

ROBOTIQUE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

I- Généralité :

Certaines personnalités (Bill Gates, Elon Musk, Stephen Hawking...) ont [lancé un appel](#) afin de mettre en garde contre les dangers de l'intelligence artificielle. [Terminator](#) et [Skynet](#) vont-ils détruire l'humanité ? Visiblement, la question ne se pose pas comme cela

A- Définitions :

- [Principia mathematica](#) : une œuvre en trois volumes d'Alfred North Whitehead et Bertrand

Russell, publiés en 1910-1913. Cette œuvre a pour sujet les fondements des mathématiques et est considérée comme un des livres les plus influents de l'histoire de la logique.

- [perceptron](#) : a été inventé en 1957 par [Frank Rosenblatt](#) au laboratoire d'aéronautique de l'université Cornell. Le perceptron peut être vu comme le type de [réseau de neurones](#) le plus simple.

- [Deep Blue](#) : est un superordinateur spécialisé dans le jeu d'échecs par adjonction de circuits spécifiques, développé par IBM au début des années 1990.

- [Alan Turing](#) : est un mathématicien et cryptologue britannique (1912-1954), auteur de travaux qui fondent scientifiquement l'informatique. Pour résoudre le problème fondamental de la décidabilité en arithmétique, il présente en 1936 une expérience de pensée que l'on nommera ensuite [machine de Turing](#) et des concepts de programmation et de programme, qui prendront tout leur sens avec la diffusion des ordinateurs, dans la seconde moitié du XX^e siècle.

B- Théoricien :

[Nicolas Rougier](#) est chercheur à l'Inria au sein de l'[équipe Mnemosyne](#) et de l'[Institut des maladies neurodégénératives à Bordeaux](#). Il travaille en neurosciences computationnelles et cherche à comprendre le fonctionnement du cerveau au travers de modèles informatiques.

II- La robotique :

Ce qui est paradoxal, c'est que la robotique est en train de produire des objets programmables inouïs, mais tout à fait différents du fantasme usuel lié à la science-fiction du siècle dernier. Elle plonge le monde numérique au cœur même du monde réel, et ce, au delà des idées reçues...

A- Définitions :

- **Algorithme d'apprentissage** : cela correspond à des algorithmes qui ajustent les paramètres

de leurs calculs en fonction des exemples qui leur sont donnés, ou des retours (positifs ou négatifs, comme des récompenses ou punitions) issus de calculs précédents. Cela permet d'adapter leur fonctionnement aux données fournies.

- **Algorithme d'optimisation** : cela correspond à des algorithmes qui résolvent un problème

par améliorations successives: on part d'une solution initiale par défaut, on la modifie un peu dans un sens ou dans un autre, et si une de ses modifications améliore la solution, on réitère le procédé. Un critère de gain à maximiser ou de coût à minimiser est donc à la base de ces méthodes.

- **Optimisation par essais/erreurs** : cela correspond à des algorithmes qui ajustent les

paramètres par « renforcement », une solution est testée et en fonction du retour positif ou négatif, un ajustement se fait pour aller vers un meilleur comportement. Le fait que le retour se passe après l'action qui a pu en être la cause, parfois bien après, impose d'avoir une représentation interne de ce qui se passe au cours du temps.

- **Modélisation** : représentation d'un objet réel ou abstrait, en éliminant les détails difficiles ou

accessoires à reproduire, afin d'obtenir un résultat plus net à interpréter, un modèle est validé par son adéquation à des données (différentes de celles qui ont pu aider à le construire), donc à prédire des faits nouveaux ; il peut-être mathématique ou informatique, mais aussi être un objet tangible (une maquette, un animal modèle pour certains fonctionnements biologiques).

- **Cerveau** : c'est le principal organe du système nerveux des animaux, il régule les autres

systèmes d'organes du corps, en agissant sur les muscles ou les glandes, et constitue le siège des [fonctions cognitives](#) (mémoire, apprentissage, planification, etc.) ; cette cognition n'existe que parce le cerveau est incarné dans un corps en interaction avec un environnement.

B- Théoricien :

[Pierre-Yves Oudeyer](#) est directeur de recherche Inria et responsable scientifique de l'équipe [FLOWERS](#)*. Docteur en Intelligence Artificielle, plusieurs fois primé, il s'intéresse à la modélisation informatique et robotique de l'apprentissage et du développement sensori-moteur et social chez l'humain et les machines. Il étudie en particulier les mécanismes de curiosité, de maturation, le rôle du corps dans le développement cognitif, et des interactions homme-robot permettant l'apprentissage par imitation.

Il est aussi auteur du livre [Aux sources de la parole: auto-organisation et évolution](#), et participe activement à la diffusion des sciences vers le grand public, au travers d'émissions de radios/télé et d'expositions sur les sciences et de l'écriture d'articles et de livres de vulgarisation, comme Mondes mosaïques Astres, villes, vivant et robots Jean Audouze , Georges Chapouthier , Denis Laming , Pierre-Yves Oudeyer, CNRS Edition, 2015 ([en savoir plus](#)).

* *Flowers développe entre autre des [kits de robotiques pédagogiques pour le lycée](#), et qui peuvent être utilisés en ICN.*

L'utilisation des robots ne se limite plus à des espaces industriels contrôlés. Ils sont intégrés dans nos espaces quotidiens, et y interagissent de manière plus ou moins prédictible. Ce sont donc des objets auxquels les lois actuelles en matière de responsabilité, par exemple, ne sont plus complètement adaptées. Décryptage...

Définitions :

- **Robotique** : appareil effectuant, grâce à un système de commandes automatiques, une tâche

précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique ou domestique. Le mot « robot » a été créé (dans une [oeuvre de fiction](#)) à partir du mot tchèque « *robota* » qui signifie « travail, besogne, corvée ».

- **Verrou scientifique** : on parle de verrou scientifique, pour un résultat pas encore obtenu,

mais dont dépendent d'autres résultats scientifiques ou techniques. Cela constitue une contrainte à lever pour qu'un domaine de recherche avance.

- **Éthique** : est une réflexion de fond sur un sujet, qui permet ensuite de proposer des normes,

limites et devoirs, dans le respect de certaines valeurs. La morale désigne l'ensemble de ces règles établies.

- **Cantal** : le mot désigne un massif montagneux d'Auvergne dans le département français

éponyme qui produit un fromage du même nom ; il est utilisé ici au sens figuré pour désigner les « gens de la campagne », ceci avec une pointe d'autodérision, qui pourrait passer pour de la maladresse, si l'orateur ne raffolait pas du fromage en question.

- **Cobot** : (pour robot collaboratif) désigne un robot en interaction réelle, directe ou télé

opérée, avec un opérateur ou un utilisateur humain.

- **Crypter** : anglicisme pour le mot **chiffrer**, c'est à dire [rendre secret un document](#), pour que sa compréhension soit impossible à toute personne qui n'a pas la clé de (dé)chiffrement.

- **Anonymiser** : garantir qu'un jeu de données contenant des informations personnelles ne

permet pas d'identifier des individus donc évite d'accéder à des informations privées les concernant.

Théoricien :

[Jean-Pierre Merlet](#) est directeur de recherche Inria, responsable scientifique de l'équipe [Hephaistos](#), et [membre Fellow de l'IEEE](#). Ses recherches actuelles en robotique portent sur le développement de plate-formes robotisées destinées aux personnes âgées et handicapées, pour les aider à garder une certaine autonomie, et autres services à la personne. Il a aussi apporté des contributions majeures dans le domaine de la robotique de précision à hautes performances (robots parallèles) et en prospective scientifique liée à la robotique.

Il est aussi un chercheur très engagé, tout particulièrement en ce qui concerne la défense d'une recherche publique de qualité, et les liens entre la recherche et les grands enjeux éthiques et environnementaux. Mais pour l'histoire du fromage (voir Cantal), on plaisantait.

L'utilisation des robots ne se limite plus à des espaces industriels contrôlés. Ils sont intégrés dans nos espaces quotidiens, et y interagissent de manière plus ou moins prédictible. Ce sont donc des objets auxquels les lois actuelles en matière de responsabilité, par exemple, ne sont plus complètement adaptées. Décryptage...

Ce qu'on appelle le « deep-learning »

L'apprentissage automatique (machine learning) correspond à des algorithmes qui ajustent les paramètres de leurs calculs en fonction des exemples qui leur sont donnés. Cela permet d'adapter leur fonctionnement aux données fournies. L'apprentissage profond (*deep learning*) est une architecture qui associe en cascade plusieurs couches d'algorithmes de ce type pour hiérarchiser le problème et obtenir des performances bien plus importantes. Ce n'est pas simple ! Mais à expliquer, si...

Définitions :

- **Machine Learning** : l'apprentissage automatique (*machine learning*) correspond à des algorithmes qui ajustent les paramètres de leurs calculs en fonction des exemples qui leur sont donnés . Cela permet d'adapter leur fonctionnement aux données fournies.
- **Deep Learning** : l'apprentissage profond (*deep learning*) est une architecture qui associe en cascade plusieurs couches d'algorithmes de ce type pour hiérarchiser le problème et obtenir des performances bien plus importantes.
- **Neurone artificiel** : une fonction qui combine des entrées pour calculer si la valeur de la sortie est plutôt élevée ou basse, son calcul étant ajusté par des paramètres.
- **Réseau de neurones (artificiels)** : l'assemblage d'un grand nombre de neurones pour permettre de faire un calcul entrée / sortie très sophistiqué.
- **GPU** : *graphical processing unit*, un processeur supplémentaire dans nos ordinateurs dans lequel tous les calculs liés aux opérations graphiques d'affichage sont pré-cablés pour accélérer le traitement
- **Vision par ordinateur** : un ensemble d'algorithmes qui partent des valeurs des [pixels](#) des images pour en extraire des caractéristiques, localiser les objets qui y sont vus, et les étiqueter.

Théoricien :

[David Louapre](#) est normalien et docteur en physique théorique, devenu chercheur dans l'industrie des matériaux. Passionné de culture scientifique, son parcours lui a permis d'aborder en profondeur de nombreux domaines de la science (physique fondamentale, mathématiques appliquées, physico-chimie des matériaux, thermique, mécanique, etc.). Il se déclare « Responsable R&D (le jour), Vulgarisateur scientifique (la nuit) ».

On peut suivre son partage de grains de « science étonnante » sur son [blog](#) et son [canal vidéo](#).

Questions :

1. **On parle aujourd'hui d'intelligences artificielles au pluriel, plutôt que d' »une « intelligence artificielle.**

Que signifie cette formulation ?

- Le fait que les robots et bots logiciels dotés d'une intelligence artificielle identique à l'intelligence humaine se multiplient autour de nous
- Le fait que nous ayons plusieurs niveaux dans l'intelligence artificielle, comme dans le règne animal
- Le fait que des méthodes radicalement différentes résolvent des problèmes très précis de manière cloisonnée
- C'est une simple typo qui a fini par faire le buzz

2. **Pourquoi l'arrivée de cobots change-t-il la donne juridiquement ? Donner les**

deux réponses exactes

- De par leur interaction avec les humains au quotidien
- Car dotés d'une intelligence artificielle, ils deviennent des êtres à part entière
- De même que pour une « personne morale », le droit est plus clair en considérant les cobots comme un sujet (et non un objet) de droit
- Par définition, puisque le terme cobot veut dire robot conscient

3. **La puissance du deep-learning est de pouvoir apprendre tous les paramètres des différentes couches de calcul qui permettent de calculer une sortie à partir des entrées (par exemple étiqueter une image).**

Mais qu'en est-il des données à fournir ?

- Ce qui est remarquable c'est que un tout petit ensemble de données suffit à cet apprentissage automatique
- Cela ne marche bien que sur de très grands ensembles de données
- Si les données sont des images, une ou deux images suffisent, sinon il faut beaucoup

de données

4. L'origine du mot « robot » n'est pas anodine, elle montre un lien avec un vrai mythe humain.

Quelles sont les 3 réponses exactes ?

- Cela vient du tchèque tchèque « robota » qui signifie « travail, besogne, corvée », esclave en fait
- C'est Isaac Azimov qui a créé le terme en même temps qu'il définissait les lois de la robotique
- Le mot a été employé pour la première fois dans une pièce de théâtre en 1920
- Le mythe initial fait référence à un être artificiel organique
- En fait, cela vient du français rabot et correspond au premier rabot automatisé, dans une scierie des Vosges en 1869

5. Est-il possible de simuler une forme de marche bipède sur un plan incliné avec un dispositif purement mécanique sans moteur, ni aucun contrôleur électronique ou informatique ?

Cocher la réponse exacte

- Évidemment non, compte-tenu de la complexité de la tâche !
- En fait oui, c'est un comportement émergent qui résulte des interactions de la mécanique avec l'environnement

6. Nous allons vivre dans un environnement de plus en plus robotisé. Quelle forme tangible va prendre cette robotisation à grande échelle ?

Choisir la réponse la plus plausible dans l'état actuel de nos connaissances :

- Des robots humanoïdes, qui seront à notre service
- Cela n'arrivera jamais, tout ça ne marche que dans les labos
- Ce sont les objets du quotidien eux-mêmes qui vont se doter de processus

algorithmiques sophistiqués

- Ils sont déjà là, moi-même, n'en suis-je pas une ou un ?