

LIVRE BLANC

VERS UNE NOUVELLE ÈRE DE
LA PERFORMANCE DES ENTREPÔTS :

LE PILOTAGE 4.0 DES WMS

Auteurs :

Rémi Coolen,
Business Solutions Director, Manhattan Associates

Philippe-Pierre Dornier,
Professeur à l'ESSEC Business School -
Président, Newton.Vauréal Consulting

Edition – Mai 2021

TABLE DES MATIÈRES



Introduction	3
1 L'entrepôt en constante évolution	5
1.1 Un exemple de mutation permanente des entrepôts dans le commerce électronique	5
1.2 Les enseignements sur la transformation des entrepôts	7
1.3 Missions stratégiques étendues de l'entrepôt	8
2 Les systèmes d'aide à la décision	9
2.1 Les WMS	9
2.2 Les WCS	10
2.3 Les WES	10
3 Les grandes transformations des usines à flux	11
3.1 La déconsolidation des entrepôts	12
3.2 La diversification des flux à traiter	12
3.3 L'intensification de la mécanisation, automatisation, robotisation	13
3.4 La conquête de l'agilité	13
3.5 La recherche d'une bonne cohabitation homme/machine	13
3.6 L'inversion des logiques de flux : de la charge poussée à la charge tirée	13
4 L'adaptation nécessaire des outils de pilotage	14
4.1 Le WMS intégrateur	14
4.2 Un interfaçage élargi	15
4.3 S'adapter à l'amélioration continue	17
4.4 Dépasser la question du paramétrage par la montée en puissance de l'Intelligence Artificielle	17
4.5 L'âge du cloud	18
4.6 Une contribution à l'attractivité et à la fidélisation des compétences	18
5 Quels enseignements pour la conduite de projet d'implémentation d'un système de pilotage d'entrepôt	19
5.1 Choisir une performance incrémentale et équilibrer le mix conception/déploiement	19
5.2 Voir le fournisseur de WMS et les consultants comme des partenaires	20
5.3 Valoriser la promesse des approches agiles de déploiement et leur pertinence pour les projets WMS	20
6 Une vision pour le pilotage de l'entrepôt du futur	21
6.1 La robotisation jusqu'où ?	21
6.2 Opportunités d'intégrer de nouvelles dimensions par les WMS	22
6.3 Le WMS porté par le digital	22
Conclusion	23

INTRODUCTION



Les chaînes logistiques sont ébranlées et n'ont jamais été autant sur le qui-vive. En amont, les stratégies de sourcing et les politiques de délocalisation sont questionnées. Faut-il continuer à localiser si loin des bases de consommation les unités de production, l'industrie 4.0 apportant une alternative possible au bas coût de main d'œuvre ? En aval, les attentes des clients, le développement intensif du e-commerce tirant partie des effets de consommation de la COVID¹ et l'intensification des approches omnicanales ont contribué à remettre en cause la distribution physique telle qu'elle existait. Des marchés se contractent, et les volumes d'activité se modifient. Des attentes clients émergent, complexes dans leur association (impulsion RSE et recherche de réduction des délais simultanées), et de nouveaux cahiers des charges services se formalisent. Des business models innovants se développent et les chaînes de valeur se recomposent. Les Supply Chains doivent s'adapter.

S'y ajoutent la vague technologique de la 3^{ème} révolution industrielle et les crises économiques et sanitaires qui viennent apporter des contraintes supplémentaires très fortes, perturbant les flux dans la durée. Les supply chains doivent les intégrer et inventer de nouveaux modèles pour être un des éléments de la réponse stratégique d'une entreprise pour assurer sa pérennité.

Les déstabilisations qui en résultent sont nombreuses et, les schémas directeurs logistiques qui proposent la vision des réseaux de circulation des flux à mettre en œuvre, sont donc en reconception permanente.

La mise en œuvre de la circulation des flux transmute les visions, les engagements, en une réalité tangible, celle d'une livraison physique effective et facturable. Les réseaux physiques de circulation des flux rendent cela possible. L'entrepôt y occupe une place clef par son support aux stratégies commerciales, marketing et achat et, par l'intensité des investissements qu'il réclame (27M d'euros pour un entrepôt classique de 50 000 m², équipé, sans sophistication)

Mais peut-on encore parler de « l'entrepôt » comme d'une infrastructure bien caractérisée, homogène, comme ce grand bâtiment parallélépipédique implanté au milieu de zones industrielles ou de parcs logistiques perdus dans des situations parfois improbables pour le grand public ? De la Chine à l'Union Européenne, des Etats-Unis au Brésil, l'entrepôt est aujourd'hui polymorphe : sa taille, sa localisation, ses fonctionnalités, son organisation intérieure ont multiplié les modèles de ces usines à flux qui s'insèrent dans des dispositifs de plus en plus spécifiques.

¹ +32% sur un an en 2020 sur les ventes de biens et services, et + 8,5% au total (produits et services) en 2020 pour atteindre 112 milliards d'euros (chiffres FEVAD - <https://www.fevad.com/bilan-du-e-commerce-en-2020-les-ventes-sur-internet-atteignent-112-milliards-deuros-grace-a-la-digitalisation-acceleree-du-commerce-de-detail/>)

Sa location² de 40 à 50 euros/m² dans des zones logistiques de qualité ou sa construction (350 €/m² pour les grandes unités de plus de 30 000 m²)³ en font un investissement très capitalistique. Dès lors, il faut savoir en tirer le meilleur parti et trouver les moyens d'en assurer la bonne productivité. La conception du bâtiment, les technologies retenues, le lay-out de l'ensemble sont des conditions fortes à l'obtention de cette productivité. Mais une fois définies, ce qui permet de tenir les ambitions des performances envisagées, ce sont les résultats de l'exploitation au quotidien. Pour des entrepôts classiques, il faut rappeler que la moitié des coûts de personnel est généralement liée aux opérations de picking et sur cette moitié, 50%, soit donc le quart du coût global de main d'oeuvre, sont liés aux déplacements à l'intérieur de l'entrepôt.

L'entrepôt est donc sous maîtrise d'une solution IT complexe qui permet d'atteindre les niveaux de performance ambitionnés, de les conserver dans le temps et de les améliorer au gré de l'évolution dans le temps de l'entrepôt et de ses activités.

La complexité des solutions IT pilotant un entrepôt réside en trois points majeurs :

- L'ampleur des bases de données à traiter et à maintenir, et le nombre de transactions journalières à gérer
- La maintenance de la diversité des paramètres
- La disparité des missions à mener (intégrer en stock, préparer selon des modalités très différentes, planifier le post-manufacturing, préparer les réassorts ...)

EXEMPLES DE DONNÉES ET TRANSACTIONS GÉRÉES PAR UN SYSTÈME DE GESTION D'ENTREPÔT

Métriques	Site distributeur textile web et réassort magasin 60 000m ² , niveau de mécanisation élevé	Site régional de distribution de pièces détachées, 40 000m ²
Détails de stock	800 000	95 000
Mouvements de stock (par jour)	50 000	4 200
Lignes de réception (par jour)	2 500	1 200
Lignes de commandes à préparer (par jour)	320 000 (dont commandes E-commerce) 20 000	15 000 (dont « haute priorité ») 100
Lignes de missions WMS exécutées (par jour)	495 000 (dont exécution manuelle) 160 000 (dont exécution mécanisation) 335 000	19 000

Ce livre blanc propose d'éclairer les profondes transformations que connaissent les entrepôts et leurs conséquences en matière d'outils de pilotage qui leur sont dédiés (WMS, WCS, ...). Il souhaite apporter aux décideurs supply chain et logistiques, une vision actualisée et prospective de la dynamique de transformation des entrepôts. Il propose de voir comment il est possible de tirer le meilleur parti de ces infrastructures grâce aux outils de pilotage et comment ceux-ci s'adaptent aux fonctionnalités nouvelles des entrepôts. Le secteur des seuls WMS représente un marché extrêmement dynamique puisqu'il est évalué à 1,8 milliard de dollars en 2020 et pourrait atteindre 4,3 milliards de dollars en 2027⁴.

Dans un premier temps, sur un exemple e-commerce, nous proposons d'illustrer la mutation permanente de l'entrepôt. Nous verrons comment son format évolue au cours du temps. Puis, dans un second temps, nous investiguerons les modèles de pilotage de ces infrastructures telles qu'ils existent aujourd'hui. Dans une troisième partie, nous proposerons un inventaire des grandes tendances d'évolution de fond des entrepôts. Puis dans une quatrième partie, nous envisagerons comment les évolutions en cours et à venir pèsent sur les outils de conduite des activités au sein des entrepôts. Dans une cinquième partie nous identifierons les bonnes pratiques pour permettre une meilleure conduite des projets de déploiement des outils IT dans les entrepôts. Et enfin, dans une dernière et sixième partie, nous tenterons d'apporter quelques éléments prospectifs pour préparer les prochaines étapes de la transformation des entrepôts.

² En loyer facial, ne tenant pas compte des facilités accordées, type si signature sur 9 ans, 18 mois de franchise, etc...

³ Hors équipement

⁴ Global Warehouse Management System Market (2020 to 2027) - Digitization of Supply Chain Management Presents Opportunities, Report, ResearchandMarkets, July 2020 (<https://www.researchandmarkets.com/reports/4806428/warehouse-management-system-global-market#relb0-5027230>)

1. L'ENTREPÔT EN CONSTANTE ÉVOLUTION

Ce qui étonne quand on se penche sur le sujet de l'entrepôt, c'est qu'il inspire, à priori, pour les non-initiés, quelque chose d'assez statique dans le temps. Son apparence extérieure, est, bon an mal an, toujours un peu la même : un grand bâtiment avec peu d'ouvertures, avec de nombreux quais de chargement et déchargement et le tout enveloppé par un nuage de camions. L'intérieur garde un aspect mystérieux qui se cache derrière des façades jamais très esthétiques. Et c'est à l'intérieur, que depuis quelques années, la métamorphose s'opère de manière permanente.

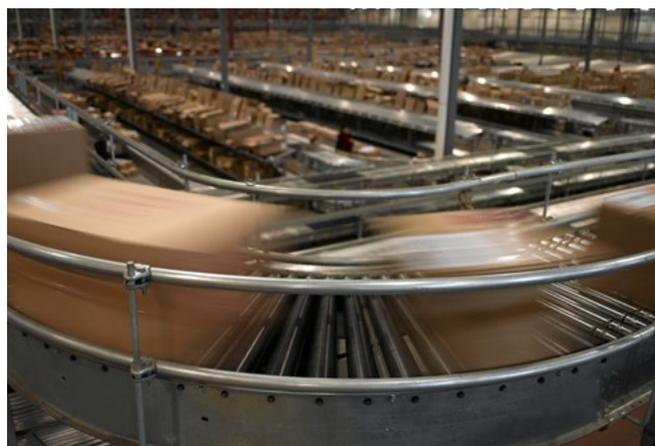
L'entrepôt vu comme une armée de préparateurs de commandes poussant des palettes s'est en partie effacé au profit de technologies qui y ont prospéré. Mais avant même de les évoquer, il est important de comprendre la finalité d'un entrepôt qu'on réduit trop souvent à l'exécution d'opérations de préparation de commandes. Oui, ces opérations y sont réalisées, mais la finalité d'un entrepôt les dépasse. Les missions même d'un entrepôt ont évolué. Elles se sont complexifiées, diversifiées et l'entrepôt a pris une dimension stratégique : c'est un des moyens mis en œuvre pour atteindre les objectifs visés.

Nous proposons dans ce chapitre au travers d'un exemple d'une activité e-commerce, de tenter de voir comment, sous la pression des contraintes stratégiques, les entrepôts auxquels cette entreprise a dû faire successivement appel, se sont transformés.

1.1 UN EXEMPLE DE MUTATION PERMANENTE DES ENTREPÔTS DANS LE COMMERCE ÉLECTRONIQUE

Bien évidemment, il est des vieux entrepôts, figés dans leur design et dans leur fonctionnement. Mais la tendance des évolutions vers les meilleures pratiques n'est pas là. Les entrepôts se transforment au gré de l'évolution des business models. Et puisqu'il y a peu de domaines économiques dans lesquels les business models sont stables, il y a beaucoup de cas de transformation profonde des entrepôts. Le développement des activités de commerce électronique offre un remarquable exemple. Il n'est à voir que l'opportunité qu'a représenté depuis une quinzaine d'années la construction d'entrepôts qui sont dédiés à cette activité. La convergence des besoins spécifiques au commerce électronique vers les solutions d'entrepôt classique a aidé à faire émerger des formats nouveaux d'entrepôts : dépôt, entrepôt, plateforme cross-docking, centre de micro-fulfillment, dark-store, back-store, ... Ces usines à flux ont un objectif opérationnel commun : réceptionner des flux optimisés en amont, les déstructurer pour les restructurer dans une logique visant à améliorer leur traitement aval. Au-delà de ces objectifs opérationnels, nous verrons dans le paragraphe 1.3 que ces infrastructures visent des objectifs stratégiques sensibles.

Pour illustrer cette constante évolution de la nature de l'entrepôt, prenons un exemple d'évolution de schéma directeur logistique pour un distributeur de livres par internet. Issu de la distribution traditionnelle à partir d'un réseau de points de vente approvisionnés par un dépôt central, ce distributeur a développé une activité e-commerce autonome, dans un premier temps.



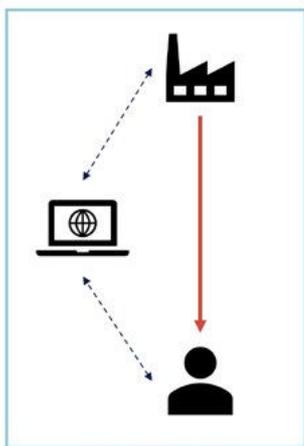
La distribution transformée d'un leader du marché du bricolage

Pour ce distributeur, si les commandes étaient à l'origine exclusivement prises en point de vente, depuis ces dernières années, elles passent également par le canal internet et représentent aujourd'hui, plus de 15% du chiffre d'affaires. Les livraisons organisées à l'origine par les points de vente, peuvent maintenant également partir directement des fournisseurs ou des entrepôts. Le point final de distribution peut être un entrepôt, un domicile de particulier, un chantier... et exige des moyens de déchargement sophistiqués (grues).

En quelques années, à l'échelle d'un seul pays, la France, le réseau est passé de 2 entrepôts à 15 entrepôts.

Il faut noter que la succession des schémas directeurs que nous présentons couvre une période de 15 ans. Tous les 4 ans, l'ouvrage a été remis sur le métier. L'activité de cette entreprise dans le commerce électronique s'est développée à ses débuts, de manière indépendante de son activité historique basée sur une distribution en points de vente, de telle manière à sauvegarder les marges de manœuvre et permettre de développer les solutions les plus adaptées, sans la contrainte du poids de l'histoire et du commerce brick&mortar.

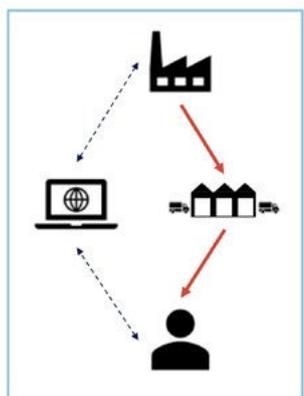
Si nous adoptons une perspective historique du commerce électronique, ce qui semble très interpellant est qu'à l'origine, les business-models proposés ne souhaitaient pas intégrer la composante logistique physique. Le premier stade logistique du e-commerce a été celui de sa « négation ». Difficile de l'imaginer aujourd'hui eu égard aux développements qui y ont été finalement consentis. Les acteurs originels du commerce électronique et notre distributeur de livres en particulier, se positionnaient comme des « infomédiaires » : des intermédiaires à valeur ajoutée sur un flux d'information connectant en temps réel le client final directement avec le fournisseur le plus en amont possible, tout en court-circuitant tous les échelons intermédiaires de distribution.



1 - Direct fournisseur

Une fois la mise en relation établie et la transaction sécurisée et réalisée, le fournisseur prend en charge les opérations physiques, en acheminant le produit acheté au client e-commerce final (*scénario ci-contre*). Deux inconvénients majeurs résultent de ce schéma d'une part la médiocrité du niveau de service du fait de l'hétérogénéité de la qualité des prestations multi fournisseurs, de l'impossibilité de consolider (plusieurs livraisons pour

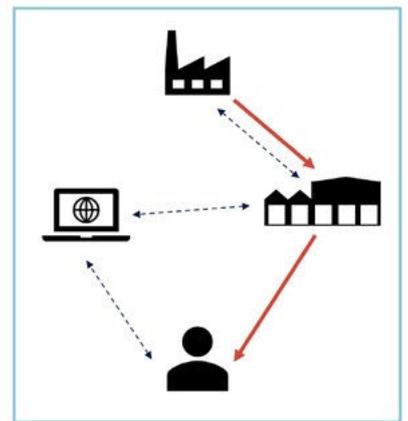
une même commande de produits en provenance de plusieurs fournisseurs), des aléas sur la disponibilité et sur les délais d'acheminement dépendants de chaque fournisseur et d'autre part le niveau des coûts de transport (pas de massification inter fournisseur possible en amont et en aval).



2 - Consolidation / X dock

Dès lors un second scénario a été bâti pour canaliser le flux de demandes de réclamations lié à la réception de commandes non consolidées. Une plateforme cross-docking a été mise en place, outil de production de services, la consolidation et l'amélioration de la gestion des retours, et de massification des transports amont et aval (*Scénario 2 - Consolidation / Cross-dock*).

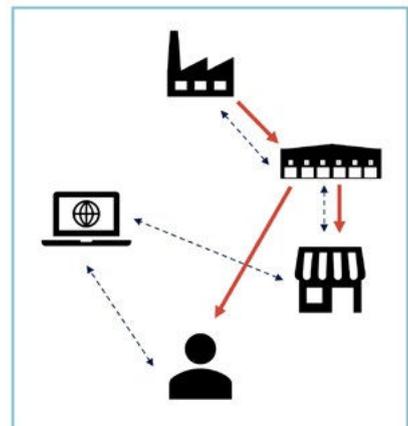
Dans un troisième scénario et afin d'améliorer la compétitivité en proposant des délais de livraison plus courts, la plateforme de cross-docking a migré en une infrastructure hybride : entrepôt stockiste pour les références cœur de gamme, avec un délai de réponse de 24h et plateforme cross-docking pour le reste de l'offre. L'amélioration



3 - Hybride stock / X dock

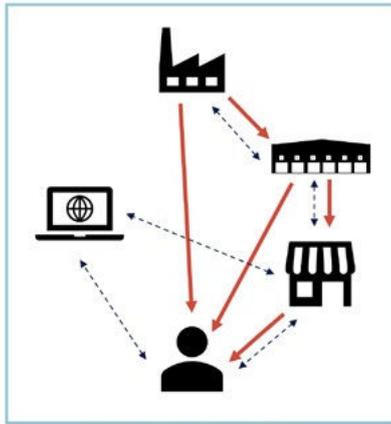
des niveaux de service associés s'est faite au prix d'investissements dans un entrepôt plus sophistiqué, dans des stocks et dans les systèmes d'information nécessaires au pilotage de l'ensemble. Le pas à franchir était si complexe que pour le mener dans un temps court, il a été décidé de procéder au rachat d'un grossiste en livres qui disposait déjà des infrastructures et des compétences pour les piloter. La réduction des coûts à niveaux de service équivalents est donc devenue l'enjeu principal. Or, le développement du e-commerce s'était fait parallèlement au commerce traditionnel qui disposait de son propre entrepôt, de ses propres stocks, pour approvisionner les points de vente possédés en propre.

Dès lors un 4^{ème} scénario a vu le jour. Il a conduit à mutualiser les infrastructures logistiques e-commerce avec celle du commerce traditionnel et à avoir recours aux points de vente comme lieu de stockage, de préparation de commande, de consolidation et d'expédition.



4 - Mutualisation

Les entrepôts e-commerce et commerce traditionnel ont fusionné (mutualisation des bâtiments, des stocks, des systèmes d'information, ...). Les process dans l'entrepôt sont devenus plus complexes eu égard à la diversité des flux à traiter (flux massif de réapprovisionnement des points de vente et flux unitaire à destination des clients e-commerce).



5 - Schéma omnicanal

Enfin, le déploiement des stratégies omnicanales a conduit à diversifier la nature des entrepôts et, dans un 5^{ème} scénario majeur, à mettre en oeuvre non pas une solution unique mais une palette de solutions physiques mobilisant entrepôts fournisseurs, distributeurs et points de vente.

L'extension de certains business models à des formats de marketplaces a impliqué non seulement d'accueillir des fournisseurs externes sur la marketplace créée mais aussi à leur proposer des services de prestations logistiques générant une nouvelle complexité au sein des entrepôts existants : ajout de nouveaux produits hétérogènes par rapport à la gamme gérée en interne, interfaçage avec des systèmes d'information externes...

1.2 LES ENSEIGNEMENTS SUR LA TRANSFORMATION DES ENTREPÔTS

L'exemple décrit au paragraphe précédent s'est déroulé au cours d'une quinzaine d'années. Il a vu se déployer au moins ces 5 schémas directeurs logistiques principaux sous la contrainte des évolutions stratégiques du commerce, du marketing, des achats et des attentes clients. L'entrepôt a été loin d'être une entité stable dans sa nature, dans ses missions et dans son design.

De ce cas, il est possible de tirer six enseignements sur l'évolution des entrepôts :

- 1 L'entrepôt n'est plus avant tout un lieu d'exécutions d'opérations physiques (réception, stockage, préparation de commandes...) comme il est communément possible de voir sa représentation s'y limiter. C'est un outil au service de la stratégie marketing qui fabrique du service : consolidation de la commande (livraison de toutes les lignes d'une commande en même temps - scénario 2), disponibilité et délais de livraison courts (scénario 3 et 5).
- 2 L'entrepôt est en ré-engineering permanent, non seulement par nécessité de s'adapter aux volumes changeants, mais aussi par besoin de remplir des fonctionnalités qui évoluent en fonction de la transformation des business models. Avec les approches omnicanales, un entrepôt traite des commandes de réassort de points de vente et des commandes de clients particuliers....

- 3 La nature des usines à flux (les entrepôts) s'élargit. Des infrastructures de nouveaux types (entrepôts urbains, plateformes mixtes, ...) apparaissent et les lieux de vente remplissent des missions précédemment uniquement dévolues aux entrepôts « classiques ».
- 4 La croissance des flux à valeur ajoutée par la customisation de certaines commandes traitées au profit du client final, est une réalité. A même volume traité, la part du BtoC ne cesse d'augmenter et donc l'entrepôt fait face à une forte augmentation du coût logistique lié à ces préparations de commande différenciées.
- 5 L'émergence d'un entrepôt universel, conçu pour être multitâche en matière de nature de commandes à préparer, de nature de produits à manipuler et stocker et, de types de livraison à organiser, est en train de se mettre en place : entrepôts d'articles textiles, par exemple, traitant à la fois des colis complets multi-tailles en import direct et préparation à la pièce.
- 6 La diversification des flux à traiter et leur dé-massification conduisent mécaniquement à l'augmentation des coûts de fonctionnement de l'entrepôt. Un des enjeux est donc de conserver les niveaux de service capables d'être fabriqués dans ces usines à flux mais de trouver des solutions susceptibles d'en réduire le coût de traitement.

En conclusion, l'entrepôt ressemble de plus en plus à une usine dans sa logique de pilotage et parfois même dans la nature des opérations qu'il réalise. Mais contrairement à une usine, les aléas sur l'exécution sont beaucoup plus nombreux du fait de la diversité des produits et du profil infini des commandes reçues. Les gammes opératoires sont dès lors plus variables et moins figées que dans une usine. Les gestes métier des préparateurs de commande évoluent au gré des schémas directeurs, des layouts des entrepôts et des technologies intégrées. En conséquence, les standards opératoires sont plus difficiles à établir, et un recours à l'intelligence artificielle et au machine learning devient une nécessité.



1.3 MISSIONS STRATÉGIQUES ÉTENDUES DE L'ENTREPÔT

L'entrepôt ne fait pas qu'exécuter. Il est au service de la stratégie. Mais il n'est pas simplement au service de la stratégie marketing de l'entreprise. Il est également au service de la stratégie achat et de la stratégie commerciale.

Pour trouver un levier de renégociation des conditions d'achat avec les fournisseurs, le passage par un entrepôt intermédiaire versus une livraison directe vers les points de vente a montré toute son efficacité et a permis en particulier le développement intensif des plateformes de cross-docking. La notion de Supply Chain, comme chaîne logistique intégrée entre des acteurs multiples de la chaîne de valeur, prend ici tout son sens. Le fournisseur livre le même produit physique mais pas le même service logistique. La livraison sur une plateforme intermédiaire de cross-docking lui permet une meilleure productivité logistique (volume plus important, palette complète, moins d'administration, ...) pour laquelle le distributeur demande une ristourne de passage par entrepôt. A charge pour le distributeur de faire en sorte que son surcoût logistique lié à la prise en charge de l'entrepôt intermédiaire et de la redistribution vers les points de vente finaux ait un niveau inférieur à la ristourne négociée.

Dans le domaine commercial, les points de vente ont historiquement subi une empreinte logistique forte, non maîtrisée. Les réserves magasins ont pris un espace important sur les surfaces de vente. Rendre le point de vente à sa vocation de vente, nécessite de réduire les réserves subies et de les déporter vers des entrepôts de proximité. Ce nouveau design du point de vente, avec des back-stores souvent plus limités amène à l'intensification d'un réassort à la pièce, une vendue, une réassortie. Mais, dans certains cas, le développement de réapprovisionnement sourcé en conteneurs complets depuis l'Asie conduit à l'effet inverse...

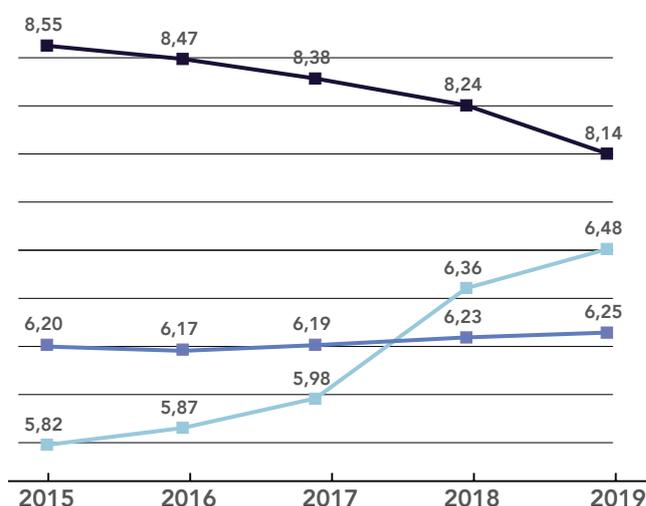
Ainsi un grand acteur de l'ameublement a agrandi ses surfaces de réserve magasin dans des proportions telles, qu'elles représentent aujourd'hui deux fois ses surfaces en entrepôt.



Tous points de vente confondus, leur organisation a suivi au cours des dernières années trois phases successives : une phase de pollution logistique, avec un accroissement de l'empreinte logistique dans les surfaces commerciales, plus subie que pilotée. S'en est suivie une seconde phase de dépollution logistique, avec une recherche de reconquête des surfaces commerciales à des fins commerciales, en éliminant autant que faire se peut les activités qui distraient les commerciaux de leurs objectifs premiers : accompagner les clients. Enfin, la troisième phase est principalement stimulée par l'émergence du canal e-commerce. Ce canal transforme la rentabilité des surfaces commerciales brick & mortar. L'augmentation des surfaces et le changement d'habitude de consommation des clients conduisent à constater pour certains formats (hypermarché) une régression, du chiffre d'affaires ramené au m² ⁵.

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS K€/m² - CATP

■ Concept HM ■ Concept SM ■ Proxi



Il est nécessaire de trouver soit des solutions commerciales innovantes (corners de marques tierces, corner de vente de produits d'occasion, ...), soit des réallocations de surfaces à des fins de production de services logistiques de proximité (last-mile, retrait de colis). Cette troisième phase amène à une industrialisation logistique du point de vente, non pas subie mais voulue dédiée et pilotée. C'est ce qu'a développé Alibaba avec sa nouvelle chaîne retail de centre-ville Hema, à la fois point de vente traditionnel et lieu de préparation de commande internet. A Shanghai, ce sont 26 points de vente installés et une centaine en Chine. Une commande client internet est préparée de manière éclatée en 2min, l'acheminement par convoyeur au plafond dans le magasin, le regroupement et l'emballage dans le back-store demande 3min, puis la livraison 20min (rayon de 3km autour d'un point de vente). Dans son magasin test du futur, le Decathlon Singapore Labs, Decathlon a notamment mis en place une bande transporteuse qui après prélèvement des produits commandés en ligne les achemine et les mets à disposition pour enlèvement ou livraison à domicile en moins de 2 heures.

2. LES SYSTÈMES D'AIDE À LA DÉCISION



Le pilotage d'un entrepôt vise à coordonner tous les moyens qui lui sont dédiés : les personnels (quand les mobiliser, quel effectif sur quelle tâche, avec quelle productivité, quel suivi, avec quels indicateurs), les machines de quelque nature qu'elles soient (adéquation charge capacité...), les stocks (réapprovisionnement). Il en ressort comme dans une usine une planification des activités, un ordonnancement et un lancement des activités.

Pour assurer la bonne maîtrise de ce pilotage un ensemble de systèmes d'aide à la décision a été mis en place. Il en existe trois grandes familles :

2.1 - LES WMS

Les Warehouse Management Systems (WMS), les systèmes les plus connus, les plus « populaires ». Ils sont dédiés à la planification et au suivi de l'exécution. Ils couvrent notamment :

- La communication avec des systèmes donneur d'ordre et comptables (typiquement des ERP)
- La prise en compte des réceptions
- Le suivi du stock et des mouvements internes à l'entrepôt et la remontée des informations de stocks disponibles (magasin, transit, entrepôt, approvisionnement)
- La planification de la préparation de commande
- Le suivi de l'exécution des tâches dévolues aux opérateurs (réception, mise en stock, déplacements, préparation, consolidation, chargement et expédition)
- L'inventaire

Leur vocation principale est donc de prendre en charge la bonne optimisation des ressources de l'entrepôt (priorisation et ordonnancement des commandes, réapprovisionnement des stocks internes à l'entrepôt, charge et capacité des personnels et des équipements) de l'entrée des flux (réception), à la sortie des flux (expédition). S'y ajoutent un ensemble d'opérations complémentaires à l'activité interne de l'entrepôt qui vont du suivi du contrôle de la qualité et du suivi des litiges associés, aux opérations de post-manufacturing en passant par la gestion des flux camions dans l'enceinte de l'entrepôt.



2.2 LES WCS

Les Warehouse Control Systems (WCS), ces systèmes permettent le pilotage en temps réel et le contrôle des moyens automatisés au sein de l'entrepôt. Ils sont dédiés à l'exécution et pilotent chaque machine, chaque automate. Ils peuvent donc être nombreux et juxtaposés. Ils couvrent notamment :

- La communication avec un système donneur d'ordre de niveau supérieur (typiquement un WMS)
- La traduction des demandes « métier » en instructions exécutables en temps réel par les automates
- L'optimisation et l'orchestration des mouvements à l'intérieur des systèmes automatisés

Les WCS sont donc les solutions IT permettant de piloter la performance intrinsèque de chaque automate installé dans l'entrepôt.

2.3 LES WES

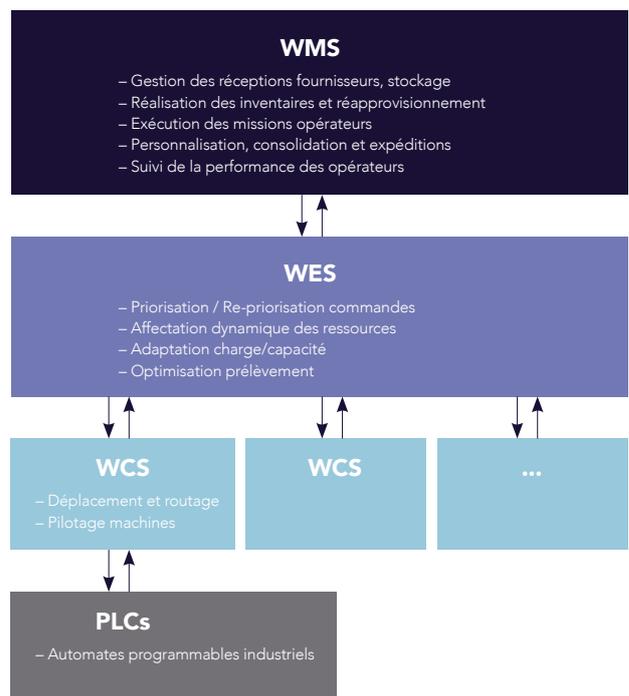
Les Warehouse Execution Systems (WES) sont des systèmes hybrides dont l'existence de la terminologie est parfois contestée. Intermédiaires entre le WMS et le WCS, ils ont pour but d'optimiser, en temps réel, la performance globale de l'installation. Chaque machine disposant de son WCS, le WES gère l'orchestration de cet ensemble et l'adéquation entre les ressources disponibles, la charge libérée sur les différents ateliers. Ils couvrent notamment :

- La communication avec un système donneur d'ordre de niveau supérieur (typiquement un WMS) et les différents WCS pilotant la mécanisation
- L'adéquation charge/capacité pour l'ensemble des ressources
- La re-priorisation en continu des commandes et des unités d'œuvre non libérées
- L'optimisation en temps réel des missions de prélèvement

Les WES ont été pionniers dans la mise en œuvre des flux « waveless » inversant la logique traditionnelle d'un flux « poussé » par batch sur le terrain et les différents ateliers de préparation. Le WES contrôle en temps réel l'état de disponibilité et les cadences des ressources nécessaires à l'exécution et libère des missions optimisées (par exemple permettant le moindre déplacement des préparateurs) maximisant l'utilisation des équipements (matériel et humain), la productivité tout en garantissant le respect des niveaux de services promis au client.

Si les WES sont nés d'un besoin non satisfait par les éditeurs de WMS, la complexité de mise en œuvre de l'intégration (et notamment la nécessité de synchroniser en temps réel les portefeuilles de commandes priorités et les niveaux de stock) a conduit certains acteurs à étendre la couverture fonctionnelle des WMS, afin d'y intégrer les fonctionnalités décrites ci-dessus. A tel point que certains appellent à la suppression pure et simple de la terminologie WES, considérant qu'elle doit faire partie intégrante des fonctionnalités d'un WMS.

LES SYSTÈMES D'AIDE À LA DÉCISION



Ces systèmes se sont historiquement empilés les uns sur les autres avec des gestions d'interfaces plus ou moins heureuses qui ne permettent qu'une coordination réduite entre les différentes fonctionnalités couvertes par les trois natures de systèmes. Il apparaît nécessaire d'y apporter rationalisation et simplification, dans un contexte qui appelle en parallèle à l'augmentation des interactions avec d'autres systèmes, toujours en temps réel (par exemple, échanges avec un TMS pour prendre en compte les aléas transport et modifier les priorités des ordres en entrepôt).

3. LES GRANDES TRANSFORMATIONS DES USINES À FLUX



Des transformations profondes et récentes se sont opérées dans les opérations exécutées dans les entrepôts. Elles modifient substantiellement leur fonctionnement et vont peser sur les solutions IT mises en place pour les piloter.

L'observation des évolutions des opérations menées en entrepôt révèlent six grandes transformations récentes :

- La déconsolidation des entrepôts
- La diversification des flux à traiter
- L'intensification de la mécanisation, automatisation, robotisation
- La conquête de l'agilité
- La recherche d'une bonne cohabitation homme/machine
- L'inversion des logistiques de flux : de la charge poussée à la charge tirée

3.1 LA DÉCONSOLIDATION DES ENTREPÔTS

Les entrepôts étaient des lieux de concentration d'activité, avec une préoccupation principale, la massification et la recherche d'effet volume. L'omnicanal a fait voler en éclat cette approche exclusive. Si de grandes infrastructures restent encore nécessaires dans des cas de figures bien encadrés, les solutions d'usines à flux se sont multipliées, en apportant chacune leurs spécificités. Citons en trois :

Les plateformes cross-docking

Elles ne comportent théoriquement pas de stocks et permettent de massifier en amont des transports mono-

fournisseurs multi-clients qu'elles transforment en aval en des transports multi-fournisseurs mono-clients.

Les centres de micro-fulfillment

Ils représentent des infrastructures de préparation de commandes de taille réduite, situées généralement dans des milieux urbains. Ils permettent d'améliorer encore la performance de service en réduisant le temps de préparation de commandes (espace plus petit) et les temps de livraison (plus grande proximité avec le client final). Ils offrent la possibilité d'élargir les plages horaires de livraison en déplaçant l'heure de cut-off, limite temporelle au-delà de laquelle le centre ne prend plus de commandes à traiter pour le jour-même. Enfin, ils sont faciles à déployer et à reposer du fait de leur taille réduite et peuvent donc s'adapter à des besoins très changeants.

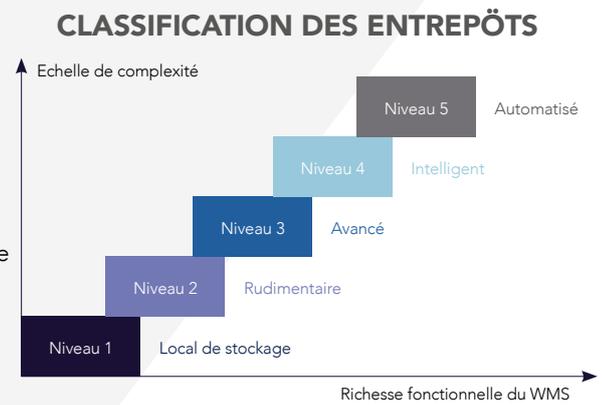
Les magasins et leur réserve

Les réserves magasins (les back-stores) et les points de vente eux-mêmes deviennent des entités de préparation de commande. Ils disposent d'un stock soit en linéaire dans le point de vente, soit dans la réserve qui permet de préparer des commandes.

Cet ensemble ne fonctionne pas en silo. Bien au contraire. Une entité peut venir en appui temporaire d'une autre pour la soulager ou pour pallier une défaillance. Ces infrastructures peuvent également fonctionner pour une même commande en cascade, la commande étant préparée au fur et à mesure dans différentes sources de stock et consolidée avant livraison ou mise à disposition au client final.

3.2 LA DIVERSIFICATION DES FLUX À TRAITER

Les flux à traiter sont très différents du fait de la variété des formats qui se juxtaposent dans un schéma directeur logistique donné. Mais, parce que les flux transitent et se complètent en passant par des entrepôts de 100 000m² à des entrepôts de 1 000m² et moins, il devient nécessaire de disposer des mêmes fonctionnalités sur chacun des nœuds logistiques. Dans la classification de la complexité des entrepôts du Gartner (allant du niveau 1 (store-room) au niveau 5 (automated)), de plus en plus fréquemment le spectre des infrastructures à intégrer dans un même système tend à s'élargir. Si l'on savait traiter la complexité d'entrepôts de niveau 4 ou 5 il faut désormais intégrer des infrastructures de niveau 3, voire de niveau 2 avec le même système de gestion d'entrepôt.



De plus, au sein même d'une usine à flux, le traitement des flux devient hétérogène, certaines zones bénéficiant de mécanisation, d'autres d'automatisation et d'autres enfin ayant des traitements classiques. Cette pluralité des flux engendre une augmentation des coûts à l'unité préparée, la commande se diversifiant vers des commandes unitaires avec le développement du traitement intégré des commandes e-commerce.

3.3 L'INTENSIFICATION DE LA MÉCANISATION, AUTOMATISATION, ROBOTISATION

La mécanisation vient se substituer à toutes les opérations de manutention simple, par des solutions recouvrant des systèmes simples comme des convoyeurs à bandes ou à rouleaux, des convoyeurs dépliables pour remplir les camions... Les solutions Kardex ont été à l'origine des solutions primaires de mécanisation, puis d'automatisation.

L'automatisation n'assiste plus le préparateur. Elle le remplace par des machines globalement statiques. La mise en place des transstockeurs représente les projets d'automatisation les plus forts. L'automatisation des entrepôts conduit à inverser la logique de pilotage : dans les entrepôts de base ou mécanisés, les personnes sont pilotées pour exécuter les opérations. Dans les entrepôts automatisés et plus encore quand ils deviendront automatisés, les personnes pilotent les machines.

La robotisation met en place des engins qui se déplacent de manière autonome et qui évitent aux personnes des déplacements consommateurs de temps et générateurs de fatigue dans l'entrepôt. Il a permis l'inversion des logiques de flux dans les entrepôts. Du principe historique d'un déplacement Man-to-Goods, c'est le principe d'organisation Goods-to-Man qui s'est démocratisé.

Les premiers déploiements en matière de robotisation se sont faits avec des robots suiveurs qui suivent un guidage magnétique ou visuel. Au moindre obstacle ils s'arrêtent et sont pré-programmés pour un nombre limité de missions. Ils ne disposent pas d'intelligence embarquée leur donnant une véritable autonomie. Amazon a élargi le champ d'autonomie des robots avec le rachat des robots Kiva et leur déploiement à plus de 200 000 unités dans ses entrepôts. Les technologies classiques sont les Automated Storage and Retrieval Systems (ASRS) comprenant les carrousels, les tours de stockage (mini loads, ...). Les Automated Guided Vehicules (AGV) et les Autonomous Mobile Robots (AMR) sont les systèmes émergents de nouvelles générations. Certains contextes sont plus favorables que d'autres à l'automatisation d'un entrepôt : une charge standard, un mouvement répété et des produits plutôt de bonnes dimensions.

RAPIDE APERÇU DES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE PERFORMANCE DES ÉQUIPEMENTS

Technologie	Exemple de résultats
Prélèvement manuel	50-120 lignes à l'heure
Chaîne mécanisée picking en gare et pick-to-light	150-200 lignes à l'heure
Armoires mobiles	volume de stockage -30% Jusque 200-250 lignes à l'heure
Stockage vertical	volume de stockage -90% Jusque 200-250 lignes à l'heure
Micro-fulfilment	volume de stockage -50% à -75% Jusque 400-500 lignes à l'heure

Aujourd'hui, il n'y a plus aucun déploiement de nouveaux entrepôts d'une certaine taille, sans l'intégration d'un niveau fort de mécanisation ou d'automatisation. Et sur les entrepôts existants, la mutation potentielle à réaliser est intensive dans certains pays. En France par exemple, 70% des entrepôts sont sans automatisation, 20% sont équipés de mécanisation, et seuls les 10% restants sont automatisés⁶. Et d'après une étude de ABI Research (Robotics in e-commerce Fulfilment) menée en 2019, 50 000 entrepôts seront automatisés dans le monde d'ici 2025, contre 4 000 en 2018.

3.4 LA CONQUÊTE DE L'AGILITÉ

L'entrepôt doit s'adapter en permanence à des champs de contraintes nouveaux. Des entrepôts spécialisés ont connu des allers-et-retours fréquents. Les entrepôts Grand Import, centralisant les réceptions en provenance d'Asie, ont vu, selon les époques, les contrôles qualité des produits et l'éclatement des conteneurs être traités dans leurs murs puis dans les murs des entrepôts régionaux aval, avant de revenir de nouveau dans les entrepôts Grand Import. De même, un temps, des sites ont été spécialisés sur la gestion des flux colis d'assortiment complets et d'autres sur des réassorts à la pièce. Puis ils ont été regroupés dans un même entrepôt.

Le ticket d'entrée dans les technologies ne cesse de baisser et leur intégration se fait de plus en plus de manière modulaire en ajoutant par étapes successives des robots, ou en intégrant ou en désintégrant des allées.

Les technologies de robotisation basées sur le déplacement d'étagères ne réclament aucun ancrage de matériel au sol. Leur déploiement peut se faire dans des délais extrêmement rapides par collage de bande adhésive sur les dalles pour permettre le repérage visuel.

3.5 LA RECHERCHE D'UNE BONNE COHABITATION HOMME/MACHINE

L'organisation des entrepôts a donc une empreinte technologique de plus en plus forte. Elle appelle à des efforts de formation dédiés et à un suivi plus fin des compétences des collaborateurs, avec une préoccupation croissante de meilleure rétention des équipes formées.

Les grands développements de robotisation concernent essentiellement des entrepôts dédiés. L'entrepôt a été conçu pour accueillir les robots. Il est possible de faire un parallèle avec les voitures autonomes. Nous sommes ainsi dans une situation équivalente avec la construction de routes dédiées pour accueillir ces voitures... Cela en limiterait la diffusion. Les robots s'insèrent de plus en plus dans des environnements conçus pour les hommes et dans lesquels les machines doivent s'intégrer. Si nos imaginaires laissent



penser que nous pourrions aller vers du tout automatisé, de nombreux mouvements simples pour nous sont extrêmement complexes à réaliser par des robots. La diversité des formats à manutentionner individuellement présente un véritable défi pour la robotisation. Si les robots Kiva d'Amazon déplacent des étagères de rangement, ils les positionnent de telle manière à permettre à une personne de réaliser le prélèvement et la manutention. Aujourd'hui et dans une certaine durée, l'homme doit apprendre à vivre dans un environnement de proximité avec le robot.

Des environnements émergent, où évoluent simultanément des robots et des opérateurs qui doivent interagir ensemble en permanence. Il devient critique de disposer d'interfaces utilisateur intuitives pour ces interactions. Elles peuvent même devenir « invisibles » quand se développe l'usage des capteurs (beacons, caméra) permettant des validations sans saisie dans un système.

De même, le suivi et le pilotage de ces environnements hybrides et du statut des différentes ressources, imposent un soin particulier donné aux outils de pilotage confiés aux responsables de ces opérations.

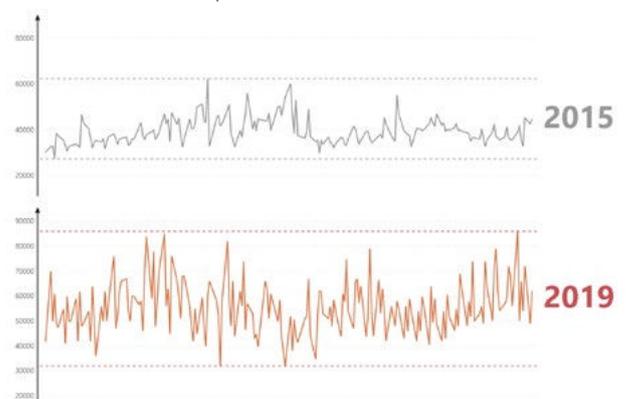
3.6 L'INVERSION DES LOGIQUES DE FLUX : DE LA CHARGE POUSSÉE À LA CHARGE TIRÉE

La logique de flux historique dans les entrepôts, était une logique « poussée ». Elle était basée sur la constitution de vagues de préparation de commande afin de massifier.

Mais aujourd'hui sur une période de temps plus ou moins courte, les écarts de demande sont très élevés. Le graphique ci-dessous reprend l'évolution de la demande quotidienne servie par les entrepôts d'un grand distributeur spécialisé. Sous le double effet de la croissance de l'e-commerce et la réduction des délais de livraison, l'entrepôt subit désormais une variabilité de la demande extrême à toutes les échelles de temps : l'amplitude des charges augmentent, la fréquence des changements s'accroît, plus aucune période n'est épargnée.

EVOLUTION DE LA COURBE DE DEMANDE ENTREPÔT

Distribution spécialisée (retail / e-commerce)



Il est donc nécessaire de rechercher des systèmes plus pilotables et pouvant intégrer des contraintes plus nombreuses tels que le regroupement de l'expédition de deux commandes pour réaliser des économies en émission CO₂.

⁶ CISMA – Evolis : <https://www.sprint-project.com/avis-dexpert/2019/05/lhomme-au-coeur-de-lentrepot-robotise/>

4. L'ADAPTATION NÉCESSAIRE DES OUTILS DE PILOTAGE



4.1 LE WMS INTÉGRATEUR

La multiplication des technologies testées et déployées pose la question de l'interfaçage de ces solutions, de leur intégration et de leur maintenance dans le temps, certaines start-up innovantes n'ayant pas toujours le support ou la durée de vie adaptée.

Dès lors le WMS tend à devenir l'intégrateur, le concentrateur, l'agrégateur entre les différentes solutions WCS (Warehouse Control System) dédiées à chaque technologie déployée. Parallèlement, la responsabilité de l'optimisation de la performance d'une installation regroupant de nombreux équipements différents mais aussi des opérateurs exécutant des missions manuelles, est le plus souvent confiée au WMS.

Le WMS maîtrisant déjà les données nécessaires à cette optimisation (le portefeuille de commandes, la disponibilité des opérateurs, les stocks disponibles ou nécessitant un

réapprovisionnement, les heures de départ transport, les règles de priorisation logistique...) ont été amenés à intégrer les fonctionnalités des WES (Warehouse Execution System) en traitant l'épineux problème de l'équilibre entre charge et capacité des machines, en prenant en compte des données simples comme la capacité nominale de chaque machine, la charge actuelle,...

La réplique dans le WES (parfois en temps réel) de toutes les données nécessaires à l'optimisation est une opération complexe et coûteuse. L'intégration par les WMS de leur fonctionnalité s'est faite en assimilant des données simples à acquérir, les capacités des différents matériels, et les débits nominaux à un moment donné. Cela étant fait, ce rapprochement permet d'éviter la création d'interfaces supplémentaires. Les WES s'estompent et deviennent donc non pas des systèmes à part entière mais une fonctionnalité intégrée par la WMS.

4.2 UN INTERFAÇAGE ÉLARGI

L'OMS et l'Order Streaming au service de l'orchestration de la préparation de commandes

Historiquement, l'entrepôt se caractérisait par un process dédié par type de produit ou par profil de commande. Aujourd'hui, pour répondre à une commande donnée, il existe de multiples solutions de traitements possibles. Quelle va être la meilleure route-to-market, détaillée ? Comment décider pour chaque commande l'entrepôt qui va être chargé de la préparer, ou de quel point de vente ? C'est le rôle de l'Order Management System, ou OMS.

Et au sein de l'entrepôt où la commande est affectée, il est possible de définir, en temps réel, le process interne le plus adapté. C'est le pendant de l'OMS au sein des 4 murs de l'entrepôt : l'Order Streaming. Ainsi, une fois que l'OMS a sélectionné le canal physique de distribution (par exemple, pour une partie de la commande, préparation en entrepôt, puis consolidation en point de vente, avant remise au client, avec un article y étant présent et une autre partie de la commande venant d'un autre entrepôt – soit trois sources de stock différentes pour une même commande), le WMS est « libre » sur l'exécution de sa partie, au sein des 4 murs d'un entrepôt. Il utilisera l'Order Streaming pour l'optimisation du flux dans l'entrepôt, en l'espèce, choix du process par exemple ramasse/ventilation, ou pick and pack, tri mécanisé versus manuel.

Le système de pilotage WMS doit s'interfacer largement avec ces outils périphériques, en premier lieu desquels, l'Order Management System (OMS). L'OMS affecte la commande à un canal physique de préparation/distribution en fonction de la prise en compte en temps réel des réponses aux questions suivantes :

- S'agit-il d'un achat en ligne avec retrait en point de vente ou livraison last mile ?
- La commande nécessite-t-elle des transformations des produits ?
- Faut-il ou non procéder à des ajouts de ligne en cours de cycle de préparation de commande ?
- Rentabilité du client et risque de perte du client

Si l'OMS affecte une commande client à un circuit de préparation/distribution, à l'intérieur d'une usine à flux, il devient nécessaire de mettre en place une optimisation du traitement du flux de commandes affecté à une usine de flux donnée. Si la pratique historique voulait qu'on traite les commandes par vague, en batch, pour regrouper en sous-ensemble des commandes de même profil et procéder à du multi-pick, les cahiers des charges très contraints sur les délais ne permettent plus d'attendre le lancement de la vague. Pour ne pas sacrifier la performance service au



Order Streaming. Quels bénéfices ?

Parmi les premiers distributeurs à mettre en place des logiques d'Order Streaming portées par le WMS, Urban Outfitters est distributeur regroupant 5 marques de vêtements et environ 600 points de vente. La société a observé une réduction importante des temps de cycle (-33%) ainsi qu'une augmentation significative de la capacité de préparation du site (de 55000 à 62500 commandes par jour) portée par l'amélioration des productivités du prélèvement (environ 20%) et de l'emballage (13%).

coût, il faut trouver les moyens de re-massifier alors que les commandes arrivent en flux continu et sont à traiter dans l'instantanéité. L'ordonnancement devient critique. On passe d'un lancement de vagues en imprimant des lots d'étiquettes de préparation de commande à un ré-ordonnancement en continu. C'est le propre des modules d'Order Streaming dont les fonctionnalités principales sont les suivantes :

- Re-priorisation en continu des commandes à préparer par l'entrepôt (typiquement en fonction de leur typologie, le transporteur, l'heure de départ camion)
- Détermination des ressources utilisées pour préparer la commande (pour prélever les produits, les regrouper par commande, et emballer)
- Constitution puis libération de missions optimisées pour les différentes ressources qui permettent à la fois le respect des engagements de service et la maximisation de l'utilisation des ressources

Dans les schémas directeurs logistiques, les différentes natures d'usines à flux viennent se compléter pour trouver les meilleures routes-to-market en fonction des flux de commandes. Il n'est pas possible d'envisager des systèmes multiples pour piloter les usines à flux en fonction de leur positionnement. Avoir une solution unique, quel que soit le niveau de l'infrastructure, et bien évidemment sa position géographique, permet de simplifier la solution de pilotage des entrepôts.

La solution OMS à mettre en place doit avoir une bonne visibilité sur les stocks, y compris, les stocks en transit, les usines à flux proches des clients ayant des fréquences de réapprovisionnement élevées et une partie non négligeable du stock étant sur la route. Le WMS doit pouvoir disposer de l'information sur la consolidation des stocks (stock en transit+ stock en entrepôt) afin de permettre les bonnes exécutions.

L'OMS est par nature un outil centralisé. Si historiquement les systèmes de pilotage des entrepôts travaillaient à capacité infinie, l'OMS pour bien remplir sa tâche doit connaître les capacités des systèmes qui opèrent, comme il maîtrise le coût du fulfillment, les délais d'approvisionnement, la disponibilité du stock. Le basculement s'est opéré lors de la sollicitation des points de vente comme point de préparation de commande. Le ship-from-store, s'appuyant sur des capacités limitées et souvent mal connues, a conduit à de nombreux problèmes en termes de qualité de service.

Le WMS peut paraître plus libre dans son déploiement avec des commandes préparées de manière éclatées, entre différents entrepôts, points de vente, fournisseurs... Mais disposer d'une même solution qui traite une forte variété de process permet de répondre aux enjeux d'agilité et de résilience qui se font de plus en plus pressant, pour par exemple, reconfigurer un site de réassort magasin pour, y préparer des commandes e-commerce, déporter de l'activité de préparation détail dans une plateforme de cross-docking afin de soulager un entrepôt central saturé ...

Interfaçage avec le TMS

Le transport est soumis aux mêmes bouleversements que l'entrepôt. Et les deux sont étroitement associés.

Un des facteurs clefs d'optimisation des coûts de transport réside dans la capacité à mettre une commande qui tombe, dans une capacité de transport résiduelle déjà chargée avec d'autres commandes. Ce pilotage en temps réel du remplissage des moyens de transport devient un enjeu fort.

Plus globalement, on voit émerger le besoin d'une optimisation conjointe du sourcing (typiquement du ressort de l'OMS) et du transport (dévolue elle au TMS). Prenons le cas de produits présents sur divers points de stockage (entrepôt, magasin) et sur du stock en transit. L'OMS a la visibilité du stock et des dates de mise à disposition sur ces différents points de stock. Un TMS gère l'estimation (coût/délai) de la partie transport depuis les différents points de stock vers le point de livraison (domicile par exemple). Dans l'idéal, on souhaite pouvoir trouver le meilleur compromis coût/délai. Cela suppose des allers/retours entre l'OMS (dispo des produits à telle date à tel endroit) et le TMS (coût pour les livrer depuis les points de stockage vers le client) pour évaluer les différents scénarios, par exemple :

- Si j'attendais une semaine, tous les produits seront disponibles à l'entrepôt et je pourrais faire une seule livraison directe.
- Ou bien si je pouvais rapatrier un produit manquant depuis l'entrepôt vers le magasin qui dispose des autres produits, je pourrais organiser une livraison vers le client

La disponibilité de ces scénarios auprès d'un conseiller de vente peut permettre d'orienter le client vers des choix alternatifs meilleurs en termes de rentabilité.

Tout comme les boucles TMS/WMS, l'approche où l'un des systèmes est donneur d'ordre (et les autres travaillent à « capacité infinie ») atteint ses limites. Il devient nécessaire de prendre en compte les « capacités » des différents systèmes d'exécution lors de la planification, voire potentiellement de pouvoir réagir à des variations brutales de ces capacités.

L'entrepôt comme terrain d'innovation

La création de laboratoires d'innovation ou d'incubateurs de startup a longtemps été l'apanage des fournisseurs de technologie. Si Amazon a dès 2012 construit en interne la capacité de R&D des robots qui équipent ses entrepôts, de nombreuses sociétés utilisatrices ont créés des structures d'identification et d'accompagnement de technologie innovante pour l'entrepôt. C'est le cas par exemple l'accélérateur The Warehouse de Cdiscount qui accompagne des startups dans le domaine de la Supply Chain offrant un débouché et des ressources pour le développement et l'industrialisation des projets innovants.

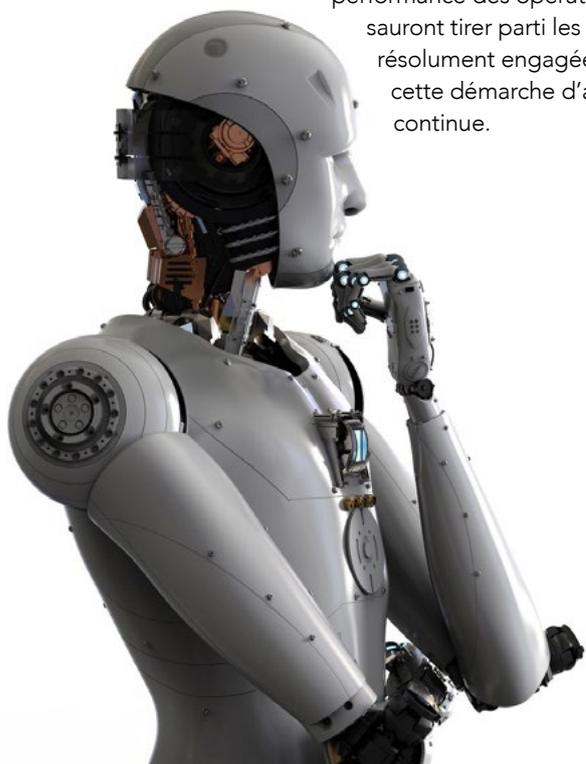


4.3 S'ADAPTER À L'AMÉLIORATION CONTINUE

Alors que les entrepôts sont contraints à constamment redéfinir leurs process afin de s'adapter aux missions qui leur sont confiées, les équipes doivent adopter une démarche et une organisation qui autorisent, voire facilitent cette agilité. De plus en plus d'entreprises mettent ainsi en œuvre une logique de test and learn, dont l'objectif est d'expérimenter des nouveaux process, de nouvelles technologies, des nouveaux services, afin de mesurer leur efficacité opérationnelle et économique.

Dans ce cadre, le WMS doit pouvoir être rapidement configuré pour inscrire ces expérimentations dans les process existants, ainsi que permettre l'interfaçage avec de nouvelles solutions robotiques ou mécanisées. La capacité à tirer parti des dernières évolutions technologiques, et par exemple l'ouverture du WMS depuis et vers d'autres systèmes par le biais d'API déclenchant des logiques métiers internes, devient primordiale. Une attention toute particulière est portée à l'ergonomie et à la personnalisation des menus du WMS pour rendre l'interface utilisateur plus conviviale encore.

Par le biais de process innovants, ou l'optimisation toujours plus poussée des process éprouvés, le WMS peut également être le moteur de cette innovation et de l'augmentation de la performance des opérations, dont sauront tirer parti les entreprises résolument engagées dans cette démarche d'amélioration continue.



4.4 DÉPASSER LA QUESTION DU PARAMÉTRAGE PAR LA MONTÉE EN PUISSANCE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

La conséquence de ce qui précède, notamment la capacité à voir coexister au sein des mêmes sites une série de process efficaces et adaptés à la grande variété des typologies de commandes et produits traités, est l'inflation de la finesse de paramétrage, et la complexité associée, paramétrage initial et maintenance. Un problème à résoudre avec des systèmes classiques devient donc celui de leur paramétrage et surtout du maintien de l'actualité de ce paramétrage au cours du temps.

Pour les équipes métier, le monde idéal serait de pouvoir définir les limites d'utilisations/contraintes (nombre total d'opérateurs disponibles par exemple), et de voir le système déterminer lui-même les missions à exécuter. Même si cette capacité relève encore du domaine du rêve, les systèmes s'en rapprochent aujourd'hui, sur des cas d'usages précis, notamment en exploitant le colossal gisement que représentent les données historiques, un entrepôt traitant typiquement des millions de tâches unitaires chaque semaine.

C'est par exemple le cas des optimisations des robots (flottes de robots de prélèvement, bras mécanisés...) qui « apprennent » de leurs tentatives et des données historiques (identification des goulots d'étranglement, détection des meilleures prises pour saisir un objet...) sans nécessiter la programmation fine de tous les mouvements et les scénarios possibles.

Dans le WMS lui-même, citons l'ordonnancement des missions. Il nécessite de bien connaître les temps de préparation de commandes. Mais le nombre de paramètres à prendre en compte (nature de préparation : prendre un carton, le plier, tant de pièces, par PCB ou non, placées en haut ou en bas...) et la combinatoire sont tels que chaque temps est d'une certaine manière unique. A l'aide du machine learning, les WMS sont capables d'estimer le temps d'exécution d'une mission dans l'entrepôt. Avec l'historique des constats de temps de préparation, il est possible d'inférer par des calculs automatiques, le temps de préparation pour une commande donnée. Il est ainsi possible de s'affranchir de la configuration et de la décomposition en temps standard. Le WMS devient auto apprenant.



4.5 L'ÂGE DU CLOUD

La transition des systèmes d'entreprise vers le cloud, et en particulier les WMS, semble inéluctable tant elle offre des avantages aux entreprises qui l'engagent. Parmi les opportunités permises par les solutions exploitant les capacités de cette technologie, citons :

- **Des coûts initiaux réduits.** Il ne s'agit plus de coûts d'investissement, mais principalement de dépenses d'exploitation, qui vont suivre l'évolution de l'usage qui est fait du système.
- **Une maintenance facilitée.** L'éditeur se charge de la maintenance de l'application, libérant les ressources du client.
- **L'élasticité.** La solution peut répondre à une augmentation temporaire de la demande, sans pour autant être dimensionnée au pic de charge, ce qui réduit le coût d'exploitation moyen.
- **Haute disponibilité.** Les taux de disponibilité des applications utilisant les grands acteurs du cloud computing sont bien souvent significativement supérieurs aux taux constatés pour des applications hébergées par le client ou infogérées.
- **Ouverture.** Les applications conçues pour le cloud sont construites pour échanger facilement entre les différents composants internes mais aussi exposer leurs données et logiques métier vers les autres systèmes.
- **Sécurité.** Le WMS est un système critique de l'entreprise, et les intrusions ou attaques informatiques peuvent mettre en danger ses opérations voire son existence. Même si cela semble paradoxal de prime abord, la migration vers le cloud augmente la sécurité. Les hébergeurs consacrent une énergie importante à la sécurisation de leur plateforme, et la mise à jour permanente des applications et en particulier des correctifs de sécurité renforce leur protection.

Mais le point le plus important est peut-être la fin du cycle d'implémentation et de mise à jour des applications. Le cloud permet de mettre en œuvre des solutions qui vont constamment évoluer et permettre aux entreprises de

répondre aux nouveaux défis qui se présentent à elles. En lieu et place de solutions qui étaient implémentées et utilisées sur des périodes de 5 voire 10 ans avant d'être remplacées, l'entreprise peut disposer d'une solution toujours à jour, et se consacrer à l'amélioration continue.

4.6 UNE CONTRIBUTION À L'ATTRACTIVITÉ ET À LA FIDÉLISATION DES COMPÉTENCES

La mise en œuvre d'une démarche d'amélioration continue contribue à fidéliser les équipes métier et contrecarrer le déficit d'image dont souffre le domaine de la logistique. L'enjeu est de taille.

Pour tous les postes, mais en particulier parmi les opérateurs, les entrepôts souffrent d'un turnover important, en particulier autour des grandes métropoles. Des taux d'intérimaires de plus de 40% dans certains entrepôts ne sont pas rares non pas par une volonté managériale, mais parce que la venue des préparateurs, le lundi matin, après la reprise du week-end est parfois très aléatoire....

Dans un même bassin d'emploi, les outils mis à disposition des opérateurs et des managers deviennent parfois des moyens d'augmenter l'attractivité et la rétention. La mise à disposition de solutions ergonomiques, proches des usages personnels (écrans tactiles, applications mobiles, notifications...) voire récréatifs (ludification) est nécessaire.

Le WMS doit aussi permettre l'évaluation équitable de la performance des opérateurs. Dès lors que peuvent être pris en compte tous les facteurs pouvant l'influencer (typologie des missions, chemin parcouru, fatigue, courbe d'apprentissage, ...) la mesure de la performance devient équitable et permet d'accompagner la progression des opérateurs.

Cela concerne également les chefs d'équipes, qui peuvent ainsi accompagner leurs collaborateurs, récompenser leurs accomplissements et identifier les points à améliorer.

5. QUELS ENSEIGNEMENTS EN TIRER POUR LA CONDUITE DE PROJET D'IMPLEMENTATION D'UN SYSTEME DE PILOTAGE D'ENTREPÔT



Décider de la mise en place d'un système de pilotage d'un entrepôt est une chose. Le déployer en est une autre. La migration du système, sa montée en puissance, l'accompagnement du changement pour les utilisateurs sont autant de sujets qu'il faut savoir maîtriser. Pour favoriser la réussite de l'implémentation, trois points sont à surveiller :

- Choisir une performance incrémentale et bien équilibrer le mix conception/déploiement
- Voir le fournisseur de WMS et les consultants comme des partenaires
- Valoriser la promesse des approches agiles de déploiement et leur pertinence pour les projets WMS

5.1 CHOISIR UNE PERFORMANCE INCRÉMENTALE ET ÉQUILIBRER LE MIX CONCEPTION/DÉPLOIEMENT

Plus que dans la conception et le déploiement d'une solution ultime permettant une performance optimale, le projet d'implémentation doit s'inscrire dans la mise en place d'une organisation et d'un état d'esprit qui va favoriser l'amélioration continue.

S'il y a un jour de grande bascule, certes, l'ensemble de la solution ne sera pas mise en service. Et dans le temps, des extensions, des adaptations, vont s'opérer pour prendre en compte des besoins nouveaux. Chaque besoin identifié et travaillé, doit pouvoir être intégré dans la solution de base, les uns après les autres.

Cette approche prend acte de la fin de l'entrepôt conçu une fois pour toute dans son lay-out et dans ses technologies. L'entrepôt évolue constamment, des pilotes sont menés, testés, et étendus en cas de succès.

C'est la fin du cycle implémentation, puis ajustements et upgrades au profit d'une mise en œuvre en continu avec mesure des résultats et infléchissement si nécessaire.

5.2 VOIR LE FOURNISSEUR DE WMS ET LES CONSULTANTS COMME DES PARTENAIRES

Dans cette optique, il devient primordial d'adopter une démarche de benchmark, d'adhérer et de participer à des communautés utilisateurs et de mener de manière continue des veilles technologiques.

Combinée à une organisation résolument agile, l'identification de ce qui marche ailleurs, et la mise en œuvre rapide renforce encore la performance de l'entreprise et nourrit sa propre innovation. Cette veille ne saurait se limiter aux acteurs opérant dans les mêmes secteurs, tant on a pu constater la richesse et la fertilité des échanges entre sociétés d'activités variées.

L'éditeur WMS et les consultants accompagnant le donneur d'ordre en assistance à maîtrise d'ouvrage ont de ce point de vue une valeur ajoutée précieuse. L'éditeur de WMS a son propre lieu d'animation de la communauté de ses utilisateurs qu'il peut mettre en relation. Le cabinet de conseil dispose de ses retours d'expérience suite à l'accompagnement des missions identiques qu'il a déjà mené.

Les acteurs de la logistique de la pièce détachée, longtemps protégés par des réseaux captifs, s'inspirent par exemple aujourd'hui à plein des méthodes des spécialistes e-commerce pour se réinventer.

5.3 VALORISER LA PROMESSE DES APPROCHES AGILES DE DÉPLOIEMENT ET LEUR PERTINENCE POUR LES PROJETS WMS

Le concept de « MVP » (Minimum Viable Product) est difficilement transposable sur un gros projet de déploiement d'entrepôt : il est souvent obligatoire de mettre en production en une fois un grand nombre de fonctions avec un niveau de performance élevé. Néanmoins, les projets de déploiement bénéficient à plein de nouvelles approches visant à casser l'effet tunnel des méthodes « waterfall » traditionnelles.

Cela est particulièrement vrai sur les étapes de paramétrage et de recette, mais peut aussi s'appliquer dès la phase de conception. L'objectif est d'intégrer rapidement les équipes métiers et les utilisateurs finaux dans le projet, et de leur présenter le plus tôt possible des résultats concrets (maquettes puis système paramétré), centrés sur les process amenant le plus de valeur. Ces process sont ensuite progressivement enrichis, de manière à couvrir tous les process nécessaires au démarrage.

Cette approche vient renforcer la conduite du changement, qui est clé dans la réussite de l'implémentation, mais permet aussi de sécuriser le planning de déploiement, puisque les premiers résultats sont obtenus rapidement. L'équipe projet démontre ainsi rapidement qu'elle dispose d'une solution couvrant la grande majorité des process clés de l'entrepôt, et peut aussi répondre pendant le projet à des changements de périmètre ou de conditions, ce qui aurait été impossible avec une approche « traditionnelle »

Cette méthode est particulièrement adaptée à des sociétés qui entament l'internalisation de leur logistique et qui pourront ainsi ajouter progressivement des fonctions ou des versions de plus en plus évoluées.



6. UNE VISION POUR LE PILOTAGE ENTREPÔT DU FUTUR



Pour inscrire cette réflexion et ce partage dans une perspective future, il est intéressant d'avoir un moment de réflexion sur ce que pourra être l'entrepôt et son système de pilotage à l'avenir. Quelles sont les grandes dimensions structurantes de la génération des solutions qu'il va falloir maintenant bâtir ?

Les Supply Chains sont en pleine évolution sous le jeu des contraintes qui s'exercent sur elles. Les jeux géopolitiques actuels conduisent à des sourcings repositionnés. La crise sanitaire a fait émerger de nouveaux modèles de consommation durables. La prise de conscience de dépendance industrielle promeut des relocalisations d'outils de production. Les transformations profondes des technologies et l'expression de leur potentiel multiplient les opportunités de solutions digitales.

Le débat des relocalisations est ouvert. Sur le plan des innovations, les start-ups en proposent à flux continu. Le sujet de la RSE est intégré comme véritable critère de décisions dans les choix logistiques. L'usine 4.0 se déploie à grand pas. La 5G est une réalité. L'entrepôt de demain ne sera pas tout à fait comme l'entrepôt d'aujourd'hui. La transformation continue des entrepôts dans les prochaines années est donc en marche et n'est pas près de s'arrêter.

Plusieurs tendances sont émergentes et vont structurer l'entrepôt et son système de pilotage.

6.1 LA ROBOTISATION JUSQU'OU ?

La robotisation est aujourd'hui spécifique à de grands projets pour des entrepôts associés à des entreprises de grande dimension. Elle est donc spectaculaire dans les réalisations mais limitée dans son développement potentiel. Pour se diffuser, il lui est nécessaire de pouvoir s'adapter à des contextes plus réduits. La robotisation va donc devenir plus légère et plus facile à porter dans des structures plus petites. Les structures d'entreposage urbaines, le micro-fulfillment et les surfaces des points de vente dédiées à la logistique vont être la cible de plus grande mécanisation et automatisation. La complexité des interfaçages va se déplacer vers ces structures. Et les systèmes de pilotage devront pouvoir appréhender cette complexité dans ces univers plus réduits, à des coûts abordables.

La pleine maîtrise de la complexité de certains mouvements par les robots reste encore lointaine. Le robot sera de plus en plus un cobot, robot collaboratif avec l'homme. Machine d'emballage, bras articulés appartiennent à cet environnement. Ils changeront la donne en matière de productivité. Elle dépendra de la plus ou moins grande aisance d'un opérateur à maîtriser les cobots. Cette aisance différenciée d'un opérateur à l'autre est à prendre en compte de manière détaillée dans les systèmes de pilotage.

L'entrepôt vidé de toute présence humaine, n'est pas réaliste aujourd'hui. Les pilotes des opérations, les équipes de maintenance et tous les opérateurs continuent à prendre en charge les opérations qui ne sont ni automatisables, ni robotisables. Il est nécessaire de bien identifier les métiers qui resteront prioritairement implantés dans l'entrepôt de telle manière à ce que les cahiers des charges fonctionnels des utilisateurs concernés par l'utilisation du WMS s'adaptent.

6.2 OPPORTUNITÉS D'INTÉGRER DE NOUVELLES DIMENSIONS PAR LES WMS

Quelle que soit la nature de l'infrastructure, qu'elle soit de petite ou de très grande dimension, si elle est automatisée ou robotisée, la question du MCO (Maintien en Conditions Opérationnelles) va se poser. Or, les fournisseurs d'équipements vont être de moins en moins des fournisseurs de matériels et de plus en plus des fournisseurs de disponibilité de services pour des missions à remplir. L'interfaçage plus poussée encore des WMS et des WCS sur le plan de la prise en compte des opérations de maintenance va s'affirmer.

L'intégration vraie de la RSE dans la pratique de l'entreprise, donne une place toute particulière à l'éco responsabilité. Aujourd'hui le bâtiment vit une vie largement indépendante, sauf exception, du fonctionnement du process intérieur. Pour rendre factuelle l'éco-responsabilité, la question de la meilleure prise en compte des ressources est posée : chauffage, électricité, fluide.... Un pilotage fin de la performance du bâtiment en lien avec les opérations sera mis en place. Et les solutions WMS apporteront une réponse à la question de : comment connecter les critères d'efficacités écologiques du bâtiment avec les opérations.

6.3 LE WMS PORTÉ PAR LE DIGITAL

L'ergonomie des systèmes de pilotage ne peut qu'évoluer vers des techniques de visualisation en temps réel des conséquences de décision sur le point d'être prises. Grâce à la réalité augmentée, les techniques de visualisation offriront une vision des goulots d'étranglement potentiels ou des tensions sur le point d'émerger sur certains postes d'activités... Le jumeau numérique de l'entrepôt sera une extension possible du WMS.

L'entrepôt est une source de données infinies. Les data analysts ont pris pied dans les fonctions marketing et sales. Ils vont s'installer plus encore aujourd'hui dans les entrepôts et ils vont développer des approches qui vont être à cheval entre les besoins du marketing et les besoins de l'optimisation des opérations. De nouveaux métiers hybrides entre grandes fonctions apparaîtront.

Les données d'un entrepôt restent globalement un système plutôt fermé. Généralement, l'entrepôt est à 100% avec une équipe interne ou à 100% avec une équipe prestataire. La situation se prépare à être beaucoup plus nuancée dans le futur. Beaucoup plus d'intervenants sont parties prenantes au fonctionnement de l'entrepôt sur des parties multiples du process. Du point de vue des données, l'entrepôt de demain sera un entrepôt plus ouvert sur la data. Pour que l'écosystème des fournisseurs (de marchandises mais aussi d'équipements et de services) puisse mettre en place des coopérations efficaces, la donnée sera partagée avec lui (ouverture large du portefeuille de commandes pour recommandation d'utilisation de l'outil de pilotage ou pour le choix de matériel mieux adapté).

L'analyse d'alternatives dans la prise de décision est une nécessité. Le débat contradictoire entre des choix possibles doit rester la règle pour laisser à la personne la responsabilité du choix. L'analyse en temps réel du « what if » s'intensifiera. Le WMS sera plus prescriptif. Si je fais cela, qu'est ce qui se passera.

Le foisonnement actuel des offres existantes pour permettre le bon pilotage de l'entrepôt, s'il représente en tant que tel une certaine complexité, il donne une liberté de choix eu égard à la multiplicité des acteurs. Dans cet univers y aura-t-il un intégrateur vertical qui tentera de remonter la chaîne de valeur en consolidant plusieurs natures d'offres ?



CONCLUSION



L'entrepôt est un lieu de concentration, de répartition et de production de richesses. Les produits y convergent puis ils en repartent pour se répartir là où ils sont attendus. Ils sont les leviers de la production des composantes majeures de la valeur service attendue par les clients, la disponibilité, le délai, la consolidation de la commande. Mais cette richesse réclame des moyens pour remplir ses missions. L'entrepôt est un lieu de travail porté par un acte primaire simple, la manutention, qui multipliée à l'infini en fait un dur et très complexe labeur. Face à une combinatoire sans fin, produire les services attendus par les marchés, protéger les produits, et réduire la pénibilité des opérations à un prix de revient maîtrisé, réclament des outils d'aide à la décision dont les WMS sont les porteurs principaux.

Dans des environnements de travail de plus en plus sophistiqués ces outils IT de pilotage des entrepôts sont les agents de l'intégration de la complexité de l'entrepôt en prenant en compte des composantes de plus en plus nombreuses.

Avec les opportunités de la digitalisation et les nécessaires adaptations permanentes dont l'entrepôt doit savoir faire preuve dans la nature de ses activités, les WMS s'affirment comme une ressource clef de l'efficacité de l'entrepôt.

LES AUTEURS

A propos de Philippe Pierre Dornier

Philippe-Pierre Dornier (Ingénieur Civil des Mines, ESSEC, Doctorat Ecole des Mines) est professeur au département Management des Opérations de l'ESSEC et Président du cabinet de conseil Newton.Vaureal Consulting spécialisé dans les missions de conseil en Management des Opérations. En savoir plus sur ses publications :



faculty.essec.edu/cv/fr-dornier-philippe-pierre

A propos de Newton.Vaureal Consulting

Pour garantir l'apport d'innovation dont vous avez besoin, Newton.Vaureal Consulting s'appuie historiquement sur des experts ayant consacré une partie de leur vie à la révélation, la formalisation et la diffusion des connaissances en gestion des opérations. Philippe-Pierre Dornier est fondateur du cabinet.

L'expertise que nous vous apportons est construite avec 4 finalités :

- Vous éclairer en déplaçant votre regard
- Vous apporter les outils de construction des solutions
- Supporter votre processus de prise de décision
- Appuyer vos transformations grâce à nos méthodes de conduite du changement

Nous retrouver : www.newtonvaureal.com

A propos de Rémi Coolen

Diplômé de l'Ecole Polytechnique et de Telecom Paris, Rémi Coolen est devenu au fil des années un leader expérimenté et reconnu de la Supply Chain avec plus de 15 ans d'expérience dans la mise en œuvre de solutions logicielles dans ce domaine. Hautement qualifié dans le design et le déploiement des solutions de gestion d'entrepôt de Manhattan Associates, Rémi a pu développer son expertise sur différents marchés verticaux : commerce de détail spécialisé, grande distribution, e-commerce, prestation logistique, industrie manufacturière, automobile, vente en gros, ...



A propos de MANHATTAN Associates

Manhattan Associates est reconnu mondialement pour la qualité et la richesse fonctionnelle de ses solutions WMS, TMS et OMS. Elles permettent d'unifier l'information à travers toute l'entreprise, en faisant converger les ventes avec l'exécution logistique. Ces solutions logicielles, leur socle technologique et l'expérience inégalée des équipes Manhattan contribuent à la croissance et à la rentabilité des clients de l'entreprise à travers le monde.

Les solutions de Manhattan Associates sont par ailleurs disponibles en mode cloud et on-premises afin que, partout dans le magasin, dans votre réseau logistique ou depuis vos centres de distribution, vous soyez prêt à récolter les fruits de votre transformation omnicanale.

En savoir plus : manh.com.fr

