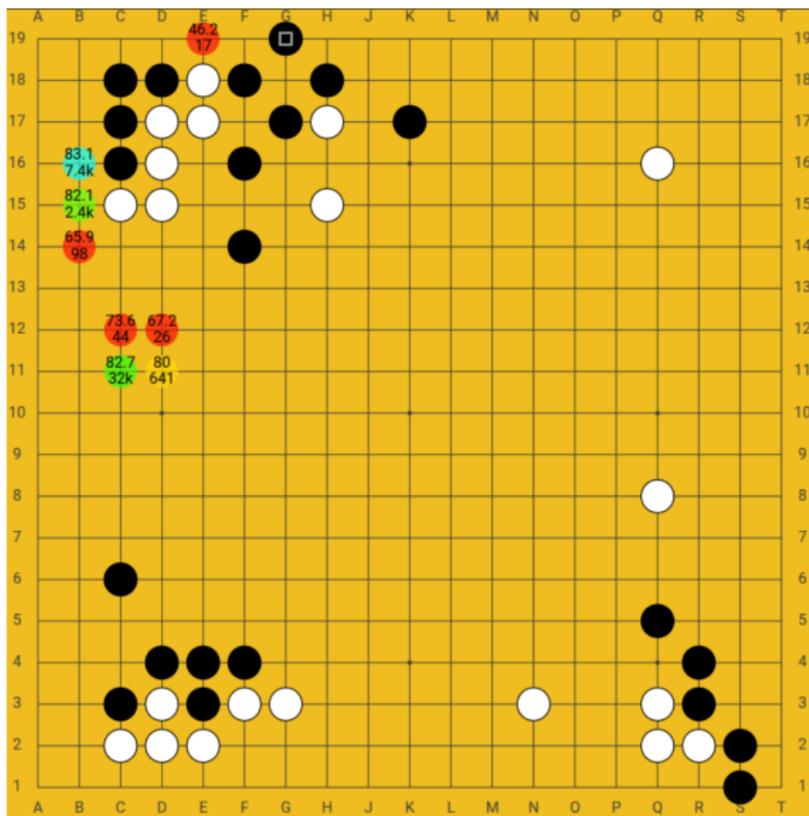


Renforcement **4 heures**



# IA de go grand public

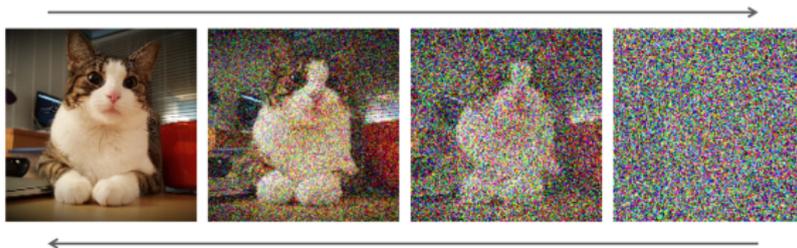
Leela Zero, Katago, ...



# Et ChatGPT ? Texte, images,...

Apprentissage statistique sur tout internet:

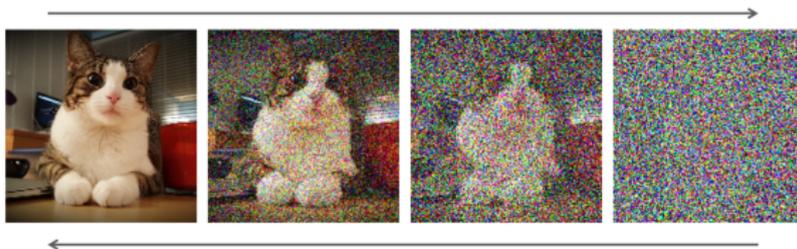
**Génération d'images:** enlève du bruit



# Et ChatGPT ? Texte, images,...

Apprentissage statistique sur tout internet:

**Génération d'images:** enlève du bruit

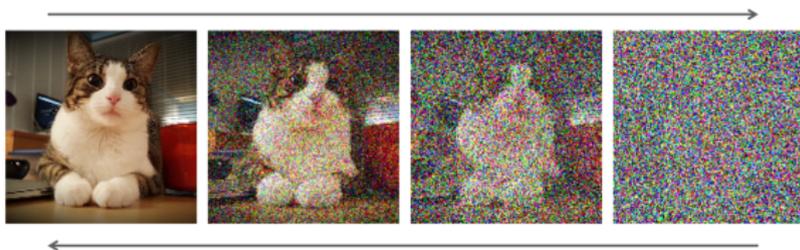


**ChatGPT texte:** auto-compléteur

# Et ChatGPT ? Texte, images,...

Apprentissage statistique sur tout internet:

**Génération d'images:** enlève du bruit



**ChatGPT texte:** auto-compléteur

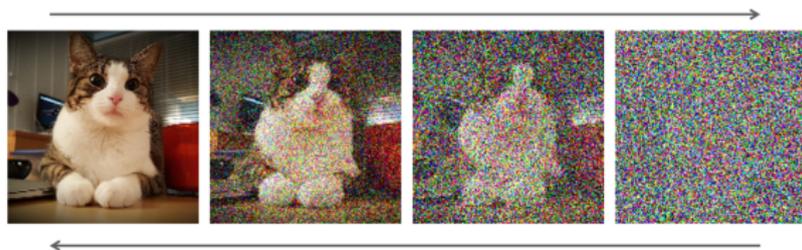
“Bonjour, il fait beau ce ...”

→ matin (71%), soir (20%), jour (3%), lampadaire (0,001%), ...

# Et ChatGPT ? Texte, images,...

Apprentissage statistique sur tout internet:

**Génération d'images:** enlève du bruit



**ChatGPT texte:** auto-compléteur

“Bonjour, il fait beau ce ...”

→ matin (71%), soir (20%), jour (3%), lampadaire (0,001%), ...



Ils ne sont pas “intelligents”, et ne “comprennent” rien.

## Exemple de génération d'image

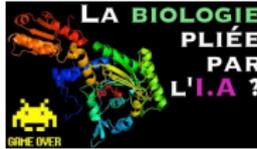
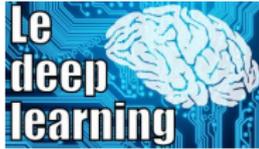


ChatGPT 5

“dessine une image représentant une conférence donnée à la fête de la science au planetarium de vaulx-en-velin, sur le go et l'IA”

# Pour aller plus loin

## ▶ Science Etonnante



## ▶ Mr Phi



## ▶ Defakator



## Autres applications

**Traduction :** DeepL

## Autres applications

**Traduction :** DeepL

**Recherche scientifique:** pliage de protéines,  
diagnostics médicaux,  
détection de motifs, ...

## Autres applications

**Traduction :** DeepL

**Recherche scientifique:** pliage de protéines,  
diagnostics médicaux,  
détection de motifs, ...

**Recommandations :**



# Autres applications

**Traduction :** DeepL

**Recherche scientifique:** pliage de protéines,  
diagnostics médicaux,  
détection de motifs, ...

**Recommandations :**



**Finance, société:** optimisation,  
prédiction de comportements,  
publicité,  
anti-terrorisme, ...

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données
- ▶ Reproduction de biais

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données
- ▶ Reproduction de biais
- ▶ Bulles de filtre

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données
- ▶ Reproduction de biais
- ▶ Bulles de filtre
- ▶ Fausses infos, arnaques

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données
- ▶ Reproduction de biais
- ▶ Bulles de filtre
- ▶ Fausses infos, arnaques
- ▶ Mauvaise compréhension publique

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données
- ▶ Reproduction de biais
- ▶ Bulles de filtre
- ▶ Fausses infos, arnaques
- ▶ Mauvaise compréhension publique
- ▶ Vide légal (copyright, plagiat, ...)

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données
- ▶ Reproduction de biais
- ▶ Bulles de filtre
- ▶ Fausses infos, arnaques
- ▶ Mauvaise compréhension publique
- ▶ Vide légal (copyright, plagiat, ...)
- ▶ Métiers en danger

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données
- ▶ Reproduction de biais
- ▶ Bulles de filtre
- ▶ Fausses infos, arnaques
- ▶ Mauvaise compréhension publique
- ▶ Vide légal (copyright, plagiat, ...)
- ▶ Métiers en danger
- ▶ Outil puissant ! Au service de qui ?

# Les dangers et problèmes

- ▶ Gourmandise énergétique
- ▶ Pré-tri des données
- ▶ Reproduction de biais
- ▶ Bulles de filtre
- ▶ Fausses infos, arnaques
- ▶ Mauvaise compréhension publique
- ▶ Vide légal (copyright, plagiat, ...)
- ▶ Métiers en danger
- ▶ Outil puissant ! Au service de qui ?
- ▶ ... ?



Et votre avis ?