



Intelligence artificielle: une longue histoire ... et demain ?

Pierre Gançarski
Université de Strasbourg

Source d'inspiration : *Qu'est-ce qu'un bon système d'apprentissage ? La réponse a évolué avec le temps. Et demain ?* (Antoine Cornuèjols – EGC 2018)

Grand merci à lui.

L'IA est partout ...



De très nombreux domaines impactés ...

- Enseignement : personnalisation...
- Santé : aide au diagnostique, suivi et médecine prédictive, politique sanitaire...
- Agriculture : diminution d'intrants chimiques, suivi des rendements et des troupeaux, épidémiosurveillance...
- Transport : voiture autonome, gestion de flux logistiques...
- Défense et sécurité : analyse des réseaux, des images, des vidéos; gestion des risques malveillants, industriels, commerciaux, écologiques, ...

De très nombreux domaines impactés ... voire tous ?

- Aide à la décision : juges, prêts, prime assurance...
- Personnalisation : assistant, recommandation, small data...
- « Smart cities » : circulation, suivi de la pollution...
- Economie : finances, pilotage de la production...
- Ecologie : suivi de la biodiversité, risques climatiques...
- SHS : ressenti et opinions...
- Les jeux : Go, Poker
- Art : génération d'œuvre, aide à la composition...
- ...

De très nombreux domaines impactés ... voire tous ?

- « Mais comme bien des mathématiciens débutant la carrière dans les **années 90**, j'ai profondément **sous-estimé l'impact de l'intelligence artificielle**, qui ne donnait finalement, à cette époque, que peu de résultats. Quelle surprise ce fut d'assister, dans les **années 2010**, à **l'incroyable amélioration** de ses performances. » (Cédric Villani, mars 2018)

➔ **Comment en est-on arrivé là ?**

Plan

- Du passé ...

Du passé ...

- (1950 – 1965) Les précurseurs
- Séminaire de Dartmouth (1956) apparition du terme “Intelligence Artificielle” (J. McCarthy).
- IA Symbolique : La pensée est vue comme une manipulation de représentations discrètes des connaissances
 - Premier programme de démonstration automatique de théorème : Logic Theorist (Newell, Shaw et Simon)
 - LISP (1958) : LISt Processing par J. Mac Carthy
 - Premier traducteur Anglais/Russe
 - General Problem Solver (1959) A. Newell et H.Simon

Du passé ...

- Enthousiasme excessif :
 - “dans 5 ans, nous aurons un traducteur automatique”
 - “en 1968, nous aurons une machine au niveau du champion du monde d'échecs”
- À comparer avec des résultats décevants.

Du passé ...

- Néanmoins cela a permis d'établir les concepts de base de l'IA :
 - un algorithme doit combiner les **approches combinatoires** et **heuristiques** c'est-à-dire utiliser les connaissances sur le problème à résoudre
 - il faut distinguer ce qui est connaissance sur le problème de ce qui est méthode de résolution (**approche déclarative**)
 - les méthodes d'IA doivent incorporer des mécanismes d'**apprentissage**

Du passé ...

- (1965 – 1984) La connaissance est au pouvoir
 - Représentation structurées :
 - réseaux sémantiques, scripts, schémas et frames
 - Extensions de la logique :
 - floue, non monotone, temporelle...
 - Utilisation de la connaissance et du « savoir-faire » :
 - Systèmes experts
 - Apprentissage à partir de peu d'exemples :
 - espace de versions, explanation-based learning, ...
- Forte influence des Sciences cognitives (I.A Forte)

Du passé ...

- Limites
 - Requiert une **forte théorie du domaine**
 - Difficulté pour l'acquérir
 - Suspicion de manque de généralité (méthodes ad 'hoc)
 - Mais se contente de peu d'exemples
 - Peu ou pas adapté à des **données bruitées**
 - Le « passage à l'échelle » n'est pas évident
 - **Pas de critère d'évaluation** général et quantifiable
 - Difficulté à comparer les approches et systèmes

Du passé ...

- (1984-1995) Retournement de perspectives
- Deux mouvements indépendants :
 - PAC (probably approximately correct) learning
 - Risque empirique régularisé : Principe d'induction

Du passé ...

- (1984-1995) Retournement de perspectives
- Deux mouvements indépendants :
 - PAC (probably approximately correct) learning
 - Principe d'induction

Déduction : préserve la "vérité"	Induction : ajoute de l'information
<ul style="list-style-type: none">• Tous les humains ont un cœur• Tous les intervenants sont humains → Tous les intervenants ont un cœur	<ul style="list-style-type: none">• Les intervenants vus jusqu'à maintenant sont des informaticiens• Les informaticiens vus jusqu'à maintenant sont sympas → Tous les intervenants sont sympas

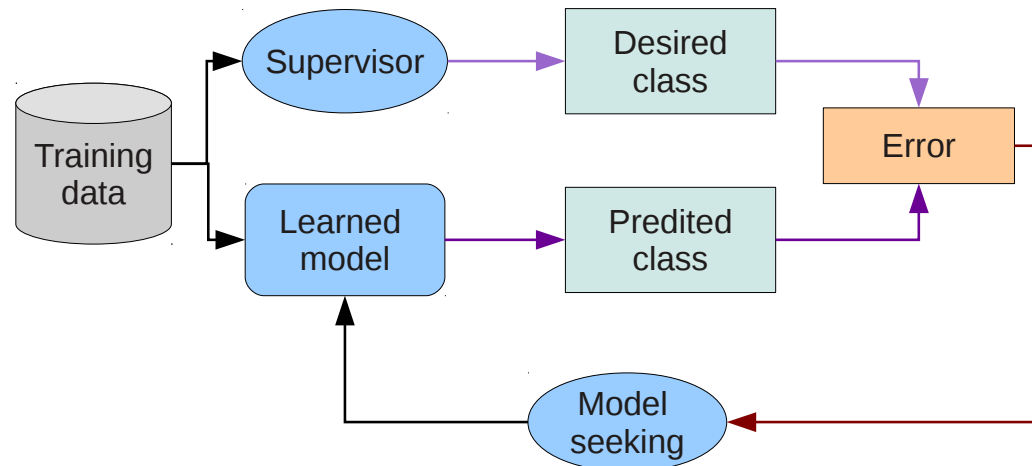
- Affirmation vraie jusqu'à preuve du contraire
- Notion d'épichérème (Théophraste) : la répétition d'un phénomène augmente la probabilité de le voir se reproduire

Du passé ...

- (1984-1995) Retournement de perspectives
- Deux mouvements indépendants :
 - PAC (probably approximately correct) learning
 - Principe d'induction
 - Les vraies questions sont en fait :
 - Si tous les intervenants sont sympas, quelles en sont les raisons ?
 - Si ce n'est pas vrai, comment différencier les intervenants sympas des autres ? Apprentissage d'un modèle
 - Si j'ai un nouvel intervenant, puis-je prédire s'il sera sympa ou non ? → Généralisation : le modèle doit être prédictif

Du passé ...

- (1984-1995) Retournement de perspectives
- Deux mouvements indépendants :
 - PAC (probably approximately correct) learning
 - Risque empirique régularisé et principe d'induction
 - Réduire la probabilité de se tromper sur une hypothèse



- Apprentissage supervisé

Du passé ...

- (1984-1995) Retournement de perspectives
 - Deux mouvements indépendants :
 - PAC (probably approximately correct) learning
 - Renouveau du connexionnisme
 - Perceptrons multicouches
 - Rétropropagation du gradient
- Apprentissage statistique

Du passé ...

- (1984-1995) Retournement de perspectives
 - Deux mouvements indépendants :
 - PAC (probably approximately correct) learning
 - Renouveau du connexionnisme
- Apprentissage **statistique**
- (1995 - 2010) Optimisation de l'induction
 - SVM / Boosting / Random forests / Lasso, ...
 - « Disparition » du raisonnement
- ➔ Approche **pragmatique (I.A Faible)**

Plan

- Du passé ...
- (la transition)

(la transition)

- La capacité de stockage double tous les 13 mois alors que le coût est divisé par deux (Loi de Kryder)
 - 1956 : Premier disque dur (5Mo , 7000 €/Mo (env. 100 000 € actuels !))
- (1995 - 2010) **Systemes de stockage magnétique**
 - 1956 : Premier disque dur 5Mo ($\approx 100\,000\text{€}/\text{Mo}$)
 - 2000 : plus de support magnétique pour les cartes mémoire flash
 - 1991 : 1 Go $\rightarrow 40\,000\text{€}$; 2015 : 512Go $\rightarrow 1\,500\text{€}$; 2017 : 512 Go $\rightarrow 300\text{€}$
 - 2011 : Seagate barracuda : 1 To ($\approx 0,00012\text{€}/\text{Mo}$)
- (2010 - ...) **Stockage « dématérialisé »**
 - 2014 : Cloud $\rightarrow 1.000$ milliards d'octets pour 7,2 €/mois
 - 2018 : Google Drive 10 To pour 7 €/mois

(la transition)

- (1995 - 2010) Augmentation des données
 - 1956 : Premier disque dur 5Mo ($\approx 100\,000\text{€}/\text{Mo}$)
 - 1979 : Seagate ST-506 : 5Mo ($\approx 1000\text{€}/\text{Mo}$)
 - 1982 : une disquette (1,44 Mo) de la taille d'une poche de chemise
 - 1984 : 80 minutes de musique sur les premiers CD-Rom (600 Mo)
 - 1994 : 700 Mo sur un seul disque Zip (10 minutes de vidéo)
 - 2000 : plus de support magnétique pour les cartes mémoire flash
 - 1991 : 1 Go $\rightarrow 40\,000\text{€}$; 2015 : 512Go $\rightarrow 1\,500\text{€}$; 2017 : 512 Go $\rightarrow 300\text{€}$
 - 2011 : Seagate barracuda : 1 To ($\approx 0,00012\text{ €}/\text{Mo}$)
- (2010 - ...) Stockage « dématérialisé »
 - 2014 : Cloud $\rightarrow 1.000$ milliards d'octets pour 7,2 €/mois
 - 2018 : Google Drive 10 To pour 7 €/mois

(la transition)

- (1970 - 2010) Des mémoires de + en + grosses

- Années 70 : 256 octets à 8 Ko
- Années 80 : 8 Ko à 1 Mo
- Années 90 : 1 Mo à 512 Mo
- Années 2000 : 512 Mo à 8 Go
- Années 2010 : 8 Go à ...



640K ought to be enough for anybody.

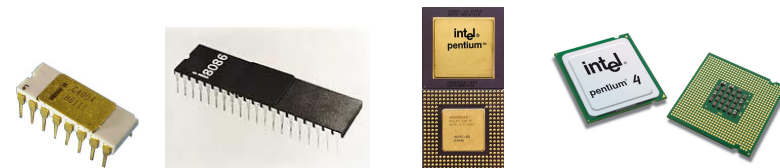
I've said some stupid things and some wrong things, but not that. No one involved in computers would ever say that a certain amount of memory is enough for all time.

(la transition)

- (1970) : 10^7 opérations logiques par seconde
- Le cerveau humain 10^{11} neurones (max. 100 commutations/seconde) : 10^{13} opérations logiques/s
- (2017) Ordi 64 bits/4 GHz = même puissance

TaihuLight : 41 000 processeurs 10^{17} op/s

Date	Nom	Nombre de transistors	Gravure (micron)	Fréq. max horloge	Largeur données	MIPS
1971	4004	2 300	10	108 kHz	4 bits	0,06
1974	8080	6 000	6	2 MHz	8 bits	0,64
1979	8088	29 000	3	5 MHz	16 bits	0,33
1982	80286	134 000	1,5	20 MHz	16 bits	1
1985	80386	275 000	1,5	40 MHz	32 bits	5
1989	80486	1 200 000	1	100 MHz	32 bits	20
1993	Pentium	3 100 000	0,8 à 0,28	233 MHz	32 bits	100
1997	Pentium II	7 500 000	0,35/0,25	450 MHz	32 bits	300
1999	Pentium III	9 500 000	0,25/0,13	1,4 GHz	32 bits	510
2000	Pentium 4	42 000 000	0,18/0,065	3,8 GHz	32 bits	1 700
2004	Pentium 4D	125 000 000	0,09/0,065	3,6 GHz	32 bits	9 000
2006	Core 2 Duo	291 000 000	0,065	2,4 GHz	64 bits	22 000
2007	Core 2 Quad	2*291 000 000	0,065	3 GHz	64 bits	2*22 000
2008	Core 2 Duo	410 000 000	0,045	3,33 GHz	64 bits	24 200
2008	Core 2 Quad	2*410 000 000	0,045	3,2 GHz	64 bits	2*24 200
2009	Intel Core i5	774 000 000	0,045	2,93 GHz	64 bits	76 383
2010	Intel Core i7	1 170 000 000	0,032	3,33 GHz	64 bits	147 600



(la transition)

- Réseaux sociaux

- Facebook génère 500 Tera-octets (To) par jour.
- 100 heures de vidéo apparaissent sur Youtube chaque minute

- Données scientifiques

- « Large Hadron Collider » (LHC) : 5 Péta-octets de données scientifiques/ jour
- European Sentinel Program (Téledétection): 2 To par jour ...

- Internet :

- env. 20 Zeta-octet par an (40 en 2020 ?)

- Données ouvertes :

- Le site data.gouv.fr offre plus de 20 000 bases de données publiques

- Tera : 10^{12} → Mille milliards Peta : 10^{15} → Million de milliards Zetta : 10^{21} → Mille milliards de milliards
Yotabytes : 10^{24} . Nombre d'atomes dans l'Univers : $\approx 10^{80}$

(la transition)

- Plus surprenant (ou pas ...) :
 - Un Boeing 737 génère 240 To pour un vol intra US
 - Les utilisateurs Facebook « like » 5,7 milliards de fois/jour
 - Google stocke pour chaque utilisateur connecté : info. perso , IP, services utilisés (type, usage et appareil utilisé), requêtes de recherche, localisation ... voir <https://www.google.com/policies/privacy/#infocollect>
 - Les équipes de campagne (US) possèdent près de 500 éléments sur le chaque électeur : données bancaires, lignes de crédit, abonnements TV, contenu de ses posts sur les réseaux, amis facebook, port d'arme, origine ethnique ...
 - **Plus de 98% de l'information existante a été créée ces cinq dernières années**
- Phénomène **Big Data**

... au présent

- (2010 - ...) Phénomène Big Data
- Réapparition des connaissances
 - Web sémantique:
 - Compréhension partagée de l'information :
 - Ontologies et métadonnées
 - Communautés virtuelles

... au présent



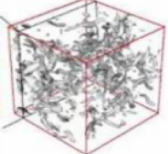

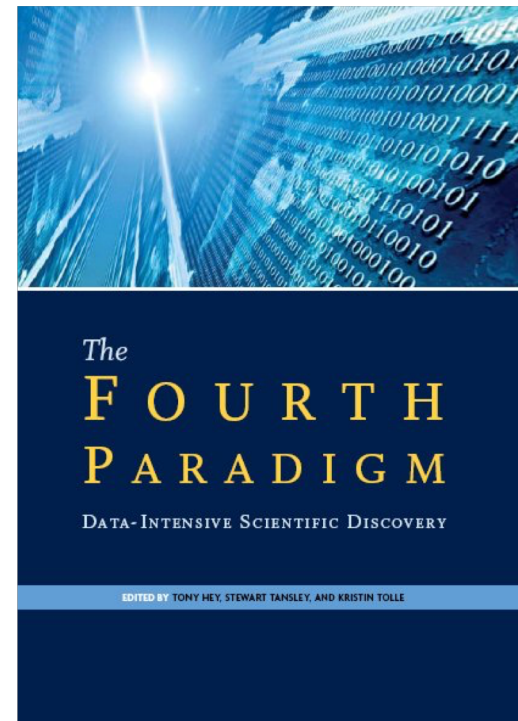
- (2010 - ...) Phénomène Big Data
 - Réapparition des connaissances
 - Extraction de connaissances
 - Utilisation de nouveaux outils d'analyse de gros volumes de données pour obtenir des informations autrefois impossibles à obtenir.
 - Fouille de données de nature variée :
 - Mémoires d'entreprise,
 - Commerce électronique
 - Analyse des réseaux sociaux : Facebook et al., ...
- Quatrième paradigme de la Science

... au présent

- Introduit par **James Nicolas Gray** (Jim Gray) dans différents articles entre 2005 et 2007 : *Scientific Data Management in the Coming Decade*

Science Paradigms

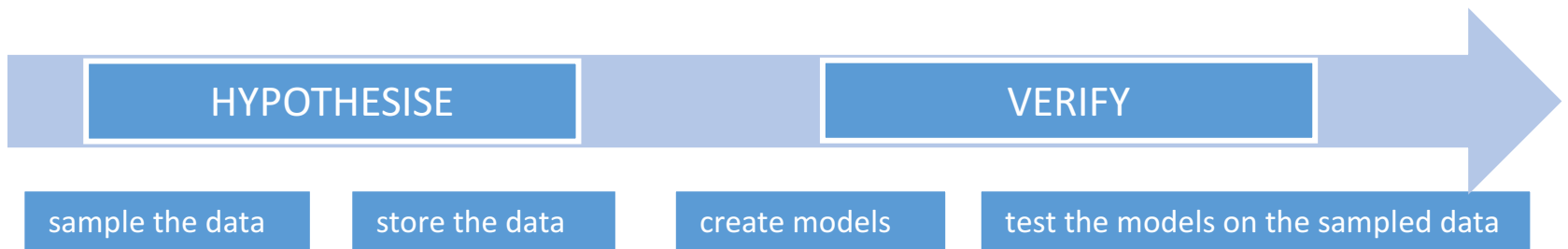
- Thousand years ago:
science was **empirical**
describing natural phenomena
- Last few hundred years:
theoretical branch
using models, generalizations
- Last few decades:
a **computational** branch
simulating complex phenomena
- Today:
data exploration (eScience)
unify theory, experiment, and simulation
using data management and statistics
 - Data captured by instruments
 - Or generated by simulator
 - Processed by software
 - Scientist analyzes database / files


$$\left(\frac{a}{a}\right)^2 = \frac{4\pi G \rho}{3} - K \frac{c^2}{a^2}$$


Tony Hey, Stewart Tansley, et Kristin Tolle (2009)

... au présent

- Il y a mille ans - **Science expérimentale** Description des phénomènes naturels
 - Siècles derniers - **Science théorique** : Abstraction et généralisation (Lois de Newton, Equations de Maxwell)
 - Dernières décennies - **Science computationnelle** : Simulation de phénomènes complexes, Informatique = outil de validation de modèles théoriques
- Paradigme associé : **Approche confirmatoire**



... au présent

- Aujourd'hui : **Science des données**



→ Paradigme associé : **Approche exploratoire**

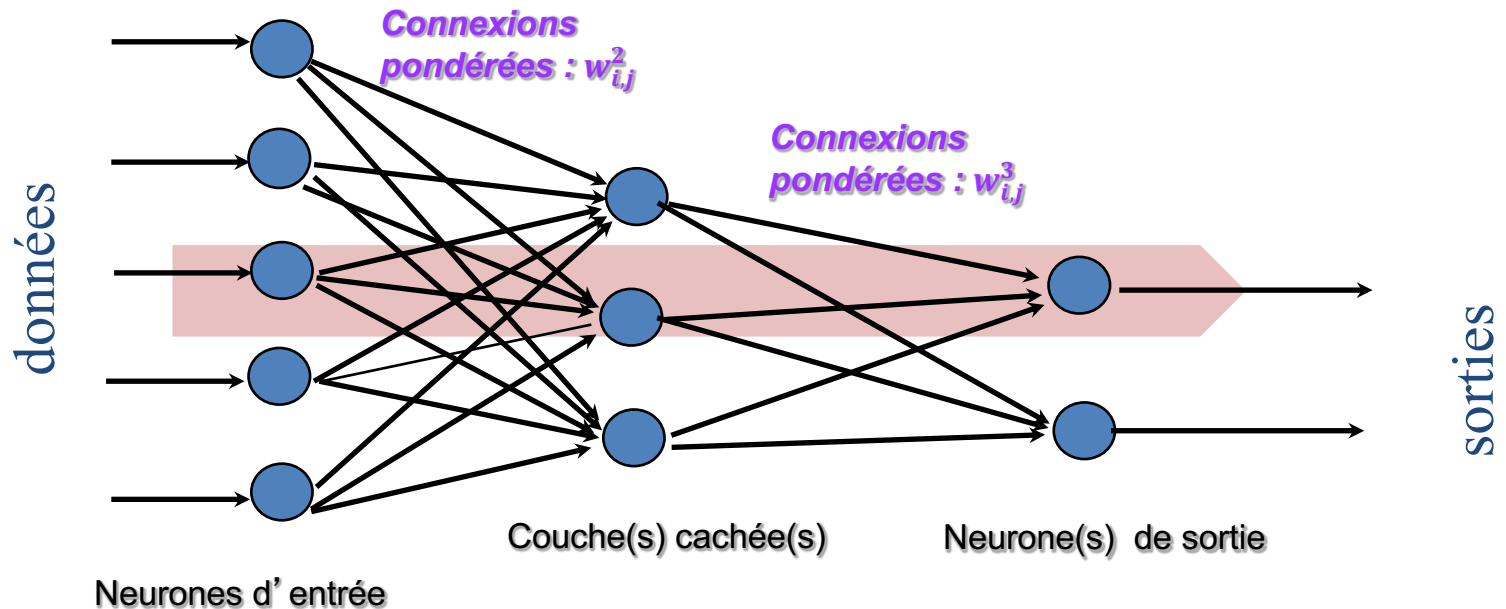
- *Sérendipité* du Big Data : capacité à montrer des choses que l'on ne s'attendait pas à trouver **trouver, par des hasards heureux, ce que l'on ne cherche pas.**

... au présent

- (2015 - ...) Révolution de l'apprentissage profond
- (1940 – 2000) Réseaux de neurones (les précurseurs)
 - 1943 : Modèle de McCulloch et Pitts - 1er modèle de neurone formel
 - 1949 : Règle de Hebb - Apprentissage par renforcement du couplage synaptique
 - 1960 : Rosenblatt : perceptron et théorème de convergence
 - 1985 : Perceptron Multi-Couche + Rétropropagation (Werbos)

... au présent

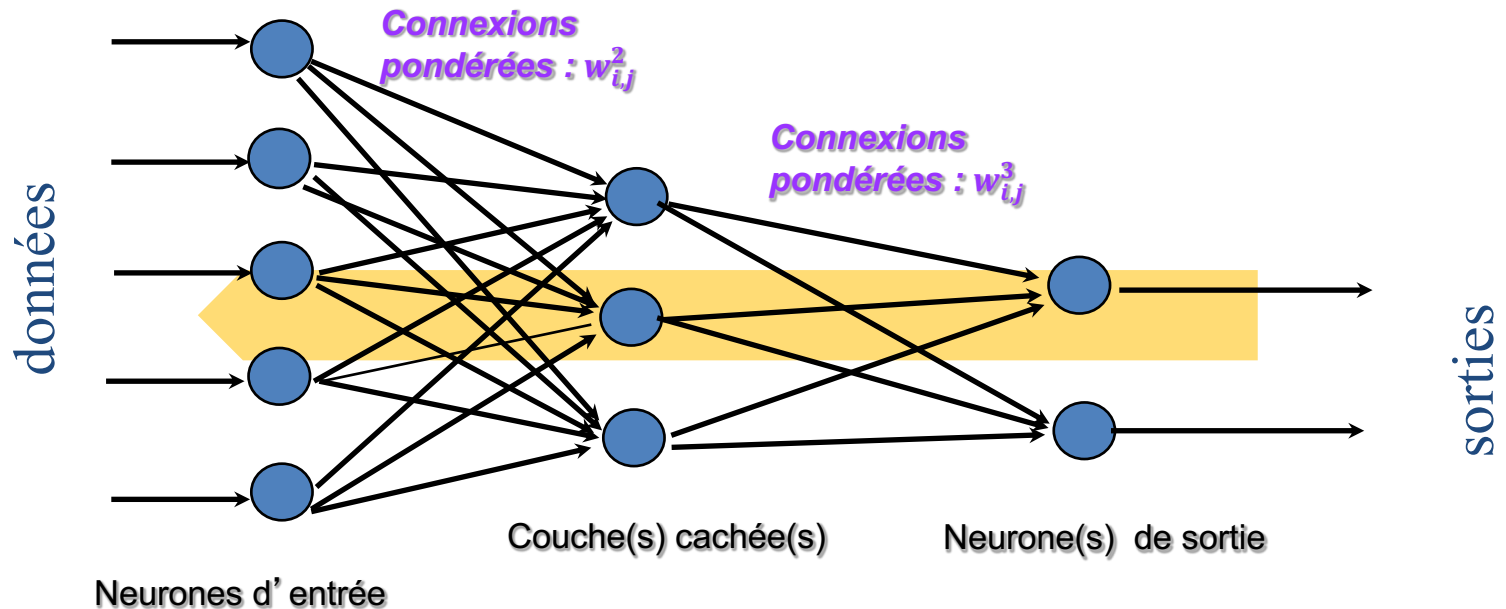
- Apprentissage
 - 1) **Soumission** d'un exemple



- Si la sortie S correspond à la sortie (classe) désirée, on passe à la donnée suivante sinon étape de **rétropropagation**

... au présent

- Apprentissage
 - 2) **Rétropropagation**



- Les **poids** sont modifiés pour que l'entrée d'une couche produise une **sortie** correspondant à ce qui **est demandé**

... au présent

- (2015 - ...) Révolution de l'apprentissage profond
- (1940 - 2000) Précurseurs :
 - 1943 : Modèle de McCulloch et Pitts - 1er modèle de neurone formel
 - 1949 : Règle de Hebb - Apprentissage par renforcement du couplage synaptique
 - 1960 : Rosenblatt : perceptron et théorème de convergence
 - 1985 : Perceptron Multi-Couche + Rétropropagation (Werbos)
- (Fin 2000) Echec relatif
 - C1 : Manque de puissance de calcul
 - C2 : Manque de données
 - C3 : Modélisation imparfaite

... au présent

- (2015 - ...) Révolution de l'apprentissage profond
- Précurseurs
- Echec relatif
- Le renouveau :
 - 2007 : Création d'ImageNet alimentée via Amazon Mechanical Turk:
 - 10 millions d'images étiquetées.
 - 2010 : Première utilisation de GPU
 - 2012 : Application Deep Learning sur ImageNet
 - Le taux d'erreur passe de 30% à 15%
 - 2014: Projet DeepFace – Facebook
 - Le taux d'erreur passe à moins de 3%
 - 2015 : Généralisation de l'approche

... au présent

- (2015 - ...) Révolution de l'apprentissage profond
 - Précurseurs
 - Echec relatif
 - Le renouveau
- 2015 : Machine Learning et Aide à la décision
- Reconnaissance faciale, analyse d'image et de vidéos
 - Traduction automatique
 - Robotique mobile (voiture autonome, ...) :
 - Apprentissage de comportements
 - Fusion de données de capteurs
 - Planification (trajectoires, missions)

... au présent

- Les RN peuvent très bien **tout** apprendre

Exemple : Données CIFAR-10

60.000 images RGB 32x32 pixels

10 classes

Apprentissage : 50.000 images

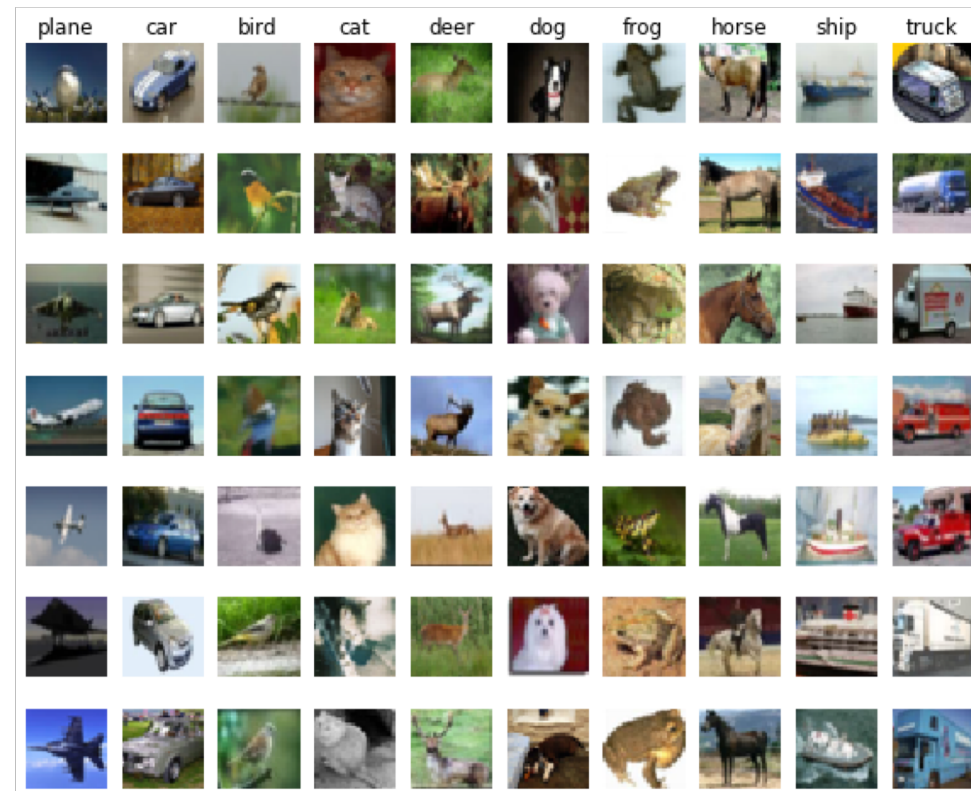
Test : 10.000 images

Résultats :

Training accuracy = 100% ;

Test accuracy = 89%

Speed of convergence ~ 5,000 steps



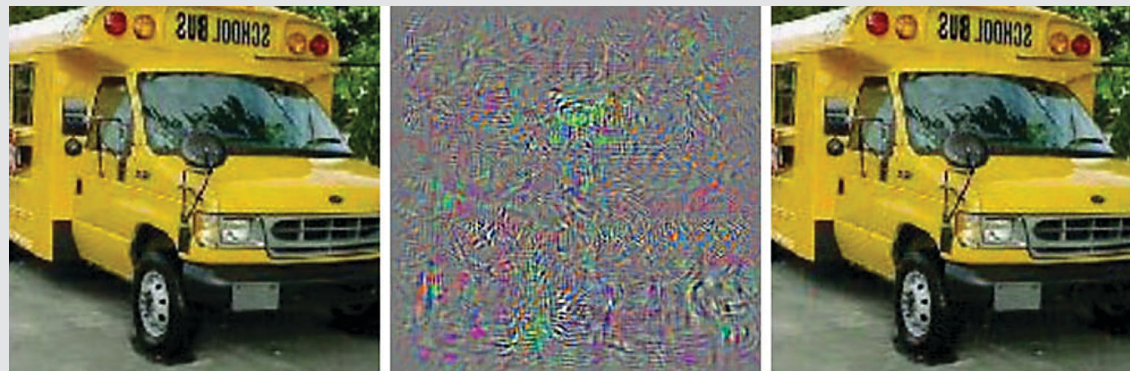
... au présent

- Les RN peuvent très bien apprendre **n'importe quoi !**
 - Labels affectés au hasard :
 - Training accuracy = **100%** ;
 - Test accuracy = 9.8%
 - Vitesse d'apprentissage comparable : ~ 10,000 steps
 - Pixels affectés au hasard :
 - Training accuracy = **100%** ;
 - Test accuracy = 10 %
 - Vitesse d'apprentissage comparable : ~ 10,000 steps

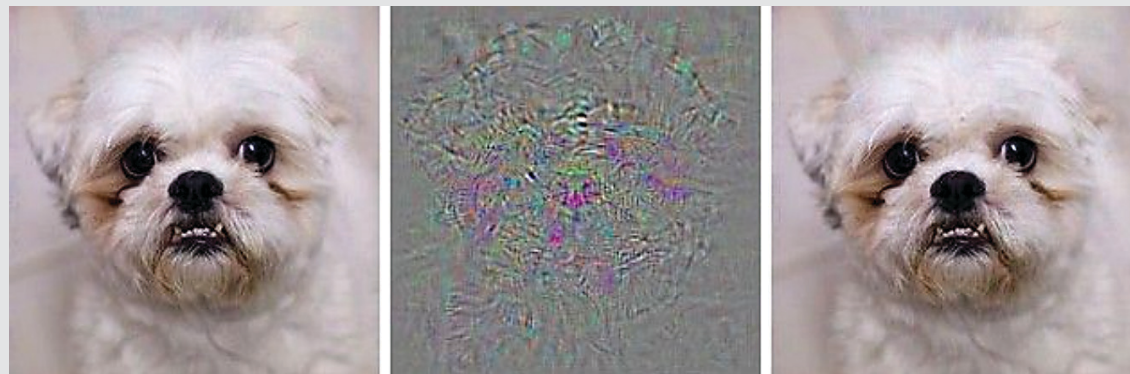
→ **Sur-apprentissage**

... au présent

- Les RN peuvent très bien apprendre sans nécessairement **bien généraliser**



School bus + tiny adversarial perturbation = "ostrich"



Dog + tiny adversarial perturbation = "ostrich"

... au présent

- Les RN peuvent très bien apprendre sans nécessairement **bien généraliser**



Is this less of a car
because the context is wrong?

... au présent

- Les jeux : Othello, Dames, Morpion, Awalé, ...
 - Problèmes maintenant complètement résolus
 - Tous les coups sont connus
 - La force « brute » a gagné

Du passé ...

- Les jeux : **Echecs**
 - 1958 : Premiers programmes capables de jouer une partie complète
 - 1997 : Deep Blue bat Garry Kasparov aux Échecs (cette victoire serait en réalité due à un bug informatique entraînant un sacrifice d'un pion que Kasparov n'a pas compris et qui l'aurait déstabilisé)
 - 2005 : Hydra gagne face à Michael Adams (5-1-0)
 - 2006 : Deep Fritz gagne face à Vladimir Kramnik (2-4-0)

... au présent

- Les jeux : **Echecs**
 - 1958 : Premiers programmes capables de jouer une partie complète
 - 1997 : Deep Blue bat Garry Kasparov aux Échecs (cette victoire serait en réalité due à un bug informatique entraînant un sacrifice d'un pion que Kasparov n'a pas compris et qui l'aurait déstabilisé)
 - 2005 : Hydra gagne face à Michael Adams (5-1-0)
 - 2006 : Deep Fritz gagne face à Vladimir Kramnik (2-4-0)
 - 2017 : AlphaZero, une variante d'AlphaGo n'a mis que quatre heures en partant des règles de base pour vaincre Stockfish, le meilleur programme de jeux d'échecs du moment.

Du passé ...

- Les jeux : Go
 - Apparente simplicité → candidat idéal à l'exploration informatique
 - 2006 : Premier « vrai » programme (Monte-Carlo).
 - 2008 : MoGo a gagné une partie
 - (sur trois) 9x9 contre un 5e dan
 - 19x19 face à un 8e dan avec 9 pierres de handicap.
 - 2009 Zen est classé 2e dan et 4ème dan (2012)

... au présent

- Les jeux : Go
 - fin 2015 : AlphaGo (DeepMind Google) a battu le meilleur joueur d'Europe, 5 à 0 :
 - Apprend sur 30 millions de mouvements d'experts : capable de prédire à 57% le prochain coup d'un humain
 - A jouer des milliers de parties contre lui-même
 - Mai 2017 : AlphaGo bat le champion du monde



... au présent

- Les jeux : **Poker hold-em**
 - Un fichier de 520 To contient toutes les situations possibles mais le problème est que l'information est incomplète
 - Libratus, Université Carnegie Mellon de Pittsburgh
 - Deux approches pour bluffer, relancer ou se coucher : cartes distribuées et actions/erreurs des adversaires,
 - 120 000 mains jouées contre quatre joueurs pro mais en tête-à-tête en No-limit : Gain 1 766 250 \$ (virtuels) - le "meilleur" humain n'a perdu que 85 000 \$!
 - Chaque jour, les parties étaient analysées, et les 3 plus grosses faiblesses de la journée étaient corrigées pour améliorer l'algorithme.

... au présent

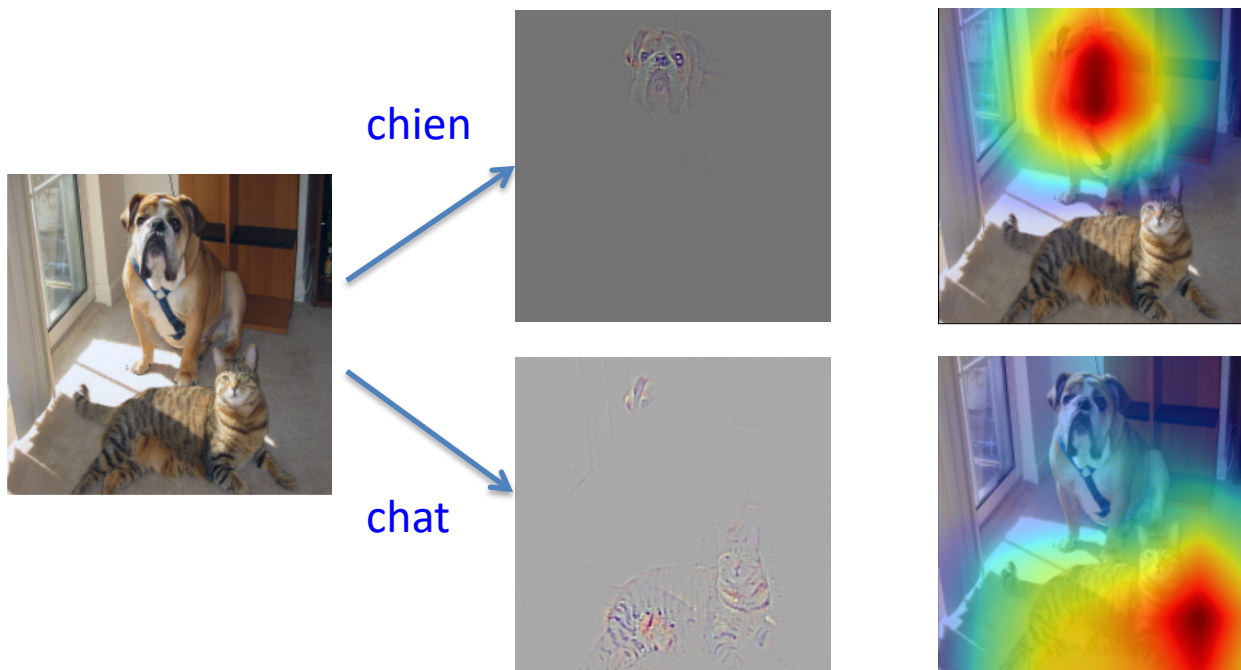
- Les jeux : **Poker hold-em**
 - Un problème maintenant est de détecter les "bots" qui jouent pour/contre vous ou même directement en ligne !
 - Pour le no-limit à plusieurs joueurs (version la plus jouée), on est encore très loin d'une intelligence artificielle :
 - Comment analyser une relance de 10, 100 ou 10.000 dollars ?
- Les jeux : **Jeux vidéo en ligne**
 - Informations incomplètes
 - Nombre d'actions possibles très élevé
 - Contrainte temps-réel forte
 - DeepMind vient de se mettre à Starcraft 2 ...

Plan

- Du passé ...
- (la transition)
- ... au présent
- Et demain ?

Et demain ?

- Explication :
 - Comment le système a-t'il pris cette décision ?



Et demain ?

- Explication / **Comparaison** :
 - Comparaison : À quel système faire le plus **confiance** ?

Both robots predicted: Person

What do you see?



Your options:

- Horse
- Person

Robot A based it's decision on



Robot B based it's decision on



Which robot is more reasonable?

- Robot A** seems clearly more reasonable than **robot B**
 - Robot A** seems slightly more reasonable than **robot B**
 - Both robots seem equally reasonable
 - Robot B** seems slightly more reasonable than **robot A**
 - Robot B** seems clearly more reasonable than **robot A**
- 54 sujets sur Amazon Turk -> système B évalué à 1.27 (entre -2 et +2)

Et demain ?

- Explication / Comparaison / Compréhension
 - Pourquoi le système en est-il arrivé à prendre cette décision ?
 - Alpha Go :
 - A révolutionné le jeu : a proposé des coups absolument « incroyables » jamais tentés ni même envisagés ...
 - De très forts joueurs se reconvertissent dans l'analyse des parties jouées par AlphaGo
 - Les coups étranges joués par AlphaGo reviennent régulièrement. « La première réaction, c'est d'imiter ce qu'il fait, de copier ses séquences, observe Motoki Noguchi (*). Des pros jouent des séquences considérées comme mauvaises. »

(*) ancien champion de France de go

Et demain ?

AlphaGo and the Hand of God Cover — Edited

AlphaGo And The Hand Of God

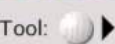
A Layperson's Guide To
The Google Deepmind AlphaGo Challenge Match
Brady Daniels, March 2016

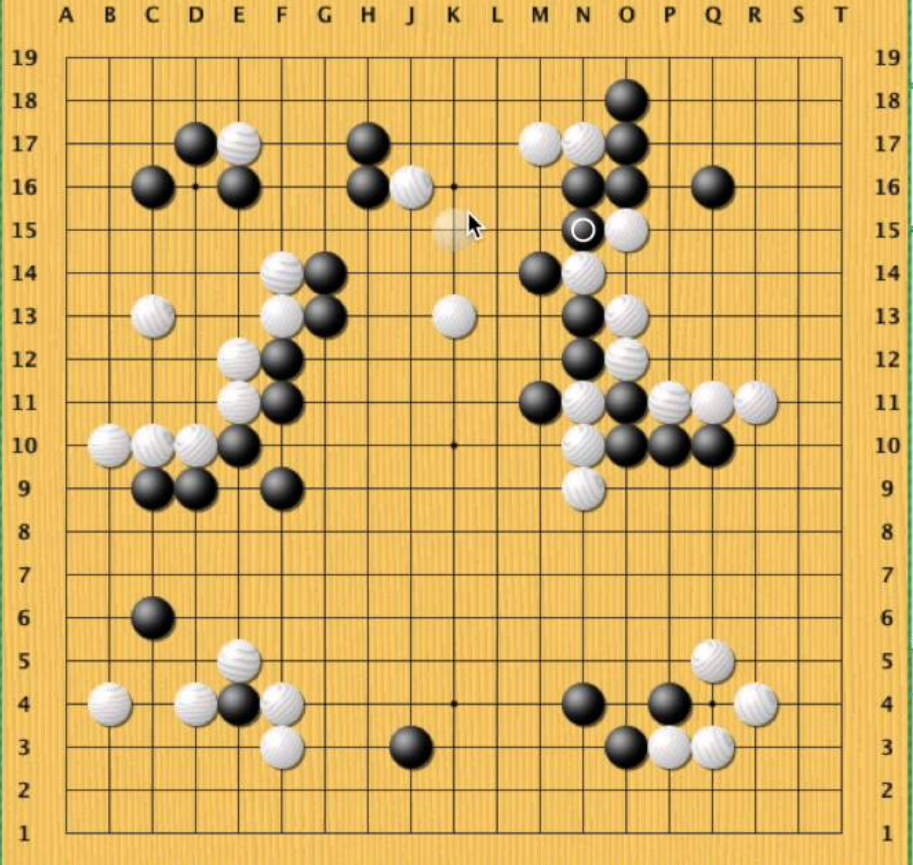
1. Intro to Go and Computer Go
2. Amazing Moves and Adjustments
3. Significance of AlphaGo and Deep Learning
4. Impact on the Go World



CGoban: Lee Sedol [9]

Lee Sedol [9d] vs. AlphaGo
Move 65 (B n15): White to play

Tool: 



Et demain ?

- Explication / Comparaison / Compréhension / **Transmission**
 - Pourquoi le système en est-il arrivé à prendre cette décision ?
 - Alpha Go :
 - A révolutionné le jeu : a proposé des coups absolument « incroyables » jamais tentés ni même envisagés ...
 - De très forts joueurs se reconvertissent dans l'analyse des parties jouées par AlphaGo
 - Sorte d'**exégèse**. Explications a posteriori
 - Nécessaire pour la communication et (surtout) la **transmission du savoir** (enseignement, ...)

Et demain ?

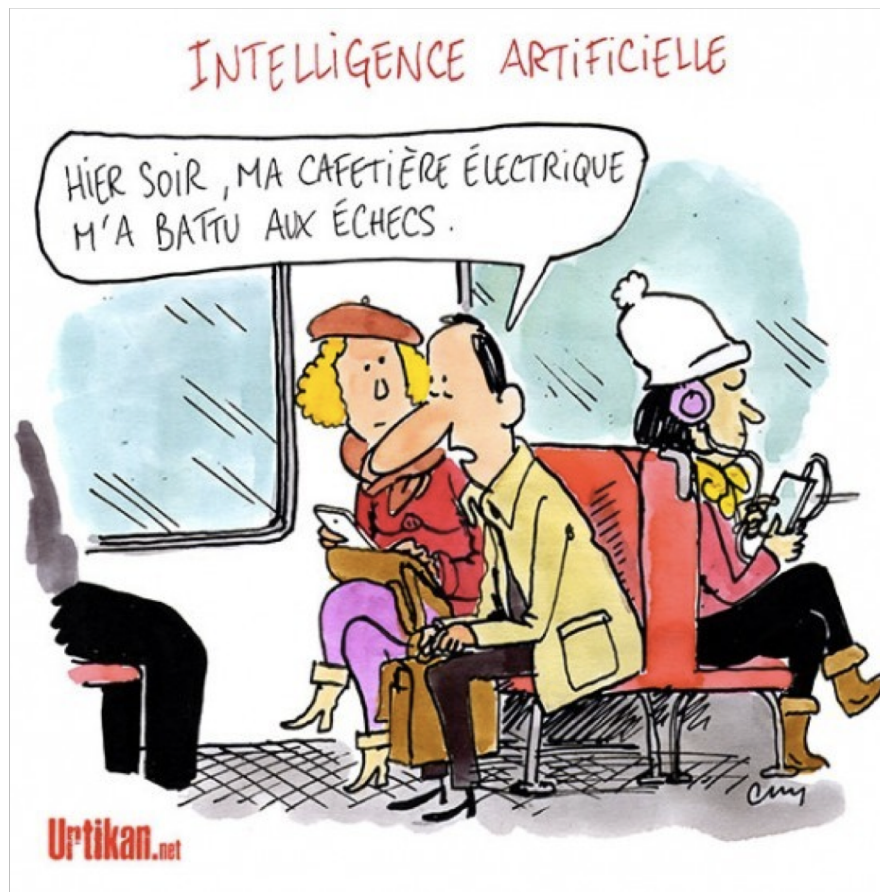
- Systèmes en **interaction** :
 - Mai 2016 : une voiture Tesla en mode « autopilot » percute un semi-remorque en travers de sa route
 - L'analyse révèle que :
 - Le radar a bien détecté le semi-remorque mais il y avait de nombreux panneaux routiers sur la route de « signature » radar proche
 - La caméra était peu sûre de ses détections en raison d'un ciel laiteux éblouissant (le semi-remorque était blanc)
 - Et si
 - le radar avait dit qu'il avait des doutes et élevé le seuil d'alerte de la caméra, et réciproquement ?
 - les systèmes avaient été **adaptatifs** ?

Et demain ?

- Des systèmes **comprenants** ?
 - Janvier 2018, deux IA (Microsoft et Alibaba) imite la compréhension humaine des mots et des phrases et réussissent chacun de leur côté à battre les humains dans un test de lecture et de compréhension de l'Université de Stanford.

Et demain ?

- Vers une intelligence artificielle « générale » ?



Plan

- Du passé ...
- ... au présent
- Et demain ?
- Oui mais **TABLE RONDE de ce soir**

Oui mais ...

- Les données sont au cœur de la transformation de la société ... mais le Big Data encourage la pratique de l'apophénie
 - voir des corrélations là où il n'y en a probablement pas

Oui mais ...

- Voir des corrélations là où il n'y en a **probablement pas** :
 - En primaire, le QI est en corrélation avec le signe astrologique (cette corrélation s'affaiblit avec l'âge et disparaît à l'âge adulte)
 - Le nombre de prix Nobel remportés par un pays est corrélé avec la consommation de chocolat par habitant du pays : **conséquence d'une même cause ?**
- Ou simplement **mal les interpréter** :
 - Les Américains et Anglais mangent gras et boivent beaucoup d'alcool : taux élevé de maladies cardiovasculaires aux USA et Royaume-Uni / Les Français et les Italiens mangent gras et boivent beaucoup d'alcool : taux de maladies cardio-vasculaires plus faible → Vous avez plus de chances d'avoir une crise cardiaque si vous parlez anglais!
 - Plus on envoie de pompiers sur un feu, plus celui-ci fait de dégâts.

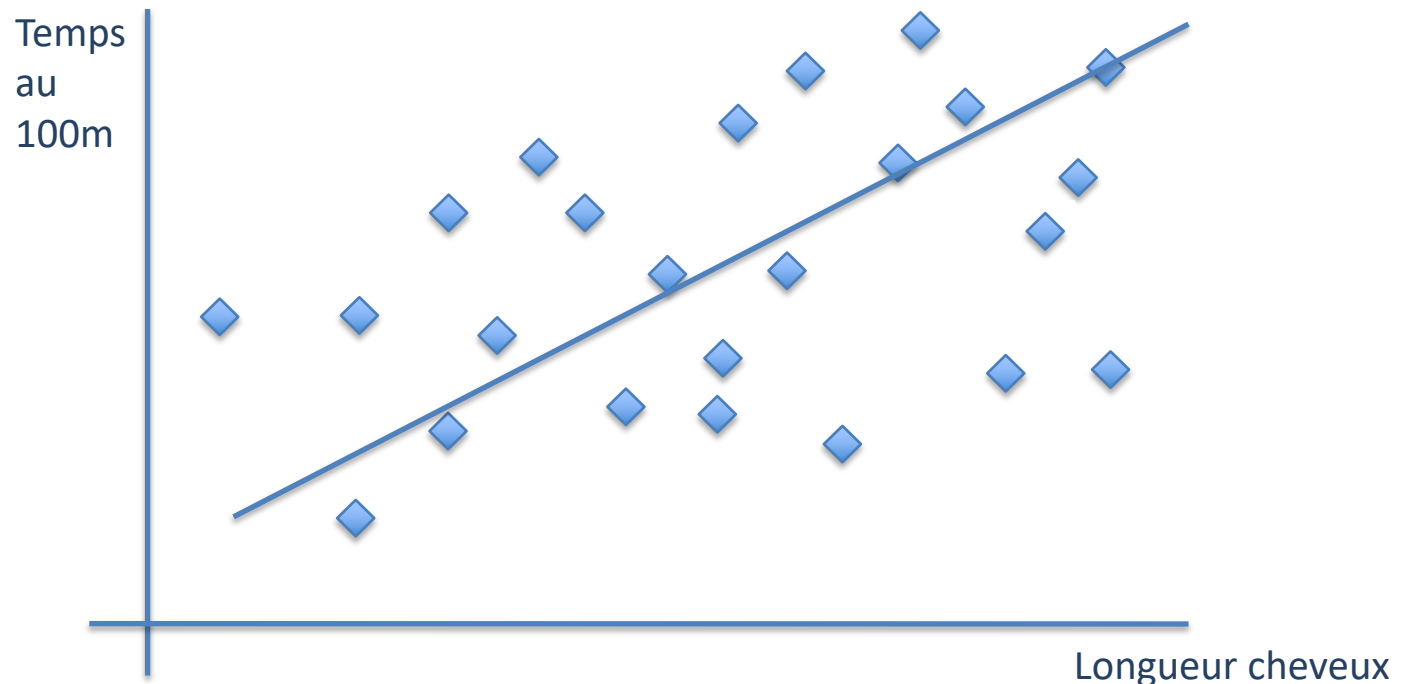
Oui mais ...

- Hasard trompeur :
 - une observation est considérée comme significative et doit donc être expliquée, alors qu'elle devait se produire tout simplement du fait du grand nombre d'hypothèses envisagées
- Exemple :
 - Loto bulgare : Le tirage (4,15,23,35,42) est sorti deux semaines de suite
 - soupçon de triche, enquête ... alors il suffit de 4404 tirages pour que la probabilité qu'il y en ait deux identiques soit supérieure à 50%

Oui mais ...

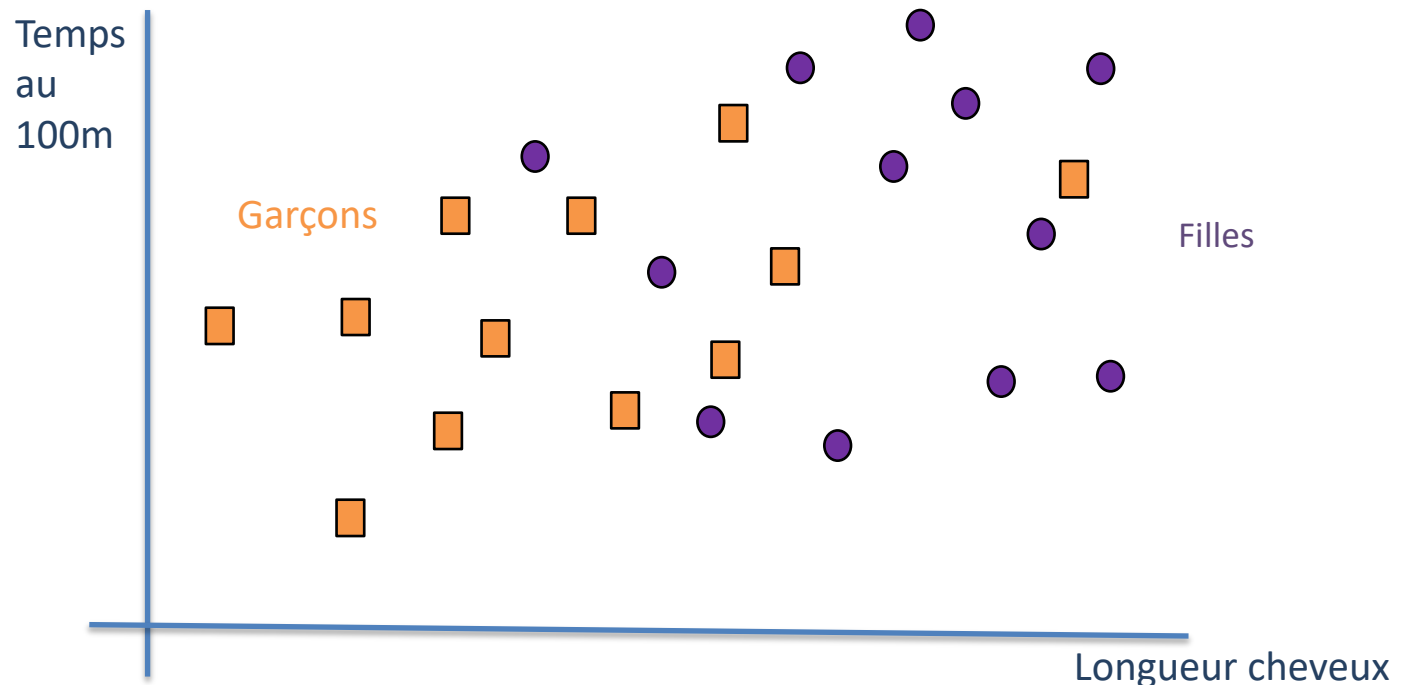
Paradoxe de Simpson

- Hasard heureux
- Paradoxe de Simpson
 - Facteur(s) de confusion : Caractéristique(s) à connaître pour pouvoir analyser des données



Paradoxe de Simpson

- Facteur(s) de confusion
 - Caractéristique(s) à connaître pour pouvoir analyser des données
 - Pas toujours simple à trouver



Oui mais ...

- Facteur(s) de confusion
 - Caractéristique(s) à connaître pour pouvoir analyser des données
 - Pas toujours simple à trouver : Le retour de Samson ?
- ➔ Il faut toujours associer quelqu'un qui sait de quoi on parle : un expert du domaine par exemple

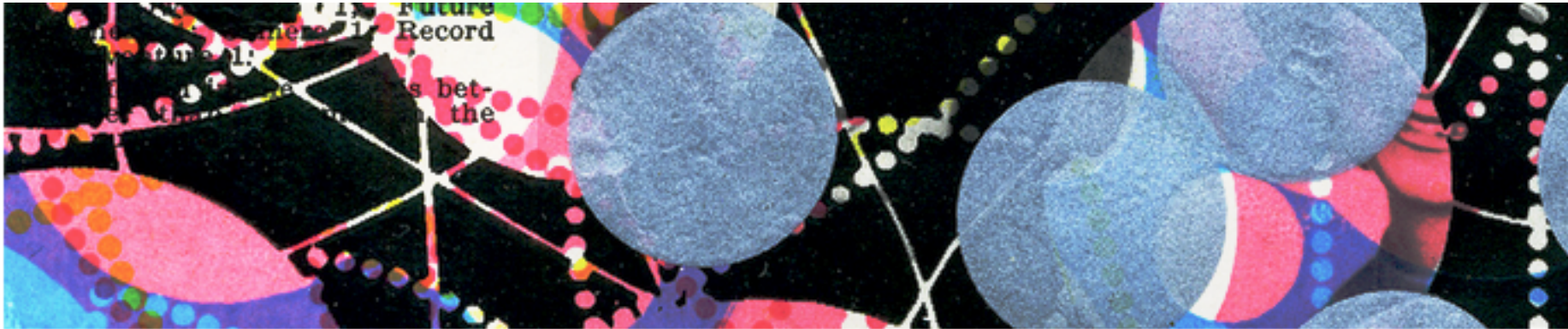
Oui mais ...

- Les données et l'IA sont au cœur de la transformation de la société mais nécessitent de répondre à des questionnements **éthiques** forts :

Questions ?

- Les données/IA sont au cœur de la transformation de la société mais nécessitent de répondre à des questionnements **éthiques** forts :
 - Vie privée / droit à l'oubli / usage
 - Objectivité des modèles appris
 - Explicativité
 - Acceptabilité - Responsabilité
 - Big brother
 - Supra-intelligence (et supra-éthique ?)
 - ...

Merci de votre attention



DATA

Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century

by Thomas H. Davenport and D.J. Patil

FROM THE OCTOBER 2012 ISSUE

Harvard
Business
Review

Sous la direction de
MOKRANE BOUZEGHOUB
RÉMY MOSSERI

Les
Big Data
à découvert

CNRS EDITIONS