

The background features abstract, flowing waves in shades of red, orange, and yellow, creating a dynamic and modern aesthetic. The waves are layered and semi-transparent, giving a sense of movement and depth.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Jean Caelen



THÈMES

- Origine : cybernétique
- Qu'appelle-t-on intelligence ?
- Les machines peuvent-elles penser ?
- Le cerveau humain
- Les écoles : logicisme, connexionisme
- Quelques problèmes résolus
- Les principaux champs de l'IA
- L'engouement actuel
- Conclusion

PHILOSOPHIE DE L'IA

La **philosophie de l'intelligence artificielle** tente de répondre à des questions telles que :

- Une machine peut-elle agir intelligemment ? Peut-elle résoudre n'importe quel problème qu'une personne voudrait résoudre par la réflexion ?
- L'intelligence humaine et l'intelligence artificielle sont-elles les mêmes ? Le **cerveau humain** est-il un ordinateur ? Et réciproquement peut-on simuler le cerveau par un ordinateur ?
- Une machine peut-elle avoir un **esprit** ou un **état d'esprit** et une **conscience** similaire à celle de l'humain ? Peut-elle *sentir comment les choses sont* ? Avoir des émotions ? Des sentiments ? Etc.
- Une machine peut-elle être rendue **responsable des décisions** qu'elle prend ? (notamment les drones)

QU'EST-CE QUE L'INTELLIGENCE ?

Une définition :

L'**intelligence** est l'ensemble des processus plus ou moins complexes, vivants ou non, qui permettent de comprendre, d'apprendre ou de s'adapter à des **situations nouvelles**.

De nombreuses controverses (en 1986, plus d'une vingtaine d'experts en psychologie ont été interrogés pour donner une définition de l'intelligence, mais aucun consensus ne s'est dégagé)

Une définition de l'IA :

Andreas Kaplan et Michael Haenlein définissent l'**intelligence artificielle** comme « la capacité d'un système à interpréter correctement des données externes, à apprendre de ces mêmes données, et à utiliser ces enseignements afin de réaliser des objectifs et des tâches spécifiques avec une adaptation flexible »

LE PIÈGE DES TRADUCTIONS

Français

Intelligence (vient du latin) humaine :
Fonction mentale d'organisation du
réel en pensées

Smart (vient de l'anglais)

1. Élégant
2. Chic

Anglais

Smart = intelligent, malin

Intelligence (vient de l'ancien
français)

1. Renseignement
2. Humour
3. Veille concurrentielle

BRÈVE HISTOIRE

- 1950** Les débuts : **cybernétique** (cerveau électronique), Turing, machine de Turing (ordinateur actuel)
- 1955 Extension de la logique à la démonstration de théorèmes, Newell, Simon
- 1958** **1^{er} Age d'or** : Langage de programmation **LISP**, McCarthy : on peut résoudre tous les problèmes rationnels
- 1959 Recherches sur la résolution générale de problèmes = **échec**
- 1967** **Années noires**, Dreyfus critique l'IA vue comme simulation de l'intelligence humaine
- 1970 Raisonnement par tâtonnements : **heuristiques**
- 1972 Premier joueur d'échecs artificiel : **règles** basées sur les connaissances humaines
- 1974** **2^{ème} Age d'or** : Les **systèmes experts** (tentative d'applications : reconnaissance de la parole, vision par ordinateur, traduction automatique, robotique, diagnostic médical, etc.)
- 1980** **Années noires**, les performances ne sont pas atteintes
- 1983 Premiers algorithmes **d'apprentissage automatique**
- 1990 Connexionnisme (**modèle neuronal**), calcul stochastique
- 1996** **Kasparov est battu par une machine**, mais **succès prudent** dû à la puissance de calcul des machines
- 2001** **3^{ème} Age d'or** : Entrée de l'IA dans le « grand public » avec le film de science-fiction « **Intelligence Artificielle** » de Spielberg
- 2002 Big Data (**analyse de données massives**)
- 2011 Deep Learning (**apprentissage profond** ou apprentissage de concepts), amélioration des performances des applications
- 2014** Applications industrielles et grand public (drones par exemple), **engouement ou bulle ?**

MÉTHODE 1 : RÈGLES SYSTÈMES EXPERTS

Cas simplifié : P = pluie, V= vent, N = nuageux, S = soleil

Séquence temporelle enregistrée pendant les 21 derniers jours

PVNSSVPNNVPSSPPPVVSV^P?

Solution par la logique

Règle = Après la pluie le soleil, donc S (mais vérifié une seule fois dans le passé)

Peu fiable, il faut raffiner la règle mais rien ne garantit le bon résultat

Règle raffinée = Après la pluie le soleil s'il n'y a pas eu de vent la veille, sinon maintien d'un temps nuageux

Donc ici N, vérifié dans le passé mais avec une fiabilité de 50%

MÉTHODE 2 : PROBABILITÉS

PVNSSVPNNVPSSPPPVVSVP?

Solution par le calcul des probabilités : $\max P(j/j-1)$ avec $j-1=P$

PVNSSVPNNVPSSPPPVVSVP?

nbV = 2, nbP = 2, nbN = 1, nbS = 1 prédiction V ou P proba = $2/6 = 0,33$

- Prise en compte de deux jours précédents $\max P(j/j-1, j-2)$

PVNSSVPNNVPSSPPPVVSVP?

nbV = 0, nbP = 0, nbN = 1, nbS = 1 prédiction N ou S proba = $1/2 = 0,5$

- Prise en compte de trois jours précédents $\max P(j/j-1, j-2, j-3)$

PVNSSVPNNVPSSPPPVVSVP?

nbV = 0, nbP = 0, nbN = 1, nbS = 0 **prédiction N probabilité = 100%**

MÉTHODE 3 : RECONNAISSANCE

PVNSSVPNNVPSSPPPVVSVV?

Solution par la reconnaissance de séquences

Recherche de la séquence la plus longue précédant le jour j déjà rencontrée dans le passé

PVNSSVPNNVPSSPPPVVSVV car une séquence plus longue VSVP ne se trouve pas dans le passé

Prédiction = N

ANALYSE DE TENDANCES RECHERCHE DE MOTIFS

PVNSSVPNNVPSSPPPVVSV?

Motif de longueur 1 : P=7, V=6, N=3, S=5

Motif de longueur 2 : PV=2, ~~VN=1~~, ~~NS=1~~, SS=2, SV=2, VP=3, ~~PN=1~~, ~~NN=1~~, ~~NV=1~~, ~~PS=1~~, ~~SP=1~~, PP=2, ~~VV=1~~, ~~VS=1~~ (on élimine les singletons)

La pluie succède au vent (3), le vent succède à la pluie (2), le soleil se maintient (2), le vent succède au soleil (2), la pluie se maintient (2)

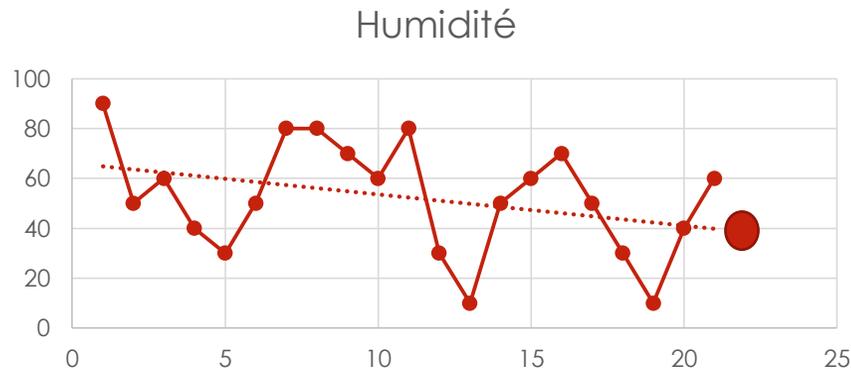
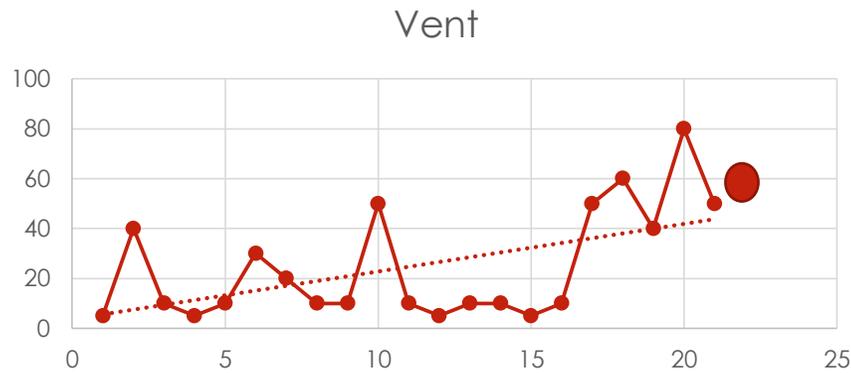
Motif de longueur 3 : SVP=2, la pluie survient après un passage soleil/vent

Motif de longueur 4 : aucun

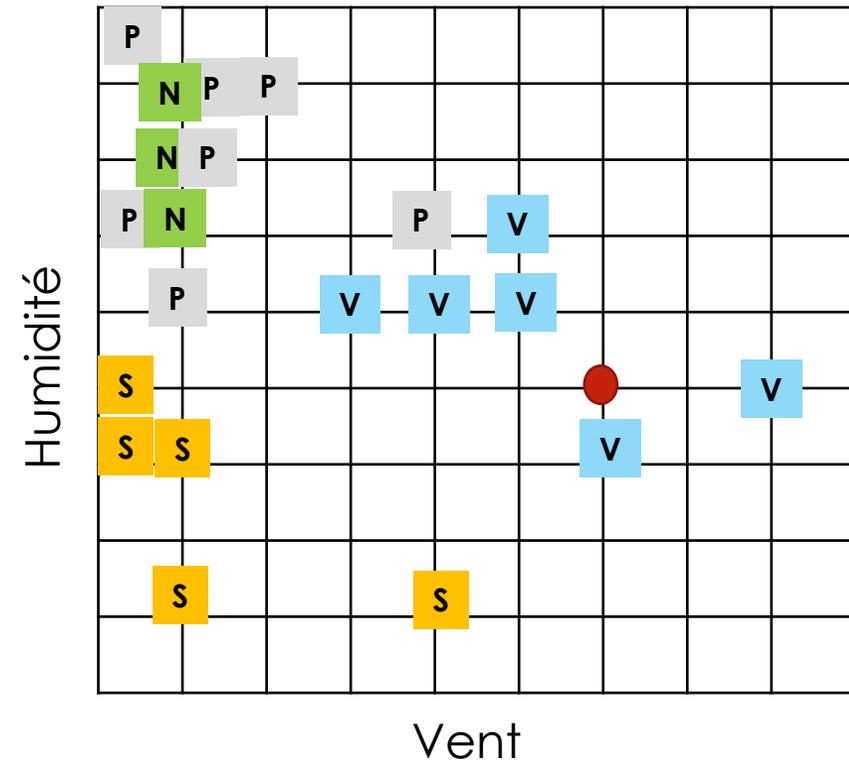
Interprétation possible, prévision à long terme : temps orienté pluie ou vent, changeant le plus souvent en pluie, instable

ANALYSE DE TENDANCES CLASSIFICATION DE DONNÉES

	Vent	Humidité
P	5	90
V	40	50
N	10	60
S	5	40
S	10	30
V	30	50
P	20	80
N	10	80
N	10	70
V	50	60
P	10	80
S	5	30
S	10	10
P	10	50
P	5	60
P	10	70
V	50	50
V	60	30
S	40	10
V	80	40
P	50	60



Prévision par tendance

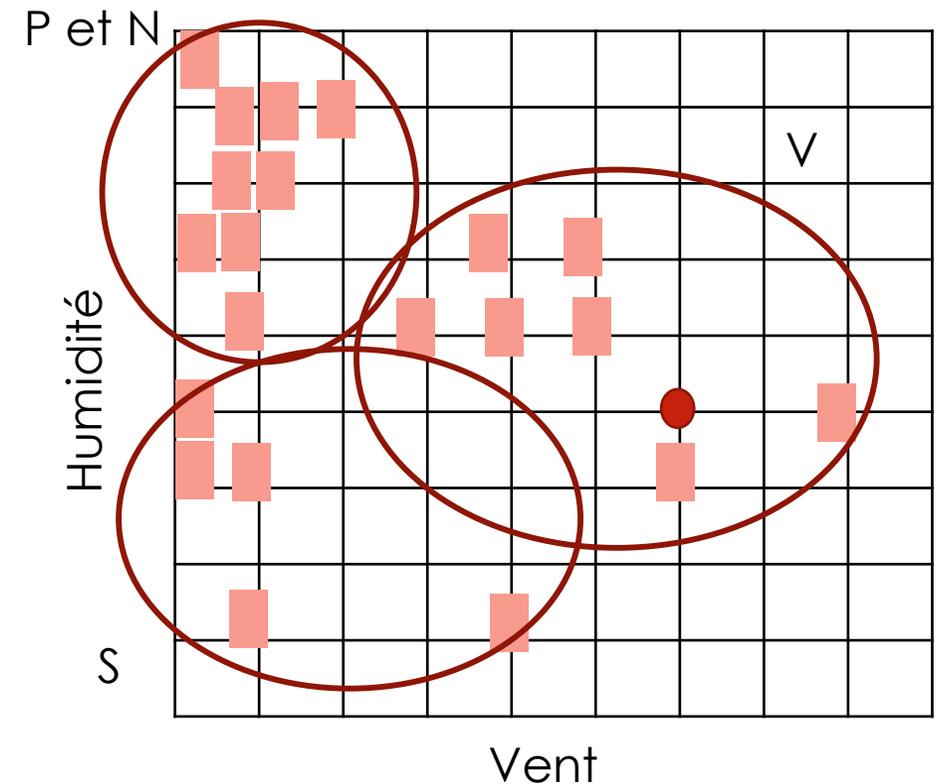


Classification par les plus proches voisins

V 60 Humidité 40

APPRENTISSAGE

- Apprentissage supervisé
 - Enregistrer une séquence
 - La qualifier (catégoriser les éléments et les nommer)
 - Trouver un algorithme qui explique ces données
 - Présenter des cas nouveaux pour les reconnaître
 - Si succès renforcement de l'algorithme
 - Si échec inclure le cas dans la séquence et modifier l'algorithme
- Apprentissage non supervisé
 - La machine qualifie les données par groupements statistiques (critère de similitude)
 - Présenter des cas nouveaux pour les reconnaître



EXERCICE

Problème : je vais prendre mes vacances l'an prochain (2012) aux USA. Dois-je acheter des \$ tout de suite (2011) ou attendre de partir (2012) ?

Taux €/ \$



EXERCICE

Problème : je vais prendre mes vacances l'an prochain (2012) aux USA. Dois-je acheter des \$ tout de suite (2011) ou attendre de partir (2012) ?

Taux €/ \$



Raisonnement humain ?

3 phases : chaotique, dépressive (lancement de l'€), chaotique

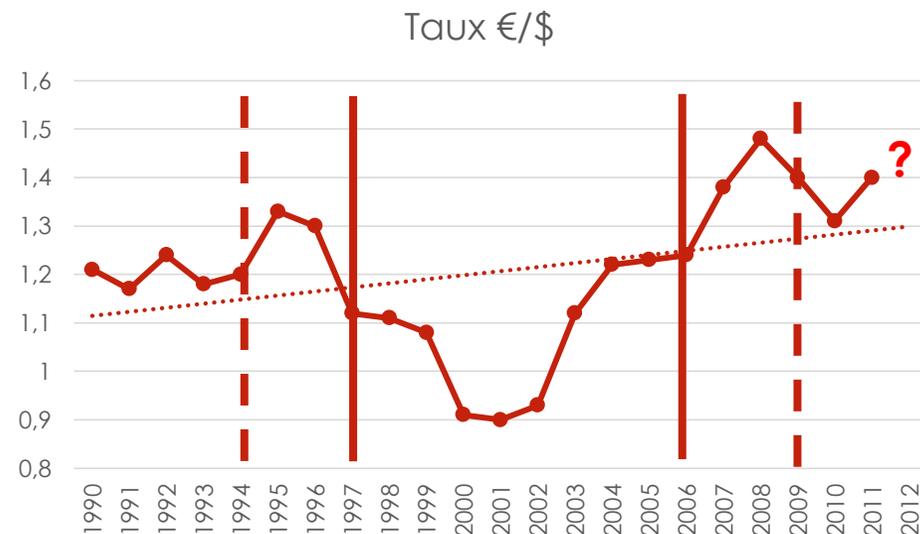
Tendance faiblement croissante malgré tout

La presse : l'€ résiste mieux que le \$ à la crise de 2008

=> j'attends

EXERCICE

Problème : je vais prendre mes vacances l'an prochain (2012) aux USA. Dois-je acheter des \$ tout de suite (2011) ou attendre de partir (2012) ?



Raisonnement humain ?

3 phases : chaotique, dépressive (lancement de l'€), chaotique

Tendance faiblement croissante malgré tout

La presse : l'€ résiste mieux que le \$ à la crise de 2008

=> j'attends

IA ?

Reconnaissance de séquences = 3 phases : chaotique, dépressive, chaotique

Oscillation en phase chaotique, $p(+)=p(-)=0,5$
Or 3 montées et 2 descentes => descente

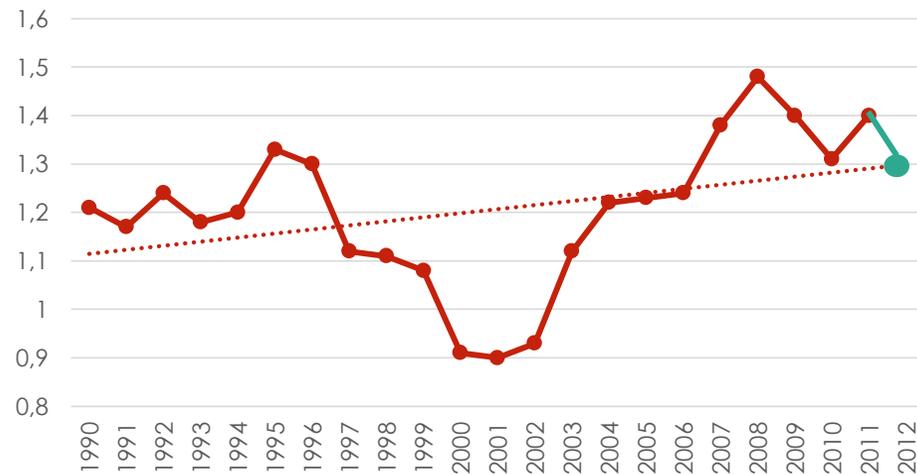
~~La presse : l'€ résiste mieux que le \$ à la crise de 2008~~

=> j'achète

EXERCICE

Problème : je vais prendre mes vacances l'an prochain (2012) aux USA. Dois-je acheter des \$ tout de suite (2011) ou attendre de partir (2012) ?

Taux €/ \$



Raisonnement humain ?

Tendance faiblement croissante malgré tout

La presse : l'€ résiste mieux que le \$ à la crise de 2008

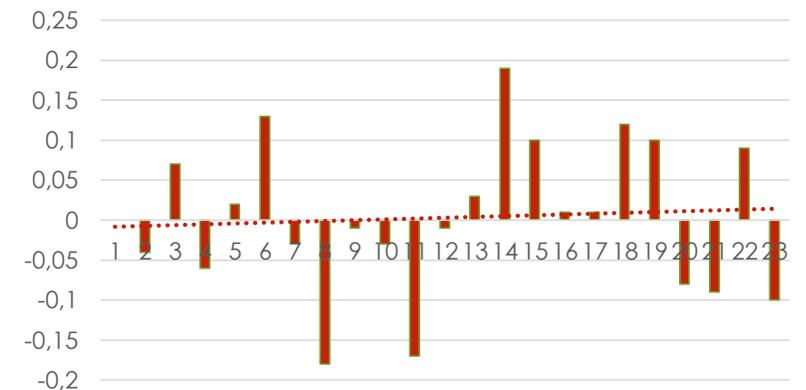
=> j'attends

IA ?

La tendance des écarts quasi-nulle est confirmée

=> j'achète

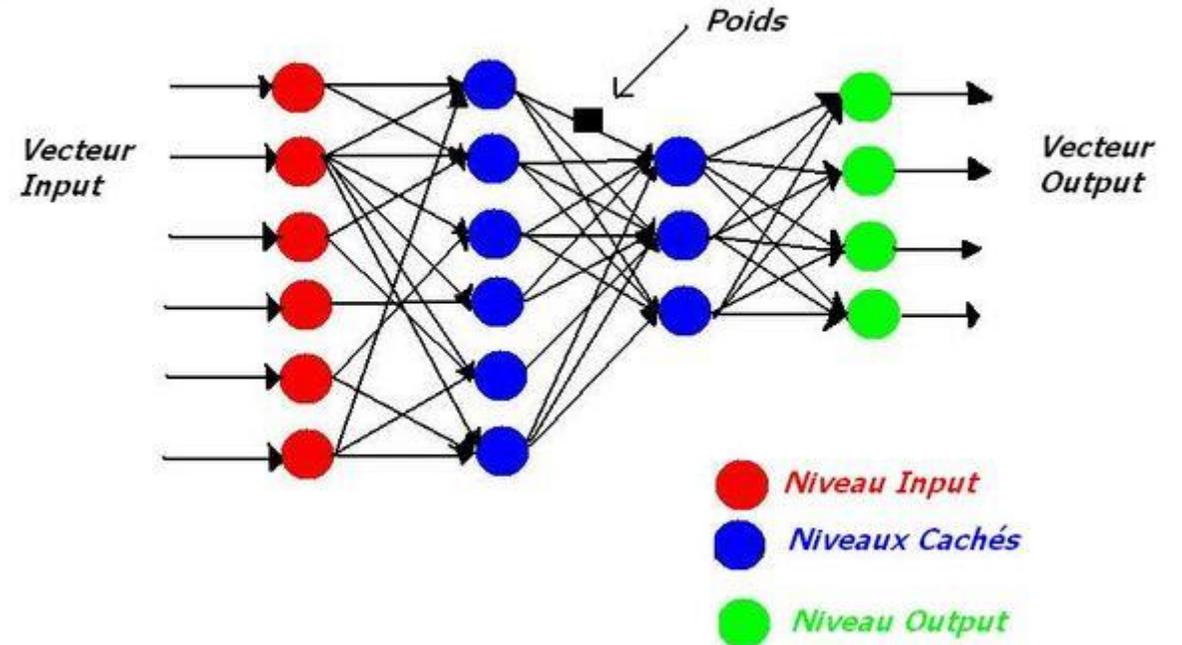
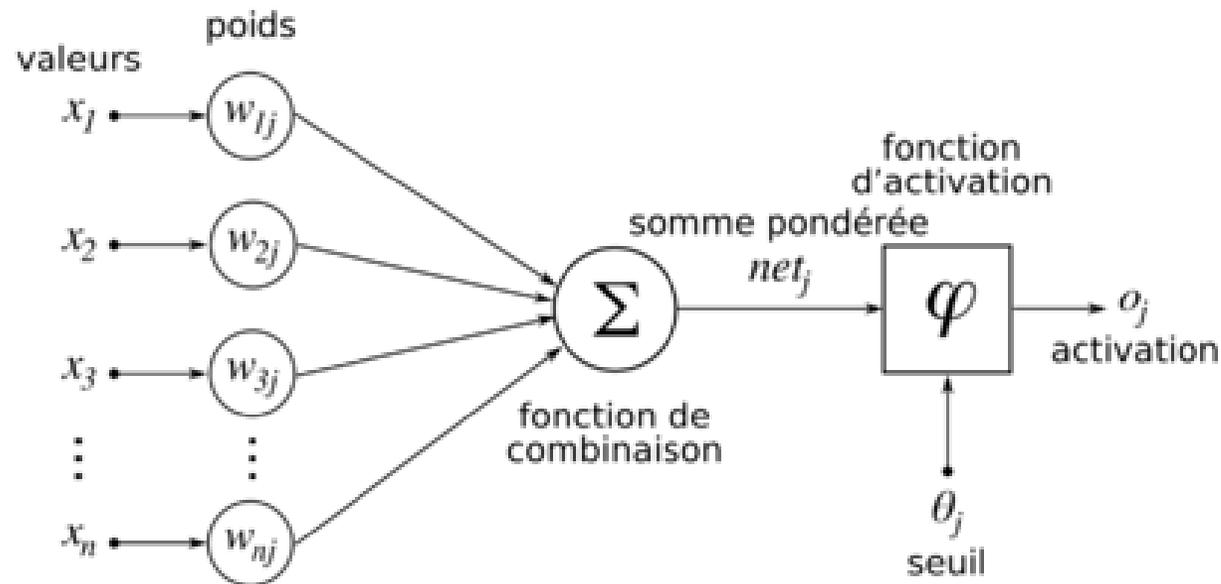
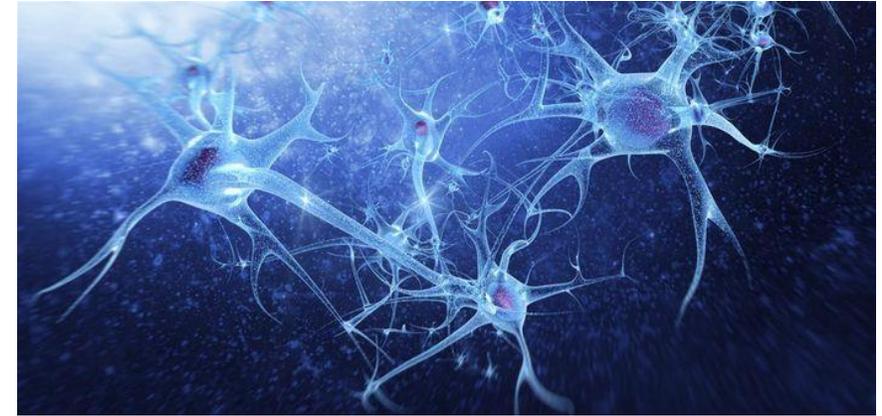
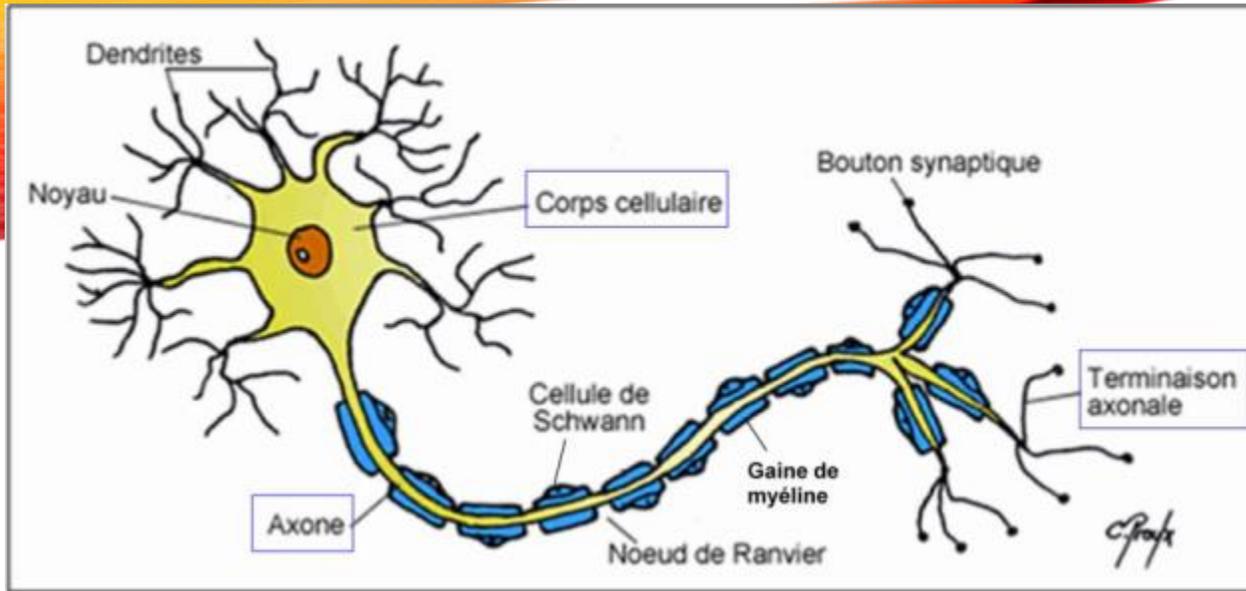
Ecart



CONNEXIONNISME

Le cerveau apprend, mémorise et calcule...
Et si on tentait de l'imiter ?

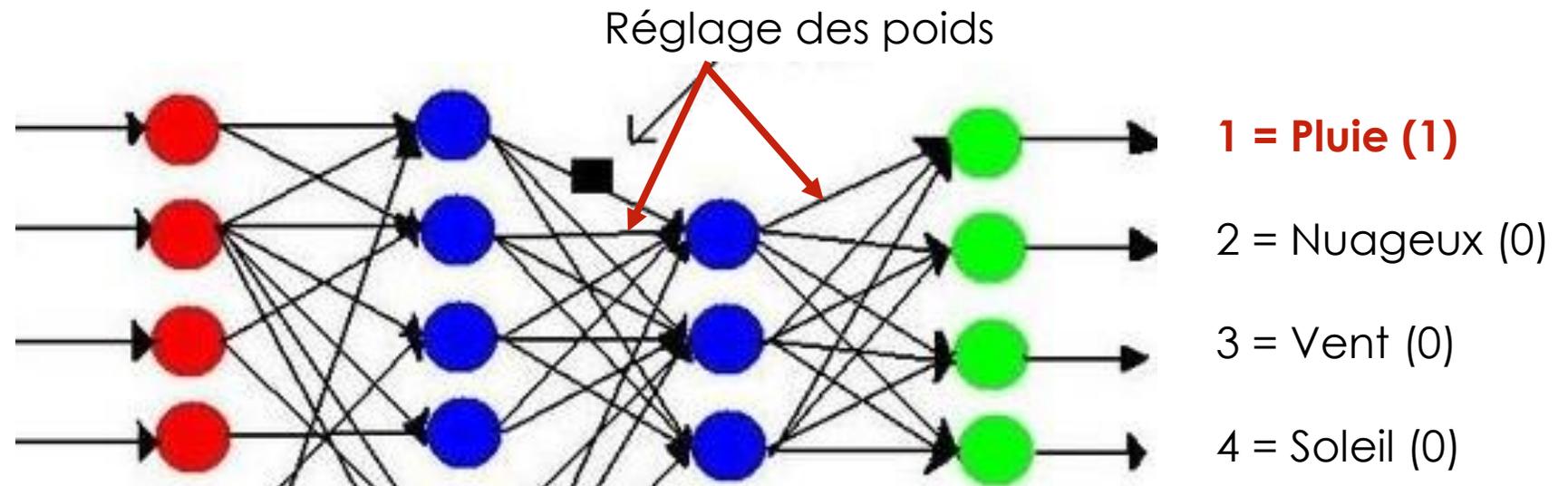




PVNSSVPNNVPSSPPPVVSVP

APPRENTISSAGE

P	1
N	2
N	2
V	3
P	1
S	4
S	4
P	

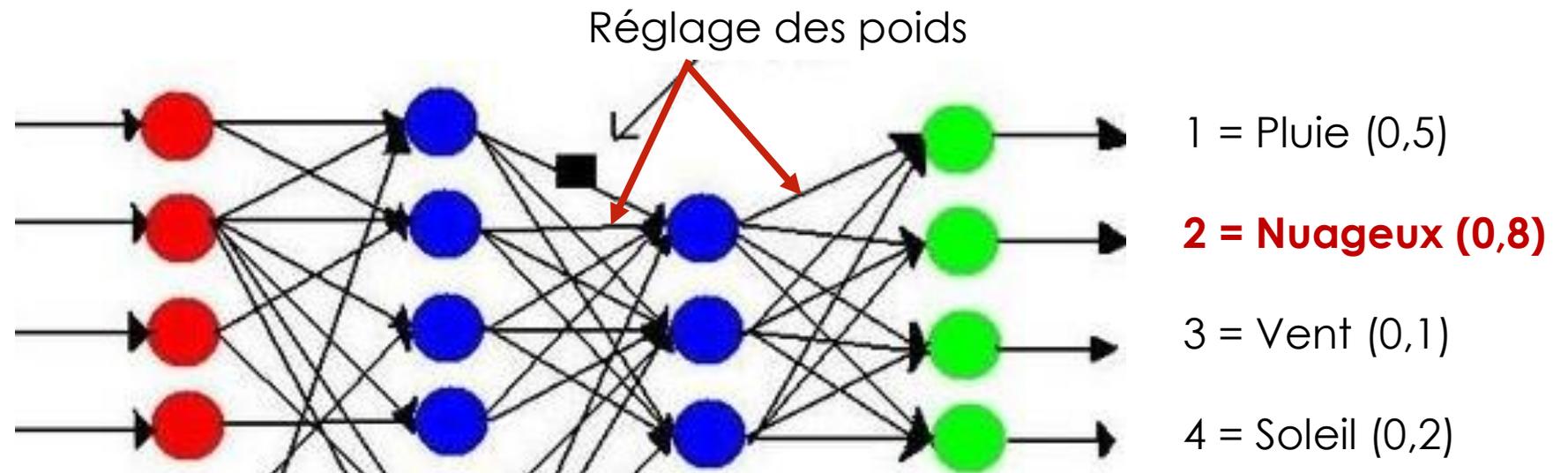


On fait défilier les données pour obtenir les bonnes réponses par réglage des poids

RECONNAISSANCE

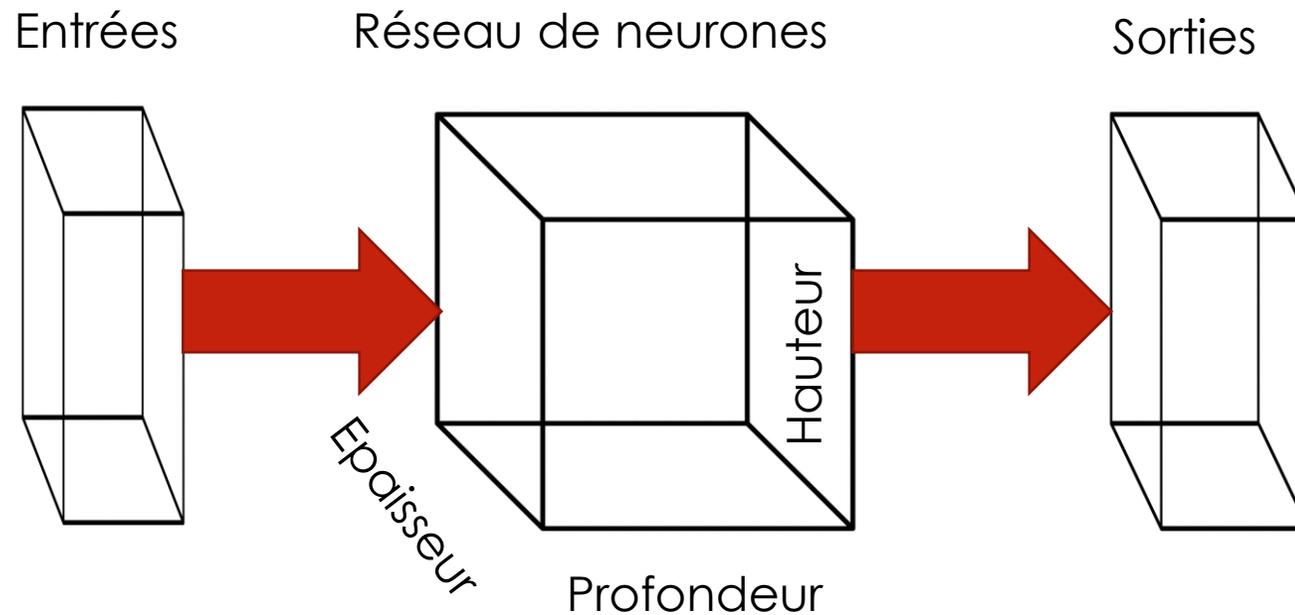
PVNSSVPNNVPSSPP**PVVSV**P?

P	1
P	1
V	3
V	3
S	4
V	3
P	1
?	



On présente la dernière séquence au réseau. Si la réponse est bonne on renforce les poids si elle est mauvaise on complète l'apprentissage

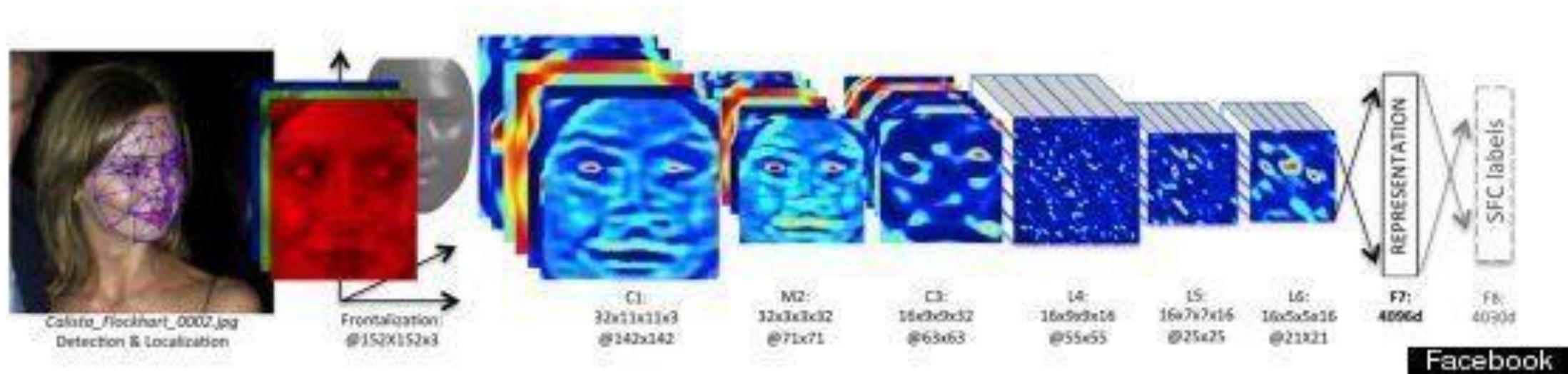
« DEEP LEARNING » APPRENTISSAGE APPROFONDI



Plus le réseau est complexe, meilleurs sont les résultats : reconnaissance d'images = 99,7%

LES SUCCÈS RÉCENTS DE L'IA

1. Compréhension de la parole et traduction automatique
2. Robotique, véhicule sans chauffeur, drones
3. Reconnaissance des images, par exemple DeepFace de Facebook



MAIS AUSSI DANGER : VIE PRIVÉE

Surveillance au carnaval de Nice



L'IA ET LA MÉDECINE

Comment ça marche (ex : mélanome - cancer de la peau)

Etape 1

On **apprend** à l'ordinateur via une grande quantité d'images importées, à distinguer ce qui est sain de ce qui est malade. Il va ainsi mémoriser des milliers de références.

Etape 2

L'ordinateur va **regrouper** les images qui sont stockées dans sa mémoire et les analyser pour les classer et les repérer (fiabilité supérieure à l'humain, de l'ordre de 95%)

Etape 3

Il « établit » un **diagnostic** au vue d'une photo présentée et propose un **traitement** adapté (sur la base de références documentaires et articles médicaux qui ont été corrélés aux photos)

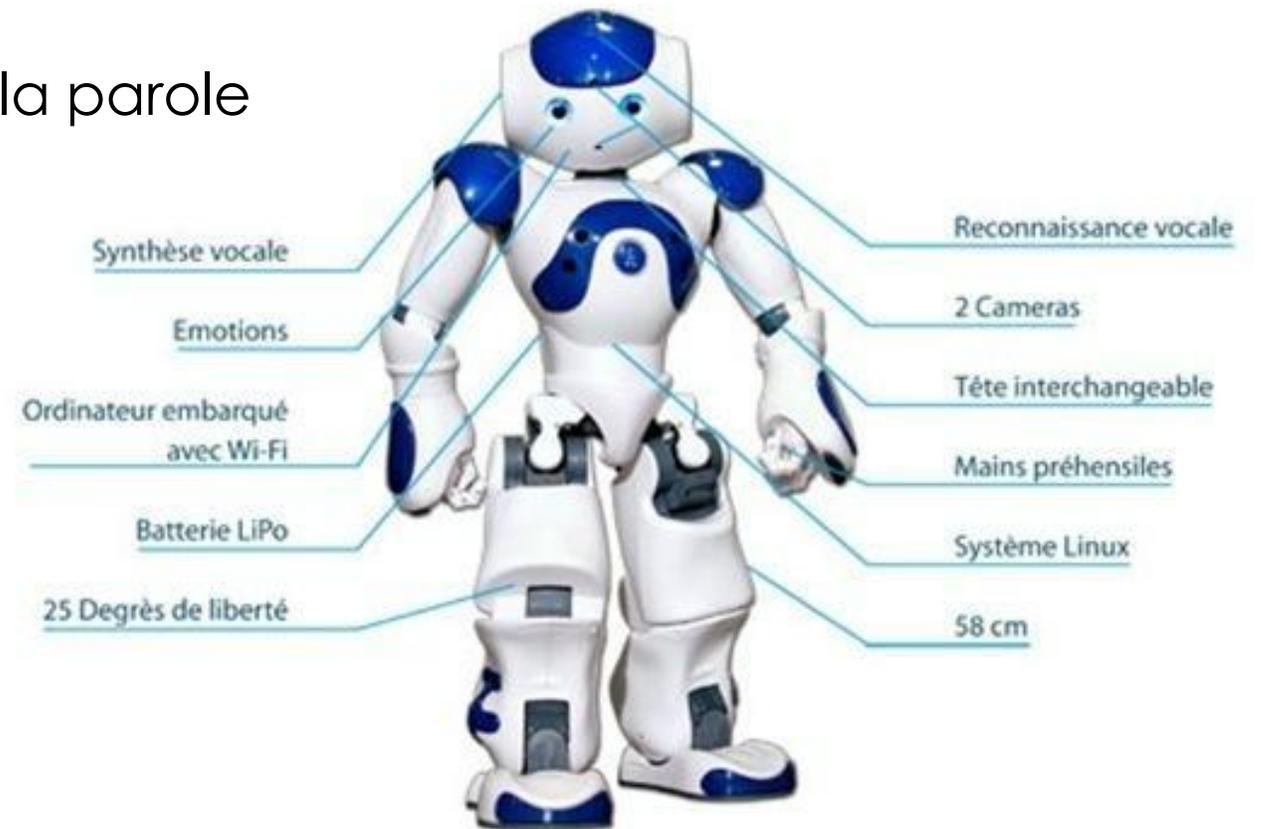
Etape 4

La **décision finale reviendra au médecin**, qui pour des raisons juridiques, éthiques, déontologiques et psychologiques, doit pouvoir « discuter » la proposition de la machine et reste le seul décisionnaire final !

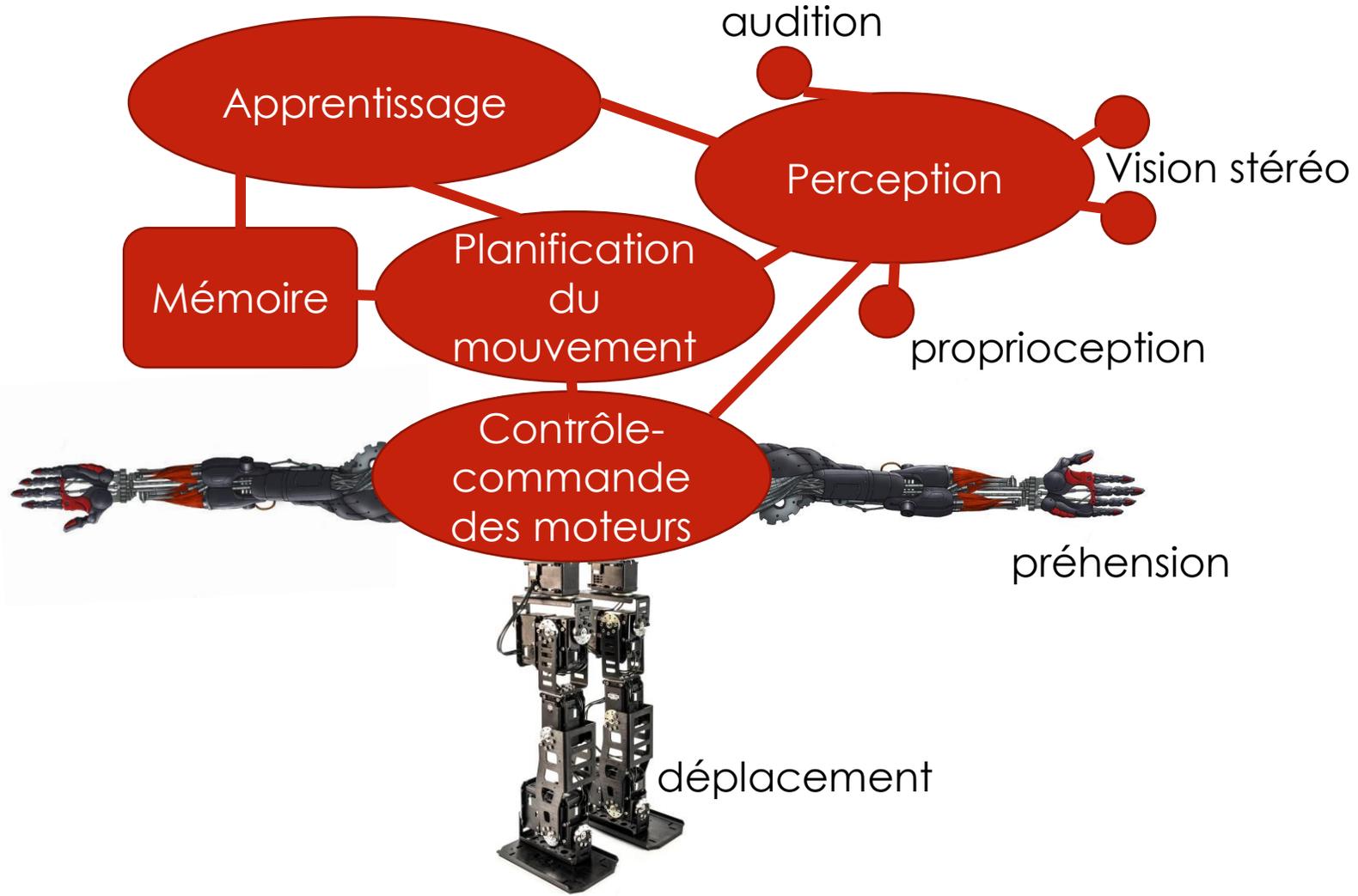


ROBOTIQUE

- Vision par ordinateur
- Reconnaissance et synthèse de la parole
- Déplacement
- Actions de préhension
- Portage d'objets
- Attitudes et postures

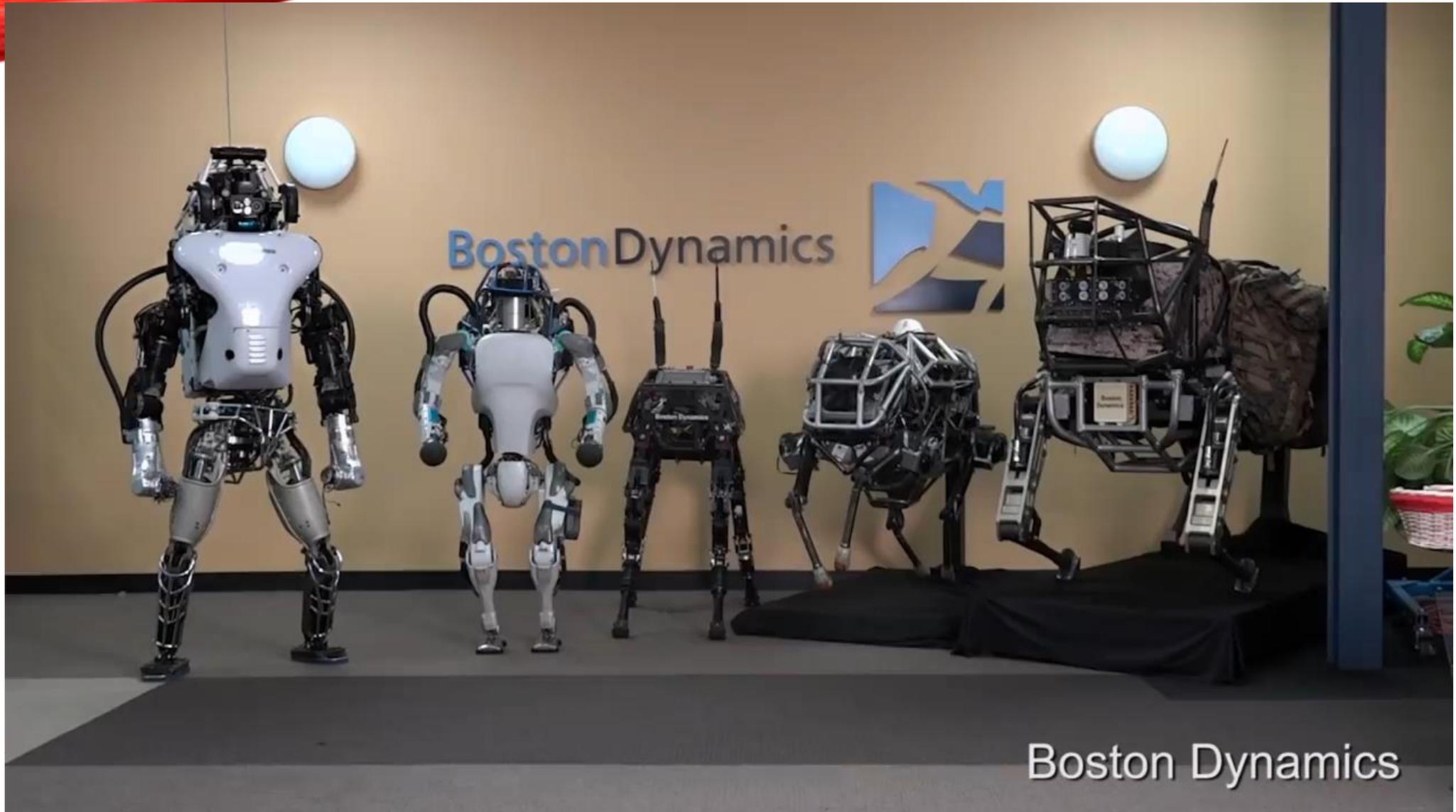


PRINCIPE GÉNÉRAL



Se repérer dans l'espace
Reconnaître l'environnement
Reconnaître les obstacles
Evaluer leur distance
Comprendre un ordre vocal
Parler
Gérer des postures

Eviter les obstacles
Eviter les collisions
Atteindre un but
Saisir un objet
Se tenir en équilibre



Boston Dynamics

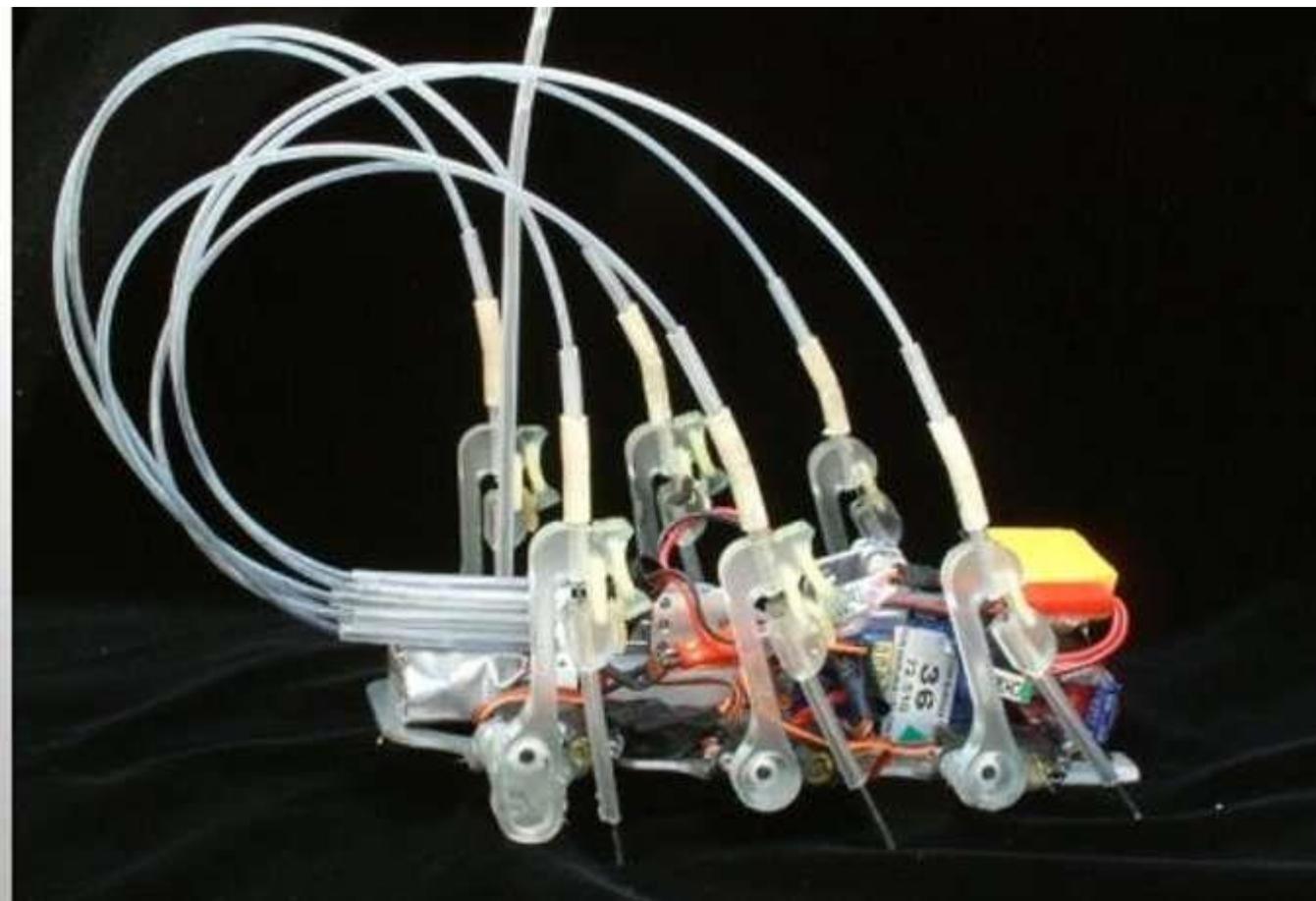
IA BIO-INSPIRÉE

- Locomotion multi-pattes
- Vol des oiseaux, papillons
- Nage des poissons
- Comportements sociaux des insectes (abeilles, fourmis)

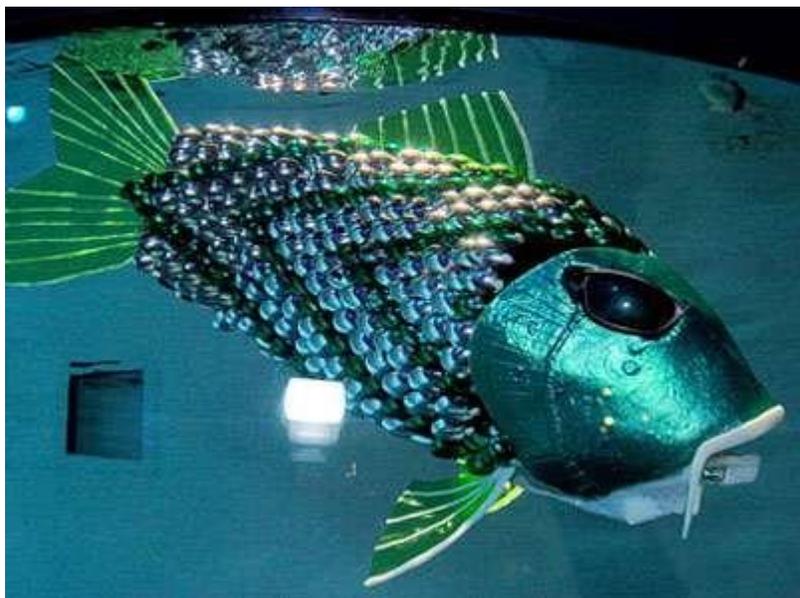


Le robot-gecko

Cafards



Le robot-carpe



Le robot-rat détecte les obstacles grâce à ses moustaches



DRONES CIVILS ET MILITAIRES

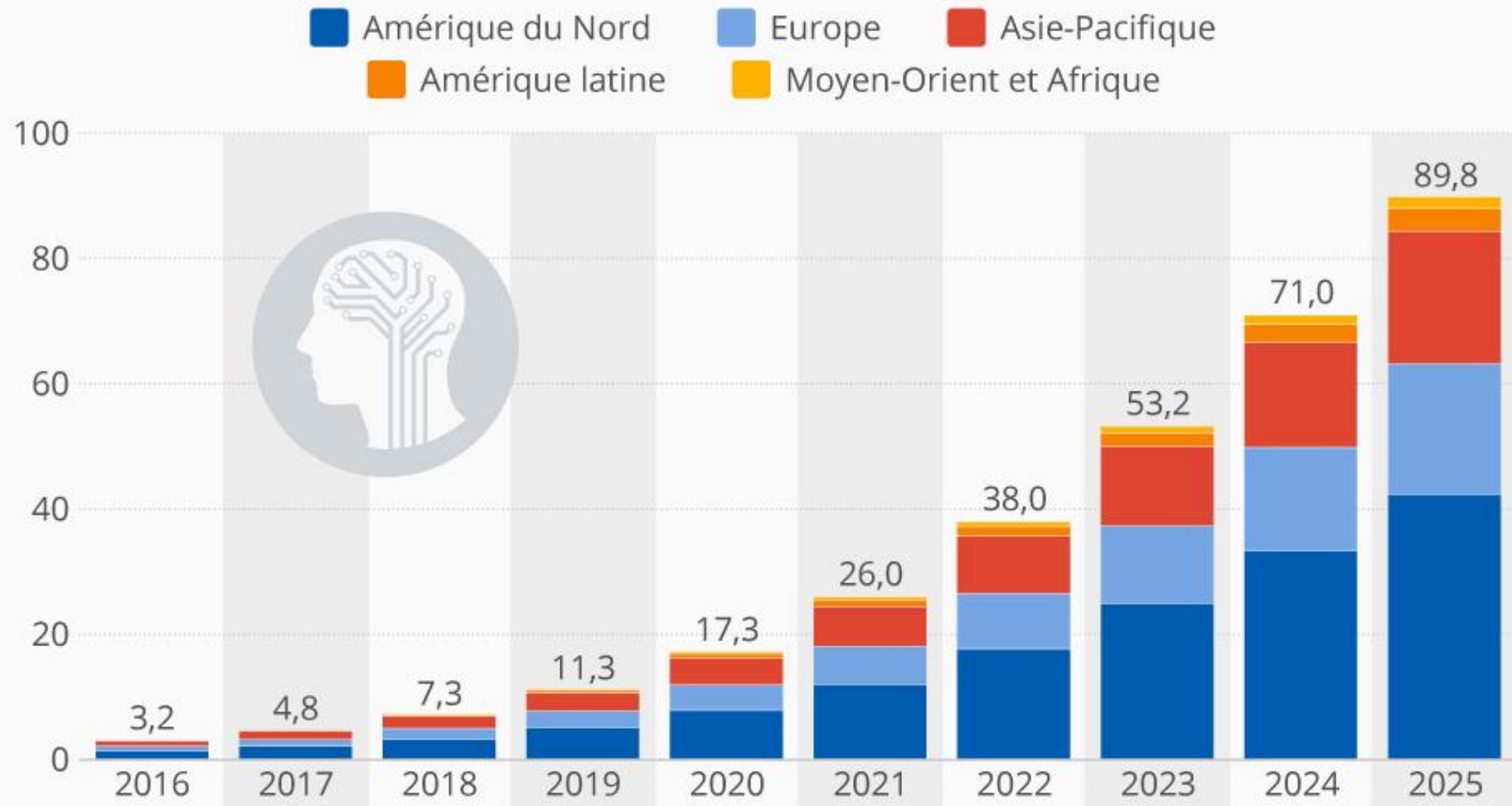


QUELQUES DOMAINES D'APPLICATION ACTUELS

1. **L'automobile**, voiture autonome capable de vous conduire seule vers votre destination en modulant son allure et ses trajectoires en fonction des panneaux de signalisation et du trafic routier.
2. **La téléphonie** la reconnaissance vocale, la reconnaissance faciale, etc.
3. **Internet** : moteurs de recherche, navigation selon les préférences, profiling, etc.
4. **L'économie** avec des algorithmes financiers prenant des décisions dont les conséquences peuvent être parfois dramatiques. Par exemple en 2010, le Dow Jones avait chuté de 9% en seulement 10 minutes.
5. **L'industriel**, en effet, les tâches répétitives ne sont plus effectuées par des humains mais par des robots,
6. **Le jeu-vidéo**, avec l'ordinateur qui doit essayer de jouer aussi bien que l'humain pour même essayer de le battre suivant la difficulté choisie par le joueur.
7. **L'armée**, avec des systèmes autonomes tels que les drones.
8. **Le médical**, pour aider à diagnostiquer des patients, la robotique opératoire
9. **L'astronomie**, sur beaucoup de rovers et de sondes comme Curiosity, pilotés à distance mais capables de diagnostiquer les problèmes de leur système et de demander conseil aux techniciens sur terre.
10. **Le commerce**, Amazon vient d'annoncer le déploiement de 15 000 robots mobiles Kiva dans 10 de ses centres, qui vont se charger d'aller chercher les produits directement dans les étagères et les apporter aux employés chargés de la préparation des colis. Cela représenterait un gain de temps de 100 à 200%

L'IA, un marché qui vaut des milliards

Chiffre d'affaires généré par l'intelligence artificielle dans le monde, en milliards de dollars *



PREMIÈRES INTERROGATIONS

- Où va l'IA ?
- Maîtrise-t-on encore l'IA ?
 - Peut-on expliquer les résultats des algorithmes ?
 - Quel est le périmètre de conquête de l'IA ?
 - Doit-on légiférer ? Sur quelles utilisations ?
 - Faut-il limiter les utilisations ? Pour qui ?
 - L'IA va-t-elle détruire des emplois ?
- Conjuguer l'IA avec d'autres disciplines
 - L'interaction avec l'humain : partage de tâches et de décision
 - L'éthique des robots et des drones
 - Les problèmes sociétaux, les réseaux sociaux

L'IA ET L'EMPLOI

- L'IA s'inscrit dans un cadre plus large de la **numérisation de la société** qui est un processus irrémédiable
- Elle apporte une transformation des métiers, selon les filières cela sera positif ou négatif, par exemple :
 - Pour les tâches répétitives (encore les principaux bassins d'emplois), **suppression de main d'œuvre**
 - La conduite automatique, (a) pour les particuliers augmentation de la sécurité, confort (b) pour les professionnels **perte d'emplois**
 - La santé, consultation et diagnostic à domicile. **Déplacement des compétences** des médecins généralistes vers la spécialisation
 - Le service bancaire, réduction du service client mais amélioration du conseil, par **transformation de l'organisation**
 - La gestion des données dans les entreprises et organisations : apparition de **nouveaux métiers**
- **Nécessaire adaptation de la société** : formation, accompagnement, etc.
- **Effets sociaux non mesurables** : amélioration des services ? Amélioration des conditions de travail ? Qualification ? Réduction des libertés ? Augmentation des inégalités ? Etc.

IMPACT SUR LES SECTEURS ÉCONOMIQUES

Valeur ajoutée brute par branche à prix courants, en **milliards d'euros 2016**

• Agriculture, sylviculture et pêche	1,6 %	32,7
• Industrie manufacturière, industries extractives et autres	14,1 %	280,0
• Construction	5,5 %	109,6
• Commerce	9,9 %	196,6
• Transports et entreposage	4,8 %	96,1
• Hébergement et restauration	2,9 %	57,8
• Information et communication	5,2 %	103,6
• Activités financières et d'assurance	4,1 %	82,1
• Activités immobilières	13,0 %	259,1
• Activités scientifiques et techniques ; services administratifs et de soutien	13,2 %	262,5
• Autres services	3,0 %	60,0
• Administration publique	8,0 %	158,5
• Enseignement	5,4 %	106,7
• Activités pour la santé humaine	6,0 %	119,9
• Hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement	3,4 %	67,0
Total des branches		1 992,3

CONCLUSION

- **La France veut se hisser parmi les leaders** : création d'instituts d'IA
- Les universités et centres de recherche qui bénéficieront du titre « institut interdisciplinaires de l'intelligence artificielle » ou « 3IA » ont été dévoilés le mardi 6 novembre 2018, par un communiqué du gouvernement. Les heureux élus sont : Grenoble, Nice, Paris et Toulouse.
- Point commun entre les vainqueurs : ils tâcheront tous de trouver des applications pour la **santé**, un des domaines les plus prometteurs pour l'IA. Trois d'entre eux travailleront également sur des sujets liés à **l'environnement** (Grenoble, Paris et Toulouse). Les autres domaines concernés sont : les transports (Paris et Toulouse), le développement des territoires (Nice) et enfin **l'énergie** (Grenoble).