



Le futur de l'industrie semble résider dans une collaboration entre l'expertise de l'Humain et la puissance de l'intelligence artificielle.

Source : © Banstanks - stock.adobe.com

Pléthores de possibilités pour l'IA en mode industriel

Le CSEM a accueilli en mars dernier la 7^e mission de l'Innovation Tour, porté par la FSRM, la Fondation Suisse pour la Recherche en Microtechnique. Cette journée était dédiée à la thématique brûlante de l'utilisation de l'intelligence artificielle dans l'industrie. Alors, où en est-on ?

Marina Hofstetter

Les quelques 630 spécialistes du CSEM travaillent à soutenir l'innovation au service de l'industrie, dans une large palette de branches de recherche, dont celle de l'intelligence artificielle. Le CSEM se veut être un pont entre la recherche académique et l'application industrielle, entre la théorie et la pratique, en utilisant les nouvelles technologies pour créer des applications robustes, fiables et intégrables dans les

processus de production. Les technologies développées en partenariat avec le CSEM sont en effet destinées à être transférées et utilisées dans l'industrie en Suisse. Le lieu se prêtait donc particulièrement bien à la thématique.

Les référents de cette journée, travaillant pour le CSEM et la He-Arc, ainsi que les entreprises Mikron Switzerland AG, B-Next Group et Ciposa ont mis en exergue les bases d'un projet IA et détaillé plu-

sieurs applications en cours de développement ou déjà implémentées dans un contexte industriel.

Partenaires d'innovation

De plus en plus d'entreprises en Suisse font appel à des partenariats pour innover. Cette intelligence collective permet ainsi à chacun d'avancer en profitant grâce aux autres des compétences qui faisaient dé-

faut. C'est particulièrement le cas avec l'IA.

Dans la vie quotidienne, l'intelligence artificielle est déjà fortement implémentée. Cependant, même si les technologies d'IA sont là, mûres et prêtes à l'emploi, utiliser l'intelligence artificielle dans une application industrielle réelle n'est pas toujours aussi simple. Bien qu'elle soit un outil très puissant, l'IA n'est pas une potion magique qui va résoudre tous les problèmes en un clin d'œil.

Pourquoi l'IA dans l'industrie suisse ?

Pourquoi les entreprises suisses devraient-elles toutes considérer l'utilisation de l'intelligence artificielle ? Tout simplement pour rester compétitives. Sur le marché international, la qualité et le savoir-faire suisse sont un gage de valeur. Il est donc nécessaire pour les entreprises de pouvoir continuer à produire suivant ces critères reconnus tout en restant dans des coûts raisonnables. Cela passe par l'optimisation des différents processus de l'entreprise, et en particulier du processus

de production dans son ensemble, qui doit être de plus en plus efficient.

La digitalisation et l'IA peuvent être exploitées de manière pertinente pour apporter une valeur économique à toute entreprise. Il faut cependant réfléchir correctement avant de se lancer, et établir une stratégie d'adoption de l'IA en contexte industriel.

Petit glossaire de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle est née dans les années 50, essentiellement avec les systèmes experts, qui étaient des programmes informatiques capables de répondre à des questions à partir de faits et de règles connues. L'évolution de l'IA a connu un ralentissement dans les années 70, avant de reprendre dans les années 80 avec un regain d'intérêt et de soutien des recherches sur les réseaux neuronaux.

L'intelligence artificielle est un terme générique qui regroupe plusieurs sous-domaines. De manière générale, l'IA est un domaine de l'informatique qui vise à créer

des systèmes capables de simuler des capacités intellectuelles humaines, comme pouvoir, à partir de données fournies, raisonner et rendre des décisions de manière autonome.

Le machine learning est un sous-domaine de l'IA qui correspond à l'apprentissage automatique. Un modèle de machine learning peut donc apprendre et s'améliorer seul grâce aux données qui lui sont fournies. Le modèle apprenant des données, il est important de s'assurer que les données fournies sont pertinentes (smart data). Le paradigme du machine learning est donc différent de celui des prémices de l'IA, et est basé sur l'utilisation de réseaux de neurones artificiels, c'est-à-dire d'un modèle qui prend des décisions d'une manière comparable au cerveau humain, reproduisant la façon dont les neurones biologiques fonctionnent.

Le deep learning est en quelque sorte une évolution du machine learning. Il nécessite l'accès à une très grande quantité de données et des machines de calcul puissantes. L'évolution des technologies

et l'avènement du Web ont donc participé à la montée en puissance du deep learning.

S'est ensuite développée l'IA générative, qui va quant à elle générer des contenus originaux en apprenant de contenus existants, que ce soit du texte, une image, un son, une vidéo, etc. En fonction de la problématique, il existe trois approches de l'IA générative. L'IA générative basée sur un réseau antagoniste génératif, dont l'utilisation consiste à maximiser la fidélité du résultat par rapport aux données d'entrées. L'IA générative basée sur un auto-encodeur variationnel, dont le but est la diversité des propositions par rapport aux données d'entrées. Et enfin l'IA générative basée sur des modèles de diffusion,

très gourmande en ressources de calcul, qui vise quant à elle un équilibre entre fidélité et diversité. Avant de se lancer dans l'IA générative, la première étape est donc de définir si l'on cherche à reproduire quelque chose, à explorer des variantes, ou bien à suivre un juste équilibre entre les deux.

Comment l'IA peut être utilisée dans un cadre industriel ?

L'intelligence artificielle peut être implémentée à différents endroits de la chaîne de valeur : conception de produit, mise en train, production, après-vente, etc.

L'utilisation de l'IA en phase de conception produit est encore largement sous-ex-

ploitée. Or, elle offre un grand potentiel, surtout en termes de créativité ou d'ouverture de l'espace de conception. Un produit répond à un besoin et possède de nombreux paramètres : géométrie, dimensions, matériau, durabilité, coûts, etc. L'intelligence artificielle offre la possibilité de prendre en compte toutes les combinaisons possibles de ces paramètres, ce que le cerveau humain seul n'est pas capable de faire. L'IA permet ainsi une exploration exhaustive de l'espace de conception. Au-delà de la capacité d'analyse, l'intelligence artificielle se montre également plus libre que l'être humain en termes d'exploration de solutions, proposant des solutions créatives auquel les ingénieurs n'auraient peut-être pas pensé.

MSM INTERVIEW

Nabil Ouerhani, responsable du département R&D de la He-Arc

La facilité d'utilisation de l'IA pour certaines tâches ne risque-t-elle pas de conduire à la perte de certaines compétences humaines, telles que les compétences argumentatives ou encore l'esprit critique ?

Je pense vraiment que l'avenir réside dans une collaboration ingénieuse entre l'intelligence humaine et l'intelligence artificielle. Le risque que la machine supplante l'homme me paraît très faible. Les machines sont des systèmes inorganiques, des systèmes informatiques sans émotions, sans instinct. Ces qualités liées à notre organicité font la force de l'être humain par rapport à la machine. Le seul risque que je vois, c'est d'utiliser des outils comme ChatGPT par exemple, en partant du principe que les informations recueillies par ce biais sont forcément justes. Il faut donc effectivement soit un minimum de connaissances, soit un esprit suffisamment critique pour éventuellement remettre en cause ces dires, ou tout du moins

être capable de les vérifier, sans quoi ces outils pourraient être utilisés comme moyen de manipulation des masses.

Nous devons donc utiliser l'intelligence artificielle comme un outil pour stimuler notre intelligence humaine, pour augmenter nos capacités propres de travail et de créativité. L'intelligence artificielle est un outil d'accroissement de nos connaissances et de notre inventivité. Cela ne signifie donc en aucun cas que nous devons arrêter de former l'être humain, bien au contraire.

À quel niveau de la formation devrait-on agir selon vous ?

La formation dure toute la vie. En ce qui concerne les études d'ingénieurs ou de techniciens par exemple, je reste persuadé qu'il faudrait enseigner, en plus des matières techniques et de business, la philosophie. Ce domaine nous pousse à développer notre esprit critique, à nous poser des questions. Apprendre à mieux penser pour mieux vivre. Mais la formation ne s'arrête pas aux études. Il est important que les entreprises mettent en place un accompagnement pour leurs employés, afin d'apprendre à travailler intelligemment avec l'IA. Garder un esprit critique lors de son utilisation justement, être capable de remettre en question les informations recueillies par l'IA. Tirons profit de la puissance de l'IA tout en ayant en tête les objectifs de son utilisation pour garder la maîtrise sur cette collaboration.

Pourrions-nous perdre cette maîtrise ?

Je suis persuadé que l'être humain, en plus de son instinct de survie et d'auto-préservation, possède l'intelligence suffisante pour maîtriser l'utilisation de l'IA et ne pas se laisser submerger.

Pour cela, il est effectivement intéressant de mettre en place un cadre qui régit l'utilisation de l'IA et son évolution, mais sans sur-réglementer. L'important est de faire en sorte que l'IA soit utilisée à bon escient. Pour faire un parallèle, je pense à la réglementation qui entoure le génie génétique. L'utilisation des nouvelles technologies liées à la manipulation du génome a permis de grand progrès dans le développement de nouveaux médicaments et le traitement de certaines maladies. Il n'y a ainsi jusqu'à présent pas eu de dérives malsaines de ce côté-là. Il faut donc de la même manière faire en sorte que l'intelligence artificielle reste au service de l'humanité et pas l'inverse.



Nabil Ouerhani, responsable du département R&D de la He-Arc, expose sa vision de l'usine du futur lors de la septième édition de l'Innovation Tour organisé par la FSRM.

C'était le cas lors d'un projet collaboratif entre la He-Arc et l'entreprise Louis Belet, pour étudier l'utilisation de l'IA générative pour la conception d'outils de coupe. L'idée était d'imaginer de nouvelles géométries d'outils pour minimiser l'usure sur laquelle plusieurs facteurs influent : le type d'opération, la matière usinée, les paramètres de coupe, la géométrie de l'outil, etc. Dans ce cadre, c'est l'IA générative basée sur un auto-encodeur variationnel qui a été utilisée. En fixant le type d'opération et la matière usinée, et en jouant avec les paramètres de géométrie de l'outil, comme l'angle de taillage, le nombre de dents, etc., le système a proposé une géométrie d'outil à laquelle les ingénieurs n'avaient pas pensé. L'IA a donc permis de sortir des sentiers battus et d'aller explorer d'autres horizons.

Implémenter des solutions IA ne signifie donc pas forcément passer d'un système manuel à un système automatique. Dans des cas comme celui évoqué précédemment, l'IA permet simplement aux experts d'avoir accès à plus d'informations, plus de données et les soutenir dans leur travail et la prise de décision.

L'IA comme atout en production

L'IA peut être utilisée pour faciliter et raccourcir les temps de mise en train. En termes de programmation des commandes numérique, on peut imaginer la création par IA du code ISO adapté à la machine simplement à partir du dessin 3D d'une pièce. Cela requiert cependant un énorme travail en amont, dont il existe cependant déjà des prémices : comprendre le fonctionnement de la machine, modéliser précisément les différentes opérations, les outils, les matières, etc.

L'IA peut également servir à optimiser les conditions de coupe. En effet, la recherche des meilleures conditions de coupe résulte d'un compromis entre différents objectifs, comme la qualité de surface, le temps de cycle, l'usure d'outil, etc., et l'intelligence artificielle est particulièrement bien adaptée à ce genre d'utilisation. En outre, la détermination du point zéro, qui est souvent un processus chronophage de palpage, peut également être optimisé grâce à l'IA, en détectant automatiquement le moment précis où l'outil entre en contact avec la matière.

En outre, l'IA peut être utilisée pour optimiser les flux opératoires, lorsqu'une pièce doit subir plusieurs opérations sur différentes machines, entraînant une réduction du temps de cycle et donc des coûts de fabrication.

En termes de fabrication à proprement parler, l'IA entre en jeu dans l'automatisation des moyens de production, en particulier dans le closed-loop manufacturing, ou fabrication en boucle fermée. L'IA utilise les données de capteurs pour optimiser le processus de fabrication, allant au-delà d'un simple calcul de correction. Pour cela, il est important de disposer d'un nombre suffisant d'informations pertinentes, chose rendue possible par exemple via des capteurs intégrés aux machines d'usinage, comme c'est le cas sur la micromachine Silex développée par l'entreprise Enoveas.

Les informations en temps réels de ces capteurs intégrés permettent également de surveiller avec plus de précision l'usure de certains composants comme les outils ou les broches, assurant à la fois une meilleure sécurité des processus, mais aussi une optimisation en termes de coûts, en

permettant de prévoir des arrêts machine plus courts et d'éviter la consommation excessive de composants en les changeant trop tôt. Récupérer les données directement dans la machine permet donc à la fois un suivi en temps réel du processus de fabrication, et l'accès constant à des données pertinentes.

L'IA ne règle néanmoins pas tous les problèmes : les anomalies, comme un matériau défectueux, ne peuvent pas être anticipées, même grâce à l'intelligence artificielle, et ce parce qu'elles sont par définition anormales. Cependant, l'utilisation de capteurs intégrés et de signaux d'alarme permettra de se rendre compte rapidement d'une anomalie, réduisant ainsi le risque de complications additionnelles.

L'IA, la robotique et la vision

Les activités de pick and place ou de tri peuvent aussi bénéficier de solutions IA. En termes d'implémentation industrielles, certaines problématiques restent encore difficiles à résoudre, en particulier lors de la manipulation de petites pièces ou de pièces en vrac. Un savant mélange hardware/software entre robotique, vision industrielle et deep learning peut répondre à ces défis.

En termes de vision industrielles, l'IA peut également permettre d'entraîner le modèle en créant des données synthétiques réalistes basées sur les données existantes afin de combler un manque d'informations réelles. Il est également possible pour un système IA de générer automatiquement des données synthétiques en temps réel pour compléter les données réelles, ce qui peut s'avérer utile typiquement dans une application de pick and place de pièces en vrac. Une telle solution devient cependant potentiellement gourmande en termes de calculs.

Du côté de l'après-vente

En termes de service après-vente, le diagnostic à distance assisté par IA peut aider à régler un certain nombre de problèmes sans avoir à se déplacer, offrant ainsi un avantage économique mais aussi un impact positif vis-à-vis des objectifs de développement durable. Dans cette optique, c'est d'ailleurs toute la chaîne logistique qui peut faire l'objet d'une optimisation par l'IA.

L'après-vente est typiquement un domaine où une grande partie du savoir-faire de l'entreprise se trouve dans la tête des spécialistes. Cela renvoie au risque d'une

potentielle perte du savoir-faire de l'entreprise lors du départ d'un employé. Il faut donc idéalement prioriser la retranscription du savoir-faire des experts pour créer une base de données la plus exhaustive possible qui pourra être utilisée par l'IA pour répondre de manière fiable aux problématiques qui lui seront posées.

L'usine du futur, c'est quoi ?

Le think tank Manufacture Thinking a récemment élaboré dans son livre « L'usine du futur / Le futur de l'usine » une réponse à cette question. L'industrie est passée de l'usine traditionnelle à l'industrie 4.0 grâce à la digitalisation. Sur cette base, il existe des usines dans lesquelles le processus de fabrication est entièrement automatisé, que l'on appelle dark factories (pas d'intervention humaine, pas besoin de lumière), mais ce concept n'est applicable que dans des cas particuliers de grandes séries. Or la tendance est plutôt à la personnalisation des produits, et aux petites ou moyennes séries, et le concept de dark factory atteint ses limites. L'usine du futur sera donc plutôt une usine agile et créative, basée sur la collaboration homme-IA et sur des agents IA qui permettent l'adaptation et la reconfiguration rapide des moyens de production en fonction des changements de séries ou de références.

En termes d'automatisation, le projet MicroLean Lab, projet collaboratif né en 2016, mené par la He-Arc et rassemblant environ 25 partenaires dont des groupes horlogers, consiste à imaginer l'usine de demain en s'appuyant fortement sur la digitalisation et la miniaturisation des moyens de production. Dans cette micro-usine, la récupération massive des données des différentes machines permet de pouvoir travailler en boucle fermée et d'optimiser le processus de production. Deux niveaux de transitique utilisant la robotique entrent en jeu : une transitique globale pour transporter la pièce entre les différentes niches ou différentes opérations du processus de production ; et des transitiques locales, pour par exemple placer et récupérer la pièce dans la machine d'usinage en l'occurrence le Micro5 de Chiron Group. Le but de ce projet est d'utiliser l'intelligence collective pour développer de nouvelles solutions qui pourront être industrialisées par la suite.

Les défis du grand saut de l'IA

La pertinence des données est l'un des défis principaux de l'implémentation de

solutions IA fiables. Suivant le projet, les questions concernant la confidentialité des données entre différents partenaires, ou dans une relation fournisseur/client, peuvent s'avérer bloquantes. À l'heure actuelle, nombre des algorithmes d'IA sont des boîtes noires, ce qui est un frein majeur dans l'adoption de l'IA en domaine industriel. Il faut donc travailler sur l'explicitabilité des systèmes IA, c'est-à-dire à rendre compréhensibles les raisons des décisions ou prédictions du système, et donc l'utilisation des données. Cela permettra de donner un gage de confiance aux utilisateurs de ces solutions.

Par ailleurs, intégrer l'intelligence artificielle dans une entreprise industrielle est un travail multidisciplinaire qui nécessite la collaboration de compétences métiers liées à plusieurs domaines dont la mécanique, l'automatique, et la science des données. Or, le travail en équipe de personnes ne parlant pas forcément le même langage technique peut parfois s'avérer laborieux. Le premier pas est la mise en place d'une procédure qui permette à tous de comprendre la problématique de manière précise, de modéliser les phénomènes que l'on cherche à automatiser, puis de collecter les données pertinentes. Il faut ensuite évaluer les performances de la solution par rapport aux besoins identifiés, puis travailler de manière itérative en cas de besoin. L'IA n'est pas une aventure dans laquelle on se lance seul. La mise en place d'une solution IA nécessite cette collaboration d'experts, d'autant que les technologies d'IA évoluent à vitesse grand V.

De manière générale, on ne débute pas un projet IA par pur plaisir, mais bien pour répondre à un objectif. Il faut donc commencer par définir son besoin : quel problème veut-on résoudre ? quelle valeur ajoutée cherche-t-on à offrir à ses clients ? autant de problématiques et autant de solutions IA pour y répondre. Après avoir défini ses besoins, avancé sur les solutions, il faut également calculer le retour sur investissement, car suivant les solutions à mettre en place, l'investissement peut s'avérer conséquent. L'IA offre un réel avantage concurrentiel à ceux qui décident de l'utiliser, mais encore faut-il l'intégrer de manière pertinente.

