

Livre blanc

Robotisation et logistique

Enjeux et perspectives



Remerciements

GS1 France tient à exprimer ses remerciements aux personnes suivantes :

Abder Aggoun (KLS Optim), Pierre Audic (FIMEC Technologies), Christian Bens (Franprix - Leader Price), Roff Beyer (BSL-Logistique), Michel Bouillet (Scacentre), Jérôme Cavelier (Scapest), Guy Caverot (BA. Systems), Jean-Yves Costa (Hardis Group), Max Da Silva Simoes (CEA List), Martial Deschamps (Scacentre), Lionel Fourny (Stime - Intermarché), Jean-Marc Heilig (Witron), Patrick Jourdan (Stime - Intermarché), Odile Laborie (EOS Innovation), Michel Le Grouyère (Système U Ouest), Rémy Leveque (Ulma Handling Systems), Baptiste Mauget (Balyo), Fleur Mawrot (Symop) Laurent Picot (CETIM), Olivier Rochet (Scallog), Yannick Schultz (Leclerc - Scapalsace), Bruno Siri (Conseil National de l'emballage), Paola Tullio (Dalmec).

Si malgré toutes nos précautions, des erreurs persistaient dans ce document, merci de bien vouloir nous les signaler.

Sommaire

Executive Summary	5
Définitions : De la mécanisation à la robotisation	6
07 Pourquoi GS1 et la robotique ?	
09 Enjeux et opportunités	
S'inspirer des chaînes de production	11
Enjeux stratégiques	12
La logistique à l'ère du commerce digital	12
Réduire les coûts logistiques	12
Un cadre réglementaire de plus en plus strict	12
Enjeux opérationnels : de nombreux gains attendus	13
17 Les robots dans les entrepôts : Etat de l'Art	
Des AGV pour déplacer les produits	19
Des bras robotisés pour une palettisation optimisée	21
Les bras robotisés	21
Des palettes optimisées	22
Les systèmes « Goods to man »	23
Les systèmes intégrés	26
Les robots de surveillance	28
La Cobotique pour l'aide à la manipulation	28
Les drones	29
Robots du futur : les perspectives	31
33 Pour une logistique robotisée efficace : les défis à relever	
Robotiser de bout en bout	35
Repenser le rôle de l'homme	35
L'interopérabilité des organisations	36
Des bonnes pratiques à définir	36
La nécessaire communication entre les partenaires	36
L'importance de la qualité des données	37
L'interopérabilité des unités logistiques	38
Une identification sans faille	38
Vers une homogénéisation des unités logistiques	39
L'interopérabilité des solutions	40
Conclusion	43
Références	45

Executive Summary

Longtemps les robots ont été l'apanage des industriels, mais depuis quelques années, ils font leur apparition dans le monde de la logistique. Cette robotisation de la chaîne d'approvisionnement représente sans doute un des moyens efficaces de répondre aux défis de la digitalisation du commerce et de ses conséquences sur la chaîne d'approvisionnement. L'intérêt grandissant d'Amazon, Leclerc, Système U ou Google, est sans doute une bonne illustration de l'importance du sujet.

D'un point de vue opérationnel, la robotisation constitue une réponse aux objectifs de réduction des coûts et à la nécessité pour les acteurs de la logistique de s'inscrire dans un cadre réglementaire de plus en plus strict. Les premières implantations permettent de constater notamment des réductions des cycles de commande et de livraison, des gains de productivité, une réduction de la démarque ou encore une lutte plus efficace contre la pénibilité du travail.

L'introduction de ces robots conçus pour des opérations logistiques, peut aussi bien s'envisager dans une logique de refonte complète des entrepôts que dans une logique d'optimisation de certains postes. Véhicules automatisés, bras robotisés, « goods to man », systèmes intégrés, drones, cobots (la collaboration entre l'opérateur et robots d'assistance),... autant de solutions

qui répondent aux besoins des différentes entreprises et à leurs organisations.

Les entreprises qui se lancent dans la robotisation de leur logistique doivent cependant intégrer un certain nombre de paramètres afin de rentabiliser et pérenniser leurs investissements. Outre la nécessité évidente de penser son organisation interne en fonction de ses besoins, la robotisation demande également de revoir l'interface avec la logistique de ses partenaires. L'interopérabilité est alors essentielle à 3 niveaux :

- ▶ **Interopérabilité des organisations** : la robotisation nécessite une rigueur accrue car ces machines ont une capacité d'adaptation limitée. Il est donc nécessaire d'établir des bonnes pratiques entre partenaires afin d'optimiser le fonctionnement des robots et de limiter les erreurs ou blocages liés à des situations inconnues ou jugées incohérentes par les machines (comme par exemple, un intercalaire mal disposé sur une palette).
- ▶ **Interopérabilité des marchandises** : les robots sont conçus pour fonctionner avec certains types de conditionnement et certaines contraintes de préhension. Souvent les marchandises d'un format atypique ne peuvent pas être traitées automatiquement par des systèmes robotisés et nécessitent une intervention humaine.

- **Interopérabilité des solutions** : comme pour l'informatique, dépendre d'un seul fournisseur de solutions pour concevoir et optimiser le coût de fonctionnement et les performances de son système robotisé est souvent illusoire. La compatibilité des machines et des systèmes informatiques est donc indispensable à la bonne optimisation globale du système.

Avec la livraison par drones de ses commandes, le consommateur final ne verra qu'une partie infime de la robotisation de la logistique. Expérimenter, évaluer et déployer la robotique tout au long de la supply chain permettra aux entreprises les plus dynamiques et innovantes dans ce domaine de disposer d'un avantage significatif dans un contexte où le client accepte de moins en moins de ne pas trouver, ou d'attendre, les produits qu'il souhaite acquérir.

DÉFINITIONS :

De la mécanisation à la robotisation

Depuis la révolution industrielle, les machines n'ont cessé de se perfectionner pour pouvoir réaliser des tâches répétitives, difficiles, dangereuses, voire impossibles pour des humains. De nouvelles générations d'outils offrant d'importants gains de productivité et de qualité se sont largement implantés dans l'industrie et font depuis quelques années leur apparition dans la logistique. Il est désormais question de mécanisation, automatisation ou robotisation de la chaîne d'approvisionnement, ce qui nécessite de bien comprendre la nuance entre ces différents concepts ⁽¹⁾.

La mécanisation est l'utilisation généralisée de la machine pour remplacer l'usage de la force humaine. La mise en place de convoyeurs ou de transpalettes sont des exemples de mécanisation.

L'automatisation est l'utilisation de machines pour effectuer de manière autonome les tâches pour lesquelles elles ont été programmées. Entraînant une redéfinition des processus, une suppression totale ou partielle de l'intervention humaine, en particulier pour les tâches physiques les plus difficiles et répétitives. Une filmeuse, ou un bras collant une étiquette, permettent par exemple d'automatiser une partie de la préparation d'une palette.

La robotisation est l'utilisation d'appareils automatiques capables de manipuler des objets ou d'exécuter des opérations selon un programme fixe, modifiable ou adaptable. C'est cette adaptabilité qui confère au robot sa spécificité par rapport aux autres machines. Les robots peuvent agir seuls, ou être les constituants de systèmes complexes mécanisés ou automatisés. Un robot sera, par exemple, capable de constituer une palette en tenant compte des différents types de colis qu'il doit y positionner.

(1) Définitions données à partir du Larousse.

Pourquoi GS1 et la robotique ?



Depuis 40 ans, l'organisation de standardisation GS1 travaille avec les distributeurs, les industriels et les offreurs de solutions, à la dématérialisation et l'automatisation des points de ventes et des échanges commerciaux. Pour cela, différents standards au premier rang desquels le code à barres et l'EDI⁽²⁾ ont été développés et mis en œuvre en concertation pour les acteurs de la distribution. L'interopérabilité de la chaîne d'approvisionnement se base sur ce système défini par GS1. Aujourd'hui encore, GS1 accompagne les différents acteurs de la supply chain dans le déploiement de nouveaux standards comme l'identification par radiofréquence (RFID) ou les catalogues électroniques.

Pour la chaîne logistique, l'automatisation et la robotisation sont le prolongement de son informatisation et de sa mécanisation. Le défi de l'intégration des robots dans une supply chain interconnectée et ouverte se pose donc aux entreprises. GS1 continue à accompagner tous les acteurs concernés dans l'élaboration de standards d'interopérabilité et la définition de bonnes pratiques collaboratives. Ces travaux permettront à tous de tirer pleinement parti de cette robotisation optimisée de la chaîne logistique.

(2) EDI pour Echange de Données Informatisé

Enjeux et opportunités



I mplantés depuis les années 60 dans l'industrie, les robots s'installent désormais tout au long de la chaîne d'approvisionnement pour répondre aux nouveaux besoins de la logistique. Ces outils permettent de satisfaire aux différents enjeux stratégiques et opérationnels qui se présentent aux logisticiens de l'ère digitale. Ils peuvent également, s'ils sont bien utilisés, respecter les différentes contraintes réglementaires de plus en plus strictes et générer de nombreux types de gains.

S'inspirer des chaînes de production

Depuis l'apparition en 1961 du premier robot industriel, puis celle du premier bras robotisé en 1973, les usines ont progressivement ouvert leurs portes aux différents robots. Les industriels ont implanté, en particulier, des bras robotisés (80% du marché de la robotique en France) sur leurs chaînes de production ou de conditionnement et se sont ainsi familiarisés avec ces technologies. Certaines filières traditionnellement moins industrialisées, comme la boucherie, prennent aujourd'hui conscience des gains pouvant être apportés par la mise en place de robots pour leur production. Les robots industriels ne sont d'ailleurs plus le privilège des grands groupes, ils s'implantent peu à peu dans les PME.

Selon le Boston Consulting Group, la combinaison des différents outils technologiques à disposition permet, en moyenne, de réduire les coûts de production de 20 à 40%. En termes de qualité et de productivité, les gains potentiels de la robotisation sont donc très importants. C'est logiquement que l'automatisation et la robotisation suivent les produits après leur production et s'installent désormais tout le long de la chaîne d'approvisionnement.

120 millions de dollars

DE GAIN DE PRODUCTIVITÉ
CHEZ FORD

COÛT HORAIRE
D'UN ROBOT DE SOUDURE :
8 DOLLARS DE L'HEURE
D'UN OUVRIER :
25 DOLLARS DE L'HEURE

Pour un investissement de 15 millions de dollars réalisé sur 5 ans, Ford estime avoir gagné plus de 120 millions de dollars sur cette période.



1,5% par an

de croissance
du marché prévu d'ici

2020

en France par Xerfi



Le secteur automobile constitue encore 40% du marché des bras robotisés

Enjeux stratégiques

Les professionnels de la logistique doivent s'adapter à de nouveaux besoins, en faisant également face à de nouvelles contraintes. La robotisation et l'automatisation des opérations apparaissent comme des réponses fortes à ces enjeux stratégiques.

La logistique à l'ère du commerce digital

Aujourd'hui, le consommateur attend de la grande distribution qu'elle prenne en compte ses besoins spécifiques, tout en gardant les particularités qui ont fait son succès : prix bas, choix, qualité et disponibilité des produits. Les distributeurs, sensibles aux désirs des consommateurs, ont

évolué en multipliant les magasins de proximité de petit format ou en développant les drives. Le commerce devient omni-canal : les canaux de distribution se multiplient et se diversifient.

Les stocks tampons des magasins ont disparu, nécessitant des livraisons de plus en plus fréquentes, mieux structurées et mieux organisées pour tenir compte de la taille des points de vente et de la rotation des produits. Parallèlement, pour répondre aux demandes des clients, les industriels ont développé de nouveaux produits et les références se sont multipliées dans les entrepôts.

Réduire les coûts logistiques

Les entreprises sont à la recherche de leviers d'économie et de réduction des coûts. Dans l'ensemble, la production a été rationalisée grâce à la robotisation des usines, à la mise en place de projets de type LEAN ou à la délocalisation.

La logistique doit aussi optimiser son fonctionnement, c'est-à-dire être plus efficace en coûtant moins cher. Compte tenu de la nécessité de rester relativement proche des zones de livraison, il est difficile de délocaliser les opérations logistiques pour bénéficier de main d'œuvre moins chère ou de réglementations moins strictes. Les deux leviers qui s'offrent aujourd'hui aux logisticiens pour rationaliser leurs activités sont donc l'organisation (qui a déjà été largement optimisée ces dernières années) et l'automatisation. Bien adaptés aux entreprises, les robots doivent en effet permettre de faire baisser les coûts de la logistique tout en améliorant la qualité du service.

Un cadre réglementaire de plus en plus strict

L'organisation a été optimisée pour permettre aux opérateurs d'être le plus efficace possible, mais les manutentionnaires sont limités dans les tâches simples et répétitives par leurs contraintes physiques et leurs conséquences (Troubles Musculo-Squelettiques, charge mentale, accidents du travail). Parallèlement, les limites réglementaires de pénibilité sont de plus en plus strictes et difficiles à respecter pour les préparateurs de commandes. La mise en place des comptes individuels de pénibilité



Source EY Omni-channel value chain survey

Enjeux opérationnels

risquent également de complexifier la gestion des opérations.

Actuellement, les normes en vigueur (NF X35-109) limitent les opérateurs à la manipulation quotidienne cumulée de 7,5 tonnes, ce qui affecte la productivité des manutentionnaires dans les entrepôts. La grande distribution est d'ailleurs l'un des secteurs d'activité les plus impactés par les TMS et les accidents du travail.

En 2010, l'assurance maladie dénombrait dans les magasins 29 000 accidents et 2,27 millions de journées perdues.

Dans le même temps, les réglementations environnementales évoluent également. Dans le cadre de la loi de transition énergétique, l'utilisation des camions sera de plus en plus contraignante. L'optimisation de leur taux de remplissage et la limitation des tournées devient donc stratégique.

De nombreux gains sont ainsi attendus grâce à la mise en œuvre des différents types de systèmes automatisés et robotisés.

De nombreux gains attendus

Répondre aux nouveaux besoins des consommateurs a un réel impact sur la logistique car les palettes préparées pour les points de vente doivent contenir de plus en plus de produits différents et donc de plus en plus de colis qu'il faut préparer dans des délais toujours plus serrés. Pour répondre à cette nécessité, les professionnels de la logistique ont déjà optimisé les organisations, segmentant et automatisant les tâches à l'extrême. Avec la préparation vocale, les opérateurs sont équipés d'une oreillette dans laquelle une voix de synthèse émise par le WMS les guide pour chacun de leurs déplacements et chacune de leurs opérations. L'homme a atteint son point ultime de « robotisation » et le pas technologique de la robotisation véritable doit maintenant être franchi pour répondre aux besoins.

Cette robotisation a d'ailleurs déjà commencé : chez les industriels en bout de chaîne de production pour la mise en cartons et la palettisation, mais aussi chez les distributeurs et leurs prestataires à travers la mécanisation et l'automatisation des plateformes de distribution (trieurs, filmeuses, palettiseurs,...).

Mais si la mécanisation est déjà très présente, l'introduction de robots et de systèmes automatisés doit permettre d'accroître la flexibilité et l'agilité des processus logistiques. Le robot peut en effet travailler sur une plage horaire de 24h par jour ; il s'affranchit des conditions de tem-

pérature, d'éclairage ou du poids total soulevé dans la journée. Si les processus sont pensés pour les robots (et non pour une machine mimant les opérateurs) la productivité, la régularité et la qualité de la réalisation des tâches sont supérieures à celle de l'homme. Alstef qui installe des solutions robotisées de picking

GAIN DE PRODUCTIVITÉ POUR LE PICKING EN CHAMBRE FROIDE :

90 à 100
références

PAR HEURE ET PAR OPÉRATEUR
AVEC UN SYSTÈME ROBOTISÉ

30 à 60
références

PAR HEURE ET
PAR OPÉRATEUR
SANS L'AIDE DE LA
ROBOTISATION

Source :
Alstef, installateur
de système
de picking robotisé



en chambre froide annonce, par exemple, traiter de 90 à 100 références par heure et par opérateur avec son système, contre 30 à 60 références sans l'aide des robots.

► **Optimisation des outils logistiques et de leur utilisation,**

(taux de remplissage des palettes et des camions, taux de rotation des supports).

Avec la mise en place début 2015 de son entrepôt 100% automatisé, Scapalsace annonce une diminution de 30% du nombre de rotations des camions. Cette diminution est due au regroupement des activités sur un seul site, mais aussi à une optimisation du taux de remplissage des palettes. Le plan de palettisation est en effet optimisé par des logiciels de construction 3D. Cette diminution du nombre de tournées a un impact sur les coûts mais aussi sur l'environnement.

► **Gain de temps dans le cycle de livraison**

Les commandes passées par les magasins en fin d'après-midi peuvent plus facilement être livrées dès le lendemain matin grâce aux opérations menées par les robots pendant la nuit. Ce gain de temps et cette meilleure réactivité des entrepôts permettent de diminuer le stock en magasin et de diminuer le nombre et la durée des ruptures en linéaire.

« La réactivité est un facteur à prendre en compte pour expliquer le développement de la préparation automatique, car le processus manuel avec ses longs chemins de picking, prend beaucoup plus de temps que l'installation automatisée pour préparer une ou deux palettes. Cela permet donc de repousser l'heure du cutt-off des commandes. »

Sylvain Cerise,
Directeur Département
Automatisation SSI Schaefer
France

► **Gain de productivité**

Pour les opérations de picking, les systèmes « goods to man » évitent au préparateur de se déplacer, ce qui lui permet de préparer plus de commandes. De même, les systèmes d'assistance robotisée permettent aux opérateurs de réaliser plus facilement et plus rapidement un certain nombre de tâches répétitives et pénibles comme lors des opérations de chargement.

LE BOSTON CONSULTING GROUP ESTIME QUE GRÂCE À LA ROBOTISATION DES OUTILS DE PRODUCTION,

LE COÛT DU TRAVAIL BAISSERA POUR LES ENTREPRISES DE

16%

DANS LE MONDE

9%

EN FRANCE D'ICI À 2025.



► **Gain sur les charges de personnel**

La robotisation permet d'optimiser les ressources humaines nécessaires, mais surtout de faire baisser sensiblement le nombre d'arrêts maladie et d'accidents du travail qui représentent des coûts significatifs pour les employeurs. Par ailleurs, les robots offrent plus de flexibilité car ils peuvent fonctionner en permanence et ne s'arrêtant que pour des contraintes de maintenance.

► Gains de place

La largeur de l'allée entre les rayonnages est limitée à l'encombrement de l'appareil de manutention, les transstockeurs et autres systèmes intégrés permettent donc de stocker plus de marchandises sur la même surface au sol.

► Diminution de la démarque

Les robots permettent de limiter la démarque due au personnel mal intentionné. Il existe également des robots conçus pour surveiller les entrepôts et prévenir les cambriolages. Par ailleurs, les systèmes automatisés optimisés permettent de réduire la casse.

► Meilleure connaissance des produits et de leur localisation

Les robots sont équipés de lecteurs qui leur permettent d'enregistrer tous les mouvements de marchandises. Ils peuvent également effectuer des inventaires en temps réel et donner ainsi au WMS une visibilité précise de l'entrepôt.

► Enregistrement systématique des informations de traçabilité

Equippé de lecteurs de codes à barres, d'un lien direct à un logiciel de WMS, les robots enregistrent en temps réel tous les mouvements qu'ils effectuent et permettent de suivre, sans erreur, les produits sur les entrepôts depuis leur livraison jusqu'à leur expédition.

► Contrôles qualité systématiques et automatisés

Les contrôles sont intégrés aux programmes des robots. Ils sont donc effectués de manière systématique, et non plus par échantillonnage comme cela pouvait être le cas auparavant.

► Lutte contre la pénibilité, les TMS et les accidents du travail

Les tâches les plus pénibles sont effectuées par les robots. Les systèmes de type «Goods to man» permettent, par exemple, aux manutentionnaires de parcourir moins de distance pour le picking et de saisir la marchandise sans avoir à se pencher. D'autres outils comme les cobots assistent les opérateurs pour soulever des charges. Quant à eux, les systèmes totalement automatisés permettent aux opérateurs de se limiter aux opérations de contrôle, au traitement des cas particuliers.

► Préparation du travail des opérateurs

Les robots peuvent également préparer certaines tâches pour que les opérateurs puissent se concentrer sur des opérations spécifiques nécessitant un certain savoir-faire. Par exemple, lors des opérations de cross-docking, les AGV ⁽³⁾ peuvent préparer la dalle de ventilation en disposant les palettes aux bons endroits. Les opérateurs n'auront plus que l'éclatement à faire sans devoir déplacer les palettes.

LE CABINET DELOITTE
A CONSTATÉ **UN GAIN DE
PLACE DE**

80 à 100%

CHEZ SES CLIENTS ÉQUIPÉS
DE CES OUTILS QUI DOUBLENT
PRESQUE AINSI LA CAPACITÉ DE
LEURS ENTREPÔTS.

(3) AGV pour Automatic Guided Vehicle - Véhicule automatisé

Les robots dans les entrepôts : Etat de l'Art



Différents types d'outils automatisés et robotisés ont déjà fait leur apparition tout au long de la supply chain. Des véhicules automatisés à la cobotique, ils offrent un panel de fonctionnalités et de bénéfices très variés permettant de répondre à de grandes diversités de besoins et de contextes opérationnels.

Des AGV pour déplacer les produits

Le principe : le chariot élévateur automatique déplaçant les palettes dans les entrepôts

Les AGV ou Automatic Guided Vehicle sont des véhicules automatiques qui circulent dans un environnement donné. Ils disposent de la cartographie des circuits qu'ils empruntent. Quel que soit leur système de guidage (laser, optique, magnétique, filoguidé, caméra 3D,...), ils gèrent leurs missions de façon autonome sous le pilotage automatique d'un logiciel relié à l'ERP ou au WMS de l'entreprise.

Les AGV sont d'abord apparus chez les industriels, essentiellement pour alimenter à la bonne cadence les lignes de production. Depuis quelques années, ils ont évolué pour traiter des flux moins réguliers et moins prévisibles répondant ainsi aux besoins de la logistique. Ces véhicules sont le plus souvent des chariots élévateurs capables de déplacer les palettes pleines ou vides sur un quai ou dans un entrepôt. Ces AGV savent s'adapter à la présence d'autres véhicules et d'opérateurs à proximité. Ils sont programmés pour connaître leur périmètre d'évolution et les différents emplacements où ils doivent prélever ou déposer les palettes.

Ces véhicules sont également équipés de différents types de capteurs (lecteurs de codes à barres, caméras 3D, scanner laser à rideaux, GPS...). Ces outils leur permettent de se localiser par rapport à leur environnement avec précision mais également de remonter au système central de nombreuses informations sur l'état ou la configuration des stocks par exemple. Les systèmes de localisation s'appuient sur un « apprentissage » de la géographie de la zone d'évolution. Ces systèmes doivent également être capables de détecter d'éventuels

obstacles, dangers ou opérateurs pour éviter les accidents. Plus ils sont sophistiqués, plus le véhicule peut se déplacer rapidement et composer avec les obstacles et les individus qui travaillent sur le même espace. Les systèmes de géolocalisation constituent donc un élément essentiel pour la productivité et le bon fonctionnement des AGV. Ils leur permettent d'évoluer de manière autonome dans leur milieu. Ces systèmes sont d'ailleurs de plus en plus performants et permettent aux robots mobiles de prendre plus rapidement les bonnes décisions.

Les applications des AGV sont diverses :

- ▶ Chargement et déchargement des camions,
- ▶ Lors de l'expédition, lecture automatique de l'étiquette pour acheminer la palette sur le quai,
- ▶ Préparation d'une dalle de ventilation (dépôt des palettes vides avant les opérations de cross-docking),
- ▶ Transport d'une palette vers un convoyeur ou une filmeuse,
- ▶ Mise en stock d'une palette,
- ▶ Optimisation du stockage pendant la nuit,
- ▶ Enregistrement des données de traçabilité,
- ▶ Déplacement des palettes vides,
- ▶ Etc...

DEUX TYPES DE TECHNOLOGIES DÉVELOPPÉES PAR LES CONSTRUCTEURS FRANÇAIS :

BA Systemes

PROPOSE DES VÉHICULES AUTOMATIQUES INTÉGRANT LES SYSTÈMES AUTOMATISÉS DÈS LEUR CONCEPTION.

Balyo

DÉVELOPPE DES BOÎTIERS POUVANT ÊTRE AJOUTÉS À DES CHARIOTS ÉLÉVATEURS CONVENTIONNELS POUR LES RENDRE AUTONOMES. CES DERNIERS PEUVENT DONC ÊTRE GUIDÉS AUTOMATIQUEMENT OU PAR UN OPÉRATEUR.



Chariot élévateur équipé d'un boîtier Balyo le rendant autonome



AGV développé par BA Systemes chargeant un camion

Les AGV se substituent à l'opérateur et à son chariot élévateur, ils s'intègrent ainsi parfaitement dans une organisation classique d'entrepôt. C'est ce qui constitue également leur principale limite puisqu'ils évoluent le plus souvent dans un environnement pensé pour les opérateurs et non pour eux. Par exemple, et contrairement aux navettes des transstockeurs, ils sont la plupart du temps limités à une évolution au sol et sur un ou deux niveaux de stockage.

Les ventes d'AGV représentent aujourd'hui en France 1% des ventes de chariots élévateurs. Le coût d'un AGV est aujourd'hui d'environ 100 000 €. Grâce à des économies d'échelle et à des paramétrages moins longs et moins complexes, ce prix pourrait, selon le constructeur de robots mobiles Bluebotics, rapidement descendre autour de 60 000€. Compte tenu de cette baisse de prix, certains fabricants d'AGV estiment que le marché des chariots élévateurs automatiques pourrait croître de 400% dans les années à venir.

RETOUR SUR INVESTISSEMENT PARTICULIÈREMENT RAPIDE DES AGV

INVESTISSEMENT INITIAL, ACHAT D'UN AGV :

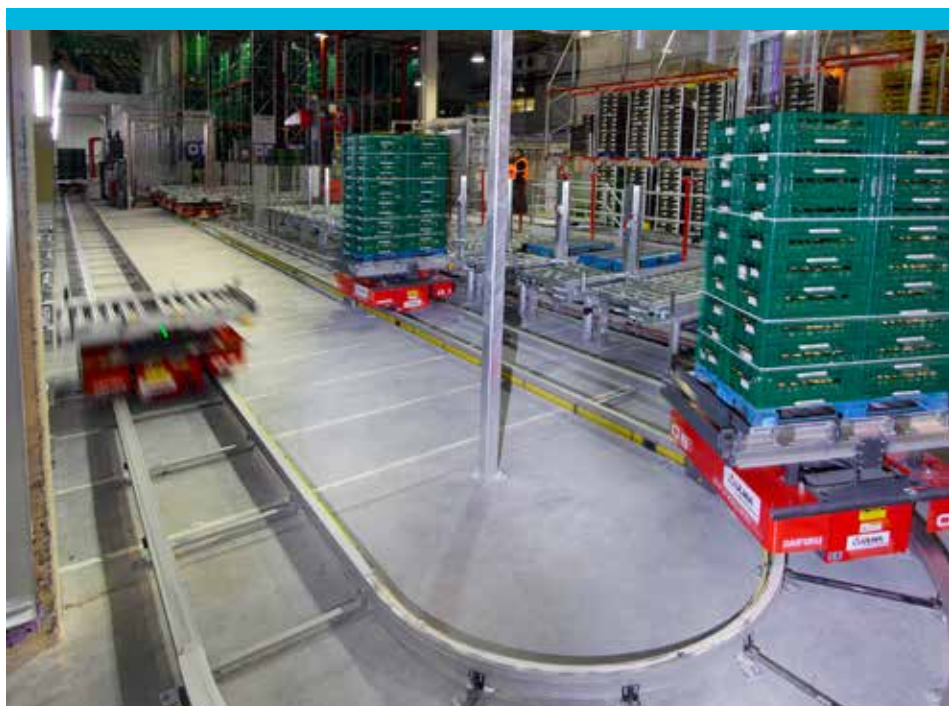
100 000 €

ECONOMIES RÉALISÉES

GRACE À UN AGV (LOCATION D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR ET COÛT D'UN CARISTE) :

45 000€/an

SOIT UN ROI SUR 2 ANS ET 3 MOIS



AGV sur Rail développé par Ulma pour déplacer les bacs plastiques vers les différentes lignes de préparation automatisée des commandes fruits et légumes chez Eroski en Espagne

Des bras robotisés pour une palettisation optimisée

Le principe : des bras mécanisés et automatisés permettant, grâce à un système de préhension, de manipuler des objets, en particulier pour les opérations de palettisation et dépalettisation.

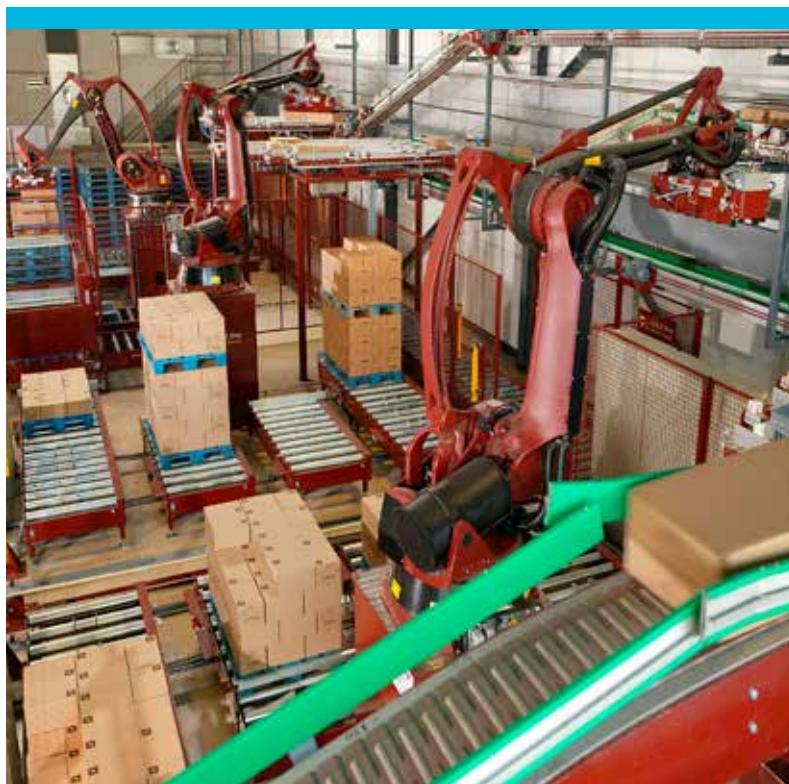
Les bras robotisés

Les bras robotisés, développés depuis quatre décennies pour l'industrie, permettent aujourd'hui de manipuler toutes sortes de produits avec une grande dextérité. Pour les tâches répétitives, leur apport est considérable, tant en termes de rapidité d'exécution que de précision des gestes (jusqu'à 200 mouvements par minute pour les technologies les plus rapides). La grande flexibilité de ces outils permet également au robot de réaliser, durant son cycle de fonctionnement, d'autres opérations en temps masqué comme des contrôles de conformité du produit ou des inventaires.

Ces technologies matures sont capables d'évoluer dans des environnements très divers : chambres stériles, entrepôts frigorifiques, milieux à forte humidité et peuvent donc se substituer aux opérateurs, en particulier lorsque les conditions de picking sont particulièrement éprouvantes.

En logistique, ces bras robotisés sont déjà installés depuis plusieurs années sur les chaînes de conditionnement et pour la palettisation en sortie d'usine. Ils sont désormais également utilisés en entrepôt pour trier des colis (cartons, bacs, plastiques) ou les positionner sur des palettes.

Aujourd'hui, des systèmes logiciels de construction 3D permettent à ces robots de reconstituer des palettes hétérogènes. Leur limite n'est liée



Bras robotisés lors d'opérations de palettisation en bout de ligne de production

qu'à celle de leur préhenseur : l'extrémité du bras qui permet grâce à des systèmes de pinces ou de ventouses d'attraper des unités logistiques plus ou moins grandes, plus ou moins rigides et surtout plus ou moins standards. Il sera difficile pour le même préhenseur de manipuler à la fois des petits cartons et des bacs plastiques. Les changements de préhenseurs restent encore difficiles en temps réel et il n'existe pas, aujourd'hui, de préhenseur universel pour le picking de détail des unités de vente.

Ces bras articulés restent cependant parfaitement adaptés pour constituer par exemple, comme chez Système U Ouest, des palettes hétérogènes de

fruits et légumes placées dans des bacs plastiques similaires.

En manipulant jusqu'à plus de 800 colis par heure, ils peuvent même, selon la configuration de l'entrepôt, constituer plusieurs palettes en parallèle. Leurs installations pour des opérations de picking et de palettisation en entrepôts surgelés (ou le format des cartons est relativement homogène) se multiplient également, évitant ainsi aux opérateurs de travailler dans un environnement trop contraignant.



Système de palettisation hétérogène automatisée avec bras robotisé développé par Ulma

Des palettes optimisées

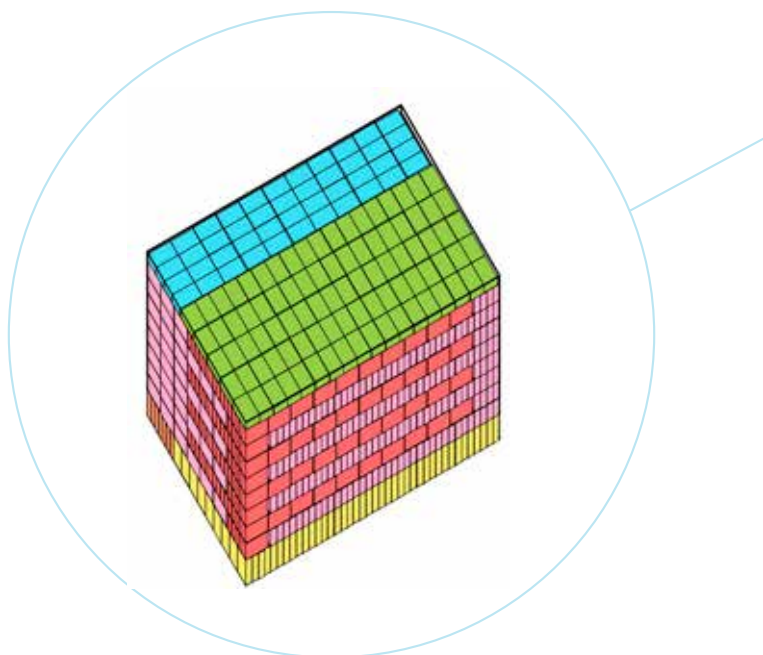
Les réglementations environnementales dans le transport, l'intérêt du citoyen consommateur pour un meilleur respect de son cadre de vie et l'optimisation des ressources poussent les éditeurs de systèmes informatiques pour la logistique (ERP, WMS, WCS, TMS) à investir dans les technologies d'innovation comme la robotique, l'intelligence artificielle ou la réalité virtuelle.

La chasse au vide dans le carton, la palette ou le camion en est un bel exemple. Les avancées dans la préparation de commande robotisée se font grâce à des robots alliant agilité et intelligence. Cette intelligence repose sur des développements logiciels innovants qui s'appuient sur les avancées en Mathématiques Appliquées, en vision et reconnaissance des formes.

Ces outils d'optimisation du précolisage et de la palettisation sont les alliés du succès de la robotique. Certains logiciels fournissent par exemple

tous les détails sur le positionnement du colis dans la palette : la position de la couche, les coordonnées $\{x,y,z\}$ du colis dans la couche, l'orientation, le poids et des instructions de placement. Les informations d'un plan de pré-colisage et de palettisation sont de l'ordre de un à deux kilo-octets, facilement échangeables par les différents outils interconnectés.

Pour fonctionner, un robot dépalettiseur ou palettiseur piloté par un WMS /WCS gagne en efficacité s'il dispose en amont des détails du plan de palettisation. Les informations traditionnellement fournies par le fabricant du produit (le poids, les dimensions et le nombre de colis) peuvent ne pas suffire. Un contenu riche fourni par un ERP / WMS comme : le nombre de couches, le contenu de la couche et la position de chaque carton dans la couche sont des informations utiles pour la mécanisation et la robotique. Ces contenus riches favorisent le développement de robots moins sophistiqués paramétrables pour d'autres besoins et en conséquence moins chers.



Exemple de plan de palettisation généré optimisé à 99% généré par Optim Pallet, et permettant au robot palettiseur de travailler avec une précision de l'ordre du millimètre.

LES LOGICIELS D'ENTREPÔT

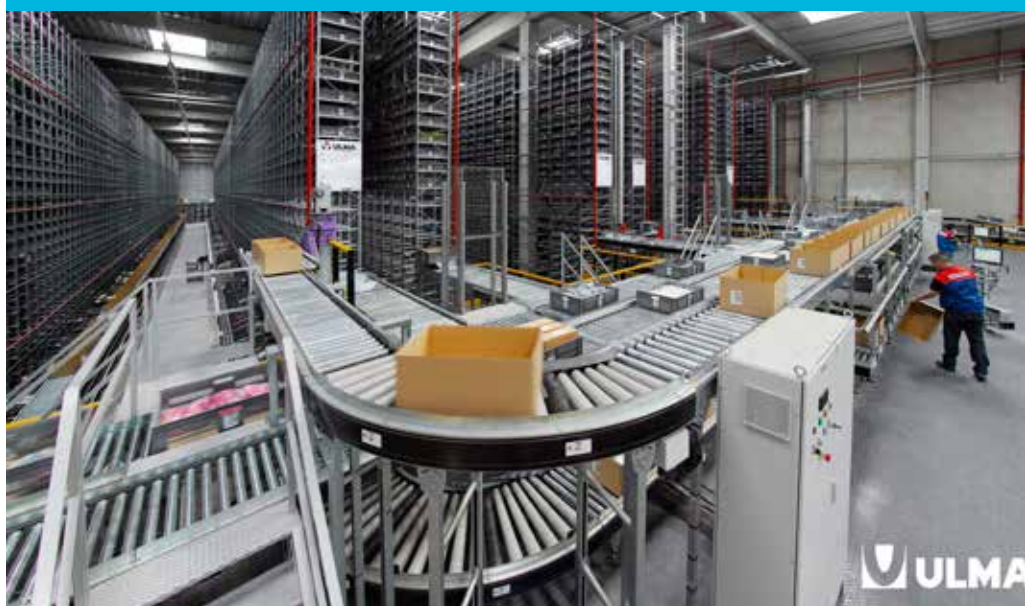
ERP ou progiciel de gestion intégré	L'ERP est un progiciel d'entreprise permettant d'interconnecter des applications informatiques modulaires (indépendantes mais cohérentes) à partir d'une base de données unique.
WMS - Warehouse Management System	Progiciel dédié à la gestion et à l'optimisation des entrepôts et des stocks.
WCS - Warehouse Control System	Progiciel permettant de contrôler et suivre en temps réel les opérations dans un entrepôt.
TMS - Transport Management System	Progiciel dédié à la gestion et à l'optimisation des opérations de transport.

Les systèmes « Goods to man »

Le principe : une organisation bâtie autour de systèmes automatisés apportant directement les produits à l'opérateur en charge du picking afin de lui éviter de se déplacer

Les systèmes de « goods to man » apportent automatiquement la marchandise nécessaire à l'opérateur pour lui permettre de préparer une commande sans quitter son poste de préparation. Ces organisations sont généralement utilisées pour le e-commerce ou la répartition pharmaceutique. Elles offrent un important gain de place puisque la largeur de l'allée entre les rayonnages est limitée à l'encombrement de l'appareil de manutention.

Ces solutions peuvent également représenter un avenir pour des magasins « drive » dédiés où les conditions de picking sont particulièrement difficiles pour les opérateurs.



Système de Picking "goods to man" développé par Ulma pour les magasins ICA en Suède

Plusieurs technologies sont utilisées. Elles sont désormais capables de séquencer les colis dans un ordre prédéterminé, en fonction des spécificités de la préparation.

- Les magasins de stockage rotatifs verticaux sont des grandes armoires équipées de plateaux qui, dans un mouvement rotatif, présentent le produit à l'opérateur.

- Leclerc utilise ce type d'installation dans certains de ses entrepôts de

préparation drive, permettant à 3 salariés de traiter jusqu'à 4 000 références.

- Les carrousels horizontaux fonctionnent de la même manière en utilisant la surface au sol plutôt que la hauteur. Ils sont souvent utilisés pour les opérations de cross-docking. Les cartons sont chargés sur le carrousel puis présentés au préparateur de commande qui en a besoin sans avoir à passer par un quelconque stock.

- Des armoires classiques peuvent également être déplacées par des petits AGV mobiles qui circulent sous les étagères et les soulèvent pour les apporter au poste de picking. C'est l'option retenue par Amazon qui a investi en 2014 dans 10 000 robots de ce type pour ses entrepôts de préparation de commandes.

4 TYPES DE SYSTÈME «GOODS TO MAN»

TYPES DE SYSTÈME	CAS D'UTILISATION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Magasin de stockage rotatif	Préparation de commande à l'unité consommateur (drive)	Toutes les références sont rapidement accessibles au poste de picking	Petite capacité de stockage
Carrousels horizontaux	Cross docking (Unité logistique)	Les références n'ont pas besoin d'être stockées, elles attendent sur le carrousel	Demande une grande surface au sol
Armoires mobiles	Préparation de commande à l'unité consommateur (e-commerce)	Permet de stocker un grand nombre de références. Flexibilité du système	Beaucoup de produits bougent pour chaque opération. Le stockage en hauteur est difficile
Tours de stockage et transstockeur	Préparation de commande à l'unité logistique (commande magasin)	Très grande capacité de stockage	Investissement lourd qui demande une certaine adaptation du bâtiment (en particulier en hauteur)



*Tour de stockage
et transstockeur*



*Exemple de robots développés par Scallog se déplaçant le long des lignes au sol
pour apporter les étagères à l'opérateur chargé du picking*

Les tours de stockage sont des silos qui permettent de stocker les produits qui sont par la suite livrés automatiquement à l'opérateur par des transstockeurs, des convoyeurs ou des navettes. Ce dernier système est plus lourd et plus coûteux à mettre en place. Il est en revanche plus évolutif que les deux premiers. C'est ce type de système qui est par exemple mis en place par Intermarché dans son entrepôt de Montbartier (Tarn et Garonne)

Avec les solutions « goods to man » le rôle de l'opérateur dans les entrepôts est conservé. L'avantage est de limiter les déplacements et les situations de picking, garantissant ainsi une certaine ergonomie du poste de travail (les opérations se déroulant à hauteur d'homme). Comme il est possible de préparer plusieurs commandes en parallèle, les cadences et la productivité augmentent également. Par ailleurs, ces solutions offrent un important gain de place puisqu'il n'y a plus d'allées entre les rayonnages.

**LE PREMIER DRIVE AUTOMATISÉ
DE LECLERC OUVERT EN 2013 À ST NAZAIRE**
(LOIRE ATLANTIQUE)

6 500 références

DONT 4 000 MÉCANISÉES

2 400 commandes

HEBDOMADAIRES

24 salariés

DONT 3 SUR L'AUTOMATE
(AU LIEU DE 40 SANS AUTOMATISATION)

2 km (AU LIEU DE 12)

DISTANCE PARCOURUE QUOTIDIENNEMENT
PAR LES SALARIÉS

**3,4 millions
d'Euros**

D'INVESTISSEMENT DONT 1,7 MILLION
POUR L'AUTOMATE



Les systèmes intégrés

Le principe : des systèmes totalement automatisés, traitant la marchandise depuis son entrée dans l'entrepôt jusqu'à sa sortie. Les opérateurs n'interviennent plus que pour les contrôles et le traitement des cas particuliers

Allant plus loin que les systèmes « goods to man », plusieurs distributeurs en France se sont récemment équipés de systèmes totalement automatisés et intégrés. C'est le cas de Système U Ouest à Ploufragan (Côtes d'Armor), de Leclerc Scapalsace à Niederheirgheim (Haut Rhin) et Scacentre à Yzeure (Allier).

Ces systèmes intègrent à la fois le déchargement, la dé-palettisation, le stockage, le convoyage, le picking automatisé, la préparation de com-

mande, la palettisation, le filmage, le marquage et le chargement des marchandises,... Ces entrepôts s'appuient à la fois sur des systèmes d'AGV, de convoyeurs, de nacelles et des transstockeurs pour déplacer les produits. La palette est constituée, selon les solutions, par des bras robotisés ou par des systèmes de poussoirs.

C'est principalement l'évolution des systèmes de construction 3D qui permet désormais de séquencer des colis différents pour constituer une palette hétérogène en tenant compte de l'ordre de mise en rayon au point de vente, mais aussi du poids et de la rigidité des colis qui a permis d'automatiser l'étape critique qu'est la palettisation.



Système de palettisation hétérogène automatisée avec bras pousseur développé par Witron

Ce type de solution répond ainsi à trois des principaux besoins des plateformes de distribution :

- La mise en place d'un concept global,
- La réduction du temps de cycle et la possibilité de traiter des commandes plus tard dans la journée,
- La réduction de la pénibilité,

Ces plateformes sont organisées autour de l'outil et de leur système informatique central. Les opérateurs ne sont présents que pour traiter les cas particuliers non pris en charge par le système.

Pour l'instant, ces systèmes nécessitent un investissement conséquent (60 millions d'euros, bâtiment compris pour Scapalsace) et ne peuvent s'adapter qu'à certains types d'entrepôts de grande taille. Les paramétrages sont longs et la mise en production de tels systèmes prend plusieurs mois.

Aujourd'hui, les systèmes intégrés ne fonctionnent qu'avec des unités logistiques de regroupement pour la préparation de commande magasins. Pour pouvoir traiter les unités consommateur et les commandes de détail, il faudra que ces systèmes puissent gérer à l'avenir encore plus de références et de formats particuliers. De telles solutions pourront alors être mises en place dans les entrepôts des e-commerçants ou dans les drives dédiés.

**SCAPALSACE A OUVERT DÉBUT 2015 À NIEDERHERGHEIM
PRÈS DE COLMAR UN ENTREPÔT DE 32 000 M² TOTALEMENT
AUTOMATISÉ 21H /24**

98 magasins approvisionnés

(HYPER, SUPER ET DRIVES) SUR 10 DÉPARTEMENTS

CET ENTREPÔT DE NOUVELLE GÉNÉRATION EST ÉQUIPÉ
DE DIFFÉRENTS MODULES AUTOMATISÉS CONÇUS PAR
L'ALLEMAND WITRON :

5 dépalettiseurs

UN STOCKAGE DE

41 000 emplacements palettes

HAUT DE 32 M

10 postes automatiques

DE PALETTISATION

11 000 références

SONT GÉRÉES À TEMPÉRATURE AMBIANTE
PAR 80 SALARIÉS.

CETTE NOUVELLE STRUCTURE POURRA TRAITER JUSQU'À

200 000 colis par jour

(CONTRE 110 000 MAXIMUM AVEC L'ANCIEN ENTREPÔT LORS
DES PÉRIODES DE NOËL).



Entrepôt automatisé de Scapalsace à Niederhergheim

Les robots de surveillance

Le principe : des robots équipés de capteurs effectuent des rondes de surveillance sur un site, en lien avec les agents de sécurité.

Outre les drones, de petits robots de surveillance sont également disponibles. Equipés de caméras, capteurs thermiques et micros, ils se déplacent dans les allées, suivant un parcours aléatoire et alertent le centre de surveillance à la moindre détection d'anomalie ou d'intrusion. Les opérateurs, derrière leurs écrans de surveillance, peuvent ensuite prendre le contrôle du robot et même communiquer oralement avec les individus détectés dans l'entrepôt grâce à des systèmes de micros et haut-parleurs.

En embarquant des capteurs spécifiques, de tels engins permettent également de prévenir les incendies, les dégâts des eaux ou les émanations de produits toxiques à toutes les heures du jour et de la nuit.

La Cobotique pour l'aide à la manipulation

Le principe : la cobotique est la collaboration entre l'opérateur et « cobot » ou robot d'assistance.

Ces systèmes d'assistance permettent notamment de manipuler des objets lourds. Dans les entrepôts, des bras robotisés fixés en hauteur et commandés par un manutentionnaire, permettent à un homme de charger, sans effort, des sacs de farine ou des fûts de bières. C'est l'homme qui définit le mouvement, mais le robot qui porte la charge améliorant ainsi l'ergonomie des postes de travail.

Ces outils sont particulièrement souples car, contrairement aux bras robotisés, ils ne nécessitent pas d'importants coûts de paramétrage. De plus, comme ils sont commandés par l'homme, ils permettent de s'affranchir, sans risque, de la mise en place d'îlots de sécurité (zone dans laquelle un robot fonctionne et se met en arrêt dès qu'un opérateur pénètre). Ce confinement indispensable au

fonctionnement d'un bras robotisé peut représenter jusqu'à 30% du coût de la cellule robotisée.

De plus en plus, ce type de système est également développé pour les manipulations fines de charges moyennes (de quelques kilos) car dans ce cas la répétition du mouvement nuit autant à l'opérateur que la charge elle-même. Certaines solutions cobotiques de type « exo-squelette » prennent aujourd'hui la forme d'un bras mécatronique qui soutient avec une grande fluidité le bras et le dos de l'opérateur.

Cette tendance permet une plus grande collaboration entre l'homme et la machine, en toute sécurité et dans le respect de la réglementation en vigueur. Ces solutions rendent l'utilisation des robots encore plus souple et facile.



Robot de surveillance E-vigilante

IL EST AUJOURD'HUI POSSIBLE
D'ÉQUIPER UN POSTE DE TRAVAIL
AVEC UN « COBOT » POUR UN
INVESTISSEMENT ALLANT DE

30 000 €
à 40 000 €





Utilisation de cobot pour la préparation de commande

Les drones

Le principe : les drones sont des véhicules volants, télécommandés ou autonomes, qui peuvent transporter une charge utile pour accomplir une mission.

Les drones constituent une famille à part de robots. Particulièrement étudiés aujourd'hui, l'avenir dira quels types d'utilisation perdureront dans le temps. En France, l'utilisation des drones est particulièrement réglementée. Les pilotes doivent être formés et les drones ne peuvent pas être exploités à des fins commerciales. Pour la logistique, deux types de missions ont cependant été identifiées :

La surveillance de l'inventaire

Le principe est d'équiper le drone d'outils de reconnaissance (caméra, lecteur de codes à barres, antenne

RFID,...) pour lui permettre de localiser et d'enregistrer de manière autonome les produits référencés dans un centre de stockage. Pour réaliser un inventaire physique, les opérateurs n'ont donc plus besoin de se déplacer pour scanner les étiquettes. Il leur suffit de déclencher ou de programmer l'inventaire informatiquement. Par ailleurs, les drones évoluant en trois dimensions, ils peuvent accéder facilement à des colis placés en hauteur et permettent également de retrouver des paquets qui auraient été mal positionnés. Avec la mise en place de tels systèmes d'inventaires par drones, il devient possible de remplacer les inventaires tournants par des inventaires permanents, quotidiens et automatisés offrant ainsi une visibilité exacte sur les marchandises présentes dans l'entrepôt.

En équipant le drone d'une caméra ou d'un capteur thermique, celui-ci peut également assurer la surveillance du centre de stockage, aussi bien pour signaler les produits mal rangés, que

les palettes écroulées ou les intrusions. Un vigile ou un téléopérateur peut ainsi être averti en temps réel des actions à mener en analysant la situation sur son écran de contrôle.



Drone d'inventaire développé par Hardis Group

Le transport des colis

Sur les plateformes logistiques, les drones sont capables de déplacer des colis pour effectuer certaines opérations de picking. De la même manière, en fonction de leur taille et des réglementations en vigueur, les drones peuvent livrer rapidement de petits colis directement depuis l'entrepôt vers le consommateur final. Ce système permet déjà à DHL de livrer

très rapidement (environ 65 km/h) certaines zones peu accessibles (îles, zones mal desservies par la route,...). L'effet de mode est incontestable, mais si les règles d'utilisation des drones l'autorisent, cette méthode de livraison est susceptible de révolutionner la logistique du e-commerce. Aux Etats-Unis, la NASA travaille d'ailleurs actuellement à la mise en place d'un système de contrôle de vol qui rendrait plus sûr et donc possible l'utilisation commerciale des drones à plus grande échelle.

PRINCIPALES RÈGLES D'UTILISATION DES DRONES CIVILS EN FRANCE

Arrêté du 11 avril 2012 ⁽⁴⁾

Drone monomoteur de moins de 25 kg sans caméra	• Ne pas survoler les zones interdites et les personnes • Rester en contact visuel avec le pilote • Altitude maximale 150 m • Ne pas transporter de matières dangereuses • Ne pas voler de nuit
Drone multimoteurs ou de plus de 25 kg sans caméra	• Mêmes obligations que pour les drones de moins de 25 kg ou monomoteur • Disposer d'un brevet de pilotage • Autorisation ministérielle pour le drone
Pour les drones avec caméra ou appareil photo	• Obligation en fonction de leur poids et de leur nombre de moteur • Deuxième pilote • Distance maximale 100 m du pilote

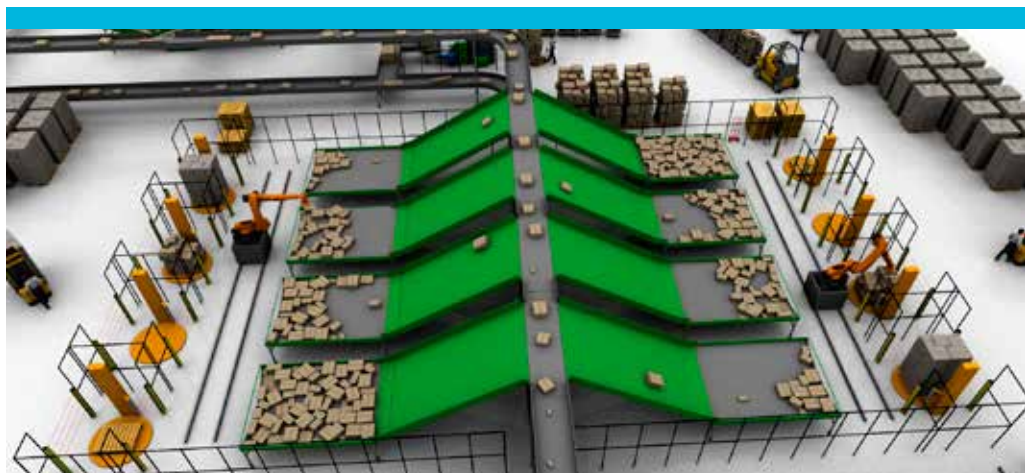
(4) <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025834953>

Robots du futur : les perspectives

Même si d'importantes avancées ont été faites ces dernières années dans l'automatisation, les robots ne répondent pas encore à tous les besoins. Il faut encore s'attendre à de grands progrès dans les capacités des futurs robots notamment en termes de rapidité et de dextérité. Il est également envisageable de penser au développement dans un avenir proche de robots hybrides alliant par exemple bras préhenseurs et base mobile ou de robots grimpeurs capables de se déplacer sur les structures métalliques.

Le futur, c'est aussi des modules robotisés transférables, reprogrammables et déplaçables en fonction des besoins et des pics d'activité. Avec la modularité, les robots gagneront en flexibilité et pourront envisager de traiter efficacement au même endroit des produits de toutes tailles dans des volumes importants. Ces nouvelles organisations pensées autour des robots restent à définir ce qui laisse aux logisticiens de nombreux travaux à mener.

Dans le même temps, si les systèmes de bras robotisés se perfectionnent sensiblement et que les préhenseurs permettent de manipuler des objets très différents à une vitesse satisfaisante, les systèmes « Goods to man » pourront progressivement se transformer à l'avenir en système « Goods to Robots ». Des entreprises comme la PME française Siléane ont déjà développé des solutions performantes pour les petits objets, basées sur la reconnaissance des produits grâce à une caméra 3D et à des systèmes robotisés capables



Prototype de solution « goods to robots » développé par FIMEC Technologies

de créer (et non reproduire) les mouvements nécessaires à la manipulation. Cette nouvelle génération de bras robotisés qui peut traiter jusqu'à 1200 objets par heure vient d'être adoptée par le bijoutier Maty pour le picking et la préparation de commandes e-commerce.

Le picking robotisé à l'unité consommateur est un des défis de demain qui fait d'ailleurs actuellement l'objet d'un concours de R&D lancé par Amazon⁽⁵⁾.

C'est cependant en termes de faculté d'apprentissage, d'autonomie de décision et d'intelligence artificielle que les robots sont appelés à évoluer le plus significativement. L'intelligence manque encore aux machines d'aujourd'hui et des progrès dans ce domaine leur permettront de prendre des décisions dans des situations de plus en plus diverses et complexes. Elles pourront ainsi s'adapter plus facilement aux différentes tâches qui leurs seront demandées. Les robots pourront s'auto-reconfigurer et s'auto-corriger en cas de problème.

Cette intelligence leur permettra également d'interagir encore plus facilement en groupe, avec d'autres robots mais aussi avec des êtres humains. L'un des enjeux de cette interaction étant le développement de systèmes de communication visant à

intégrer les robots dans un ensemble de systèmes ouverts échangeant différentes informations.

En se projetant, il est également possible d'imaginer que les robots communiquent également directement avec les produits par radiofréquence pour échanger par exemple des données de traçabilité. Les produits seraient eux-mêmes connectés et porteurs d'informations grâce à une puce RFID. Un tel scénario est proche de l'Internet des Objets, c'est-à-dire de l'échange d'informations et de données provenant de dispositifs présents dans le monde réel (ici les robots et les produits) vers le réseau internet.

Pour rendre cette communication possible, il faudrait également s'appuyer sur des standards. L'EPC network⁽⁶⁾, qui permet d'enregistrer et d'échanger des informations à partir des identifiants uniques de chaque produits pourrait être utilisé dans ce cadre.

Par ailleurs, une robotisation à grande échelle des activités logistiques ne pourra avoir lieu sans prendre en compte l'aspect éthique et en particulier celui de la place de l'homme dans les entrepôts. Pour que la robotisation soit bénéfique, une telle réflexion est indispensable, aussi bien à l'échelle de la filière que de chaque entreprise.

(5) Amazon picking challenge : www.amazonpickingchallenge.org

(6) www.gs1.org/epcglobal

Pour une logistique robotisée efficace :

LES DÉFIS À RELEVER



En France, la robotisation est aujourd'hui considérée comme un enjeu majeur pour la compétitivité des entreprises. De grands programmes ministériels comme France Robot Initiative ⁽⁷⁾ ou le plan Usine Nouvelle au sein de Nouvelle France Industrielle ⁽⁸⁾ ont été lancés en 2013 par le Ministère du Redressement Productif puis confirmés lors de la mise en place d'une nouvelle phase en mai 2015 par le Ministère de l'Economie, de l'industrie et du Numérique afin d'accélérer le déploiement des robots dans les usines et les entrepôts. Outre les évolutions technologiques, les défis à relever pour permettre à l'ensemble des partenaires d'optimiser l'efficacité de la robotisation de leurs logistiques sont nombreux et nécessitent une collaboration entre les acteurs.

(7) www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/secteurs-professionnels/industrie/robotique/france-robots-initiatives.pdf

(8) <http://www.economie.gouv.fr/lancement-seconde-phase-nouvelle-france-industrielle>

Robotiser de bout en bout

Pour que la robotisation bénéficie pleinement à tous les acteurs de la chaîne logistique, il faut que chacun d'entre eux puisse franchir le pas de l'automatisation de ses processus. Cela nécessite que des solutions adaptées soient développées pour les besoins de chacun, en tenant compte des métiers, de la taille des entreprises, des infrastructures existantes, des volumes traités ou des besoins en flexibilité.

Les solutions décrites ci-dessus offrent déjà un large éventail de choix, mais il faudra qu'elles évoluent encore, en particulier pour permettre aux plus petites entreprises de s'équiper avec des outils correspondant à leurs besoins. Ce défi est actuellement soutenu par l'Etat dans le cadre d'initiatives comme Robot Start PME ⁽⁹⁾ ou du lancement du fond d'investissement Robolution capital ⁽¹⁰⁾.

L'utilisation des robots collaboratifs (cobots) constitue certainement l'une des réponses adaptées à ce besoin de robotisation des petites entreprises. Leur coût de mise en place et leur adaptabilité permettent à ces outils d'assister efficacement les opérateurs pour le traitement de flux peu volumineux. Contrairement aux autres solutions qui s'intègrent dans un processus totalement repensé, les robots collaboratifs peuvent être mis en place sur un seul poste de travail pour répondre à un besoin spécifique d'assistance de l'opérateur. Ces robots s'intègrent facilement à leur environnement et ne nécessitent pas



Utilisation de cobot Dalmec pour l'aide à la palettisation

de programmation très complexe. Ce sont des outils qui facilitent une évolution progressive des organisations plutôt qu'une innovation de rupture.



Repenser le rôle de l'homme

Le rôle et la place des hommes dans les entrepôts automatisés se trouveront également modifiés. En effet, si les tâches pénibles et répétitives sont dévolues aux robots, les opérateurs se concentreront sur le traitement des cas particuliers, les contrôles et la maintenance des machines. Ces tâches plus valorisantes nécessitent une formation particulière mais peuvent tout-à-fait être réalisées par le personnel actuel de l'entrepôt.

(9) www.robotstartpme.fr
(10) www.robolutioncapital.com

L'interopérabilité des organisations

Pour son nouvel entrepôt automatisé, Scapalsace a, par exemple, commencé deux ans en amont la formation des 120 personnes employées parmi lesquelles la moitié provenait d'anciens entrepôts Leclerc. La volonté a été de favoriser la polyvalence de manière à ce que dans chaque zone, les employés soient capables de remplir deux ou trois fonctions différentes.

Il est donc primordial que les hommes se préparent à travailler avec des robots et sachent en tirer le meilleur parti. Aujourd'hui, grâce aux interfaces homme-machine (IHM), les opérateurs se concentrent sur ce que le robot doit faire sans se soucier du robot en tant que tel. Pour que la chaîne logistique puisse se robotiser de bout en bout, le premier défi est de permettre aux robots et aux hommes de collaborer efficacement et simplement.

Si les outils changent, les organisations doivent également évoluer. Les robots et les systèmes intégrés sont plus efficaces quand les processus sont pensés autour d'eux et dans leurs modes de fonctionnement.

Des bonnes pratiques à définir

L'utilisation des robots entraîne donc un certain nombre de changements d'habitudes et demande, en particulier, une rigueur accrue car les robots, aussi perfectionnés soient-ils, ont toujours une capacité d'adaptation largement inférieure à celle de l'homme.

Dans un univers robotisé, un simple intercalaire mal positionné ou collé entre deux couches sur une palette peut empêcher le système de saisir un colis. Il faut donc que des règles de bonnes pratiques soient définies entre les acteurs pour permettre d'optimiser l'utilisation des robots. Dans le cadre d'une robotisation de bout en bout de la chaîne d'approvisionnement, cela signifie que ces bonnes pratiques doivent intégrer les besoins et contraintes spécifiques de tous les acteurs afin de rationaliser le processus dans son ensemble. Il sera nécessaire de disposer de règles d'identification, de marquage, de palettisation de filmage, etc., pour que les unités logistiques puissent être préparées, expédiées, identifiées, reçues, stockées, traitées et tracées efficacement par des robots.

Pour cela, et pour bénéficier pleinement des avantages d'une supply chain robotisée de bout en bout, il est indispensable que les acteurs réfléchissent ensemble aux organisations, aux technologies, aux standards et

aux bonnes pratiques qu'ils veulent mettre en place.

La nécessaire communication entre les partenaires

Dans les années 80, la logistique s'est informatisée. Petit à petit, tous les maillons de la supply chain se sont équipés d'ordinateurs et de logiciels adaptés à la gestion des flux de marchandises. Les ordinateurs ont ensuite appris, en particulier grâce à l'EDI, à communiquer ensemble et à échanger toutes les informations nécessaires au bon déroulement des opérations tout au long de la chaîne d'approvisionnement. La communication et l'interconnexion de tous les maillons de la chaîne ont permis à la logistique de gagner en efficacité.

Un tel scénario est tout-à-fait transposable à la robotisation de la supply chain. Les différents maillons sont amenés à se robotiser progressivement, en fonction de la maturité des technologies et de la taille des entreprises. Peu à peu, c'est l'ensemble des acteurs qui pourra utiliser des robots pour sa logistique. Certains entrepôts et certains outils seront également mutualisés pour permettre aux acteurs de gagner en souplesse en partageant les coûts. Il faudra que ces systèmes robotisés apprennent à communiquer entre eux et à échanger les informations dont ils auront besoin. C'est à cette condition que la robotique permettra d'optimiser au mieux le fonctionnement de la supply chain dans son ensemble.

Il est donc important que les robots puissent s'échanger ces informations, soit directement, soit par l'intermédiaire de leurs logiciels de gestion (ERP, WMS, WCS...).

A l'image du langage commun entre systèmes d'information (EDI) qui a permis d'automatiser les transactions le long de la chaîne logistique, l'échange d'informations entre les robots des différents partenaires est également un défi important à relever.

L'importance de la qualité des données

Les robots sont des machines qui ne peuvent fonctionner qu'à partir du moment où :

- ils sont programmés pour agir d'une manière ou d'une autre en fonction des données dont ils disposent. Plus ces programmes seront sophistiqués, plus le robot sera « intelligent » et capable de s'adapter aux différentes situations.
- ils disposent effectivement des données nécessaires pour appréhender leur environnement.
- Dans un usage industriel, l'environnement des robots est souvent stable. Les robots fonctionnent à leur emplacement sur la chaîne de production, le nombre de pièces à manipuler et de tâches à effectuer reste assez réduit. Pour les applications logistiques, la problématique est différente. Dans un entrepôt, le nombre de références est important (plus de 10 000 parfois) et l'hétérogénéité des unités à manipuler est grande. De plus bon nombre de robots, comme les AGV, sont mobiles et susceptibles d'effectuer des circuits différents lors de chaque cycle.

Dans cet environnement mouvant, il est plus difficile de paramétrer et de faire fonctionner efficacement un robot car pour appréhender son environnement, ce dernier a besoin de disposer de toutes les données nécessaires pour pouvoir l'analyser. Plus les données dont il dispose seront nombreuses et fiables, plus le robot sera performant. Il manipulera par exemple d'autant mieux un carton qu'il connaîtra à l'avance son code, ses dimensions, son poids, sa rigidité, son coefficient d'écrasement, son sens de manipulation, la qualité du carton et son emplacement exact.

Il est donc nécessaire de maîtriser l'ensemble des données concernant les lieux dans lesquels il doit évoluer et les produits qu'il doit manipuler. Ces données doivent lui permettre de fonctionner et de s'adapter de manière appropriée et rapide aux différentes situations. Seuls les changements sont à analyser. Les données stables de référence doivent être déjà enregistrées et accessibles.

Pour les lieux, le robot mobile doit connaître le plan de l'entrepôt avec le plus de précision possible. Les emplacements devront être clairement codifiés et identifiés pour que les systèmes autonomes circulent et se repèrent. Ils doivent également s'appuyer sur des règles et des standards de géolocalisation. Les systèmes mobiles comme les AGV doivent aussi être capables d'identifier des lieux de manière dynamique, c'est-à-dire des itinéraires ou des tournées au sein de leur environnement. Pour plus d'efficacité, cela nécessite que ces circuits puissent être standardisés, aussi bien pour un seul appareil que pour une nuée de véhicules évoluant dans le même périmètre au même moment. Toutes ces informations doivent être transmises par le logiciel de gestion.

LES DEUX TYPES DE DONNÉES UTILISÉES PAR LES ROBOTS

Les données dynamiques

QU'ILS PERÇOIENT GRÂCE À LEURS DIFFÉRENTS CAPTEURS (ANTENNE RFID, LECTEURS OPTIQUES, GUIDAGE LASER,...). COMPTE TENU DE L'ÉVOLUTION RAPIDE DE CES CAPTEURS, CES DONNÉES ACQUISES SONT DE PLUS EN PLUS NOMBREUSES ET NE SE LIMITENT PLUS À LA GÉOLOCALISATION. LE TRAITEMENT ET L'EXPLOITATION DE CES DONNÉES RALENTIT CEPENDANT LE ROBOT DANS SES OPÉRATIONS.

Les données statiques

QUI LEUR SONT TRANSMISES PAR LEUR SYSTÈME CENTRAL ET QUI CONCERNENT PAR EXEMPLE LE PRODUIT À MANIPULER OU SON EMPLACEMENT. CES DERNIÈRES SONT LES PLUS FACILES À UTILISER CAR ELLES NE DEMANDENT PAS D'OPÉRATIONS PARTICULIÈRES AVEC LES CAPTEURS. LE ROBOT LES CONNAÎT DÉJÀ, IL PEUT ANTICIPER.



L'interopérabilité des unités logistiques

Une identification sans faille

Pour les produits, les données sont généralement échangées via des fiches-produits dans le cadre des relations commerciales. D'après les distributeurs, la qualité de ces données est aujourd'hui perfectible et ne concerne pas tous les éléments importants pour le fonctionnement du robot (comme la rigidité, la prédécoupe du carton, le sens de manipulation,...). Si les logisticiens souhaitent s'appuyer sur ces informations pour les transmettre aux robots et aux systèmes automatisés de l'entrepôt, il est indispensable que ces données soient exhaustives et précises.

Dans le cadre de la robotisation de la logistique, ce processus d'échange de fiches-produits avec ses partenaires (appelé aussi synchronisation des données) prend donc une importance supplémentaire.

Aujourd'hui, dans certains entrepôts comme chez Migros en Suisse, des opérateurs mesurent et saisissent toutes les données liées aux produits ou unités logistiques afin de permettre à des systèmes totalement automatisés de les manipuler. A l'entrée d'autres centres logistiques, des nouveaux scanners sont installés pour permettre de mesurer automatiquement toutes les données physiques nécessaires à la manipulation du colis ou du produit (taille, poids, volume...) et s'assurer qu'une étiquette adéquate est bien positionnée sur l'une des faces.

Des fiches-produits correctement remplies et échangées entre les différents partenaires de la chaîne logistique permettraient de s'affranchir de cette étape qui n'a pas vraiment de

valeur ajoutée. La synchronisation et la qualité des données sont donc un défi important pour le bon fonctionnement des robots dans les entrepôts. Les standards existants développés par GS1⁽¹¹⁾ doivent permettre de le relever et peuvent être enrichis pour répondre aux besoins spécifiques de la robotique.

Parmi ces pratiques, qui sont appelées à évoluer, figurent les méthodes d'identification des objets. Si les opérateurs et les chariots sont le plus souvent équipés de lecteurs optiques permettant de lire les codes à barres, les différents systèmes robotisés peuvent, en fonction des capteurs qu'ils ont embarqués, s'appuyer également sur d'autres technologies comme la RFID, la détection laser, la reconnaissance visuelle, voire alphanumérique grâce à des caméras 3D. Tous ces modes d'identification doivent coexister pour permettre aux différents outils de reconnaître sans erreur possible chaque produit. Pour cela, une codification rigoureuse de tous les articles ainsi que de leurs unités logistiques est indispensable.

Il est parfois plus simple pour le robot ou le système automatisé de ne pas identifier le produit à proprement parler, mais plutôt son support ou son emplacement. La plupart des systèmes intégrés fonctionnent ainsi. Lors de la réception, la palette est associée à un emplacement de stockage et lors de la dé-palettisation, chaque colis est placé dans un bac identifié et tracé. Le système n'a ainsi qu'un nombre limité de types d'entités à reconnaître (des grands bacs et des petits bacs par exemple), ce qui simplifie le positionnement des lecteurs optiques le long des convoyeurs. Tout le lien avec le produit se fait informatiquement. L'étiquette logistique est lue à réception. Par la suite, aucun autre code à barres standard n'est utilisé. Les modes de marquage sont donc appelés à évoluer.

(11) Global Data Synchronisation (GDS) - www.gs1.org/gdsn



Bras robotisé manipulant des caisses plastiques de même format chez Système U Ouest

Vers une homogénéisation des unités logistique

Au-delà des données et de leurs modes d'échange, c'est peut être aussi la standardisation ou la modularisation des unités logistiques qui devra être envisagée pour simplifier la mécanisation et la palettisation par des machines.

En premier lieu, la qualité des sur-remballages doit être optimisée. Il convient en effet que le carton soit assez épais ou les films plastiques assez résistants pour permettre au robot de manipuler les colis sans risque de les détériorer.

De plus, les unités de regroupement doivent être aujourd'hui de plus en plus petites pour les produits à faible rotation et les petits magasins, mais elles doivent également, pour le même produit, exister en plus grand format pour faciliter la mise en rayon dans les hypermarchés. Des décisions structurantes devront être prises par l'ensemble des acteurs pour s'entendre sur les caractéristiques des unités logistiques (taille maximum des cartons, uniformisation de leurs formes ou de leur rigidité,...). Moins il y aura de types de conditionnement différents à saisir, plus le préhenseur et la programmation du robot sera simple et la chaîne logistique fluide.

(12) www.physicalinternetinitiative.org

LE CONSEIL NATIONAL DE L'EMBALLAGE (CNE)

travaille actuellement au sein de son groupe de travail « *Emballages et Logistique* » sur toutes les questions liées aux fonctionnalités de l'emballage des unités logistiques dans la chaîne d'approvisionnement (protection des produits, sécurité des hommes, manutention, traçabilité, impact sur le merchandising, impact sur l'environnement...). Ce groupe de travail rédige les bonnes pratiques liant intimement les emballages et la logistique des produits. Pour Bruno Siri, le délégué général du CNE, le sujet de la standardisation ou de l'homogénéisation des colis et des charges palettisés pour répondre aux contraintes liées à la manutention automatisée doit être investigué, mais en prenant bien en compte les différentes contraintes liées en particulier à certaines formes des unités logistiques, notamment pour la mise en rayon direct et à la pluralité des dimensions et de la nature même des produits contenus. « *Il faut que les bonnes pratiques développées par les uns servent aussi les autres acteurs de la chaîne logistique dans une démarche d'amélioration continue* » ajoute-t-il.

Des unités de distribution modulaires aux formats standardisés pourront même devenir les paquets de base de l'internet physique⁽¹²⁾ du futur.

Cette démarche a déjà été menée dans certaines filières. Ainsi les produits de la mer ou les fruits et légumes sont manipulés dans des caisses ou des bacs plastiques standardisés tout au long de la chaîne logistique. L'utilisation de ces caisses standards facilite ainsi l'usage de bras robotisés pour la manipulation et la palettisation de ces produits sur les plateformes de distribution.

Par ailleurs, cette réflexion doit également prendre en compte les conséquences écologiques. En effet, pour limiter les emballages et la consommation de carton, la tendance actuelle est plutôt de privilégier les conditionnements les plus légers possible (et donc souvent les moins rigides), ce qui ne facilite pas leur préhension par un système robotisé.

Vers une nécessaire
standardisation
des cartons ?



(13) www.symop.com

De tels choix auront donc inmanquablement de gros impacts sur toute la chaîne d'approvisionnement. Ils permettront d'optimiser encore plus la palettisation et le taux de remplissage des camions et de simplifier la manutention. Mais ils impacteront également les directions marketing sur certains éléments comme la taille du packaging des produits, avec des incidences sur la production ou le merchandising que les industriels doivent également être prêts à prendre en compte.

L'interopérabilité des solutions

Pour optimiser les coûts de la robotisation, il est nécessaire que les robots soient compatibles entre eux et avec les différents logiciels utilisés par l'entreprise (WMS, ERP, TMS,...). En effet, cette compatibilité qui doit s'appuyer sur des interfaces et des protocoles d'échanges de données standardisés et ouverts, permettrait de simplifier le paramétrage des outils

et de réduire les coûts de mise en œuvre des robots.

Cette compatibilité permettrait aussi aux acteurs de choisir les différentes briques de leurs systèmes (logiciels et outils) indépendamment les uns des autres.

Selon le Symop⁽¹³⁾, syndicat représentant les fabricants de machines de production et en charge du groupe de travail machine intelligente, soutenu par le Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique, une compatibilité et une inter-connectivité des équipements permettraient :

- D'optimiser le pilotage global des systèmes,
- De re-paramétrer simplement les différents outils sans passer systématiquement par un intégrateur,
- D'optimiser l'intégration des robots au sein des processus grâce à des systèmes « plug and play »,
- De voir émerger des logiciels de supervision multi-systèmes,
- De simplifier les interfaces de commande.

L'enjeu de la robotique ouverte est donc très important pour simplifier et diminuer le coût de mise en œuvre des robots.

Le choix d'une robotique ouverte, permettant aux robots de communiquer et de fonctionner avec des systèmes autres que le leur, est un autre défi à relever pour faciliter une robotisation de la chaîne logistique. Pour faciliter le dialogue de robot à robot, il est nécessaire de penser à un langage commun et standardisé de l'automatisation.

POURQUOI LES ROBOTS ONT-ILS BESOINS DE STANDARDS ?

ROBOT SANS STANDARDS	ROBOT UTILISANT DES STANDARDS
Sans bonnes pratiques, les palettes reçues par le fournisseur peuvent être difficile à traiter automatiquement.	Avec la définition des bonnes pratiques logistiques, le robot est capable de traiter toutes les palettes.
Sans module de communication standardisée, le robot ne fait que réaliser sa tâche, sans communiquer avec les autres maillons de la chaîne d'approvisionnement.	Avec un module standard de communication, le robot qui charge le camion est lui-même capable d'envoyer l'avis d'expédition à celui qui déchargera le camion chez son client.
Sans échanges de données produits, toutes les références doivent être mesurées et leurs caractéristiques saisies pour que les données soient exploitables par le robot.	Avec l'échange de fiches produits standardisées, les données reçues par les partenaires peuvent directement alimenter le robot.
Sans système d'identification standard, le robot doit utiliser différents capteurs (reconnaissance visuelle pour reconnaître un produit ou GPS pour reconnaître un lieu).	Avec un système d'identification standard un simple scan donne au robot toutes les informations dont il a besoin.
Sans unité logistique standardisée, le robot ne peut pas manipuler tous les colis avec le même préhenseur. De plus certains colis ne sont pas pensés pour le traitement automatisé et se détériorent lors de la manipulation.	Avec une standardisation des unités logistiques, le robot peut manipuler tous les cartons en toute sécurité.
Sans standard d'interopérabilité, chaque robot doit être paramétré différemment pour communiquer avec les différents logiciels de l'entreprise.	Avec un standard d'interopérabilité, les robots sont « plug and play » et le temps de paramétrage est réduit au minimum.

Conclusion

La robotisation ouvre de grandes perspectives afin de permettre aux entreprises de répondre aux défis actuels et à venir que pose la logistique. Elle offre, d'un point de vue opérationnel, des réponses efficaces aux enjeux de productivité, de flexibilité, de sécurité et de performance. Il s'agit donc d'une véritable opportunité pour les entreprises qui sauront réinventer leur organisation et leur modèle économique. Ces entreprises ne se contenteront pas d'automatiser l'existant, mais construiront de nouveaux schémas de fonctionnement adaptés aux robots.

Cependant, la robotisation de la logistique ne pourra pas s'envisager de la même manière que dans le domaine de la production. En effet, la logistique est un monde bien plus ouvert et évolutif que ne le sont les chaînes de fabrication. La diversité des produits, des conditionnements et des préparations ainsi que la variation des charges de travail sont deux caractéristiques spécifiques à ce monde. Mais la spécificité principale reste le caractère ouvert de la logistique. Pour être compétitif sur le long terme, les projets de robotisation doivent être bien dimensionnés, mais aussi suffisamment souple pour absorber les aléas liés à cette diversité inhérente à la logistique.

Si les choix d'un acteur remettent en cause ceux faits par d'autres, alors les gains obtenus d'un côté se transformeront en surcoûts pour d'autres acteurs, au risque de voir le bilan sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement devenir négatif. Pour que la robotisation produise ses effets bénéfiques sur l'ensemble de la chaîne et pour l'ensemble des acteurs, il faut donc s'assurer de l'interopérabilité des solutions mises en œuvre et des organisations. Les robots doivent pouvoir communiquer entre eux et s'adapter facilement aux contextes de chaque entreprise. Pour cela, la standardisation est indispensable. Cette standardisation de la codification, des échanges d'information, des bonnes pratiques logistiques, mais aussi, dans un second temps des contenants permettra en effet d'optimiser l'efficacité des robots tout au long de la supply chain.

Les entreprises doivent travailler collectivement pour établir les référentiels techniques et opérationnels nécessaires afin de bénéficier pleinement du potentiel extraordinaire de la robotique. Les fabricants de robots ont, eux aussi, intérêt à s'impliquer dans la définition de ces standards d'interopérabilité qui constitueraient une des clés d'accès aux différents marchés.

Références

- ▶ **Recommandations de l'assurance maladie en matière de prévention au travail :**
www.ameli.fr/employeurs/prevention/la-grande-distribution/etat-des-lieux-et-actions-prioritaires.php

- ▶ **Règles d'utilisation des drones en France : Arrêté du 11 avril 2012**
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025834953>

- ▶ **Amazon picking challenge :**
www.amazonpickingchallenge.org

- ▶ **EPCglobal :**
www.gs1.org/epcglobal

- ▶ **France Robot Initiative :**
www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/secteurs-professionnels/industrie/robotique/france-robots-initiatives.pdf

- ▶ **France industrielle**
<http://www.economie.gouv.fr/lancement-seconde-phase-nouvelle-france-industrielle>

- ▶ **Robot Start PME :**
www.robotstartpme.fr/

- ▶ **Robolution Capital :**
www.robolutioncapital.com/

- ▶ **Symop :**
www.symop.com

- ▶ **Internet physique :**
www.physicalinternetinitiative.org

- ▶ **Global Data Synchronisation network :**
www.gs1.org/gdsn



GS1 France

21 boulevard Haussmann
75009 Paris

T +33 (0)1 40 22 17 00

E info@gs1fr.org

www.gs1.fr

