

# L'Apprentissage Profond et ses Applications

**Jian Tang**

HEC Montréal

Institut IA Mila-Québec

Courriel: [jian.tang@hec.ca](mailto:jian.tang@hec.ca)



# Information à propos du cours

- Site Web:
  - [https://deepgraphlearning.github.io/MATH60630A\\_2024A/index.html](https://deepgraphlearning.github.io/MATH60630A_2024A/index.html)
- Enseignant: **Jian Tang**
  - Professeur agrégé, département de sciences de la décision, HEC Montréal
  - Site web: [www.jian-tang.com](http://www.jian-tang.com)
  - Courriel: [jian.tang@hec.ca](mailto:jian.tang@hec.ca)
- Assistants: Jianan Zhao, Xinyu Yuan
  - Étudiant au doctorat à l'Université de Montréal et au Mila
  - Courriels: [jianan.zhao@mila.quebec](mailto:jianan.zhao@mila.quebec), [xinyu.yuan@mila.quebec](mailto:xinyu.yuan@mila.quebec),
- Discord : <https://discord.gg/JVcJs2Ww>
- Rejoignez Discord pour les discussions

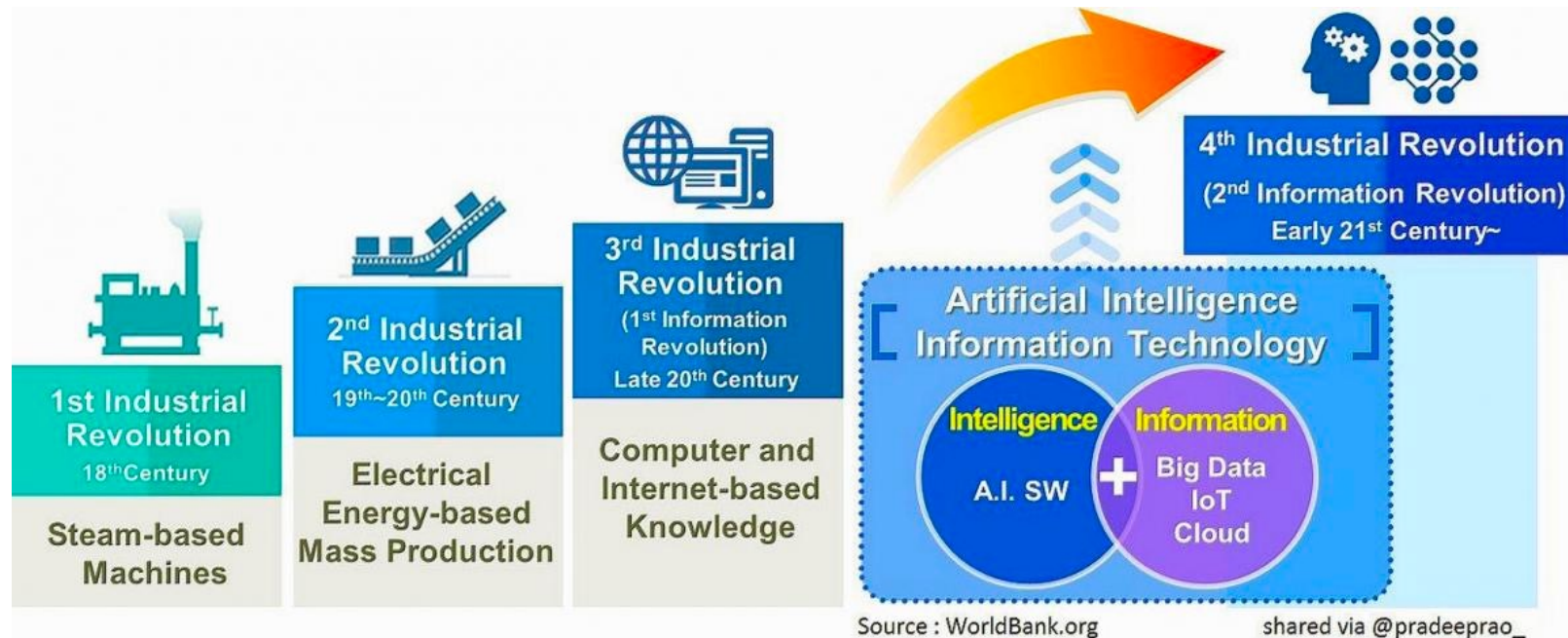
“ **L'intelligence artificielle** est la technologie la plus révolutionnaire depuis des décennies, au même titre que **les ordinateurs, les téléphones portables et Internet.**”



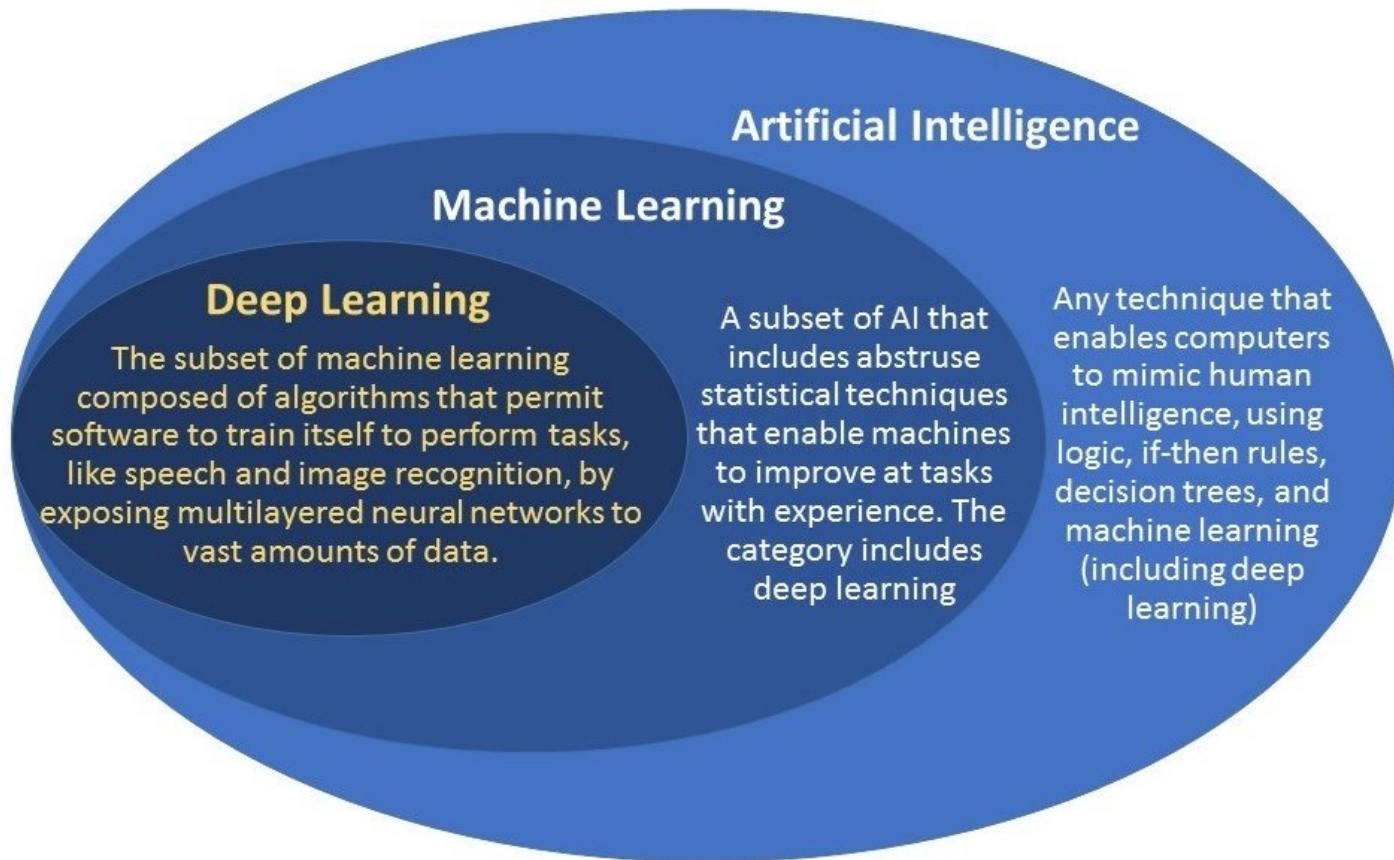
# L'Intelligence Artificielle: La quatrième révolution industrielle

- Intelligence Artificielle

- « Ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine ... Elle utilise des méthodes de résolution de problèmes à forte complexité logique ou algorithmique » --Wikipédia



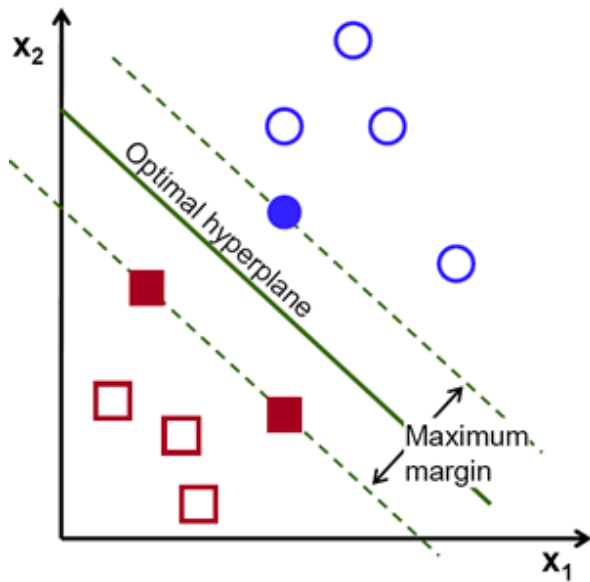
# Intelligence Artificielle vs Apprentissage Automatique vs Apprentissage Profond



# Apprentissage automatique

- “L'apprentissage automatique est un **champ d'étude de l'intelligence artificielle** qui se fonde sur des approches mathématiques et statistiques pour donner aux **ordinateurs** la capacité d'« apprendre » à partir de **données**, c'est-à-dire d'améliorer leurs performances à résoudre des tâches sans être explicitement programmés pour chacune.”

-Wikipedia



Machines à vecteurs de support (SVM)



Extraction **Artisanale**  
de caractéristiques

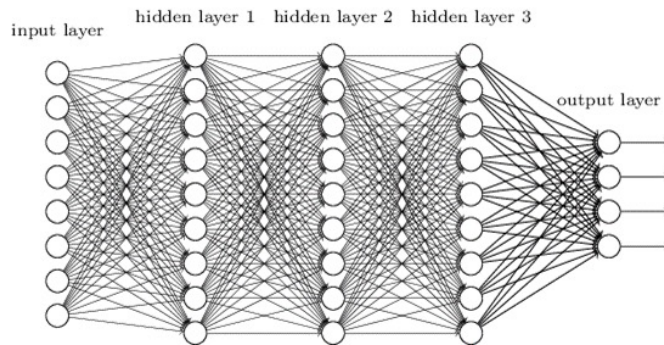
Classification Simple  
e.g., SVM, LR



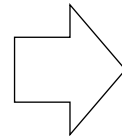
Expert du domaine

# Apprentissage Profond = Apprentissage de Caractéristiques

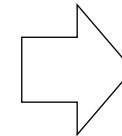
- Algorithmes permettant d'apprendre des caractéristiques à partir des données (Apprentissage de bout en bout)



Réseau de neurones



Extraction de  
caractéristiques  
**Entrainable**

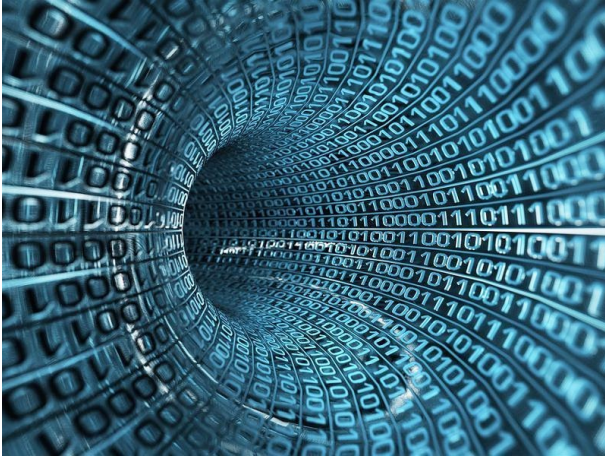


Classification simple et  
entraînable  
Ex: SVM, LR

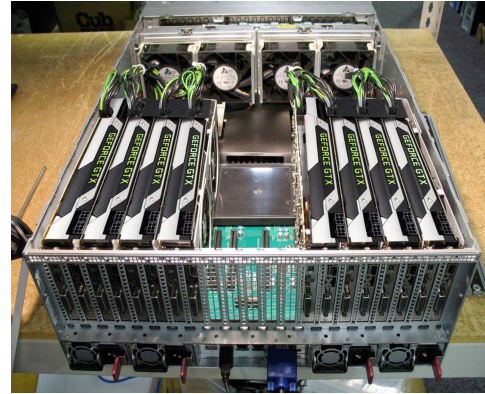


Expert du domaine

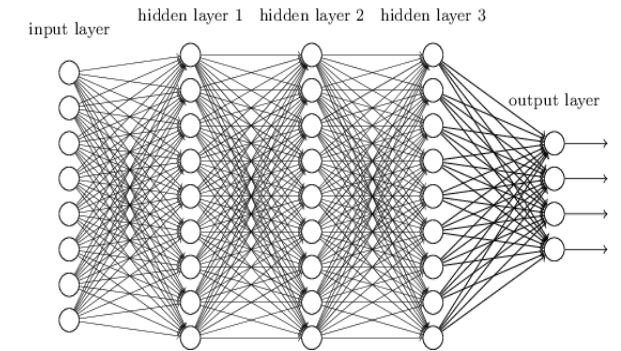
# Pourquoi l'apprentissage profond aujourd'hui?



Grand volume de données



Grand pouvoir computationnel



Grand Modèle





# FULL SELF DRIVING

[V12.3]



10  
MPH

← Now  
Alum Rock Ave

# THE ULTIMATE GO CHALLENGE

GAME 3 OF 3

27 MAY 2017



AlphaGo

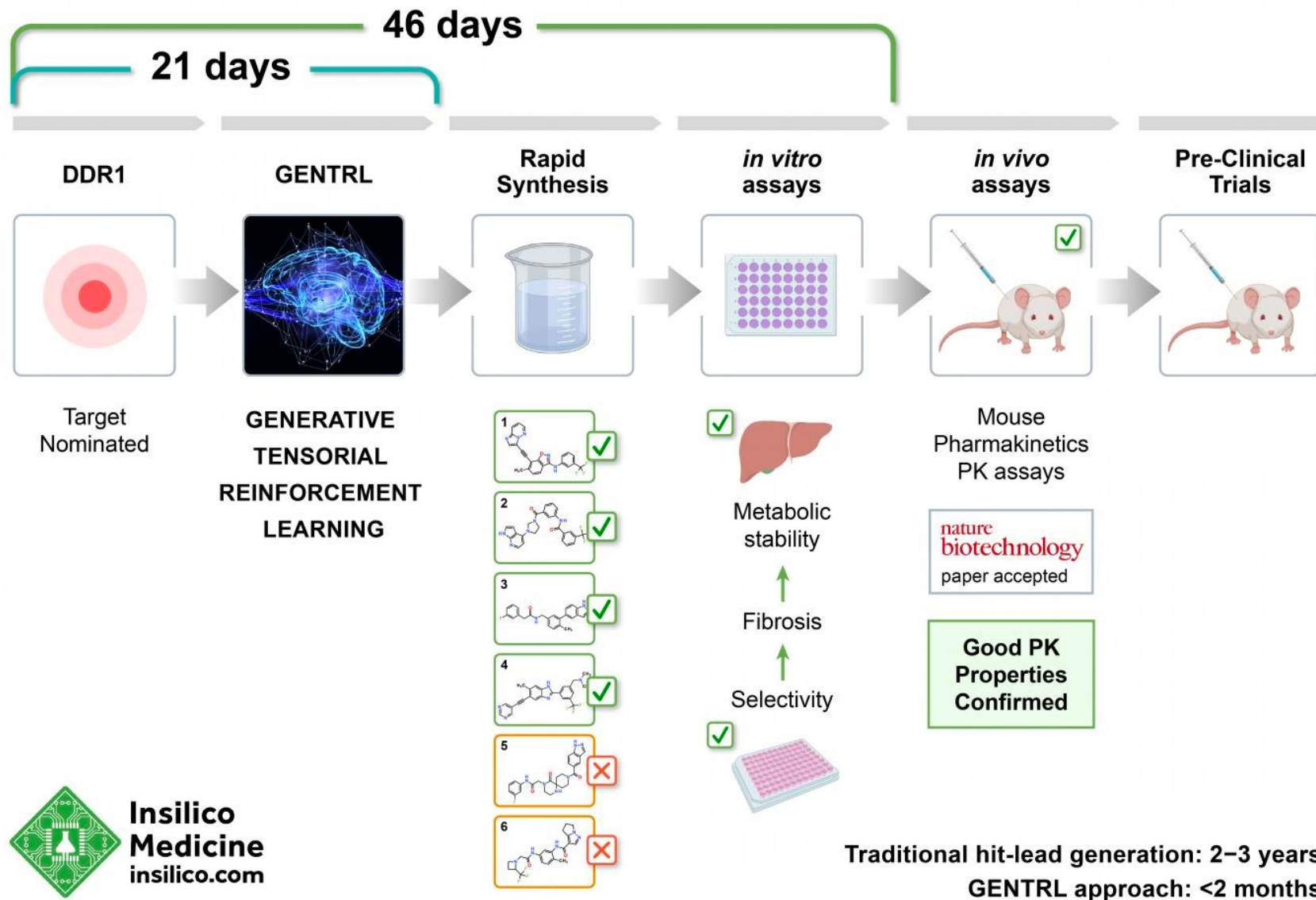
Ke Jie

*Winner of Match 3*

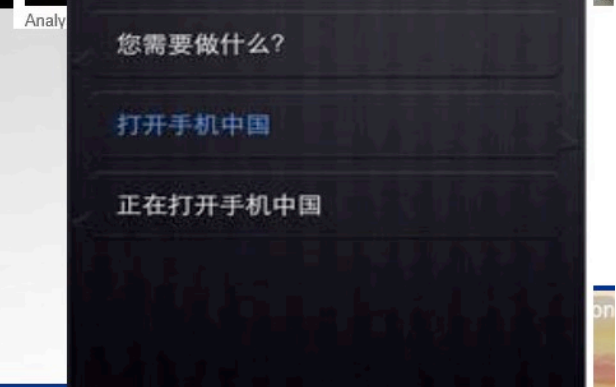
**RESULT B + Res**



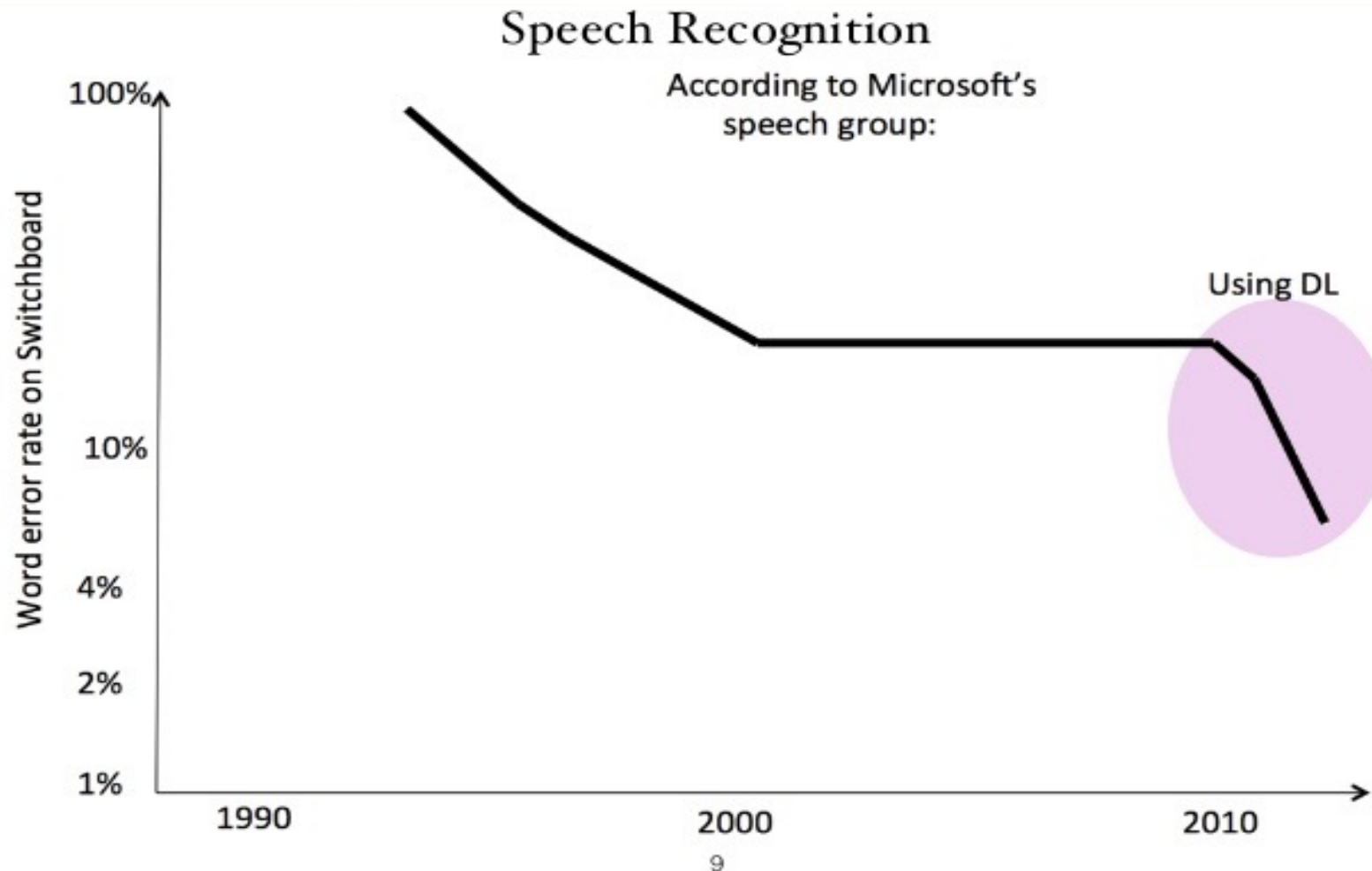
# DEEP LEARNING ENABLES RAPID IDENTIFICATION OF POTENT DDR1 KINASE INHIBITORS



# Reconnaissance automatique de la parole

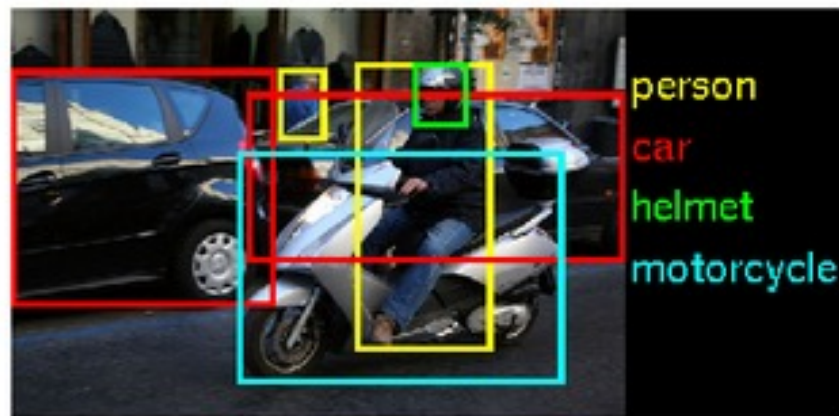
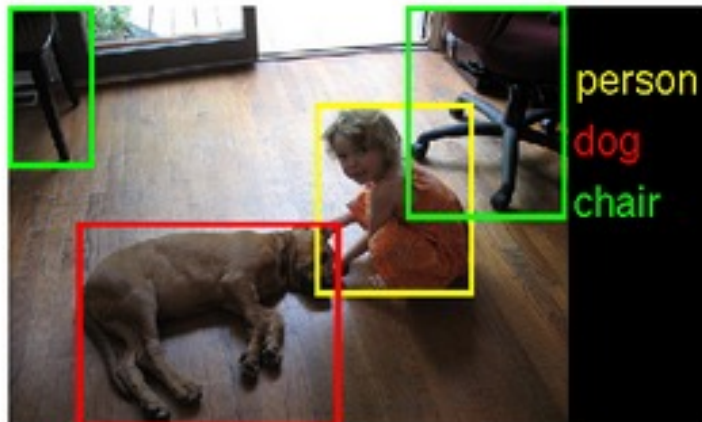
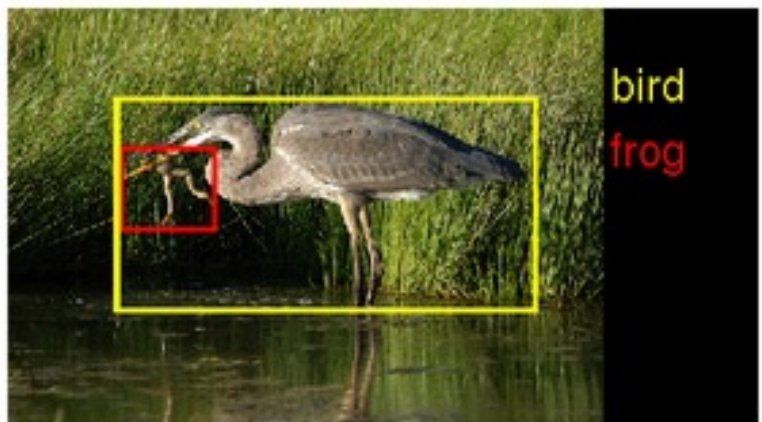


# Reconnaissance automatique de la parole: Résultats



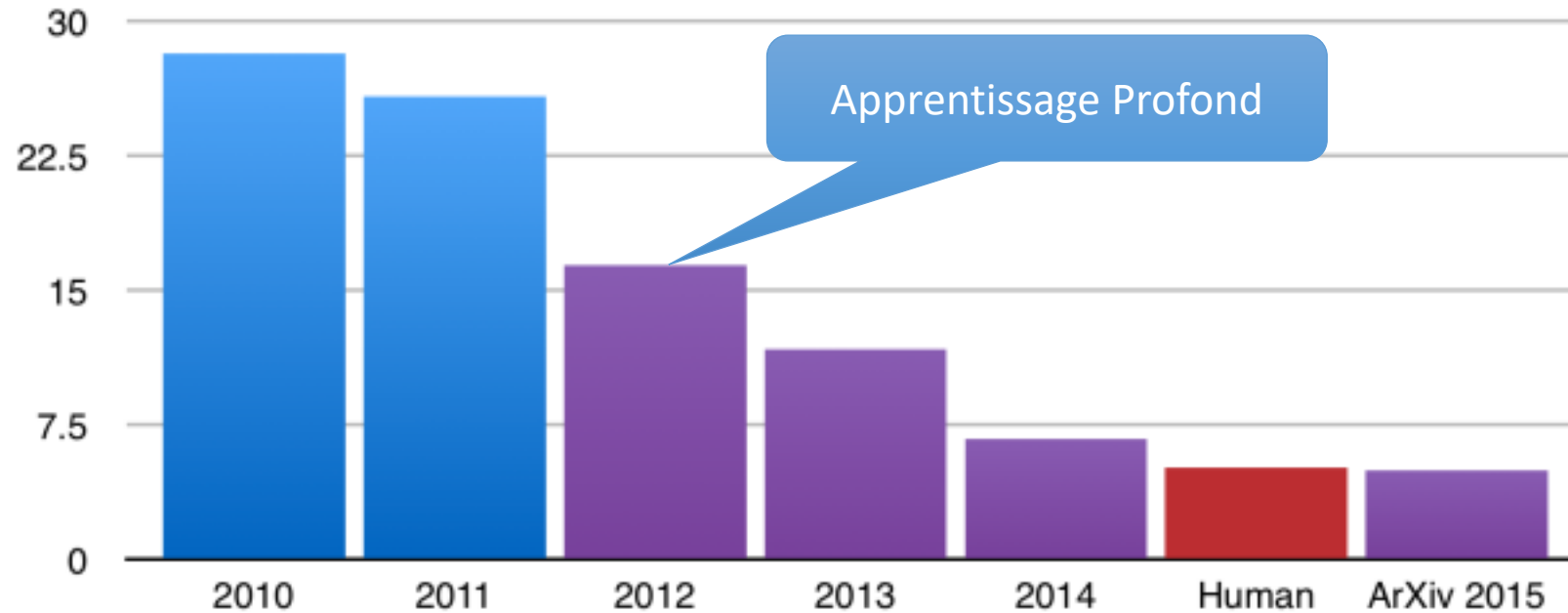
( Figure provenant de Microsoft )

# Reconnaissance d'images



# Résultats sur ImageNet

ILSVRC top-5 error on ImageNet



# Génération d'Images



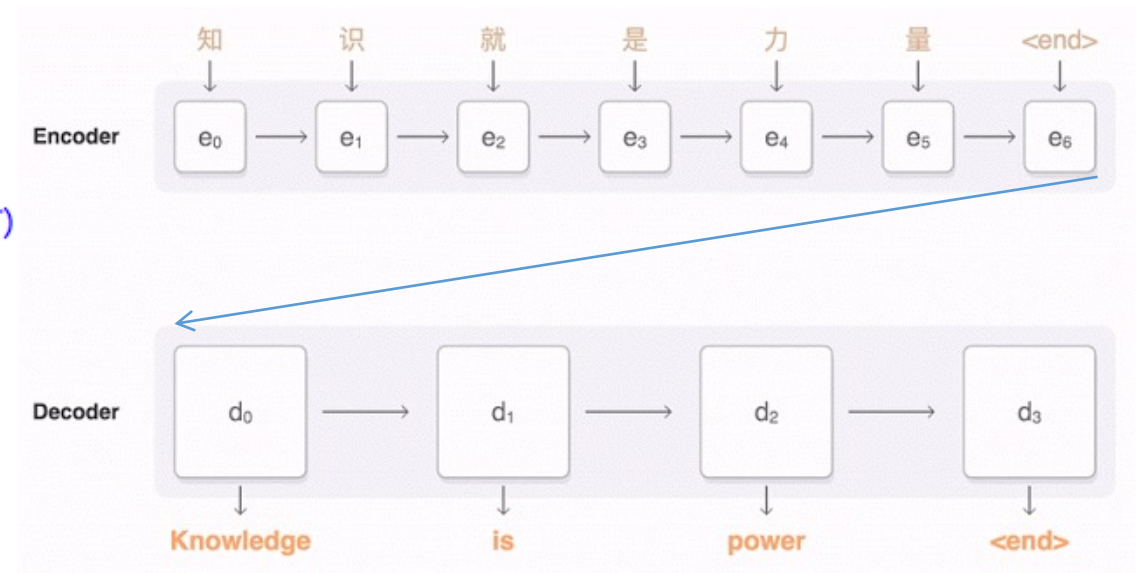
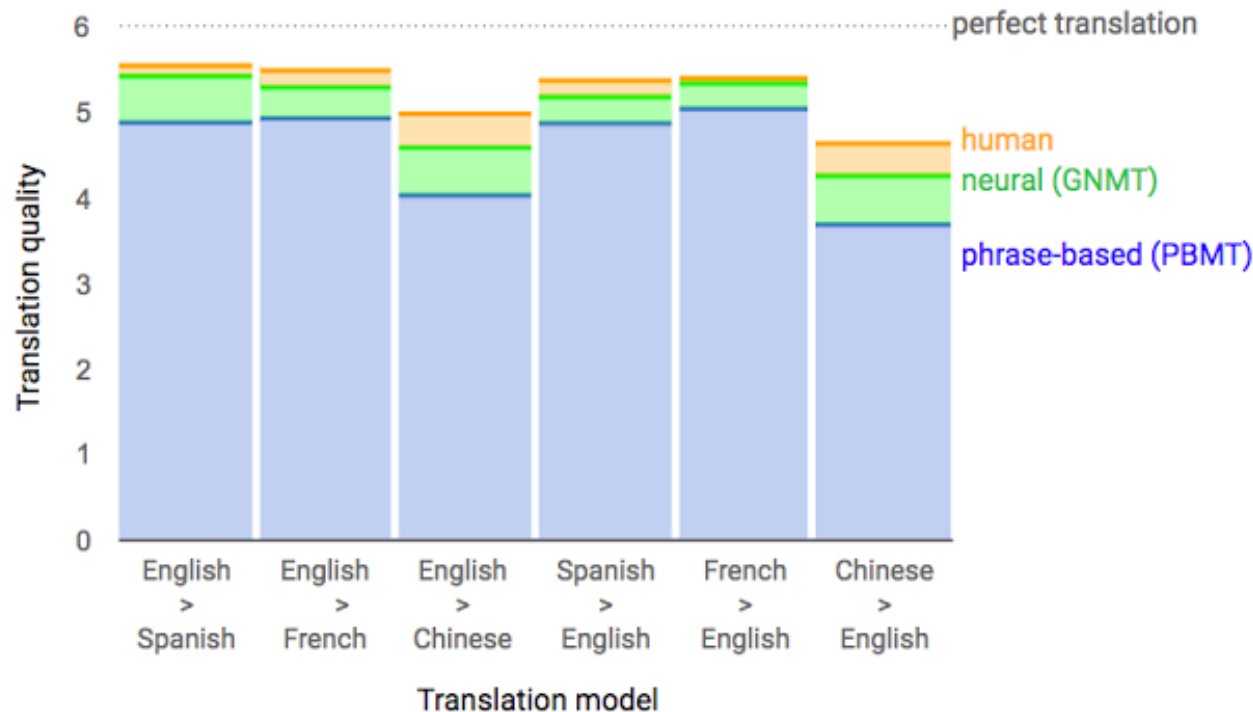
Génération d'images via  
[ThisPersonDoesNotExist.com](https://thispersondoesnotexist.com)  
(par StyleGAN)





# Traduction par machine

- 2016.9, Google annonça un système étant une **machine de traduction neuronale**.
- 2018.3, Microsoft déclara que sa MTN atteignait “parité humaine” pour les traductions automatiques du chinois vers l’anglais.



(Seq2Seq, Sutskever et al. 2014)

# Compréhension de Lecture Machine

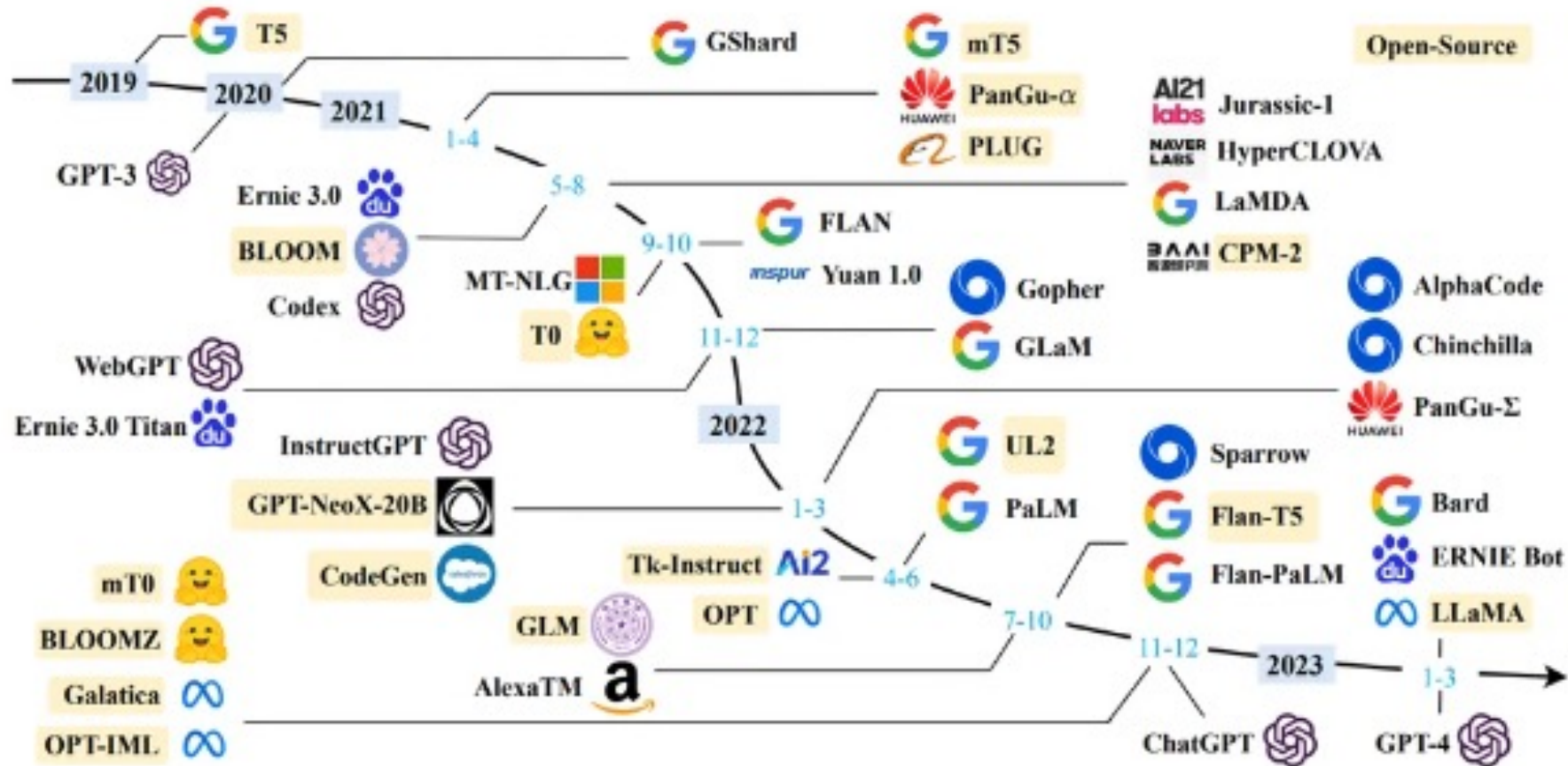
**Passage:** Tesla later approached Morgan to ask for more funds to build a more powerful transmitter. **When asked where all the money had gone, Tesla responded by saying that he was affected by the Panic of 1901**, which he (Morgan) had caused. Morgan was shocked by the reminder of his part in the stock market crash and by Tesla's breach of contract by asking for more funds. Tesla wrote another plea to Morgan, but it was also fruitless. Morgan still owed Tesla money on the original agreement, and Tesla had been facing foreclosure even before construction of the tower began.

**Question:** On what did Tesla blame for the loss of the initial money?

**Answer:** Panic of 1901

| Rank                             | Model   | EM     | F1     |
|----------------------------------|---|--------|--------|
|                                  | Human Performance<br><i>Stanford University</i><br><i>(Rajpurkar et al. '16)</i>    | 82.304 | 91.221 |
| 1<br><small>Mar 19, 2018</small> | QANet (ensemble)<br><i>Google Brain &amp; CMU</i>                                   | 83.877 | 89.737 |
| 2<br><small>Jan 22, 2018</small> | Hybrid AoA Reader (ensemble)<br><i>Joint Laboratory of HIT and iFLYTEK Research</i> | 82.482 | 89.281 |

# Large Language Models



# ChatGPT/GPT-4



“**ChatGPT** (Generative Pre-trained Transformer)<sup>[1]</sup> is a chatbot launched by OpenAI in November 2022. It is built on top of OpenAI's GPT-3.5 family of large language models, and is fine-tuned with both supervised and reinforcement learning techniques.”

--Wikipedia

# De texte à image

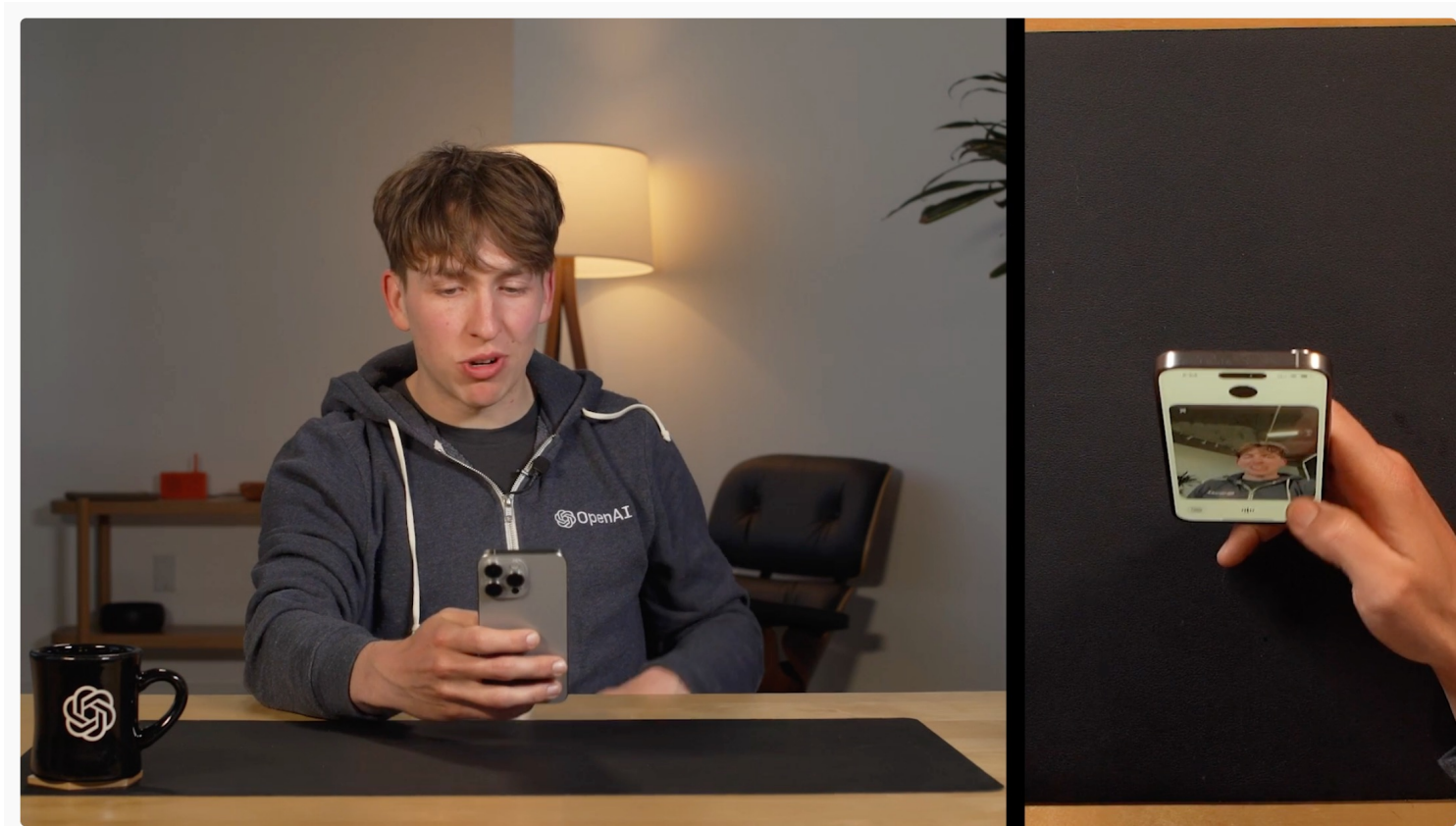
- DALL·E3: Créer des images à partir de texte par OpenAI
- <https://openai.com/index/dall-e-3/>



 DALL·E 3

A Dutch still life of an arrangement of tulips in a fluted vase. The lighting is subtle, casting gentle highlights on the flowers and emphasizing their delicate details and natural beauty.

# Apprentissage multi-modal avec GPT-4o : apprentissage à travers l'audio, la vision et le texte



<https://vimeo.com/945586717>

# De texte à vidéo

- Open AI Sora: <https://openai.com/index/sora/>



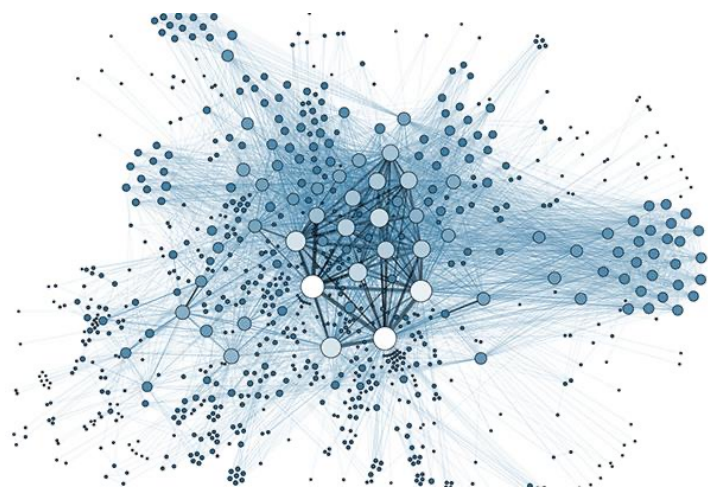
Prompt: A stylish woman walks down a Tokyo street filled with warm glowing neon and animated city signage. She wears a black leather jacket, a long red dress, and black boots, and carries a black purse. She wears sunglasses and red lipstick. She... +

- Kling AI: <https://kling.kuaishou.com/en>

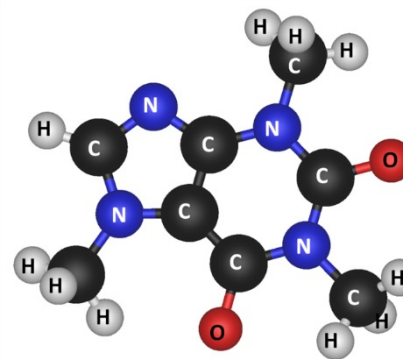


# Analyse de Graphes/Réseaux

- Réseaux Sociaux, l'internet (« World Wide Web »)
- Molécules

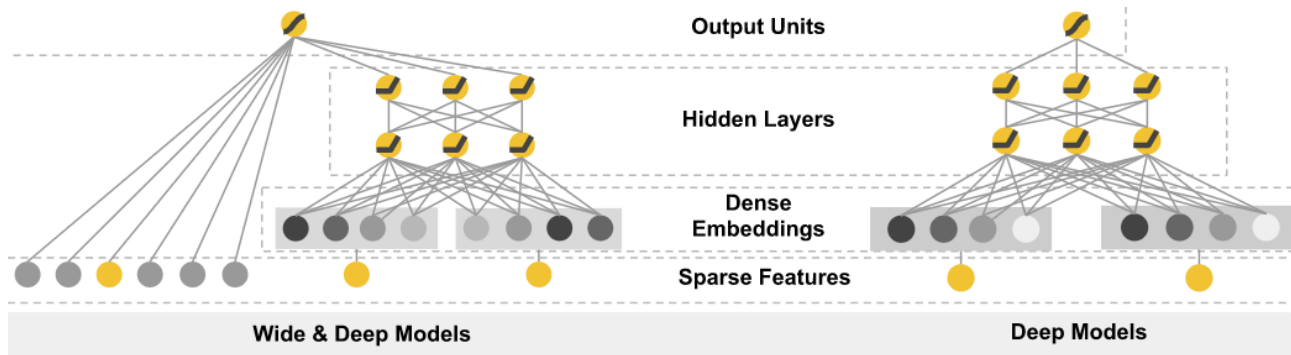
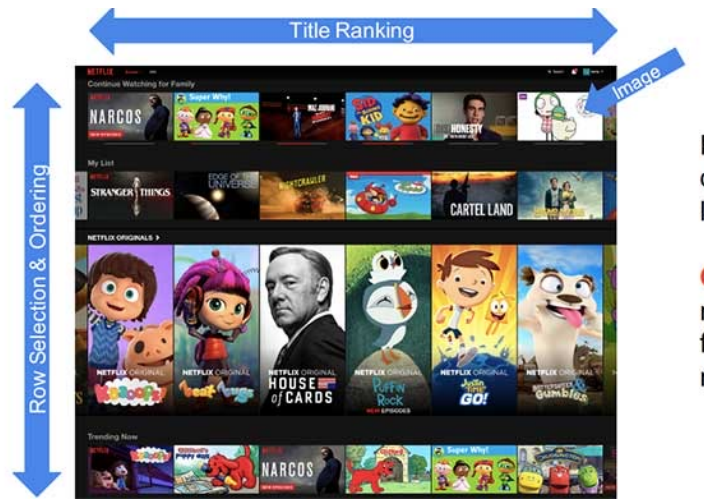


Social Networks



Molécules

# Systemes de recommandation



Modèles Large & Profonds pour les systèmes de recommandation (Google 2016)



HOME RECSYS 2018 PAST CONFERENCES HONORS WIKI CONTACT search...



## Workshop on Deep Learning for Recommender Systems

The workshop centers around the use of Deep Learning technology in Recommender Systems and algorithms. DLRs 2017 builds upon the positively received traits of DLRs 2016. DLRs 2017 is a fast paced half-day workshop with a focus on high quality paper presentations and keynote. We welcome original research using deep learning technology for solving recommender systems related problems. *Deep Learning is one of the next big things in Recommendation Systems*

RECSYS 2017 (COMO)

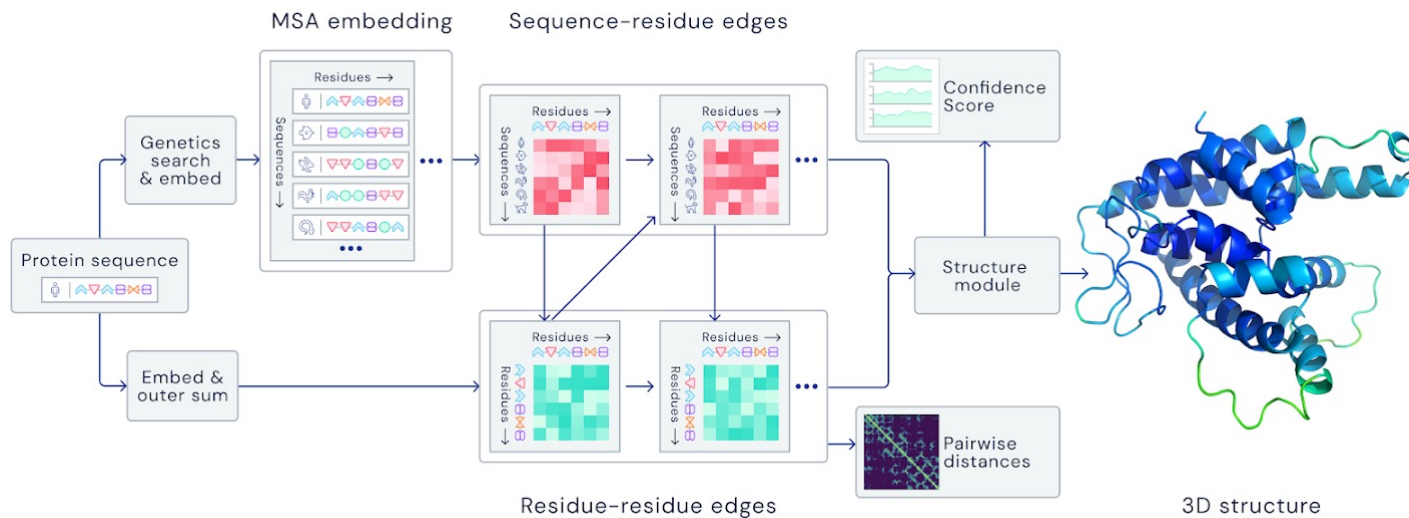
[About the Conference](#)

[Call for Contributions](#)

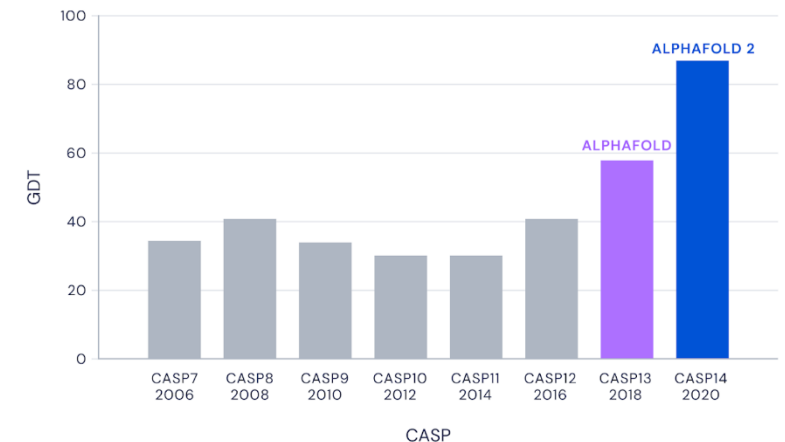
Atelier sur l'apprentissage profond pour les systèmes de recommandation

# IA pour la science

- Prédiction de la structure de protéine: un problème fondamental en biologie
  - Prédire les structures 3D des protéines à partir de leurs séquences d'acides aminés
  - <https://deepmind.com/blog/article/alphafold-a-solution-to-a-50-year-old-grand-challenge-in-biology>
- Une percée dans la prédiction de structures des protéines par apprentissage profond (Décembre, 2020)

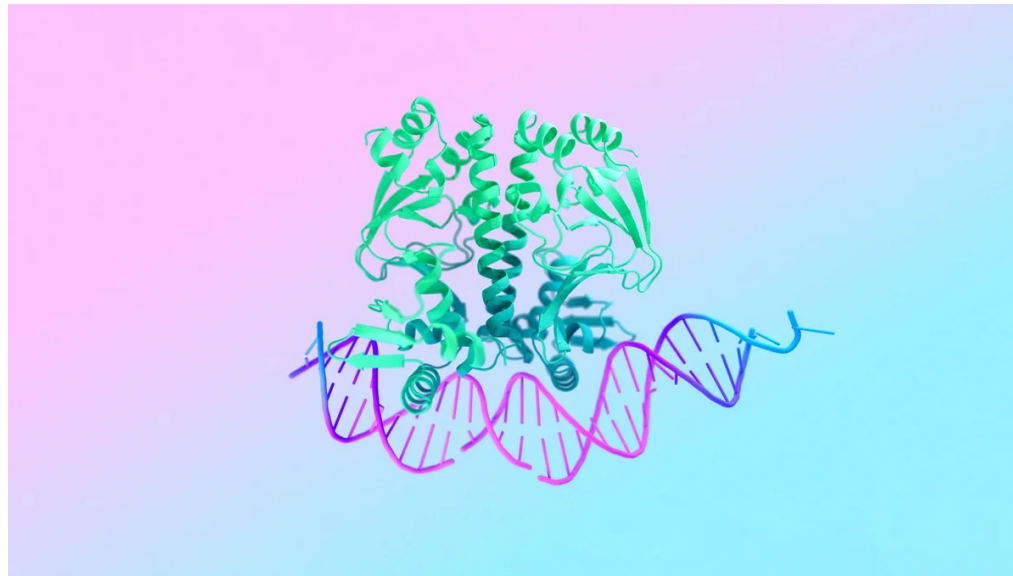


Median Free-Modelling Accuracy



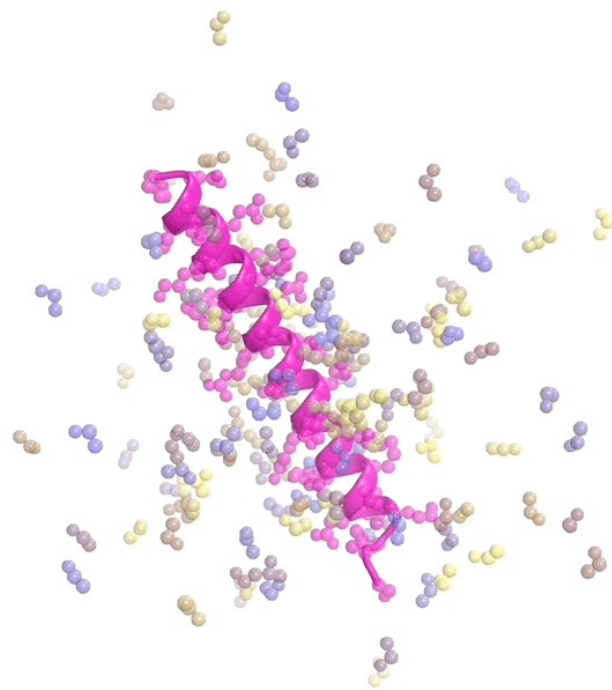
# AlphaFold3

- **Prédit la structure et les interactions de toutes les molécules de la vie**
  - en prédisant la structure des protéines, de l'ADN, de l'ARN, des ligands, et plus encore, ainsi que la manière dont elles interagissent.



# IA pour la conception/génération de protéines

- RFDiffusion



Watson et al. **De novo design of protein structure and function with Rfdiffusion.** Nature, 2023.

# Ce Cours

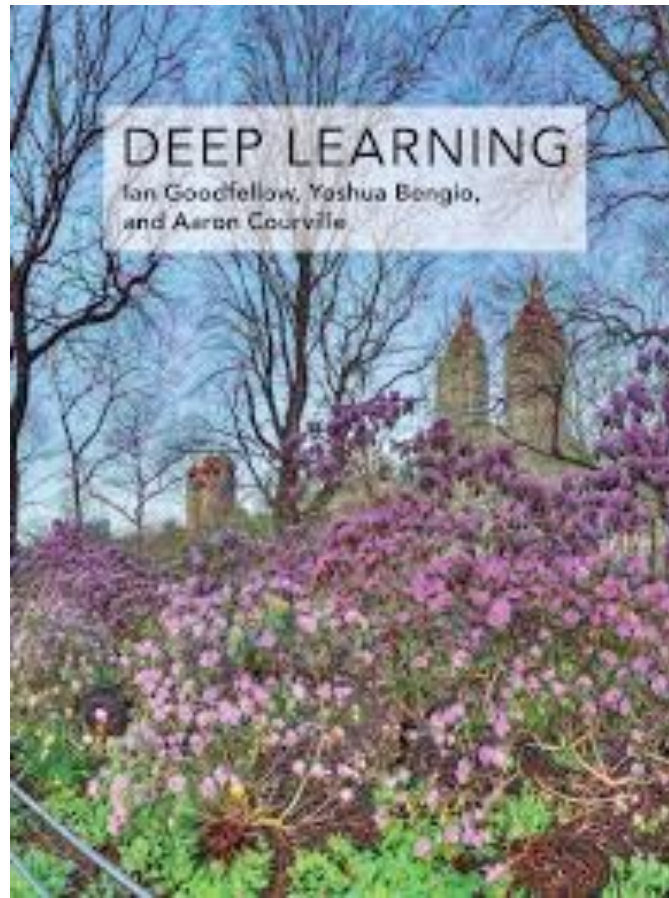
- **Objectifs**

- Introduire les techniques fondamentales de l'apprentissage profond
- Introduire l'application de l'apprentissage profond à quelques domaines choisis
- Apprendre à utiliser le module Pytorch
- Apprendre à utiliser les techniques d'apprentissage profond pour résoudre des problèmes concrets

- **Prérequis**

- Bonne base en mathématiques (plus spécifiquement, probabilités, statistiques et algèbre linéaire)
- Programmation en Python

# Manuel



Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville. "Deep Learning". MIT, 2016.

# Évaluations

- Devoirs (20%)
- Présentations de groupe (10%)
- Projet de session (30%)
  - Proposition de recherche: 5%
  - Affiche: 10%
  - Rapport: 15%
- Examen Final (40%)



# Devoirs (20%)

- Deux devoirs
  - Deux exercices de programmation Pytorch

# Présentations (10%)

- Chaque groupe (maximum 2 étudiants) présentera un article en classe
  - 20-25 minutes
- Ces articles sont habituellement des sujets plus avancés qui ne sont pas couverts en classe
  - Vous pouvez choisir un article parmi ceux dans la colonne “Référence” ([https://deepgraphlearning.github.io/MATH60630A\\_2024A/index.html](https://deepgraphlearning.github.io/MATH60630A_2024A/index.html))
  - Premier arrivé, premier servi

# Projet de session (30%)

- Travailler en équipes
  - Chaque équipe doit avoir maximum 2 étudiants (les mêmes que pour la présentation de groupe)
- Étape 1: Enregistrement des groupes
- Étape 2: Proposition de projet
- Étape 3: Présentation des affiches (dernière classe)
- Étape 4: Soumettre un rapport de projet
  - Une semaine après la présentation des affiches
- Plus d'instructions sur le projet à venir

# Examen Final (40%)

- Vous pouvez apporter une feuille de papier A4 avec les notes de votre choix (recto verso).

# Politique pour les pénalités de retards

- Tous les étudiants doivent soumettre leurs devoirs et projets à temps
  - 50% de réduction sur la note (moins de 2 jours après l'échéance)
  - 0 point (plus de 2 jours après l'échéance)

# Plan de cours

- **Partie I: Fondements de l'Apprentissage Automatique et Profond**
  - Semaine 1: Introduction, Mathématiques, Fondements de l'apprentissage automatique
  - Semaine 2: Réseaux de neurones à propagation avant & Astuces d'optimisation
  - Semaine 3: PyTorch
  - Semaine 4: Réseau neuronal convolutif (CNN) et Réseau de neurones récurrents (RNN)

# Plan de cours (Suite)

- **Partie II: Applications et sujets plus avancés**
  - Semaine 5: Apprentissage de représentation des mots
  - Semaine 6: Attention, transformateurs
  - Semaine 7: Pas de cours (Proposition de projets prêt)
  - Semaine 8: Modèles de langage de grande taille
  - Semaine 9: Modèles de langage de grande taille

# Plan de cours (Suite)

- **Partie II: Applications et sujets plus avancés**
  - Semaine 10 : Modèles génératifs
  - Semaine 11 : Génération d'images, entraînement multi-modal
  - Semaine 12 : Apprentissage de représentation des graphes, réseaux de neurones de graphes
  - Semaine 13 : Session poster



Questions?