



Pourquoi le machine learning séduit-il l'industrie ?

Productivité est un mot qui a toujours inspiré les réflexions des industriels de tous les pays et plus particulièrement en France, à l'heure où chacun appelle à la réindustrialisation de notre économie. C'est aussi un mot qui devrait motiver les nouvelles générations impatientes de montrer qu'elles peuvent mieux faire, et à qui l'on vante les vertus d'un travail qui fait sens par la variété des missions accomplies. La compétitivité est, par ailleurs, une notion omniprésente dans un contexte international où règne l'incertitude, et où chaque industriel doit se battre au quotidien pour conserver une nécessaire attractivité sur ses marchés.

Ainsi, il est logique que la promesse première de l'intelligence artificielle soit celle d'une amélioration des performances et des process de production. Une promesse existentielle pour les responsables de lignes et de sites de production, mais une promesse incomplète et parfois mal comprise. Il ne s'agit pas d'affirmer que la machine fait mieux que l'Homme, mais bien qu'elle apprend avec lui afin de le libérer de contraintes épuisantes. De cette manière, l'Homme devient plus efficace, plus agile et finalement plus productif, assurant de la sorte, son avenir.

Dans ce livre blanc, nous présentons une voie raisonnée bien que résolument positive, vers l'adoption du machine learning dans le monde de l'industrie. Parce que nous croyons que la transparence est indispensable au progrès, nous vous proposons une vision claire et solide des bénéfices obtenus.

Principes de mise en œuvre du machine learning :

Le machine learning est une technologie qui n'est plus nouvelle et qui est, d'ailleurs, utilisée dans d'autres secteurs comme la mobilité ou la communication. Il y a une forme de maturité de la technologie aujourd'hui. Pour autant, il convient de la mettre en place uniquement si l'on a préalablement identifié des gains potentiels de performance précis et supérieurs à 5%. On parle ici d'efficacité, de rendements, d'agilité, etc...

« Si la plupart des industriels que nous rencontrons ont déjà essayé de mettre en place du machine learning, leur difficulté provient de la méthodologie employée. Or c'est bien la méthodologie qui fait le succès dans ce domaine, bien davantage que la technologie elle-même »
préviend Michael Valentin, associé fondateur chez Opéo.



Michael Valentin

« Il ne faut jamais déconnecter la technologie des opérations et du management : commencer par un diagnostic sur l'ensemble de la ligne (ou du process industriel) pour être en mesure de choisir les points sur lesquels on peut espérer gagner en performance. Il faut s'entourer des experts métiers concernés pour identifier les causes ou les situations défailtantes », précise-t-il.

Et « ce qui va générer ces gains de performance, c'est principalement la méthodologie avec laquelle on déploie le machine learning », comme l'explique Michael Valentin. Opéo propose ainsi à ses clients de procéder par phases de sprint qui donne déjà des résultats dans un délai de 6 semaines et non pas d'un an. Des phases itératives qui permettent une réelle agilité pour la mise au point de nouveaux process. A cela,

s'ajoute la volonté initiale d'installer durablement une méthode agile afin que l'amélioration des performances soit continue et gérée par les équipes sur site.

3 points clés en termes de méthodologie :

- Trouver la bonne façon d'accéder aux données (pas toujours simple sans le concours d'experts métier)
- Concevoir la bonne UX (quelle forme doit prendre l'application ?)
- Choisir le type de modèle d'analyse des données (avec l'aide du data scientist)

Comment implémenter un système intelligent ?

La mise en place de systèmes intelligents repose sur une prise d'information. Les différentes machines composant notre chaîne génèrent une quantité non négligeable d'informations qui sont le plus souvent sous exploitées car peu connues des équipes.

Il est indispensable d'extraire les données machines afin d'avoir une meilleure compréhension et un meilleur suivi de la chaîne. Les données machines ne permettant qu'une vision partielle de la chaîne. Elles sont enrichies et complétées par des données provenant de capteurs externes, comme par exemple des caméras, prenant ainsi des informations visuelles de ce qui se passe. L'ensemble des données est ainsi stocké et mis à disposition du reste de l'entreprise. Une analyse réalisée à l'aide des équipes nous permet ainsi de générer des premiers jeux de données, ces jeux de données permettant d'entraîner le premier modèle intelligent.

Un système intelligent fonctionne de manière circulaire. En effet, les premières données récupérées vont nous permettre d'entraîner notre modèle. Ce modèle sera alors déployé et commencera à générer à son tour de nouvelles données. Ces nouvelles données permettent de créer un nouveau modèle qui est à son tour

déployé et qui à son tour créera de nouvelles données. Ce système circulaire permet d'avoir un modèle qui s'adapte en permanence à la réalité du terrain afin d'être toujours le plus précis possible.

Le système mis en place repose sur deux modèles. Le premier modèle est un modèle de détection d'anomalies lors de son entraînement. On a fourni un jeu de données correct à notre modèle afin qu'il puisse apprendre ce qu'est un exemple bon. Ainsi, si une information trop différente de ce qu'a pris notre modèle lui parvient, cette information sera alors taguée comme étant une anomalie. Les équipes seront donc alertées et l'erreur pourra être corrigée. Notre deuxième modèle est quant à lui plus précis. En effet, les données qui lui sont données ne sont plus seulement des données correctes. On lui donne des données incorrectes. Cependant, ces données sont taguées.

On aura donc un modèle qui sera capable de reconnaître les différentes anomalies qu'on lui aura appris. Ces deux modèles sont complémentaires. En effet, le détecteur d'anomalie permet de détecter de nouvelles erreurs et le classificateur permet quant à lui une meilleure compréhension et un meilleur suivi.

A quoi peut bien servir une machine apprenante dans un contexte industriel ?

Il y a de nombreux avantages matériels et financiers à mettre en avant lorsqu'il s'agit de montrer l'efficacité d'une nouvelle technologie. Nous explorerons ces bénéfices tangibles avec des exemples édifiants dans les prochains paragraphes. Ainsi, par exemple, un grand constructeur automobile a obtenu une réduction de 15% de rebuts sur une chaîne de production en implantant le machine learning avec Opeo. Un résultat majeur et crucial pour l'avenir du constructeur.

Avant cela, Teimour Daly, expert OPEO passionné par l'IA, nous propose deux éléments d'appréciation qui concernent avant tout les humains, salariés des entreprises pour lesquels la machine intelligente est trop souvent présentée comme une menace :

- Le contexte actuel du monde industriel est orienté vers une baisse d'attractivité générale pour ce qui touche de près ou de loin au mythe du travail à l'usine, et par une raréfaction de jeunes qualifiés, ingénieurs ou techniciens ayant des compétences techniques suffisantes. L'heure est à la minimisation des tâches pénibles. Le bien-être au travail est en



tré dans les sites de production. Tout ce qui est chronophage (recopier des images, annoter des documents, saisir des informations manuellement, des contrôles visuels, trier ou calibrer des pièces, etc) fait l'objet d'un questionnement sur l'automatisation possible afin de préserver les forces vives de l'entreprise pour des missions à forte valeur ajoutée.

- L'humain a des limites. Spécifiquement lorsqu'il s'agit de répéter des tâches assez simples, un humain a fortement tendance à se relâcher et à devenir de moins en moins efficace au fil de l'exécution de sa mission. Il se fatigue, se lasse et se démotive. A la fin, il est déprimé, en mode burn-out et contribue alors involontairement à la baisse de productivité de l'ensemble. Pour le remotiver, pour stimuler son attention au long de la journée, il convient alors de l'aider en le déchargeant des tâches trop répétitives. La machine intelligente vient dans ce cas à son secours et devient son meilleur allié. C'est donc un choix crucial pour l'entreprise industrielle que d'implanter le machine learning. Au-delà des intérêts économiques, c'est une question de philosophie et de reconnaissance de la place essentielle des humains dans l'industrie.

Quels sont les usages les plus fréquents du machine learning dans l'industrie ?

Il n'y a pratiquement pas de limite d'usage de cette technologie. Nous avons retenu ici trois grandes catégories pour lieux couvrir en partie les énormes possibilités offertes à toutes les industries :

- La vérification du bon fonctionnement de l'outil de production est un usage très fréquent. La



combinaison de certains paramètres observés par la machine peut lui paraître anormale et elle le signalera tandis que dans 99% des cas, le process étant jugé normal, les humains pourront se consacrer à d'autres projets, ou travailler au bureau d'études, etc... Les applications sont nombreuses : détection de non qualité, vérification de la productivité sur une ligne, conformité du déroulement d'un processus complexe, entre autres choses.

- L'augmentation de capacité est un second cas classique. La mise en place du machine learning va permettre à l'industriel de réaliser quelque chose qu'il ne pouvait atteindre jusque-là. C'est notamment l'exemple de la R&D industrielle qui va pouvoir tester de nouveaux design, trouver la bonne formulation d'un produit, le choix des bons matériaux dans un assemblage, par exemple.

- La prédiction et l'optimisation de la production est un cas d'usage plus simple et également assez fréquent. C'est valable pour tous les outputs industriels comme pour une chaîne de logistique comme pour une centrale solaire dont la production sera optimisée en fonction de paramètres observés tels que la météo, la demande énergétique, le planning de maintenance, les prédictions de panne ou de prix du marché, etc... Naturellement le machine learning est utilisé dans bien d'autres domaines, la météo, la santé, la communication ou le marketing, par exemple. Dès lors qu'il s'agit de prendre une décision simple, répétée de très nombreuses fois, l'industrie devrait la confier à la machine et orienter ses forces vers l'innovation.





Pourquoi le machine learning est une technologie responsable qui favorise l'innovation industrielle ?

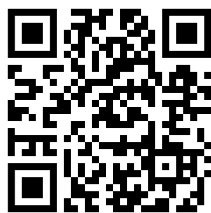
Accélérer l'innovation des industries ne sera possible que pour celles qui utilisent mieux la data disponible. Il est certain que plus on allouera de ressources humaines à la recherche et au développement, en confiant aux machines tout ce qui peut être automatisé, plus l'humain révélera son talent et sera concentré sur la créativité. Réduire les ressources inutilement gaspillées pour des tâches sans valeur ajoutée génère une disponibilité accrue au service de l'innovation. Sur le plan économique, ces gains de productivité sont non seulement synonymes de marge financière mais aussi d'investissements plus importants pour l'avenir.

Cette course à la productivité est-elle vraiment responsable ? Le recours aux machines est-il compatible avec les enjeux de réduction de l'empreinte carbone de l'industrie ?

« Effectivement la consommation de capacité de calculs et d'énergie peut poser question. En revanche la production des ordinateurs eux-mêmes n'est pas réellement un souci puisque le silicium vient de la transformation du sable. Or c'est le problème du stockage des données qui engendre une grande consommation d'énergie » précise Teimour. Aujourd'hui on est dans un gaspillage énorme de ressources simplement parce qu'il y a des quantités gigantesques de données mortes ou stockées inutilement. A quoi sert de conserver nos emails datant de 10 ans ? On pourrait parfaitement diviser par 100 ou 1000 cette consommation, si on acceptait de ne pas accéder à toutes les données anciennes dans l'instant mais en quelques minutes. Le coût de l'accès instantané est celui de tous ces serveurs qui parlent à d'autres serveurs pour maintenir cette illusion du temps réel.



Teimour Daly



« Lorsqu'on évalue l'impact du machine learning sur la consommation de ressources par les industriels, on peut facilement montrer qu'il est très positif. On peut économiser sur une seule ligne de production de moteurs, des dizaines de tonnes de matière première. Et du point de vue énergétique, l'amortissement du coût du système de machines mis en place se fait en une heure, à comparer avec celui d'un mois de production. En quelques heures, un site industriel amorti le système pour toute sa durée de vie », nous rassure Teimour.



opeo
operations & organisations

Chez Opéo, il ne fait plus aucun doute que le machine learning va s'imposer dans les prochaines années au cœur de notre tissu industriel. Pourtant, de nombreux dirigeants sont encore hésitants face à une technologie qui leur semble complexe et porteuse d'une image négative en termes d'emploi. Aussi nous avons demandé à notre expert, de nous indiquer trois raisons fortes de considérer cette augmentation de performance grâce aux machines comme une réelle opportunité.

Pourquoi le machine learning est à la portée de tous les industriels ?

Si le fonctionnement de la machine est proche de celui du cerveau humain, au sens où l'apprentissage est similaire, la grande différence provient de la spécialisation de la machine. L'apprentissage se fait par l'accumulation d'expériences, ce qui permet à la machine d'être nourrie par des millions de cas (d'images ou de données) pour réussir une tâche très spécifique, tandis que l'humain doit apprendre des millions de tâches différentes. Il faut mobiliser des milliards de neurones pour apprendre parfaitement une seule tâche. C'est ce que la machine propose. Aujourd'hui la capacité de la machine est équivalente en performance à un ou deux cerveaux humains. Mais cette puissance est entiè-

rement consacrée à une seule tâche. C'est ce qui explique qu'elle surpasse l'humain sur des opérations simples et répétitives.

Ce qui signifie que si pour un processus industriel, on identifie cinquante tâches basiques que la machine pourrait accomplir, il faudra cinquante machines pour faire le travail. Et ceci est rendu possible par l'accessibilité croissante des machines à forte puissance de calcul. C'est la conséquence de la loi de Moore. Depuis les années 70, la capacité de stockage et la puissance de calcul, ont « été multipliées par 100 environ. C'est ce qui rend très accessible le machine learning pour l'industrie. Aujourd'hui c'est possible parce que le silicium est très peu cher. Les ressources qu'un seul data scientist mobilise aujourd'hui représente à peu de choses près, l'équivalent de ce qu'avait à sa disposition, le département de la défense des Etats-Unis en 1990. Entraîner cinquante systèmes experts est finalement très peu coûteux. C'est une réelle opportunité pour les industriels.

La question qui se pose alors est celle des données nécessaires à l'apprentissage de la machine. Là encore, de grands progrès ont été réalisés. Plutôt que d'utiliser un système expert supervisé, on peut choisir de recourir au système non supervisé, qui ne nécessite pas de travailler avec des millions de données. Au contraire dans ce modèle, la machine apprend au fur et à mesure

qu'on l'expose aux informations. En définitive, on apprend à la machine quel est le taux d'erreur ou d'anomalie statistiquement relevé et tout en lui fournissant une quantité importante d'informations, avec l'idée qu'elle détecte ce qui ne paraît pas normal. Par occurrence, elle finit par savoir ce qui est conforme ou ne l'est pas. La machine progresse régulièrement vers l'observation statistique de départ et devient extrêmement sûre.

En termes de coûts, les machines et leur programmation représentent des budgets faibles au regard des enjeux industriels. Toutefois, il faut installer un ou plusieurs capteurs capables de saisir les informations à analyser en continu (signal sonore, image, température, tout signal digitalisable). Dès lors que l'optimisation du process peut apporter un gain supérieur à 5% environ, alors le machine learning générera un ROI important. En prime, cela fera progresser les opérateurs et les superviseurs de la ligne.

Dès que les données sont fiables et fournies en continu, la puissance de calcul de la machine fait ses preuves et plus rien n'échappe au contrôle de qualité ou de conformité dans le process industriel.

Alors quelles seront les tâches pour lesquelles la machine est déjà plus performante que l'Homme ?

Pour répondre à cette question de base, il convient d'explorer les mécanismes de notre cerveau. Depuis les études menées par Daniel Kahneman nous savons que nous avons deux systèmes de décision baptisés par le chercheur américain en psychologie de système 1 / système 2. L'intuition, la décision en mode automatique est le produit de notre système 1. Le système 2 requiert, quant à lui, un effort supplémentaire, une réflexion qui mobilise davantage d'énergie et produit un résultat réfléchi et validé par des connaissances spéci-

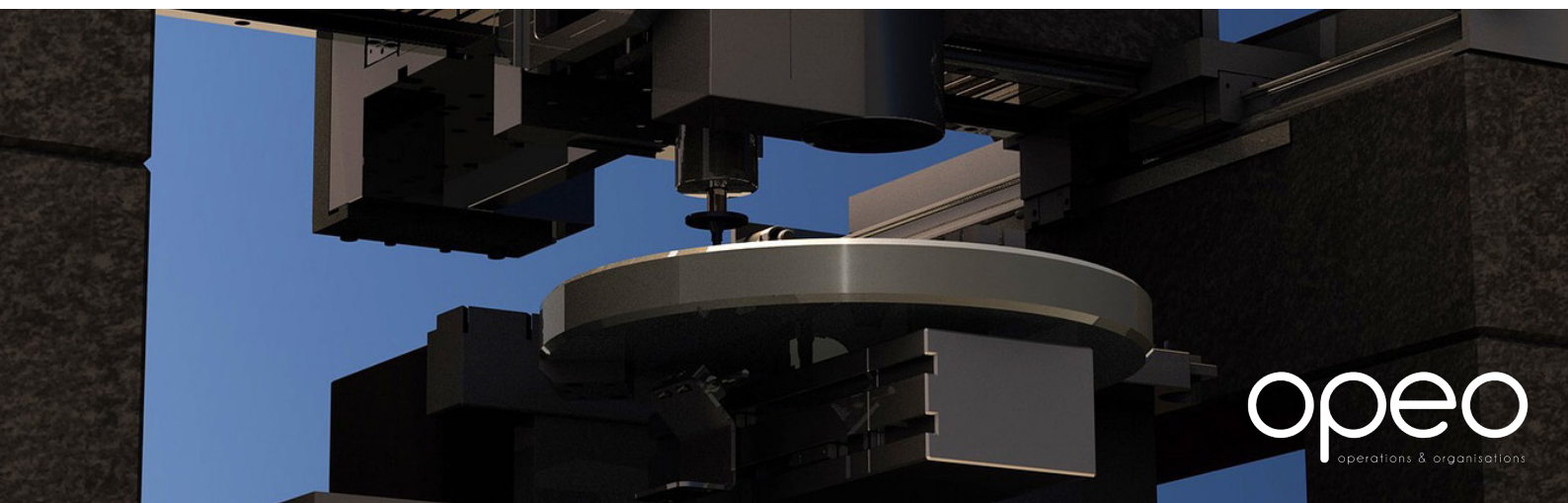
ifiques acquises au cours de nos apprentissages. Lorsque nous effectuons une tâche répétitive ou ne demandant pratiquement aucun effort, le système 1 suffit. Notre cerveau étant l'organe consommant le plus d'énergie, il est réglé pour consommer le moins possible. Ainsi dès qu'il peut, il adopte la réponse du système 1.

Par analogie, on comprend alors pourquoi la machine est utilisée pour effectuer des tâches qui nous demandent moins de deux secondes pour être exécutées. C'est pour cette raison précise que l'emploi du machine learning est efficace. Préserver l'intelligence de l'Homme pour l'utiliser à bon escient pour des tâches complexes et sollicitant à la fois sa capacité à connecter entre elles des informations très différentes ou à imaginer des solutions nouvelles.

« Toute tâche mobilisant un humain moins de deux secondes peut être confiée à une machine. En 15 ans de machine learning, j'ai toujours pu vérifier ce théorème », confirme Teimour.

L'exemple du médical est assez parlant. Lorsqu'on demande à la machine, que l'on a entraînée avec des millions de radio du cerveau, de détecter une tumeur, elle se révèle plus performante que la radiologue. Non seulement elle ne laissera rien passer, mais aussi, parce qu'elle apprend, elle pourra signaler un cas étrange, une anomalie qui aura échappé à la vigilance de l'humain. Ainsi on améliore ainsi le système et on évite des erreurs humaines qui peuvent avoir des conséquences.

Transposons le modèle en milieu industriel sur la fabrication de moteur pour des véhicules électriques. La machine va détecter des micro anomalies que l'opérateur en charge du contrôle qualité n'aurait pas vues. Ce qui va immédiatement minimiser le nombre de défauts de fabrication générés sur une ligne de production et réduire d'autant les coûts, tout en libérant l'opérateur de cette tâche pénible.



En conclusion, voici trois points clés pour adopter le machine learning :

Le premier, réside dans le fait que le machine learning est devenu accessible et qu'il n'est pas réservé aux diplômés de Harvard ou du MIT. Aujourd'hui nous avons en France des dizaines de milliers de data scientist tout à fait compétents sur le sujet. C'est un outil très peu cher, si l'on met de côté l'installation. Le matériel et sa programmation sont finalement très bon marché.

Le second point, c'est de comprendre que les données seront nécessairement collectées et analysées dans un avenir proche et ce, pour toutes les industries. Si aujourd'hui, la collecte de la donnée peut être un frein, elle ne le sera plus demain parce qu'un industriel qui ne maîtrisera pas sa donnée sera mort. La compétitivité des entreprises dépendra de leur capacité à bien utiliser la donnée.

Troisième point, c'est la création d'un cercle vertueux vers l'optimisation continue à la fois des process et des humains qui les mettent en place. Le machine learning enlève les épines dans le pied des équipes et leur offre du temps pour être plus créatives et innovantes. Et les bonds en avant de l'innovation dans l'industrie viendront de ce cercle vertueux mis en place. A moyen terme, c'est un puissant facteur de motivation et de changement, en plus d'un pouvoir d'attraction pour les futurs talents.

Chez Opeo, nous sommes tous convaincus que l'avenir est à l'augmentation de l'Homme par les machines. Fort de cette intelligence, libérer la créativité humaine nous apparaît indispensable pour assurer l'avenir des futures générations et de notre planète.

CONTACTEZ-NOUS !



opeo
operations & organisations

