



Logistics 4.0

Où en est la digitalisation de la
logistique ?

Résultats d'un sondage dans dix pays européens



Logistics 4.0

Où en est la digitalisation de la logistique ?

Résultats d'un sondage dans dix pays européens

Réalisé en janvier 2022
par le Handelsblatt Research Institute

Auteurs :
Frank Heide
Sven Jung
Frank Christian May

Sommaire

6 1 Introduction

8 2 Transformation digitale de la logistique

- 8 2.1 Technologies et leurs applications potentielles
- 12 2.2 Évolution des processus de travail
- 13 2.3 Confidentialité et cybersécurité

14 3 Logistics 4.0 – résultats d'un sondage dans dix pays européens

- 14 3.1 Méthode de l'enquête
- 15 3.2 Transformation digitale de la logistique
 - 15 3.2.1 État d'avancement de la transformation digitale
 - 18 3.2.2 Défis liés à la transformation digitale de la logistique
 - 20 3.2.3 Mise en œuvre de la transformation digitale
 - 21 3.2.4 Acteurs clés de la transformation digitale
 - 22 3.2.5 Risques liés à une logistique numérisée
- 24 3.3 Technologies du futur
 - 25 3.3.1 Utilité attendue des technologies innovantes pour la logistique future et leur mise en œuvre
 - 28 3.3.2 Bénéfices liés à l'utilisation de technologies numériques
- 29 3.4 Réalité augmentée
 - 30 3.4.1 Applications potentielles attendues et avantages de la réalité augmentée dans la logistique
 - 34 3.4.2 Utilisation et avantages attendus des lunettes intelligentes dans la logistique
- 38 3.5 Internet des objets
 - 39 3.5.1 Applications potentielles attendues de l'Internet des objets dans la logistique
 - 42 3.5.2 Avantages attendus d'applications IdO dans la logistique
- 43 3.6 Interprétation des résultats

45 4 Exemples issus de la pratique

53 5 Conclusion

1 Introduction

Les entreprises ne sont pas des structures rigides, mais des organisations dynamiques. Pour que ces organisations fonctionnent, beaucoup de choses doivent pouvoir circuler de manière fluide dans l'entreprise. Il peut s'agir de matériaux et de composants, mais également d'informations. La logistique d'entreprise englobe toutes les activités qui contribuent au transport et au stockage des marchandises – depuis les matières premières jusqu'aux utilisateurs finals et aux consommateurs.

On a vu pour la dernière fois à l'été 2021 quelles répercussions massives pouvait avoir une réduction du flux global de matériaux : depuis, de nombreuses entreprises ont dû réduire leur production en raison d'une pénurie de matériaux et de produits intermédiaires due à l'épuisement de leurs capacités logistiques. À la date de la dernière révision de ce sondage (novembre 2021), cette situation perdure.

Mais au sein de l'entreprise également, les processus logistiques et de stockage font partie des fonctions sur lesquelles reposent sa réussite et sa pérennité. Si dans une entreprise de production les composants nécessaires ne se trouvent pas au bon endroit au bon moment, il peut arriver que l'ensemble de la production soit interrompu. Il peut en aller de même pour une entreprise commerciale si l'entrepôt et le point de vente ne sont pas coordonnés.

La logistique s'émancipe toujours davantage de sa seule fonction de soutien pour devenir de plus en plus importante en soi. Ceci s'explique notamment par la mondialisation des chaînes d'approvisionnement et l'importance croissante des pays émergents, de même que par la personnalisation et la complexité toujours plus grandes des exigences des clients.

Les processus de logistique et de stockage ont déjà subi par le passé de nombreuses mutations au sein des entreprises. Alors que l'on avait autrefois majoritairement de grands entrepôts, ceux-ci ont été considérablement réduits avec l'apparition du concept du « juste-à-temps ». Dans ce contexte, les processus de logistique et de production devaient être beaucoup plus étroitement coordonnés. Mais bien souvent, la livraison juste-à-temps ne suffisait pas non plus à garantir une logistique d'approvisionnement optimale, sans stocks, et un nouveau changement s'est donc opéré vers le juste-en-séquence. Ici, les matériaux sont non seulement livrés au moment voulu et dans la quantité nécessaire, mais aussi dans l'ordre exact dans lequel ils sont nécessaires à la production.

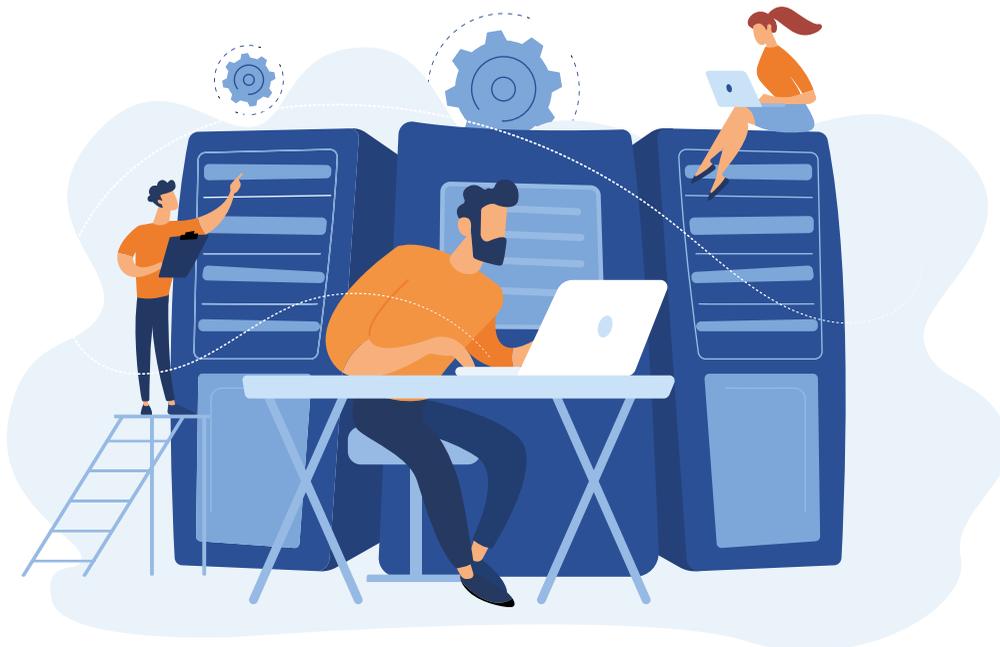
Depuis peu, la logistique interne – comme d'ailleurs de nombreux autres domaines et fonctions au sein des entreprises – fait l'objet d'une transformation digitale. Il s'agit moins de développer de nouveaux produits, services et modèles commerciaux que

d'améliorer les processus. Logistics 4.0 ou Smart Logistics permettent dans certains cas de réduire les coûts, d'augmenter l'efficacité ou d'améliorer la qualité des processus. Des technologies telles que l'intelligence artificielle, l'analyse des Big Data et la réalité augmentée peuvent être utilisées à cette fin.

Logistics 4.0 est également associé au thème Work 4.0, que le Handelsblatt Research Institute et TeamViewer ont déjà mis en lumière dans un précédent rapport. En effet, l'utilisation de la technologie n'est qu'une facette de la transformation digitale de la logistique. Avec les nouvelles technologies, ce sont également les processus concrets qui changent et, par extension, les méthodes de travail des employés dans les différents secteurs. Leurs missions se voient aligner sur les nouvelles conditions-cadres.

C'est ce que nous allons examiner dans ce rapport. Le volet central de cette étude est un sondage mené auprès d'entreprises de dix pays européens. Cela permet de porter un regard « européen » sur Logistics 4.0 tout en offrant l'opportunité d'identifier des différences spécifiques à chaque pays ; de savoir par exemple si les entreprises françaises sont déjà plus avancées dans la transformation digitale de leur secteur logistique ou encore si elles procèdent différemment des entreprises espagnoles.

Pour rendre le sujet plus tangible, ce rapport se termine par des exemples d'applications concrets issus de la pratique. Ceux-ci illustrent les approches que certaines entreprises ont déjà adoptées pour numériser leur logistique. Pour commencer, il convient toutefois de clarifier ce que Logistics 4.0 peut signifier en théorie.



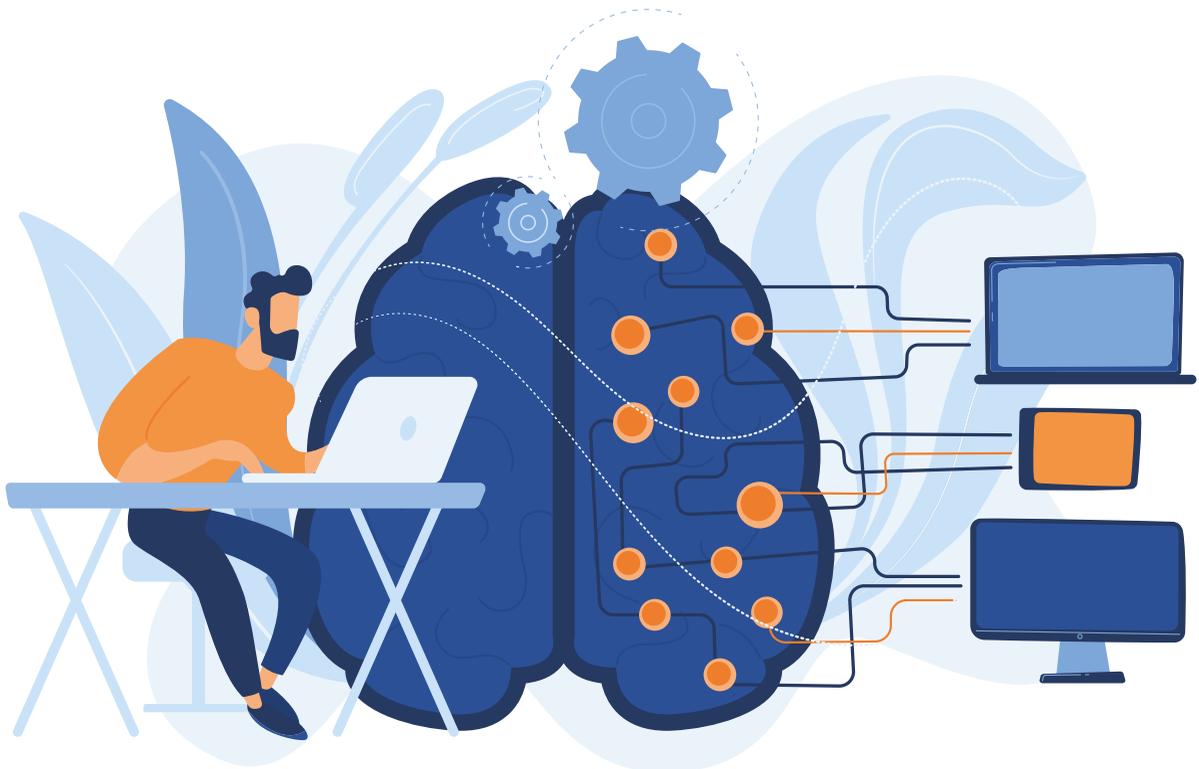
2 Transformation digitale de la logistique

L'un des aspects centraux de la transformation digitale de la logistique dans les entreprises est l'utilisation de nouvelles technologies numériques. L'intelligence artificielle, la mise en réseau, la robotique, la réalité augmentée, l'informatique en nuage et l'analyse des Big Data peuvent être ici exploitées pour rendre les processus plus efficaces. Investir dans ces technologies permet aux entreprises d'accroître leur flexibilité, leur productivité et leur rendement, de réduire leurs coûts et d'améliorer la sécurité de l'approvisionnement et les conditions de travail.

2.1 Technologies et leurs applications potentielles

Intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) consiste à simuler un comportement intelligent. Les décisions basées sur des données sont prises avec, tout au plus, une intervention humaine restreinte. Dans le cadre de l'apprentissage automatique – une application de l'IA – les programmes informatiques accroissent leurs performances de manière autonome en accumulant de l'expérience. Les machines apprenantes sont déjà capables



d'effectuer certaines tâches aussi bien, voire mieux, que les opérateurs humains.

Dans le secteur logistique, l'IA peut être utilisée pour optimiser les processus dans l'entrepôt ou dans la production. L'IA est en outre à la source des commandes autonomes. Les transporteurs peuvent ainsi se déplacer de manière autonome dans l'entrepôt ou la zone de production et approvisionner par exemple les postes de travail en leur fournissant les composants et matériaux nécessaires. À partir de la reconnaissance d'images, de textes et de la reconnaissance vocale, ces véhicules peuvent également réagir à leur environnement.

Réalité augmentée, mixte et virtuelle

La perception de la réalité assistée par ordinateur (réalité augmentée) offre de multiples possibilités nouvelles pour interpeller par exemple la clientèle, pour la formation ou la formation continue, l'assistance en temps réel à des étapes de travail complexes ou la représentation de prototypes dès la phase de l'étude (voir chapitre 3.4).

Dans le domaine de la logistique, cela permet par exemple le « vision picking ». Il s'agit d'un procédé dans lequel un préparateur de commandes rassemble dans l'entrepôt des articles pour des commandes de clients ou des ordres de production à l'aide de lunettes intelligentes (smart glasses) et d'informations contextuelles. Ces lunettes intelligentes fournissent à l'employé des informations en continu sur la commande en cours. Elles lui indiquent entre autres sur quel linéaire ou quelle palette se trouve un article. Si l'on trace la localisation de l'em-

ployé, les lunettes peuvent également lui indiquer l'itinéraire le plus rapide vers le lieu de stockage.

L'utilisation de la caméra pour le vision picking permet de simplifier la manutention et aucun autre matériel n'est alors requis. De plus, les processus sont accélérés car une confirmation de l'action effectuée peut être fournie par les lunettes intelligentes. Pick-by-Vision peut en outre réduire le taux d'erreurs. Si par exemple le code-barres imprimé sur le lieu de stockage est scanné dans le champ de vision des lunettes intelligentes, le système installé sur celles-ci informe le préparateur de commandes qu'il a prélevé ou non la bonne marchandise et dans quelle quantité cet article doit être collecté.

La réalité virtuelle permet également de créer des jumeaux numériques de l'entrepôt ou de la production. Ces zones sont reproduites à l'identique dans l'espace virtuel. Il est ainsi possible de tester de nouveaux processus ou de nouvelles configurations dans l'entrepôt et dans la production sans en interrompre le déroulement réel.

L'Internet des objets

Grâce à leur interconnexion toujours plus étroite, les machines, appareils, matériaux et produits forment ensemble l'Internet des objets (IdO). Cela permet par exemple aux machines de communiquer entre elles et de se piloter mutuellement par le biais de l'IA, de capteurs et d'actionneurs. Si un conteneur de matériaux vide est détecté, la machine ou le conteneur peut le signaler au système de stockage. Celui-ci met alors en

mouvement un transporteur (autonome), qui va de nouveau remplir le conteneur avec les matériaux adéquats.

Big Data Analytics

Avec l'Internet des objets et la multiplication des capteurs, le secteur logistique des entreprises génère de grandes quantités de données. Ces données volumineuses ne sont toutefois pas structurées au départ et ne sont donc pas exploitables en l'état. Ce n'est qu'avec l'analyse des Big Data et l'intégration de l'IA que ces « trésors de données » peuvent être extraits et que l'on obtient alors de précieuses informations. À partir de ces connaissances, il est possible d'optimiser certains processus comme les itinéraires de transport.

Informatique en nuage

Avec l'informatique en nuage, les infrastructures et les charges de travail sont transférées dans des centres de données externes. Les logiciels et les performances du matériel sont exploités via Internet. Les données ne sont pas non plus stockées dans un seul endroit, mais peuvent être consultées de n'importe où sans aucune difficulté.

Les entreprises peuvent ainsi piloter plus facilement plusieurs sites de production et entrepôts simultanément étant donné que toutes les informations sont centralisées dans le cloud. Les données y sont également concentrées, ce qui permet de les utiliser sans problème dans un centre de contrôle dédié à la commande.

Fabrication additive/impression 3D

L'impression en 3D est une méthode de fabrication additive. Ébauches et produits sont ici fabriqués couche par couche. Le procédé repose sur un modèle informatique tridimensionnel.

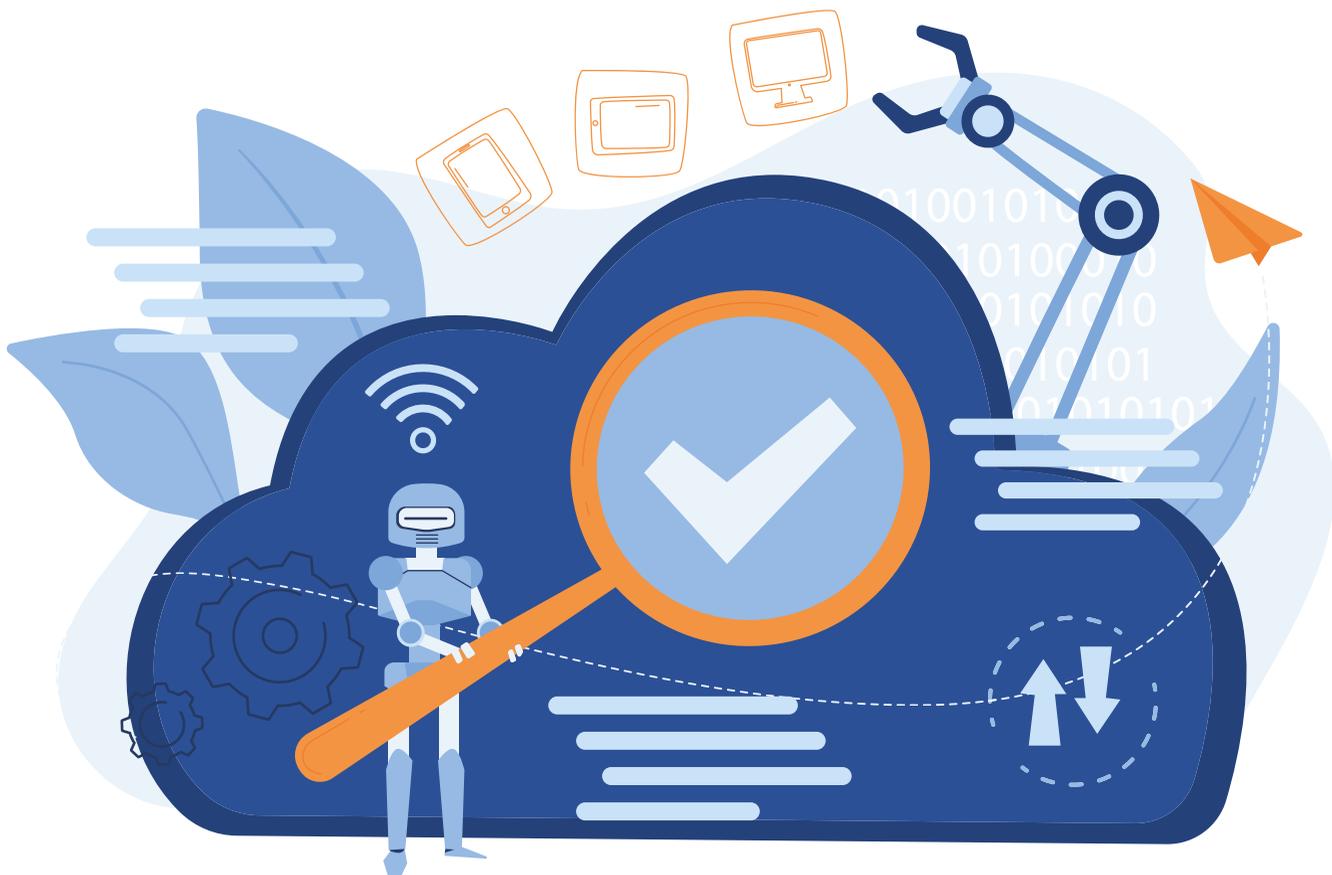
Cette méthode se situe à l'opposé des procédés utilisant l'enlèvement de matière, la transformation ou l'assemblage.

Si les matériaux les plus utilisés pour l'impression 3D sont actuellement les plastiques et les métaux, elle fait également appel aujourd'hui à la céramique ou aux biomatériaux. Le matériau se présente à l'état initial sous forme de poudre, de ruban, de fil ou de feuille. Sous l'effet de la chaleur et au moyen d'un serpentín de chauffe ou d'un laser, il est façonné couche par couche par fusion jusqu'à obtention du produit.

Les méthodes de fabrication additive permettent de manière générale aux entreprises d'augmenter leur part de création de valeur. Certains composants, qui étaient jusqu'à présent encore achetés chez des fournisseurs, peuvent désormais être produits directement sur place sans investissements majeurs. Ceci est particulièrement intéressant pour les lots de petite taille et se répercute également sur la gestion des stocks.

Robotique autonome

Les robots sont déjà en service depuis des décennies, mais contrairement aux robots industriels classiques, qui sont stationnaires,



ils sont de plus en plus mobiles et autonomes. Ils peuvent se déplacer de manière autonome dans leur environnement à l'aide de capteurs et d'actionneurs en même temps qu'ils utilisent l'intelligence artificielle. Les robots autonomes ne sont pas limités à quelques opérations préprogrammées, mais coopèrent au contraire de manière flexible avec les intervenants humains.

Dans l'entrepôt, les robots autonomes peuvent par exemple prendre en charge le déplacement de marchandises lourdes.

Dans un contexte optimal, la coopération avec les travailleurs humains se fait « main dans la main ». Les systèmes de support techniques tels que les exosquelettes conduisent à une convergence de l'homme et de la machine car ils sont fixés directement sur le corps et délestent ainsi les os et les muscles des travailleurs.

2.2 Évolution des processus de travail

Le déploiement de technologies numériques ainsi que l'utilisation conjointe de nouvelles applications constituent les composantes essentielles de la transformation digitale de la logistique dans les entreprises. Cette transformation comporte toutefois d'autres aspects dont les entreprises doivent tenir compte pour que le changement soit une véritable réussite.

Les processus de travail actuellement en œuvre doivent également évoluer. Le Handelsblatt Research Institute et TeamViewer ont publié un rapport intitulé « Work 4.0 – à quoi ressemblera notre travail demain ? », lequel met en lumière la façon dont cette évolution se manifeste dans les entreprises sous le terme « Work 4.0 », de même que les attentes de ces entreprises et de leur personnel en la matière.

Work 4.0 va également faire son entrée dans le secteur de la logistique. Certaines activités seront à l'avenir effectuées par des machines. C'est par exemple le cas lorsque dans le domaine de la production, les différents postes ne sont plus seulement approvisionnés en composants par des humains, mais aussi par des transporteurs autonomes. Pour d'autres tâches, en revanche, les travailleurs sont assistés par des machines. Ainsi, des robots peuvent prendre en charge le déplacement de marchandises lourdes dans l'entrepôt ou les employés recevoir dans leur champ de vision des informations essentielles sur le travail en cours grâce à des lunettes intelligentes.

Le personnel est ainsi déchargé de tâches monotones et routinières ou d'activités dangereuses pour la santé comme la manipulation de marchandises lourdes, ce qui a des effets positifs sur la satisfaction au travail et l'employabilité à long terme. Dans le secteur de la logistique notamment, on aurait tort de sous-estimer le potentiel de la transformation digitale en termes de sécurité au travail.

Pour que les bénéfices potentiels de la digitalisation puissent se concrétiser, les entreprises doivent toutefois « guider » leurs employés dans cette évolution vers Logistics 4.0. Ceci implique par exemple une information transparente sur les changements et surtout sur les avantages qui en découlent. En effet, comme l'a montré le rapport Work 4.0, autant les entreprises que leurs employés considèrent les éventuelles résistances au sein du personnel comme un défi majeur dans la mise en œuvre des technologies numériques. Il convient donc d'éviter au mieux de telles résistances dès le départ. Il s'agit notamment de gérer les éventuelles craintes des employés comme la perte de leur sphère privée, voire même de leur emploi, ainsi que le refus d'une trop grande emprise des machines sur les décisions et directives au travail.

Au-delà, la responsabilisation et la mise au courant des collaborateurs sont indispensables dans ce processus d'implication. Le maniement des technologies numériques et des nouvelles applications requiert des aptitudes et des compétences supplémen-

taires auxquelles les collaborateurs doivent être préparés. La formation continue représente par conséquent un aspect essentiel de la transformation dans le domaine de la logistique.

C'est seulement à la condition que les employés des entreprises acceptent les

2.3 Confidentialité et cybersécurité

S'agissant de Logistics 4.0, les données numériques joueront à l'avenir un rôle encore plus important que ce n'était le cas jusqu'à présent dans le domaine de la logistique. Dans la mesure où il s'agit de données sensibles, les entreprises devront veiller à leur assurer la protection requise. Cette sensibilité peut provenir du fait qu'il s'agit de données personnelles, qui permettent par exemple d'en tirer des informations sur les employés ou sur les clients, mais il peut tout aussi bien s'agir de données relatives aux processus déterminantes pour la compétitivité de l'entreprise et qui peuvent donc potentiellement intéresser la concurrence.

Logistics 4.0 est en outre plus numérique et plus interconnecté, ce qui accroît sa vulnérabilité aux cyberattaques. Le sujet de la cybersécurité devient donc plus déterminant pour les entreprises. Ces aspects sécuritaires doivent être pris en compte dès le stade initial de la transformation digitale afin que la protection soit elle aussi mise en place dès le départ.

technologies numériques et les nouvelles applications et acquièrent les aptitudes et compétences nécessaires que cette transformation sera un succès et que les avantages qui en découlent pourront se concrétiser.

La cybersécurité constitue également pour les salariés l'un des aspects majeurs des nouvelles aptitudes et compétences précédemment évoquées (voir chapitre 2.2). Il s'agit ici d'accroître la sensibilisation à une manipulation plus précautionneuse des données. En parallèle, les employés ont besoin d'être davantage sensibilisés aux risques numériques afin que leurs actions n'offrent pas une porte d'entrée à des cyberattaques.



3 Logistics 4.0 – résultats d'un sondage dans dix pays européens

3.1 Méthode de l'enquête

L'analyse repose sur un sondage réalisé en ligne par l'institut d'études de marché YouGov. Au total, ce sont 3 575 décideurs d'entreprise qui ont été interrogés entre le 15 et le 26 juillet 2021. Ce sondage a été réalisé dans dix pays européens : Allemagne, Danemark, Espagne, France, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni et Suède. Cela permet d'une part d'avoir un aperçu des attitudes et « tendances globales en Europe » et d'autre part d'identifier les différences propres à chaque pays. La présentation suivante se focalise sur les résultats agrégés des dix pays en tant que « panorama européen » et met en lumière de façon systématique les divergences et différences observées entre les différents pays.

Le sondage porte sur Logistics 4.0. Les questions concernent les aspects suivants :

- État de la transformation digitale dans le système logistique des entreprises
- Enjeux et risques liés à la transformation digitale de la logistique
- Méthodes et acteurs clés de la digitalisation de la logistique
- Zoom sur diverses technologies du futur : les attentes quant à leur impact sur la logistique de demain ainsi que leur mise en œuvre actuelle ou envisagée dans les entreprises.
- Applications potentielles dans le domaine de la réalité augmentée
- Applications potentielles dans le domaine de l'Internet des objets

En raison de cette focalisation de l'enquête, celle-ci est uniquement pertinente pour les entreprises dans lesquelles les processus logistiques (logistique d'approvisionnement, logistique de stockage, logistique de transport, etc.) jouent un rôle important et qui disposent par suite d'un entrepôt, gèrent des flux de matériaux internes (par ex. dans

la production) et/ou pour lesquelles la distribution des produits représente une activité significative. C'est pourquoi les résultats suivants sont fondés sur les déclarations d'un échantillon de 1 700 entreprises basées dans les 10 pays européens sélectionnés et répondant à ces critères.

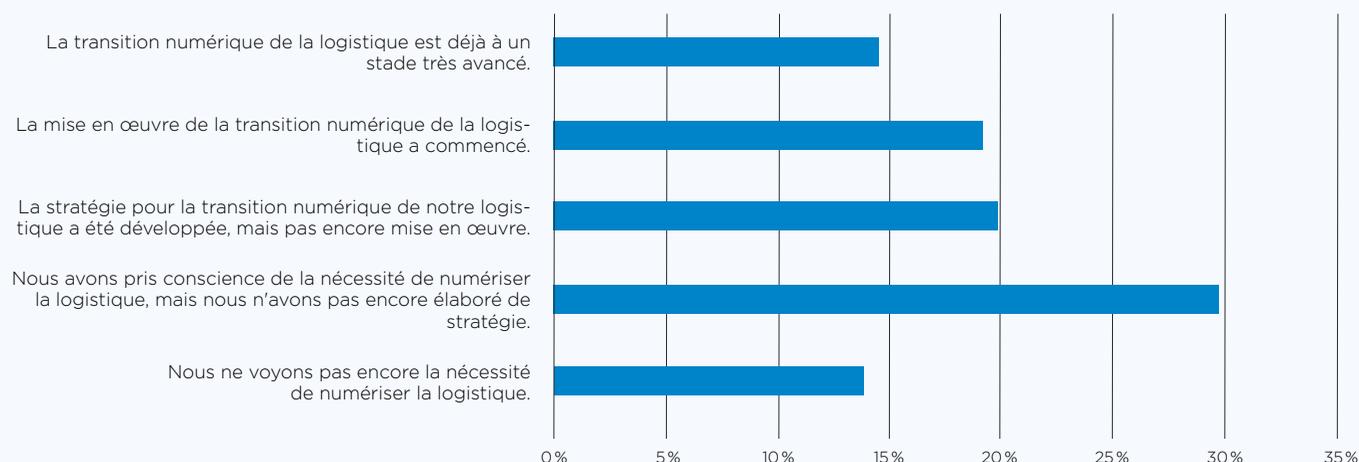
3.2 Transformation digitale de la logistique

3.2.1 État d'avancement de la transformation digitale

Fig. 1 : Statu quo dans les entreprises au sujet de la transition numérique de la logistique

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Différence par rapport à 100% : ne sait pas/pas de réponse



Dans la plupart des entreprises européennes¹, la transformation digitale de la logistique n'en est qu'à ses débuts (voir figure 1). Seul un tiers environ des décideurs d'entreprise interrogés indiquent que leur entreprise a déjà engagé la transformation digitale de sa logistique. Avec à peine 15%, le sous-ensemble des entreprises pour lesquelles ce processus est déjà bien avancé est encore plus faible.

La majorité des entreprises interrogées affirment ainsi ne pas avoir encore commencé à numériser leur logistique. Plus des deux cinquièmes (43 %) n'ont même pas encore de stratégie définie en la matière. Il s'agit pourtant d'une condition préalable indispensable pour que la transformation digitale ne devienne pas à la fin un simple catalogue de mesures isolées déconnectées les unes des autres.

Il est évident que la mise en œuvre des technologies numériques et la digitalisation de la logistique dépendent entre autres des ressources disponibles. Celles-ci étant plus importantes dans les grandes entreprises, on peut s'attendre à ce que ces dernières soient déjà plus avancées dans la transformation digitale de leur logistique. Ceci se vérifie d'ailleurs dans les réponses : la part des entreprises qui n'ont pas encore de stratégie diminue avec le nombre d'employés. La part des entreprises ayant déjà commencé la transformation digitale de leur logistique augmente en conséquence.

La comparaison entre les pays montre que les entreprises danoises et suédoises, notamment, sont déjà plus avancées dans la transformation digitale de leur logistique.

Dans ces pays, par exemple, respectivement 42 et 41% des entreprises interrogées ont déjà entamé leur digitalisation. Les entreprises françaises (21%) et britanniques (28%) affichent en revanche un certain retard.

Ces résultats montrent dans l'ensemble que la digitalisation du secteur de la logistique a encore une marge de progression importante. On peut penser qu'il s'agit d'un secteur de l'entreprise dans lequel le thème de la transformation ne bénéficie que d'une priorité secondaire. Sachant qu'il manque encore souvent un concept stratégique global, il sera difficile de combler dans l'immédiat une éventuelle lacune en matière de digitalisation étant donné que l'existence d'une stratégie constitue le fondement même d'une transformation durablement réussie.

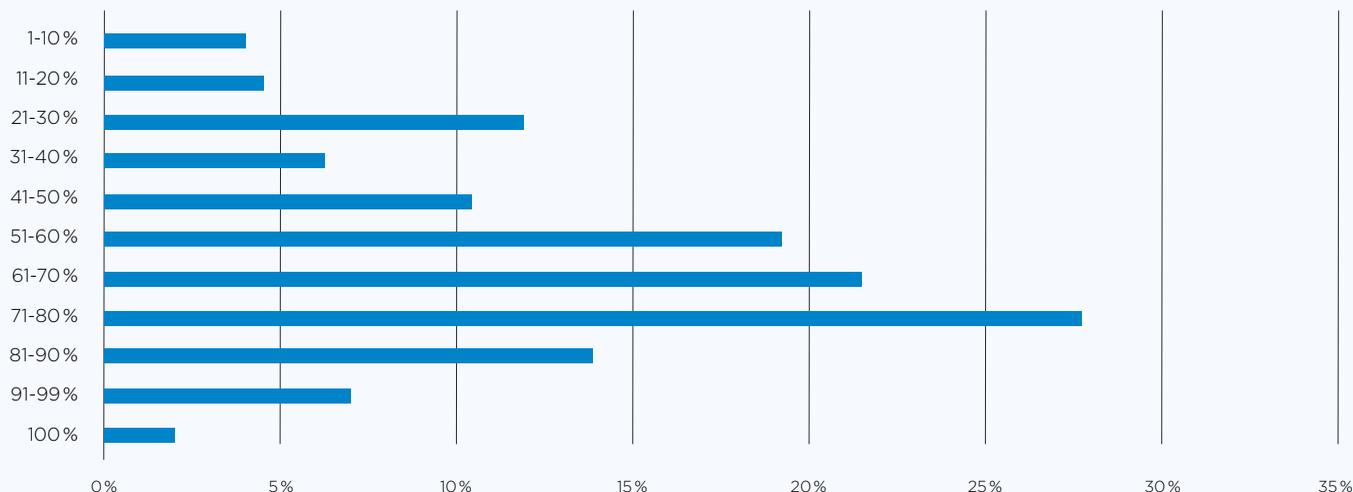
Fig. 2 : Progrès de la transition numérique de la logistique dans les entreprises

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Échelle de 0% (= pas de transition engagée)

à 100% (= transition engagée à hauteur de la technologie disponible)

Différence par rapport à 100% : ne sait pas/pas de réponse





Le statu quo en matière de digitalisation de la logistique des entreprises se présente de manière nettement plus positive quand on leur demande concrètement où elles en sont sur une échelle de 0 à 100 % (voir figure 2). Les deux tiers des entreprises européennes interrogées indiquent un taux d'avancement de la transformation digitale de leur logistique supérieur à 50 %. En moyenne, le niveau est de 60 %. Alors que pour les entreprises de moins de 1 000 salariés il existe une corrélation positive entre la taille de l'entreprise et la perception de la digitalisation, cette corrélation n'est plus aussi évidente pour les entreprises plus importantes.

Si l'on compare entre eux les dix pays étudiés, on constate que du point de vue de cette évaluation, les entreprises italiennes, néerlandaises, espagnoles et polonaises sont plus avancées dans ce domaine, les moyennes nationales spécifiques étant de 63 % (Italie), 63 % (Pays-Bas), 62 % (Espagne) et 61% (Pologne) et qu'elles ne se si-

tuent donc que légèrement au-dessus de la moyenne générale. Le niveau d'avancement perçu de Logistics 4.0 est en revanche plus faible dans les entreprises du Royaume-Uni (50 %) et de Norvège (55 %).

La résultat des figures 1 et 2 montrent deux évaluations différentes de l'état de la digitalisation dans le domaine de la logistique des entreprises. Sur la base de l'échelle en pourcentage, la plupart des entreprises se considèrent déjà comme « relativement avancées », ce qui ne se retrouve toutefois pas dans la mise en place de certaines étapes clés telles qu'une stratégie. Il est possible que les entreprises se perçoivent de manière plus positive lorsqu'elles répondent aux données de l'échelle, bien qu'elles n'aient de manière générale pas encore fait grand-chose, et cela parce qu'elles ne le peuvent pas ou ne le veulent pas compte tenu de leur situation individuelle. Ce qui implique que la barre est placée à une hauteur différente selon les entreprises.

3.2.2 Défis liés à la transformation digitale de la logistique

Le fait qu'un nombre relativement important d'entreprises ne soient pas encore prêtes pour la transformation digitale de leur logistique peut s'expliquer par les différents challenges auxquels elles sont confrontées. Les ressources disponibles représentent très certainement à cet égard un paramètre crucial.

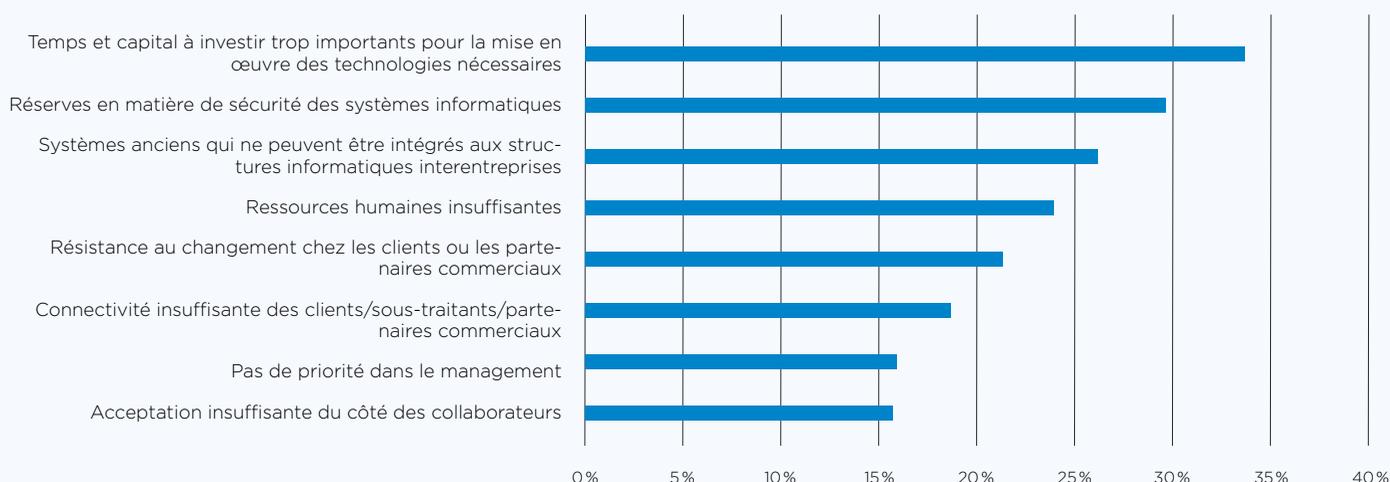
C'est du moins l'avis des décideurs d'entreprise interrogés dans les dix pays européens. Un investissement trop important en temps et en coûts pour la mise en œuvre des technologies nécessaires à la digitalisation est considéré par 34 % des personnes interrogées comme un défi majeur (voir figure 3). C'est en même temps la raison la plus souvent citée. Les technologies utilisées dans la transformation digitale ont toutes un lien avec l'informatique. Les

données revêtent une importance croissante et la mise en réseau progresse. Il n'est donc guère surprenant que les entreprises interrogées – du moins 30 % d'entre elles – soient également très préoccupées par les craintes liées à la sécurité informatique. Les anciens systèmes (« legacy systems »), qui arrivent en troisième position dans les déclarations, sont perçus comme un défi supplémentaire en matière de digitalisation de la logistique. Avant la transformation digitale actuelle, les entreprises utilisaient bien entendu déjà des appareils informatiques. Or certains de ces anciens appareils ne peuvent pas être intégrés dans un système informatique interentreprises. Il ne semble pas qu'il y ait de lien direct entre ces mentions et la taille de l'entreprise, notamment en ce qui concerne les investissements en temps et en coûts. Il ne serait donc pas

Fig. 3 : Défis majeurs dans le contexte de la transition numérique de la logistique dans les entreprises

Plusieurs réponses possibles

Part des décideurs en entreprise sondés, en %



exact de dire que le manque de temps et de ressources financières freine la transformation digitale uniquement dans les petites entreprises.

Les entreprises interrogées estiment en revanche que le manque d'acceptation de la part des employés, l'absence de priorisation à l'échelon de la direction ou encore le manque d'interconnexions chez les clients, les fournisseurs et les partenaires commerciaux constituent des problèmes secondaires.

La comparaison entre les pays révèle cependant une image un peu plus hétérogène : en Grande-Bretagne, par exemple, le manque de priorisation au sein du management est cité comme le principal obstacle, au même titre que l'intégration de systèmes anciens,

par 27 % des décideurs d'entreprise interrogés. En Suède et aux Pays-Bas, ce sont les préoccupations liées à la sécurité informatique qui dominent, avec respectivement 34 % et 35 %, tandis qu'en Espagne, en Italie et en Pologne, ce sont les délais et les coûts de mise en œuvre qui sont mis en avant, avec des taux d'approbation de respectivement 46 %, 39 % et 37 %, ce qui est nettement supérieur à la moyenne européenne.

Si l'on regarde les principaux enjeux pour les entreprises, on ne peut qu'être frappé par le fait qu'il s'agit d'aspects qui relèvent entièrement de leur périmètre d'influence. Si les entreprises souhaitent par conséquent faire avancer la transformation digitale, elles ont elles-mêmes la possibilité de répondre aux challenges posés - en augmentant par exemple leurs dépenses d'investissement.



3.2.3 Mise en œuvre de la transformation digitale

La transformation digitale intègre plusieurs dimensions. Les entreprises peuvent être amenées à modifier leurs processus, leurs produits et leurs modèles commerciaux, leur organisation du travail et bien d'autres éléments encore. Au-delà, la mise en œuvre de nouvelles technologies numériques est également essentielle à la transformation. Il existe différentes approches permettant aux entreprises d'accéder à ces nouvelles technologies.

Le sondage montre que près de la moitié des entreprises interrogées en Europe (44 %) ont recours à une coopération avec des clients et des fournisseurs (voir figure 4). Cela peut avoir son intérêt dans la mesure où ces technologies sont utilisées par plusieurs entreprises tout au long de la chaîne de création de valeur. L'implication précoce des autres acteurs – fournisseurs et clients – permet de garantir ici la « connectivité ».

Le groupe des entreprises qui utilisent leurs propres outils de développement est presque aussi important (41%). Deux cinquièmes (39%) misent pour leur part sur des prestataires de services informatiques spécialisés pour la transformation digitale de leur logistique. La coopération avec des

instituts de recherche joue un rôle moins important puisqu'elle ne concerne qu'environ un cinquième (23%) des entreprises. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, il n'y a pas ici de corrélation claire avec la taille de l'entreprise. Le seul indice probant est que les très grandes entreprises de 10 000 salariés et plus font davantage appel à des prestataires de services.

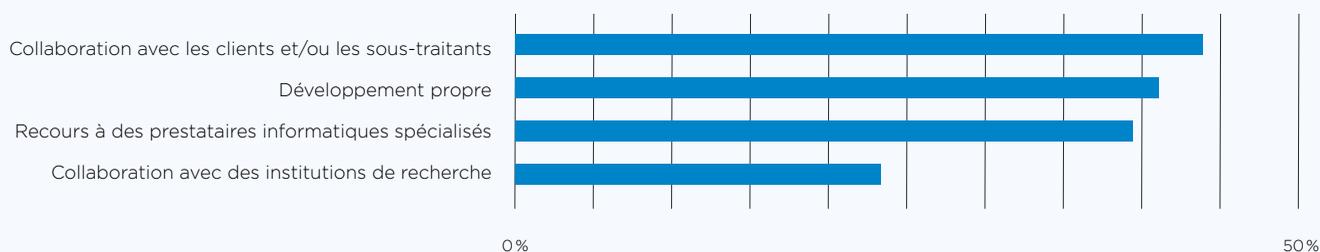
L'approche des entreprises diffère toutefois entre les dix pays étudiés. En Allemagne, par exemple, les entreprises préfèrent faire appel à des fournisseurs de services informatiques spécialisés plutôt que de développer elles-mêmes leurs produits. La situation est similaire – bien qu'un peu moins nette – au Royaume-Uni. En Norvège, en revanche, la conception en interne est l'approche dominante en matière de digitalisation.

En règle générale, il n'existe donc pas de voie unique dans la transformation digitale de la logistique dans les entreprises. La coopération, sous différentes formes, avec des partenaires externes joue cependant un rôle important. On pourrait en conclure que le besoin de soutien et/ou de conseil reste élevé.

Fig. 4 : Mise en œuvre de la transition numérique

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Plusieurs réponses possibles



3.2.4 Acteurs clés de la transformation digitale

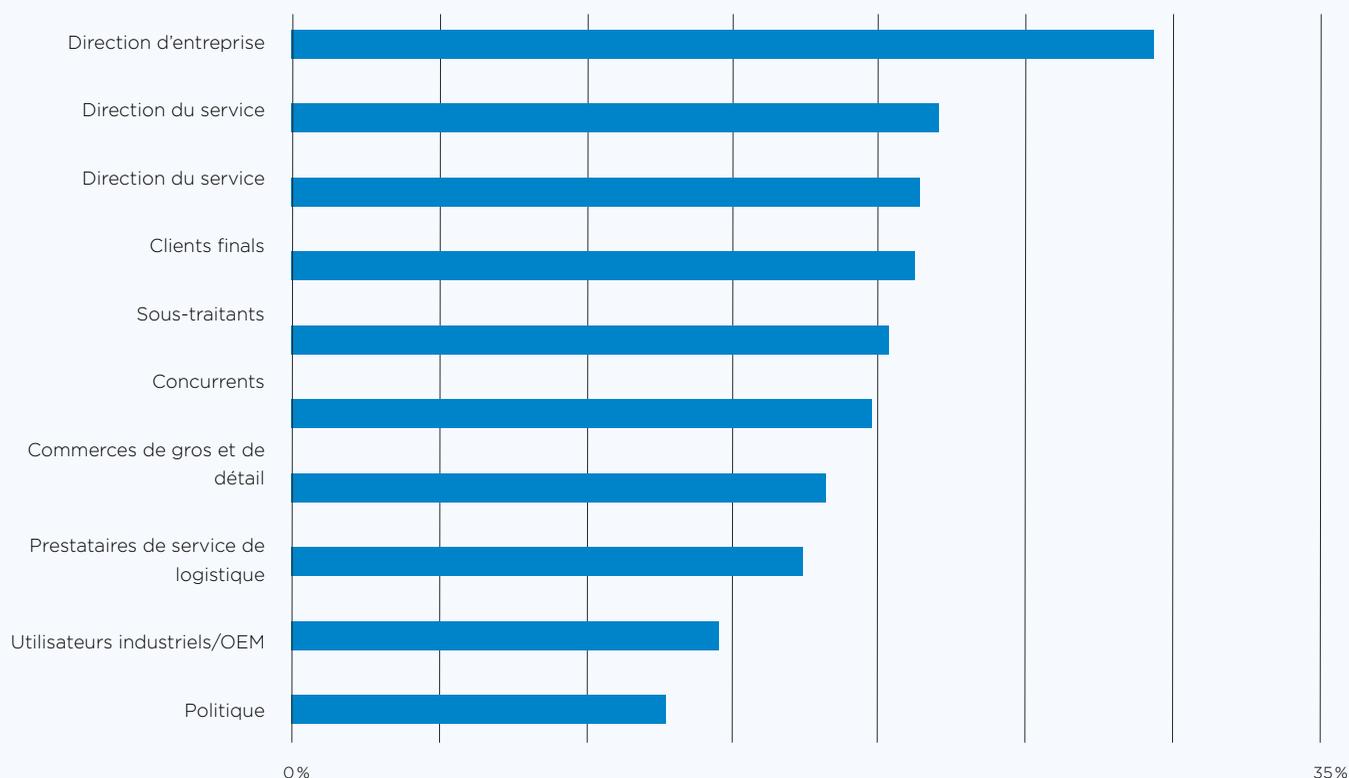
La transformation digitale n'arrive pas du jour au lendemain comme par magie. Elle est bien plutôt le fait des décisions prises par les dirigeants de chaque entreprise. Il peut s'agir d'une initiative personnelle ou d'une réaction à des demandes émanant par exemple de fournisseurs, de clients, du personnel ou de responsables politiques. Les acteurs internes et externes peuvent être considérés dans cette mesure comme les principaux moteurs du changement.

Le sondage réalisé auprès des entreprises dans les dix pays européens montre que même si les acteurs externes jouent un rôle important dans la digitalisation – notamment les clients et les fournisseurs – ceux-ci ne sont pas à l'origine des initiatives déterminantes en matière de transformation digitale de la logistique dans les entreprises (voir figure 5). Dans les entreprises, c'est avant tout la direction qui fait avancer la numérisation. C'est du moins ce que 29% des décideurs d'entreprise interrogés ont indiqué pour leur entreprise.

Fig. 5 : Parties prenantes de la transition numérique de la logistique dans les entreprises

Plusieurs réponses possibles

Part des décideurs en entreprise sondés, en %



En termes d'importance, le personnel et les directions de services arrivent en deuxième et troisième position, avec respectivement 22 et 21% des entreprises européennes qui les considèrent comme des acteurs clés de la digitalisation de leur logistique.

Du point de vue de leur hiérarchisation, les retours concernant les acteurs clés sont très similaires dans les dix pays étudiés, notamment en ce qui concerne le rôle de la direction. Il n'y a qu'en Espagne où les concurrents sont le principal facteur d'influence, tandis qu'aux Pays-Bas c'est plutôt le personnel.

3.2.5 Risques liés à une logistique numérisée

De nombreuses entreprises font appel à des prestataires de services informatiques spécialisés pour la transformation digitale de leur logistique (voir chapitre 3.2.3). Près d'un tiers (31%) des décideurs d'entreprise interrogés estiment toutefois que cette démarche comporte un certain risque (voir figure 6). Une fois les nouvelles technologies déployées, il existe ici un risque de dépendance potentiel à l'égard des fournisseurs de technologies.

L'importance de l'investissement est néanmoins compensée par l'intégration de solutions en îlots et de silos d'information résultant de l'absence d'interfaces dans les anciens systèmes, une situation que 33% des entreprises indiquent comme étant le plus grand risque potentiel lié à la transformation digitale de leur logistique. Il est en outre vraisemblable qu'une logistique numérisée implique une utilisation de don-

Ce sont donc des facteurs internes, et non la pression externe exercée par les consommateurs, les fournisseurs ou les concurrents qui préparent actuellement la voie à la transformation digitale de la logistique dans les entreprises. Et dans nombre d'entre elles, c'est la direction et son positionnement vis-à-vis de la transformation digitale qui déterminent si, et dans quelle mesure, ce changement dans le secteur de la logistique sera impulsé ou non. La digitalisation est aujourd'hui encore – du moins au stade initial – l'affaire des dirigeants.

nées plus intense et une mise en réseau plus dense. Ceci entraîne potentiellement une baisse de la sécurité des données et augmente le risque d'espionnage industriel, ce qui représente toujours pour 27% des décideurs d'entreprise interrogés une menace sérieuse.

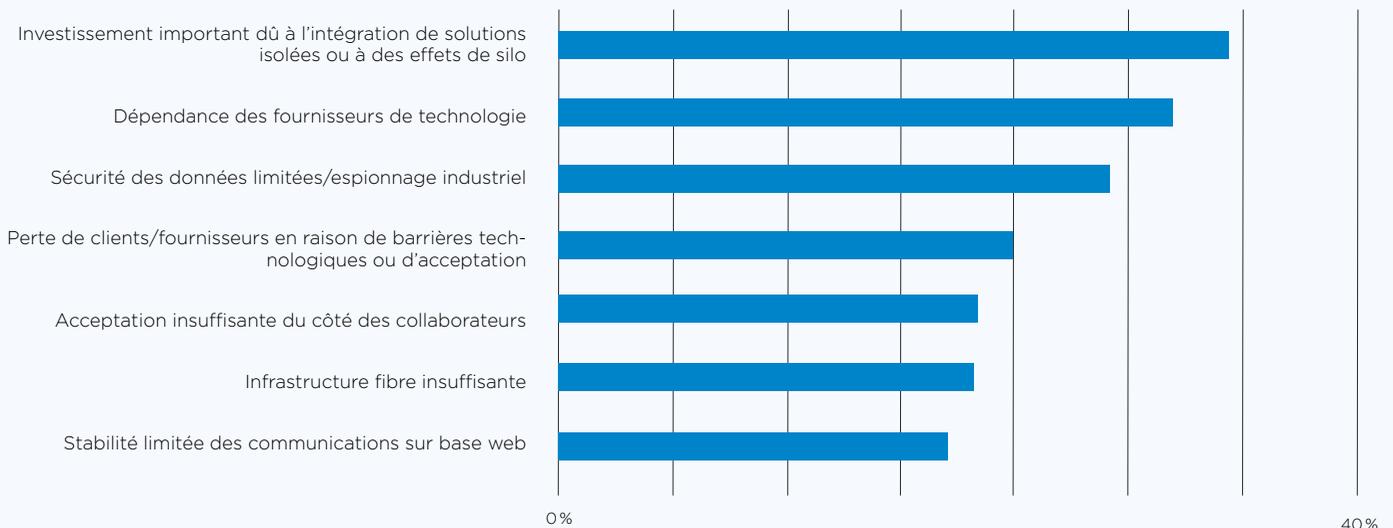
Les entreprises interrogées se montrent relativement optimistes en ce qui concerne leur personnel et l'infrastructure numérique : très peu d'entre elles considèrent comme un risque le manque d'adhésion de la part des employés, la mauvaise stabilité des communications en réseau et une infrastructure à haut débit insuffisante.

Cette perception est relativement similaire dans les dix pays. On ne constate pas non plus de corrélation particulière avec la taille de l'entreprise. Par conséquent, il n'est pas vrai que les grandes entreprises considèrent

Fig. 6 : Risques pour les entreprises du recours à des applications de la logistique 4.0

Plusieurs réponses possibles

Part des décideurs en entreprise sondés, en %



moins souvent l'investissement comme un risque lié à la digitalisation, même si elles disposent potentiellement de davantage de ressources financières.

Même si ces risques peuvent éventuellement freiner l'avancement de la transformation digitale de leur logistique, les entreprises sont capables de relever ces défis avec un certain optimisme. Les principaux risques concernent en effet des aspects sur lesquels les entreprises peuvent agir de leur propre initiative dans le but de les prévenir. Elles peuvent éventuellement réduire les dépenses d'investissement par une bonne planification et une stratégie informée. Elles peuvent également intensifier leurs activités de cybersécurité et diversifier leurs partenariats avec les fournisseurs de technologies afin de limiter leur dépendance vis-à-vis de ces derniers.



3.3 Technologies du futur

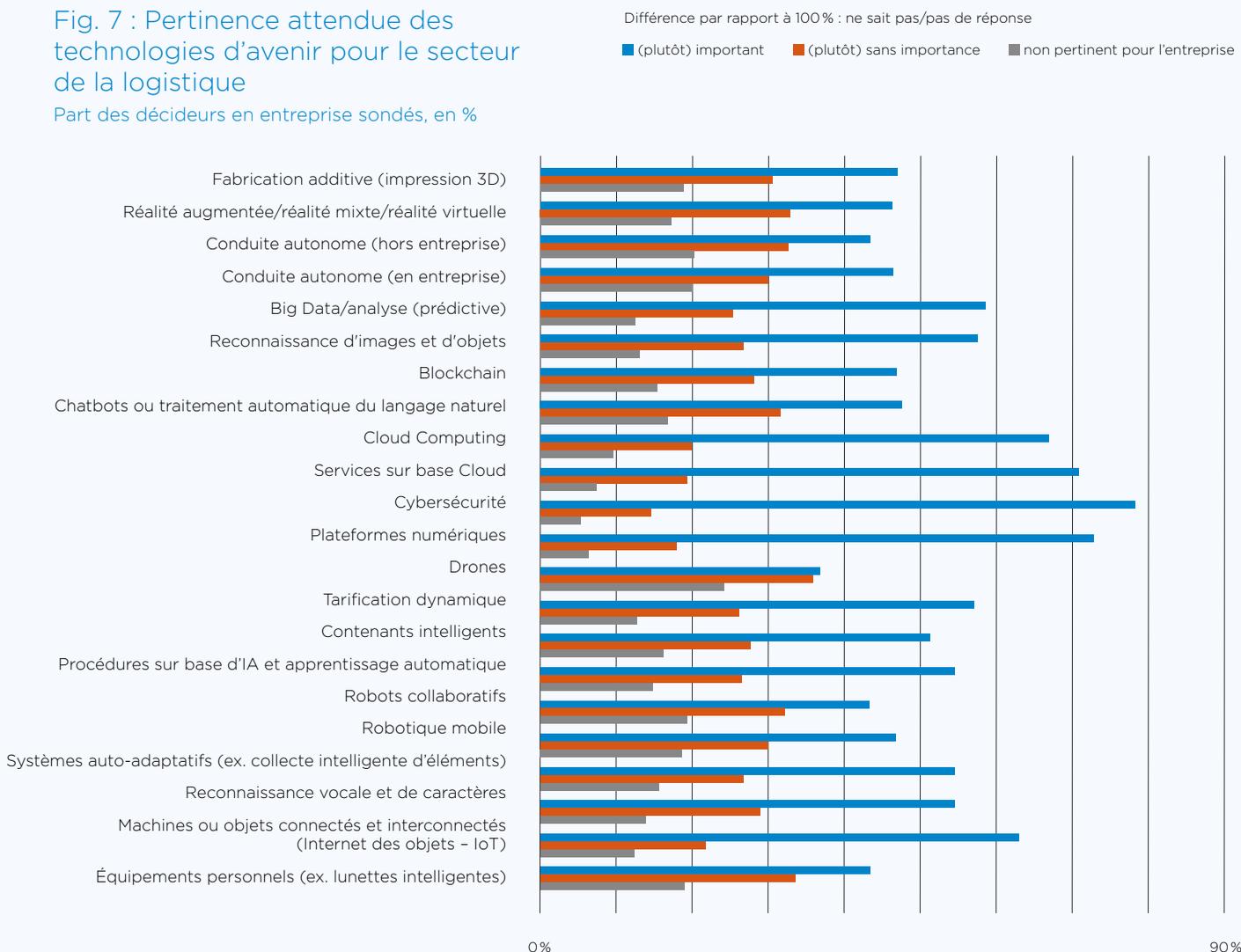
Logistics 4.0 consiste essentiellement dans l'utilisation de nouvelles technologies numériques dans les entreprises, lesquelles rendent possibles de nouvelles applications, des solutions à divers problèmes ainsi que l'émergence de modèles commerciaux (voir chapitre 2.1). La pertinence des différentes technologies déjà disponibles sur le marché dans le secteur de la logistique est cependant susceptible de varier. L'Internet des objets peut présenter par exemple un inté-

rêt différent de celui de la réalité augmentée.

Étant donné que les entreprises se trouvent à des stades différents de la transformation digitale de leur logistique (voir chapitre 3.2.1), non seulement les technologies du futur présentent un intérêt variable, mais elles sont également mises en œuvre à des degrés divers dans les entreprises.

Fig. 7 : Pertinence attendue des technologies d'avenir pour le secteur de la logistique

Part des décideurs en entreprise sondés, en %



3.3.1 Utilité attendue des technologies innovantes pour la logistique future et leur mise en œuvre

Selon les décideurs d'entreprise interrogés dans les dix pays européens, les secteurs logistiques des entreprises seront à l'avenir particulièrement concernés par la cybersécurité, les plateformes numériques, les services et l'informatique en nuage ainsi que l'Internet des objets (IdO). La plupart des personnes interrogées indiquent que ces technologies sont particulièrement

importantes (voir figure 7). En revanche, les drones, les robots collaboratifs, la réalité augmentée (RA), la réalité mixte (RM) et/ou la réalité virtuelle (RV), les véhicules autonomes à l'extérieur de l'entreprise ou les technologies portables (wearables), entre autres, sont considérés comme moins importants. En ce qui concerne la reconnaissance des formes, la reconnaissance

Fig. 8 : Pertinence attendue des technologies d'avenir pour le secteur de la logistique – comparatif pays

Part des décideurs en entreprise sondés qui jugent la technologie en question (plutôt) importante, en %
Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens.

	ø	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Conduite autonome (hors entreprise)	43%	45%	24%	47%	50%	56%	29%	22%	40%	41%	52%
Conduite autonome (en entreprise)	46%	46%	27%	49%	51%	57%	34%	27%	49%	46%	55%
Drones	37%	39%	25%	42%	36%	48%	22%	29%	23%	31%	45%
Contenants intelligents	51%	55%	33%	47%	59%	71%	34%	36%	41%	43%	60%
Robotique mobile	47%	45%	33%	46%	57%	60%	26%	36%	40%	38%	58%
Plateformes numériques	73%	76%	67%	62%	79%	79%	73%	68%	79%	62%	77%
Équipements personnels (ex. lunettes intelligentes)	43%	41%	29%	42%	47%	65%	16%	34%	30%	36%	56%
Reconnaissance vocale et de caractères	54%	66%	42%	49%	59%	70%	40%	45%	31%	41%	65%
Reconnaissance d'images et d'objets	57%	62%	44%	55%	64%	72%	44%	48%	46%	49%	62%
Chatbots ou traitement automatique du langage naturel	47%	49%	26%	51%	55%	63%	30%	37%	38%	43%	53%
Tarifification dynamique	57%	48%	39%	52%	63%	74%	40%	50%	44%	61%	69%
Services sur base Cloud	71%	66%	66%	59%	79%	78%	57%	66%	76%	70%	79%
Procédures sur base d'IA et apprentissage automatique	54%	55%	39%	48%	65%	68%	35%	48%	53%	47%	63%
Réalité augmentée/réalité mixte/réalité virtuelle	46%	44%	29%	43%	51%	57%	26%	42%	44%	43%	59%
Robotique mobile/systèmes auto-adaptatifs (ex. collecte intelligente d'éléments)	54%	54%	35%	55%	63%	68%	33%	43%	56%	46%	64%
Big DataAnalyse (prédictive)	58%	59%	44%	51%	71%	73%	49%	44%	54%	53%	64%
Machines ou objets connectés et interconnectés (Internet des objets - IoT)	63%	61%	50%	58%	65%	76%	50%	55%	68%	60%	71%
Blockchain	47%	47%	21%	48%	59%	60%	28%	32%	28%	49%	54%
Fabrication additive (impression 3D)	47%	48%	30%	43%	54%	62%	27%	36%	38%	43%	57%
Cloud Computing	67%	68%	63%	57%	80%	74%	55%	58%	75%	65%	66%
Cybersécurité	78%	76%	63%	69%	80%	87%	81%	78%	81%	78%	81%
Robots collaboratifs	43%	43%	25%	49%	48%	61%	31%	32%	41%	37%	44%

d'images et d'objets est jugée plus significative que la reconnaissance de la parole et de l'écriture.

Si l'on considère maintenant l'ensemble des technologies numériques, on constate qu'elles sont perçues comme étant plus importantes par les entreprises italiennes, polonaises et espagnoles (voir figure 8). L'évaluation de leur intérêt est en revanche inférieure à la moyenne au Royaume-Uni, en Suède et au Danemark.

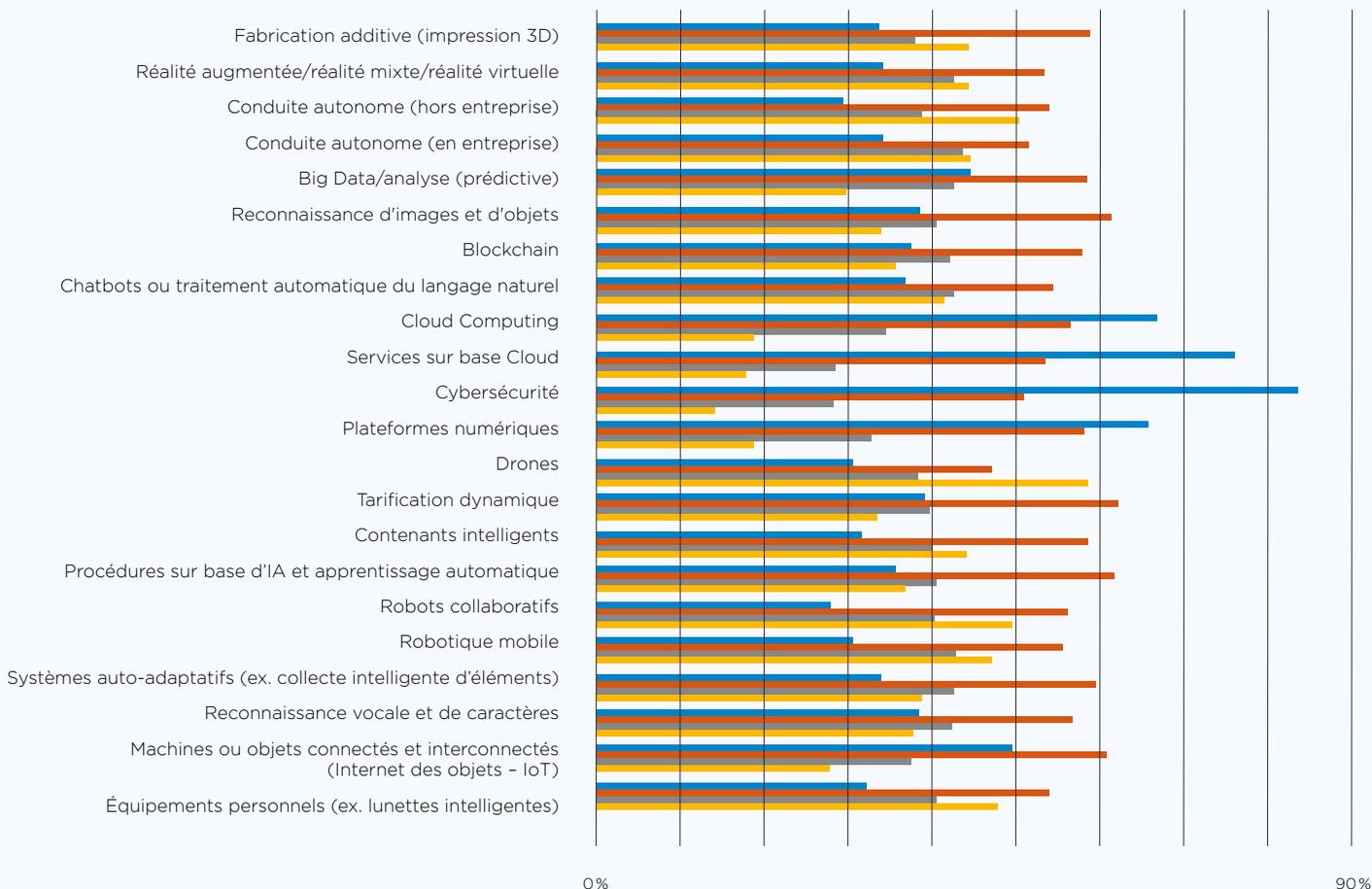
L'importance des différentes technologies pour la logistique future dans les entreprises est donc évaluée de manière très hétérogène. La raison pour laquelle des technologies telles que RA/RM/RV sont (encore) considérées comme moins intéressantes, bien qu'il existe déjà des possibilités d'application comme Pick-by-Vision, peut être que de nombreuses entreprises ne sont pas conscientes de l'existence d'études d'opportunité concrètes et des avantages qui en découlent. Un indice plaide en faveur de cette thèse : les entreprises qui sont déjà

Fig. 9 : Avancées dans la mise en œuvre de technologies d'avenir dans le secteur de la logistique

Part des décideurs en entreprise sondés n'ayant pas indiqué précédemment que les technologies en question ne sont pas pertinentes pour leur entreprise, en %

Différence par rapport à 100% : ne sait pas/pas de réponse

- Mise en œuvre déjà effectuée ou en cours
- Mise en œuvre programmée dans l'année ou les deux ans à venir
- Mise en œuvre envisagée, mais pas concrètement programmée
- Pas de mise en œuvre envisagée



plus avancées dans la transformation digitale de leur secteur logistique estiment pour la plupart que ces technologies sont relativement importantes.

Il existe une certaine corrélation entre la mesure dans laquelle les entreprises utilisent déjà ces technologies ou envisagent de les utiliser et l'évaluation qu'elles font de leur intérêt (voir figure 9). Les technologies jugées plutôt utiles sont déjà plus

répandues dans les entreprises du secteur de la logistique. Des applications dans le domaine de la cybersécurité ou des services en nuage sont par exemple implémentées ou en cours de déploiement dans respectivement 46 et 42% des entreprises interrogées. Environ un tiers supplémentaire des entreprises se mettront à jour au cours de la prochaine ou des deux prochaines années.

Fig. 10 : Avancées dans la mise en œuvre de technologies d'avenir dans le secteur de la logistique – comparatif pays

Part des décideurs en entreprise sondés n'ayant pas indiqué précédemment que les technologies en question ne sont pas pertinentes pour leur entreprise, et chez qui l'introduction desdites technologies dans l'entreprise a déjà été effectuée ou est en cours, en %

Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens.

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Conduite autonome (hors entreprise)	16%	13%	8%	28%	15%	16%	12%	16%	10%	18%	15%
Conduite autonome (en entreprise)	19%	21%	14%	21%	17%	21%	14%	21%	11%	23%	19%
Drones	17%	17%	16%	20%	17%	17%	14%	23%	13%	13%	14%
Contenants intelligents	17%	19%	12%	20%	19%	23%	7%	19%	12%	13%	16%
Robotique mobile	17%	17%	15%	21%	17%	19%	14%	15%	10%	14%	18%
Plateformes numériques	36%	38%	39%	33%	40%	36%	41%	45%	40%	34%	27%
Équipements personnels (ex. lunettes intelligentes)	18%	19%	15%	26%	15%	21%	11%	23%	14%	14%	15%
Reconnaissance vocale et de caractères	21%	34%	17%	22%	18%	23%	18%	23%	12%	17%	18%
Reconnaissance d'images et d'objets	21%	28%	15%	24%	23%	21%	14%	23%	16%	19%	19%
Chatbots ou traitement automatique du langage naturel	20%	23%	20%	22%	21%	19%	13%	24%	16%	19%	21%
Tarifification dynamique	22%	16%	18%	22%	23%	22%	12%	24%	16%	20%	29%
Services sur base Cloud	42%	43%	55%	30%	51%	40%	41%	49%	37%	42%	38%
Procédures sur base d'IA et apprentissage automatique	20%	18%	12%	23%	22%	19%	16%	29%	15%	18%	18%
Réalité augmentée/réalité mixte/réalité virtuelle	19%	15%	16%	22%	23%	19%	10%	26%	11%	17%	20%
Systèmes auto-adaptatifs (ex. collecte intelligente d'éléments)	19%	20%	7%	24%	22%	20%	13%	15%	15%	20%	17%
Big DataAnalyse (prédictive)	25%	27%	22%	33%	26%	24%	22%	24%	16%	27%	21%
Machines ou objets connectés et interconnectés (Internet des objets - IoT)	27%	30%	33%	28%	31%	27%	23%	30%	19%	27%	24%
Blockchain	21%	23%	17%	29%	21%	19%	11%	21%	14%	24%	18%
Fabrication additive (impression 3D)	19%	17%	18%	18%	19%	21%	21%	18%	10%	18%	20%
Cloud Computing	37%	43%	56%	31%	46%	31%	33%	45%	36%	33%	27%
Cybersécurité	46%	47%	62%	38%	46%	45%	59%	56%	39%	43%	42%
Robots collaboratifs	15%	16%	9%	20%	18%	13%	16%	17%	14%	12%	14%

Dans l'ensemble, les décideurs interrogés affirment qu'il y aura notamment au cours des deux prochaines années des progrès dans l'utilisation des technologies. Environ un tiers des entreprises souhaiteraient mettre en œuvre les différentes technologies. D'ici deux ans, environ la moitié des entreprises devraient utiliser entre autres des applications de réalité augmentée et de réalité virtuelle.

Les ressources financières sont toujours le facteur déterminant lorsqu'il s'agit de mettre en place et d'utiliser de telles technologies d'avenir. Sachant que les grandes

entreprises disposent en général de davantage de ressources, il n'est donc pas surprenant que les technologies concernées soient prioritairement déjà utilisées dans ce type de structures.

Dans la comparaison entre les pays, les entreprises françaises, allemandes, espagnoles et suédoises indiquent souvent des chiffres supérieurs à la moyenne en termes de (prévisions de) mise en œuvre (voir figure 10). Au Danemark, en Norvège et au Royaume-Uni, en revanche, l'utilisation de ces technologies se révèle inférieure à la moyenne.

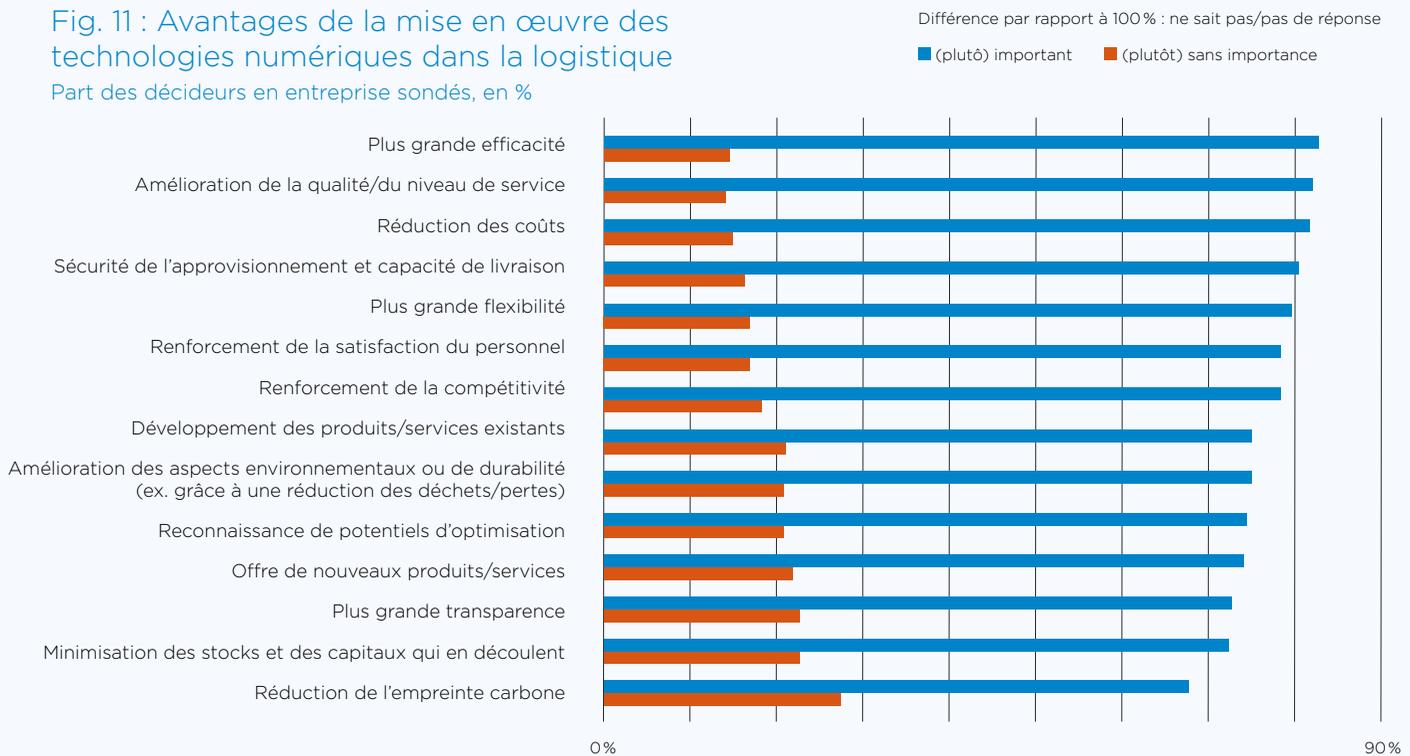
3.3.2 Bénéfices liés à l'utilisation de technologies numériques

L'utilisation de ces technologies – tout comme la transformation digitale dans son ensemble – n'est pas due au hasard. Les entreprises y associent des avantages concrets et des aspects bénéfiques. Ainsi, la grande majorité des entreprises interrogées en Europe (83 %) voient dans l'utilisation de technologies numériques dans leur secteur logistique la possibilité d'améliorer leur efficacité (voir figure 11). Autres avantages, considérés comme importants par plus de quatre cinquièmes des entreprises : l'amélioration de la qualité et du niveau de service, la réduction des coûts ainsi que la garantie de la sécurité d'approvisionnement et de la capacité de livraison. Néanmoins, plus de la moitié des entreprises mentionnent également comme avantages potentiels la réduction des émissions de CO₂, la réduction des stocks ou une meilleure transparence.



Fig. 11 : Avantages de la mise en œuvre des technologies numériques dans la logistique

Part des décideurs en entreprise sondés, en %



3.4 Réalité augmentée

La réalité augmentée (RA), la réalité mixte (RM) et la réalité virtuelle (RV) sont des formes de perception de la réalité assistée par ordinateur (« Extended Reality »). Dans le cas de la réalité virtuelle, la réalité est totalement occultée et remplacée par des univers artificiels tridimensionnels. Dans le cas de la réalité augmentée, en revanche, l'environnement réel reste en principe inchangé, mais il est complété par des informations numériques supplémentaires sous forme de textes, d'images ou de vidéos. La réalité mixte est une forme hybride dans laquelle les objets physiques et numériques coexistent et interagissent. L'insertion d'éléments virtuels se fait généralement par le biais de lunettes (lunettes intelligentes, lunettes RV) ou d'un terminal mobile usuel (tablette, smartphone).

Les applications de réalité augmentée progressent rapidement et offrent de nombreuses options nouvelles, y compris dans le domaine de la logistique. L'emballage, la manutention, le stockage, le transport, la livraison ou la maintenance et d'autres processus dépendent ici de décisions humaines. C'est pourquoi des facteurs individuels tels que le caractère, l'humeur du moment, la concentration ou la fatigue jouent un rôle important et entraînent potentiellement des écarts de performance. Le recours aux technologies numériques a pour but d'assister les employés des entrepôts dans l'exécution de ces opérations.

Les applications de RA peuvent par exemple permettre de mieux répartir la charge de travail, faciliter la prise de décision ou encore rendre les opérations de routine moins fatigantes. Le Vision Picking permet par exemple de travailler avec les mains libres en utilisant des lunettes intelligentes. La réalité augmentée permet en outre d'accroître l'interactivité du travail et de réduire le risque d'erreurs.

Cela permet par exemple au personnel chargé de la préparation des commandes – l'une des tâches essentielles de l'intralogis-

tique – de recevoir un complément d'informations numériques afin de localiser plus rapidement les objets. Ceci inclut la visualisation d'informations qui seraient autrement disponibles sur papier. Du fait qu'elles se trouvent directement dans le champ de vision du préparateur de commandes, elles peuvent être traitées plus rapidement. La RA permet ainsi de réduire le temps d'enlèvement de marchandises et de pièces détachées dans les entrepôts.

3.4.1 Applications potentielles attendues et avantages de la réalité augmentée dans la logistique

Environ 62% des décideurs voient en principe des perspectives d'application de la réalité augmentée dans leur logistique d'entreprise (voir figure 12). Et ce, bien que la RA, la RM ou la RV ne soient déjà utilisées ou en cours de mise en place que dans 19% à peine des entreprises européennes interrogées qui estiment que ces technologies sont utiles dans le domaine de la logistique (voir figure 10). Plusieurs raisons peuvent expliquer cette discordance : il est possible

que toutes les entreprises ne soient pas encore convaincues de leur potentiel commercial. Ou alors les outils proposés actuellement ne sont pas encore assez développés, sont trop exigeants en termes de conseil et/ou ne sont pas suffisamment connus en raison d'un manque de transparence du marché. Enfin, il se peut aussi que les projets d'investissement des entreprises requièrent tout simplement un certain temps pour leur réalisation.

Fig. 12 : Possibilités d'application de la RA dans la logistique de l'entreprise – comparatif pays

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens.

Différence par rapport à 100% : ne sait pas/pas de réponse

	Ø	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Possibilités d'application offertes dans tous les cas	26%	29%	11%	37%	27%	30%	11%	25%	21%	18%	30%
Possibilités d'application existantes en partie	36%	33%	25%	35%	36%	48%	24%	30%	29%	40%	44%
Pas de possibilité d'application	28%	33%	48%	25%	30%	19%	34%	35%	29%	31%	15%

Si l'on compare les différents pays, c'est en Italie, en Pologne et en France que l'on attend le plus des applications de RA, tandis qu'au Danemark et au Royaume-Uni les entreprises se montrent relativement sceptiques quant à leur utilité.

On observe par ailleurs des différences marquées en fonction de la taille de l'entreprise : les grandes entreprises de 250 employés et plus sont plus enclines à reconnaître leurs possibilités d'application que les PME (voir figure 13). Ceci s'explique probablement par le fait que la signification et le degré de complexité des processus

logistiques augmentent tendanciellement avec la taille de l'entreprise.

Le type de processus logistiques existants joue également un rôle dans le potentiel attendu de la RA (voir figure 14). Avec un taux d'adhésion de plus de 68 %, ce sont en effet principalement les entreprises disposant d'une logistique de transport interne qui sont favorables aux potentiels d'applications. Avec 60,7%, les entreprises disposant d'une logistique de stockage sont même légèrement moins représentées que la moyenne.

Fig. 13 : Possibilités d'application de la RA dans la logistique de l'entreprise en fonction de la taille de l'entreprise

Part des décideurs en entreprise sondés, en %.

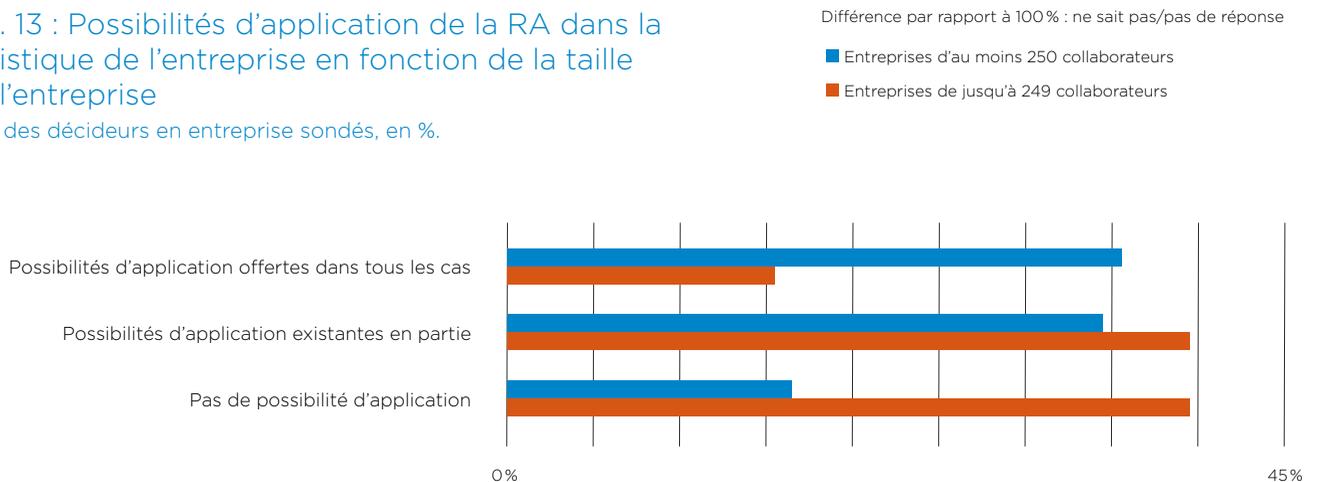


Fig. 14 : Possibilités d'application de la RA en fonction des processus logistiques existants de l'entreprise

Part des décideurs en entreprise sondés, en %.

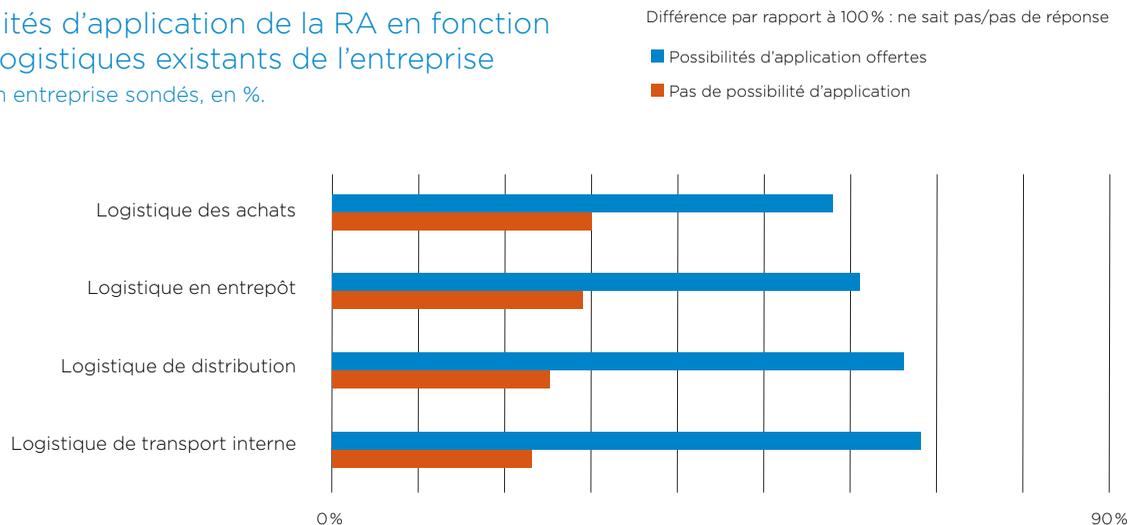


Fig. 15 : Possibilités d'application concrètes de la RA dans la logistique de l'entreprise

Plusieurs réponses possibles

Part des décideurs en entreprise sondés qui voient, en principe, des possibilités d'application pour la RA dans leur logistique, en %

Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens.

	ø	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Formation et intégration de main-d'œuvre	35%	33%	40%	28%	35%	32%	29%	30%	38%	44%	41%
Amélioration de la qualité de la préparation des commandes	34%	32%	23%	34%	42%	30%	20%	33%	28%	34%	40%
Contrôle de complétude (Completeness Checks)	32%	40%	29%	22%	33%	36%	32%	29%	13%	42%	30%
Amélioration de l'efficacité lors de la préparation des commandes par Pick-by-Vision	31%	37%	23%	31%	45%	24%	20%	35%	23%	27%	32%
Services d'assemblage, de maintenance et de réparation	31%	36%	23%	27%	44%	26%	20%	36%	23%	18%	33%
Optimisation des procédures de chargement	30%	27%	17%	35%	29%	31%	22%	26%	25%	35%	33%
Assistance à distance pour une expertise en tout lieu	30%	25%	31%	24%	36%	30%	39%	29%	33%	32%	27%
Optimisation de la livraison sur le « dernier kilomètre »	29%	31%	14%	27%	36%	34%	22%	24%	25%	17%	31%
Optimisation des processus d'emballage	28%	33%	9%	30%	35%	32%	34%	24%	15%	22%	26%

Selon les entreprises, les domaines d'application concrets de la RA seraient notamment l'apprentissage et l'intégration de main-d'œuvre, l'amélioration qualitative de la préparation de commande et le contrôle d'exhaustivité, sachant que dans la moyenne européenne, seul un tiers environ des décideurs d'entreprise peuvent imaginer l'une de ces trois possibilités d'application pour leur logistique. L'Espagne, la Pologne et l'Allemagne sont les pays qui mentionnent le plus grand nombre d'utilisations potentielles (voir figure 15).

Parmi les autres domaines d'application de la RA allant au-delà des options de réponse proposées dans le sondage, les entreprises mentionnent notamment la ponctualité des livraisons, la présentation de produits aux clients ou le parcours client et l'amélioration des performances opérationnelles.

La priorisation accordée aux diverses applications varie d'un pays à l'autre : alors qu'aux Pays-Bas, en Pologne, au Royaume-Uni et en Norvège, la priorité est donnée à la formation et à l'intégration de la main-d'œuvre, en Espagne c'est l'augmentation de l'efficacité de la préparation de commande par le Pick-by-Vision qui est privilégiée, en Allemagne et en Italie, c'est le contrôle d'exhaustivité, et au Danemark c'est la téléassistance qui permet de bénéficier de l'aide d'experts indépendamment de leur localisation. Les décideurs d'entreprise suédois, quant à eux, mettent l'accent sur l'assistance aux services d'assemblage, de maintenance et de réparations, et les Français sur l'optimisation du processus de chargement.

L'amélioration de la productivité, la minimisation des erreurs et la réduction de la



charge de travail des employés sont les trois principaux avantages des applications de RA identifiés par les décideurs d'entreprise en Europe (voir figure 16). Il est intéressant de constater que les personnes interrogées qui estiment que la RA peut être utilisée sans restrictions dans leur entreprise n'en attendent pas forcément plus d'avantages que les décideurs d'entreprise qui ne citent que des possibilités d'utilisation partielles. Les nouvelles opportunités de collecte et

d'analyse de données et les chaînes d'approvisionnement plus durables occupent toutefois les 3^e et 4^e places pour le premier groupe cité, avec une pondération nettement plus élevée que la moyenne de toutes les entreprises. En outre, même les dirigeants qui ne voient pas de possibilités d'application de la RA dans leur entreprise peuvent généralement imaginer certains avantages liés à l'utilisation de cette technologie dans la gestion de la chaîne d'ap-

Fig. 16 : Avantages de la RA en fonction des possibilités d'application dans la logistique propre à l'entreprise

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

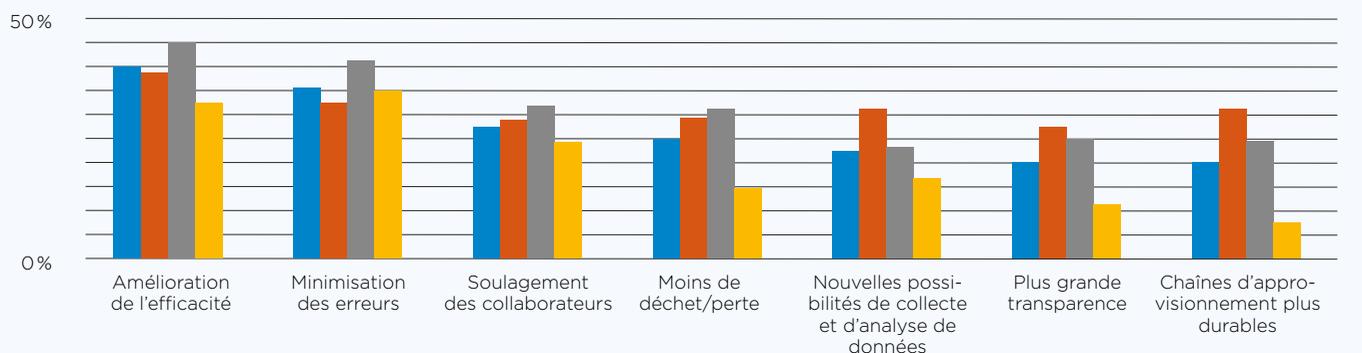


Fig. 17 : Avantages de la RA – comparatif pays

Plusieurs réponses possibles

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Amélioration de l'efficacité	39%	40%	43%	38%	42%	43%	25%	39%	36%	34%	40%
Minimisation des erreurs	35%	38%	33%	31%	38%	38%	30%	37%	39%	33%	35%
Soulagement des collaborateurs	27%	29%	8%	27%	31%	14%	28%	34%	25%	31%	33%
Moins de déchet/perte	24%	22%	26%	29%	25%	28%	22%	22%	18%	22%	25%
Nouvelles possibilités de collecte et d'analyse de données	22%	22%	21%	24%	24%	21%	18%	22%	25%	17%	25%
Plus grande transparence	20%	23%	13%	21%	16%	24%	8%	17%	15%	21%	31%
Chaînes d'approvisionnement plus durables	19%	19%	9%	19%	19%	27%	10%	10%	13%	28%	24%

provisionnement et la logistique, bien que – comme on pouvait s'y attendre – dans une mesure nettement moindre.

Les entreprises de Pologne, d'Italie, d'Espagne, d'Allemagne et de France sont celles qui attendent un nombre d'avantages supérieur à la moyenne des applications de RA dans la logistique (voir figure 17).

3.4.2 Utilisation et avantages attendus des lunettes intelligentes dans la logistique

Les lunettes intelligentes constituent un prérequis matériel flexible pour permettre des applications AR. Seul un sixième environ des entreprises interrogées en Europe utilisent déjà des lunettes intelligentes dans leur logistique (voir figure 18). Près d'un quart d'entre elles prévoient tout de même de les adopter. Plus de la moitié considèrent en revanche que cette solution technologique n'est pas intéressante pour elle ou ne prévoient pas de la mettre en œuvre.

Les entreprises françaises, suivies de l'Italie, du Portugal et de l'Allemagne, manifestent un intérêt supérieur à la moyenne à l'égard des lunettes intelligentes. En comparaison, 80% des décideurs d'entreprise au Dane-

mark considèrent que cette technologie n'est pas importante ou n'ont du moins pas l'intention de l'utiliser. Les entreprises norvégiennes, britanniques et néerlandaises se montrent également plutôt sceptiques.

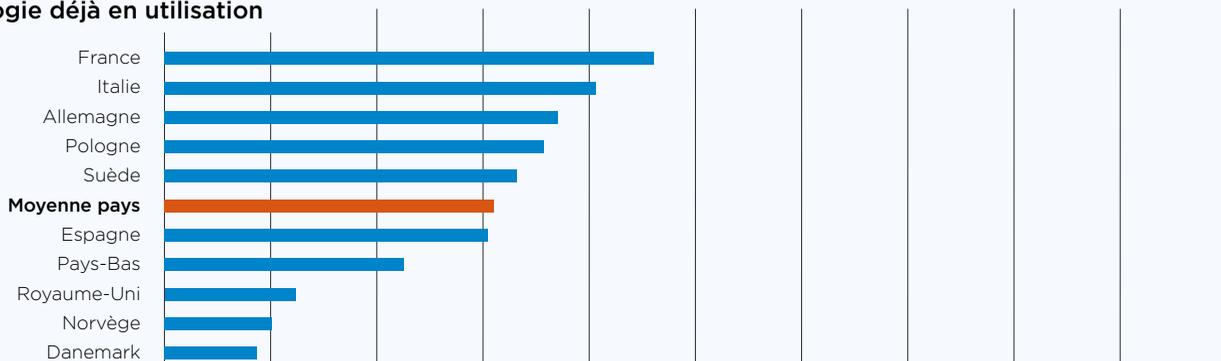
Près de 80% des entreprises pour lesquelles les possibilités d'application de la RA sont évidentes utilisent déjà des lunettes intelligentes ou prévoient de le faire (voir figure 19). Et en miroir, près de 92% des décideurs indiquent que l'utilisation de lunettes intelligentes n'est pas prévue ou n'est pas pertinente, dans la mesure où ils ne voient pas d'utilisation possible de la RA dans leur logistique d'entreprise. Ce qui souligne le lien étroit entre matériel et applications :

Fig. 18 : Recours aux lunettes intelligentes dans la logistique

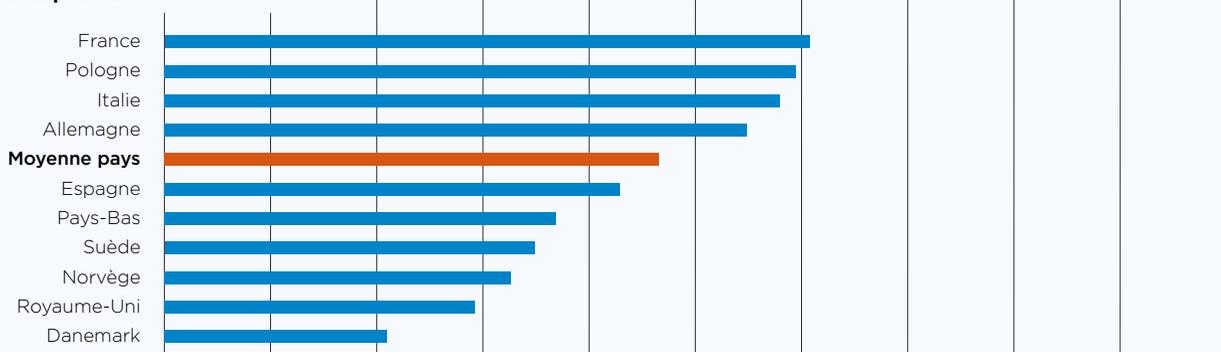
Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Différence par rapport à 100% :
ne sait pas/pas de réponse

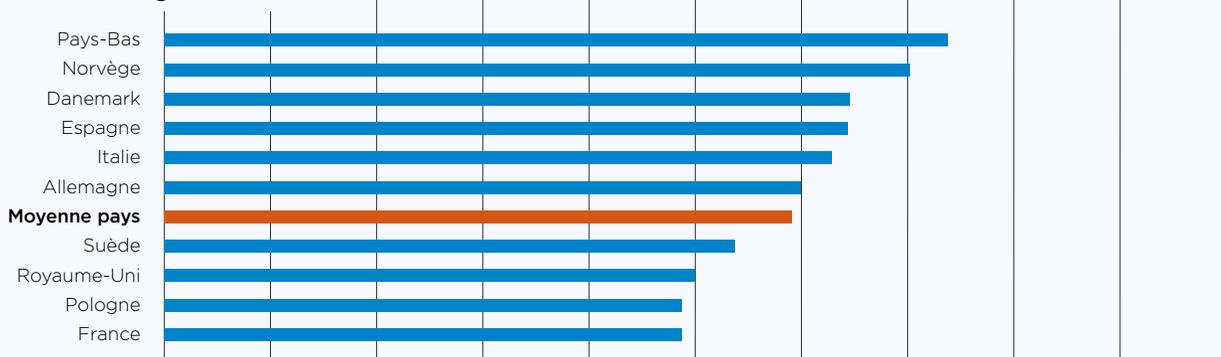
Technologie déjà en utilisation



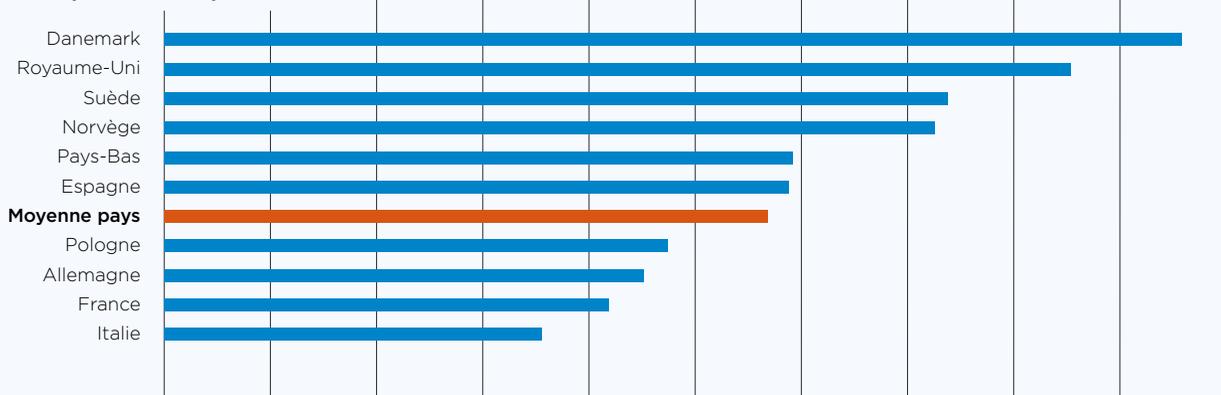
Introduction prévue



Utilisation non envisagée



Non pertinent pour l'entreprise



0%

50%

Fig. 19 : Rapport entre l'utilisation de lunettes intelligentes et la pertinence générale de la RA pour la logistique de l'entreprise

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

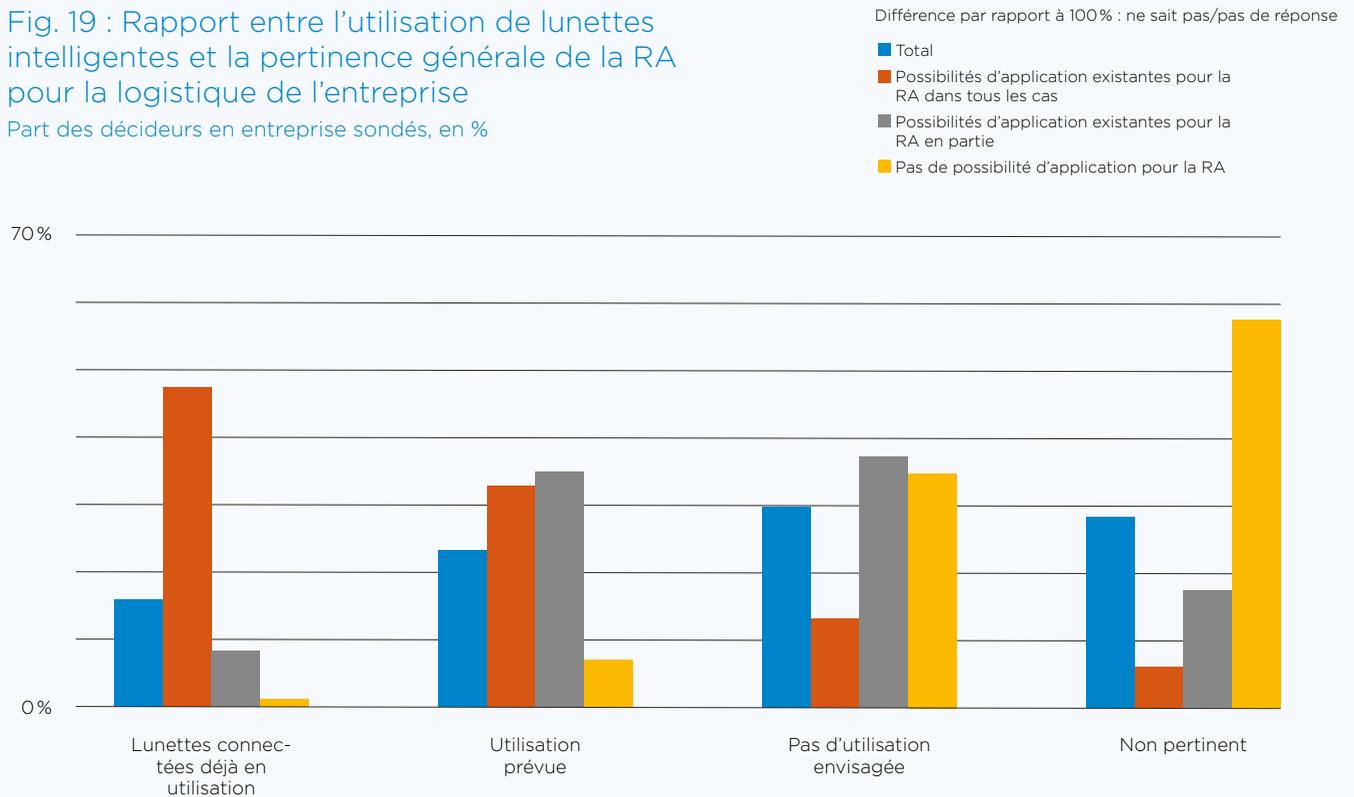


Fig. 20 : Possibilités d'application pour lesquelles les lunettes intelligentes sont considérées comme un avantage

Part des décideurs en entreprise sondés qui considèrent pertinent le recours aux lunettes intelligentes dans la logistique de leur entreprise, en %

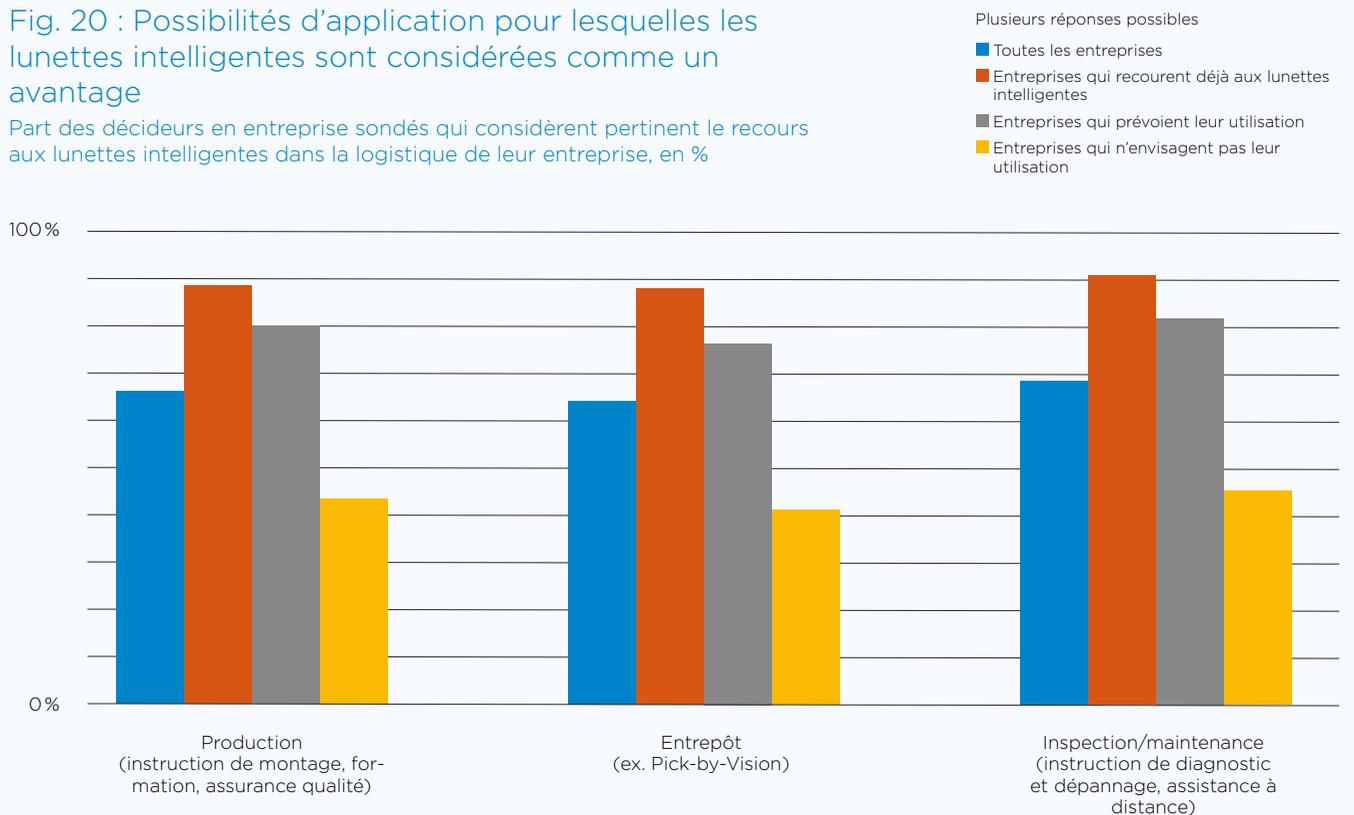


Fig. 21 : Avantages des lunettes connectées pour divers secteurs de l'entreprise – comparatif pays

Plusieurs réponses possibles

Part respective des décideurs en entreprise sondés qui considèrent pertinent le recours aux lunettes intelligentes dans la logistique de leur entreprise, en %

Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens

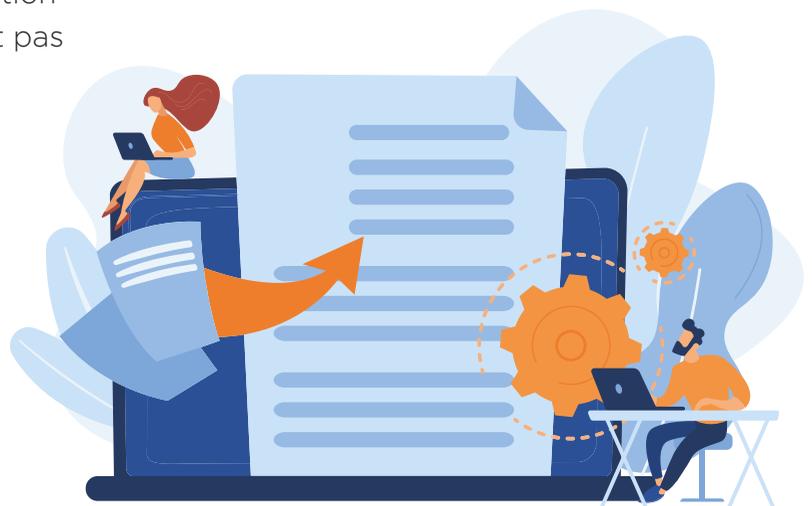
	ø	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Production (instruction de montage, formation, assurance qualité)	66%	65%	52%	72%	69%	76%	43%	67%	56%	54%	72%
Entrepôt (ex. Pick-by-Vision)	64%	64%	52%	69%	71%	75%	39%	56%	53%	54%	67%
Inspection/maintenance (instruction de diagnostic et dépannage, assistance à distance)	68%	73%	52%	70%	71%	73%	44%	62%	60%	63%	75%

l'utilisation de lunettes intelligentes est fortement corrélée avec l'utilité attendue de la réalité augmentée.

En ce qui concerne les secteurs sondés – production, stockage, révision et maintenance – les entreprises attribuent aux lunettes intelligentes une utilité à peu près équivalente (voir figure 20) : plus de trois cinquièmes des décideurs européens déclarent que les lunettes intelligentes présentent un avantage important ou du moins relatif pour les activités précitées au sein de leur entreprise. On observe que la reconnaissance de la valeur des lunettes intelligentes augmente avec l'expérience, puisque les entreprises qui les utilisent déjà affichent systématiquement des taux d'approbation plus élevés. Les organisations qui n'ont pas

l'intention d'utiliser des lunettes intelligentes dans leur propre entreprise reconnaissent néanmoins pour un peu plus de 40% qu'elles sont globalement avantageuses pour les trois types d'applications.

Dans la comparaison entre les pays, ce sont les décideurs italiens, polonais, espagnols et français qui sont les plus nombreux à attendre des avantages de l'utilisation des lunettes intelligentes dans les différents secteurs de l'entreprise (voir figure 21). Au Danemark, au Royaume-Uni, en Norvège et aux Pays-Bas, les taux d'adhésion sont en revanche nettement inférieurs à la moyenne européenne.



3.5 L'Internet des objets

La mise en réseau de machines, appareils, matériaux et produits pour constituer l'Internet des objets (IdO) se poursuit. Les niveaux de données et les processus physiques s'interconnectent pour former ce que l'on appelle des systèmes cyber-physiques, de sorte que de plus en plus de machines communiquent entre elles de manière autonome et échangent des informations sur leur propre état et/ou leur environnement. De cette façon, chaque objet est clairement identifiable et a accès au réseau, sa position et son état sont connus. Ces fonctionnalités promettent des avantages potentiels considérables pour la logistique. Les applications de logistique intelligente basées sur l'Internet des objets vont du transport intelligent de marchandises à la livraison, en passant par la gestion des stocks.

Elles facilitent par exemple la gestion des attentes clients, lesquelles sont en constante évolution, et permettent de concevoir de nouveaux modèles commerciaux. La complexité et la diversité croissantes des commandes clients posent à la logistique des défis majeurs qui requièrent la collecte de données en temps réel et d'informations contextuelles. Dans ce cadre, les applications IdO peuvent améliorer l'efficacité des processus logistiques, notamment en ce qui concerne la surveillance, la gestion de la production, la collecte et l'échange d'informations, la modélisation des chaînes d'approvisionnement ou encore la sécurité.

Différence par rapport à 100% : ne sait pas/pas de réponse

Fig. 22 : Possibilités d'application de l'Internet des objets dans la logistique de l'entreprise – comparatif pays

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Possibilités d'application offertes dans tous les cas	29%	28%	21%	34%	36%	36%	15%	25%	14%	23%	31%
Possibilités d'application existantes en partie	41%	41%	26%	42%	45%	47%	30%	34%	40%	38%	48%
Pas de possibilité d'application	21%	26%	35%	23%	13%	10%	33%	28%	25%	28%	10%



3.5.1 Applications potentielles attendues de l'Internet des objets dans la logistique

Environ 70% des personnes interrogées voient de manière générale des possibilités d'application de l'Internet des objets dans leur propre logistique (voir figure 22). Les décideurs italiens, espagnols, polonais et français se montrent particulièrement confiants quant aux bénéfices de cette technologie pour leur entreprise, tandis qu'au Royaume-Uni et au Danemark, les personnes interrogées sont plus nombreuses que la moyenne à émettre des réserves, et ce, bien que le nombre d'optimistes y soit également majoritaire.

Notons cependant que seules 27% des entreprises qui considèrent l'Internet des ob-

jets comme intéressant pour leur logistique utilisent déjà cette technologie ou sont dans la phase de mise en place (voir figure 10). De manière comparable à ce que l'on observe pour la réalité augmentée, il existe donc encore pour les fournisseurs de solutions IdO un potentiel de commercialisation. On peut penser que certaines entreprises ne sont pas encore convaincues des avantages économiques des outils disponibles sur le marché, bien qu'elles soient en principe ouvertes à l'utilisation d'applications IdO dans leur logistique.

Par ailleurs, il apparaît une fois de plus que l'utilisation de technologies numériques a

Fig. 23 : Possibilités d'application de l'Internet des objets dans la logistique propre à l'entreprise en fonction de la taille de l'entreprise

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Différence par rapport à 100% : ne sait pas/pas de réponse

■ Entreprises jusqu'à 249 collaborateurs

■ Entreprises d'au moins 250 collaborateurs

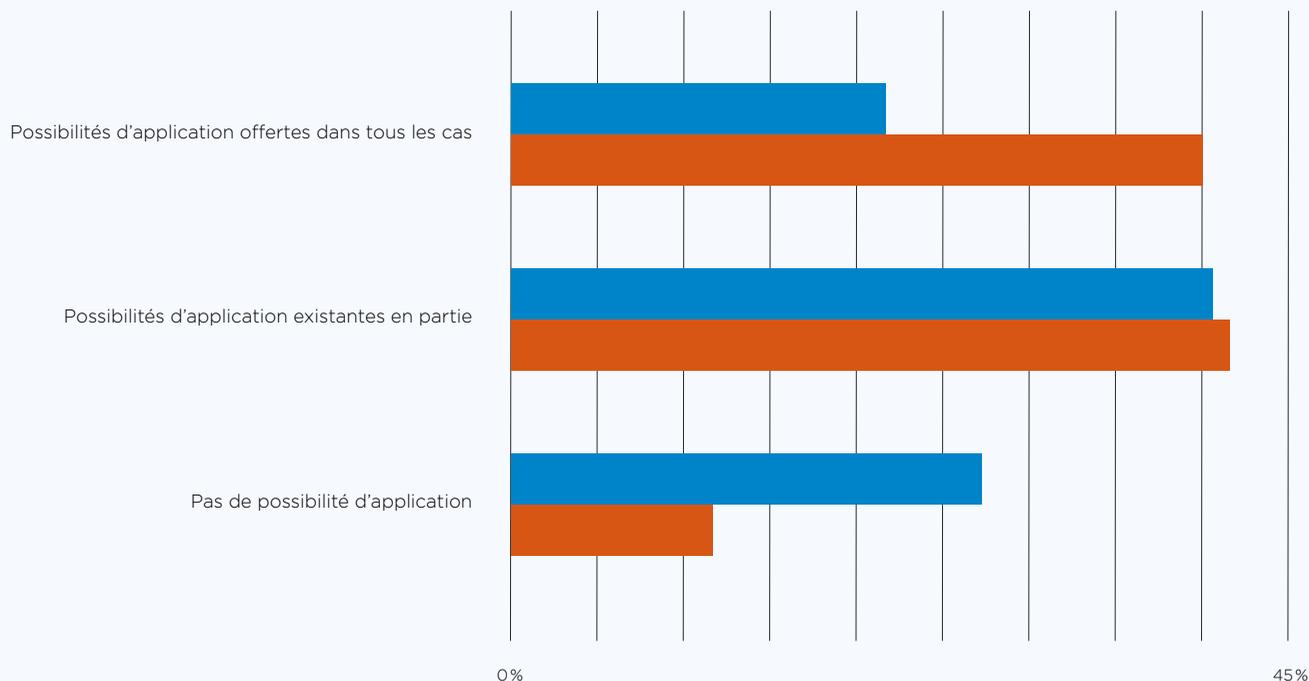


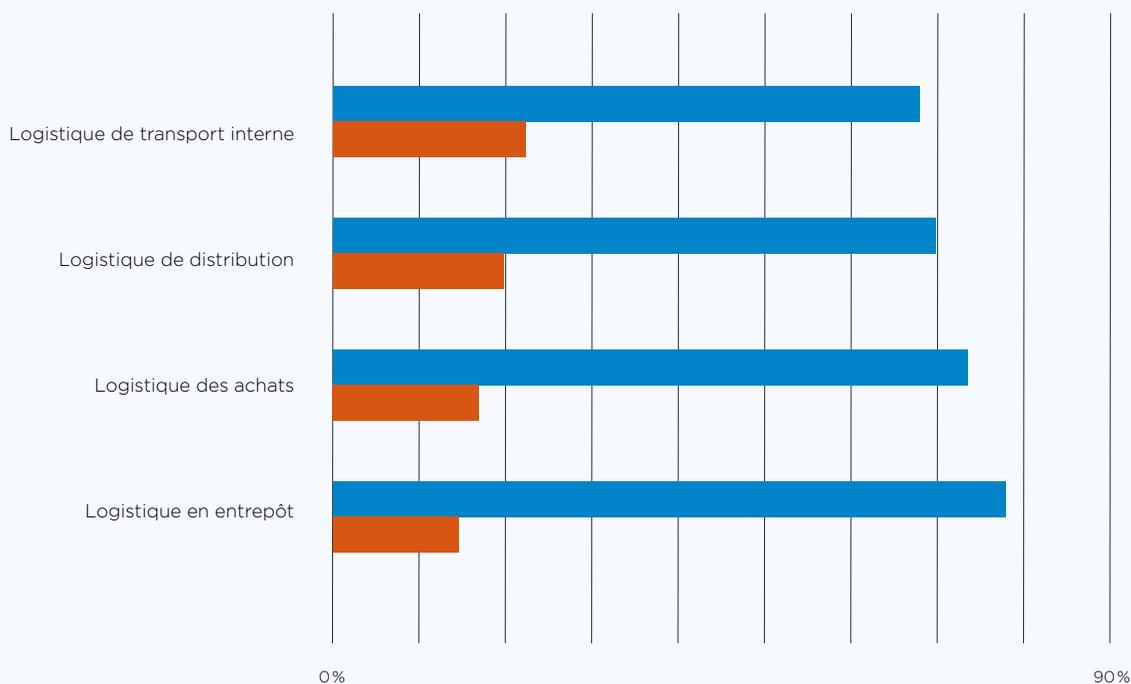
Fig. 24 : Possibilités d'application de l'Internet des objets en fonction des processus logistiques existants dans l'entreprise

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Différence par rapport à 100% : ne sait pas/pas de réponse

■ Possibilités d'application existantes

■ Pas de possibilité d'application



tendance à être plus attrayante pour les grandes entreprises : ainsi, la part des décideurs qui voient des possibilités d'application de l'Internet des objets dans leur logistique est nettement plus élevée dans les entreprises de 250 salariés et plus (environ 82%) que dans les PME (voir figure 23). Bien que les processus logistiques jouent également un rôle pour les PME interrogées, il est probable qu'ils soient aussi considérés comme beaucoup plus transparents et moins complexes que dans les grandes entreprises.

La pertinence des applications IdO est jugée particulièrement élevée dans les entreprises disposant d'une logistique d'entrepôt (voir figure 24). Les entreprises qui possèdent une logistique d'approvisionnement ou une logistique de distribution affichent également des taux d'approbation (légèrement) supérieurs à la moyenne.

En conséquence, l'Inventory Tracking, autrement dit le suivi des stocks, figure en tête de liste des champs d'application concrets pour celles des entreprises européennes qui voient en principe des possibilités d'exploitation de l'Internet des objets dans leur logistique (voir figure 25). Viennent ensuite les systèmes de gestion d'entrepôt, qui permettent de traiter les commandes automatiquement et sans intervention directe des employés, puis les systèmes de gestion de la localisation, qui permettent ici de contrôler des paramètres tels que les activités du chauffeur, la position du véhicule ou le statut de la livraison.

Les décideurs espagnols, allemands, danois, italiens et britanniques identifient un nombre particulièrement important de domaines d'application de l'IdO dans leur logistique d'entreprise. Les entreprises norvégiennes et suédoises se montrent plutôt réservées. Il est intéressant de constater

Fig. 25 : Possibilités d'application concrètes de l'Internet des objets dans la logistique propre à l'entreprise

Plusieurs réponses possibles

Part des décideurs en entreprise sondés qui ont, en principe, des possibilités d'application de l'Internet des objets dans leur logistique, en %
 Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Suivi de l'état des stocks (Inventory Tracking)	47%	50%	58%	41%	43%	50%	53%	44%	44%	51%	48%
Processus d'achat automatisés (systèmes de gestion des entrepôts) sans intervention humaine directe	44%	50%	36%	43%	56%	43%	41%	32%	40%	48%	40%
Systèmes de gestion de site (surveillance des activités des chauffeurs, position des véhicules, statut de livraison, etc.)	41%	38%	44%	43%	49%	40%	35%	41%	30%	37%	42%
Processus de commande prédictifs basés sur l'analyse prédictive	36%	41%	42%	33%	38%	36%	45%	31%	33%	36%	34%
Surveillance à distance de paramètres qualité du chargement (température, chocs, etc.)	36%	39%	24%	36%	37%	36%	35%	31%	21%	37%	39%
Recours à des véhicules autonomes	23%	22%	22%	28%	24%	25%	22%	17%	21%	18%	24%
Recours à la robotique mobile	22%	21%	24%	20%	23%	26%	25%	19%	14%	19%	23%

qu'au Danemark et au Royaume-Uni, la portée de l'Internet des objets pour la logistique d'entreprise est jugée relativement faible, alors même que les entreprises de ces deux pays qui considèrent cette technologie comme importante mentionnent un nombre de possibilités d'application supérieur à la moyenne.

3.5.2 Avantages attendus d'applications IdO dans la logistique

Comme dans le cas de la réalité augmentée, les entreprises interrogées citent l'amélioration de l'efficacité, l'amélioration de la qualité et l'allègement de la charge de travail des employés comme les trois principaux bénéfices de l'Internet des objets (voir figure 26). Une plus grande transparence ou des chaînes d'approvisionnement plus durables n'occupent en revanche qu'une place secondaire. Cela pourrait bien changer avec la généralisation de la législation sur les chaînes d'approvisionnement en Europe.

Il est à noter que les entreprises qui disposent de toutes les possibilités d'utilisation de l'IdO ont aussi tendance à attendre plus fréquemment des avantages de cette technologie. En outre, leurs priorités diffèrent quelque peu de celles de la moyenne des entreprises puisque les nouvelles opportunités de collecte et d'analyse de données ainsi que des chaînes d'approvisionnement plus durables se classent en troisième et quatrième position, encore avant l'allègement de la charge de travail des salariés.

Fig. 26 : Avantages de l'Internet des objets en fonction des possibilités d'application dans la logistique propre à l'entreprise

Part des décideurs en entreprise sondés, en %

Plusieurs réponses possibles

- Total
- Possibilités d'application offertes dans les cas
- Possibilités d'application existantes en partie
- Pas de possibilité d'application

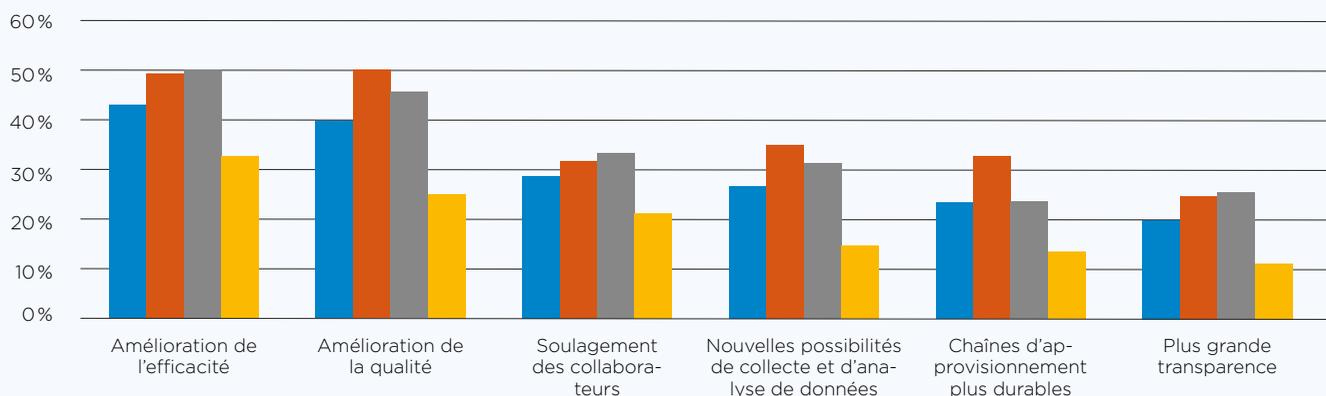


Fig. 27 : Avantages des applications de l'Internet des objets – comparatif pays

Plusieurs réponses possibles

Part respective des décideurs en entreprise sondés, en %

Surbrillance : part supérieure à la moyenne des pays européens

	∅	DE	UK	FR	ES	IT	DK	SE	NO	NL	PL
Amélioration de l'efficacité	43%	41%	47%	42%	47%	45%	31%	47%	41%	41%	42%
Amélioration de la qualité	40%	43%	29%	40%	40%	43%	30%	39%	38%	38%	43%
Soulagement des collaborateurs	28%	31%	9%	28%	29%	16%	35%	32%	25%	31%	38%
Nouvelles possibilités de collecte et d'analyse de données	27%	25%	26%	27%	29%	33%	25%	18%	24%	24%	29%
Chaînes d'approvisionnement plus durables	23%	21%	11%	30%	25%	27%	10%	19%	13%	31%	25%
Plus grande transparence	20%	26%	13%	21%	20%	22%	18%	19%	18%	14%	24%

Certaines entreprises de Pologne, d'Espagne, de France, d'Allemagne et d'Italie mentionnent plus souvent que la moyenne les avantages de cette technologie (voir figure 27). Les entreprises des différents pays pondèrent par ailleurs de manière très inégale les avantages de l'Internet des objets. C'est ce que l'on constate par exemple à propos des deux pays qui, dans la comparaison européenne, présentent les taux d'ap-

probation les plus faibles pour ce qui est des avantages : c'est en effet au Royaume-Uni que l'allègement de la charge de travail des salariés joue le rôle le plus faible, alors qu'il est numéro un au Danemark.

3.6 Interprétation des résultats

Les résultats de l'enquête permettent de constater que la digitalisation de la logistique a commencé, mais qu'elle est encore loin d'avoir été adoptée par toutes les entreprises avec un bénéfice potentiel en termes d'applications. En effet, seul un tiers environ des entreprises européennes ont déjà entamé la transformation digitale de la gestion de leur chaîne d'approvisionnement et de leur logistique.

Si leurs applications potentielles sont en principe reconnues, les technologies numériques ne sont pas encore utilisées dans leur

pleine mesure. Sont cités ici comme principaux obstacles les délais et les coûts élevés de mise en place.

Les applications de RA et d'IdO permettent de mieux comprendre ce schéma : il existe pour ces deux technologies un fossé très net entre le nombre d'entreprises qui reconnaissent les possibilités d'application de l'une ou l'autre technologie dans leur propre logistique et celles qui l'ont déjà mise en œuvre ou qui l'utiliseront dans un proche avenir.

Les grandes entreprises ont tendance à reconnaître plus facilement les bénéfices de ces applications que les PME. On peut supposer que l'importance et le degré de complexité des processus logistiques augmentent aussi avec la taille de l'entreprise – et que c'est par conséquent aux grandes entreprises que la digitalisation promet les avantages les plus substantiels.

Les résultats pourraient indiquer que tous les utilisateurs potentiels ne sont pas encore convaincus à l'heure actuelle de la viabilité économique des applications numériques disponibles sur le marché du fait que le

supplément de rendement attendu ne l'emporte pas sur l'investissement en temps et en coûts, lequel est perçu comme un obstacle. Ceci pourrait aussi s'expliquer par le fait que le marché n'est pas encore suffisamment transparent. Les décideurs ne sont par conséquent pas encore en mesure d'évaluer concrètement les gains d'efficacité et les améliorations de qualité réalisables grâce à Logistics 4.0.



4 Exemples issus de la pratique

Logistics 4.0 et ses applications connexes ne sont plus une vision d'avenir, mais – comme le montrent également les résultats de cette enquête – une réalité déjà vécue dans certaines entreprises. Des technologies telles que l'intelligence artificielle ou la réalité augmentée sont déjà utilisées à des degrés divers. Les exemples suivants, issus de la pratique, permettent de se faire une idée concrète de ce à quoi peuvent ressembler de telles applications.

Blechwarenfabrik Limburg

La société Blechwarenfabrik Limburg (usine de tôlerie) produit chaque année plusieurs millions de boîtes, bidons et seaux à partir de quelque 20 000 tonnes de fer blanc. En 2014, l'entreprise a emménagé sur un nouveau site de production, qui est aussi son nouveau siège social, implanté « dans la verdure ». En parallèle à son déménagement, la Blechwarenfabrik Limburg a digitalisé ses processus de production et de logistique. C'est ainsi qu'un système de gestion d'entrepôt pilote désormais les stocks dans les entrepôts automatisés à hauts rayonnages. Le système dispose à tout instant d'informations qui lui indiquent quelle marchandise est entreposée sur tel ou tel support de charge et sur l'endroit où celui-ci se trouve à l'instant T. Il n'y a donc plus dans l'usine de zones de stockage aux contenus non identifiés ni de stocks inutiles. Les surfaces sont ainsi utilisées plus rationnellement.

Le système de gestion d'entrepôt contrôle par ailleurs les mouvements de matériaux dans l'entrepôt grâce à des systèmes de transport sans conducteur. Il en résulte moins de dommages dus au transport, lesquels étaient auparavant causés par la manutention manuelle. Grâce à ces mesures, la Blechwarenfabrik Limburg économise chaque année environ 100 tonnes de fer blanc.

Le système de gestion d'entrepôt adapte en outre les mouvements de matériaux à l'offre en électricité du moment. L'électricité photovoltaïque occupe sur le nouveau site une place de premier plan. Afin que cette électricité ne soit pas injectée dans le réseau, mais utilisée immédiatement dans l'usine elle-même, de nombreux processus sont enclenchés dans l'entrepôt dans les périodes où la disponibilité en électricité est importante.

BMW

Depuis 2016, le constructeur automobile BMW regroupe ses applications logistiques numériques sous le concept « Logistics NEXT ». L'objectif est ici de rendre l'ensemble de sa logistique plus durable et plus efficace. Pour y parvenir, de multiples processus individuels sont mis en œuvre.

L'un des secteurs concernés est celui des systèmes de transport autonomes dans les halls d'usine et à l'extérieur. Il s'agit notamment d'un robot de transport en extérieur

qui achemine de manière autonome des plateaux de semi-remorques sur le site de l'usine, de leur emplacement de stationnement jusqu'aux stations de chargement et de déchargement. Cet « AutoTrailer » a une capacité de charge allant jusqu'à 40 tonnes et il s'attelle de manière autonome sous les semi-remorques. Pour la navigation, le système utilise des lasers qui rendent superflus des lignes de guidage ou des marquages supplémentaires. Alors que ce système n'en était au départ dans l'usine de Leipzig qu'au stade expérimental, il est entré en service effectif à l'automne 2019 et sera également déployé dans d'autres usines.

Dans les ateliers, on utilise aussi l'« Auto-Box », qui permet de transporter de manière autonome des charges atteignant 25 tonnes. L'orientation à l'intérieur des halls intervient au moyen de scanners qui déterminent leur position à l'aide de points fixes. Des capteurs assurent en outre la protection des personnes et la prévention des collisions.

Une fois les matériaux arrivés aux différentes stations d'usinage au moyen des systèmes de transport, les collaboratrices et collaborateurs qui y travaillent sont assistés par des robots autonomes. Divers types de robots prennent notamment en charge la saisie et le tri de petits supports de charge posés par exemple sur des palettes.

Même si les différents systèmes agissent de façon autonome et se déplacent librement dans le hall, il existe néanmoins un système de commande central basé sur le cloud qui veille à ce que la cadence de production soit maintenue.

Bosch

L'entreprise de technologie et de services Bosch produit elle-même de nombreuses applications pour la production et la logistique numériques. Il est donc parfaitement naturel que ces solutions soient également utilisées dans ses propres structures.

Bosch regroupe sous le nom de « Nexeed » ces applications pour la Smart Factory (usine intelligente). Dans le domaine de la logistique, il s'agit entre autres de la commande centralisée de tous les ordres de transport dans une usine, avec des informations transparentes en temps réel sur le lieu de livraison des matériaux et l'état de la flotte de véhicules ainsi que des itinéraires de transport. Étant donné que les informations sur le statut des matériaux sont toujours actualisées à chaque poste de production, les trajets d'approvisionnement internes (« Milkrun ») peuvent être optimisés jusqu'à 35 % sans qu'il y ait pénurie de ravitaillement. Au lieu d'effectuer à chaque fois le même parcours, les trajets de réapprovisionnement sont gérés de manière flexible, de sorte que seuls les postes qui ont réellement besoin de matériaux sont desservis. Dans l'usine Bosch de Nuremberg, par exemple, des systèmes de transport autonomes (« Automated Guided Vehicles ») sont également utilisés pour les flux de matériaux.

La solution maison « ProCon » assure l'interconnexion entre la gestion de la production et le transport interne. Ceci englobe les processus logistiques allant des besoins clients au pilotage de moyens de transport classiques et autonomes, en passant par la

programmation de machines et d'installations. Cette solution est déployée dans plus de 50 usines. Réservations et commandes de réapprovisionnement sont automatisées en temps réel grâce à l'échange synchrone de données et à la mise en réseau des séquences numériques du processus. Ceci permet de réduire les stocks et les activités manuelles. Les employés sont libérés des tâches routinières et peuvent se concentrer sur des activités intellectuellement plus exigeantes, ce qui se traduit à son tour par une augmentation de la productivité.

DHL

Depuis 2017, l'entreprise de logistique DHL utilise des lunettes de données à réalité augmentée dans tous ses entrepôts. Depuis lors, le vision picking est devenue la méthode standard de cueillette lors de la préparation de commande. Dès 2014, l'équipe de recherche spécialisée de DHL s'était penchée dans un rapport sur les tendances actuelles en matière d'utilisation de la RA dans le domaine de la logistique. Plusieurs projets pilotes ont ensuite été menés avec des lunettes intelligentes aux États-Unis et en Europe, lesquels projets en montraient déjà certains avantages tels que des gains de productivité.

DHL est l'une des premières entreprises de logistique à utiliser le nouveau standard de cueillette, qu'elle a par là même imposé dans le secteur : les consignes de travail sont désormais affichées directement dans les lunettes intelligentes des employés de DHL lors de la préparation de commande afin qu'ils puissent les suivre étape par

étape. Le personnel reçoit en outre des indications complémentaires sur l'emplacement dans l'entrepôt des articles demandés, ainsi que sur la manière dont ils doivent être positionnés sur le chariot. L'utilisation de lunettes intelligentes permet aux employés de garder les mains libres et donc de travailler plus efficacement. Les instructions écrites appartiennent elles aussi au passé. Selon DHL, le vision picking permet d'augmenter la productivité de 15% en moyenne tout en réduisant le taux d'erreurs. Au-delà, cette solution a réduit de moitié le temps nécessaire à la mise au courant.

Il ne s'agira plus seulement à l'avenir de lire des codes-barres, mais aussi d'identifier des objets complexes, ce qui facilite la préparation de commande.

MAN Truck & Bus

Depuis octobre 2016, le logiciel « ConMa » (gestion des conteneurs), est utilisé pour optimiser la gestion des emballages vides dans le réseau d'usines de MAN Truck & Bus. Il s'agit ici d'approvisionner efficacement les fournisseurs de MAN Truck & Bus en conteneurs vides. Au total, plus de 6 millions de conteneurs ont déjà été planifiés et expédiés via le logiciel. ConMa associe un processus automatisé à une régulation dynamique du transport.

Grâce à des algorithmes intelligents, toutes les commandes sont vérifiées et priorisées. Sur la base de ces calculs, les fournisseurs reçoivent les conteneurs vides dont ils ont besoin. De plus, ConMa veille à ce que la planification du transport pour les camions

soit optimisée afin d'obtenir un taux d'utilisation aussi élevé que possible de la surface de chargement. Cela permet à la fois de réduire les coûts de transport et les émissions de CO₂.

ConMa se charge également de la préparation des documents nécessaires et fournit un récapitulatif en temps réel du statut des transports commandés. Le temps consacré à la régulation est ainsi réduit de moitié, ce qui permet de libérer des ressources pour des cas particuliers.

Autre spécificité de ConMa : toutes les personnes impliquées dans le processus ont pris part à sa conception à l'échelle interentreprises, ce qui a débouché sur une solution satisfaisante pour l'ensemble des parties.

Schnellecke Logictics

Schnellecke est un partenaire fiable pour tout ce qui concerne les tâches complexes de logistique et de transport dans les secteurs de l'automobile, de l'industrie et des biens de consommation. Cette entreprise familiale développe pour ses clients des concepts sur mesure garantissant une efficacité et une sécurité de processus optimales. Elle gère et optimise les flux de livraison, confectionne en fonction des besoins, livre en juste-à-temps et juste-en-séquence et se charge du montage de composants ainsi que du prémontage de modules complets. Avec 17 000 employés dans 13 pays, l'entreprise met en relation fournisseurs et producteurs.

Depuis quelques années déjà, la transformation digitale revêt pour l'entreprise une importance majeure. Schnellecke Logistics fait appel à de multiples technologies telles que la réalité augmentée, l'intelligence artificielle et l'Internet des objets pour de nouvelles applications.

L'entreprise fait ainsi appel à des « technologies portatives » comme des lunettes intelligentes et des bracelets à capteurs RFID pour la préparation de commande et le séquençage, ce qui facilite le travail des employés, notamment lors de la préparation de commande de composants automobiles volumineux pour lesquels ils ont besoin de leurs deux mains. Le bracelet à capteurs RFID valide et documente en parallèle les étapes de la préparation de commande.

Schnellecke Logistics exploite également l'intelligence artificielle pour optimiser ses entrepôts. Celle-ci permet désormais de prendre en compte davantage de contraintes annexes que ce n'était le cas avant l'utilisation d'algorithmes intelligents. En effet, les emplacements de stockage ne sont pas uniquement attribués aux produits en fonction de leur taille. L'attribution optimale prend également en compte les consignes de sécurité destinées aux employés, les conditions de charge et de protection contre l'incendie, les voies d'accès pour les chariots élévateurs ainsi que les distances entre l'emplacement de stockage et les zones de chargement et de déchargement pour les différents produits.

Les conteneurs occupent une place majeure dans les processus logistiques. Grâce à l'Internet des objets et aux conteneurs

connectés, l'entreprise sait en permanence où se trouvent les conteneurs et où en est le traitement des commandes associées à ces différents conteneurs. Ces informations sont mises à disposition de manière centralisée dans un cloud. Grâce à la connaissance des sites respectifs, il est possible de répondre aux demandes des clients dans les meilleurs délais et de résorber rapidement les éventuels goulots d'étranglement. Le système permet en outre d'optimiser les itinéraires de transport.

L'emplacement central du cloud où sont stockées ces informations sur les conteneurs est appelé tour de contrôle digitale (DCT). Il s'agit d'une représentation virtuelle des processus logistiques et d'un tableau de bord permettant de visualiser toutes les informations relatives aux processus. Chaque employé a ainsi accès à ces informations via des périphériques mobiles. Il peut également y entrer des informations. En cas de problème, disons avec un chariot élévateur, le conducteur peut signaler l'incident via la DCT et voir quelles mesures ont été prises pour y remédier. La DCT est un système dynamique en constante évolution.

Schnellecke Logistics y a intégré récemment des plannings numériques de travail en équipes, la gestion des messages d'erreur et le calcul dynamique de la durée de disponibilité des matériaux.

Au-delà, les salariés de l'entreprise sont assistés par des robots. Ces derniers interviennent notamment lors du soudage et de l'emballage. Ils se chargent également de l'assemblage des cartons d'expédition dans lesquels sont ensuite transportées des pièces fragiles, une tâche particulièrement fastidieuse. Outre les robots-matériels, Schnellecke Logistics emploie également des robots-logiciels dans le cadre de l'automatisation robotisée des processus (RPA). Ces robots effectuent des tâches répétitives standardisées, lesquelles ont été identifiées au préalable au sein de l'entreprise par des éclaireurs RPA. Il peut s'agir par exemple du traitement SAP de factures reçues par e-mail.



Entretien avec Karsten Keil, membre du directoire de Schnellecke Logistics SE, responsable de l'informatique et de la digitalisation

Monsieur Keil, le volet Smart Logistics occupe dans votre entreprise une place prépondérante. Quand Schnellecke Logistics a-t-elle commencé sa transformation digitale ?

Cela fait quatre ou cinq ans maintenant que nous avons commencé à nous intéresser aux thématiques Industrie 4.0 et Smart Logistics.

Y avait-il une raison particulière à cela ?

L'une des priorités de Schnellecke Logistics, c'est le secteur automobile. Or ce secteur est en train de passer du moteur thermique à la motorisation électrique et aux services de mobilité. Les entreprises comme Schnellecke Logistics sont donc également contraintes d'évoluer.

La logistique est aujourd'hui soumise sur le marché à une forte pression sur les coûts. Pour y faire face par une hausse des rendements, notre entreprise s'est engagée dans la digitalisation et poursuivra dans cette voie.

Au-delà des hausses de rendement, la digitalisation de votre entreprise poursuit-elle d'autres objectifs ?

Avec la transformation digitale, nous voulons également développer des modèles commerciaux numériques entièrement nouveaux. Ceux-ci peuvent être fondés sur des innovations radicales et n'ont pas forcément de rapport avec le modèle commercial existant.

Soulignons aussi un tout autre aspect : en utilisant des technologies de pointe, Schnellecke Logistics se positionne de surcroît comme un employeur attrayant.

La digitalisation vous a-t-elle déjà permis de vous rapprocher de ces objectifs ?

Oui, absolument. Ces outils sont devenus indispensables à de multiples activités. Grâce à la digitalisation, nous avons par exemple réussi, à effectif constant, à générer plus de chiffre d'affaires dans nos services administratifs.



Les revenus générés par la transformation digitale sont une chose, mais la mise en œuvre de nouvelles applications implique des investissements importants et donc des coûts. Estimez-vous que ces investissements ont déjà été (partiellement) amortis ?

En effet, ils sont déjà durablement amortis.

Certaines des nouvelles applications numériques de Schnellecke Logistics concernent également les clients et leurs process. Ces clients sont-ils impliqués à un stade précoce de leur mise en œuvre ?

Oui, cela ne serait pas possible autrement. Bien souvent, nous opérons directement dans l'environnement des clients, d'où la nécessité d'obtenir leur consentement pour mettre en place des solutions et interconnecter les infrastructures informatiques et les applications.

Voilà pourquoi nous impliquons nos clients dès le départ.

Mais pour commencer, il faut les convaincre des avantages que leur apporte la nouvelle solution. En effet, un client ne va pas acheter notre service parce que nous utilisons des technologies innovantes, mais bien parce qu'elles offrent une valeur ajoutée. Et c'est sur cette valeur ajoutée que nous nous concertons avec les clients en amont.

Sur la base des expériences que vous avez pu faire jusqu'à présent chez Schnellecke Logistics avec les nouvelles applications, quels sont selon vous les aspects déterminants pour une mise en œuvre et une utilisation efficaces de ces technologies ?

Pour réussir, il est essentiel que les gens adhèrent au processus de transformation. Il est important dans ce contexte d'apaiser leurs craintes, de les impliquer, de tester les applications et de les faire participer aux projets. Aucune technologie ne peut être déployée avec succès s'il y a des résistances au sein du personnel.

Il faut par ailleurs pouvoir compter sur le soutien de l'échelon managérial. Sans l'engagement des dirigeants, aucun succès n'est possible.

Smart Logistics ne doit pas être une simple accumulation de solutions locales isolées. Les différentes applications doivent être au contraire intégrées dans une structure transversale.

Le plan global pour l'ensemble de la digitalisation chez Schnellecke Logistics est la stratégie « Smart 2025 », dont la perspective consiste à numériser et à automatiser la logistique à un très haut niveau.

Et enfin, il faut des partenaires – clients, fournisseurs ou même concurrents – car on ne peut pas réaliser des améliorations partielles, isolées, dans une chaîne d'approvisionnement.

Le thème des partenariats joue-t-il également un rôle dans le développement et l'implémentation des applications ou privilégiez-vous plutôt en l'occurrence vos propres concepts ?

Les partenaires jouent un rôle de premier plan dans notre transformation digitale. Le service informatique de Schnellecke Logistics n'aurait absolument pas à lui seul les capacités nécessaires. En interne, nous utilisons nos compétences en matière de processus ainsi que la maîtrise de nos modèles commerciaux et nous intéressons plutôt à la manière dont nous pouvons concevoir de nouvelles solutions en nous appuyant sur diverses technologies. Ce qui ne veut pas nécessairement dire que nous les développons nous-mêmes.

Comment trouvez-vous alors les partenaires adéquats ?

L'entreprise dispose pour cela d'éclaireurs technologiques qui observent le marché. S'ils identifient une technologie ou un partenaire intéressant, ils vérifient si l'entreprise peut mettre ces avantages à profit. Si c'est le cas, la technologie est testée et on élabore ensuite une démonstration de faisabilité (proof of concept).

Dans le même temps, les processus sont également analysés en interne afin de déterminer les améliorations possibles ou nécessaires. Les éclaireurs se rendent ensuite sur le marché pour voir quelles technologies et quels partenaires permettront d'y parvenir.

Et que se passe-t-il ensuite ?

Ensuite, le déploiement dans l'entreprise se fait avec l'implication étroite des collaboratrices et collaborateurs. C'est ce qu'il s'est passé par exemple avec l'automatisation robotisée des processus (RPA). Une fois qu'une application compatible avec la RPA a été identifiée dans l'entreprise et jugée convaincante, cette application a été mise en place. En parallèle, des employés qui n'avaient jusqu'alors que peu d'affinités avec le sujet et n'avaient aucune connaissance préalable de la RPA ont été formés pour devenir des éclaireurs RPA et des développeurs citoyens.

Cet exemple illustre parfaitement les avantages : nous avons automatisé plus de trois fois le temps de développement consacré aux processus. Les employés peuvent désormais consacrer ce temps à d'autres activités et générer ainsi des revenus supplémentaires.



5 Conclusion

La transformation digitale de la logistique dans les entreprises ouvre la voie à de nombreuses applications novatrices. Réalité augmentée, intelligence artificielle ou encore Internet des objets sont autant de pistes vers un changement radical des processus existants. Comme dans beaucoup d'autres secteurs de l'entreprise, la digitalisation de la logistique peut également apporter des gains de flexibilité et de rendement ainsi qu'une réduction des coûts.

Le sondage montre toutefois que les progrès réalisés jusqu'à présent dans le cadre de Logistics 4.0 sont encore limités dans de nombreuses entreprises. Si la plupart d'entre elles sont conscientes de l'importance des technologies numériques, elles ne les utilisent cependant pas (encore) dans toute la mesure souhaitable. Les raisons sont d'ordre divers : certaines entreprises pourraient par exemple estimer que les coûts liés à la digitalisation sont plus élevés que les bénéfices qu'elles peuvent en retirer, de sorte que cette démarche n'est pas rentable pour elles. Ceci pourrait toutefois être dû à une erreur d'appréciation si les décideurs, par manque d'expérience et d'information, ne parviennent pas à se faire une idée concrète des gains d'efficacité et des améliorations de qualité réalisables grâce à Logistics 4.0.

On peut par ailleurs imaginer que certaines entreprises ne savent pas exactement à quoi pourrait ressembler pour elles une utilisation judicieuse de l'intelligence artificielle, par exemple. On entend souvent dire, notamment de la part de PME, qu'elles sont certes conscientes de la portée de technologies telles que la réalité augmentée, mais qu'elles ne savent pas à quoi pourrait ressembler leur utilisation concrète au sein de leur entreprise.

Une information plus facilement accessible et un échange d'expériences – tels qu'ils sont illustrés dans les exemples pratiques – peuvent donc être des clés pour faire avancer la transformation digitale de la logistique dans les entreprises.

Handelsblatt
RESEARCH INSTITUTE

Le **Handelsblatt Research Institute (HRI)** est un institut de recherche indépendant appartenant au Handelsblatt Media Group. Il réalise des études scientifiques pour le compte de clients tels que des entreprises, investisseurs financiers, associations, fondations et organismes publics. Il agrège les compétences scientifiques d'une équipe de 30 personnes regroupant des économistes, des spécialistes des sciences sociales et naturelles et des historiennes/historiens à un savoir-faire journalistique dans le traitement des résultats. Il coopère avec un réseau de partenaires et de spécialistes.

Le Handelsblatt Research Institute propose en outre des études documentaires, des analyses concurrentielles et des études de marché.

Concept, recherches et réalisation :

Handelsblatt Research Institute

Toulouser Allee 27

40211 Düsseldorf

www.handelsblatt-research.com

Auteurs : Frank Heide, Sven Jung, Frank Christian May

Mise en page : Isabel Rösler, Ilka Schlegtendal

Düsseldorf, janvier 2022

Source des images : Freepik