

Savoir(s)

N° 37 | octobre 2019

le magazine d'information de l'Université de Strasbourg

L'intelligence artificielle : défi ou outil ?

numéro spécial



Sommaire

Grand entretien

- 4 Si lointaine, si proche intelligence artificielle

Recherche

L'Intelligence artificielle, une intelligence auxiliaire ?

- 6 « L'IA accélère la production scientifique et la diffusion des connaissances »
- 9 Performance... quand tu nous tiens
- 10 Cartographie de l'univers chimique
- 11 L'IA pour scruter la dynamique de la surface terrestre
- 12 Un super assistant pour salles d'opération
- 13 Faire régner la confiance bancaire et financière

Formation

Comment notre offre de formation s'adapte à l'IA ?

- 14 Privilégier les têtes bien faites
- 17 Entre intelligences naturelle et artificielle
- 18 De la collecte à l'interprétation des données
- 19 Former des économistes et gestionnaires data scientists

Vivre ensemble

Quel statut pour les IA et ce qu'elles produisent ?

- 20 Des humains et des machines
- 23 Pas de robots auteurs !
- 24 Quel droit pour l'intelligence artificielle ?
- 25 La démocratie mise en péril ?
- 26 L'intelligence artificielle cherche ses mots
- 27 Le juge sera-t-il bientôt un robot ?

Et ailleurs

Comment l'IA bouleverse le monde de l'entreprise ?

- 28 Vers un contrôle numérique du travail ?
- 30 Bienvenue dans le futur
- 33 Des entreprises à l'affût des talents de demain

Patrimoine

L'IA peut-elle créer ?

- 34 Art et artefacts
- 37 L'IA au cinéma ou le reflet des craintes scientifiques de notre époque
- 38 Vous avez dit « intelligence artificielle » ?

La version plurimédia de Savoir(s) sur savoirs.unistra.fr

Cette année encore, *Savoir(s)* fait sa rentrée avec un numéro thématique, sur un sujet à la fois très actuel, pour les uns bateau, pour les autres valise, mais qui fait en tout cas le buzz dans les universités : l'intelligence artificielle.

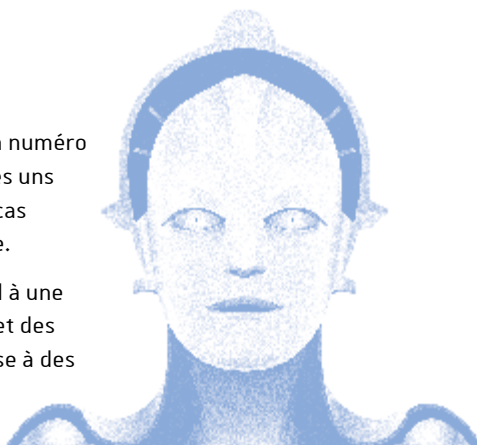
Ce buzz n'est pas qu'un effet de mode. Il correspond à une transformation profonde des méthodes, des outils et des potentialités de la recherche ; il doit être une réponse à des métiers émergents pour lesquels il faut former les étudiants et outiller les actifs ; il nous interroge en profondeur sur ce que nous sommes, sur nos capacités et sur l'éthique d'une intelligence seconde, artificielle sûrement, ancillaire peut-être, substitutive certainement pas.

Au seuil de la troisième décennie de ce XXI^e siècle, que l'imaginaire collectif avait peuplée de voitures volantes et de robots humanoïdes, il nous semble utile de faire le point. Nos villes ne sont (heureusement) pas encore des Métropolis ; nos voitures ne conduisent pas (encore) toutes seules ; et hormis les robots ménagers ou industriels, force est de constater que notre vie n'est pas encore (trop) dépendante d'eux. Mais que ferions-nous sans ordinateur ? Pire, sans téléphone ? Sachant que ce dernier assume pour moins de 5 % de son temps d'usage la fonction qu'il avait au siècle dernier, il est devenu le prolongement de notre cerveau, fixant l'instant dans l'image, stockant nos conversations, interpellant nos « amis ».

Ces aides quotidiennes, pour commodes qu'elles soient, n'en constituent pas pour autant des intelligences. Souvenons-nous que la philosophie allemande du XIX^e siècle a fait de notre faculté à imaginer (*Einbildungskraft*) l'un des vecteurs de la connaissance, opposant au modèle cartésien une approche sensible du monde et posant en creux sa définition de l'intelligence. Or qui aujourd'hui est capable d'imaginer ? Même dans la science, où seule compte la rigueur du raisonnement, il faut pouvoir imaginer, rêver. Car c'est là que se niche la nouveauté et que réside la véritable puissance de l'homme. Comme disait Michel Serres dans *Petite Poucette*, « le seul acte intellectuel authentique, c'est l'invention ».

Mathieu Schneider

Vice-président Culture, Sciences en société



*Ce buzz n'est pas
qu'un effet de mode.
Il correspond à
une transformation
profonde des méthodes,
des outils et
des potentialités
de la recherche.*

Si lointaine, si proche intelligence artificielle

Commerce, santé, transports, éducation... Pas une sphère de notre quotidien que l'IA n'ait infiltré ou tenté de le faire. Faut-il se réjouir de ce mouvement présenté comme inéluctable ? S'en méfier ? Qui a la main sur ces algorithmes et que sont-ils capables de faire ? Le point avec Étienne Ollion, chargé de recherche à l'Université de Strasbourg et au CNRS¹, qui travaille notamment sur les effets de la numérisation sur nos sociétés.



Étienne Ollion, chargé de recherche à l'Université de Strasbourg et au CNRS.

Quelles sont les origines de l'IA ?

L'IA est aussi vieille que l'informatique. Avec les premières machines vient l'idée de leur déléguer une partie des tâches humaines. 1951 est l'année du premier programme informatique de jeu d'échecs. Parmi ses pionniers, on trouve notamment Alan Turing, le célèbre mathématicien britannique. Mais son développement n'a pas été linéaire depuis, bien au contraire.

Pouvez-vous y revenir ?

Dès les années 1950, ces technologies font naître de grands espoirs. Mais ceux-ci ont été déçus, et ce projet fut presque abandonné dans les années 1960. Une seconde phase a commencé dans les années 1980, plus technique et centrée sur les « systèmes experts ». Puis une troisième depuis le milieu des années 2000. Dans cette évolution cyclique, assimilable à un mouvement de balancier, chaque développement a été suivi d'une période de crise. On parle d'ailleurs d'*AI summers* et d'*AI winters*² pour désigner ces phases. Pendant les premières, les promesses sont massives. On annonce une révolution du quotidien, et l'engouement dépasse largement le cercle des chercheurs. Nous sommes aujourd'hui dans une troisième phase d'enthousiasme pour l'IA, qui semble durer.

Qu'est-ce qui a changé ?

Trois facteurs ont joué. L'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs bien sûr, les incroyables volumes de financement, et l'accroissement exponentiel des données à disposition. Des outils inventés dans les années 1980, mais abandonnés depuis, sont très performants aujourd'hui – une fois qu'on les « nourrit » de plus de données. Celles-ci sont une matière première indispensable pour apprendre à l'ordinateur à identifier des motifs récurrents (*patterns*) qu'il n'a pas encore vus. C'est pour cela qu'on parle de *machine learning*.

Dans quels domaines ces progrès sont-ils les plus flagrants ?

Ils sont nombreux, mais un bon exemple, c'est la traduction automatique. Des progrès énormes ont été réalisés ces dix dernières années, étant donné la complexité de la tâche. Aujourd'hui, on peut comprendre en direct ce que dit un interlocuteur qui s'exprime en langue étrangère ! La technologie de base existait déjà, mais elle a été améliorée par l'IA : on a « ajouté une couche de neurones » pour améliorer la performance.

Cela laisse augurer de grands changements dans le monde du travail...

Effectivement. Des métiers comme traducteur ou secrétaire vont être bouleversés. C'est déjà le cas pour les services clients, remplacés par des *chatbots* efficaces. Est-on face à un séisme de l'ampleur de la Révolution industrielle du XIX^e siècle, affectant tous les domaines de la vie sociale ? Il est encore trop tôt pour le dire... Par contre, on voit les premiers effets sur le marché du travail. Le sociologue Antonio Casili a mis en évidence l'émergence de « prolétaires du clic ». Il existe des fermes à clics en Asie, mais on peut aussi en trouver en France. On observe une polarisation entre

« Trois facteurs ont joué : l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs, des financements et l'accroissement exponentiel des données . »

« Il est urgent pour les décideurs publics de reprendre la main, c'est un

enjeu démocratique . »

des ingénieurs très bien payés pour écrire les algorithmes que d'autres vont exécuter à travers des micro-tâches aliénantes et sous-payées.

qu'ils peuvent obtenir, ou simplement leur capacité à prendre l'avion ou le train.

Ce qui pose la question de la régulation de l'IA...

Et en particulier de sa régulation publique. La majorité des investisseurs dans l'IA (en recherche et développement comme dans l'applicatif) sont des sociétés privées : Facebook, Microsoft, Google et son équivalent chinois Baidu. Il est urgent pour les décideurs publics de reprendre la main, c'est un enjeu démocratique. C'est aussi un enjeu scientifique : la plupart de la recherche est faite du côté privé à l'heure actuelle.

■ Propos recueillis par Elsa Collobert

1 UMR 7363 Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe (Sage).

2 IA = Intelligence artificielle, Artificial Intelligence (AI) en anglais.

Attachons-nous aux avantages offerts par l'IA...

Et ils sont nombreux : amélioration du diagnostic médical grâce à une meilleure détection des maladies, réduction de l'insécurité routière au moyen des véhicules autonomes, meilleure compréhension entre humains via la traduction automatique... En sciences, les outils offerts par l'IA nous permettent d'appréhender plus finement notre monde, qu'il s'agisse de mieux connaître une population ou de comprendre l'interaction entre masses océaniques et gazeuses...

En tant que chercheur, comment utilisez-vous l'IA ?

À la fois comme objet d'étude, mais aussi comme outil. Grâce aux algorithmes, on peut mettre au jour des effets inattendus, que le chercheur n'aurait pas remarqués ou n'aurait même pas eu l'idée d'aller chercher. On peut aussi produire de nouvelles données. Mais la méthode n'est pas sans difficultés...

C'est-à-dire ?

Les méthodes les plus fréquentes sont conçues pour offrir une prédiction, mais pas toujours une explication. Savoir si un phénomène aura lieu est utile, mais on a aussi, et surtout, besoin de savoir pourquoi. Beaucoup de réflexions ont lieu à ce sujet. L'IA questionne les pratiques scientifiques.

Ces débats sur l'IA ne s'appliquent pas qu'aux sciences ?

Non, à l'échelle de la société toute entière aussi, on pense à l'utilisation de l'IA dans les dossiers de prêt bancaire, d'assurance santé dans certains pays, voire de sélection à l'entrée de l'université. Ou encore pour le profilage commercial. Le risque est donc d'enfermer les gens dans des choix qui vont conditionner leur vie, et cela automatiquement, et sans qu'on puisse vraiment l'expliquer. Les enjeux sont vraiment centraux, comme le montre le projet dystopique du gouvernement chinois. Avec le *social credit score*, on attribue une note aux individus sur la base de leurs comportements, leurs achats, leurs réseaux d'amis... et cela conditionne les emplois

Glossaire

Machine learning ou apprentissage automatique :

processus par lequel les ordinateurs développent la reconnaissance de schémas ou l'aptitude à apprendre continuellement et à faire des prévisions basées sur des données, puis à faire des ajustements sans avoir été spécifiquement programmés pour cela.

Deep learning ou apprentissage profond :

technologie d'apprentissage dérivé du *machine learning*, basée sur des réseaux neuronaux artificiels multicouches. Elle permet la reconnaissance vocale et faciale par exemple.

Business intelligence ou informatique décisionnelle :

processus technologique qui analyse les données pour permettre aux dirigeants de mieux piloter leur entreprise.

Chatbot ou agent conversationnel :

programme informatique capable de simuler une conversation en langage naturel.

Data scientist ou spécialiste de la science des données :

expert de la gestion et de l'analyse pointue de données massives (big data).



Recherche

L'Intelligence artificielle,
une intelligence auxiliaire ?



« L'IA accélère la production scientifique et la diffusion des connaissances »

Les sciences économiques s'intéressent aussi à l'intelligence artificielle. Stefano Bianchini, chercheur au Bureau d'économie théorique et appliquée (Beta), évalue son impact sur les équipes de recherche et la création des connaissances, avec des outils d'économétrie et d'apprentissage automatique. Ou comment étudier l'intelligence artificielle avec l'intelligence artificielle. Et naturelle.



Stefano Bianchini, chercheur au Bureau d'économie théorique et appliquée (Beta).

En tant qu'économiste, pourquoi vous intéressez-vous à l'intelligence artificielle ?

Au Beta nous étudions l'économie de l'innovation et l'impact des nouvelles technologies, produits ou processus sur la société et l'économie. Aujourd'hui, nous voyons arriver une nouvelle vague technologique, générée par l'intelligence artificielle et ce nouveau

paradigme, l'apprentissage profond (*deep learning*). Il bouleverse la société et les sciences, comme autrefois le moteur à vapeur, l'électricité ou internet. Je m'intéresse plus précisément aux effets de l'IA sur la production et la diffusion scientifiques*. Selon une étude américaine, la contribution de l'IA à l'économie mondiale sera de 13 000 milliards de dollars en 2030, en raison du gain de productivité et du changement dans la création et la diffusion des connaissances. Dans la littérature scientifique, il manquait une étude quantitative sur cet aspect.

Comment utilisez-vous l'intelligence artificielle pour étudier l'intelligence artificielle ?

Nous avons deux questions. L'IA change-t-elle la constitution des équipes de recherche, en taille,

fonction, nature ou collaborations ? Facilite-t-elle la création de connaissances nouvelles et augmente-t-elle leur impact ? Notre premier défi était de définir le périmètre du *deep learning*. Pour cela, nous avons développé des algorithmes qui ont analysé les publications d'une base de données libre, arXiv. Ils ont

appris d'une manière autonome à regrouper les textes en fonction de similitudes sémantiques et syntaxiques. Nous avons obtenu un lexique, généré par l'IA, pour sélectionner les publications ayant trait au *deep learning* dans le domaine médical sur Web of Science, la plateforme multidisciplinaire.

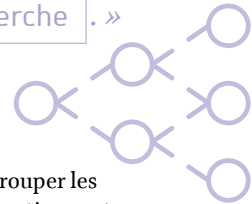
Vous avez ainsi un filtre plus pertinent, objectif et fin que s'il était fait par un être humain, qui a des représentations ?

Tout à fait. Nous avons ainsi sélectionné près de 50 000 publications qui utilisent l'IA, et environ 100 000 publications, de la même année, du même journal et du même domaine, mais qui n'utilisent pas l'IA, pour un raisonnement contrefactuel. Je tiens à souligner le travail exceptionnel de mes collaborateurs, Moritz Muller et Pierre Pelletier.

Et qu'avez-vous observé ?

Avec des outils économétriques, nous avons constaté que les auteurs sont significativement plus nombreux, les équipes plus multidisciplinaires et avec plus de collaborations internationales

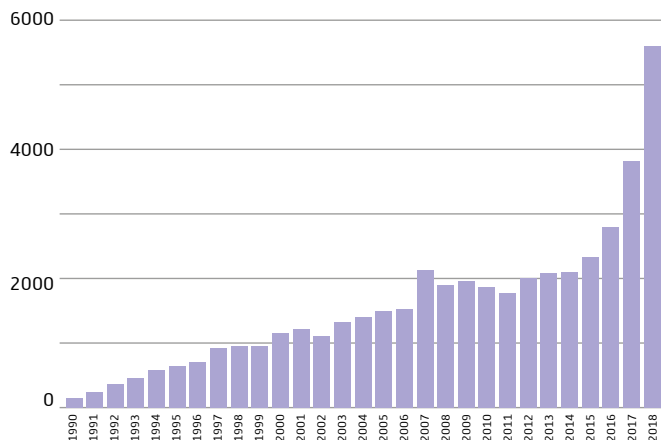
« Le deep learning permet de recombinaison les connaissances et d'élargir l'espace de recherche . »



VOUS ET L'IA ?

Louis, étudiant en mécatronique

« Je programme les ordinateurs pour leur apprendre à faire des tâches simples, à la place des humains. Il faut que les machines soient autonomes, le danger dépend du degré de liberté qu'on leur accorde, c'est cela qu'il faut contrôler. Il y a d'ailleurs les lois d'Asimov qui décrivent comment fixer le comportement des robots. »



Augmentation exponentielle du nombre d'articles scientifiques dans le domaine médical ayant trait au *deep learning*.

deep learning	recurrent neural network
deep neural	long short term memory
artificial neural	memory lstm
neural network	generative adversarial
artificial neural network	generative adversarial network
deep neural network	adversarial network
multilayer perceptron	networks gans
hidden layer	adversarial example
convolutional neural	adversarial perturbation
convolutional neural network	adversarial attack
deep convolutional	restricted boltzmann
deep convolutional neural network	variational autoencoder
fully convolutional network	encoder decoder
networks cnns	auto encoder
convolutional layer	variational autoencoder
recurrent neural	networks dnns

Lexique généré par l'intelligence artificielle pour filtrer les articles utilisant le *deep learning*.

quand elles utilisent le *deep learning*. L'IA ne semble donc pas substituer des compétences humaines, au contraire, elle crée des synergies. Nous avons également observé des concentrations géographiques : nous voyons le rôle prépondérant de la France, de l'Allemagne et du Royaume-Uni en Europe, de la Chine et des côtes est et ouest des États-Unis. La Chine a beaucoup investi dans l'IA et sera probablement un leader. Nous voyons aussi la participation des entreprises privées dans la création des connaissances, comme Google, Samsung, Siemens. La frontière entre recherche publique et privée s'estompe en IA. Il nous reste à étudier, avec d'autres indicateurs bibliométriques, l'évolution dans le temps et la dynamique de ces tendances.

En ce qui concerne la création des connaissances, qu'avez-vous constaté ?

La majorité des découvertes scientifiques est le résultat d'une recombinaison de connaissances existantes. Nous avons construit un indicateur pour mesurer cela : le nombre de combinaisons nouvelles dans les journaux cités en référence des publications et leur réutilisation ultérieure par la communauté scientifique. Si ces deux conditions sont remplies, la connaissance est considérée comme nouvelle. Notre analyse montre que les publications utilisant le *deep learning* ont 15 % plus de chance d'être nouvelles que les autres. Et ces papiers ont 30 % plus de chance d'être dans le top 1 % des articles les plus cités de leur domaine. Cela suggère que l'IA augmente la création de connaissances nouvelles et leur impact scientifique. Nous pensons qu'elle accélère la production et la diffusion scientifique. Il s'agit notamment des domaines de l'imagerie médicale, la génomique, la santé électronique et connectée.

Est-ce que l'intelligence artificielle change la manière de faire de la science ?

C'est encore tôt pour le dire. Elle est un outil pour le chercheur, comme les systèmes experts dans les années 1980. La nouveauté est que le *deep learning* permet de recombinaison les connaissances et d'élargir l'espace de recherche, et en cela, l'IA augmente les capacités créatives humaines.

■ Propos recueillis par Stéphanie Robert

* Projet ANR DinnAMICS.



VOUS ET L'IA ?

Daniel, étudiant en master 2 Sciences de la Terre

« Elle est utile pour l'avenir. Il faut étudier la manière dont elle fonctionne car ce n'est pas bien connu. Je l'utilise par exemple pour traiter une série de données de températures, pour étudier les comportements extrêmes. Impossible à faire sans l'intelligence artificielle. Il faut poser des limites pour éviter d'en perdre le contrôle. Je pense par exemple à la série *Black Mirror*, dans l'épisode où les abeilles "automatiques" ont été déviées de leur but premier et ont tué tout le monde. »

Yotla, étudiante en deuxième année de droit

« D'un côté je suis contre l'intelligence artificielle, car elle prend la place de l'Homme. Elle intervient partout, on gagne du temps de travail et en argent, mais elle remplace la main-d'œuvre. En revanche, en médecine, c'est utile pour trouver des remèdes contre le cancer, cela permet de trouver le bon médicament pour chaque patient. »

Performance... quand tu nous tiens

Les processeurs multi-cœurs sont de plus en plus puissants. Adapter les logiciels pour qu'ils puissent tirer avantage de telles machines, voilà le métier de Philippe Clauss, chef de l'équipe projet Compilation pour les architectures multi-cœurs (Camus), au sein du laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie (ICube). Quid de l'IA dans tout cela ?

Pourquoi augmenter la puissance des processeurs et des logiciels ?

Les travaux de recherche sur l'intelligence artificielle dans les années 1980 ont donné naissance à des systèmes conceptuellement « intelligents », mais limités par la puissance des ordinateurs de l'époque. Aujourd'hui, on est à une échelle largement supérieure et l'IA est gourmande en ressources matérielles. Les constructeurs développent des processeurs de plus en plus puissants et rapides. À partir des années 2000, ces unités de calcul sont devenues « multi-cœurs », c'est-à-dire capables de réaliser plusieurs tâches en même temps. Le problème est d'adapter les logiciels afin qu'ils en tirent parti et soient plus performants : ils doivent être « parallélisés », la plupart étant conçus pour s'exécuter de manière séquentielle sur un seul cœur. Nous avons par exemple, augmenté la vitesse d'exécution du logiciel de simulation d'opérations

chirurgicales de l'équipe projet Mimesis, pour visualiser les gestes chirurgicaux en temps réel.

Par quelles méthodes ?

Nous utilisons des techniques d'analyse et de transformation automatiques des logiciels, que l'on pourrait qualifier d'intelligence artificielle en quelque sorte. Il s'agit principalement d'analyser les dépendances entre les instructions et de déterminer celles qui peuvent être réalisées en parallèle. Deux approches : statique et dynamique, qui modifient le logiciel avant ou pendant son exécution, respectivement. Les deux peuvent aussi s'utiliser simultanément, car selon les données d'entrée, le logiciel peut présenter différents comportements.

L'IA repose sur des ordinateurs de plus en plus puissants. À votre avis jusqu'où cela peut aller, quels en sont les risques ?

L'IA dépasse déjà largement nos capacités, elle résout des problèmes où l'humain ne comprend pas forcément la logique par laquelle elle y est arrivée. C'est bien plus aléatoire que de résoudre une équation mathématique. On va loin, avec le cloud notamment qui met en réseau des machines de plus en plus puissantes, capables d'exploiter un volume de données énorme à des vitesses toujours plus importantes. Il y a des logiciels par exemple qui prédisent l'avenir en traitant les données des 200 dernières années. Les risques, ce serait de tout prendre pour parole sainte, répéter les mêmes choses que par le passé, également d'uniformiser la pensée et les comportements. On pourrait devenir esclaves de l'IA.

« L'IA dépasse déjà largement nos capacités . »

■ Propos recueillis par Vanessa Narbonne

Inria et Unistra : signature d'un accord cadre

Le 16 janvier 2019, l'Institut national de recherche dédié aux sciences du numérique (Inria) et l'Université de Strasbourg ont signé un accord cadre. Le but ? Structurer les relations établies et renforcer leurs projets communs de recherche scientifique avec l'Institut de recherche mathématique avancée (équipes Tonus) et le laboratoire ICube (équipes Camus et Mimesis). L'accord prévoit de développer plus spécifiquement les projets à l'interface entre l'intelligence artificielle et la santé.



L'équipe Compilation pour les architectures multi-cœurs

Cartographie de l'univers chimique

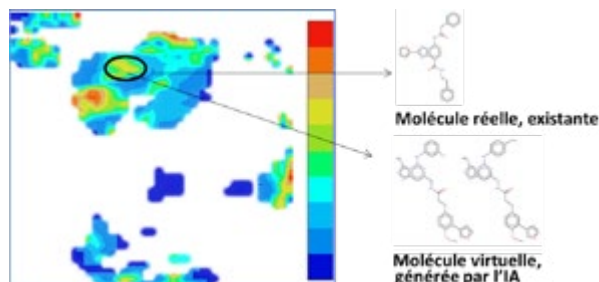
Apparue il y a quelques années seulement, la chémographie – une branche de la chémoinformatique – a pour ambition de cartographier les mille milliards de molécules possibles, appelé l'espace chimique, comme la géographie le fait depuis des siècles pour notre espace physique. Une science naissante qui recourt à l'IA pour découvrir de nouvelles molécules...

La chimie n'échappe pas au mouvement général : la masse de données disponibles est telle que l'être humain ne peut la gérer et a besoin de l'intelligence artificielle. Par exemple, en dix ans, le nombre de composés chimiques enregistrés* a été multiplié par trois, passant de 50 millions à 150 millions de molécules entre 2009 et 2019. La courbe est exponentielle. « *Et ces millions de composés ne représentent qu'une petite goutte d'eau dans l'immense univers de structures chimiques possibles. Notre équipe a estimé à 1 033 le nombre de molécules organiques à 36 atomes qui pourraient exister* », précise Gilles Marcou, enseignant-chercheur au Laboratoire de chémoinformatique (UMR 7140 Chimie de la matière complexe). Cet ensemble de molécules, réelles ou virtuelles, c'est-à-dire pas encore identifiées ou synthétisées, est appelé espace chimique.

Comment visualiser cette information chimique pour l'explorer et mieux l'exploiter, notamment pour découvrir de nouvelles molécules intéressantes ? Gilles Marcou, Alexandre Varnek et leur équipe développent des méthodes de représentation en 2D ou 3D : la chémographie, néologisme basé sur géographie.

Génération de molécules réelles et virtuelles

Ils ont développé leur concept à partir de l'algorithme GTM pour *Generative Topographic Map*, carte topographique générative. Ils ont été parmi les premiers à l'appliquer à la chimie. À partir des bases de données chimiques (ChEMBL, PubChem...), cet algorithme d'intelligence artificielle génère des cartes sur la base des structures chimiques des molécules. Ces cartes



Cette carte représente l'espace chimique des inhibiteurs du récepteur A2a de l'adénosine. Des molécules réelles et virtuelles ont été générées par apprentissage automatique, représentées sur la carte. La zone sélectionnée révèle des molécules d'intérêt. Les composés les plus actifs sont situés dans les zones aux couleurs chaudes et les moins actifs dans les régions aux couleurs froides. Les zones blanches représentent l'absence de donnée.

permettent de situer des molécules réelles et hypothétiques. Celles qui sont proches chimiquement sont aussi proches spatialement. On peut ainsi repérer des zones intéressantes en faisant l'hypothèse que des molécules proches ont des propriétés similaires. « *Ce raisonnement par analogie est très ancien en chimie, le tableau périodique des éléments a été imaginé par Mendeleiev de cette manière* » rappelle le chercheur.

Encore très récentes, ces techniques de chémographie ont déjà permis de concevoir de nouvelles structures chimiques, par exemple des électrolytes inédits pour les batteries de prochaine génération, notamment dans les véhicules électriques (projet ANR Devega). Le prochain enjeu pour l'équipe : développer d'autres algorithmes d'IA capables de suggérer de nouvelles structures chimiques positionnées sur les cartes, dans des régions d'intérêt.

■ Stéphanie Robert



En savoir plus : masterchemoinfo.u-strasbg.fr

* Sur la base de données du *Chemical Abstract Service* de l'*American Chemical Society* qui répertorie les composés chimiques depuis 1907.

Un master unique en Europe

Cette science est enseignée dans le master de chémoinformatique qui forme de futurs professionnels pour l'industrie chimique ou pharmaceutique et de futurs chercheurs. Des doubles diplômes internationaux existent avec Milan, Lisbonne, Ljubljana, Kazan, Saint-Petersbourg et Kiev.

L'IA pour scruter la dynamique de la surface terrestre

Données massives, observation de séismes et télédétection satellitaire... Trois chercheurs de l'École et observatoire des sciences de la Terre (Eost) expliquent comment l'intelligence artificielle intervient dans leurs pratiques.

« De nos jours, il y a des réseaux de capteurs partout dans le monde. En sismologie, nous avons des chroniques extrêmement longues avec des enregistrements en continu. Une aide numérique pour l'analyse est nécessaire », explique Clément Hibert qui précise que l'intelligence artificielle est apparue dès les années 1970-1980 dans ce domaine avant d'exploser depuis 2010.

Mouvements des glaciers, glissements de terrain, détachement d'un iceberg provoquant un tsunami... « L'IA a ouvert un nouveau champ de la sismologie environnementale qui permet de détecter des événements imperceptibles auparavant et ainsi mieux comprendre les phénomènes déclencheurs. »

L'IA à la place de l'Homme ?

Une des autres capacités de l'IA est de ré-analyser des chroniques anciennes longues de plusieurs décennies : « En recensant les glissements de terrain en Alaska, les chercheurs ont observé qu'ils avaient augmenté ces dernières années. Nous essayons alors d'identifier de possibles corrélations avec le réchauffement climatique. »

La machine pourrait-elle remplacer l'Homme ?

« Pour moi, c'est un nouvel outil. Nous avons besoin de catalogues construits par l'Homme pour entraîner la machine, c'est ce qu'on appelle l'apprentissage machine. Après quelques années de tests, l'algorithme fonctionnera peut-être seul mais il y aura toujours besoin de quelqu'un pour vérifier. »
Quid des erreurs ? « Il y a trois ans, nous avons fait regarder des signaux sismologiques à des experts, avec un taux d'accord de 90 %, nous estimons que c'est un taux acceptable pour les machines. »

■ Marion Riegert



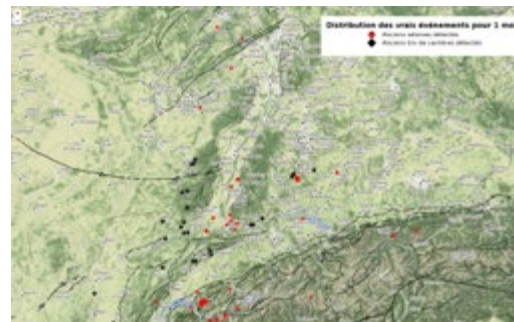
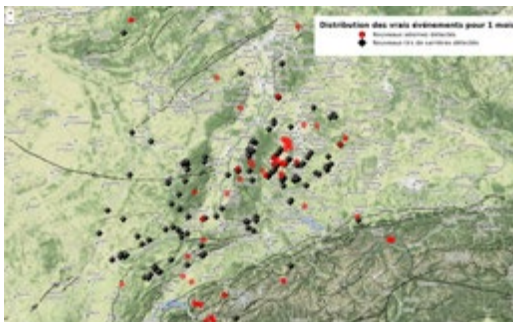
Alexandra Renouard, un catalogue sismique automatique

Alexandra Renouard étudie la sismicité du nord-est de la France à cheval avec l'Allemagne et la Suisse. « Cette région est mal connue du point de vue des sources de déclenchement des séismes. » Depuis 2016, un déploiement de stations temporaires et permanentes dans la région lui permet d'élaborer un catalogue sismique plus précis et ainsi détecter les séismes de plus faible magnitude. « Dans les données obtenues, il y a beaucoup de fausses alarmes et de bruits, l'utilisation de l'apprentissage machine me permet de trouver des critères sélectifs pour distinguer les "vrais événements" des autres », souligne la doctorante.



Jean-Philippe Malet, une infrastructure de calcul dédiée

Depuis 2016, Jean-Philippe Malet participe au montage de la plateforme multi-laboratoires A2S (Applications for Satellite Survey; Eost-ICube-Live). Un projet qui permet aux chercheurs de se doter d'une infrastructure de calcul dédiée pour observer les changements de la surface terrestre, tels que les mouvements du sol, les stocks d'eau ou l'urbanisation. Traitement rapide, classification automatique et homogène de flux d'images, l'IA en télédétection satellitaire représente pour lui la fiabilité. « Dans un processus de classification, une personne n'a pas la même attention le matin qu'à 16h de l'après-midi », sourit le chercheur.



Apprentissage machine appliqué à des images du satellite Sentinel-2 pour détecter les glissements de terrain déclenchés par le cyclone Idai au Mozambique en mars 2019. Gauche : image source. Droite : résultat du traitement avec la probabilité de bonne reconnaissance.

Un super assistant pour salles d'opération

Nicolas Padoy* mène des recherches pour développer une nouvelle application de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé : la tour de contrôle des blocs opératoires. Explications.

Quel est le principe de cette tour de contrôle ?

Il s'agit d'utiliser l'intelligence artificielle comme un outil d'assistance aux processus chirurgicaux. Dans une salle d'opération aujourd'hui, on trouve de plus en plus de technologies : outils électriques,

équipements de surveillance des patients, d'imagerie, caméras, etc. Ces évolutions techniques ont amélioré la qualité et la sécurité des soins, mais elles ont aussi complexifié les actes chirurgicaux car la masse de données à traiter est énorme.

« Cette technologie pourrait améliorer la qualité des soins. »

Or, l'IA est capable d'analyser rapidement différentes données venues de tous les équipements du bloc opératoire. Nous utilisons la *deep learning* pour que la tour de contrôle comprenne le langage de la chirurgie. L'objectif : qu'elle soit capable de décomposer les différentes étapes de l'intervention, d'identifier l'anatomie du patient, de localiser et d'analyser l'action des outils nécessaires à cette intervention.

Quels sont les avantages pour le patient et pour l'équipe médicale ?

En analysant les données des chirurgies précédentes, l'IA pourrait permettre d'éviter certaines erreurs. En France, sur plus de 6 millions de chirurgies pratiquées chaque année, on observe 60 000 à 90 000

événements indésirables graves jugés évitables. Une tour de contrôle intelligente permettrait d'instituer des points de contrôle automatisés à des étapes critiques de l'intervention chirurgicale. En donnant l'alerte, en améliorant la communication, l'utilisation des équipements et le suivi des processus, cette technologie pourrait améliorer la qualité des soins. Elle pourrait aussi apporter une meilleure sécurité à l'équipe médicale, par exemple en alertant si un écran de protection aux rayons X est mal placé, ou en veillant à mieux positionner un robot pour minimiser la quantité de rayons reçue par le praticien. Cette technologie peut également servir à la formation.

À quelle échéance cette tour de contrôle pourrait être opérationnelle ?

Notre objectif est de développer avec nos partenaires un prototype à l'Institut hospitalo-universitaire de Strasbourg (IHU) d'ici à cinq ans pour deux chirurgies : l'ablation de la vésicule biliaire (cholécystectomie) et le bypass gastrique. Développer cette innovation à grande échelle prendra beaucoup de temps car cela implique de standardiser les données et leur communication au niveau des hôpitaux. Chose impossible à obtenir sans la participation des hôpitaux et des entreprises qui produisent les équipements, les instruments et les blocs opératoires. L'un des défis sera aussi de l'appliquer à d'autres chirurgies. Cela devrait fonctionner sur les chirurgies standardisées, à condition d'avoir des données suffisantes. Concernant la cholécystectomie, nous avons utilisé 120 vidéos pour l'apprentissage. Chaque étape de l'intervention a été annotée à la main pour qu'ensuite, la machine les reconnaisse.

Une machine qui apprend et opère toute seule, ce n'est donc pas pour demain ?

Nous sommes encore très loin des systèmes digitaux qui apprennent de façon autonome, notamment s'ils doivent interagir physiquement avec l'environnement. Aujourd'hui, derrière chaque IA se cachent des données annotées. La main de l'homme se trouve encore partout. La question est de savoir si demain nous pourrions exploiter ces mêmes données sans annotation, afin de développer des systèmes d'IA plus efficacement...

■ Propos recueillis par Julie Giorgi



La tour de contrôle facilitera la supervision du déroulement et de la sécurité des opérations grâce à l'IA.

Aller plus loin : <http://camma.u-strasbg.fr>

* Nicolas Padoy est professeur à Télécom Physique Strasbourg, après avoir été titulaire d'une chaire d'excellence en robotique médicale du laboratoire ICube. Il a créé et est responsable du groupe de recherche Camma (Computational Analysis and Modeling of Medical Activities).

Faire régner la confiance bancaire et financière

Comment éviter que l'intelligence artificielle ne rende la banque et la finance opaques et arbitraires ? C'est à cette très vaste question que s'est attelé Thibault de Ravel d'Esclapon, spécialiste en droit des affaires.

À peine recruté à l'UMR Droit, religion, entreprise et société en septembre 2017, Thibault de Ravel d'Esclapon se lance, avec le soutien de l'Idex (Initiative d'excellence), dans un ambitieux programme de recherche. Avec l'aide de partenaires de poids, banques, fintech, université étrangère, et l'appui technique du laboratoire ICube, il veut rédiger un livre blanc sur la nécessité – ou pas – d'encadrer l'intelligence artificielle dans le domaine bancaire et financier.

Les faits d'abord. Le premier concerne assez peu le commun des mortels. Mais il a une influence massive sur la marche économique et financière du monde. Aujourd'hui, des centaines de millions d'ordres boursiers sont donnés en quelques nanosecondes à partir d'algorithmes. Acheter du cacao, vendre du pétrole, vendre ou acheter telle ou telle action. Mieux, parce que l'algorithme a détecté que la valeur convoitée vaut quelques dixièmes de pourcent de moins à Hong Kong qu'à Londres, c'est à Hong Kong que l'ordre d'achat sera donné.

Second fait, qui cette fois nous concerne tous : notre conseiller bancaire reçoit chaque jour des centaines de mails de la part de ses clients. Souvent les questions se ressemblent : effectuer un virement, retarder un prélèvement, négocier un crédit... De plus en plus, c'est l'intelligence artificielle qui aide le banquier à apporter une réponse – presque – toute faite. Aux États-Unis et au Canada, le client pose même la question à un robot conversationnel (les fameux *chatbots*), qui répondra directement. C'est encore peu pratiqué en France, mais ça vient.

Les questions ensuite. Elles sont essentiellement d'ordre juridique et social. Comme partout, l'intelligence artificielle associée à la banque et à la finance pose d'abord la question de la protection

des données. Pour abreuver les algorithmes, l'IA se nourrit de la masse des données bancaires de ses clients. La moindre des choses est donc de garantir que ces données ne partent pas ailleurs et ne soient pas utilisées par d'autres.

Une IA digne de confiance

Autre question : les clients veulent comprendre comment fonctionnent ces algorithmes qui permettent à la banque de prendre ses décisions. Sans dévoiler de secrets d'affaires, peut-on envisager d'auditer les systèmes algorithmiques par des organismes de contrôle et de régulation indépendants ? Et puis il y a la question sociale : l'IA ne va-t-elle pas transformer de fond en comble le travail des employés des banques tant qualitativement que quantitativement ?

Les réponses enfin. « Nous ne sommes pas là pour proposer telle ou telle nouvelle loi ou réglementation, prévient Thibault de Ravel d'Esclapon. Nous sommes là pour aider la communauté bancaire à se poser les bonnes questions. » Il est donc plutôt question de définir les principes fondamentaux, qui permettront aux acteurs de construire une IA éthique. Ce que l'Union européenne appelle « l'IA digne de confiance ».

■ Jean de Miscault.



L'IA associée à la banque et à la finance pose d'abord la question de la protection des données.



VOUS ET L'IA ?

Heemee, étudiante en L3 de biologie

« Ça peut nous aider mais l'intelligence artificielle pourrait prendre le dessus sur nous. Si tout devient automatisé, on ne saura plus comment faire les choses de manière manuelle, ni réfléchir par nous-mêmes. Et en cas de bug informatique, ou de pertes des données numériques, il y a le risque qu'on ne soit plus capable de résoudre les problèmes tout seul, de revenir en arrière. »

Tina, étudiante en sixième année de droit

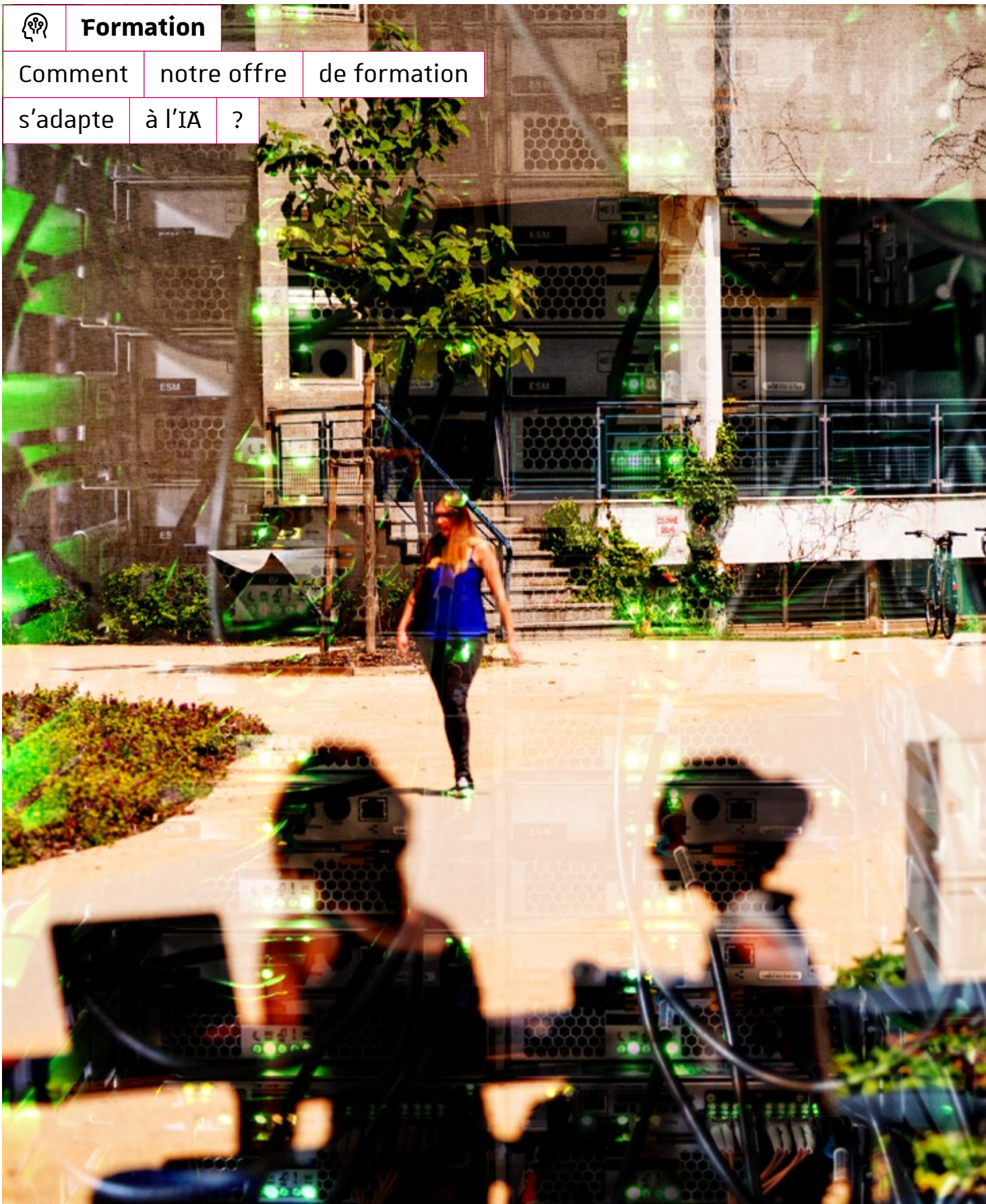
« Je suis plutôt pour car cela facilite la vie de l'Homme. L'intelligence artificielle permet de traiter toutes les données que l'on peut recueillir, ça aide pour la recherche et l'innovation. Elle dépasse les capacités de l'humain et on ne la maîtrise pas forcément. Il faut l'utiliser à bon escient pour éviter les dérives. Développée à l'extrême, elle pourrait se doter d'une conscience, même si cela est un peu de la science-fiction. »



Formation

Comment notre offre de formation

s'adapte à l'IA ?



Privilégier les têtes bien faites

IA et pédagogie font-elles bon ménage ? Est-il encore utile d'apprendre ? Et si avant de se lancer dans un débat sans fin, on commençait par s'interroger sur la manière de former au mieux les étudiants à cette révolution technologique.



Frédéric Bernard, maître de conférences en neuropsychologie.



François Gauer, vice-président Transformation numérique et innovations pédagogiques.

Dans *Petite Poucette*, publié en 2012, Michel Serres fait le pari que l'intelligence artificielle libérera dans le cerveau des nouvelles générations davantage de place pour la créativité. Et reprenant les mots de Montaigne, peu de temps après l'invention de l'imprimerie, le philosophe en tire la leçon suivante pour les pédagogues d'aujourd'hui : « *Mieux vaut une tête bien faite qu'une tête bien pleine.* » La question n'est donc pas tant celle de l'accumulation des connaissances que celle de leur utilisation.

Aujourd'hui, tout un chacun a accès en permanence depuis son smartphone à une gigantesque bibliothèque universelle. « *Nous n'avons donc plus besoin de faire d'effort pour accéder à l'information,* constate Frédéric Bernard, maître de conférences en

neuropsychologie à la Faculté de psychologie de Strasbourg. *Et nous pourrions même nous dire qu'il ne sert plus à rien d'apprendre. Sauf que si nous arrêtons d'apprendre, nous pourrions devenir de simples assistants de l'intelligence artificielle dans une immense société des loisirs.* »

Soit, mais alors comment donner envie d'apprendre ? « *C'est l'humain, l'enseignant, l'éducateur qui donne envie aux étudiants,* répond le neuropsychologue. *Il est là pour élever.* » François Gauer, vice-président Transformation numérique et

innovations pédagogiques de l'université ne dit pas autre chose : « *Le cerveau de l'Homme du XXI^e siècle fonctionne comme celui du XVI^e siècle. L'art de faire apprendre n'a pas changé. Y a-t-il une pédagogie numérique ? Non. Y a-t-il une pédagogie qui utilise les outils numériques ? Oui. Nous utilisons tous les outils à notre disposition pour faire apprendre.* »

Au-delà de la naïveté

La question n'est donc plus de savoir si le numérique et l'intelligence artificielle vont changer la pédagogie. Mais comment préparer les étudiants à cette révolution qui tourne autour des sciences de la donnée. D'abord pour une simple question de citoyenneté : il n'est pas concevable que quelqu'un ne soit pas parfaitement formé aux exigences de la société numérique que sont par exemple la sécurité des données, l'identité numérique, ou les conséquences sociétales ou économiques. « *Nous devons dépasser la naïveté*

« Si nous arrêtons d'apprendre, nous pourrions devenir

de simples assistants

de l'IA dans

une immense société

des loisirs . »



Une inquiétude vieille comme l'écriture

« *Cette invention, en dispensant les hommes d'exercer leur mémoire, produira l'oubli dans l'âme de ceux qui en auront acquis la connaissance. [...] Ils chercheront au dehors, grâce à des caractères étrangers, et non point au-dedans et grâce à eux-mêmes, le moyen de se ressouvenir. Grâce à cette invention, les hommes vont pouvoir se procurer une information abondante qui les conduira à se croire compétents en une quantité de choses, mais ils seront simplement devenus des savants d'illusions.* » Qui est l'auteur et de quoi parle-t-il ? Il s'agit d'un texte de Platon et l'invention dont il parle est l'écriture. Remplacez écriture par intelligence artificielle et vous avez le grand débat du moment. « *Finalement les conséquences ne se sont pas avérées aussi graves que cela,* s'amuse aujourd'hui Frédéric Bernard, maître de conférences en neuropsychologie.

ambiante, insiste le vice-président. Aujourd'hui un diplômé de l'université doit être parfaitement au clair avec ces questions. »

C'est dans cette optique qu'un groupe de travail s'est constitué au sein de l'Université de Strasbourg en septembre 2018. Objectif : réfléchir à un montage institutionnel afin d'envisager de nouvelles formations autour des données. Au niveau du master, quatre grands types de formation

L'université va proposer

des parcours

autour des sciences

de la donnée

et de l'IA.

se distinguent. D'abord, le traitement de la donnée au cœur de la formation. Par exemple, un master de sciences des données et des systèmes complexes au sein de l'UFR de mathématique et d'informatique ou un master Sciences des données et intelligence artificielle à Télécom Physique Strasbourg. Ensuite, il s'agit d'imaginer des formations articulées

autour d'un cœur disciplinaire, où l'exploitation des données est indispensable à la bonne compréhension de cette dernière, par exemple dans les masters de démographie ou d'astrophysique. Ces deux premiers types de formation existent déjà.

Par ailleurs, à la rentrée 2020-2021, l'université va proposer aux mentions qui le souhaitent de développer dans les masters disciplinaires des parcours particuliers autour des sciences de la donnée et de l'intelligence artificielle et favorisant,

grâce à ces dernières, le travail interdisciplinaire. On pourrait par exemple, imaginer des croisements, grâce aux données, entre santé et sociologie. Enfin, les composantes pourront proposer des masters disciplinaires comprenant des Unités d'enseignement (UE) optionnelles ou complémentaires sur les sciences de la donnée et de l'IA.

Avant le master, en première et deuxième années de licence, des modules obligatoires seront mis en place, afin que les étudiants acquièrent les bases indispensables à la compréhension des enjeux de la transformation numérique. Avec possibilité de poursuivre en troisième année par une UE optionnelle. François Gauer résume : « *Nous voulons apporter une plus-value à la formation de nos étudiants dans leur discipline en leur donnant la possibilité de mieux connaître, mieux utiliser, mieux valoriser la masse de données dont ils disposent. »*

■ J.d.M.



VOUS ET L'IA ?

Mahamat, étudiant en première année de droit

« Je pense que scientifiquement on a atteint déjà un très haut niveau, on n'a plus besoin de créer de nouvelles technologies plus performantes. Remplacer l'Homme par l'intelligence artificielle c'est dangereux. Elle enlève à la vie humaine son sens même. Nous sommes faits pour ressentir les émotions et réfléchir. Perfectionner la vie, avoir toujours toutes les solutions à nos problèmes, ce n'est plus une vie. »



Entre intelligences naturelle et artificielle

Après un parcours en psychologie, David Niezgoda a choisi de poursuivre son parcours universitaire. Actuellement étudiant en master d'informatique dans le parcours Sciences des données et des systèmes complexes, il envisage de devenir cognicien, métier à l'interface de l'intelligence « naturelle » et de l'intelligence artificielle.



David Niezgoda, étudiant en master d'informatique - parcours Sciences des données et des systèmes complexes.

« Au départ, je voulais devenir chercheur en psychologie, raconte David Niezgoda, étudiant en première année de master. Mais finalement je me suis aperçu qu'il m'aurait manqué un aspect applicatif à ce métier. J'aime analyser les processus mais également pouvoir les appréhender et manipuler les concepts. »

Il fait le choix d'intégrer la licence d'informatique, puis le master d'informatique, parcours Science des données et des systèmes

complexes porté par l'UFR de mathématique et d'informatique.

L'informatique a toujours été une passion pour le jeune homme. « Je crée des applications web en codant. Au-delà de l'aspect purement technique, j'aime aussi les personnaliser en y réglant plein de paramètres orientés utilisateurs comme la couleur, l'ergonomie. » Pour autant, David Niezgoda ne se voit pas devenir codeur.

Data scientist... un « curieux » métier ou un métier de curieux

« Dans un premier temps, j'envisage d'être data scientist. C'est un scientifique qui gère, analyse, extrait les données en les intégrant à l'intelligence

artificielle, un métier émergent pour lequel il y a beaucoup d'embauche. » Analyse de données géographiques, astronomiques, modélisation de la météo, le champ des possibles est large pour un data scientist.

« J'ai une préférence pour le domaine de la psychologie, ce qui touche à la compréhension du cerveau, des personnes. »

Actuellement en stage au laboratoire ICube dans l'équipe Sciences des données des systèmes complexes, il modélise les données cérébrales d'IRM, pour l'étude de la maladie d'Alzheimer. Il vient comme un soutien aux chercheurs dans l'analyse de leurs résultats.

« J'aime être à leur contact, c'est enrichissant. Mes cours de neuroanatomie sont un plus pour reconnaître les aires cérébrales. Ce n'est pas indispensable de le savoir, mais j'estime qu'un data scientist se doit d'être curieux. »

À terme, David Niezgoda souhaite devenir cognicien, métier qui nécessite une double compétence en informatique et en sciences humaines, pour optimiser le rapport entre la machine et l'humain. « Sur Facebook par exemple, les fenêtres de conversation sont placées de telle sorte que les personnes s'en souviennent bien, car c'est assez intuitif, à l'inverse d'autres paramètres moins utilisés. » Reste encore une année d'étude pour David Niezgoda, qui envisage peut-être de faire une thèse par la suite.

■ Vanessa Narbonne

Il modélise

les données
cérébrales d'IRM,
pour l'étude
de la maladie
d'Alzheimer.



VOUS ET L'IA ?

Vony, étudiant en master 2 Biologie et santé

« Je suis plutôt pour l'IA lorsqu'elle intervient pour aider dans les tâches du quotidien. On trouve par exemple des fauteuils roulants très sophistiqués pour les personnes à mobilité réduite. Par contre, si la technologie tombe entre de mauvaises mains, cela pourrait en faire des armes de guerre, comme dans le film Avengers. Il y a également des tests faits avec les robots qui peuvent faire peur : un homme le pousse et il se relève, comme s'il avait une conscience... »

De la collecte à l'interprétation des données

Le parcours Sciences des données et des systèmes complexes du master Sciences, technologie, santé mention Informatique, a ouvert ses portes en septembre 2019. L'objectif de cette nouvelle formation ? Développer des compétences en informatique pour faire face aux problématiques croissantes du phénomène du big data.



« La science des données peut aider à prendre de meilleures décisions . »

À la croisée de l'informatique, des mathématiques appliquées et des statistiques, la science des données est considérée comme une branche de l'intelligence artificielle et joue un rôle essentiel dans l'efficacité et la productivité d'une organisation, tous secteurs confondus. « À travers la découverte de corrélations inconnues et la mise en place de modèles de prédiction adaptés, la science des données peut aider à mieux comprendre et analyser les évolutions, et à prendre de meilleures décisions », décrit Stella Marc-Zwecker, maître de conférences au département Informatique et responsable de ce nouveau parcours.

Ouvert aux étudiants titulaires d'une licence mention Informatique ou équivalent, cette formation souhaite répondre à



VOUS ET L'IA ?

Eszter, étudiante en master 2 Formation, innovation, recherche en didactique des langues

« Je pense qu'il y a des intelligences artificielles qui sont plus avancées qu'on ne le pense. Par exemple, Facebook et Google sont capables d'enregistrer nos conversations sans que l'on soit au courant et c'est dangereux. Lorsqu'il y a des choix à faire, ce sont toujours les mauvais que l'Homme fait en général. L'intelligence sera plutôt utilisée comme une arme de guerre que dans le domaine de la santé. »

la demande des entreprises confrontées au phénomène du big data. « *Start-up, industries, grandes sociétés, banques, laboratoires pharmaceutiques... pas un seul secteur n'échappe au big data aujourd'hui*, explique Stella Marc-Zwecker, les spécialistes en science des données sont de plus en plus demandés. »

Si les débouchés sont nombreux, les compétences techniques sont essentielles. « *Le spécialiste informaticien doit être capable de développer et de mettre en œuvre des méthodes d'analyse de données massives et de modélisation de systèmes complexes tout en adaptant ses techniques de fouille au domaine dans lequel il travaille*, détaille le maître de conférence. *Technicité et ouverture sont les maîtres-mots de cette formation.* »

■ Mathilde Hubert

Quelques métiers de la science des données

Au sein des métiers de la data science, on retrouve : *data miners*, spécialistes en fouille de données et en extraction de connaissances, *data scientists*, experts en analyse de données massives, concepteurs de systèmes décisionnels (*data warehouse, business intelligence*), spécialistes en apprentissage machine (*machine learning, deep learning*), experts en optimisation de systèmes complexes, spécialistes en bioinformatique, développeurs d'architectures big data et de traitements répartis...



Former des économistes et gestionnaires *data scientists*

Les profils à double compétence sont recherchés, et notamment celui qui émerge avec l'intelligence artificielle et le big data : l'économiste et gestionnaire expert des données. Le master *Data science pour l'économie et l'entreprise du futur* est en cours de création pour les former.

Programmation, sciences et gestion des données, *deep learning*, éthique, économie numérique, stage professionnel... La grille des enseignements de ce nouveau master est mixte. Porté par la Faculté des sciences économiques et de gestion de Strasbourg, il accueillera douze à quinze étudiants à la rentrée 2020, titulaires de licence en économie, en sciences ou en droit. Il sera également ouvert aux alternants.

L'objectif est donc de former des économistes et gestionnaires aux sciences des données, qui puissent être capables de développer des algorithmes, comprendre les enjeux liés au big data et à l'IA, y compris les aspects éthiques et juridiques. Il est aussi de former des scientifiques aux sciences économiques et de gestion. « Avec cette mixité, les étudiants apprendront les uns

des autres », souligne Stefano Bianchini, maître de conférences à l'Université de Strasbourg et chercheur au Beta (Bureau d'économie théorique et appliquée). Il est à l'initiative de cette création et en porte le projet. La formation sera étroitement liée aux travaux de recherche du Beta.

Banques, assurances, industries 4.0

« Ce type de formation hybride est très demandée par les entreprises, notamment les banques, assurances et industries 4.0 (usine du futur) »,

ajoute-t-il. Les étudiants trouveront des débouchés comme analyste de données, développeur de rapports *business intelligence*, architecte de données, etc. Les administrations, collectivités locales, sociétés de conseil ou instituts de recherche ont aussi besoin de tels profils.

Le nouveau master sera un parcours intégré au master existant Analyse et politique économique. La première année sera commune avec le parcours Statistique et économétrie. Cette création est en cohérence avec la stratégie nationale de recherche en intelligence artificielle du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation qui soulignait le manque de spécialistes en science des données. Elle est également en phase avec la stratégie de l'Université de Strasbourg qui désire être pionnière dans ces domaines.

■ S.R.

« Ce type de formation

hybride est très

demandée par

les entreprises. »



VOUS ET L'IA ?

Omar, étudiant en troisième année de doctorat en sciences de gestion

« Je ne suis pas méfiant. L'intelligence artificielle rend les activités humaines plus faciles. Cela permet par exemple de traiter beaucoup de données et de leur donner du sens. »

Des humains et des machines

Propos croisés d'un philosophe et d'un physicien, avec Édouard Mehl, professeur de philosophie moderne et histoire des sciences et Michel de Mathelin, directeur du laboratoire ICube et vice-président Valorisation et relations avec le monde socio-économique.



Édouard Mehl, professeur de philosophie moderne et histoire des sciences.

Quelle est votre définition de l'intelligence artificielle ?

Édouard Mehl : Qu'est-ce que l'intelligence ? Elle peut être définie comme la capacité d'établir des rapports, de faire des liens. Longtemps, la relation de cause à effet a été tenue pour la seule relation « intelligible ». Mais avec l'IA on s'aperçoit qu'il y a un champ presque infini de rapports à étudier, dont la causalité n'est qu'un aspect infime. Il est évident que les machines ont pour ce faire une capacité très largement supérieure à nous, presque illimitée.

Mais cette définition de l'intelligence est insuffisante : le propre de l'intelligence humaine est de s'interroger sur ce qui constitue « le cadre ». Elle ne se contente pas de saisir et d'établir des rapports : elle a conscience de les saisir et le fait « à dessein », dans

un but précis. Jusqu'à preuve du contraire, aucune machine ne fait cela, et si l'on s'en tient à cette définition plus stricte de l'intelligence (en tant que réflexion), la notion même d'intelligence artificielle devient douteuse, voire inintelligible.

Michel de Mathelin : Quand les ordinateurs ont commencé à avoir des possibilités s'apparentant aux capacités humaines, on s'est mis à parler d'intelligence... Les machines donnent l'impression d'être dotées d'une intelligence. Les performances

des algorithmes permettent à un ordinateur d'avoir dans certains cas des capacités plus élevées que les humains. On a optimisé les réseaux de neurones artificiels, en créant des algorithmes par couches superposées. Aujourd'hui, on trouve des réseaux de 30 couches, qui effectuent des calculs en quelques secondes. Mais il faut qu'un humain ait tracé le schéma auparavant, qu'il ait, par exemple, fourni des images de scanner. La machine passe par une phase d'apprentissage, cependant elle ne fait que reproduire.

Ces « machines intelligentes » impactent notre quotidien, voire notre évolution...

E.M. : Nous sommes à un tournant historique. Au XIX^e siècle, on pouvait penser que les machines allaient travailler à notre place et que le temps ainsi libéré pourrait être consacré à la culture, à l'éthique, à l'esthétique...

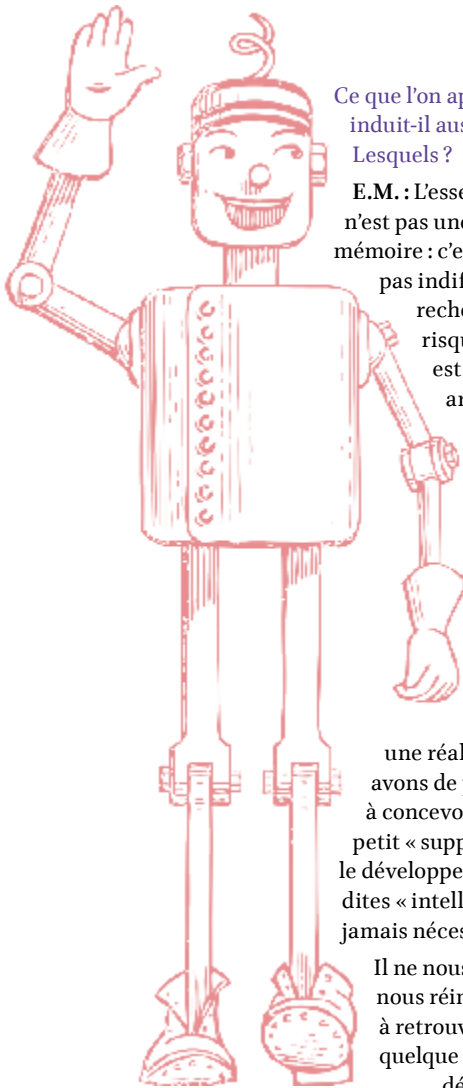
Aujourd'hui on s'aperçoit que l'intelligence artificielle envahit justement ces domaines de la vie sociale, de la création artistique, bref de l'humain. Pensons aux algorithmes qui décident maintenant de nos relations sociales, voire amoureuses selon une logique d'algorithmes qui déterminent la composition des couples. Mais est-ce là la logique de l'amour ? L'amour obéit-il à une quelconque logique ?

M. de M. : L'intelligence artificielle est présente dans de nombreuses applications. En médecine, elle permet par exemple de déceler automatiquement des tumeurs. Elle est également très utile dans le domaine du *deep learning*. Dans le champ du langage, des algorithmes sont capables aujourd'hui d'identifier des mots par analogie et d'entreprendre des fouilles de données très élaborées. D'autres recherches du laboratoire ICube portent sur la reconnaissance vocale. Autre application, les véhicules autonomes, dotés d'un système de reconnaissance de ce qui se passe autour d'eux. Tout cela n'est pas tout neuf, mais les moyens de calcul se développent de manière exponentielle et l'intelligence artificielle fait des progrès tous les jours, avec des impacts de plus en plus importants...

« La machine passe par une phase d'apprentissage, cependant elle ne fait que reproduire . »



Michel de Mathelin, vice-président Valorisation et relations avec le monde socio-économique.



Ce que l'on appelle « progrès » induit-il aussi des risques ? Lesquels ?

E.M. : L'essentiel de l'intelligence n'est pas une pure capacité de mémoire : c'est aussi qu'elle n'est pas indifférente et qu'elle recherche du sens. Le risque majeur, aujourd'hui, est que l'intelligence artificielle devienne notre seul critère et notre seul modèle d'intelligence... Qu'elle déteigne sur nous, en sorte que nous devenions tous super-performants... et complètement artificiels. Mais à vrai dire, ce n'est déjà plus un risque, c'est une réalité, inquiétante : nous avons de plus en plus de mal à concevoir ce que doit être ce petit « supplément d'âme », que le développement des technologies dites « intelligentes » rend plus que jamais nécessaire.

Il ne nous reste, peut-être, qu'à nous réinventer nous-mêmes et à retrouver la capacité à faire quelque chose qui n'existe pas déjà, ni actuellement ni virtuellement. Autrement dit, à construire notre avenir et à en retrouver le sens, car c'est à cette seule condition que nous resterons vivants et libres.

M. de M. : Si la machine est une aide dans beaucoup de domaines, elle reste une assistante qui ne se trouve pas dans un processus de décision et ne répond qu'à ce qui a été programmé. C'est l'humain qui définit les règles, le « tout robot » n'existe pas !

Se faire dépasser par les machines ? Je ne pense pas que ce soit obligatoirement notre destin. L'intelligence artificielle ne nous prive pas de notre libre arbitre. Mais tout dépend de la qualité de l'information dont disposent les citoyens.

« C'est l'humain qui définit les règles, le "tout robot" n'existe pas . »

Sont-ils bien informés ? Quelles influences subissent-ils ? Les réseaux sociaux nous font vivre dans une bulle... Tout cela plaide en tout cas pour ne pas laisser les entreprises faire n'importe quoi. Il est indispensable que l'Europe exerce de meilleurs contrôles quant aux applications et aux usages de l'IA.

■ Propos recueillis par Myriam Niss

« Le risque majeur, aujourd'hui, est que

l'intelligence artificielle

devienne notre seul

critère et notre

seul modèle

d'intelligence... »

Le robot et la loi

Les trois lois de la robotique formulées par l'écrivain de science-fiction Isaac Asimov sont parues pour la première fois en 1942. Une manière pour l'auteur de préciser l'état de « machine » des robots qui n'ont pour objectif que d'effectuer les tâches pour lesquelles les ingénieurs les avaient conçus.

Loi numéro 1 :

Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger ;

Loi numéro 2 :

Un robot doit obéir aux ordres que lui donne un être humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la première loi ;

Loi numéro 3 :

Un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la première ou la deuxième loi.



VOUS ET L'IA ?

Samuel, étudiant en L2 d'informatique

« J'adhère à l'intelligence artificielle. Ça n'a pas tellement changé depuis les années 1970-1980. Les réseaux de neurones existaient déjà. Il n'y a pas de risques qu'elle prenne le dessus ou se retourne contre nous. Par contre, le danger vient de l'utilisation qu'on en fait. Je citerais l'exemple du régime sécuritaire de la Chine qui l'utilise via son réseau social Wechat, l'équivalent de Facebook et Twitter réunis. Elle exclut les personnes qui n'y sont pas inscrites, même pour faire un crédit il faut faire partie de ce réseau. »

Pas de robots auteurs !

Le recours à l'intelligence artificielle ouvre de nouveaux débats juridiques en matière de propriété intellectuelle. Mais la science-fiction n'est pas de la partie...

L'utilisation d'algorithmes dans tous les domaines, art, santé, transport, industrie... repose la question de la reconnaissance des auteurs dans le processus de conception et de production. Mais aurons-nous bientôt affaire à des robots auteurs ? « Cette hypothèse relève de l'imagination populaire, défend Jean-Marc Deltorn, docteur en physique théorique et actuellement en thèse de droit au Centre d'études internationales de la propriété intellectuelle (Ceipi). On n'assigne pas une personnalité juridique à l'intelligence artificielle, qui est davantage un outil au service des créateurs qu'une entité autonome susceptible de se voir qualifiée d'auteur. » Et Franck Macrez, maître de conférences au Ceipi, d'ajouter : « Deux conditions sont essentielles pour que la création puisse jouir de la protection du droit d'auteur : une forme d'expression et l'originalité. » Ce qui n'est pas le propre des machines... qui par ailleurs n'expriment ni intention ni conscience.

La Commission européenne alertée

En 2018, 156 experts de l'intelligence artificielle ont alerté par pétition la Commission européenne sur le risque de donner un statut juridique aux robots. Cet avis a été appuyé par le Comité économique et social européen car « les effets correctifs préventifs du droit de la responsabilité civile s'en trouveraient vidés de leur substance ». De nombreux universitaires du monde entier se sont également élevés contre ce principe.

Les bons droits aux bonnes personnes

Alors, comment le droit s'adapte-t-il aux nouveaux modes de création ? « Sa fonction est de protéger les auteurs et d'encourager les créateurs. En termes de droits fondamentaux, le Règlement général pour la protection des données (RGPD) oblige à expliquer une décision prise par un procédé automatisé, y compris un profilage, en expliquant la logique sous-jacente. » Jean-Marc Deltorn estime que le cadre légal existant permet de protéger correctement, par un droit d'auteur dédié, les codes sources des logiciels. Quant au droit des brevets, il évolue de son côté : les directives relatives à l'examen à l'Office européen des brevets ont été augmentées d'une nouvelle section sur l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique. « La législation est en train de se construire, non pas en assignant une personnalité juridique aux objets techniques (que d'ailleurs les législateurs ne maîtrisent pas), mais en veillant à équilibrer les droits et en attribuant les bons droits aux bonnes personnes. C'est là tout l'enjeu. »

■ M.N.

« On n'assigne pas une personnalité juridique à l'IA, qui est davantage un outil au service des créateurs qu'une entité autonome. »



VOUS ET L'IA ?

Marek, étudiant en master d'informatique

« Je tente de rester objectif. Comme toute invention, il y a des bons et des mauvais côtés. Il faut se méfier de la mauvaise utilisation, de ce qui peut nuire à l'humanité. Je prends l'exemple des robots à l'apparence humaine. Les gens ont peur qu'ils décident par eux-mêmes. »

Quel droit pour l'intelligence artificielle ?

La présence accrue de l'intelligence artificielle dans la vie civile soulève une série de problèmes pour les systèmes juridiques européens. Une vingtaine d'experts du Conseil de l'Europe ont pour objectif de trouver une approche pertinente en termes de droit pénal.

Si la coopération judiciaire fonctionne actuellement très bien entre pays européens, elle pourrait se trouver bouleversée par l'IA. Aujourd'hui, très peu de pays ont déjà légiféré. « Nous devons nous demander s'il est nécessaire d'élaborer une

convention européenne harmonisée sur la question liée à l'utilisation de l'IA et la responsabilité pénale », explique Juliette Lelieur, maître de conférences en droit pénal, directrice adjointe de la Fédération de recherche l'Europe en mutation et membre du Comité européen pour les problèmes criminels. Pour répondre à cette question, le groupe d'experts du Conseil de l'Europe a choisi d'analyser l'exemple du véhicule autonome, le plus parlant pour l'ensemble de la société.

« Imaginons un véhicule autonome acheté par un Polonais vivant en France. Celui-ci déménage ensuite en Pologne, y fait immatriculer sa voiture, et part en vacances en Italie où il a un accident mortel. » Qui sera

jugé responsable ? « Pour engager des poursuites, la justice italienne devra demander des éléments de preuves à la Pologne. Or, le conducteur se déclarera non coupable ; ce n'est pas lui mais sa voiture, construite en France, qui conduisait. La Pologne n'accordera donc pas l'entraide judiciaire. »



Peut-on porter un jugement moral sur une machine ?



L'IA pénalement responsable : une idée encore prématurée

Établi pour juger des actions humaines, le droit pénal prend le plus souvent la forme d'une peine. Mais peut-on porter un jugement moral sur une machine ? « Nous avons décrit trois réactions possibles. Dans la première, on considère que le droit pénal n'a pas sa place puisque l'IA n'est pas humaine. Il n'y a pas de peine et seule la responsabilité civile entre en compte avec indemnisation de la victime. Dans la deuxième, on recherche la responsabilité pénale objective, qui pourrait par exemple être attribuée au constructeur de l'automobile ou au concepteur de l'algorithme. » Une responsabilité que remettra en cause l'apprentissage profond des machines. « Si on considère une flotte de voitures et que quelques-unes font la même expérience, celle-ci va bénéficier à l'ensemble de la flotte. Est-ce juste de poursuivre le concepteur de l'algorithme si la voiture a adapté sa décision suite à son propre apprentissage ? » Dans le troisième cas, l'IA pourrait être pénalement responsable, comme ce peut être déjà le cas pour une personne morale, telle une société ou une association. « Une idée originale mais qui paraît encore prématurée », prévient Juliette Lelieur.

■ M.H.



VOUS ET L'IA ?

Luc, étudiant en troisième année de doctorat en bio-informatique

« L'IA intervient par exemple dans les voitures qui roulent toutes seules, la reconnaissance d'image. Je suis plutôt pour cette technologie, ce qui est informatisé reste plus efficace que les humains, surtout lorsqu'il y a beaucoup de données à analyser. Pour l'instant, je n'ai pas peur de l'intelligence artificielle car c'est bien contrôlé. »

Thibault, deuxième année prépa scientifique

« L'IA est une technologie intéressante qui a des applications utiles dans beaucoup de domaines différents. On peut par exemple l'utiliser en médecine pour analyser les imageries. Mais si elle est mise entre de mauvaises mains, on ne sait pas ce que ça pourrait engendrer par la suite. Je suis également impressionné par une machine qui a réussi à battre le champion du monde au jeu de go. »

La démocratie mise en péril ?

À l'heure des *fake news* et *deepfake*, l'intelligence artificielle semble davantage une ennemie qu'une alliée de la démocratie. D'autant que face à la révolution technologique des fausses informations, les volontés et les moyens pour les combattre restent faibles.



Philippe Viallon, responsable de la chaire Unesco sur les pratiques journalistiques et médiatiques.

Dans un monde hyperconnecté où les journalistes doivent produire rapidement des quantités massives d'informations, les algorithmes ont trouvé leur place. Dans les médias français, attachés aux points de vue et aux interprétations, les robots rédacteurs n'ont pas encore remplacés les journalistes. Mais des « moteurs de rédaction » sont déjà utilisés pour produire des articles de résultats sportifs ou d'élections. De

telles pratiques ne sont pas encadrées juridiquement. « Un journal devrait être obligé de mentionner que tel ou tel article a été écrit par une machine. Or, il existe aujourd'hui un grand flou juridique », déplore Philippe Viallon, professeur et responsable de la chaire Unesco de l'Université de Strasbourg sur les pratiques journalistiques et médiatiques.

Il met aussi en garde sur les liens entre intelligence artificielle et fonctionnement des démocraties. « Les journaux mettent en place des équipes de journalistes aguerris, comme les décodeurs du Monde par exemple, mais l'intelligence artificielle n'est pas encore mise

au service de la liberté d'expression », constate le professeur. Car les progrès de l'IA ont été financés par les pouvoirs économique et politique. Ainsi, les nouvelles technologies servent d'abord ces intérêts. Et elles sont souvent utilisées pour produire de fausses informations. « Aujourd'hui, les Américains et les Russes produisent des infox au niveau national et international. Les régimes politiques s'opposent sur le terrain du numérique et des réseaux sociaux. »

L'IA pourrait détecter les infox, mais...

Les luttes d'influence et manipulation d'opinion ont gagné en efficacité en utilisant ces nouveaux outils. Un pas a encore été franchi avec les *deepfake*, ces vidéos truquées grâce à des technologies d'intelligence artificielle. Elles pourraient avoir de graves conséquences sur nos systèmes démocratiques. D'autant qu'il n'existe pas à l'heure actuelle de moyens pour lutter contre cette production de contenus falsifiés. « Pour l'instant, à ma connaissance, aucune entreprise n'a lancé un logiciel permettant de détecter les infox. Et les médias eux-mêmes n'ont pas les moyens financiers de développer ce type d'outils. » Idem du côté de la recherche universitaire : les moyens restent faibles. Les sciences humaines captent seulement 10 % des financements publics. Lors du dernier congrès Orbicom, organisé à Strasbourg sur le thème « La liberté d'expression à l'heure du numérique », l'IA n'a été que très peu évoquée car il existe peu de recherche à ce sujet.

« L'idéal serait de monter un projet européen destiné à décoder les infox en impliquant tous les médias du Vieux Continent. »

■ J.-G.

« Pour l'instant, aucune entreprise n'a lancé un logiciel permettant de

détecter les infox. »



Le congrès mondial Orbicom

Créé en 1994, le réseau Orbicom regroupe les 36 chaires Unesco en communication. Chacune de ces chaires rassemble une élite d'experts en communication provenant des secteurs privés et publics. L'ensemble du réseau se rencontre une fois par an à l'occasion d'un congrès. Du 13 au 15 mai 2019, il s'est tenu à Strasbourg sur le thème « La liberté d'expression à l'heure du numérique » et a réuni 150 participants de 30 nationalités.



VOUS ET L'IA ?

Yvan, étudiant en master d'astrophysique

« Je suis relativement méfiant. On peut en faire de belles comme de pires choses. Il faut mettre des limites. C'est comme l'exemple du nucléaire, il y a des dangers. Chaque État détient sa notion du bien et du mal. Le gouvernement peut très bien s'en servir pour nous contrôler via les réseaux sociaux. »

L'intelligence artificielle cherche ses mots

Reconnaissance vocale, assistants intelligents, traduction automatique : tous ces outils ont quitté l'univers de la science-fiction pour intégrer notre quotidien. Leur point commun ? Le recours à l'IA pour procéder au traitement automatisé du langage.



Ioana Buhnila, doctorante au sein du laboratoire Linguistique, langues et parole (Lilpa).

« Une intelligence artificielle n'est pas un robot qui tue tout le monde comme on le voit dans les films ! » explique d'emblée Ioana Buhnila, doctorante au sein du laboratoire Linguistique, langues et parole (Lilpa). *L'intelligence artificielle permet à une machine d'apprendre en fonction des règles qu'on lui donne, en essayant d'imiter le raisonnement humain.* »

Le traitement automatisé du langage fait appel à de nombreux mécanismes pour qu'une machine puisse analyser un texte sous

différents angles : syntaxique, grammatical, sémantique... Mais avant toute chose, il faut apprendre à la machine à apprendre une langue : lui indiquer quels en sont les mots, leur nature, leur signification, leurs synonymes, comment les associer... Un véritable travail de fourmi qui bénéficie désormais des progrès technologiques de l'intelligence artificielle et de ses importantes

capacités de traitement de données. L'accès à des corpus gigantesques et des algorithmes performants permet de faire du *machine learning* : laisser la machine apprendre par elle-même à partir des informations et des règles qui lui ont été données.

Maîtriser les langues, y compris celles de la machine

Par nature, le traitement automatisé du langage est un domaine d'étude interdisciplinaire. Il mêle la linguistique aux mathématiques à l'aide de l'outil informatique. Le cas de Ioana Buhnila en est la parfaite illustration : alors qu'elle a suivi une formation littéraire et qu'elle a appris le français en tant que langue étrangère dans son pays d'origine, la Roumanie, elle doit désormais maîtriser d'autres langues, informatiques cette fois, tels que Python, Perl ou Java, pour manipuler des corpus de langue et en extraire la substantifique moelle.

Son domaine de prédilection est la reformulation automatique. Comment faire pour qu'une machine parvienne à identifier la reformulation d'un terme ? Comment constituer des corpus de paraphrases utilisables par une machine ? Les techniques pour y parvenir s'appuient sur des algorithmes à base d'arbres décisionnels ou des réseaux neuronaux. Sa thèse vise précisément à déterminer quelle méthode ou combinaison de méthodes différentes permet d'obtenir les résultats les plus pertinents.

L'objectif, *in fine*, est de simplifier automatiquement des textes pour les rendre plus accessibles. Le champ d'application est immense, qu'il s'agisse de documents juridiques, médicaux ou scientifiques. « *J'aime les sciences et les faire comprendre. Mon sujet de thèse peut permettre de faciliter l'éducation et le partage des connaissances.* »

La problématique de la reformulation est un exemple des difficultés que les chercheurs en intelligence artificielle doivent résoudre pour qu'un jour, une machine puisse parler à l'égal de l'Homme.

■ Edern Appéré

Avant toute chose, il faut apprendre à la machine à apprendre une langue : lui indiquer les mots, leur signification, leurs synonymes...



VOUS ET L'IA ?

Julie, étudiante en troisième année de doctorat en études anglaises et sciences du langage

« Je connais des gens qui travaillent grâce à l'IA. Notamment à l'Observatoire astronomique de Strasbourg, qui l'utilise pour optimiser leur temps de calcul pour gérer toutes leurs données. Dans mon domaine de recherche, on s'en sert pour analyser plus vite les mots dans un texte. On peut également analyser plus vite des données de type image pour analyser un discours politique, comment la couleur "interagit" avec le texte. »

Le juge sera-t-il bientôt un robot ?

L'intelligence artificielle va-t-elle profondément modifier le cours de la justice ? Cela a déjà commencé ici ou là. Mais jusqu'où ira-t-on ? Simple aide à la décision ou remplacement pur et simple des magistrats et des avocats ?

En Chine, un premier cybertribunal spécialisé dans les litiges sur internet a ouvert en 2017. En Estonie, les algorithmes s'apprêtent à rendre directement la justice pour des litiges d'un montant inférieur à 7 000 euros. En France même, quelques expérimentations peu concluantes ont été tentées dans les cours d'appel de Rennes et de Douai. Les algorithmes vont-ils demain rendre la justice à la place des hommes ? Les robots vont-ils remplacer les juges ? Est-on entré dans l'ère nouvelle de la justice prédictive ?

En France, les données de la justice ne sont ouvertes que depuis la loi Lemaire de 2016. Cela fait donc seulement trois ans qu'elles peuvent faire l'objet d'un traitement algorithmique. Certaines entreprises se sont aussitôt spécialisées dans ce service et proposent à leurs clients toute une batterie de statistiques qui les aident à régler des contentieux. Cela concerne à vrai dire à ce jour essentiellement le contentieux de l'indemnisation par les assurances. « *L'usage des algorithmes, explique Raphaël Eckert, professeur de droit et membre du pôle Cyberjustice de l'université, peut effectivement aider le juge à prendre ses décisions. Cela pourrait permettre à un magistrat de travailler plus efficacement. C'est aussi potentiellement une source d'économies dont rêvent tous les gardes des sceaux. Mais on ne doit jamais oublier que chaque litige est particulier.* »

TripAdvisor de la justice

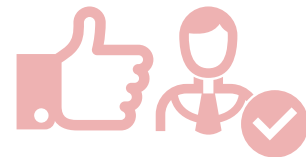
« *Nous pourrions très bien imaginer un juge croulant sous les dossiers, qui se repose exclusivement sur ce que dit la machine, complète Franck Macrez, maître de conférences au Centre d'études internationales de la propriété intellectuelle (Ceipi). Mais une décision de justice, c'est avant tout l'appréciation d'éléments non quantifiables ; la machine passe forcément à côté d'un grand nombre de données.* » Source d'économies, aide à la décision d'un côté, mais l'intrusion des algorithmes dans les décisions

de justice est intrinsèquement porteuse de risques. « *En outre, cela pourrait soustraire de nombreuses affaires à la justice, avertit Raphaël Eckert. Soit que cela décourage le justiciable craignant que l'affaire ne soit jugée par avance. Soit que les affaires ne soient réglées directement à l'amiable.* »

Et le traitement massif des données pourrait avoir d'autres conséquences.

« *Si vous avez accès à toute la jurisprudence, vous avez également accès aux magistrats qui ont rendu leurs décisions et aux avocats qui ont défendu leurs clients, remarque Franck Macrez. Vous pouvez donc les noter. Aux États-Unis, si vous recherchez n'importe quelle affaire sur le web, vous savez quel juge a rendu la décision, vous connaissez aussi le taux de réussite des avocats.* »

« Aux États-Unis , si vous recherchez sur le web , vous connaissez le taux de réussite des avocats . »



Bref, le justiciable n'a plus qu'à faire son choix sur une espèce de TripAdvisor ou de Tinder de la justice. Nous n'en sommes pas encore tout à fait là en France, où ce sont encore les juridictions qui rendent la justice.

■ J.d.M.



VOUS ET L'IA ?

Brunet, étudiant en L1 de droit

« C'est une très bonne chose. Ça permet de faire gagner du temps. Le danger c'est la disparition de certains emplois, même si d'un côté ça permet d'en créer d'autres. L'algorithme permet de traiter beaucoup de données des anciennes affaires juridiques, de simuler des procès, de résoudre une affaire de manière très fiable. Mais la technologie évolue trop vite par rapport à notre capacité à s'y adapter et à gérer les problèmes éthiques. La création de machines a également des répercussions sur la planète, en matière de pollution. »



Et ailleurs

Comment

l'IA bouleverse

le monde

de l'entreprise ?



Vers un contrôle numérique du travail ?

L'algorithme et l'application sont-ils l'avenir du contremaître ? Fabien Brugière, sociologue du travail et chercheur au sein du laboratoire Sage (Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe) étudie actuellement le fonctionnement des plateformes numériques de transport*.



Fabien Brugière, chercheur au sein du laboratoire Sage (Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe).

Quel est le modèle économique de ces plateformes ?

Les plateformes de transport, comme Uber, se positionnent comme des intermédiaires sur un marché de service. Elles mettent en relation en temps réel, l'offre (le chauffeur) et la demande (le client). Ce positionnement leur permet de ne pas être considérées comme des compagnies de transport et de se soustraire aux

contraintes réglementaires et notamment au droit du travail. Pour l'essentiel, les chauffeurs sont des travailleurs indépendants, qui achètent ou louent leur outil de travail (le véhicule).

De son côté, la plateforme apporte une application numérique, qui n'est d'ailleurs pas spécialement innovante sur le plan technologique, mais surtout un réseau et une image supportée par la publicité. Ce type d'organisation présente également les avantages de faciliter le développement à l'international et d'assurer un contrôle numérique du travail.

Comment fonctionne ce contrôle, concrètement ?

L'algorithme permet l'automatisation de nombreuses tâches. C'est lui qui attribue les courses aux chauffeurs, gère les files d'attente devant les gares et les aéroports. Il y a une apparence de neutralité dans ces attributions, mais en réalité, l'algorithme sert les intérêts économiques de la plateforme. D'une certaine manière, il manipule les chauffeurs. Ce peut être via des incitations financières comme les majorations dans les zones géographiques où la demande est ponctuellement trop faible, ou tout

simplement en utilisant une forme de pression : l'application mesure les taux de refus et d'annulation de courses de chaque chauffeur. Elle évalue aussi leur conduite, qui est littéralement « fliquée » : respect des limitations de vitesse mais aussi fluidité de la conduite, et respect du parcours GPS proposé par l'application sont systématiquement scrutés.

Enfin, les plateformes délèguent même aux clients une partie des tâches managériales, en particulier l'évaluation des courses : s'ils sont mal notés, les chauffeurs peuvent être déconnectés automatiquement du système, provisoirement ou non. L'algorithme est aussi chargé de les motiver en leur envoyant des textos de type : « Levez-vous, il y a des majorations à saisir ! »

« Les plateformes délèguent aux clients une partie des tâches managériales, en particulier l'évaluation des courses. »

Quelles conclusions tirez-vous de vos analyses ?

Je pense qu'on assiste au développement d'un contrôle numérique du travail grâce aux algorithmes, utilisés comme instruments d'organisation de la production en flux-tendu et par l'orientation client. Dans un contexte de précarisation économique, ces logiques ont un impact négatif sur les conditions de travail : autonomie réduite, intensification et allongement du travail. Il est aussi fort possible que l'avenir soit à l'automatisation intégrale, par le biais des voitures autonomes. L'étape suivante c'est donc de faire simplement l'économie des chauffeurs.

■ Propos recueillis par Caroline Laplane

* Fabien Brugière est titulaire d'un Ixex Attractivité : Temp (Travail, emploi, mobilisation sur les plateformes numériques).



VOUS ET L'IA ?

Sara, étudiante en L3 de biologie

« Je trouve qu'il y a plus de bons que de mauvais côtés à l'intelligence artificielle. Pour moi, ça ne peut pas devenir hors de contrôle car c'est l'Homme qui la crée. Ça reste un ordinateur, donc ça fait ce qu'on lui dit. Elle est pratique dans la vie de tous les jours avec les appareils ménagers. Il y a aussi Siri sur les téléphones. Les robots qui renversent les humains comme dans les films, je ne pense pas que ça puisse arriver ! »



Bienvenue dans le futur

Les objets connectés font déjà partie de notre quotidien. Ils continuent à se déployer dans de nombreux domaines : transport, industrie, gestion des villes, agriculture, défense, sécurité civile. Et demain quelles seront leurs capacités ? Bienvenue dans le domaine de la recherche sur l'internet des objets au sein de la plateforme d'expérimentation Inetlab du laboratoire ICube.

La plateforme d'expérimentation Inetlab héberge l'Equipex FIT-IoT-LAB, outil à destination des chercheurs dans le domaine des objets connectés. Strasbourg n'en représente qu'une partie puisqu'il se déploie sur six sites à l'échelle nationale (voir encadré). « Cette plateforme sert à tester des algorithmes avec des objets réels à grande échelle avec plus de 1 700 objets réels pour analyser la manière dont ils se comportent en mode collaboratif. C'est une grille de calcul indépendante d'un scénario envisagé par le chercheur », explique Guillaume Schreiner, ingénieur d'études responsable technique de la plateforme.

En optimisant leur temps de « parole », ils sont devenus plus autonomes énergétiquement

Opérationnelle depuis 2014, une période très longue à l'ère technologique, la plateforme a diversifié ses propositions technologiques passant de trois à plus d'une vingtaine de type d'objets en quelques années. Cela va de l'ampoule, à la puce radio, au thermomètre ou encore à l'interrupteur



VOUS ET L'IA ?

Hugo, étudiant en master de géophysique

« Dans mon activité j'automatise les systèmes de mesure. L'IA sert pour certaines tâches du quotidien. Par contre, il faut toujours un humain derrière pour contrôler. Mais il y a un côté pas rassurant, surtout si une machine commence à apprendre par elle-même. »



Guillaume Schreiner, ingénieur d'études responsable technique de la plateforme.

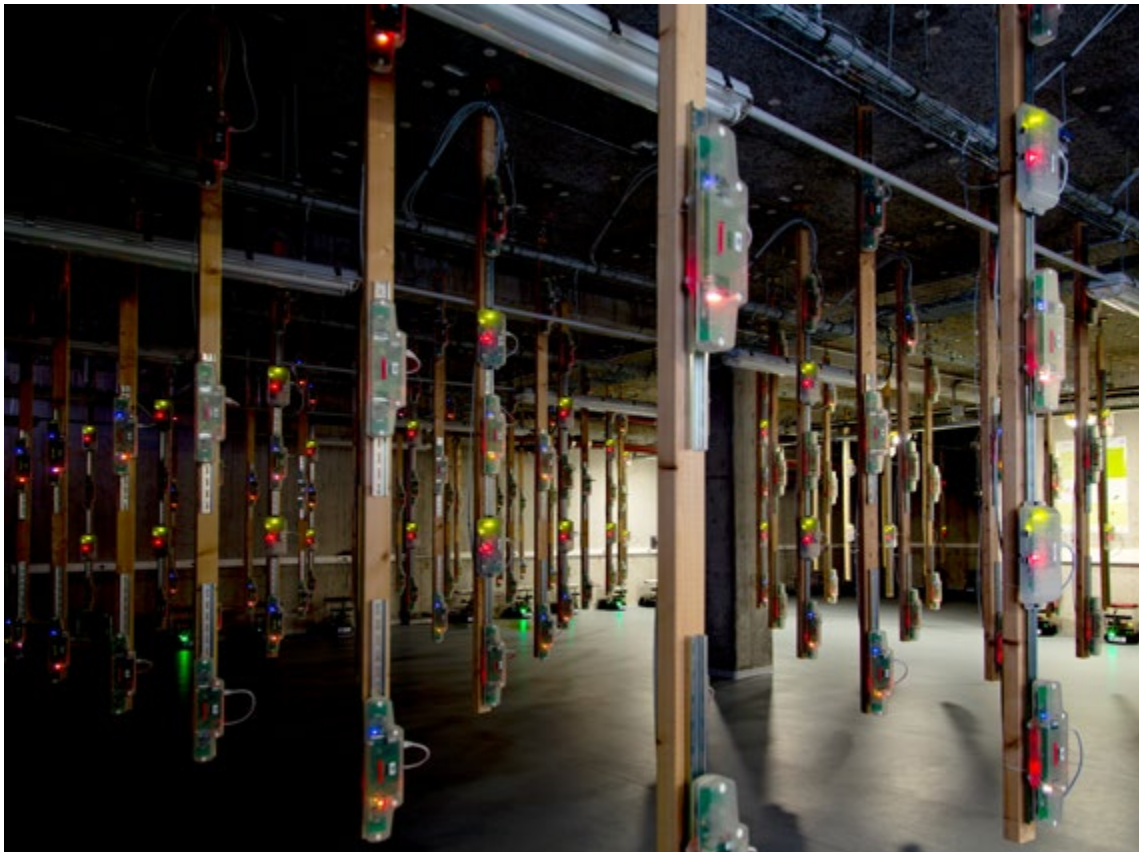
connecté. « Certains objets sont devenus obsolètes, d'autres sont dotés de technologies plus performantes. Il y a une dizaine d'années, un objet captait une information et la transmettait sans prise en compte de son environnement proche. Aujourd'hui, la synchronisation entre les objets est bien meilleure. En optimisant leur temps de "parole",

ils sont devenus plus autonomes énergétiquement », commente Guillaume Schreiner.

Chaque objet possède un code logiciel mais leur intelligence est minimale ; ils restent pilotés de l'extérieur. L'objet connecté capte des données qu'il transmet ensuite à un serveur qui crée une base de données. L'algorithme les analyse et répercute ensuite une décision vers l'objet. « Les objets connectés, à l'image de nos téléphones portables, sont des fournisseurs insatiables de données, le fameux big data, outil indispensable pour l'IA. L'ensemble de ces données sont acheminées et stockées dans des datacenter, souvent géographiquement éloignés. Se pose aujourd'hui la question de l'évolution de la capacité de stockage de ces centres comme celui de leur consommation énergétique.

Inclure le discernement à l'intelligence artificielle

« Du cloud computing (informatique en nuage), nous sommes aujourd'hui à l'aube du fog et edge computing (informatique en brouillard, en



400 objets connectés peuvent interagir ensemble au sein de la plateforme.



L'un des objets connectés capable de se déplacer dans un espace à deux dimensions... pour l'instant.

périphérie). L'idée étant de diminuer la distance entre le lieu du traitement de données et l'objet. Ce système permet de traiter les données plus en amont, plus rapidement, en quantité moindre et également d'éliminer les données inutiles. Il s'agit en quelque sorte d'inclure le discernement à l'IA. »

L'étape suivante consistera à développer des objets capables de stocker suffisamment d'information pour prendre des décisions de manière autonome. À l'exemple d'un interrupteur dans une pièce de la maison qui s'adapte à notre fonctionnement quotidien. Si ce scénario est bien en train d'être écrit, « nous sommes encore dans une situation intermédiaire », ajoute Guillaume Schreiner. « Les recherches que nous menons permettent de connaître les limites des objets connectés. Le développement de ces technologies liées à l'intelligence artificielle continue à être dans l'intérêt de nos sociétés en veillant à ce que l'IA ne contrôle pas nos vies. Nous travaillons notamment avec l'Eurométropole de Strasbourg sur le déploiement d'objets connectés pour optimiser l'éclairage urbain ou avec les Hôpitaux universitaires de Strasbourg sur un projet de cathéter connecté. »

■ Frédéric Zinck



VOUS ET L'IA ?

Axel, étudiant en deuxième année de licence physique

« Il faut se méfier de l'IA et de ce qu'on peut faire avec. C'est développé depuis des années et encore plus avec les capacités des ordinateurs qui augmentent. Par exemple, un robot qui a les mêmes capacités qu'un homme peut apprendre à sauter des obstacles. Qu'est-ce qu'il pourra faire par la suite ? On pourrait les utiliser dans la guerre. Je suis pour son utilisation en médecine, comme avec le robot Da Vinci qui a permis de soigner une zone du corps difficilement accessible. »

En chiffres

1 plateforme de 6 sites :

Inria Lille 293 objets	Inria Grenoble 640 objets	ICube Strasbourg 400 objets
Inria Saclay 264 objets	Institut Mines- Télécom Paris 160 objets	CITI Lab - Lyon 29 objets
Utilisateurs		
3 500 chercheurs dans 100 pays dont 20 % en France		



Pense-bête

Extrait de l'ouvrage *Le pense bête* (1962), où Fritz Leiber imagine l'humanité assistée par un aide-mémoire automatique qui la soulagerait de nombre de ses soucis... et pensées.

« - Gussy, tu ne reconnais pas le progrès quand tu le rencontres. Le mémoriseur est la plus grande invention depuis le langage. Sans aucun doute, c'est l'outil le plus extraordinaire jamais conçu pour intégrer l'homme dans tous les domaines de l'environnement. Dans l'état actuel des choses, un mémoriseur qui vient d'être acheté passe d'abord devant les services de Défense pour une première mise au point, ensuite chez le patron de l'acheteur, ensuite chez son psychiatre, ensuite chez le propriétaire de son abri, enfin, il arrive à lui. Tout ce qui est nécessaire au bien-être d'un homme est inscrit sur la bobine. »

Des entreprises à l'affût des talents de demain

Pour répondre aux besoins des industriels, Télécom Physique Strasbourg et le laboratoire ICube, en lien avec l'UFR de mathématique et d'informatique et avec des entreprises, ont créé la chaire industrielle Science des données et intelligence artificielle. Cette dernière, qui sera opérationnelle en 2020, suscite un vif intérêt du monde économique.



Raphaël Jatteau, directeur commercial, marketing et communication de l'entreprise Heppner.



Frantz Rublé, directeur général adjoint de la Caisse Fédérale de Crédit Mutuel et président d'Euro-Information.

C'est une première dans l'histoire de la Fondation Université de Strasbourg : jamais des dons n'ont été réunis aussi vite. En moins de six mois, 1,05 million d'euros ont été collectés. Les donateurs sont tous sur le territoire alsacien : Crédit Mutuel Alliance Fédérale - Euro-Information, Heppner, Hager Group, Groupe ES, Socomec et 2CRSI. Par le biais de cette nouvelle formation, adossée à une recherche de pointe, les entreprises espèrent puiser dans un vivier local de compétences sur le big data et l'IA. *« D'une manière générale, nous attendons que cette chaire forme les talents qui seront à même de faire progresser l'IA et la gestion des données. Car l'enjeu majeur du secteur des transports est bien celui de la gestion des myriades de données qui accompagnent le flux physique de marchandises. Il en va de notre compétitivité en matière d'offre de service, mais aussi*

d'optimisation et de pilotage des opérations », prévient Raphaël Jatteau, directeur commercial, marketing et communication de l'entreprise Heppner. En 2016, le groupe de transport et logistique a investi plus de 20 millions d'euros dans un plan quinquennal de transformation digitale.

Des gains de temps

Le domaine bancaire, qui a aussi pris le virage du digital, se montre très intéressé par les recherches sur l'IA. *« Cette nouvelle chaire universitaire va encourager les recherches sur le langage naturel, sur la sécurité et l'analyse des données et sur l'apprentissage des machines.*

Autant d'innovations que nous avons appliquées au sein de l'entreprise », affirme Frantz Rublé, directeur général adjoint de la Caisse Fédérale de Crédit Mutuel

et président d'Euro-Information, la filiale technologique du groupe. Depuis 2015, le groupe bancaire s'est rapproché d'IBM pour mettre en œuvre la technologie IBM-Watson, un programme informatique conçu pour traiter le langage naturel, autrement dit le langage utilisé par les humains. Aujourd'hui 35 000 conseillers utilisent quotidiennement un analyseur d'emails capable de détecter le degré d'urgence des demandes clients et de les traiter avec plus de célérité. Par ailleurs, les conseillers disposent d'un assistant de recherche entraîné à répondre à des questions courantes formulées en langage naturel. *« Cela nous permet de leur libérer du temps pour des tâches à valeur ajoutée »,* poursuit Frantz Rublé. Pour le dirigeant, il est fondamental que l'Université de Strasbourg reste en pointe sur ces technologies cognitives.

■ J.-G.

« Il en va de notre

compétitivité . »

La chaire Science des données et intelligence artificielle

« L'économie est aujourd'hui guidée par des entreprises qui savent exploiter les données massives qu'elles collectent, la formation d'ingénieurs experts dans ces domaines est aujourd'hui vitale », affirme Christophe Collet, le directeur de Télécom Physique Strasbourg. La chaire Science des données et IA servira de lien entre les projets innovants des entreprises, les activités de recherche et de valorisation du laboratoire ICube et les élèves-ingénieurs (projets, stages). Les dons (1,05 million d'euros) permettront de payer les salaires du titulaire de la chaire et de son équipe à compter de janvier 2020 et jusqu'à fin 2024.



Patrimoine

L'IA

peut-elle

créer

?



SYNCHRO.

FREQUENCES

G

BAL.

Ar.
Bal.



www.unjf.fr



Art et artefacts

La création artistique s'appuie de plus en plus sur des artefacts technologiques. Mais un logiciel peut-il être créatif ? Les futures stars de la musique seront-elles des robots ? Tour d'horizon avec Alessandro Arbo, professeur en musicologie et directeur du Groupe de recherches expérimentales sur l'acte musical (Gream).

Reproduire, concevoir, recommander

« Commençons par rappeler que le recours à des automatismes en musique a une longue histoire. Les premiers carillons ont été rapportés de Chine par des navigateurs hollandais au XIII^e siècle. Les boîtes à musique du XVIII^e siècle étaient déjà, elles aussi, des outils à reproduire la musique. Cependant, l'idée qu'un artefact puisse non seulement reproduire mais également concevoir (ou aider à concevoir) de la musique est plus récente. *La Suite Illiac* pour quatuor à cordes, mise au point par Lejaren Hiller et Leonard Isaacson en 1957, est considérée comme le premier exemple de

composition par ordinateur. Iannis Xenakis a été le premier, dans les années 1960, à utiliser l'ordinateur pour le calcul des formes musicales.

On constate aujourd'hui que la machine peut intervenir à trois niveaux différents : elle peut déployer une capacité performative et reproductive ; elle peut jouer un rôle dans la production et la composition, ce qui peut s'apparenter à un acte créateur ; enfin, elle peut intervenir au niveau de l'écoute : sur le web, les algorithmes de recommandations enregistrent les préférences des individus et sont des aides au marketing de l'industrie musicale et du streaming.

Règles de style

Une utilisation possible de la machine pour la production est représentée par Verbasizer, un logiciel développé pour David Bowie en 1995, pour générer en studio d'enregistrement des idées, des titres et des paroles de chansons. Autre exemple, en 2003 Mario Baroni, Rossana Dalmonte et Carlo Jacoboni ont mis au jour, grâce à l'ordinateur, une sorte de grammaire générative qui permet de produire des mélodies très similaires à celles du compositeur baroque Giovanni Legrenzi (1626-1690). Et voici un exemple plus proche de nous : en 2016, est apparue « la première véritable chanson pop venue de la machine », *Daddy's car*, produite



Alessandro Arbo, directeur du Groupe de recherches expérimentales sur l'acte musical (Gream).

par le logiciel Flowmachines de la firme Sony, à la manière des Beatles. Si cette intelligence artificielle est remarquable, car elle a été bien éduquée, elle reste cependant largement dépendante de l'humain. Et c'est bien un musicien en chair et en os, Benoit Carré, qui a arrangé la mélodie et les rimes de *Daddy's car*.

Machines et corps humains

Les performances alliant humains et machines en temps réel connaissent aujourd'hui un certain succès. Dans les musiques dites "mixtes" on cherche de plus en plus à intégrer le corps à la machine. Une doctorante du laboratoire Approches contemporaines de la création et de la réflexion artistiques (Accra), Madeleine Le Bouteiller, est en train de rédiger une thèse sur la manière dont les instruments numériques ont transformé l'idée même de performance musicale. Le monde physique reprend de la valeur, on confère de la corporalité à la performance – par exemple pour

« Une machine n'a pas d'autorité sur la création, car elle n'a pas choisi ce qui lui a été injecté. »

créer des sons en bougeant les mains – avec un feed-back immédiat. Et le côté expérimental suscite de la curiosité. Entendre de la musique élaborée par la machine en temps réel, avec des résultats inattendus qui sont déterminés par les choix des algorithmes, c'est très excitant.

Remplacer les artistes ?

C'est un fait entendu que les machines peuvent produire des artefacts. Il nous faut néanmoins poser une question de principe. Si une machine est engagée dans un processus créatif, nous ne pouvons pas lui attribuer des intentions réelles. La musique assistée par ordinateur (MAO) est très enseignée dans les universités, mais il s'agit bien d'assistance à la création, pas de création. En matière de droits d'auteur, on se casse la tête, car il s'agit d'un "artisanat" où la protection intellectuelle est difficile. Et la machine est alors d'une grande utilité pour détecter les sources ! Mais elle n'a pas d'autorité sur la création, car elle n'a pas choisi ce qui lui a été injecté. Elle peut certes identifier, suivre ou changer des règles. Elle peut inventer ou exécuter une pièce à la perfection. Mais quant aux résultats qu'elle pourra produire, ce sera toujours à l'Homme d'en juger. L'idée d'une appréciation de la part de la machine reste très lointaine ! »

■ Propos recueillis par Myriam Niss



Une artiste comme les autres ?

Enseignante-chercheuse contractuelle à l'École de management Strasbourg, Amélie Boutinot consacre ses recherches aux mouvements artistiques, aux dynamiques de notoriété des architectes contemporains et à la musique. L'an dernier, elle est interpellée par cette actualité : Christie's New York met en vente, pour la première fois, un tableau « peint » par un programme d'IA du collectif français *Obvious*. Le portrait, classique, un peu flou, représente *Edmond Belamy*, un jeune bourgeois du XIX^e siècle. « *J'ai trouvé particulièrement intéressant de confronter la sociologie de l'art, que j'explore dans mes recherches, à cette réalité de l'IA, qui suscite un tel engouement, jusque dans cette salle de vente prestigieuse !* » Avec Hélène Delacour (Université de Lorraine), Amélie Boutinot publie un article dans la revue en ligne *The conversation**. Les deux universitaires s'interrogent sur la capacité d'un logiciel à créer quelque chose de nouveau, en suggérant en conclusion que « *demain, un nouveau profil d'artiste pourrait bien émerger, avec des caractéristiques plus numériques* ». *Edmond Belamy* est vendu à 432 500 dollars, soit près de 45 fois son estimation la plus haute ! Une somme mirobolante qui a d'ailleurs vite ouvert le champ à une polémique juridique concernant la paternité de l'œuvre, un autre artiste ayant déposé le code source en open source...

*« L'intelligence artificielle, une artiste à part entière ? », Amélie Boutinot et Hélène Delacour, *The Conversation*, 9 janvier 2019.

L'IA au cinéma ou le reflet des craintes scientifiques de notre époque

Robots tueurs qui envahissent le monde, êtres immatériels qui prennent le contrôle sur l'humain... Du *Golem* à *Terminator*, voyage à travers l'intelligence artificielle au cinéma avec Loïc Besnier, doctorant aux Archives Henri-Poincaré, qui a évoqué le sujet lors de la dernière édition de *Pint of science*.



Loïc Besnier, doctorant aux Archives Henri-Poincaré.

« Les auteurs n'ont pas attendu les débuts du cinéma pour penser l'intelligence artificielle », explique d'emblée Loïc Besnier. Déjà dans *Illiade*, la création par Héphestos de la femme d'or avec « une lueur dans les yeux » relève de l'intelligence artificielle. Sans parler de Galatée dans *Pygmalion* ou du Frankenstein de Mary Shelley. « L'idée c'est de créer une chose ressemblant à l'homme. »

Au XX^e siècle, le cinéma apparaît et l'intelligence artificielle y est pour la première fois représentée dans le *Golem* de Paul Wegener (1915-1920), cette créature d'argile qui prend vie pour servir son maître. À l'époque, la robotique n'existe pas encore. « Les premières recherches sur l'IA auraient eu lieu après la Première Guerre mondiale avant de devenir une discipline académique en 1956. »

Après cette période, au cinéma, l'IA prend définitivement les traits de robots ou d'êtres immatériels en lien avec l'informatique avec comme cadre, les lois de la robotique d'Asimov, « prises au mot par les cinéastes ». Dans les films, Loïc Besnier relève trois manières de la représenter : « soit elle est maléfique comme dans *Terminator*, soit elle devient progressivement malveillante au fur et à mesure qu'elle apprend comme dans 2001 : l'odyssée de l'espace, enfin elle peut être un personnage secondaire pour aider le héros, à l'image de R2D2 dans *Star Wars*. »

Cette représentation majoritairement négative s'explique selon lui, par le fait que « les films de science-fiction sont souvent calqués sur les problèmes et les craintes scientifiques de notre époque ». Durant la Guerre froide, la peur était celle du nucléaire, puis il y a eu les années 1990 et les questions de bioéthique avec *Bienvenue à Gattaca* par exemple. De nos jours, l'IA occupe nos esprits comme nos écrans... Pour Loïc Besnier, les films sont une forme de communication cinéma/public avec l'idée de transmission d'un message.

Problème : cette image fantasmée rejailit sur la perception qu'a la population de l'IA. « Le cinéma est un outil d'influence très important, il est le premier filtre que la majorité de la population possède pour appréhender les sciences. » Espérons que la réalité ne ratrape jamais la fiction...

■ M.R.

« Le cinéma est le premier filtre que la majorité de la population possède pour appréhender les sciences. »

La comédie pour faire aimer les sciences ?

Doctorant en première année de thèse aux Archives Henri-Poincaré, Loïc Besnier étudie la représentation des sciences dans le cinéma d'épouvante et la comédie et la façon dont cela conditionne la perception du public. Son hypothèse ? Le cinéma d'épouvante instaure de la méfiance par rapport aux sciences alors que la comédie, elle, a tendance à créer de la confiance ou à dédramatiser la science et la rendre ludique. Pour confirmer sa thèse, le jeune homme souhaite organiser des projections auprès d'un public étudiant.



VOUS ET L'IA ?

Elisée, étudiante en L1 de cinéma

« Je ne connais l'intelligence artificielle que par ce que je vois dans les films. J'ai un avis plutôt mitigé. Si je prends l'exemple du film *Avengers*, l'intelligence artificielle créée veut détruire l'humanité. Alors que dans le film *Alita*, le robot se conduit comme un être humain normal. Il existe beaucoup plus de films catastrophes sur l'IA où ça se finit mal. »



Vous avez dit « intelligence artificielle » ?

L'élaboration d'outils constitue l'acte fondateur de l'humanité. Par cette activité l'homme se démarque radicalement des autres espèces animales. L'outil répond à un projet. Il est conçu avant d'être utilisé. Perfectionné au fil du temps, il accroît à chaque fois l'emprise de l'homme sur son environnement, l'éveille à l'intelligence du monde et inscrit l'humanité dans l'Histoire.

Les premiers outils datent d'environ 2,5 millions d'années. Il s'agit de galets aménagés ou de fragments de roches, les « choppers », intentionnellement cassés pour obtenir des arêtes permettant de couper, de sectionner, de racler. Ils sont l'œuvre d'*Homo habilis*, un hominidé issu de l'Afrique. Au fil du temps, les techniques de fabrication s'affinent. L'affûtage des tranchants s'améliore. Le façonnement d'outils à deux tranchants vers -2 millions d'années, les « bifaces », est dû à un autre hominidé, le *Pithécanthrope*. C'est également lui qui, en frottant un morceau de pyrite contre un silex, apprend à maîtriser le feu. Au fil du temps, l'outillage lithique gagne en efficacité en fonction des multiples usages qui lui sont dévolus. L'« âge de la pierre taillée » connaît son apogée aux alentours de - 350 000 ans avec l'*homme de Neandertal*, puis, un peu plus tard avec *Homo sapiens*, l'unique survivant de l'histoire de l'humanité. À l'« âge de la pierre taillée » succède, il y a moins de 10 000 ans, « l'âge de la pierre polie » puis « l'âge des métaux ». En lieu et place de la pierre, l'homme travaille le bronze puis le fer, se tournant vers l'exploitation des ressources minérales du sous-sol. Avec les temps modernes, il accède, il y a quelques siècles à peine, à l'ère industrielle.

« L'outil
est artefact .
c'est-à-dire
par définition,
artificiel . »



Jean-Claude Gall, professeur émérite à l'Université de Strasbourg, géologue et paléontologue.

Ainsi, l'histoire de l'outil délivre le constat d'une accélération des innovations technologiques. Le temps se contracte.

Une disproportion temporelle flagrante dans le déroulement des deux histoires

La succession des espèces qui jalonnent la longue marche de l'humanité s'accompagne de changements anatomiques. Ainsi en est-il de la capacité crânienne qui mesure le volume du cerveau. Celle-ci est de 600 à 700 cm³ chez *Homo habilis*. Elle est comprise entre 900 et 1 300 cm³ chez le *Pithécanthrope*. Elle se situe autour de 1 400 cm³ chez *Homo sapiens*. Au fil du temps, la capacité crânienne s'accroît au rythme lent des transformations des structures et des organes qui caractérisent l'évolution biologique. Elle se mesure à l'aune des millions d'années. Elle est fille du temps.

Certes, le volume du cerveau ne saurait servir de référence exclusive pour mesurer les capacités cognitives de l'homme. Mais force est de constater la disproportion temporelle flagrante dans le déroulement des deux histoires, celle des activités humaines illustrées par la fabrication d'outils et celle de l'évolution du corps humain.

Fabriqué à partir d'un matériau prélevé dans le milieu extérieur, l'outil est artefact, c'est-à-dire, par définition, artificiel. En concevant et en programmant des machines, l'homme délègue à la matière une part croissante de son inventivité. Des tâches de plus en plus complexes sont confiées à des robots.

L'accélération des innovations technologiques fait craindre à d'aucuns que leur maîtrise n'échappe un jour au contrôle de l'homme et ne l'asservisse, à l'instar du scénario de l'Apprenti sorcier.

Mais peut-on pour autant qualifier leurs prouesses d'intelligence ?

■ Jean-Claude Gall

« En concevant et en programmant des machines

l'homme délègue

à la matière

une part croissante

de son inventivité . »



Galet aménagé ou taillé (chopper) datant d'environ 300 000 ans – Collection de paléontologie de l'Université de Strasbourg.

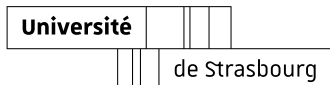


VOUS ET L'IA ?

Mathivet, étudiant en DUT de chimie

« Pour ou contre l'intelligence artificielle ? Cela dépend de ce qu'on en fait. À long terme, cela risque d'être néfaste. On peut vite perdre le contrôle, elle peut nous dépasser. La série *Black Mirror* ou certains films abordent cette question et ça peut faire vraiment peur. »

Savoir(s)



CS 90032 – 67081 Strasbourg Cedex
Tél. : +33 (0)3 68 85 00 00
unistra.fr

Directeur de la publication :

Michel Deneken

Directeur éditorial : Mathieu Schneider

Rédacteur en chef : Frédéric Zinck

Secrétariat de rédaction : Julie Giorgi

Contact de la rédaction :

Service communication de l'Unistra
3-5 rue de l'Université
67000 Strasbourg
Tél. : +33 (0)3 68 85 12 51

Comité éditorial :

Pascal Bergmann, Rachel Blessig,
Sylvain Diaz, Jean-Claude Gall,
Emmanuelle Gemmrich, Yannick Hoarau,
Michel de Mathelin, Noélie Plasse,
Jay Rowell, Dominique Schaepli,
Sébastien Soubiran, Marine Stoffel,
Armelle Tanvez.

Ont participé à ce numéro :

Edern Appéré, Elsa Collobert,
Jean-Claude Gall, Julie Giorgi,
Mathilde Hubert, Vanessa Narbonne,
Caroline Laplane, Jean de Miscault,
Myriam Niss, Marion Riegert,
Stéphanie Robert, Frédéric Zinck.

Crédits photos :

Pascal Bastien : p. 1, 5, 14, 18, 19, 20, 28,
34, 38 - Sur la photo de Une : Mathieu
Erhardt, responsable de la plateforme
de microscopie à l'Institut de biologie
moléculaire des plantes (IBMP)
Catherine Schröder : p. 15, 16, 17, 21 bas,
25, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 39 gauche
DR : p. 4, 7, 21 haut, 26, 33, 39 droite
Inria / F. Nussbaumer : p. 9
Laboratoire de Chémoinformatique
(UMR 7140) : p. 10
École et observatoire des sciences
de la terre (EOST) : p. 11
ICube – IHU : p. 12
Emmanuel Georges : p. 14
OpenClipart-Vectors, pixabay.com : p. 22
botlibre, pixabay.com : p. 23
CC : p. 36

Conception graphique : Welcome Byzance

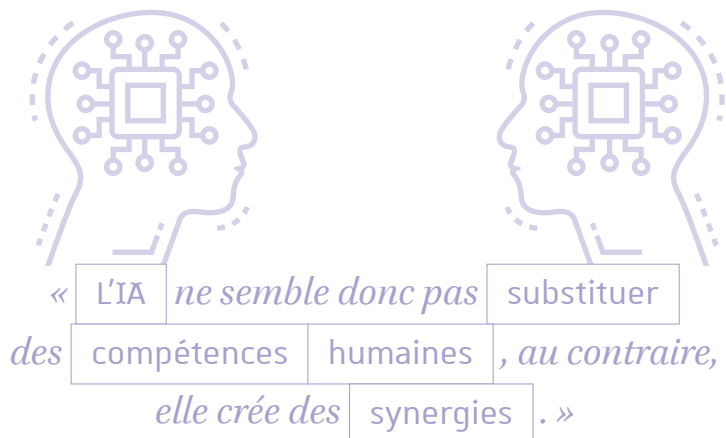
Impression : Ott imprimeurs

ISSN : 2100 – 1766

savoirs.unistra.fr

Le magazine Savoir(s) en ligne

 Pour envoyer vos suggestions
à la rédaction : savoirs@unistra.fr



Stefano Bianchini, chercheur au Bureau d'économie théorique et appliquée (Beta)

Savoir(s)

N° 37 | octobre 2019

le magazine d'information de l'Université de Strasbourg

numéro spécial



L'intelligence artificielle : défi ou outil ?



Savoir(s)

N° 37 | octobre 2019

le magazine d'information de l'Université de Strasbourg

L'intelligence artificielle : défi ou outil ?

numéro spécial



Savoir(s)

N° 37 | octobre 2019

le magazine d'information de l'Université de Strasbourg

L'intelligence artificielle : défi ou outil ?

numéro spécial

