

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LA LOGISTIQUE

Définitions, Applications et Perspectives

ssi-schaefer.com

SSI SCHÄFER
**Livre
blanc**



AI

SSI SCHÄFER

SOMMAIRE

1_ Introduction

2_ Concepts de base à propos de l'intelligence artificielle

2.1 Intelligence artificielle

2.2 Apprentissage automatique (Machine Learning)

2.2.1 Apprentissage supervisé

2.2.2 Apprentissage non supervisé

2.2.3 Apprentissage semi-supervisé

2.2.4 Apprentissage par renforcement

2.3 Apprentissage Profond (Deep learning)

2.3.1 Réseaux neuronaux : principes fondamentaux

2.4 Informatique cognitive

3_ L'intelligence artificielle dans la logistique

3.1 Simulation

3.2 Optimisation

3.2.1 „H“ chez Hitachi : l'IA donne des instructions aux employés de l'entrepôt

3.2.2 Zalando : optimisation des trajets grâce au deep learning

3.2.3 IA et robots autonomes

3.3 Analyse prédictive

3.3.1 Otto : plus de deux millions de retours en moins grâce à l'IA

3.3.2 Zalando : un magasin adapté pour chaque client

3.3.3 De l'IA dans l'air

3.4 De la maintenance prédictive à la maintenance prescriptive

4_ Conclusion : quels changements l'IA apporte-elle à la chaîne de valeur ?

5_ L'approche de SSI SCHÄFER

Sources



L'intelligence artificielle (IA) a été le concept le plus tendance de 2017 : un super-ordinateur qui bat le champion du monde de go, des assistants intelligents tels que Siri et Alexa qui donnent des réponses (souvent) sensées à des questions posées à voix haute, ainsi que de nombreuses autres applications prouvent le formidable potentiel de l'IA.

Le thème de l'intelligence artificielle fait les gros titres de nombreux magazines d'entreprise et de la presse généraliste. Il semble souvent que la technologie est suffisamment avancée, non seulement pour remplacer l'humain dans de nombreux domaines de spécialité, mais également pour le surpasser en termes de performance. Et pourtant, comme le concèdent de nombreux experts, l'IA n'en est encore qu'à ses balbutiements quand on cherche à l'appliquer à la logistique. Si l'on se permet une comparaison avec l'humain, l'IA était il y a encore peu au stade de la petite enfance, et a pu pour la première fois entreprendre des distinctions élémentaires (papa, maman). Depuis, les machines ont grandi et sont en mesure de résoudre des tâches plus complexes en ayant une instruction adaptée.

De plus, de nombreux termes spécialisés tels que l'IA, l'apprentissage automatique, le deep learning (ou apprentissage profond) ou les réseaux neuronaux sont souvent utilisés comme des synonymes sans distinction nette. Cela crée une certaine confusion autour de ces concepts parmi les non spécialistes.

En plus de fournir une définition claire des concepts et des méthodes du domaine de l'IA, le présent livre blanc propose de se pencher sur les domaines d'application déjà adaptés à l'IA et les perspectives que l'utilisation de ces technologies ouvre pour la logistique.



LES MACHINES SONT-ELLES DOUÉES DE PENSÉE ?

Voilà une question simple à laquelle il est difficile de répondre. Même des termes tels que « pensée » ou « intelligence » reçoivent de multiples définitions selon les différents chercheurs. Et ce n'est qu'un problème parmi tant d'autres quand on se penche de plus près sur l'intelligence artificielle.

Alors que les systèmes d'IA, contrairement à l'homme, peuvent traiter une quantité infiniment plus importante de données et donc d'informations, ils présentent jusqu'à présent l'inconvénient de ne pouvoir choisir que parmi des options prédéfinies. La caractéristique unique de la pensée novatrice et créative reste l'apanage de l'homme.

Une chose est claire : les progrès récents dans le développement d'algorithmes, une puissance de calcul élevée, ainsi qu'une quantité toujours plus grande de données disponibles ont permis de développer des systèmes capables d'accomplir des tâches autrefois considérées comme étant le domaine exclusif de l'homme. De plus, ces tâches sont souvent réalisées avec une plus grande précision et une fiabilité constante, sans interruption et 24h/24.

Les systèmes auto-apprenants sont capables de prendre en charge le service client, de gérer des processus logistiques, d'analyser les données médicales ou d'envoyer des messages et de composer des morceaux de musique. Le deep learning, ou apprentissage profond, est une variante de l'apprentissage automatique qui utilise des réseaux neuronaux multi-niveaux (d'où le terme « profond ») afin d'étendre le potentiel de l'IA à des tâches plus complexes qui ne peuvent être exécutées qu'en plusieurs étapes.

Les machines sont aujourd'hui capables d'identifier précisément des objets et des visages de façon multidimensionnelle, de battre l'homme à des jeux difficiles comme les échecs ou le go, de lire sur les lèvres et même de générer un discours naturel. De nombreuses entreprises, dont SSI SCHÄFER, considèrent l'intelligence artificielle comme un élément essentiel de leur stratégie et un facteur déterminant pour l'avenir de leur activité.

L'intelligence artificielle pourrait d'un côté apporter d'énormes gains de productivité et une meilleure qualité de vie. D'autre part, comme toute nouvelle technologie, elle pourrait engendrer des changements radicaux dans le monde du travail, comparable à l'introduction du convoyeur à bande. Sans parler des questions de société et d'éthique que nous devons prendre en considération si les machines continuent à acquérir une capacité intellectuelle toujours plus grande. ■

La fiction est devenue réalité. « L'apprentissage automatique » utilise les connaissances implicitement enregistrées dans des bases de données afin d'être en mesure, après une phase d'apprentissage, de recommander explicitement des décisions.



CONCEPTS DE BASE RELATIFS À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

2.1 INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'IA est une branche de l'informatique qui traite de l'automatisation du comportement intelligent. Il s'agit de la tentative de programmer un ordinateur pour qu'il soit capable de traiter des problèmes de façon autonome, comme le ferait une personne formée. Résoudre des problèmes consiste à prendre des décisions sur la base de sources diverses (bases de données, capteurs, caméras, etc.) qui apporte une réponse appropriée au problème, dans un délai imparti.

Les logiciels traditionnels sont codés par des développeurs avec des instructions spécifiques quant aux tâches que les programmes doivent entreprendre. Bien qu'il fonctionne très bien dans de nombreuses situations pouvant être définies avec précision, ce système rencontre ses limites passé un certain niveau de difficulté. Le programmeur humain ne peut pas prendre en compte toutes les futures utilisations possibles lors du codage informatique. Si l'environnement change, alors les programmes ne sont plus capables d'atteindre les objectifs fixés ou la performance exigée, en raison du changement significatif des conditions extérieures.

Le développement de l'apprentissage automatique a marqué un premier pas pour contourner ce problème : il se base sur des algorithmes adaptatifs capables d'apprendre à partir de données sans dépendre d'une programmation reposant sur des règles. Le système peut détecter des schémas, faire des associations et récupérer des renseignements à partir des données. Il s'agit donc de créer des connexions généralement significatives entre les données reçues (entrées) et les données émises (sorties).

Ce type de processus d'apprentissage requiert une forte capacité de traitement de données et une quantité suffisamment grande de données. Ces deux pré-requis ne sont disponibles que depuis quelques années grâce au big data. C'est donc sans surprise que d'énormes progrès ont été fait en matière d'apprentissage automatique ces dernières années. ►

Jusqu'à il y a environ dix ans, le but de la recherche en IA était de reproduire l'intelligence humaine dans des machines. Cela a mis en évidence de nombreux problèmes, notamment ce que nous comprenons exactement par « intelligence ». Les cinq capacités suivantes ont été retenus comme les critères minimums pour définir ce terme :

- **Perception**
- **Raisonnement**
- **Apprentissage**
- **Résolution de problèmes**
- **Intelligence linguistique**

L'intelligence humaine est évidemment bien plus différenciée, mais se concentrer sur cinq capacités cognitives clés a permis de faire un bon en avant dans la recherche sur l'IA. Plutôt que d'essayer de programmer une « intelligence générale » comme celle de l'homme, on a mis l'accent sur des tâches précisément définies.

L'IA n'en est maintenant plus à ses débuts mais fait partie de notre quotidien. Qu'il s'agisse d'algorithmes de reconnaissance vocale comme ceux utilisés par les assistants Siri d'Apple et Alexa d'Amazon, de l'interprétation de résultats dans le domaine médical, de reconnaissance faciale sur des enregistrements de vidéo surveillance ou dans la recherche pharmaceutique, il est aujourd'hui devenu impensable dans de nombreux secteurs d'activité de travailler sans l'intelligence artificielle. ■

2.2 APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (MACHINE LEARNING)

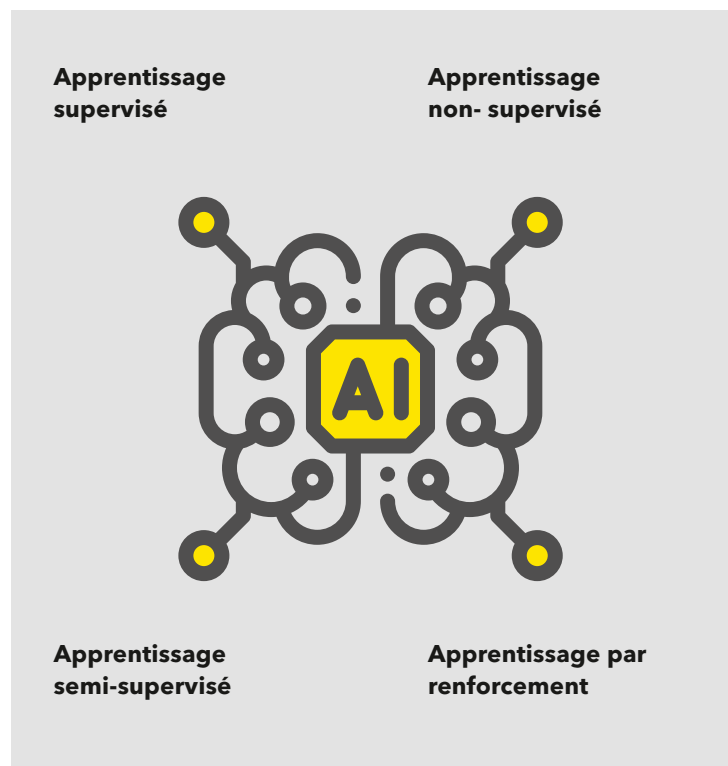
L'apprentissage automatique est un terme générique qui comprend plusieurs processus utilisés pour déterminer une relation fonctionnelle inconnue entre des données d'entrée et de sortie. En plus d'applications traditionnelles essentielles telles que la formation de clusters, la régression, l'analyse factorielle et les analyses de séries temporelles, il intègre également des méthodes plus complexes comme des réseaux neuronaux, des approches évolutives et des machines vectorielles de support.

Sous sa forme la plus simple, un algorithme d'apprentissage automatique est alimenté en informations qu'il doit analyser et reconnaître afin d'obtenir un résultat spécifique. Prenons l'exemple de la détection du courrier indésirable (spams), utilisée par la majorité des messageries électroniques : on présente au programme des milliers d'e-mails classés en tant que « courrier indésirable » ou « courrier légitime ». De cette façon, l'algorithme « apprend » à identifier le courrier indésirable en détectant certains éléments qui permettent de faire la distinction entre courrier indésirable et légitime.

Les algorithmes cherchent donc à détecter des schémas (patterns) au sein de bases de données, de classer les données ou de faire des prédictions. La présentation de morceaux musicaux ou les recommandations d'achat sur les plateformes en ligne, ainsi que l'optimisation des campagnes marketing et du service client en sont d'autres exemples.

Détecter les bons schémas est d'une importance capitale dans ce cas, car l'on peut presque toujours établir des règles au sein de bases de données, ainsi que des liens vers d'autres événements. Cependant, savoir si cela peut avoir son importance dans la résolution d'un problème spécifique est une toute autre question. ■

On distingue généralement quatre stratégies d'apprentissage principales utilisées par les algorithmes :



2.2.1 APPRENTISSAGE SUPERVISÉ

Dans le cadre de ce qui est de loin le type le plus répandu d'apprentissage automatique, l'apprentissage supervisé, on présente à l'algorithme une entrée (par exemple des images) accompagnée de la sortie recherchée (des étiquettes).

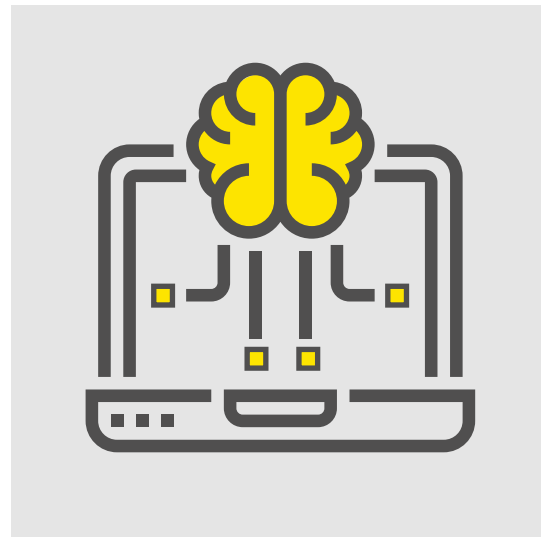
Exemple : si un ordinateur a pour tâche de distinguer des photos de chats et de chiens, alors on lui présente des centaines de photos de chats et de chiens, prises sous des angles très variés, chacune accompagnée de l'étiquette « CHAT » ou « CHIEN » correspondante. De cette façon, l'algorithme doit pouvoir être capable de développer une règle à appliquer à l'avenir pour faire une distinction claire entre un chat et un chien. L'algorithme doit aussi être capable de faire des abstractions ou de généraliser à partir des données d'apprentissage. On parle de « surapprentissage » lorsque les connaissances numériques existantes sont obscurcies par l'apport d'un trop grand nombre de données d'entrée. Cette stratégie a déjà été utilisée depuis nombre d'années dans des applications ou l'on utilise un appareil photo, plutôt qu'un scanner laser traditionnel, pour détecter et analyser des codes-barres ou des codes Datamatrix. ■

2.2.2 APPRENTISSAGE NON-SUPERVISÉ

L'apprentissage non supervisé tente de définir des schémas appropriés simplement en observant les données d'entrée. Il cherche ainsi à réduire l'énorme quantité de données dans le monde réel, en matière de dimension et de complexité et sans perte notable. Il est évident qu'il s'agit d'une tâche bien plus complexe sans objectifs déterminés. ■

2.2.3 APPRENTISSAGE SEMI-SUPERVISÉ

L'apprentissage semi-supervisé combine les deux processus précédemment décrits. Concrètement, en plus de la tâche de reconnaissance de données étiquetées, le système s'occupe simultanément d'en réduire les dimensions pour obtenir une reconnaissance plus rapide, efficace et fiable. ■



2.2.4 APPRENTISSAGE PAR RENFORCEMENT

Grâce à l'apprentissage par renforcement, l'algorithme apprend tout seul la meilleure stratégie à appliquer pour atteindre un objectif futur. On ne présente pas le résultat à l'algorithme, mais on lui donne une indication (un renforcement) lui signalant dans quelle mesure il se rapproche ou s'éloigne de l'objectif visé. Les algorithmes d'apprentissage par renforcement basés sur des réseaux neuronaux profonds (« apprentissage par renforcement profond ») se sont avérés particulièrement efficaces.

Le réseau neuronal détecte des schémas (patterns) au sein des données et, à partir de ceux-ci, développe un modèle de la partie du monde décrite par ces données. Ces données d'apprentissage ne sont pas présentées à l'algorithme, mais au lieu de cela, il va obtenir ces données en interagissant avec son environnement et grâce au feedback qu'il reçoit. Cette méthode est particulièrement adaptée aux problèmes de classification, de prédiction et de production. ►

L'apprentissage par renforcement est utilisé dans les cas où le chemin menant à l'objectif joue également un rôle et qu'aucune information précise concernant le résultat n'est disponible. Le résultat est alors estimé en s'appuyant sur la base de connaissances précédentes.

L'apprentissage automatique aide à résoudre des problèmes de classification, de prédiction et de production.

Classification	Classifier/étiqueter des objets visuels	Identifier des objets, des visages dans des photos et des vidéos.
	Classifier/étiqueter du texte et de l'écriture manuelle	Identifier des lettres, des symboles, des mots dans des échantillons écrits.
	Classifier/étiqueter des fichiers audio	Classifier et étiqueter des chansons depuis des échantillons audio.
	Grouper d'autres données (clusters)	Segmenter des objets (par ex. des clients, des caractéristiques produits) en catégories ou en clusters.
	Découvrir des associations	Identifier le fait que les personnes qui regardent un certain type d'émissions télévisées liront aussi un certain type de livres.
Prédiction	Prédire une probabilité de résultat	Prédire la probabilité selon laquelle un client choisira un autre fournisseur.
	Prédire	Sur la base d'un historique de données, prédire la demande pour un produit.
	Estimer la fonction de valeur	Sur la base de milliers de parties jouées, prédire/estimer les récompenses qu'apporteront les actions dans la suite du jeu.
Génération	Générer des objets visuels	Sur la base de plusieurs peintures d'un même artiste, produire une nouvelle peinture du même style.
	Générer du texte et de l'écriture manuelle	Sur la base d'un historique de textes, remplir les parties manquantes d'une page unique.
	Générer des fichiers audio	Générer un nouvel enregistrement potentiel dans le même style ou genre.
	Générer d'autres données	Sur la base des données météo d'un pays, remplir des données manquantes pour les pays dont la qualité des données est faible.

Les problèmes de classification nécessitent par exemple d'identifier des objets (photos, vidéos, textes, sons) et de les connecter entre eux ou à d'autres sources de données. Grouper les clients en différentes catégories en est un exemple d'application. Interconnecter des objets et des données est également une condition préalable pour effectuer des prévisions ou pour la production de textes ou d'images, telle que la génération d'une image manquante dans une vidéo. ■

2.3 LE DEEP LEARNING DANS LES RÉSEAUX NEURONAUX

Pendant longtemps, des tâches qui ne posaient même pas de problème à un enfant, comme détecter le contenu d'une image ou reconnaître une voix, ont constitué un obstacle pour les machines.

Mais cela a changé ces dernières années grâce au deep learning, ou apprentissage profond, une approche basée sur la technologie des réseaux de neurone artificiels. Dans ce contexte, le mot « profond » (deep) fait référence au nombre de couches de neurones cachées dans le réseau. Les réseaux neuronaux basés sur l'apprentissage profond résiduel, la méthode actuelle la plus complexe utilisée pour la reconnaissance d'objets, peuvent contenir plus de mille de ces couches cachées. ■

2.3.1 RÉSEAUX NEURONAUX ET DEEP LEARNING : PRINCIPES FONDAMENTAUX

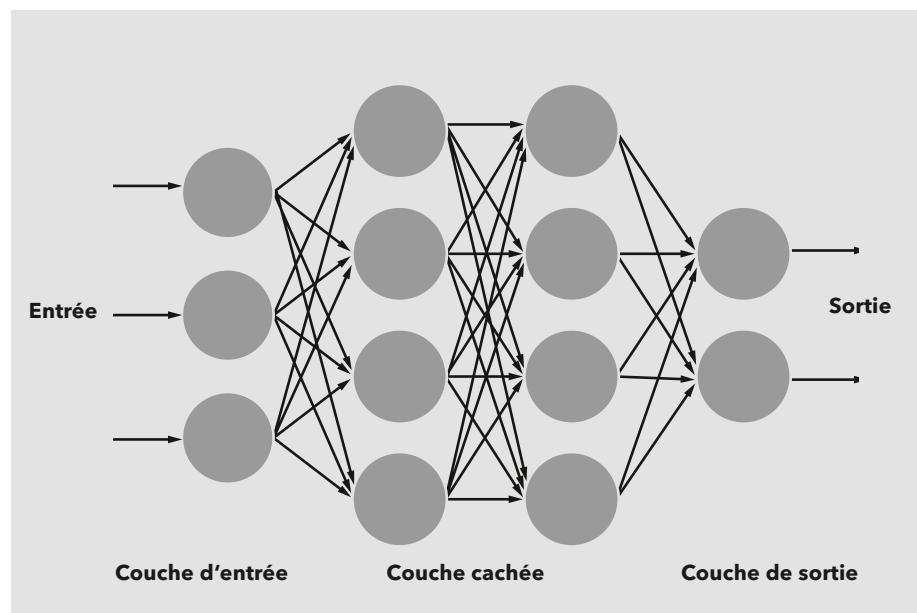
Les réseaux neuronaux artificiels se basent sur le modèle du cerveau humain et ont pour but de résoudre des problèmes à la façon de l'homme. Il s'agit de réseaux d'éléments de traitement de données étroitement connectés, les neurones, que l'on peut également appeler « nœuds ». Ceux-ci reçoivent des informations depuis leur environnement ou d'autres neurones, les traitent, puis les passent à d'autres nœuds ou à l'environnement.

Seules les couches extérieures, c'est-à-dire la couche d'entrée et la couche de sortie, peuvent être observées. Ce qui se passe à l'intérieur du réseau est invisible et il est souvent difficile de réaliser des contrôles de vraisemblance à des fins de validation et de vérification.

Les neurones artificiels sont formés et agencés en couches multiples les uns sur ou derrière les autres. Chaque niveau du réseau contribue à obtenir, on l'espère, la sortie correcte. Cette extraction de données s'effectue indépendamment dans les différents niveaux individuels. À son tour, la donnée de sortie de ces couches individuelles sert ensuite d'entrée pour le prochain niveau. Le réseau apprend à accomplir des tâches spécifiques grâce à d'immenses volumes de données de formation de haute qualité.

Les réseaux neuronaux sont formés de trois couches principales :

- **La couche d'entrée**
- **(Éventuellement) une ou plusieurs couches cachées**
- **La couche de sortie**

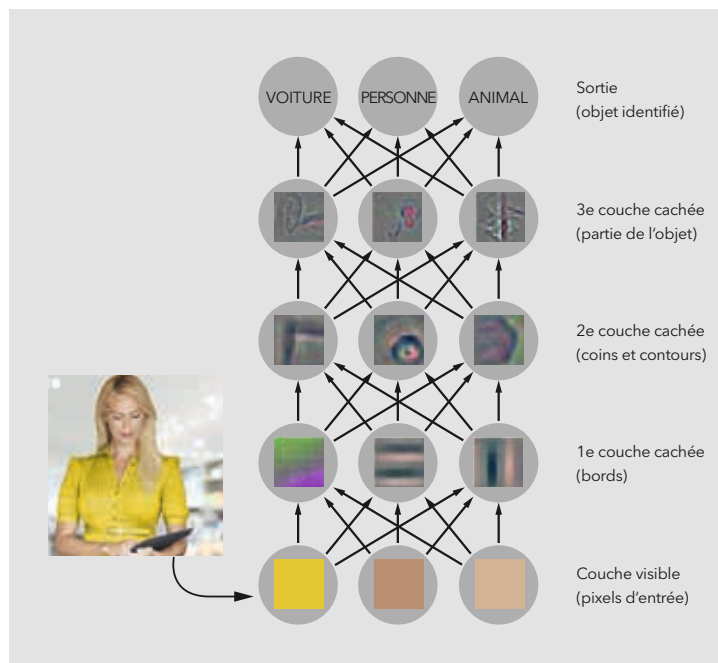


Exemple : il est relativement difficile pour un ordinateur d'enregistrer l'importance d'une photo au premier coup d'œil comme le ferait une personne. Discerner une forme significative à partir d'un groupe de pixels est une tâche très complexe qu'il est presque impossible de réaliser directement.

Avec le deep learning, le réseau neuronal divise l'image en de nombreuses parties d'images et chacune d'elles sont traitées par une couche, par exemple les bords, les coins, les contours, etc. Ainsi, par exemple, la première couche cachée détecte les bords en comparant la luminosité des pixels adjacents, puis passe cette information à la deuxième couche cachée qui cherche alors les coins et les contours (car après tout, ce ne sont rien de plus qu'un ensemble de bords). Sur la base de cette information, la troisième couche cachée cherche alors des ensembles de coins et de bords typiques d'un objet spécifique, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'objet soit enfin identifié. ►

On attribue un poids à chaque connexion entre les nœuds, et il sera modifié au cours du processus d'apprentissage. Un poids positif signifie que le neurone exerce une influence excitatrice sur un autre neurone, tandis qu'un poids négatif indique que cette influence est de nature restrictive. Et lorsque le poids est de zéro, le neurone n'exerce aucune influence sur un autre neurone. Tout comme dans notre vie quotidienne, nous ne remarquons pas lorsqu'un moustique nous pique ou qu'une tique nous mord, les réseaux neuronaux nécessitent aussi une « fonction d'activation » qui élimine les plus petites valeurs et se concentre sur les interconnexions qui sont vraiment importantes.

Dans l'exemple ci contre, la « valeur en pixels » à la droite de l'image (valeur d'entrée) correspond à la catégorie « personne » (valeur de sortie). Si la valeur de sortie générée par le réseau neuronal ne correspond pas à la catégorie, un signal accompagné d'un message d'erreur est renvoyé au réseau. Les valeurs pondérées sont modifiées en conséquence et une nouvelle tentative est lancée. Avec le temps, le réseau emmagasine ces petits changements de poids et apprend à restituer dans la bonne catégorie une valeur de pixel qui lui est présentée. ■



2.4 INFORMATIQUE COGNITIVE

Quelques auteurs font référence à une autre variante de l'IA : l'informatique cognitive.

Il s'agit de systèmes qui prennent en charge des tâches spécifiques ou prennent des décisions spécifiques en tant qu'assistants ou à la place de l'homme. Ils sont par exemple utilisés pour la gestion des sinistres dans une société d'assurance ou pour des diagnostics à l'hôpital.

Ces systèmes peuvent gérer l'ambiguïté et l'imprécision, et ont une grande marge d'autonomie dans leur champ de connaissance. ■



L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LA LOGISTIQUE

Dans une étude de 2016 menée par Crisp Research AG auprès de décideurs en informatique, il a été montré que le secteur de la logistique est l'un de ceux regroupant le plus grand nombre d'entreprises utilisant déjà activement les processus d'apprentissage automatique.

Statut actuel des industries dans la mise en place de l'apprentissage automatique (n=168)

Secteur d'activité	Evaluation / planification	Premières expériences & prototypes	Utilisé dans des secteurs d'activités sélectionnés	Mis en place dans de nombreux secteurs de l'entreprise
Équipementier et industrie automobile	60 %	20 %	0 %	20 %
Construction de machines et de systèmes	52,9 %	17,7 %	29,4 %	0 %
Industrie chimique	30 %	40 %	30 %	0 %
Industrie métallurgique	38,5 %	46,2 %	15,4 %	0 %
Biens de consommation et commerce	18,8 %	43,8 %	25 %	12,5 %
Logistique et transport	16,7 %	41,7 %	41,7 %	0 %
Banque et assurance	28,6 %	33,3 %	28,6 %	9,5 %
Services professionnels	38,5 %	23,1 %	30,8 %	7,7 %
Pharmacie et santé	22,2 %	55,6 %	22,2 %	0 %
Informatique, télécommunications, média	11,8 %	47,1 %	26,5 %	14,7 %
Secteur public et éducation	27,8 %	44,4 %	27,8 %	0 %



Cela s'explique peut-être en partie par le fait que le changement des conditions de base est devenu perceptible plus tôt dans le secteur hautement concurrentiel de la logistique que dans d'autres secteurs, en raison de l'évolution des besoins (par exemple, le commerce électronique), de la digitalisation rapide et des nouveaux modèles économiques qui en découlent. Le secteur de la logistique est confronté à une compétitivité toujours plus forte et doit faire face à une multitude de nouveaux défis au fil des années. Ces défis sont d'autant plus grands à cause des promesses toujours plus ambitieuses des fournisseurs en ligne et des attentes croissantes des consommateurs finaux qui en résultent, telles que la livraison le même jour et une disponibilité constante des marchandises, y compris pour les produits en vente libre. On observe de plus une augmentation constante de commandes de petites quantités.



Ces évolutions conduisent les entreprises logistiques à repenser leurs modèles économiques et leur stratégie. L'automatisation à grande échelle de tous les processus logistiques, intégrés et gérés par un système informatique standardisé, constitue une réponse à ces défis. Ce système se base cependant toujours sur les données entrées par les opérateurs humains, même si les différentes étapes du processus fonctionnent déjà de façon largement autonome grâce à l'intégration de capteurs etc.

C'est là qu'intervient le phénomène dit de la « malédiction de la grande dimension » : au fur et à mesure que la taille et la complexité des opérations logistiques augmentent, ou lorsque des décisions doivent être prises en urgence, même les algorithmes d'optimisation mathématiques précédemment définis échouent. Le délai pour prendre une décision est de plus en plus court, mais l'ampleur du problème augmente en parallèle.

En utilisant l'intelligence artificielle, les fournisseurs de solutions logistiques peuvent non seulement se différencier de la concurrence, mais également augmenter leur efficacité. L'analyse intelligente des données générées à tous les niveaux de la supply chain permet de détecter des relations jusque là invisibles, de développer des scénarios réalistes pour le futur proche, et de rendre le flux général de marchandises beaucoup plus agile et moins sujet aux perturbations.

Aujourd'hui déjà, l'IA est utilisée dans de nombreuses applications. Il s'agit encore souvent de solutions isolées, mais la tendance est clairement à l'intégration.

Manish Chandra et Anand Darvbhe de Accentuate Strategy sont même convaincus que « l'utilisation de l'IA au sein de la supply chain aboutira finalement à un écosystème dans lequel les différentes chaînes de valeurs sont liées les unes aux autres et permettent un flux transparent des produits et des informations d'un bout à l'autre de la chaîne. »

Dans ce qui suit, nous vous présentons quelques domaines du secteur de la logistique dans lesquels l'intelligence artificielle est actuellement utilisée. Ces exemples ne prétendent pas être exhaustifs mais ont pour but premier de souligner le potentiel qu'offrent les technologies de l'IA. ■

3.1 SIMULATION

Les simulations jouent un rôle majeur dans la planification de systèmes et de processus logistiques depuis de nombreuses années.

Les modèles de simulation déterminent des résultats en analysant le comportement dynamique d'un système en regard de paramètres définis. En raison du lien souvent peu visible entre les quantités produites et les paramètres d'un système logistique, l'optimisation manuelle est souvent difficile, ou possible uniquement dans un cas précis, sans pouvoir être appliquée de manière globale.

Le domaine de la simulation a récemment pris un nouvel élan grâce au concept de « jumeau numérique ». La représentation numérique quasiment à l'identique d'un système donné, complétée par des données d'entrée suffisantes, permet aux algorithmes basés sur l'IA d'apprendre une première fois, de continuer à apprendre en continu et de réapprendre en cas de changement de l'environnement logistique.

Sur la base de modèles virtuels, à condition que leur qualité convienne, l'utilisation de l'IA permet d'associer une technologie existante, mature et reconnue dans le rôle de catalyseur, au potentiel accru des sciences numériques. Selon la tâche, on peut envisager différentes approches de résolution des problèmes, par exemple la méthode des éléments finis (MEF), la mécanique des fluides numériques (MFN), une approche basée sur l'événement, la dynamique du système ou les opérateurs. ■

En ce qui concerne les fabricants de systèmes intralogistiques, l'IA peut également accéder aux données de nombreuses tâches passées dont les paramètres sont similaires à ceux du problème actuel.

Une fois de plus, un apprentissage réussi repose sur un volume de données suffisant et représentatif qui ne présente aucun risque de surapprentissage.

3.2 OPTIMISATION

L'intelligence artificielle est également utilisée pour optimiser les processus logistiques de sorte à ce qu'ils puissent s'adapter de façon indépendante et dynamique aux exigences changeantes du marché.

Il peut s'agir, par exemple, d'adapter les processus de préparation de commandes aux fluctuations saisonnières, mais également des tendances dans le passage de commande qui pourrait échapper au regard d'un analyste humain. L'optimisation « classique » a toujours pour point de départ un objectif fixe et constant (la fonction cible). Il est cependant nécessaire d'assouplir cette contrainte dans le cadre de la logistique moderne, car la solution optimale évolue en fonction des besoins du client. ■

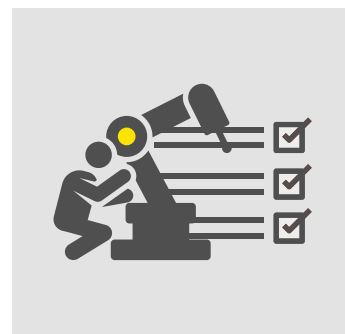
3.2.1 "H" CHEZ HITACHI : L'IA DONNE DES INSTRUCTIONS AUX EMPLOYÉS DE L'ENTREPÔT

L'entreprise japonaise d'électronique Hitachi a développé une technologie d'intelligence artificielle appelée « H » adaptée pour des applications diverses. « H » est la version numérique du Kaizen, la méthode d'amélioration continue des processus de travail.

Le système analyse la façon dont les employés traitent les problèmes. Bien qu'ils agissent souvent dans le cadre d'instructions précises, les employés cherchent sans cesse de nouveaux moyens d'améliorer leur processus de travail, même si ces améliorations sont minimes. « H » rassemble des informations à ce sujet et évalue l'efficacité de chaque approche. Si une méthode particulière aide à augmenter l'efficacité, elle est analysée plus en profondeur puis transférée aux autres employés en tant que consigne de travail.

Parallèlement, « H » est capable de réagir à des changements sur le court terme et de générer des consignes pour des événements résultants de situations spécifiques. L'IA peut également intégrer à ses analyses des données et des fluctuations météorologiques sur demande. Par exemple, une période de mauvais temps peut entraîner des retards dans les arrivées et les départs des camions, et en même temps, la demande pour des vêtements imperméables augmentera.

« H » fonctionne sans feedback préalable d'un responsable humain. Il émet ses instructions directement aux employés et aux systèmes connectés. Cela garantit une réponse rapide et il est possible de mettre en œuvre sans délai des mesures pour augmenter l'efficacité. Hitachi déclare avoir augmenté sa productivité de 8 % grâce à « H », en comparaison avec des entrepôts qui ne sont pas équipés de l'intelligence artificielle. ■



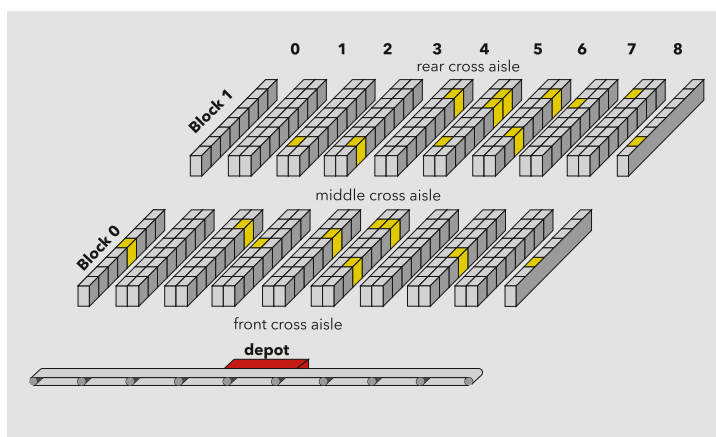
3.2.2 ZALANDO : OPTIMISATION DES TRAJETS GRÂCE AU DEEP LEARNING

Le calcul des trajets des préparateurs est l'un des problèmes majeurs dans les entrepôts de préparation de commandes. Chez Zalando, un réseau neuronal artificiel a été formé à déterminer les trajets les plus courts. L'algorithme génère une solution capable de répartir les tâches de préparation de commandes entre les employés de façon plus efficace et d'en accélérer le processus.

Le postulat de départ était un entrepôt simplifié dans lequel les articles à prélever sont stockés dans des travées de rayonnages parallèles les unes aux autres. Des allées longitudinales et transversales se trouvent entre les rayonnages.

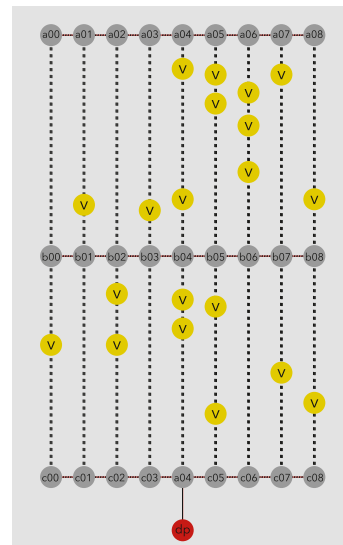
Le préparateur de commandes reçoit une liste et se déplace le long des rayonnages avec un chariot afin de prélever les articles demandés. En principe, l'association d'une liste de prélèvement et d'un trajet est une variante plus complexe du phénomène appelé « problème du voyageur de commerce ».

L'algorithme OCaPi (optimal cart pick) développé par les experts de Zalando ne prend pas seulement en compte les trajets des employés, mais aussi ceux des chariots qui stationnent parfois dans les allées pendant que les opérateurs prélèvent les articles dans les rayonnages. Il fournit ainsi le trajet le plus court. ►



Il faut malheureusement plusieurs secondes à l'algorithme OCaPi pour calculer la liste de prélèvement optimale. C'est bien trop long pour Zalando qui reçoit des milliers de commandes toutes les heures. Afin de réduire ce temps de calcul à quelques millisecondes, un million de listes de prélèvement ont été générées et répertoriées avec leur temps de prélèvement calculé avec OCaPi. Ces données ont ensuite été introduites dans un réseau neuronal. De cette façon, une architecture de réseau a été développée, capable de calculer les temps de trajets avec un taux d'erreur d'un peu plus de 32 secondes par heure : une valeur négligeable.

Afin de tester ce système, il a été élaboré un simple algorithme d'optimisation, qui incluait au départ 40 commandes de 2 articles chacune, divisées de façon aléatoire entre deux listes de prélèvement. Pour 40 commandes, il existe environ 69 milliards de façons de diviser les articles en deux listes de prélèvement. Les trajets calculés par l'IA ont permis de réduire de 11 % le temps de trajet par article prélevé. ■



3.2.3 IA ET ROBOTS AUTONOMES

Il existe aujourd'hui des entrepôts dont les principes de fonctionnement ne peuvent plus être compris par des observateurs humains, car ils sont gérés par une intelligence artificielle. Leur caractéristique commune est en général les robots, et plus particulièrement les véhicules autoguidés (AGV). Dans ces entrepôts, les produits ne sont plus rassemblés par catégories et simplement stockés les uns à côté des autres, comme nous en avons l'habitude dans les supermarchés par exemple. Au lieu de cela, ils sont rangés dans différents rayonnages et allées, d'une façon qui semble chaotique. Cela entraînerait des temps de trajets et de recherches inutiles pour le préparateur de commandes humain, mais cela ne présente aucun problème pour les robots autonomes : lorsqu'on réceptionne une commande, le premier robot disponible prélève l'article qui est stocké au plus près de sa position et le transporte jusqu'aux préparateurs de commandes humains à la fin de la chaîne.

Les robots eux-mêmes ne sont pas « intelligents », mais le système qui se cache derrière l'est absolument. Il considère l'entrepôt comme une unité en mouvement constant doté de paramètres changeants, de la demande de produits spécifiques à la position actuelle de chaque robot. Si des robots tels que ceux de Kiva Systems sont utilisés, alors la géographie de l'entrepôt change également constamment, car ces robots ne transportent pas les produits individuellement jusqu'au préparateur de commandes, mais des travées de rayonnages toutes entières.



L'utilisation de véhicules sans conducteur constitue une approche alternative. Les flottes d'AGV, capables de détecter leur environnement indépendamment les uns des autres grâce à l'utilisation de scanners, de capteurs et de puces RFID, se déplacent de façon autonome jusqu'à leurs destinations. En l'absence d'un système de gestion centralisé, les AGV contrôlent la distribution et la réception des commandes eux-mêmes, déterminent des règles afin de trouver le meilleur trajet, et partagent leur position les uns avec les autres. Puisque les AGV traitent les informations de façon décentralisée, en pratique, le contrôle est réparti entre de nombreux véhicules. En cas de perturbation ou si des obstacles surviennent, la flotte réagit de manière indépendante et résout le problème. ■



AI-controlled KIVA robots in action.

3.3 L'ANALYSE PRÉDICTIVE

Aujourd'hui, les chaînes logistiques dynamiques font appel aux technologies du Big Data. Seule l'utilisation de ces technologies a pu rendre possible le traitement des énormes quantités de données générées – par exemple par les capteurs – pour obtenir une image du monde réel et prendre des décisions éclairées. Les technologies du Big Data permettent d'établir des prévisions et des analyses de scénarios sophistiquées, permettant ainsi une planification précise des capacités et l'optimisation des chaînes logistiques et des stocks.

L'analyse prédictive repose principalement sur l'exploration de données, un domaine d'utilisation traditionnel pour l'intelligence artificielle. Il s'agit de détecter des modèles (patterns) dans les volumes de données. Cela implique l'utilisation de calculs statistiques, éventuellement d'éléments de la théorie des jeux, de processus sémantiques et de méthodes de recherche opérationnelle.

L'étape préliminaire de l'analyse prédictive est connue sous le nom d'analyse descriptive ; l'étape suivante porte le nom d'analyse prescriptive, au cours de laquelle l'IA formule des recommandations d'action en fonction des relations détectées.

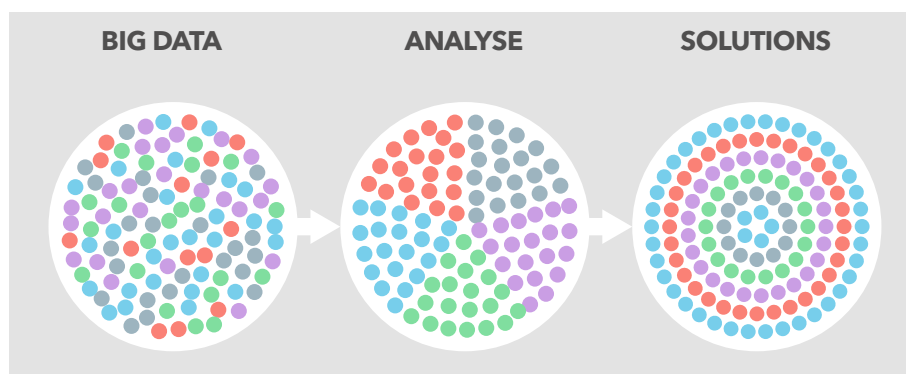
Un niveau élevé de fiabilité des données est nécessaire pour obtenir un résultat significatif.

La qualité de la prédiction dépend toujours de la qualité des données mises à la disposition du système. Cette fiabilité n'est pas toujours assurée. Dans de trop nombreux cas, la saisie des données est encore effectuée à la main et contient donc des erreurs, même si celles-ci sont involontaires. Cependant, en particulier dans la logistique, les données générées en continu constituent un excellent point de départ pour adapter le système de manière redondante aux conditions environnementales qui ont changé.

Bien que les systèmes d'IA soient capables de pallier aux erreurs individuelles dans les gros volumes de données, il existe toutefois un risque d'obtenir des résultats incorrects si de nombreux écarts mineurs s'accumulent. Il ne s'agit donc pas simplement de recueillir des données, mais aussi de les « comprendre » dès le départ.

L'utilisation de différentes unités de mesure en est un exemple courant. Si certains enregistrements de données fonctionnent avec l'unité de mesure « mètres », tandis que d'autres utilisent l'unité de mesure « pieds », il faut veiller à ce que la normalisation à une unité de mesure standard prédéterminée soit effectuée à l'avance. Pour cela, il est nécessaire de faire appel à des scientifiques qualifiés et expérimentés, spécialisés dans les données. Il s'agit d'une description de poste relativement nouvelle pour des spécialistes en mesure de traiter d'énormes quantités de données et d'en tirer le plus grand profit possible grâce à leurs compétences informatiques actualisées, à leur connaissance approfondie des procédés mathématiques et statistiques et à la précision des informations reçues sur l'environnement technique du client.

L'accident de la navette spatiale Challenger en 1986 est un excellent exemple de ce qui se passe lorsqu'un problème n'est pas analysé et reconnu dans son intégralité. L'examen des mesures de la défaillance du joint torique douteux qui a déclenché l'explosion n'a pas suffi à fournir à lui seul des informations permettant de bien évaluer le risque d'un lancement de la navette à des températures inférieures à 37 °F. Si les données des défaillances avaient été comparées dans leur contexte aux valeurs des essais réussis, le regroupement correspondant des mauvaises valeurs dans la plage de température inférieure et le regroupement des valeurs dans la plage de température supérieure auraient immédiatement conduit les scientifiques à reconnaître le fait que la température était un facteur critique pour ce composant. ■



3.3.1 OTTO : PLUS DE DEUX MILLIONS DE RETOURS EN MOINS GRÂCE À L'IA

Otto est une entreprise multicanale et l'un des plus grands vendeurs en ligne d'articles de mode et d'équipements pour la maison en Allemagne. Le groupe réalise 75 % du total de ses ventes par l'intermédiaire de boutiques en ligne. Il propose 1,8 million d'articles et 3 600 marques.

Comme pour les autres entreprises de commerce électronique, les retours entraînent des coûts élevés – plusieurs millions d'euros par an pour Otto. Une analyse des données disponibles a révélé que les clients qui recevaient leurs marchandises dans les deux jours suivant leur commande retournaient moins d'articles en moyenne.

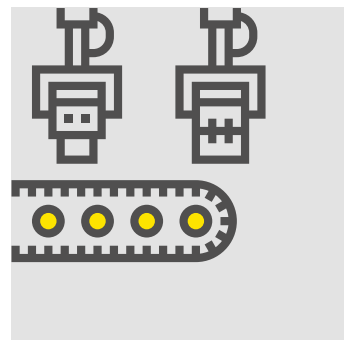
De plus, les clients préfèrent recevoir leur commande en une seule livraison et non pas en plusieurs envois.

Comme Otto vend des articles d'autres fabricants et ne stocke pas une grande partie de ces articles, l'entreprise s'est retrouvée dans une situation difficile : soit elle attend que tous les articles d'une commande soient arrivés avant de les envoyer dans un seul colis, ce qui prend généralement plus de deux jours, soit elle expédie les articles dès l'arrivée des marchandises, ce qui signifie plusieurs livraisons.

Otto a déployé un algorithme de deep learning, développé à l'origine pour des applications en physique des particules. Cette technologie d'IA a permis d'analyser environ trois milliards d'enregistrements de données et 200 variables, y compris des transactions, des requêtes de recherche sur le site Web d'Otto et des prévisions météorologiques, afin d'obtenir une prévision pour les achats de la semaine à venir.

Le système d'IA s'est avéré très efficace. Il est capable de prédire, avec une précision de 90 %, ce qui sera vendu dans les 30 prochains jours. Par conséquent, Otto peut désormais commander environ 200 000 articles à l'avance chaque mois et expédier les articles plus rapidement dans un seul colis lorsqu'un client passe une commande. Résultat : depuis l'introduction du système d'IA, le nombre de retours par an a diminué d'environ deux millions d'articles. Moins de colis expédiés signifie que leurs émissions de carbone ont également été réduites de façon considérable.

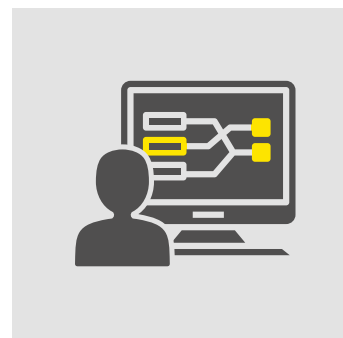
Zalando expérimente également une autre approche. Afin de réduire le nombre de retours, des expériences sont en cours sur le problème des tailles, car il a été établi que 30 à 40 % des retours sont dus aux produits dont la taille n'est pas la bonne. Le but est de réduire ce chiffre. Pour ce faire, Zalando s'appuie sur l'apprentissage automatique. L'entreprise a commencé par les chaussures. Un certain nombre d'hommes et de femmes essaient des chaussures à leur taille et indiquent si elles leur vont bien ou non. L'IA évalue ces données et tente d'obtenir un modèle à partir de ces données. À l'avenir, si un client commande une paire de chaussures et prend généralement toujours une taille 39, le système devrait pouvoir lui dire que la taille 40 convient peut-être mieux pour cette marque en particulier. ■



3.3.2 ZALANDO : UN MAGASIN ADAPTÉ POUR CHAQUE CLIENT

Zalando a commencé comme magasin de chaussures et de vêtements, mais se considère désormais comme un groupe technologique, qui aspire à devenir un prestataire de services pour le secteur de la mode dans son ensemble. En conséquence, le groupe emploie maintenant plusieurs milliers de programmeurs.

Selon un article paru dans le journal Handelsblatt, le groupe envisage d'investir des dizaines de millions d'euros dans des algorithmes intelligents au cours des dix-huit prochains mois. Ces algorithmes iront au-delà des approches de recommandation existantes et créeront des boutiques en ligne individuelles pour chaque client, offrant ainsi une sélection optimisée et réduite parmi les 300 000 articles que Zalando commercialise chaque saison. ■



3.3.3 DE L'IA DANS L'AIR

Dans les grands entrepôts, les erreurs de comptage et de saisie des données dans l'inventaire des marchandises stockées sont un problème fréquent. Rien qu'aux États-Unis, de telles erreurs sont responsables de pertes financières qui se chiffrent en milliards de dollars. L'intelligence artificielle peut aussi aider à résoudre ce problème.

La société américaine Intelligent Flying Machines (IFM) a développé un drone ne nécessitant pas de GPS pour s'orienter dans l'espace, mais pouvant, à la place, se déplacer avec une précision extrême dans un espace clos à l'aide d'algorithmes d'IA. La caméra enregistre les articles et leur position, puis les données sont comparées à celles du système de gestion d'entrepôt (WMS). Les algorithmes intelligents constituent la base de cette solution. ■

3.4 DE LA MAINTENANCE PRÉDICTIVE À LA MAINTENANCE PRESCRIPTIVE

Afin de se rapprocher de l'exigence d'équipements (presque) totalement fiable pour un fonctionnement hautement performant de l'entrepôt et d'éviter les arrêts de production, les technologies d'IA sont également utilisées pour prédire la durée de vie (restante) des machines et des systèmes. La maintenance prédictive est utilisée pour détecter la défaillance imminente d'un élément de l'équipement en fonctionnement et pour prendre des mesures préventives afin d'éviter une telle défaillance. La maintenance prédictive repose sur quatre piliers :

- **L'acquisition des données**
- **Le transfert des données**
- **L'évaluation des données**
- **Les mesures pour maintenir la fonctionnalité**

Pour des raisons de coût, dans la plupart des installations industrielles, l'acquisition des données se fait encore par l'intermédiaire de tests et de travaux de maintenance. Toutefois, en raison de la baisse des coûts des capteurs et des équipements de transfert de données, la surveillance numérique en temps réel finira par s'imposer. Les données acquises sont recueillies de manière centralisée et peuvent être évaluées sous différents aspects. Lorsqu'il est probable que des problèmes vont se poser, il est alors possible de prendre les mesures nécessaires à temps, afin d'éviter un dysfonctionnement ou une longue période d'arrêt du système.

Des systèmes d'IA bien pensés sont d'ores et déjà en mesure de fournir une assistance dans ce domaine, en particulier lorsqu'il s'agit d'analyser de la masse de données. Pour que la maintenance prédictive fonctionne bien, tous les mouvements pertinents des composants pris en considération doivent être enregistrés et sauvegardés, y compris les paramètres associés. Les facteurs qui influencent la fiabilité opérationnelle dépendent du matériel pris en considération. Dans le cas d'un quai, par exemple, ces facteurs sont chaque événement d'ouverture et de fermeture, ainsi que les actions de tous les composants impliqués, du système de contrôle au cylindre de pression et à l'usure du rouleau.

Sur cette base, l'étape suivante est la maintenance prescriptive. Suite à la prédiction d'un dysfonctionnement à venir, la date et l'heure de la maintenance, le personnel concerné et, dans l'idéal, les pièces de rechange à fournir, sont planifiés de manière proactive pendant une période creuse. Ce plan peut aller jusqu'à influencer les paramètres de l'équipement en question pour faire en sorte que les mouvements qui pourraient aggraver les dommages ne soient plus exécutés à pleine puissance, mais aussi prudemment que possible avec une utilisation optimale de l'infrastructure, afin de ne pas provoquer de dysfonctionnement avant la date de maintenance prévue.

De plus, il serait faux de supposer qu'il s'agit seulement de se fier aux capteurs. Les capteurs modernes, et le fait que les capteurs soient connectés, permettent de détecter les valeurs erronées transmises par les capteurs, et l'IA peut les interpoler en combinaison avec d'autres valeurs de mesure. Cependant, le problème ne vient pas toujours de la machine - le capteur lui-même peut présenter un défaut qui ne doit pas nécessairement conduire à un arrêt planifié. ■



CONCLUSION : QUELS CHANGEMENTS L'IA APORTE-ELLE À LA CHAÎNE DE VALEUR

On peut d'ores et déjà affirmer avec certitude que l'utilisation de l'IA aura un impact considérable sur les processus logistiques à tous les niveaux dans les années à venir. Les exemples cités démontrent à quel point l'IA est, à l'heure actuelle, déjà utilisée dans le secteur de la logistique.

De nombreux experts estiment que les technologies basées sur l'IA auront des répercussions notamment dans les domaines suivants :

- **Productivité** : L'IA augmente considérablement la productivité dans l'entrepôt, en particulier pour le commerce en ligne, grâce au calcul automatique des meilleures solutions.
- **Communication** : Les employés et les superviseurs de l'entrepôt doivent communiquer rapidement les uns avec les autres afin de réagir aux changements ou aux perturbations. Les robots interconnectés contrôlés par l'IA garantissent une communication presque simultanée et sans erreur, contribuant ainsi à accroître la productivité.
- **Gestion d'entrepôt** : Dans quelques années à peine, de vastes zones de l'entrepôt seront entièrement automatisées. Les technologies basées sur l'IA en font de plus en plus partie intégrante, notamment en ce qui concerne les prévisions à court et à moyen terme.
- **Frais de personnel** : More effective use of personnel thanks to AI-controlled resource planning leads to lower personnel costs or higher reliability thanks to the formation of reserves, to be used in the case of staff sickness, for example.
- **Robotique** : Les robots contrôlés par l'IA réduisent considérablement les temps de prélèvement.
- **Stock d'entrepôt** : Les technologies basées sur l'IA permettent de réduire les stocks dans les entrepôts et d'accélérer les cycles.

Qui plus est, d'après l'étude Logistics Trend Radar de DHL, deux grandes tendances se dégagent, qui ne sont rendues possibles que par l'utilisation de l'IA :

- **Logistique anticipatoire** : La prévision de l'évolution de la demande a des effets sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, depuis les fabricants en mesure d'accroître leur production jusqu'aux détaillants, qui peuvent commander et entreposer des stocks appropriés à l'avance et ajuster la planification de leur personnel en fonction des prévisions, en passant par les entreprises de transport qui disposent d'un nombre de véhicules approprié. En outre, la logistique anticipatoire permet de détecter les risques dans la chaîne d'approvisionnement à un stade précoce, de la probabilité du dysfonctionnement d'un véhicule ou d'une machine aux vagues de maladies saisonnières ayant des répercussions sur les effectifs.
- **Système d'apprentissage** : L'apprentissage automatique est utilisé pour lire des documents manuscrits (p. ex. des étiquettes sur des lettres ou des colis) et pour détecter des événements récurrents dans l'entrepôt ou pendant la préparation de commandes, qui peuvent ensuite donner lieu à des règles de prélèvement spécifiques. Il est également possible d'optimiser les réassorts automatiques rapides des articles dans les quantités appropriées à l'aide d'algorithmes d'autoapprentissage.

Cependant, dans de nombreux cas, les exemples cités ici restent des solutions isolées qui nécessitent également des dépenses importantes en termes de puissance de traitement et de programmation, c'est-à-dire des investissements importants en personnel et en technologie. Pour cette raison, il ne sera pas rentable pour les moyennes entreprises, en particulier, de créer leurs propres services d'IA. Toutefois, certains prestataires de services externes expérimentés peuvent fournir des services appropriés.

Il ne faut jamais perdre de vue que, dans une chaîne logistique intégrée, le système de stockage doit pouvoir donner suite aux informations fournies par l'IA, sinon tout ce qui est en train d'être créé n'est qu'une solution autonome de plus. L'intégration progressive des technologies d'IA dans un système logiciel logistique complet et évolutif semble donc être la meilleure stratégie à l'heure actuelle. En procédant de cette manière, les perturbations seront en grande partie évitées et des éléments supplémentaires pourront être intégrés au système étape par étape.

Cette approche permettra également au système de rester sous contrôle. En outre, il faut toujours prévoir des stratégies de secours pour faire face aux changements imprévisibles. C'est le seul moyen de garantir une exploitation continue de l'entrepôt. ■



Le système WAMAS® Lighthouse de SSI SCHÄFER est une plate-forme d'information centralisée qui analyse et visualise l'ensemble de la chaîne logistique. À l'aide de plusieurs tableaux de bord, il est possible non seulement de visualiser à tout moment les données de performance actuelles des systèmes et processus logistiques, mais également d'élaborer et d'exécuter des scénarios basés sur des algorithmes d'IA intégrés.

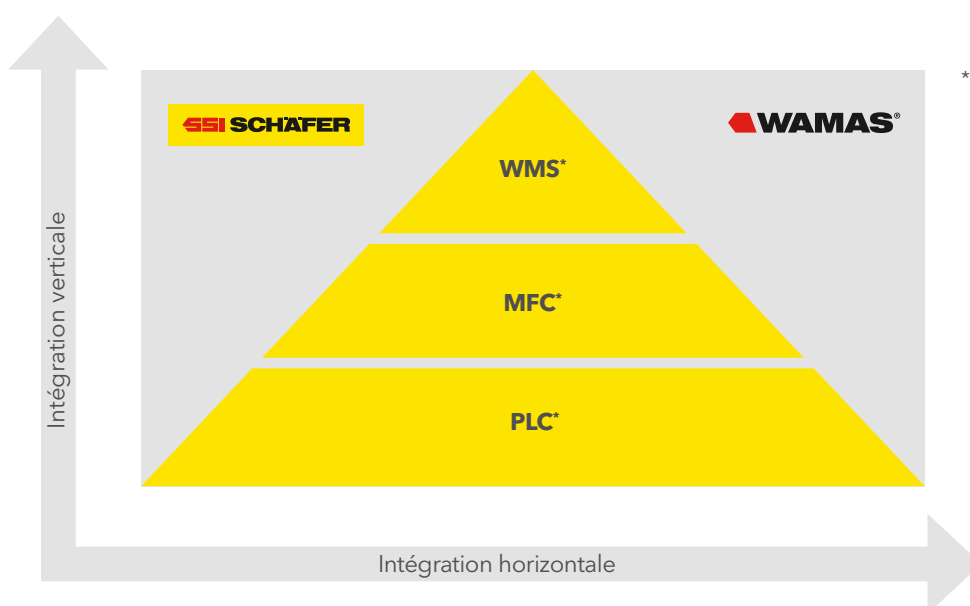


L'APPROCHE DE SSI SCHÄFER

Il est nécessaire de mettre en œuvre une démarche globale, en particulier pour les technologies de stockage. Certains développements tels que le concept d'industrie 4.0 utilisent le pilotage décentralisé comme principe de fonctionnement. Mais les procédures d'optimisation qui sont contrôlées de manière décentralisée, c'est-à-dire les procédures spécifiques à une machine ou à une installation locale, doivent également faire partie d'un processus intégré et bien s'harmoniser entre elles.

Mais comment cela peut-il fonctionner lorsque les composants ou les sous-systèmes proviennent de fabricants, de fournisseurs ou de partenaires différents ? Quelles difficultés rencontre-t-on obligatoirement s'il n'est pas possible de fournir le retour d'information nécessaire en raison de problèmes d'interface ou de fonctionnalité, en particulier dans le cas de procédures basées sur un apprentissage supervisé ou d'un apprentissage par renforcement ? Et une dernière question, qui n'est pas des moindres, se pose également : comment utiliser efficacement l'IA si les approches respectives des différents fabricants/fournisseurs ne sont pas suffisamment harmonisées les unes par rapport aux autres ?

SSI SCHÄFER est le seul fournisseur intralogistique proposant une intégration horizontale et verticale de tous les composants et parties du système comme base pour l'implémentation des nouvelles technologies : ►



* WMS (système de gestion d'entrepôt), MFC (calculateur de flux de matière), PLC (automate programmable industriel)

L'intégration des composants matériels et des outils logiciels correspondants est une condition préalable fondamentale, non seulement pour permettre aux différentes machines qui se trouvent au sein des flux de marchandises d'apprendre les unes des autres, mais aussi pour pouvoir évaluer simultanément le succès global des systèmes de pilotage (locaux) intelligents par le biais des retours d'information des systèmes de niveau supérieur.

Cela ouvre également la possibilité d'utiliser cette technologie améliorée pour déployer de manière ciblée les algorithmes et les approches pertinents. La devise « local autant que possible – central autant que nécessaire – le tout SANS perte de qualité ou de performance » est le principe directeur du déploiement ciblé des outils appropriés de prédiction, de prévision, de prise de décision et autres outils d'aide à la décision, là où cela a le plus de sens et est le plus avantageux.

De plus, cette approche intégrée présente un avantage dans le cas où une IA est confrontée à une situation complètement nouvelle qu'elle n'a pas encore apprise. Dans un tel cas, il est alors possible de recourir pour la prise de décision aux stratégies conventionnelles existantes, validées et établies au sein du réseau WAMAS®.

Cependant, quelque soit la technologie, le succès de tout nouveau développement ne sera déterminé que dans sa capacité à permettre un fonctionnement plus efficace, souple et dynamique de l'entrepôt. ■

Legal Notice

Livre blanc

L'intelligence artificielle dans la logistique

Rédacteur en chef

SSI Schäfer IT Solutions GmbH
Friesachstraße 15
8114 Friesach
Tel. +43 3127 2000
friesach@ssi-schaefer.com

Responsable du contenu SSI

SSI Schäfer IT Solutions GmbH
Jacqueline Fauland

Tous droits réservés.
Réimpression uniquement avec l'autorisation expresse de l'éditeur.
Aucune responsabilité pour les erreurs d'impression.

Sources

Björn Böttcher, Daniel Klemm, Dr. Carlo Velten, Machine Learning im Unternehmenseinsatz - Results of an empirical study in cooperation with The unbelievable Machine Company (*um) and Hewlett Packard Enterprise, Crisp Research, January 2017 (<https://www.crisp-research.com/neue-studie-machine-learning-im-unternehmenseinsatz-kunstliche-intelligenz-als-grundlage-digitaler-transformationsprozesse/>) | R. Buchmann, E. Issing, S. Hochrein & M. Bleifuß. The Internet of Things (IoT) within the Intra-logistics Industry, Whitepaper, SSI SCHAEFER 2016 | Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016 | McKinsey Global Institute, The age of analytics - Competing in a data-driven world, 2016 (<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/the-age-of-analytics-competing-in-a-data-driven-world>) | Michael Oettinger. Data Science: Eine praxisorientierte Einführung im Umfeld von Machine Learning, künstlicher Intelligenz und Big Data (German Edition), tredition, 2017 | Calvin Seward, Optimizing Warehouse Operations with Machine Learning on GPUs, 2016 (<https://devblogs.nvidia.com/optimizing-warehouse-operations-machine-learning-gpus/>)
Picture credits: S. 3: ©shutterstock, jocic, ©shutterstock, Zerbor | S. 4: ©shutterstock, Tatiana Shepeleva | S. 5: ©shutterstock, Zapp2Photo | S. 15: ©iStock, Chesky_W | S. 16: ©shutterstock, MicroOne

