
Rapport de Projet bibliographique

1^{ère} Génie des Systèmes Industriels et Logistiques

Groupe C

Entreposage et Intelligence artificielle

Réalisé par

Houimel Firas

Nasr Ishrak

Kraznadji Takoua

Bouaicha Souheila

Année Universitaire: 2020/2021

Remerciements

C'est avec un réel plaisir que nous exprimons à tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Un grand merci à Mr Slim HARBI pour ses directives précises lors de l'élaboration du rapport et Mr Souhail MKAOUER c'est grâce à sa grande expérience et ses conseils pertinents que nous avons réussi à finaliser ce travail.

L'apport de nos encadrants était d'une grande importance pour mener à bien notre projet bibliographique, Merci chers messieurs de nous avoir soutenu et éclairci la démarche à suivre pour le mener à bien, vos conseils étaient d'une grande valeur.

Ainsi nous adressons nos vifs remerciements à nos collègues de GSIL2 qui ont su nous prodiguer les conseils nécessaires, ainsi que l'administration et la bibliothèque de l'ENICarthage, qui nous a fourni les documents nécessaires en terme de bibliographie.

Table des matières

Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale.....	1
Chapitre I: Entreposage et intelligence artificiel.....	2
I. Introduction	3
II. L'Entrepôtage.....	3
1. Historique.....	3
2. Définition.....	3
a) L'entrepôtage	3
b) STOCKAGE	4
c) Différence entre entrepôt et plateforme :.....	5
3. Implantation d'entrepôt.....	5
a) Infrastructure logistique.....	5
b) Méthode d'implantation d'entrepôt.....	6
c) Généralités sur les entrepôts en interne	9
4. Système d'information	11
a) ERP.....	11
b) WMS	13
III. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE :.....	14
1. HISTOIRE	14
2. DÉFINITION.....	14
3. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS L'INDUSTRIE 4.0	15
a) Un contrôle qualité automatisé et optimisé.....	16
b) La traçabilité un enjeu crucial pour l'industrie	16
c) L'identification visuelle : entre fiabilité et gain de temps	17
Chapitre II: Relation entre IA et logistique	18
I. Introduction	19
II. Cas d'utilisation de l'IA dans le secteur logistique.....	19
1. Amélioration des opérations de l'entrepôtage :.....	19

a)	Des stocks optimisés pour éviter le surstockage	19
b)	Eviter la rupture de stock	19
c)	Calculer les indicateurs clés en identifiant les aléas de la supply Chain pour optimiser ses stocks	20
d)	Optimiser ses stocks	20
2.	Equipement de manutention autonomes et sécurité des équipements.....	20
a)	Equipement de transport:	21
b)	Equipement de formation d'unité de charge :	24
c)	Equipement de gestion de stock :	24
III.	Robotisation contrôle les MUDAS	26
1.	L'entreposage et les mudas.....	26
a)	«Les gaspillages de La Surproduction.....	26
b)	Les gaspillages de Sur stockage ou Stocks Inutiles :	26
c)	Les gaspillages de Transports et Déplacements Inutiles :.....	26
d)	Les gaspillages de Traitements Inutiles ou Surprocessing:	27
e)	Les gaspillages de Mouvements Inutiles:	27
f)	Les gaspillages de Temps d'Attente:.....	27
IV.	IA et IOT et l'organisation des entrepôts :	27
1.	Le rôle de l'IOT dans l'organisation des entrepôts :	27
a.	Définition :	27
b.	Le rôle de l'IOT dans l'organisation des entrepôts	28
c.	Industrie 4.0 :	28
2.	Le rôle de l'IA dans l'organisation des entrepôts :	29
a.	Définition Supply Chain Management (SCM) :	30
b.	IA au service de la logistique et de la chaîne d'approvisionnement:	31
V.	Conclusion	32
	Chapitre III:.....	33
	L'utilisation de l'IA dans l'entreprise AMAZON	33
I.	Introduction	34
II.	Amazon et entreposage:	34
III.	Centres de distribution Amazon:	34
1.	À l'intérieur des entrepôts Amazon :	35
2.	Amazon FBA (Fulfilled by Amazon) :	36

3. Mécanisme des entrepôts Amazon :	36
IV. Les technologies Amazon (Amazon Web services):	38
1. Amazon Web services	38
2. La supply Chain Amazon:	38
a. Les forces :	38
b. Les enjeux :	39
c. Les Technologies d'Amazon et la supply chain :	39
V. Conclusion :	39
Conclusion générale	40
BIBLIOGRAPHIE	

Liste des tableaux

Table 1 Attribuer à chaque point des coordonnées en abscisse et en ordonnées	7
Table 2 Attribuer à chaque point un poids en fonction du critère de l'étude	8
Table 3 Calculer les « coordonnées pondérées » des points	8
Table 4 Etablir la moyenne des abscisses et des ordonnées.....	8
Table 5 : Comparaison entre les équipements de manutention avec et sans IA et IOT	25

Liste des figures

Figure 1 : Entrepôts de matière première	4
Figure 2 : zone de stockage	5
Figure 3 : Environnement externe de l'entreprise	6
Figure 4 : méthode de barycentre logistique	7
Figure 5 : les zones de stockage dans l'entrepôt[5]	9
Figure 6 : Exemple de l'analyse ABC.....	11
Figure 7 : les modules de l'ERP.....	12
Figure 8 : warehouse mangement.....	14
Figure 9 : Transpalette.....	21
Figure 10: Diable.....	21
Figure 11 : chariot de manutention	21
Figure 12 : Gerbeur	22
Figure 13 : Nacelle sur mat	22
Figure 14 : convoyeur bande	22
Figure 15 : convoyeur palette.....	22
Figure 16 : convoyeur rouleau	22
Figure 17 : chariot élévateur.....	23
Figure 18 : chariot élévateur.....	23
Figure 19 : palette en bois	24
Figure 20 : palette en plastique	24
Figure 21 : Transstockeur.....	24
Figure 22 : illustration de l'IOT	28
Figure 23 : illustration de l'industrie 4.0.....	29
Figure 24 : illustration détaillant le SCM.....	30
Figure 25 : un entrepôt d'Amazon	34
Figure 26 nombre de sites logistiques actuellement exploitées par Amazon (octobre 2019)	35
Figure 27 : Explication du processus d'Amazon FBA.....	36
Figure 28 : évolution des nombres de rebots Amazon	37
Figure 29 : Robot KIVA SYSTEMS (Amazon Robots)	37
Figure 30 : Amazone Drone	37
Figure 31 : les service d'Amazon dans la technologie.....	38

Introduction générale

Dans un contexte de globalisation des marchés, on ne parle plus uniquement de maximiser les éléments d'une même fonction mais plutôt de maximiser l'efficacité de la chaîne logistique.

Grâce à l'IA, les entreprises sont passées d'un schéma passif où les opérations logistiques se la chaîne logistique s'adaptait aux variations de la demande, vers un schéma proactif où les responsables prévoient le comportement des consommateurs et ajustent leurs ressources en conséquence.

En fait, le terme supply Chain démontre la nécessité de créer une synergie entre les différents acteurs de la chaîne de distribution. Les changements de mode de production, en particulier le passage d'une production de masse à une production de juste-à-temps, ont amené beaucoup de bouleversements dans la gestion de certaines fonctions.

Ces changements logistiques devraient inciter les transporteurs à s'initier aux nouveaux concepts émanant de la chaîne logistique. Ce faisant, on assiste maintenant à un repositionnement du transport routier des marchandises comme maillon important de la chaîne logistique. D'autres transporteurs, quant à eux, offrent d'autres services en construisant des entrepôts adaptés à ce nouveau contexte. Il semble donc que l'entrepôt n'est plus uniquement la préoccupation des manufacturiers et des détaillants, mais devient davantage la préoccupation de centres de profit indépendants. Notre rapport traite la relation entre l'entrepôt et l'Intelligence Artificielle (AI).

Lors de nos recherches on s'est aperçu que le lien entre ces deux notions implique aussi les notions de la Supply Chain, l'internet of thing (IdO) tous combinés pour aboutir à ce qu'est l'industrie 4.0.

Tout au Long des 3 chapitres de ce rapport on s'interroge sur ses différentes notions et on les expliquer.

Dans le premier chapitre, nous définirons l'entrepôt, ses principes. Pour le deuxième chapitre on s'interroge sur les notions de base en relation avec l'intelligence Artificielle. Finalement on va exploiter, Analyser et interpréter la relation qui lie l'entrepôt, la chaîne logistique et l'Intelligence Artificielle, tout en élaborant l'exemple pertinence de l'entrepôt Intelligent d'Amazon.

Chapitre I:

Entreposage et intelligence artificielle

I. Introduction

La gestion de la chaîne d'approvisionnement est l'organisation des flux de biens et de services qui interviennent lors de la conception, la création, le stockage, la vente et la livraison d'un produit. La chaîne d'approvisionnement est finalement le cycle de vie d'un produit, de sa conception à sa consommation, de sorte que la réussite de l'entreprise dépend de l'efficacité de la gestion de cette chaîne.

Aujourd'hui, l'omnicanalité, à savoir l'existence de multiples canaux de ventes entre l'entreprise et ses clients, a compliqué la gestion de la supply chain. Les flux d'information ont ainsi cessé d'être unidirectionnels pour devenir multidirectionnels.

En raison de cette difficulté supplémentaire, les logiciels sont une pierre angulaire de la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Les systèmes de gestion d'entrepôt (WMS) ou les ERP, c'est-à-dire les applications informatiques qui coordonnent la relation fournisseur-client avec les flux de produits, d'informations et financiers, en sont un bon exemple.

II. L'Entrepôtage

1. Historique

La gestion de la chaîne d'approvisionnement est l'organisation des flux de biens et de services qui interviennent lors de la conception, la création, le stockage, la vente et la livraison d'un produit. » La chaîne d'approvisionnement est finalement le cycle de vie d'un produit, de sa conception à sa consommation, de sorte que la réussite de l'entreprise dépend de l'efficacité de la gestion de cette chaîne. »(François blondel ; comprendre les logistiques de gestion industrielle pour agir)[1]

2. Définition

a) L'entrepôtage

L'entrepôtage consiste à héberger des quantités de produits semi-finis et finis ou de marchandises dans un bâtiment ou des dépôts spécialement construit à cet effet. La période d'entrepôtage n'a pas d'influence sur la notion décrite. Elle peut être courte ou longue en fonction du produit, de la marchandise, de la matière première considérée.

On définit le stockage, autre notion approchante, comme une pratique du magasin. Plus le stockage est court en temps, plus la rentabilité du stock est importante. Pour des raisons simples : moins d'obsolescence des produits, de frais d'utilisation des surfaces de stockage, de pertes, de vol, de frais de location d'espace. D'où la notion de stockage sur de courtes périodes, dans le qui précède la mise en rayon.

Les contraintes du stockage et de l'entreposage sont donc différentes. la gestion de la logistique, la superficie des locaux considérés, , la manutention, le suivi, et le matériel utilisé diffèrent considérablement.

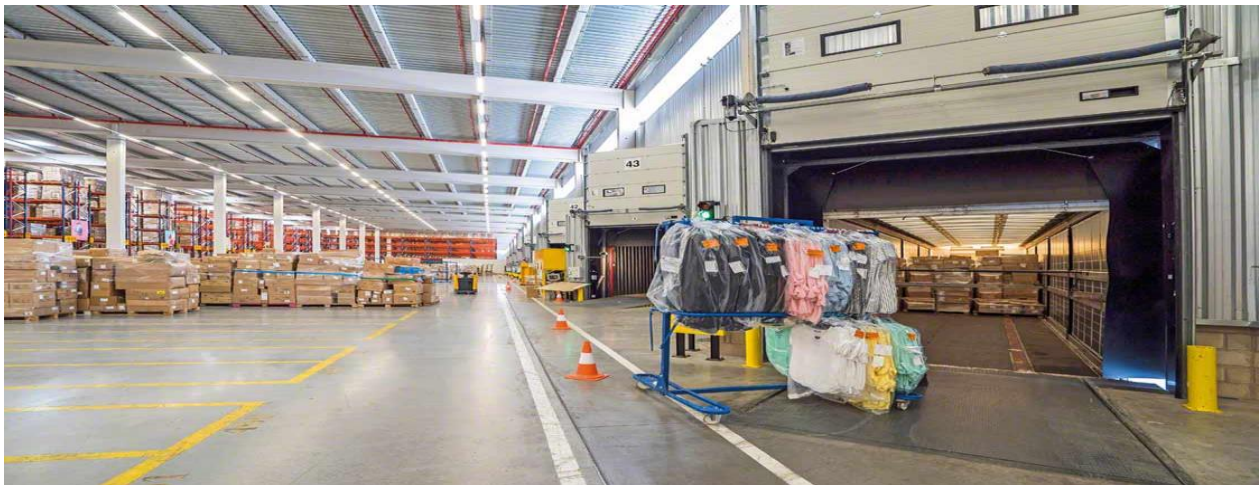


Figure 1 : Entrepôts de matière première

b) STOCKAGE

Une entreprise peut détenir plusieurs types de stocks tels que :

- Matière première,
- Produit en cours de fabrication sous forme de sous-ensemble ou d'élément complet,
- Produit manufacturé prêt à être vendu, ou à être utilisé dans la chaîne de fabrication,
- Produits "défectueux" ou obsolète devant être "mis à jour" ou réparé.

Les stocks peuvent être utilisés soit pour :

- Être vendus en l'état,
- Être utilisés dans le processus de production, pour fabriquer un sous-ensemble, ou un produit fini, qui servira ensuite, à la production ou à la vente,
- Être réparés, "mis à jour" ou recyclés.

Le stockage, ou entreposage, est l'action d'entreposer, c'est-à-dire de placer à un endroit identifié des objets ou des matières dont on veut pouvoir disposer rapidement en cas de besoin



Figure 2 : zone de stockage

c) Différence entre entrepôt et plateforme :

*L'entrepôt permet de réguler les besoins en marchandises d'une entité de production ou de distribution en fonction des contraintes des différents acteurs de la chaîne logistique (fournisseurs,)

* La plateforme quant à elle , joue un rôle de massification des flux (groupage) et de réorientation en fonction des provenances et des destinations.

3. Implantation d'entrepôt

a) Infrastructure logistique

Le réseau logistique (ou infrastructure logistique) est un ensemble de relations non fortuites liant - au sein d'une seule organisation ou entre différentes organisations- les localisations des diverses activités réparties de l'espace, leur aménagements internes et leurs interdépendances.

« Son objectif est de déplacer des flux de matières, de services et de ressources pour les acheminer des lieux d'approvisionnement en ressources primaires vers des lieux de production ou des industries de transformation, puis vers les lieux de distribution ou de consommation. Ces trois lieux sont généralement disjoints et le passage de l'un à l'autre constitue une rupture de charge qui doit être traitée par une action appropriée. Pour ce faire, un réseau logistique est constitué, fait d'un assemblage de procédés et lieux de stockage, de transport d'approche, de transport final et de transmission et de communication d'informations. Ce réseau logistique est aussi un lieu de vie et d'action, source de nombreuses synergies intra et inter-entreprises. » (Pierre Bezbbkh et Sophie chersrdi des Rousses, Le monde)[2]

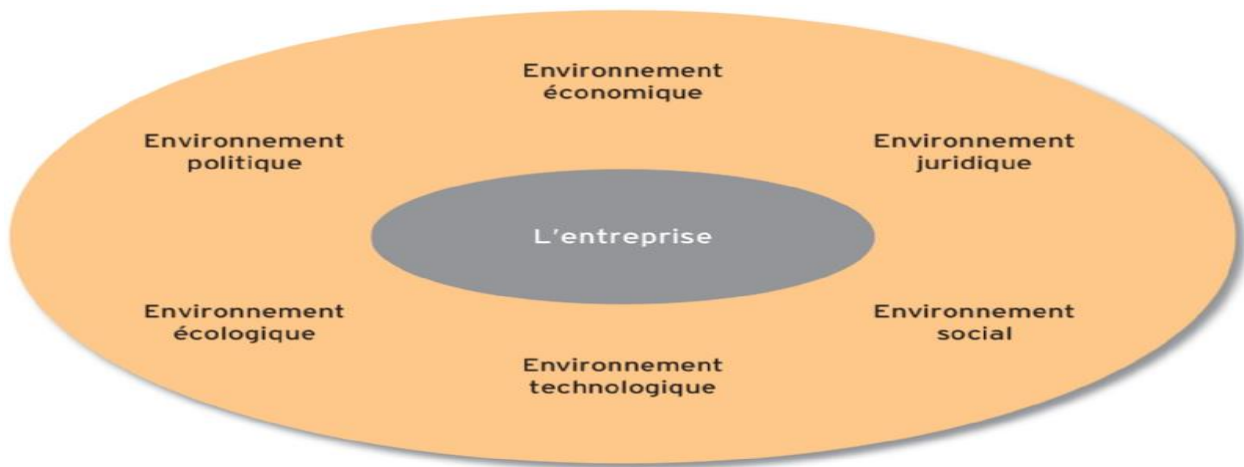


Figure 3 : Environnement externe de l'entreprise

b) Méthode d'implantation d'entrepôt

Le barycentre (ou centre de gravité) est une notion de physique qui peut être utilisée à profit dans le domaine de la logistique et du transport (lors de la réflexion sur l'emplacement géographique d'une usine ou d'un nouvel entrepôt par exemple).

En établissant une moyenne des coordonnées de chaque point considéré pondérée par le poids relatif de chacun de ces points (par exemple, en terme de chiffre d'affaire, de nombre de consommateurs, etc.), on obtient un centre de gravité qui représente une solution économique optimisée,

Il convient cependant de tempérer l'utilisation brute de cet indicateur par d'autres éléments. Par exemple dans le cas de l'implantation d'un nouvel entrepôt :

- la situation politique et sociale dans les points considérés
- les infrastructures
- l'évolution potentielle du site
- etc.

Une étude de barycentre ne donne donc pas une réponse précise mais représente plutôt un indicateur d'aide à la décision.



Figure 4 : méthode de barycentre logistique

Méthode pour calculer un barycentre (à utiliser avec Excel par exemple) [6]

1. Attribuer à chaque point des coordonnées en abscisse et en ordonnées
 $A1(x1 ; y1)$, $A2(x2 ; y2)$, $A3(x3 ; y3)$, etc.

Table 1 Attribuer à chaque point des coordonnées en abscisse et en ordonnées

Points	Abscisses	Ordonnées
A1	10	10
A2	20	10
A3	30	30

2. Attribuer à chaque point un poids en fonction du critère de l'étude

Par exemple: tonnages livrés, nombre d'habitants, Chiffre d'Affaires, etc.

Table 2 Attribuer à chaque point un poids en fonction du critère de l'étude

Points	Abscisses	Ordonnées	Poids
A1	10	10	5
A2	20	10	10
A3	30	30	20

3. Calculer les « coordonnées pondérées » des points

Table 3 Calculer les « coordonnées pondérées » des points

Points	Abscisses	Ordonnées	Poids	Abscisses pondérées	Ordonnées pondérées
A1	10	10	5	50	50
A2	20	10	10	200	100
A3	30	30	20	600	600

4. Etablir la moyenne des abscisses et des ordonnées

Table 4 Etablir la moyenne des abscisses et des ordonnées

Points	Abscisses	Ordonnées	Poids	Abscisses pondérées	Ordonnées pondérées
A1	10	10	10	100	100
A2	20	10	10	200	100
A3	30	30	20	600	600
Totaux			40	900	800
Barycentre	22,5	20			

c) Généralités sur les entrepôts en interne

L'entrepôt et les stratégies de stockage

- Les différentes zones et sous-zones de l'entrepôt :
 - – la zone réception
 - – les zones de stockage
 - – la zone de préparation
 - – la zone expédition
 - – les autres zones de l'entrepôt

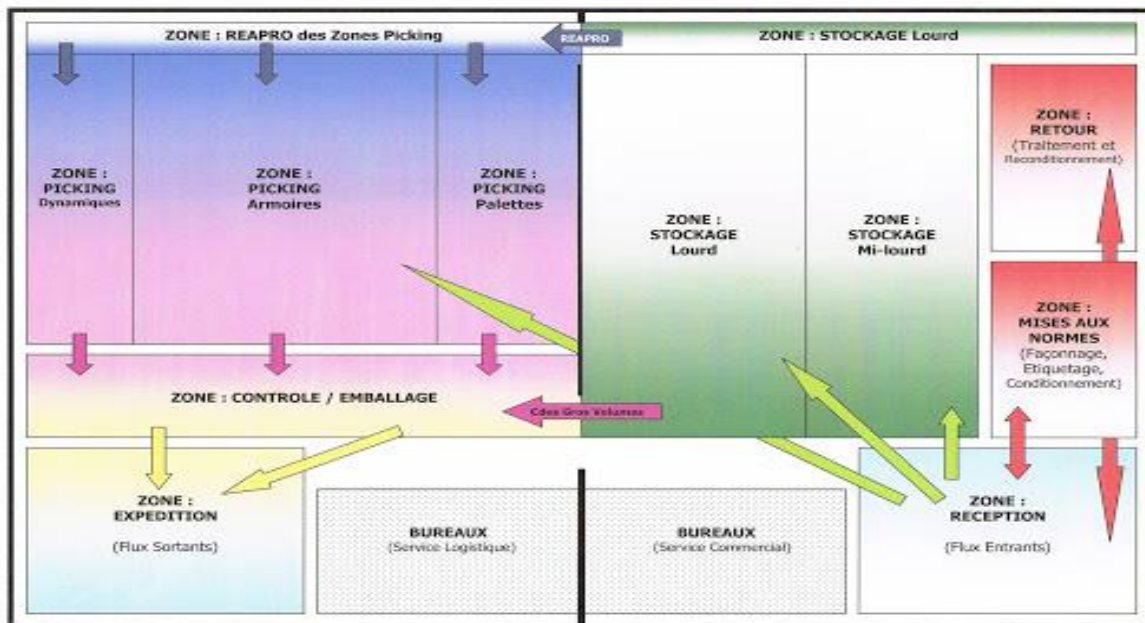


Figure 5 : les zones de stockage dans l'entrepôt[5]

- La catégorisation des articles:
 - – comment définir des familles logistiques de produits ?
 - – les unités d'œuvre
 - – exercice pratique : regrouper les produits par famille logistique
- Les meubles de stockage :
 - – les différents types de structures de stockage

- – correspondance structures de stockage / familles logistiques
- • Les engins de manutention :
 - – les différents types de chariots élévateurs
 - – l’adaptation au besoin selon la structure de l’entrepôt
 - — exercice pratique : faire le lien entre les engins de manutention et les structures de stockage et familles logistiques
- • Le rôle de l’informatique dans la gestion des emplacements :
 - – le paramétrage de la fiche article
 - – les variantes logistiques
 - – la gestion des emplacements
- • La sécurité des biens et des personnes

Techniques d’implantation des produits dans les zones de stockage

- • Le processus d’implantation
 - • Identification des flux :
 - – le flux permanent
 - – le flux saisonnier
 - – le flux promotionnel
 - • Les temps standards de productivité :
 - – les objectifs de productivité (accessibilité des produits)
 - – les objectifs de qualité (éviter la casse, les erreurs)
 - – les objectifs de sécurité (ne pas se blesser)
 - – exercice pratique : calculer le temps d’une préparation de commandes
 - « • Un outil de décision : l’analyse ABC
 - – le zonage ABC du stock
 - – implantation : les règles de base et les pièges à éviter
 - — exercice pratique : procéder à une analyse ABC des sorties » Fabrice MOCELLIN
- [4]



Figure 6 : Exemple de l'analyse ABC

- • Cheminement de la préparation des commandes
- • Le dimensionnement des emplacements picking
 - – les critères
- • Le réapprovisionnement des pickings :
 - – les règles de calcul pour le réapprovisionnement des pickings
 - – la fréquence
 - — exercice pratique : procéder à l'optimisation de l'implantation des produits d'une cellule de stockage, sur la base de contraintes identifiées

4. Système d'information

a) ERP

le terme ERP vient de l'anglais « Enterprise Resource Planning ». ERP a été traduit en français par l'acronyme PGI (Progiciel de Gestion Intégré) et se définit comme un groupe de modules relié à une base de données unique.

L'ERP est un progiciel qui permet de gérer l'ensemble des processus opérationnels d'une entreprise en intégrant plusieurs fonctions de gestion : solution de gestion des commandes, solution de gestion des stocks, solution de gestion de la paie et de la comptabilité, solution de gestion e-commerce, solution de gestion de commerce BtoB ou BtoC ... dans un système. Autrement dit, l'ERP représente la « colonne vertébrale » d'une entreprise.

Pour être qualifiée de « Progiciel de Gestion Intégré », une solution logicielle ERP doit couvrir au moins deux principes fondamentaux qui sont les suivants :

- Construire des applications informatiques sous forme de modules indépendants mais parfaitement compatibles sur une base de données unique et commune.
- L'usage d'un moteur de Workflow permet de définir l'ensemble des tâches d'un processus et de gérer leur réalisation dans tous les modules du système qui en ont besoin.



Figure 7 : les modules de l'ERP

L'ERP est un logiciel de gestion qui permet à l'entreprise d'intégrer différentes fonctionnalités telles que :

- La gestion comptable et financière (ERP de gestion comptable, ERP de gestion de facturation),
- La gestion des stocks (logiciel ERP gestion des stocks),
- La gestion des ressources humaines,
- La gestion des fournisseurs (ERP fournisseurs grande distribution) ainsi que,
- La gestion de la vente,
- La gestion de la distribution ou encore,
- La gestion de l'e-commerce (ERP commerce, ERP de commerce détails spécialisé).

b) WMS

Le recours à une gestion informatique de l'entrepôt a pour objectif d'apporter une meilleure connaissance en quantité et en qualité de l'activité du magasin et des stocks, d'éviter les erreurs de préparation, d'améliorer l'exploitation des moyens et des surfaces ou encore d'améliorer la traçabilité...

Le recours à une gestion informatique de l'entrepôt a pour objectif d'apporter une meilleure connaissance en quantité et en qualité de l'activité du magasin et des stocks, d'éviter les erreurs de préparation, d'améliorer l'exploitation des moyens et des surfaces ou encore d'améliorer la traçabilité...

Quelles sont les fonctionnalités d'un WMS ?

1. La fonction générale de gestion de l'entrepôt
2. La fonction articles
3. La fonction gestion des stocks : elle est l'une des bases essentielles des outils informatiques de gestion d'entrepôt.
4. La fonction réception : elle correspond à l'entrée des produits sur le site. Elle est fondamentale car c'est cette étape qui va permettre de faire entrer les produits dans le système d'information et de les gérer de façon optimisée.
5. La fonction préparation de commandes : elle regroupe plusieurs étapes et activités au sein de l'entrepôt, notamment les opérations de picking...
6. La fonction expédition : elle constitue le dernier maillon de la chaîne dans la gestion de l'entrepôt. Elle gère l'édition des documents de transport.
7. La fonction synthèse et contrôle.

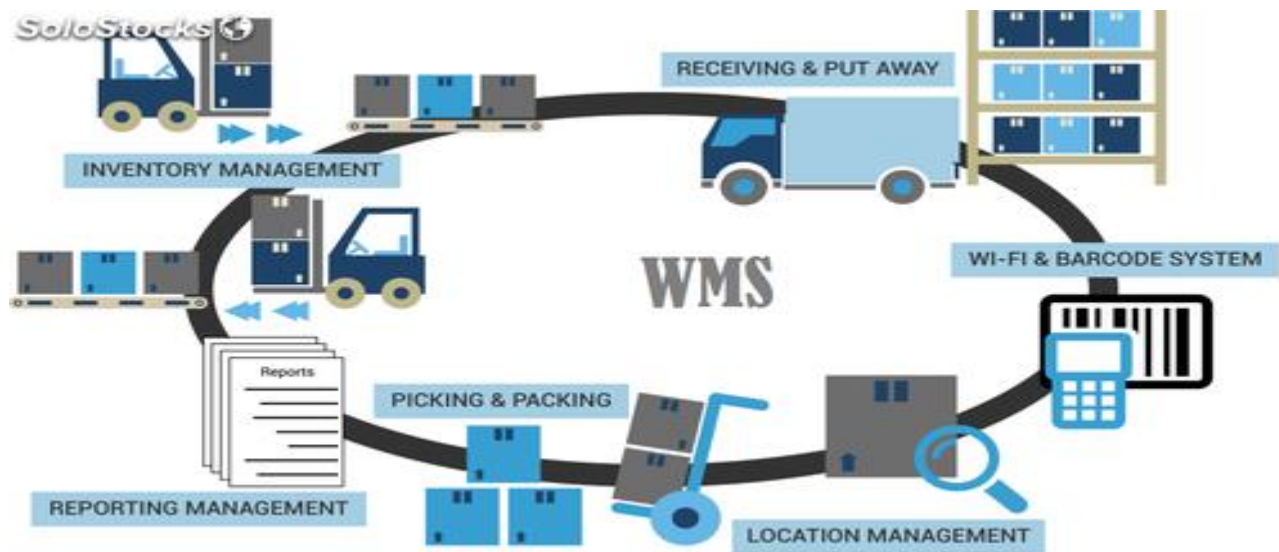


Figure 8 : warehouse mangement

III. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE :

1. HISTOIRE

Le mathématicien Alan Turing est le premier à avoir abordé la notion d'intelligence artificielle, en 1950. Les expériences alors menées par ce dernier étaient destinées à déterminer si une machine pouvait être considérée comme "consciente". De nos jours, le test de Turing est toujours utilisé par les chercheurs bien que sa pertinence soit régulièrement remise en cause.

En 1956, Marvin Lee Minsky, scientifique américain, définit l'intelligence artificielle comme étant « la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains, car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique. »[10]

2. DÉFINITION

En clair, l'intelligence artificielle est un vaste domaine touchant autant à l'informatique.

« L'IA s'appuie sur des algorithmes en mesure d'ajuster leurs calculs en fonction des traitements qu'ils ont à effectuer »[7]. Ces réseaux de neurones artificiels constitués de serveurs puissants permettent de traiter de nombreuses sources d'informations issues de bases de données en effectuant de lourds calculs.

En effet, selon le Larousse, l'intelligence Artificielle se définirait comme étant « l'ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence. » [9]

Ce serait de ce fait des ordinateurs dotés de programmes capables de performances similaires à l'intelligence humaine, ou même amplifiées par la technologie.

Ces machines sont en mesure de :

- Raisonner
- Traiter de grandes quantités de données
- Discerner des modèles indétectables par l'œil d'un humain
- Analyser ces modèles
- Interagir avec l'Homme
- Apprendre progressivement
- Améliorer continuellement ses performances.

3. L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS L'INDUSTRIE 4.0

La technologie de l'IA améliore les performances et la productivité de l'entreprise en automatisant des processus ou des tâches qui nécessitaient auparavant des ressources humaines.

L'intelligence artificielle est exploitable dans la plupart des fonctions entreprises et secteurs d'activité. Elle comprend des applications générales et spécifiques aux secteurs.

L'industrie représente l'un des terrains les plus productifs pour l'intelligence artificielle.

En effet, La trouve pléthore d'applications dans ce secteur d'activité. Et plusieurs facteurs de production standardisée, multiplication des capteurs, tâches répétitives et chronophages : le milieu industriel gagnerait beaucoup en utilisant plus d'IA. Ces technologies intelligentes visent à améliorer la performance de l'entreprise. L'IA surpasse aujourd'hui l'humain sur certaines activités. De plus, l'utilisation de l'intelligence artificielle permet d'effectuer d'autres tâches qu'un humain ne peut traiter seul. L'IA optimise et fiabilise la chaîne de production et permet de dégager du temps pour les salariés qui peuvent se concentrer sur les tâches à plus haute valeur ajoutée.

a) Un contrôle qualité automatisé et optimisé

Le contrôle qualité est un maillon essentiel pour l'industrie. En effet, de cette tâche dépend la qualité des produits vendus par l'entreprise et donc la réputation de cette dernière. Dans un monde où le “zéro défaut” est sur toutes les lèvres, l'IA a clairement un rôle à jouer pour y arriver.

En effet, contrôler la qualité des produits finis est une tâche fastidieuse : cadence de production, fatigue, perte de concentration, fonctions cognitives inexploitées, etc. Confier cette tâche à un humain peut être risqué et ne permet pas d'utiliser toutes les compétences du salarié.

Cas client

Des entreprises ont déjà passé le pas, et confié cette tâche à l'IA. C'est le cas de la société Alprobotic. Cet intégrateur de cellules robotisées rencontre une problématique client relative au contrôle d'aspect du traitement de surface de pièces métalliques. Il souhaitait pouvoir proposer une automatisation de l'inspection, alors effectuée manuellement par des opérateurs.

Alprobotic fit ainsi appel à Neovision pour créer une technologie permettant de détecter automatiquement les défauts. Pour cela, Neovision a développé un système auto-apprenant qui apprend à quoi ressemble la pièce parfaite.

Ce type de technologies permet d'envisager le “zéro défaut”, une vraie garantie de qualité pour les cliniques et hôpitaux.

b) La traçabilité un enjeu crucial pour l'industrie

La traçabilité est une composante essentielle du suivi de production industrielle. Cette dernière permet de tracer, comme son nom l'indique, toutes les informations liées à un produit en déplacement, de sa fabrication jusqu'à sa consommation ou même sa destruction.

Une notion clé pour l'industrie mais qu'il est difficile d'assurer et d'assumer financièrement. Et c'est là que l'IA entre en jeu. Grâce à ces technologies, la traçabilité se trouve facilitée et optimisée.

L'IA permet d'identifier et de suivre plus facilement et précisément les produits tout au long de la chaîne de production. Cela peut notamment se faire grâce au Deep Learning (apprentissage profond) et à la Computer Vision (vision par ordinateur) ; elle permet ainsi de reconnaître et d'identifier les produits, en lisant automatiquement leurs numéros de série.

Cas client

De son côté, Neovision a développé ce type de technologie pour son client, le Centre Technique du Cuir (CTC), dans le but d'assurer une meilleure traçabilité des peaux travaillées. Ce dernier a

développé une technologie de gravure des peaux et souhaitait pouvoir identifier de manière fiable, rapide et automatisée les différentes peaux ainsi gravées qui passent en tannerie.

Pour répondre à cette problématique, Neovision a développé une solution unique basée sur du Deep Learning capable de lire les caractères malgré les fortes déformations.

c) L'identification visuelle : entre fiabilité et gain de temps

La maintenance industrielle, un vaste sujet, que nous avons d'ailleurs déjà abordé précédemment. Si l'analyse prédictive permet d'anticiper les pannes, l'IA offre d'autres solutions complémentaires, notamment grâce à l'identification visuelle.

Pouvoir identifier un équipement ou une pièce détachée en une seconde et accéder à sa fiche technique, c'est possible avec de l'IA. Ainsi, l'utilisation de l'IA permet de mieux gérer ses stocks, commander rapidement les pièces nécessaires et accéder aux procédures de maintenance.

Cas client

Dans le but d'améliorer la traçabilité de ses pneus et de leur état, Michelin souhaite pouvoir identifier les dommages reçus par ces derniers, enregistrer les résultats et donner accès à la procédure à suivre pour chaque type de dommage.

Ainsi, Neovision développe une IA capable de reconnaître le type de dommage présent sur un pneu. Disponible via une application smartphone, la technologie est accessible pour tous les opérateurs. Suite à cette identification, le résultat est enregistré (Michelin dispose donc d'une trace de chaque dommage) et l'opérateur peut accéder à la procédure à suivre en fonction du dommage. [11]

IV. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons mené une synthèse bibliographique sur l'entreposage, l'implémentation de l'entrepôt tout en prenant en considération l'infrastructure logistique, les méthodes d'implémentation ainsi que l'intelligence artificielle et leur rôle dans l'industrie.

Chapitre II:

Relation entre IA et logistique

I. Introduction

Une bonne gestion des stocks peut augmenter le chiffre d'affaires de l'entreprise. Une stratégie de gestion des stocks efficace et optimisée peut permettre à l'entreprise de réduire ses coûts. Il s'agit d'éviter deux écueils: stocker trop ou pas assez, car ces deux excédents peuvent affecter négativement les résultats de l'opération.

II. Cas d'utilisation de l'IA dans le secteur logistique

1. Amélioration des opérations de l'entreposage :

a) Des stocks optimisés pour éviter le surstockage

Il est indéniable que surstockage coûte cher. Un mauvais contrôle des quantités entraînera des coûts de stockage fixes (bâtiments, machinerie lourde, étagères) et variables (salaires, frais de maintenance), ce qui affectera gravement les comptes d'exploitation. En outre, surstockage contraint inutilement le capital. Le BFR (le Besoin en Fonds de Roulement) se compose de deux éléments:

- En stock
- la trésorerie

Diminuer son stock permet de faire baisser le Besoin en Fonds de Roulement , ou bien de faire augmenter sa trésorerie.

b) Eviter la rupture de stock

Un autre piège des politiques d'inventaire non optimisées est que les ruptures de stock peuvent causer des problèmes aux petites et moyennes entreprises. En plus, la perte de ventes, les ruptures de stock auront un impact négatif sur les tarifs de service et pourraient détourner les acheteurs Soyez fidèle à l'entreprise et faites de la concurrence. De plus, les pénuries de stocks peuvent perturber les systèmes de production intégrés dans la chaîne d'approvisionnement. Par conséquent, une stratégie d'inventaire optimisée doit réussir à éviter les surstockages sans épuiser les stocks. Chaque modèle de gestion des stocks et de réapprovisionnement a son propre Les avantages et les inconvénients. Dans tous les cas, leurs applications peuvent faire économiser de l'argent aux entreprises.

c) Calculer les indicateurs clés en identifiant les aléas de la supply Chain pour optimiser ses stocks

La gestion optimisée des stocks commence par une visibilité transparente de réserve. Pour cela, il est important de comprendre certains indicateurs clés: taux de rotation, temps d'écoulement, le taux de disponibilité, le taux d'occupation

Les stocks dormants sont souvent stockés à perte. Afin de résoudre ce problème, l'entreprise doit déterminer l'inventaire qui n'est plus en circulation pour réduire les coûts de stockage.

d) Optimiser ses stocks

L'optimisation des stocks est une bonne chose, garantissant une meilleure chaîne d'approvisionnement (supply chain). Il existe de nombreux dangers dans la chaîne d'approvisionnement (risques internes, financiers causés par le fournisseur) et ces dangers doivent être pris en compte lors de la rationalisation du système de stockage.

La meilleure stratégie d'inventaire doit également simplifier le processus. Diffusion des informations, flexibilité de l'approvisionnement, réduction des références et du stockage, et choix du logiciel de gestion. Pour les entreprises souhaitant reformuler leur stratégie de stockage, plusieurs améliorations peuvent être apportées à leur politique de stockage.

2. Equipement de manutention autonomes et sécurité des équipements

Pour parler de matériel de manutention, il faut définir le concept de « manutention ». Parfois, il est envisagé de déplacer le produit d'un point à un autre tout en l'entreposant grâce aux équipements., mais il existe une différence entre la manutention et la manipulation du produit. Utiliser un équipement de manutention pour déplacer les produits automatiquement, mécaniquement ou manuellement sur une courte distance (généralement dans les bâtiments). Il s'agit de "l'action de déplacer les produits automatiquement, mécaniquement ou manuellement dans un poste de travail. Le transport fait référence aux marchandises se déplaçant de l'extérieur vers l'extérieur éloigné. La gestion de stock est l'action de regroupement et d'élimination des biens qui constituent l'inventaire dans des conditions importantes propices à la conservation et à la collecte.

a) Equipment de transport:

▪ **Transpalette :**



Figure 9 : Transpalette

C'est un chariot hydraulique servant au déplacement de palettes de manutention et permettant ainsi à l'opérateur de décoller et de déplacer les palettes sans grands efforts.

▪ **Diable :**



Figure 10: Diable

Ce sont des chariots à deux roues, servant à déplacer des charges lourdes sur de courtes distances

▪ **Chariot de manutention :**



Figure 11 : chariot de manutention

Ce sont des véhicules sur quatre roues et composés d'un plateau sur lequel on pose les marchandises à déplacer.

- **Gerbeur :**



Figure 12 : Gerbeur

Il sert à lever et ranger des colis en hauteur ou simplement à les poser les uns sur les autres

- **Nacelle sur mat :**



Figure 13 : Nacelle sur mat

On l'utilise pour les travaux de maintenance et pour les inventaires d'entrepôts,

- **Convoyeur :**

Convoyeur bande



Figure 14 : convoyeur bande

Convoyeur palette

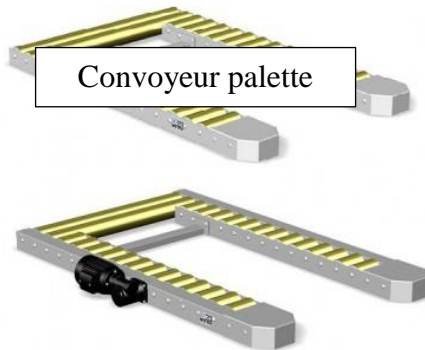


Figure 15 : convoyeur palette

Convoyeur rouleau



Figure 16 : convoyeur rouleau

Ces dispositifs permettent un déplacement automatique des marchandises d'un point à un autre, sans qu'il y ait besoin de mobiliser une personne.

- **chariot élévateur :**



Figure 17 : chariot élévateur

un **chariot élévateur** est un appareil de levage et de manutention destiné au transfert de charges dans les usines ou les entrepôts de stockage.

- **Chariot élévateur à mat rétractable :**



Figure 18 : chariot élévateur

Ils sont le plus utilisés pour les opérations de chargement, déchargement des véhicules ou de rangement, préparation des commandes dans les entrepôts

b) Equipement de formation d'unité de charge :



Palette en plastic



Palette en bois

Figure 20 : palette en plastique

Figure 19 : palette en bois

Palette facilite la manutention et le stockage de vos produits industriels.









c) Equipement de gestion de stock :



Figure 21 : Transstockeur

Le **transstockeur** est un appareil de manutention automatique (utilisation des signaux normale ou des signaux lient à l'IOT), destiné au stockage et au déstockage de charges unitaires, à l'intérieur d'un magasin grande hauteur.

Table 5 : Comparaison entre les équipements de manutention avec et sans IA et IOT

Avant IA et IOT	Avec IA IOT
	
	
	
	
	
	

III. Robotisation contrôle les MUDAS

1. L'entreposage et les mudas

D'après Taïchi Ohno fondateur du système de production Toyota a présenté 3 types de gaspillage :

- Muda
- Muri
- Mura

« Par conséquent, le muda est une activité improductive qui n'ajoute pas de valeur aux clients. Mais tout le monde accepte et pratique cette activité sans se poser de questions. Cependant, certaines tâches sans valeur ajoutée sont obligatoires (archivage, sauvegarde, etc.)

Le fameux Muda, ou gaspillage, est bien connu en production, mais il n'est pas toujours facile de le transférer vers d'autres domaines d'activité ». (GBP-LPM – Première édition, Juin 2012) [8]

a) «Les gaspillages de La Surproduction

- « -Produire des produits qui dépassent les besoins des clients.
- Produire avant de commander.
- Effectuer une tâche qui ne répond pas aux besoins du client.
- Fait ralentir ou même arrêter le débit(flux).

b) Les gaspillages de Sur stockage ou Stocks Inutiles :

- Tout ce qui n'est pas nécessaire pour terminer la tâche au bon moment.
- Causer une surproduction, mais une mauvaise planification.
- Causé par un temps d'attente incontrôlé.
- Capital fixe
- Cachez et empêchez la résolution de problèmes.

c) Les gaspillages de Transports et Déplacements Inutiles :

- Déplacer des matériaux, des pièces, des produits, des documents ou des informations qui n'ajoutent pas de valeur aux clients.
- Consommer les ressources et le temps
- Risque de dégradation

d) Les gaspillages de Traitements Inutiles ou Surprocessing:

- Tâches, les étapes effectuées sont inutiles.
- Le processus est trop compliqué par rapport au prix de vente.
- Trop de qualité, trop de matière, trop d'informations
- Absence d'instructions ou de spécifications claires et standardisées.

e) Les gaspillages de Mouvements Inutiles:

- Le mouvement des personnes physiques n'est pas nécessaire et n'apportera aucune valeur ajoutée aux clients.
- Mauvais stockage, ergonomie, confusion.
- Le matériel ou les informations sont répertoriés de manière incorrecte.

f) Les gaspillages de Temps d'Attente:

- Le produit ou la personne qui doit attendre entre 2 tâches ou phases.
- L'opérateur est dans un état inactif pendant que la machine est en marche ou pendant une interruption.
- La machine ralentit.
- Le temps de changement de série est trop long.
- Mauvaise synchronisation des étapes. » (GBP-LPM – Première édition, Juin 2012) [9]

IV. IA et IOT et l'organisation des entrepôts :

1. Le rôle de l'IOT dans l'organisation des entrepôts :

a. Définition :

L'internet des objets ou IdO (Internet of Things) est l'interconnexion entre l'internet et des objets, des lieux et des environnements physiques. L'appellation désigne des objets connectés à Internet permettant ainsi une communication entre nos biens dits physiques et leurs existences numériques. [13]

D'un point de vue conceptuel, IdO caractérise des objets physiques ayant une identité numérique propre à eux et qui sont capables de communiquer entre le monde physique et le monde virtuel.

Pour ce qui concerne la partie technique, l'IdO consiste en l'identification numérique directe suivant des normes bien déterminés (adresse IP, protocoles, http...) d'un objet physique donné grâce à un système de communication sans fil : **puce RFID**, Bluetooth ou Wi-Fi



Figure 22 : illustration de l'IOT

b. Le rôle de l'IOT dans l'organisation des entrepôts

Les objets connectés produisent une quantité énorme de data ce qu'on appelle les Big Datas. En logistique, cela peut s'agir de capteurs qui servent à la traçabilité des biens afin de gérer les stocks. « Ces appareils peuvent également contrôler température, la luminosité, les compteurs intelligents et systèmes de sécurité connectés. » [15]

c. Industrie 4.0 :

Le concept d'industrie 4.0 ou industrie du futur correspond à une nouvelle façon d'organiser les moyens de production. Elle s'affirme comme la convergence du monde virtuel, de la conception numérique, de la gestion (opérations, finance et marketing) avec des produits et objets du monde réel. Cette 4^{ème} génération d'industrie offre aux consommateurs des produits uniques et personnalisés et promet de maintenir les gains malgré la fabrication avec des volumes faibles.

En effet les consommateurs peuvent même communiquer avec les machines lors de la production : c'est ce qu'on appelle « smart production ». Et cela est mis en œuvre avec des capteurs appelé aussi : Système de contrôle et d'acquisition de données en temps réel (SCADA).

Ces systèmes permettent de transformer les grandeurs physiques (température, pression, position, concentration...) en signaux.

L'industrie 4.0 consiste à rendre l'usine numérique et ceux en impliquant l'IdO et les systèmes cyber-physiques. Ce concept d'usine de demain se caractérise par une communication continue et instantanée entre les différents composants du réseau (capteurs, poste de travail...) qui sont intégrés dans les chaînes de production et d'approvisionnement. Les capteurs jouent un rôle primordial, ils fournissent aux outils de production une capacité d'autodiagnostic et permettent ainsi un suivi global de l'industrie.



Figure 23 : illustration de l'industrie 4.0

2. Le rôle de l'IA dans l'organisation des entrepôts :

La transformation digitale de la chaîne logistique est l'un des piliers de toute activité industrielle. L'IA en devient une brique clé, elle sera intégrée à 25% des solutions de Supply Chain d'ici 2023.

Nous sommes dans une nouvelle ère de transformation digitale de la chaîne logistique (SCM) qui devient un des piliers de toutes activités industrielles. En effet une chaîne logistique performante et agile est un avantage concurrentiel majeur pour les entreprises.

L'AI a sorti des laboratoires de recherches pour devenir une partie prenante dans l'industrie. Pour la SCM, Le Gartner prédit qu'en 2020, 95% des fournisseurs d'outils de planification s'appuieront sur l'apprentissage automatique dans leurs solutions. Le Gartner prévoit également d'ici 2023, que les techniques d'IA seraient intégrées dans 25% de toutes les solutions technologiques de la chaîne d'approvisionnement.

Les entreprises sont en quête continue d'outils leur permettant d'avoir des prévisions précises et d'outils d'aide à la décision de sorte à améliorer l'efficacité opérationnelle.

a. Définition Supply Chain Management (SCM) :

Le Supply Chain Management définit l'ensemble des ressources, moyens, méthodes, outils et techniques destiné à piloter le plus efficacement possible la chaîne globale d'approvisionnement depuis le premier fournisseur jusqu'au client final.



Figure 24 : illustration détaillant le SCM

Les processus SCM gèrent énormément de données ; ceux en relation avec les clients, les ventes, le marché et les concurrents, les fournisseurs, les prix, les promotions, la fidélité des consommateurs, les stocks, l'utilisation des capacités, la planification des processus, les ressources humaines et l'inventaire des compétences, les flux financiers, les calendriers, le nombre de magasins et le mode de distribution...

A cela s'ajoute des données externes telles que la météo, les données de géolocalisation, les mesures issues des objets connectés, les tendances de la mode, ou bien celles obtenues via les points de contact clients, concernant leur niveau d'intérêt pour les campagnes de vente.

Aussi, grâce aux technologies de web scraping et de natural language processing (NLP), même les discussions en temps réel sur les forums et les réseaux sociaux sont analysées pour obtenir des données sur le client.

Ces types de données conduisent à un grand nombre de variables de décision à explorer pour améliorer la précision des prévisions.

b. IA au service de la logistique et de la chaîne d'approvisionnement:

Pour améliorer l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement, il est primordial de pouvoir améliorer la prévision de la demande. Ce qui a un impact sur la production, la planification des stocks, l'équilibrage de la demande et de l'offre, l'optimisation des processus de livraison et la réduction de ses délais, la prédiction des heures de pointe dans les centres logistiques et la planification des ressources humaines.

Les méthodes traditionnelles de prévision, y compris les techniques de séries chronologiques et de régression, ont été largement utilisées dans la prévision de la demande. Naïve, moyenne mobile, tendance, régression linéaire multiple, Holt-Winters, lissage exponentiel...

Les approches basées d'apprentissage automatique telles que la SVM (Support vector machine) ou LSTM (Long Short-Term Memory) et les réseaux de neurones en général, font office de challengers dans le domaine de la prévision de la demande.

Elles ont montré leur supériorité lorsque le nombre de variables prédictives est très grand, et quand les sources de données sont multiples. C'est le cas en environnement très variable, par exemple pour les produits sensibles aux intempéries ou les produits saisonniers, ou lorsque des dizaines de facteurs motivant les comportements d'achat ou de nombreux types de données sont impliqués, rendant la planification de la demande trop complexe pour être effectuée avec succès avec des outils classiques.

Le machine learning, en se basant sur les données historiques, est maintenant utilisé pour déterminer quel sera le meilleur itinéraire d'expédition d'un colis, optimiser la tournée d'un livreur, ou affecter les marchandises à tel ou tel entrepôt intermédiaire dans leurs trajets vers les clients.

Une autre situation où l'IA s'avère utile, est l'Introduction de nouveaux produits. Dans ce cas n'avons aucun historique de vente. Or Les prévisions traditionnelles nécessitent plusieurs années de données de vente pour garantir un niveau de précision acceptable. Nous pouvons alors utiliser l'IA pour identifier des clusters de prédécesseurs ayant des propriétés et des courbes de cycle de vie de produit similaires.

Les algorithmes de clustering automatiques peuvent extraire des modèles spécifiques d'énormes volumes de données non structurées, trouver des similitudes et développer des prédictions, en tenant compte d'autres sources d'informations pertinentes telles que l'analyse Web et les médias sociaux. Cela offre un degré de précision plus élevé et réduit le temps nécessaire pour créer des prévisions de plusieurs jours à plusieurs heures.

V. Conclusion

Les grandes industries sont dans une course sans fin pour procurer ces nouvelles technologies. Ainsi, les budgets des recherches et développement sont de plus en plus importantes au sein des grandes firmes. La numérisation a permis d'améliorer l'efficacité de la planification logistique ainsi que la planification des marchandises au sein de la chaîne d'approvisionnement, des changements majeurs vont avoir lieu dans les années à venir grâce à l'AI. A travers ce chapitre, nous avons mené une synthèse sur l'équipement de manutention autonomes dans le domaine logistique ainsi que la robotisation aux services des mudas en particulier les fameux 7 mudas aussi la définition de l'IOT et son rôle dans l'organisation des entrepôts.

Chapitre III:
L'utilisation de l'IA dans l'entreprise
AMAZON

I. Introduction

Amazon est une entreprise de commerce en ligne américaine basée à Seattle. C'est l'une des géants du Web et fait partie des GAFAM (Google Facebook, Apple, Amazon et Microsoft)

Initialement Amazon vendait des livres à distance, avant d'être aussi diversifiée en matière de produits à vendre (certains produits alimentaires peuvent être également commandés via Amazon).

« L'entreprise a été créée par Jeff Bezos en 1994 et a été introduite en bourse en 1997. La filiale française ouvre en 2000 et en 2016 elle devient le 1er distributeur non alimentaire en matière de chiffre d'affaires en France. »[12]

II. Amazon et entreposage:

Au milieu des années 90, les entrepôts et les bureaux d'Amazon ne faisaient qu'un. Avec le temps, cet unique entrepôt s'est multiplié en des centaines, appelés aujourd'hui des centres de distribution Amazon. Bien qu'ils contiennent des centaines de milliers d'employés et stockent des millions d'articles, ces centres sont uniques dans leur genre.



Figure 25 : un entrepôt d'Amazon

Amazon continue à investir afin d'avoir un réseau logistique toujours plus rapide, efficace et proche du client. Mais Amazon reste plus orientée vers l'Amérique du nord (les Etats-Unis et le Canada).

III. Centres de distribution Amazon:

Ces centres sont chargés de traiter les commandes des clients: En effet ces lieux ne sont pas uniquement des lieux de stockage des produits mais ce sont des lieux où les commandes sont

collectées, emballées et expédiées RAPIDEMENT et EFFICACEMENT. Ces centres comportent également des

Amazon compte aujourd'hui plus que 175 centres de distribution dans le monde, ce qui représente une superficie totale de plus que 14 millions de mètres carrés. La plupart de ces sites sont situés en Amérique du Nord et en Europe.



Figure 26 nombre de sites logistiques actuellement exploitées par Amazon (octobre 2019)

1. À l'intérieur des entrepôts Amazon :

Indépendamment de la période de l'année les centres de distribution d'Amazon sont climatisés ou chauffés pour que la température ambiante soit la même que chez vous. Aussi, des puits de lumière naturelle se combinent afin d'assurer un éclairage électrique, pour assurer un environnement lumineux, tandis que des systèmes de convoyeurs acheminent les articles d'un bout à l'autre des sites et les colis des postes d'emballage aux camions en attente.

À l'intérieur des entrepôts, Amazon a une organisation assez classique, très mécanisée dans les flux amont et aval mais toujours très manuelle dans le picking et la préparation des commandes.

Parmi les grandes forces d'Amazon c'est que cet empire logistique utilise les informations en temps réel pour optimiser son stockage. Des algorithmes permettent d'optimiser : le picking, l'espace utilisé par les produits et la fréquence du picking afin d'améliorer le travail des employés dans les entrepôts.

2. Amazon FBA (Fulfilled by Amazon) :

C'est l'une des armes d'Amazon ayant un fonctionnement très simple : vous envoyez vos produits à Amazon qui vont être stockés jusqu'à être vendus sur la plateforme, puis Amazon prend en charge l'expédition et la livraison de vos produits finals.

Cette technique permet cet empire logistique de:

- ✓ Augmenter son offre en matière de produits tout en éternisant les coûts de stocks.
- ✓ Optimiser ses ratios financiers dans le but d'investir davantage dans la technologie et les services.

Amazon FBA représente près de 53% des ventes, ainsi l'entreprise a pu augmenter sa taille grâce aux produits entrants et sa rentabilité grâce à l'externalisation des coûts de stocks.



Figure 27 : Explication du processus d'Amazon FBA

3. Mécanisme des entrepôts Amazon :

Dans le but d'améliorer ses performances et ses coûts, Amazon fait sans cesse des investissements dans la mécanisation de ses entrepôts, « avec des convoyeurs ou des plateformes de tri ou par l'achat d'entreprises tels que KIVA SYSTEMS. En 2017, Amazon possédait 47 000 rebots contre 15 000 en 2015. » [13]

Nombre de Robots Amazon

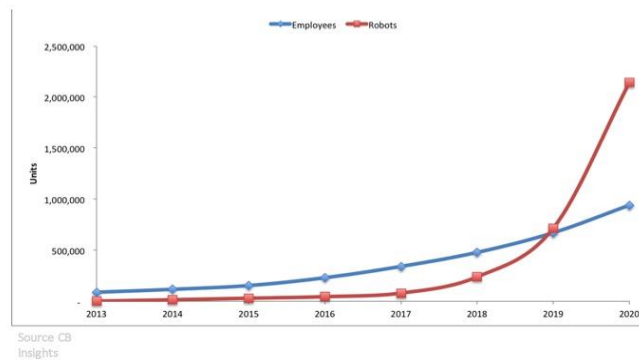


Figure 28 : évolution des nombres de robots Amazon

Le graphe présenté par la figure ci-dessus témoigne des préférences d'Amazon qui sont tournées vers les robots avec un objectif de 2 millions de robots en 2020.

Pour l'instant ces robots ne servent qu'à amener les objets à la personne qui est en charge du picking. Mais la vision d'Amazon consiste à rendre tout le processus automatisé pour limiter le nombre d'employés.

Robot KIVA SYSTEMS (Amazon Robots)



Figure 29 : Robot KIVA SYSTEMS (Amazon Robots)

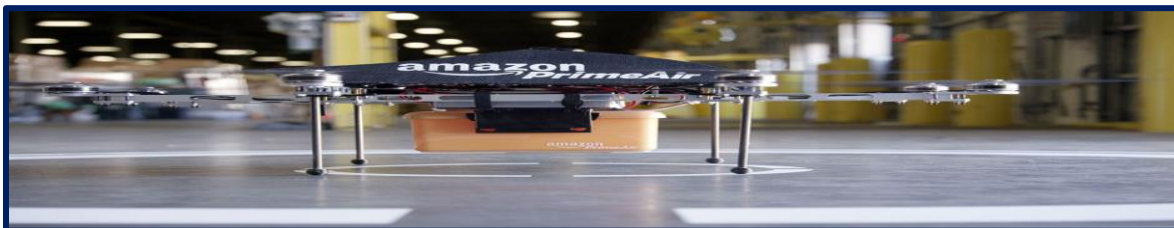


Figure 30 : Amazone Drone

IV. Les technologies Amazon (Amazon Web services):

1. Amazon Web services

L'un des grands piliers de la stratégie Amazon : la direction d'Amazon a vite compris que les données, la fameuse Data, vont être primordiales pour le développement d'Amazon dans le siècle à venir.

« En effet, Amazon a développé des solutions techniques internes, qui ont été par la suite proposées au public à des prix imbattables ; Bien évidemment les recettes tirées ont été investies pour réduire davantage les coûts et développer de nouvelles technologies plus performantes. »[13]

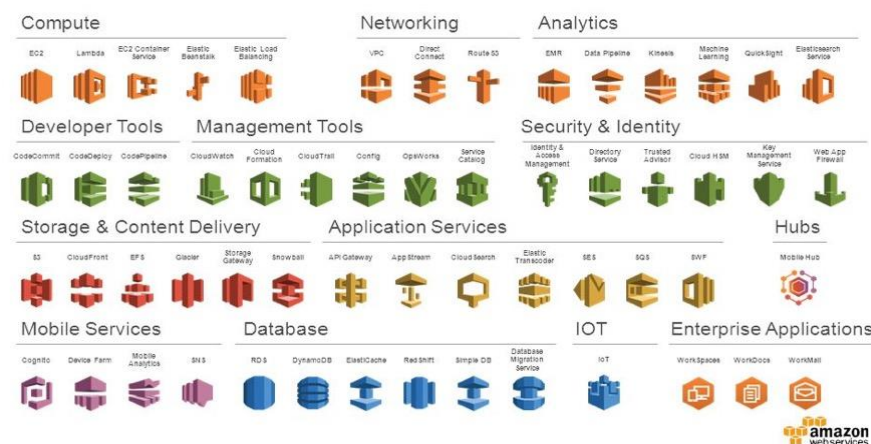


Figure 31 : les service d'Amazon dans la technologie

2. La supply Chain Amazon:

a. Les forces :

- ✓ Vision Long terme & « No limit » dans le sens où rien ne semble impossible
- ✓ Son réseau logistique puissant et indépendant
- ✓ Ses Datas & Technologies : rivalise avec Google
- ✓ Ses volumes pour baisser les prix
- ✓ Son monopole
- ✓ Prise de risque en terme d'innovation

b. Les enjeux :

- ✓ Son monopole peut représenter un danger pour le régulateur
- ✓ Son implantation en Chine à cause de la concurrence avec Alibaba
- ✓ Le coût de transport du dernier kilomètre pour rendre accessible la livraison à tous
- ✓ Son nombre d'employés par rapport à son nombre de robots
- ✓ Trop de choix tue le choix
- ✓ Dépendance par rapport à Jeff Bezos : comment Amazon survivrait-elle sans Jeff Bezos ?

c. Les Technologies d'Amazon et la supply chain :

En termes de supply chain, toutes les informations récoltées par Amazon sont collectées et consolidées dans une énorme base de données afin d'optimiser la logistique, la supply chain ainsi que le transport de cet empire.

Amazon possède aujourd'hui un nombre de service considérable, dans le calcul, Machine Learning, IOT.

En Machine Learning Amazon est devenu une référence et grâce à ces algorithmes et ces datas il est désormais possible de créer un bon nombre d'applications très divers.

« En Supply Chain, le Machine Learning permet de mieux organiser les prévisions, les calculs, les coûts ou encore les flux. La seule condition d'accéder ce service est d'avoir ses données propres ; ces données doivent être bien structurées, enregistrées dans le service d'Amazon. »[13]

En effet le but d'Amazon est de rapatrier le maximum d'entreprises et leurs données pour proposer plus de services.

V. Conclusion :

La vision d'Amazon est assez simple, plus de produits, plus de services implémentés dans plus de pays. Pour cela ce géant de la logistique, est toujours dans une quête sans fin pour optimiser ses coûts de stockage, transport et, assurer une meilleure expérience à sa clientèle et à ses fournisseurs. Ce dernier a été le pionnier à avoir implémenter l'Intelligence Artificielle, le Machine Learning et l'Internet des Objets dans ses entrepôts. Cela témoigne d'une grande volonté à innover et à être sur la pointe de la technologie.

Conclusion générale

Le projet s'est révélé très enrichissant dans la mesure où il a consisté en une approche concrète du métier d'ingénieur de point de vue recherche et développement des idées, ainsi que, la prise d'initiative, le respect des délais et le travail en équipe qui seront des aspects indispensables pour notre vie professionnelle.

De plus, les recherches effectuées lors de l'élaboration de ce projet nous ont permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine de l'Intelligence Artificielle et l'entrepôt et d'en faire le lien.

Ce projet nous a également permis de développer une vision globale sur les technologies de pointe utilisées par les géants de l'entrepôt tel que Amazon et Alibaba. C'était une réelle opportunité pour approfondir nos connaissances en terme de logistique et d'en faire le lien avec l'IA, un lien qu'on a élaboré au fur et à mesure de notre rapport.

Essentiellement les principaux problèmes, que nous avons rencontrés, concernaient la collecte de données, souvent indisponibles. Ainsi, nous avons touché du doigt la difficulté d'extrapoler le jeu de données disponibles pour obtenir des valeurs cohérentes sur l'ensemble du domaine étudié. En effet, nous avons appris à faire une recherche stratégique, analyser les données et en garder que les plus pertinentes.

Toutefois, si une telle étude devait être complétée, à plus ou moins longue échéance, par les entreprises, il serait nécessaire de réaliser plus de recherches sur le domaine IA et IdO pour tester la validité des résultats qu'on a pu obtenir.

BIBLIOGRAPHIE

- Gestion de la production : François blondel ; comprendre les logistiques de gestion industrielle pour agir [1]
- : dictionnaire de l'économie ; sous la direction de Pierre Bezbnk et Sophie chersrdi des Rousses, Le monde [2]
- Microéconomie, adaptation français : Bernier heni louis vidée [3]
- Gestion des entrepôts et plateformes ; Fabrice MOCELLIN [4]
- Logistique interne entreposage et manutention ; Lionel Amadeo, Farouk Yaloui [5]
- Organisation et génie de production [6]
- Revue d'intelligence artificielle RSTI série RIA volume 23n°1/2009 [7]

WEBOGRAPHIE

- Bédry, P. (2012).
Les basiques du Lean Manufacturing (éd. 2è). Eyrolles. Disponible, en Ligne, à l'adresse suivante:http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUE_MING_2014_HUIN_AUDE_BECK_JEAN_GILLES.pdf [8]
- GBP-LPM – Première édition, Juin 2012
Disponible, en Ligne, à l'adresse suivante :
<https://fr.slideshare.net/ouffa/lean-project-management-34457187> [9]
- L'intelligence artificielle dans l'industrie 4.0 en Ligne, à l'adresse suivante :
<https://neovision.fr/intelligence-artificielle-industrie/> [10]
- Marie-Pierre FLAMENT L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DE LA RECHERCHE CLINIQUE Disponible en Ligne, à l'adresse suivante:
<https://pepite-depot.univ-lille2.fr/nuxeo/site/esupversions/ce307436-4a65-4a5e-bd6f-7fd5d54febcbf> [11]
- Amazon Disponible en Ligne, à l'adresse suivante:
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Amazon?fbclid=IwAR2Y2Jn9KAqfThagtGqjwN6PLdiw1POCbewa6gX6QQgU4As-jS8JVOc2WTQ> [12]
- Les secrets de la Supply Chain & Logistique Amazon en Ligne, à l'adresse suivante:
https://abcsupplychain.com/amazon-supply-chain-logistique-transport/?fbclid=IwAR3GAdnfJ8SPJOB0Mjsctw_ZgLn2aCrBRHYZqivuiW4vrxmOsgDCVkwk4Wc [13].
- L'Internet des objets en Ligne, à l'adresse suivante:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Internet_des_objets [14].
- internet des objets en Ligne, à l'adresse suivante:
<https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-internet-objets-15158/> [15]