

Automatisation de l'entrepôt

La chaîne logistique du froid

Jeudi 15 Juin 2023

Written by



Lionel DELAY

Directeur / Opérations EY adameo

The EY logo, consisting of the letters 'EY' in a bold, white, sans-serif font, with a yellow diagonal line element to the right.

Building a better
working world

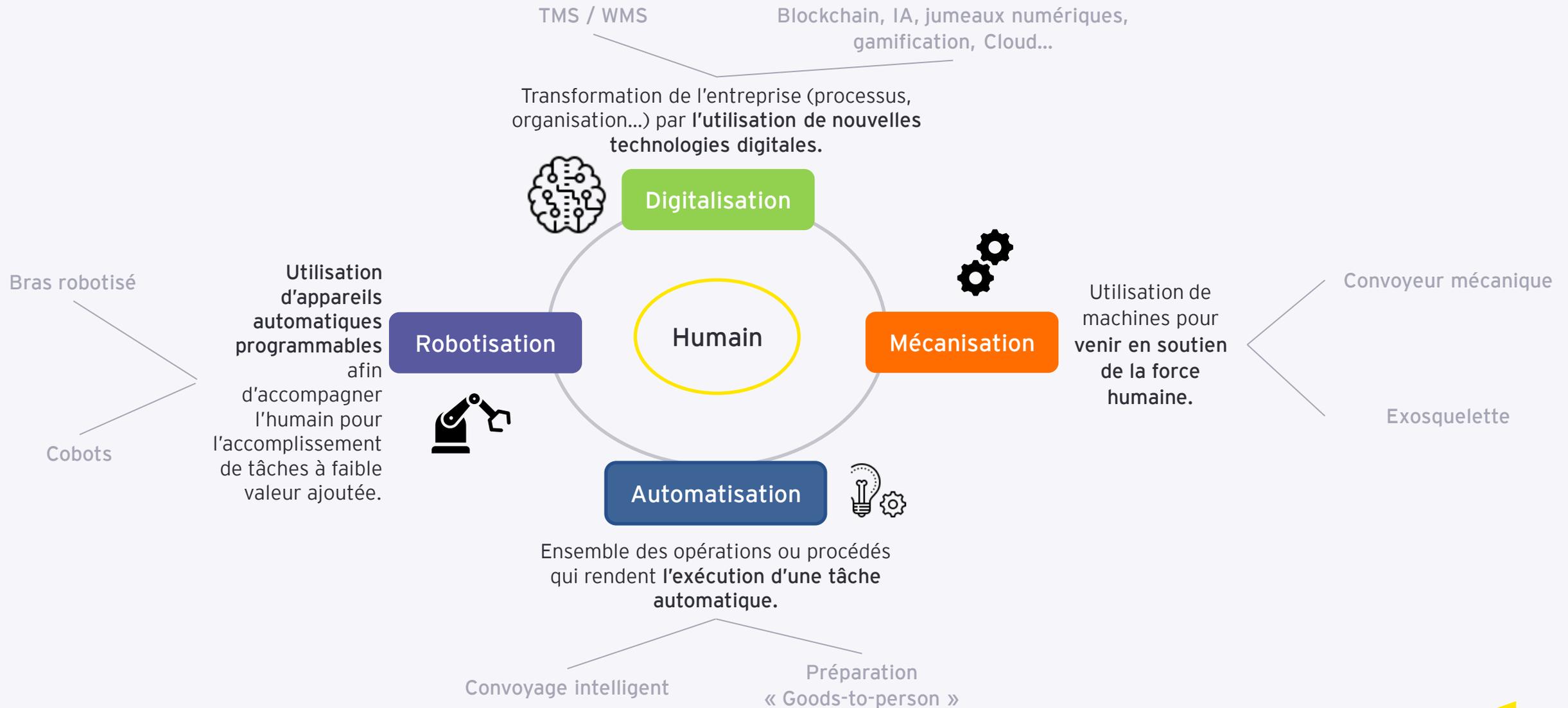
Agenda

 1	Situation et perspectives.....	p.3
2	Processus concernés et panorama des solutions du marché.....	p.13
3	Les grands acteurs des équipements mécanisés et automatisés.....	p.39
4	Méthodologie d'un projet d'automatisation	p.44
5	Synthèse	p.52

A photograph of a modern automated warehouse. The image shows high-density shelving units filled with grey storage bins, arranged in long aisles. In the foreground, there is a yellow safety railing and a conveyor system with rollers. The lighting is bright, and the overall scene is clean and organized. A semi-transparent white box is overlaid on the left side of the image, containing the text "Situation et perspectives".

Situation et perspectives

Axes de progrès de l'intralogistique - L'entrepôt 4.0



Les évolutions du marché augmentent la pression sur les opérations intralogistiques : l'automatisation permet une réponse à ces contraintes

Les défis rencontrés par les acteurs de la logistique :

DÉFIS ÉCONOMIQUES

- ▶ Réduire les coûts de stockage et de production
- ▶ Améliorer la productivité
- ▶ Absorber la croissance en limitant les embauches
- ▶ Rationaliser par une approche sur la VA (Lean)

DÉFIS TECHNIQUES

- ▶ Absorber l'augmentation des références
- ▶ Passer les volumétries (par ex ecom pure players)
- ▶ Gérer la fluctuation de la demande et les saisonnalités
- ▶ Réduire les surfaces de stockage
- ▶ Avoir une traçabilité totale et en temps réel
- ▶ Fiabiliser le suivi du stock et faciliter l'inventaire

DÉFIS SOCIAUX

- ▶ Faciliter le recrutement
- ▶ Faciliter la formation et la montée en compétences
- ▶ Réduire la pénibilité du travail
- ▶ Gérer l'absentéisme

Les réponses apportées par l'automatisation :

GAINS SUR LES POSTES FIXES ET VARIABLES

- ▶ Densification du stockage
- ▶ Optimisation de la hauteur et de l'emprise au sol
- ▶ Amélioration des cadences par la suppression des déplacements
- ▶ Suppression des temps morts et des tâches sans VA

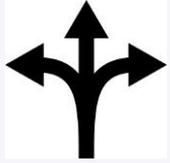
UNE PLUS GRANDE TRAÇABILITÉ ET FIABILITÉ

- ▶ Gestion intelligente des rotations via IA
- ▶ Fiabilité
- ▶ Produits en stock protégés car inatteignables manuellement

DES POSTES PLUS ATTRACTIFS ET DES OPÉRATEURS MEUX ACCOMPAGNÉS

- ▶ Amélioration des conditions de travail grâce à des postes sur mesure, plus ergonomiques, protégés et réglables
- ▶ Valorisation des tâches et polyvalence
- ▶ Réduction des temps de formation avec une utilisation intuitive des postes de travail et un minimum d'interactions

Les solutions d'automatisation ont évolué et des contraintes sont levées



Des solutions flexibles

- ▶ Des éléments standards interchangeables pour modifier ou agrandir une installation
- ▶ Une intelligence intégrée au matériel qui permet un démontage/remontage rapide pour s'adapter à l'évolution de l'activité
- ▶ Des installations en plusieurs phases pour être au plus près de la réalité de l'activité et s'agrandir en même temps que la croissance



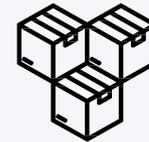
Des solutions rapides à déployer

- ▶ Des délais de fabrication raccourcis chez les fournisseurs qui réduisent le time to market
- ▶ La durée des phases de montage et d'installation de ces équipements est réduite car mieux prise en compte par les fabricants dans le design de leurs solutions



Des solutions compétitives

- ▶ Les solutions mécanisées sont de plus en plus abordables ce qui rend ces technologies plus accessibles
- ▶ Des équipements modulaires et standardisés pour une fabrication plus rapide
- ▶ Des déploiements plus rapides et donc moins coûteux
- ▶ Des coûts de maintenance qui se réduisent par la simplification des systèmes
- ▶ L'apparition de solutions en location (As A Service)



Des solutions adaptées

- ▶ Des unités de manutention standardisées pour la manipulation des produits (plateaux, bacs, palettes, ...)
- ▶ Des solutions de préhension polyvalentes et interchangeables (ventouses, pinces, ...)
- ▶ Des solutions robustes et stables capables de gérer du lourd et du fragile, de la température dirigée
- ▶ Certains produits peuvent bénéficier d'un traitement intégralement mécanisé depuis la réception jusqu'à l'expédition

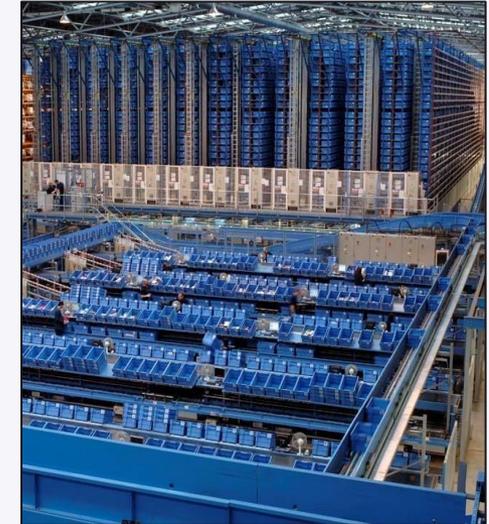
En France, l'automatisation des entrepôts n'est historiquement pas élevée, mais de plus en plus de projets sont à l'étude et les déploiements s'accélèrent.

- ▶ Cette situation est liée à plusieurs facteurs:
 - ▶ La durée des contrats conclus avec les prestataires logistiques généralement courte, qui ne permet pas toujours de dégager un retour sur investissement correct eu égard aux investissements nécessaires
 - ▶ La peur des implications sociales de la mécanisation par les collectivités
 - ▶ La crainte de figer un processus dans une conjoncture incertaine avec de la volatilité dans la demande
 - ▶ Le Capex
- ▶ Mais une nouvelle donne se profile:
 - ▶ La simplification relative des systèmes automatisés, qui deviennent par ailleurs de plus en plus évolutifs ;
 - ▶ La baisse des prix (à relativiser avec la conjoncture qui impacte la tendance) ;
 - ▶ La réduction de la pénibilité
 - ▶ La pénurie de personnel et la nouvelle relation au travail

« 50 à 60% de ce qui s'est fait en Europe en matière d'automatisation du stockage s'est fait en Allemagne » Jean-David Attal, directeur général de l'ingénierie et du développement de Savoye

Automatisé

- Besoin de capital
- Processus stables
- Investissement long terme
- Intégration avec le SI



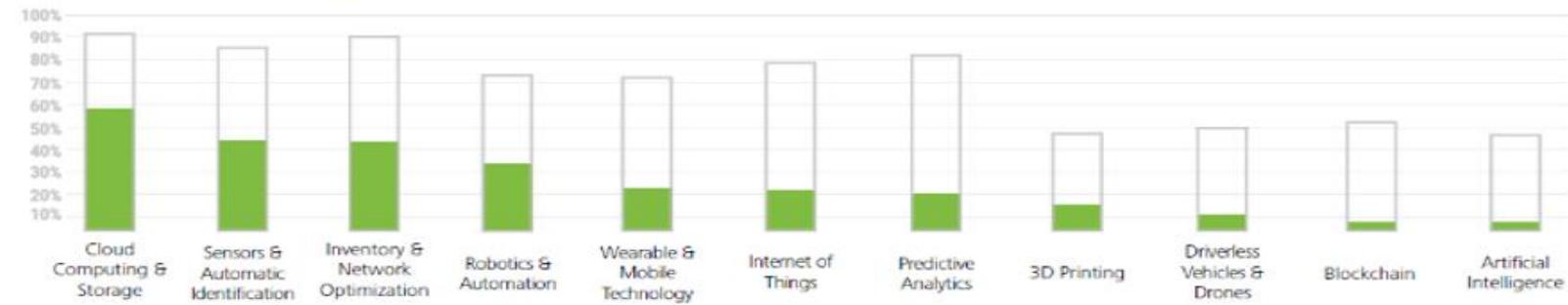
Manuel

- Fort besoin de main d'œuvre formée
- Processus et volumes flexibles



La robotisation et l'automatisation en bonne place dans les innovations SC

ADOPTION RATE

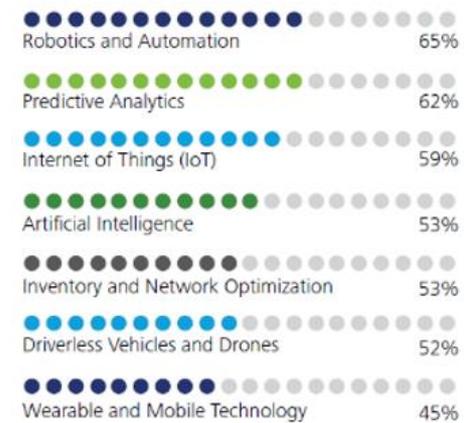


Robotics and Automation, Most Common Uses

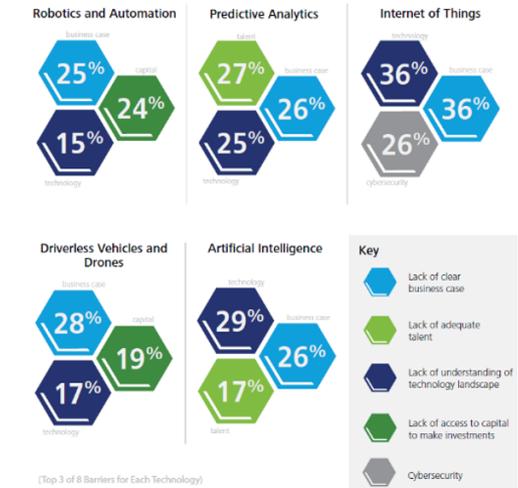


TOP SUPPLY CHAIN INNOVATIONS

Potential to disrupt or create competitive advantage



BARRIERS TO ADOPTION



Structure de coûts d'un entrepôt

- ▶ Les budgets « main d'œuvre » et « surfaces » sont les deux principaux postes de coût d'un entrepôt manuel et constituent dans l'ordre les deux principales pistes de gains de productivité en lien avec l'automatisation.

Modélisation du compte d'exploitation

1. CHARGES VARIABLES		Mds. heures	
1.1. Main d'Œuvre de Production			
Décharge. Flux tendus			792
Déchargement palettes	Contrôle quantitatif pièces Cat. 1	Contrôle quantitatif pièces Cat. 3	
Déchargement roll container	Contrôle quantitatif pièces Cat. 2	Contrôle quantitatif pièces Cat. 4	
Déchargement 1/2 roll container			4 431
Décharge. Flux stockés			
Déchargement palettes	Eclatement contenants hétérog. Cat. 1	Eclatement contenants hétérog. Cat. 4	
Déchargement roll container	Eclatement contenants hétérog. Cat. 2	Eclatement contenants hétérog. Cat. 3	
Déchargement 1/2 roll container	Eclatement contenants hétérog. Cat. 3		2 223
Décharge. Flux stockés			
Ventilation Pièces Cat. 1	Ventilation Pièces Cat. 3		
Ventilation Pièces Cat. 2	Ventilation Pièces Cat. 4		
Mise en stock Flux stockés	Mise en stock Pièces Cat. 3		3 644
Mise en stock Pièces Cat. 2	Mise en stock Pièces Cat. 4		4 340
Prélev. sur stock pièces Cat. 1	Prélev. sur stock pièces Cat. 3		4 340
Prélev. sur stock pièces Cat. 2	Prélev. sur stock pièces Cat. 4		5 668
Regroupement et mise en expédition			
Contr. regroup.et plac.exp. pièces Cat. 1	Contr. regroup.et plac.exp. pièces Cat. 3		
Contr. regroup.et plac.exp. pièces Cat. 2	Contr. regroup.et plac.exp. pièces Cat. 4		5 669
Expédition			
Contrôle et chgt. bac expédition	Contrôle et chgt. vrac grosses pièces		
Retours			
Retours pièces Cat. 1	Retours pièces Cat. 3		649
Retours pièces Cat. 2	Retours pièces Cat. 4		1 638
Inventaire			
Inventaire Empl. Type 1	Inventaire Empl. Type 3		
Inventaire Empl. Type 2	Inventaire Empl. Type 4		
Total MO Production			
			3 221 981 F
1.2. Main d'Œuvre Administr. exploitation			
Traitement des approvs. Traitement des événements			
Traitement des commandes. Traitement des retours			
Total MO Administratif Exploitation			
			711 744 F
1.3. Main d'Œuvre Services Généraux			
Nettoyage. Lavage locaux			
Gestion des contenants. Manipulation des contenants			
Total MO Services Généraux			
			44 033 F
1.4. Contenants & Fongibles			
			129 842 F
TOTAL CHARGES VARIABLES			
			3 996 599 F
2. CHARGES FIXES ET INDIRECTES			
2.1. Surfaces			
Surfaces Réception			
Surfaces Eclatement Réception Flux stockés			
Surfaces Expédition			
Surfaces Stockage-Picking			
Emplacement Type 1			
Emplacement Type 2			
Emplacement Type 3			
Emplacement Type 4			
Total			
Surfaces Complémentaires			
Total surfaces utiles			
2.2. Matériel de stockage			
2.3. Matériel de manutention			
2.4. Matériel informatique d'exploitation			
2.5. Management des opérations			
2.6. Impôts et Taxes			
2.7. Frais indirects			
2.8. Système d'information			
TOTAL CHARGES FIXES ET INDIRECTES			
			1 029 450 F
TOTAL AUTRES POSTES			
			630 631 F
TOTAL CHARGES			
			5 656 680 F

Coûts variables

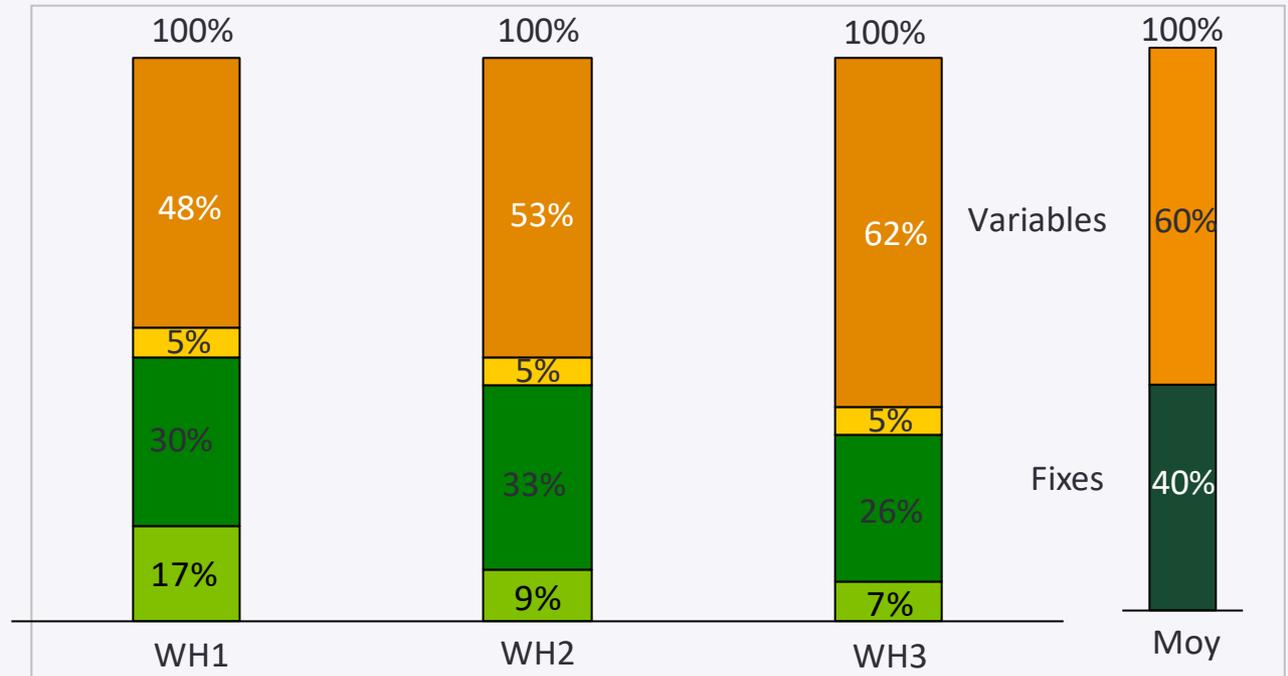
- MO prod
- MO adm
- MO serv genrx
- Contenants

Coût fixes:

- Surfaces
- Frais de bat.
- Mat de stock
- Mat de manut
- SI
- Management
- Taxes

Coûts indirects:

- F généraux



- ▶ PGC
- ▶ 60 000 articles
- ▶ 60% Palettes complètes
- ▶ Sous-traitance
- ▶ Process manuel

- ▶ Industrie automobile
- ▶ 4 000 références
- ▶ Stockage mixte palette & casier
- ▶ 80 % de sorties au colis

- ▶ Activité de pièces de maintenance
- ▶ 600 000 articles, [25% Etagères, 70% Rack, 5% vrac]
- ▶ Process manuel



La mécanisation / automatisation permet de répondre aux trois grandes problématiques opérationnelles: qualité / coût / délai, ainsi que d'optimiser l'utilisation du foncier

Enjeux opérationnels

La productivité

- ▶ Un des leviers qui permet d'optimiser le prix de revient d'un article est de diminuer le coût de la logistique. Pour diminuer le coût de la logistique, il faut améliorer la productivité. La mécanisation peut apporter de 15 à 50% de gain de productivité sur des activités de type préparation de commandes de détail. Possibilité de fonctionner en 3*8

L'amélioration du taux de service, la réactivité

- ▶ L'augmentation des fréquences de livraison est un paramètre qui augmente le nombre de lignes de commandes par article, avec comme effet inverse de diminuer les quantités par ligne de préparation. Ce phénomène est souvent lié à l'incapacité ou au refus du « client » de stocker chez lui. Dans la plupart des cas, la mécanisation apporte un meilleur taux de service en termes de qualité et de réactivité.

Amélioration de la qualité de préparation

- ▶ Amélioration du niveau de qualité (réduction du taux d'erreur en préparation de commandes, amélioration de la gestion de stocks...)

Réduction de la pénibilité du travail

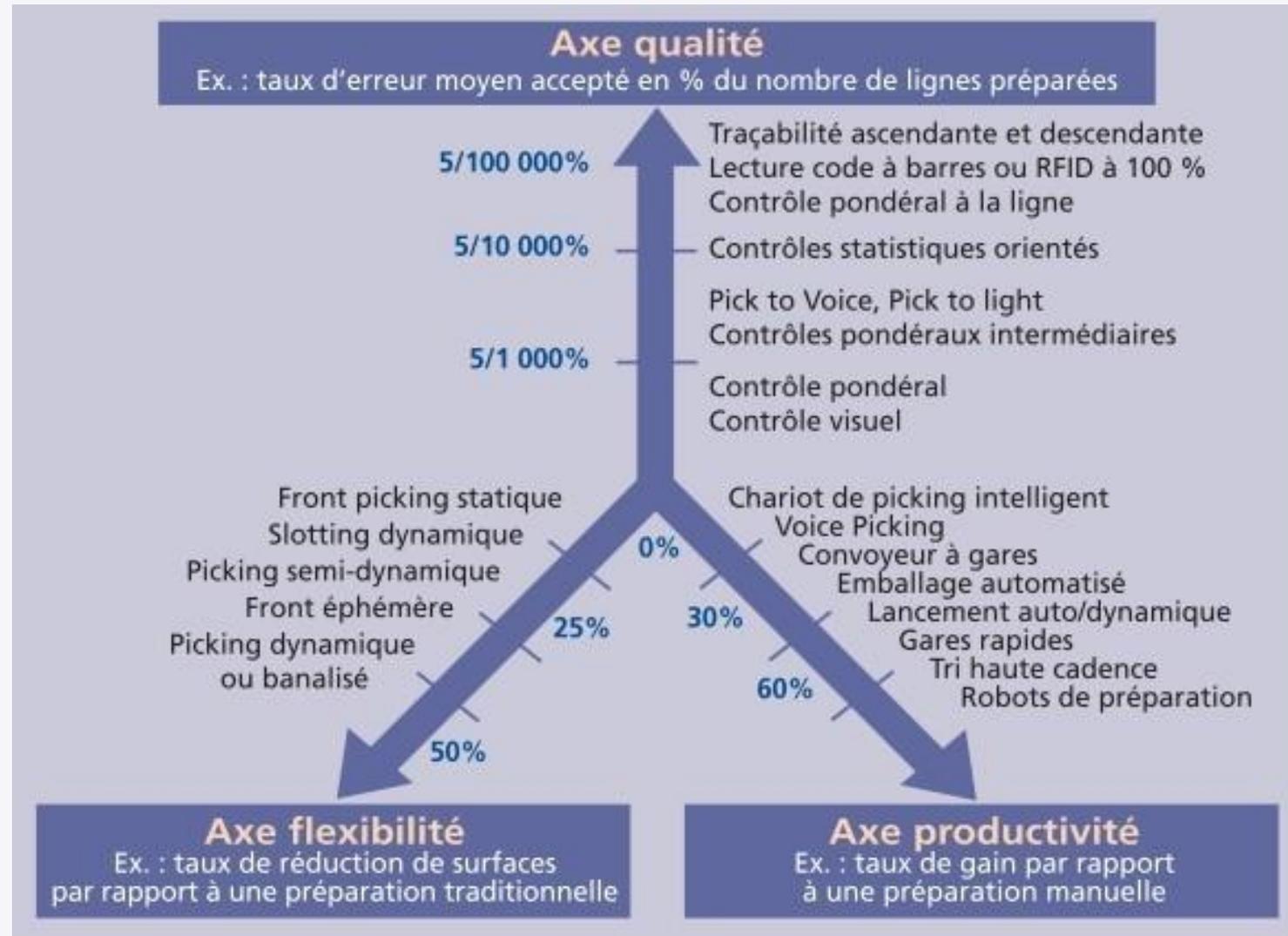
- ▶ Réduction de la pénibilité de certaines tâches et donc des Troubles Musculo-Squelettiques (TMS), amélioration des conditions de travail, fidélisation des salariés et baisse du recours à l'intérim...)

Enjeux Immobilier

L'optimisation du foncier

- ▶ Contrairement aux idées reçues, l'installation de transtockeurs ne se justifie pas par les gains de productivité qu'elle apporte. Une machine remplace au mieux 1 à 3 ETP, ce qui conduit à des retours sur investissement très longs. En revanche, elle permet de réduire l'emprise au sol et d'accroître la densité de stockage, ce qui favorise une meilleure utilisation du foncier et/ou une réduction des coûts d'exploitation.

A titre d'exemple, quelques enjeux opérationnels :

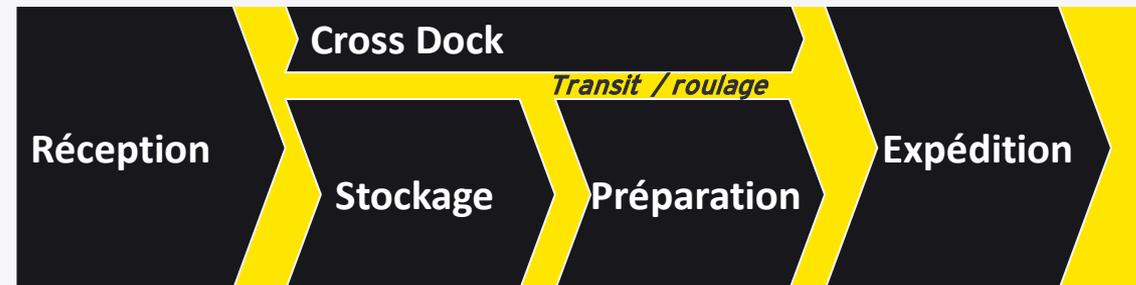
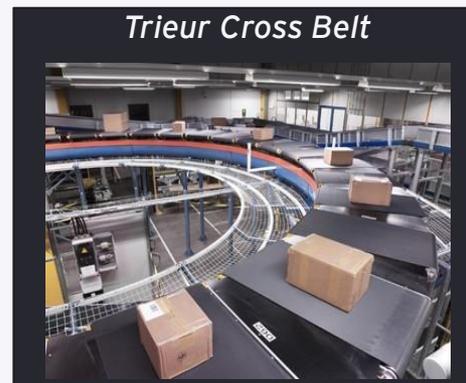


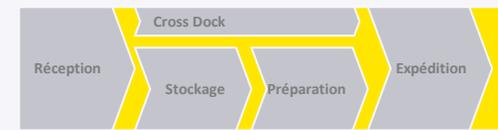
Source: Savoye



Processus concernés et
principales solutions du
marché

Il existe des solutions couvrant l'ensemble des processus de la chaîne logistique. En voici quelques exemples :





Pour le transport de colis ou de palettes...

- ▶ Les convoyeurs sont très répandus dans les mécanisations de processus. Ils permettent de transporter en flux continu les charges dans le dépôt.
- ▶ 3 technologies sont principalement utilisées

Convoyeur à bandes

- ✓ Utilisé pour manutentionner des colis
- ✓ Flux en continu



Convoyeur à rouleaux

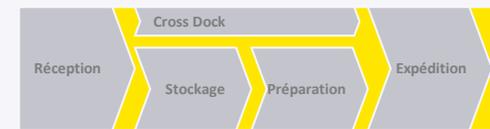
- ✓ Utilisé pour manutentionner des colis ou palettes
- ✓ Possibilité de stopper le convoyage à un endroit seulement. Permet les courbes



Convoyeur à chaînes

- ✓ Utilisé pour manutentionner des palettes





Pour le transport de colis ou de palettes

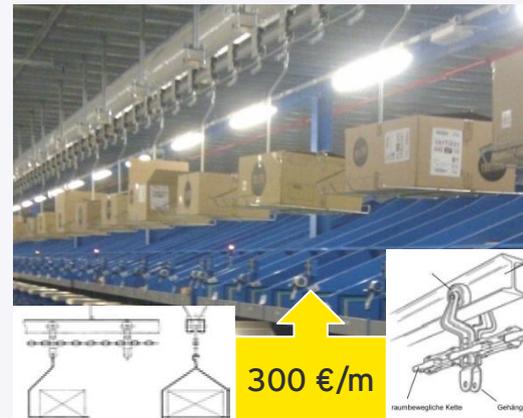
AGV / AMR

- ✓ Deux grands types d'AGV: à fourche et à « plateforme » (l'AGV porte la charge)
- ✓ Déplacement plus lent qu'avec un chariot manuel mais gains permanents
- ✓ Peut évoluer dans un environnement avec des opérateurs si équipé de capteurs de sécurité
- ✓ Guidage : laser (avec réflecteurs sur les murs) ou filoguidés ou lidars



Monorail aérien

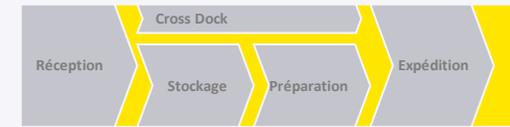
- ✓ Transport de palettes ou colis
- ✓ Économique sur des longues distances



Navettes

- ✓ Rapide sur de longues distance
- ✓ Robustesse en cas de panne

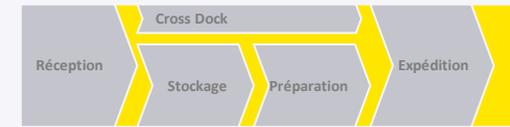




Pour le chargement / déchargement des camions, des conteneurs...

- ▶ Majoritairement, les containers contiennent de la marchandise en vrac
- ▶ Le convoyeur télescopique est un équipement très répandu pour charger / décharger du vrac
 - ▶ On apporte/enlève la marchandise au plus proche pour minimiser les opérations manuelles
 - ▶ Les modèles les plus évolués sont orientables dans les 4 directions
 - ▶ Il peut être équipé en plus d'un bras de levage pour éviter à l'opérateur de porter le colis, ou d'un portique de pesage / lecture des colis
- ▶ Cet équipement est parfois appelé « girafe » ou « Caljan » (nom de la marque la plus répandue)
- ▶ Des solutions arrivent pour décharger les containers de manière totalement automatisée





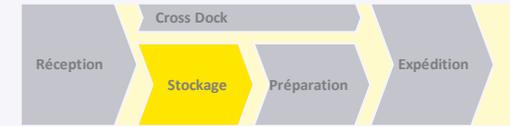
Pour le chargement / déchargement des camions

- ▶ Un tel système permet de charger / décharger un camion complet (33 pal) en 3 minutes environ et permet donc des gains de main d'œuvre (opérateurs entrepôt + chauffeurs)
- ▶ Cependant, le plancher des camions doit être équipé d'un équipement spécial pour aider au transit des palettes
 - ▶ Possible uniquement dans le cas de flotte interne ou fixe
- ▶ Ce genre d'applications est utilisé fréquemment dans le cadre de navettes fréquentes entre un site de production et un site d'entreposage
 - ▶ Exemple: P&G à Amiens

Chargement / déchargement automatisé

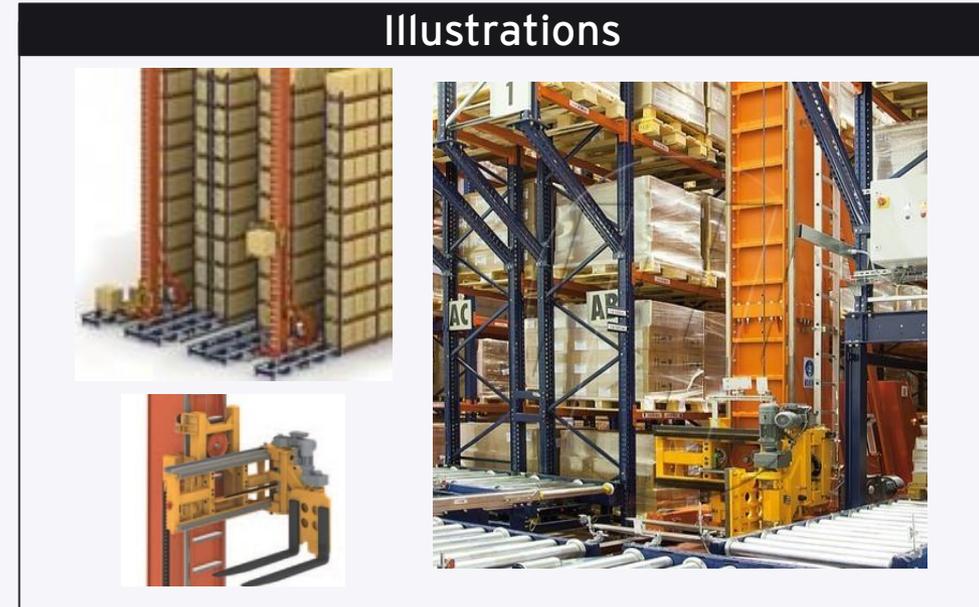


Un transstockeur est un magasin de palettes permettant de les stocker de manière dense et automatisée sur une grande hauteur



- ▶ Le transstockeur est constitué d'un mât qui se déplace sur un rail le long d'un rayonnage, d'une nacelle qui monte et descend le long du mât et d'un système de préhension qui peut varier selon les modèles (fourche télescopique, pince ou navette)
- ▶ La hauteur de stockage peut dépasser les 30 mètres
 - ▶ Densification du stockage 6 à 8 fois supérieure au rack standard
- ▶ La cadence est de l'ordre de 25 pal/h en entrée / sortie sur une installation de taille « standard » (~20 m de haut et ~100 m de long)

Points forts	Points faibles
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Très bonne densité de stockage et adapté à la grande hauteur ✓ Taux d'erreur de stock réduit 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investissement élevé ✓ Faible flexibilité sur l'évolution des surfaces ✓ Pas d'intégration de picking ✓ Blocage complet d'une allée en cas de panne



Éléments d'investissement et drivers de coûts

La mise en place d'un transstockeur comporte une partie fixe (étude, achat WCS, mise en place). Les deux drivers de coûts sont ensuite l'allée (achat du mât) et l'emplacement (structure du rack)

Attention, il est parfois demandé par le constructeur d'investir dans un parc de pièces de rechange (~3% de l'invest matériel)

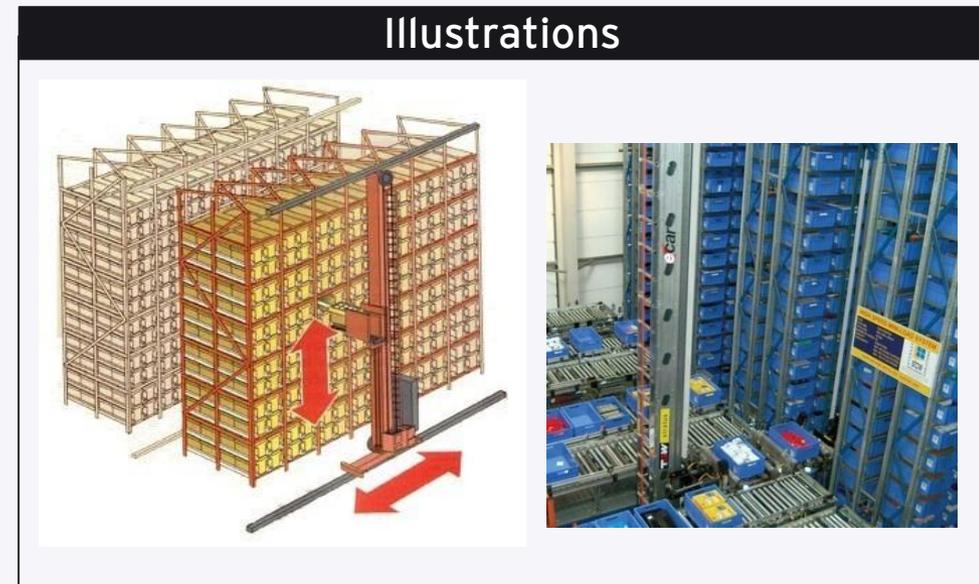
180 k€ Fixes
 + 280 k€ / allée
 + 100 € / emplacement
 + 3% maintenance / an

Un miniload est un magasin automatisé permettant de stocker des colis ou des bacs



- ▶ Un mini load fonctionne avec un mât qui se déplace horizontalement et verticalement dans l'allée pour aller déposer ou prélever un colis
 - ▶ Majoritairement 1 mat par allée
 - ▶ Des systèmes existent pour faire changer le mat d'allée
- ▶ Il peut gérer des bacs ou directement des cartons
 - ▶ Tailles standard en général (40 x 40 x 60)
 - ▶ Meilleure performance si tous les emplacements ont la même taille, car cela facilite l'adressage des charges
- ▶ La cadence est meilleure si l'on est capable de faire des « doubles cycles »
 - ▶ 1 stockage + 1 déstockage au cours du même cycle
- ▶ Stockage en simple ou double voire triple profondeur de bacs (densifie le stockage mais réduit la cadence de sortie pour les bacs du fond)
- ▶ Cadence: 100 à 150 cycles / heure

Points forts	Points faibles
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Très bonne densité de stockage ✓ Possibilité d'utiliser de la grande hauteur (>15m) ✓ Taux d'erreur de stock réduit 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investissement élevé ✓ Gabarit des charges ✓ Une productivité limitée [un accès] par allée ✓ Blocage complet d'une allée en cas de panne



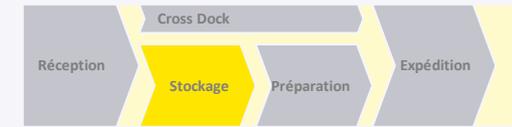
Éléments d'investissement et drivers de coûts

La mise en place d'un mini-load comporte une partie fixe (étude, achat WCS, mise en place). Les deux drivers de coûts sont ensuite l'allée (achat du mât) et l'emplacement (structure + bac si besoin)

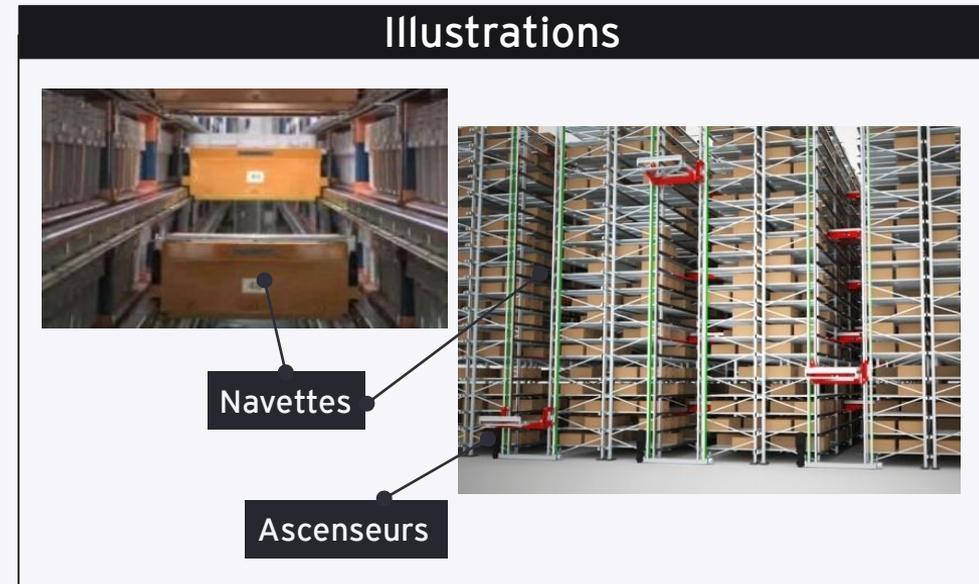
Attention, il est parfois demandé par le constructeur d'investir dans un parc de pièces de rechange (~3% de l'invest matériel)

180 k€ Fixes
 + 280 k€ / allée
 + 40 € / emplacement (+8 à 10 €/bac si nécessaire)
 + 5 % maintenance / an

Un multishuttle est un système alternatif au miniload qui utilise des navettes indépendantes pour chaque niveau de stockage



- ▶ Un système en multishuttle est une alternative possible au miniload, si des cadences élevées sont nécessaires
- ▶ Son principe consiste à séparer les mouvements horizontaux et verticaux avec deux types de navette
 - ▶ Des navettes indépendantes réalisent les mouvement horizontaux, ainsi que la prise et dépose des colis dans les emplacements
 - ▶ Un ascenseur réalise les mouvement verticaux et amène les colis au bon niveau de stockage
- ▶ Il est possible d'atteindre des cadences de 500 cycles/heure par allée
 - ▶ 60 m de longueur d'allée max (détérioration au-delà)
 - ▶ En simple profondeur
- ▶ Cette technologie est relativement récente



Points forts	Points faibles
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cadence élevée ✓ Robustesse du système: en cas de panne d'une navette, seul un niveau est ploqué ✓ Facilité d'évolution (ajout de navette) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investissement élevé ✓ Technologie plus complexe ✓ Nombre plus réduit de constructeurs ✓ Besoin de maintenance plus élevé qu'un ML

Éléments d'investissement et drivers de coûts

La mise en place d'un multishuttle comporte une partie fixe (étude, achat WCS, mise en place, evtl. convoyage). Les autres drivers de coûts sont l'allée (nécessite un ascenseur), le niveau (investissement en navettes) et l'emplacement (structure du rack)

600 k€ Fixes (avec le système de convoyage d'alimentation des colis inclus)

+ 12,5 k€ / navette (en général 1 navette = 1 niveau)

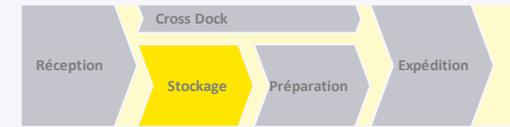
+ 120 k€ / allée

+ 35 à 40€ par emplacement

+ 5% maintenance / an



Les systèmes de stockage se différencient selon les types de charges stockées et les cadences d'entrée / de sortie

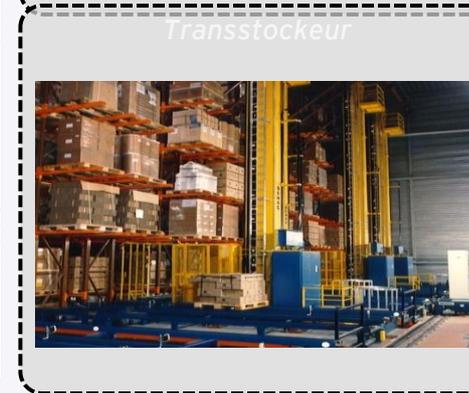
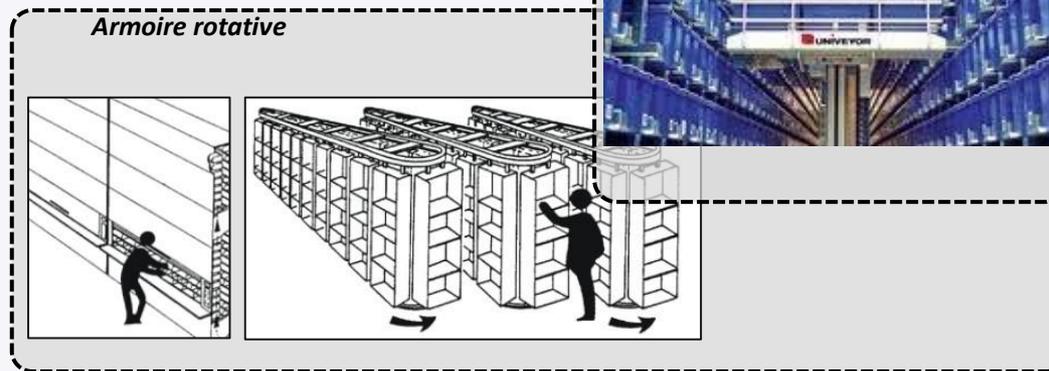
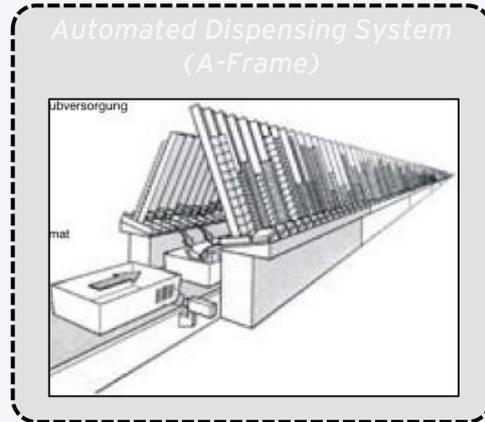


Débit de sortie
[UM / h]

500

100

10



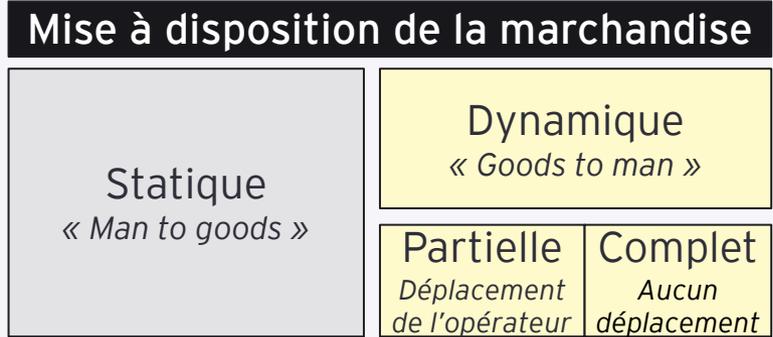
UVC

Colis / bacs

Palette

Taille des unités
de manutention

Préparation : chacune des 3 composantes de cette activité peut être mécanisée ou automatisée



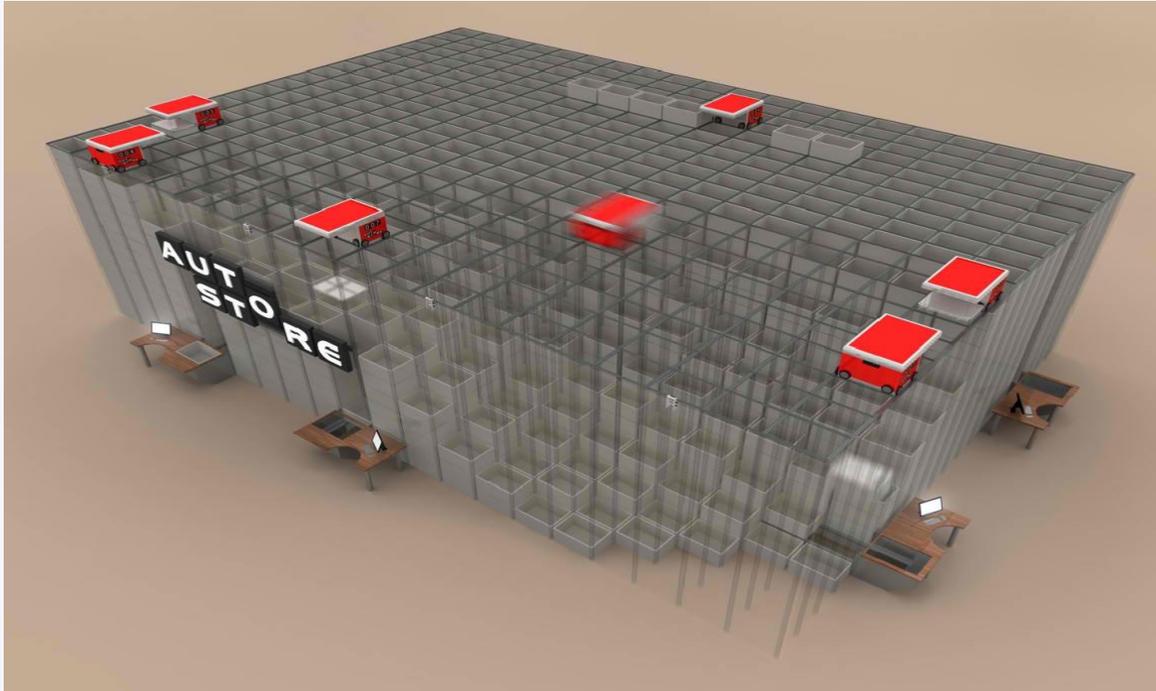
Autres exemples : densifier un front de picking à l'aide d'un mini-load



Autres exemples : Kiva Systems (Amazon Robotics) ou Scallog

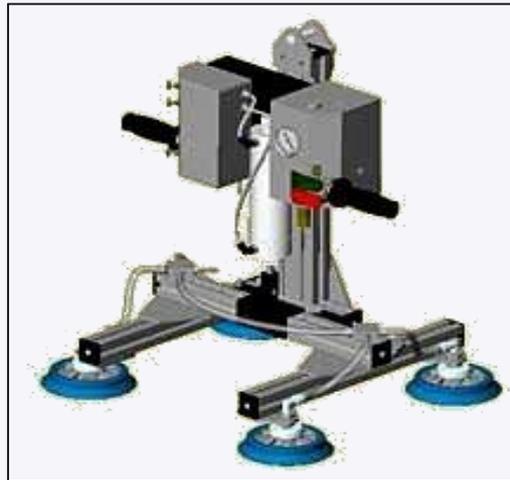


Autres exemples : Autostore et Exotec



Assistance au port de charges lourdes

Un investissement faible et une forte amélioration des conditions de travail



L'automatisation dans des environnements sous température dirigée

- ▶ Objectifs : rationaliser les processus et garantir la sécurité et la santé des opérateurs et l'intégrité des marchandises dans un environnement à coût énergétique élevé
- ▶ Les avantages de l'automatisation d'un environnement sous température dirigée :
 - ▶ **Plus de productivité** : fréquence élevée grâce à l'automatisation
 - ▶ **Picking plus efficace** : réduit le temps global que les opérateurs passent dans le froid
 - ▶ **Réduction des coûts logistiques** : optimisation de la capacité de stockage (densification) donc consommation d'énergie par palette plus faible
 - ▶ **Optimisation des espace de stockage**
 - ▶ **Pallie le manque d'attractivité du métier**

Illustrations



En conclusion, la solution n'est pas unique et dépend des attentes et des caractéristiques de l'activité ainsi que de l'objectif recherché via l'automatisation

- ▶ Quelques critères de l'activité à considérer pour définir la solution la plus adaptée:
références, #commandes, nbr ligne / commande, volumétrie articles, dispersion tailles, ...
- ▶ Quelques critères de choix de la solution:

	Picking manuel	Système à gares	Armoire rotative	Miniload AS/RS	Dépilleur - trieur
Productivité (l/h)	25 à 180	80 à 250	50 à 250	50 à 150	500 à 1 000
Qualité préparation	Moyenne	Bonne	Bonne	Elevée	Elevée
Coût maintenance	Faible	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé
Impact social (conditions de travail)	Faible	Faible	Bon	Excellent	Excellent
Sécurité produits	Faible	Faible	Bon	Excellent	Excellent
Adaptabilité	Elevée	Moyenne	Faible	Faible	Faible



Grands acteurs
d'équipements mécanisés

On distingue deux types d'acteurs dans le marché de l'automatisation : les intégrateurs et les équipementiers

	Intégrateur	Équipementier
Son rôle et ses compétences	<ul style="list-style-type: none">▶ Étudie les besoins du client et sélectionne les solutions les plus adaptées (conseil)▶ Achète du matériel auprès des équipementiers et les configure▶ Met en place les interfaces nécessaires entre le WMS / WCS pour le bon fonctionnement du système▶ Agrège des solutions d'équipementiers différents (best of breed)	<ul style="list-style-type: none">▶ Développe avec sa R&D et produit dans ses ateliers des systèmes automatisés▶ Offre généralement la possibilité à des clients de passer directement avec eux, et possède des bureaux d'études▶ Connaît parfaitement les capacités de ses produits
Remarques	<ul style="list-style-type: none">▶ Peuvent recouper les compétences sur le périmètre du choix des processus à automatiser (maîtrise d'œuvre)▶ Margent sur les solutions achetées aux équipementiers (ont parfois des contrats d'exclusivité)	<ul style="list-style-type: none">▶ Peuvent manquer d'une vision globale (process, système)▶ Risquent de chercher à pousser leurs produits et à «sur-vendre» certains éléments non indispensables au projet/process

- **L'intégrateur ne fabriquant pas le matériel, il appliquera une marge sur les équipements achetés, et sera en général plus cher. Il peut cependant avoir certaines compétences dans la mise en œuvre qui manquent au fabricant**
- **Lors d'un projet impliquant plusieurs constructeurs, il est préférable pour bien mener le projet qu'un intégrateur prenne la responsabilité du fonctionnement de l'ensemble de l'installation**

Principaux acteurs en France 1/2

SSI SCHÄFER

WITRON

fives cinetic

DEMATIC
gemin

MECALUX

swisslog

KNAPP

EXOTEC

TGW

ULMA

VAN DER LANDE
INDUSTRIES

ALstef

AutoStore

SAVOYE

The image shows a complex industrial automated storage and retrieval system (AS/RS). It features multiple levels of shelving units, each containing numerous small, uniform storage bins. A central aisle is visible, with a moving cart or shuttle system that can be seen in motion, indicated by a blurred red and orange streak. The system is supported by a robust metal framework. In the foreground, there are yellow safety railings and a conveyor belt system with rollers. The overall scene is a well-lit, organized industrial environment.

Méthodologie d'un projet d'automatisation

Se poser les bonnes questions pour comprendre l'intérêt de passer le cap de l'automatisation et bien cerner le périmètre du projet

▶ Objectifs

- ▶ Quel est mon enjeu à automatiser ?
- ▶ Mon objectif est-il seulement de réduire mes coûts ?
- ▶ Cela peut-il me permettre de me différencier en améliorant ma qualité de service ?
- ▶ Quel périmètre doit être pris en compte ?
- ▶ Dois-je optimiser mon activité actuelle ou dois-je me concentrer sur une solution évolutive ?

▶ Finance

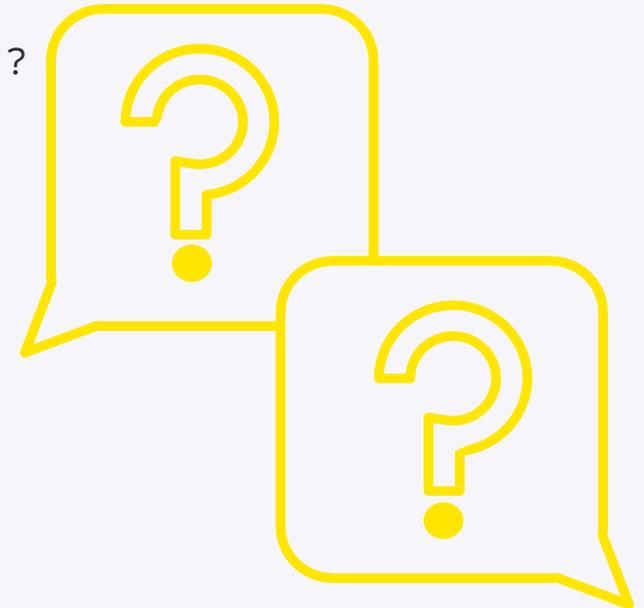
- ▶ Quelle est ma stratégie financière ?
- ▶ Quel mode de financement ?
- ▶ Quel ROI cibler ?

▶ Immobilier

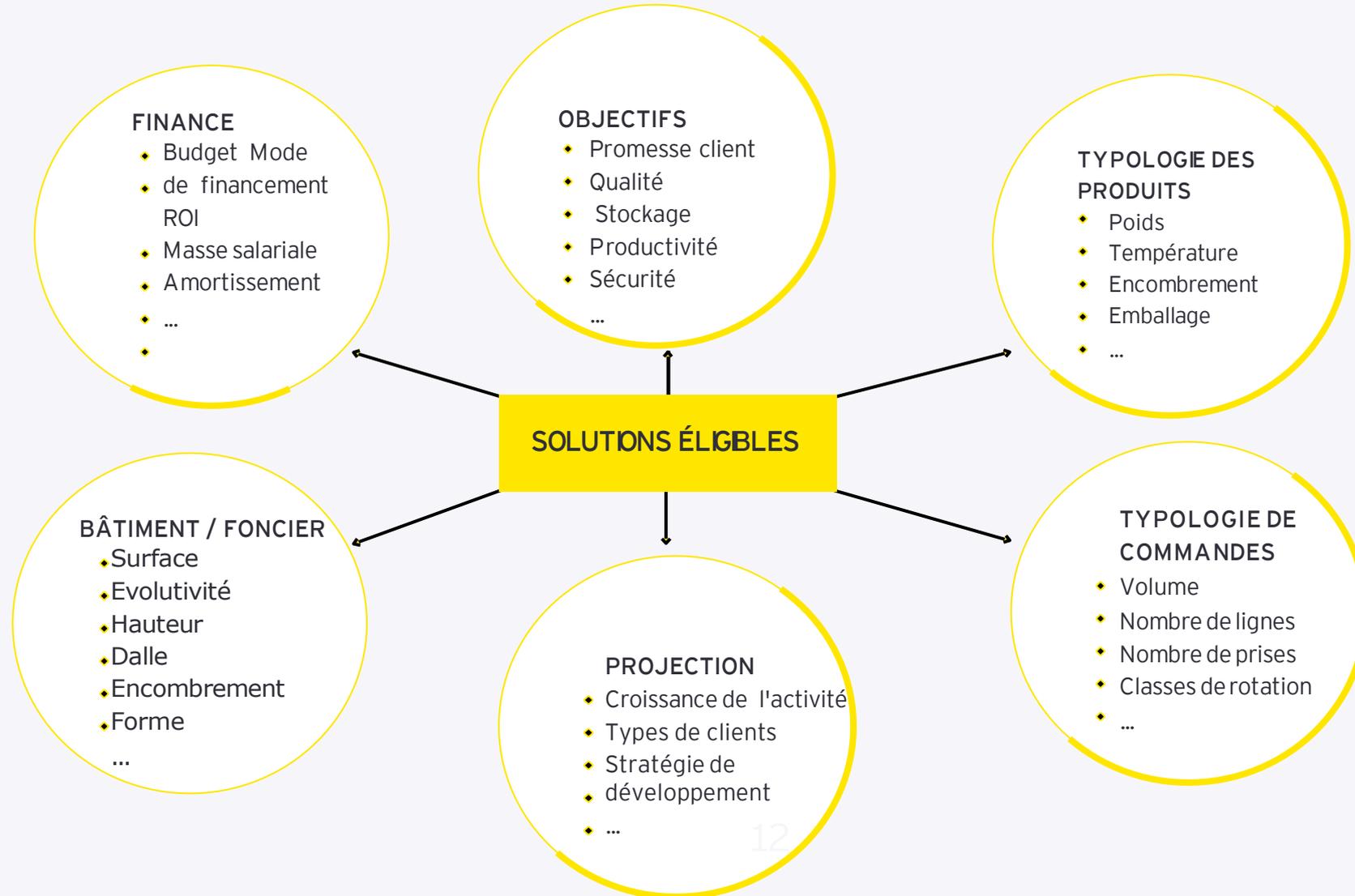
- ▶ Quelle stratégie immobilière aborder ?
- ▶ Quelles sont mes contraintes bâtiment ?

▶ Ressources humaines

- ▶ Comment gérer mes ressources humaines ?
- ▶ Quel rôle pour l'humain au cœur de ma nouvelle organisation ?



Quelques éléments clés permettent de cibler le système automatisé en fonction de l'activité concernée



Principales étapes de projets d'automatisation

Etude d'opportunité



- ▶ Cadrage du périmètre et des hypothèses (croissance, gammes, ...)
- ▶ Etudes de flux
- ▶ Réalisation d'un pré-dimensionnement (terrain, bâtiment, effectifs, ...)
- ▶ Estimation investissement et ROI
- ▶ Validation de l'intérêt du projet, puis du financement du projet

Design du concept et choix de fournisseur



- ▶ Recherche du terrain (ou d'un bâtiment existant)
- ▶ Analyse détaillée des flux
- ▶ Rédaction du cahier des charges
- ▶ Identification des fournisseurs à consulter
- ▶ Consultation / visite de références / ateliers de co-conception / ...
- ▶ Dépouillement des offres et assistance au choix

Etudes d'exécution



- ▶ Spécification détaillées des processus, du SI, des interfaces (mode nominal, modes dégradés, ...)
- ▶ Layout définitif
- ▶ Validation de la conception par simulation du fonctionnement de l'installation
- ▶ Planning global détaillé des travaux (incluant les autres entreprises)

Travaux / recette



- ▶ Construction et achat des équipements par le fournisseur
- ▶ Suivi de l'avancement des travaux (bâtiment, équipement, logiciel)
- ▶ Réalisation des tests unitaires, en usine puis sur site
- ▶ Formation du personnel d'exploitation et de maintenance
- ▶ Essais de réception de l'installation

Démarrage et montée en charge

- ▶ Transferts de marchandises
- ▶ Pilotage du démarrage
- ▶ Mise en place des outils et des processus de pilotage
- ▶ Suivi de la levée des réserves et de la montée en performance de l'installation

Etude d'opportunité

Calcul de ROI (Return on Investment) d'un équipement

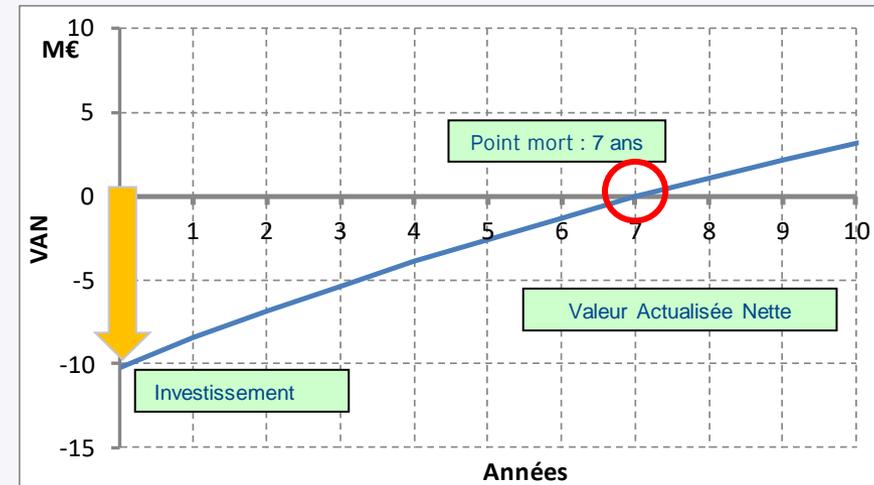
- Exemple sur la base d'un investissement de 10M€ permettant de gagner une vingtaine de personnes

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Année	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investissements	10 000										
Réduction de l'investissement (immob)											
Coût sociaux	150										
Economie investissement											
Economies de charge de fonctionnement		1 760	1 736	1 711	1 684	1 655	1 625	1 594	1 560	1 525	1 488
Economies de location											
Economie de non traitement											
Economie supplémentaire		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash flow	-10 150	1 760	1 736	1 711	1 684	1 655	1 625	1 594	1 560	1 525	1 488
Cash flow actualisé	-10 150	1 693	1 605	1 521	1 439	1 361	1 285	1 211	1 140	1 072	1 005
VAN	-10 150	-8 457	-6 852	-5 331	-3 891	-2 531	-1 246	-35	1 105	2 176	3 182



Bien « internaliser toutes les externalités »

- tenir compte des gains induits par le projet (gain main d'œuvre, qualité, surfaces, ...)
- tenir compte des coûts qui apparaîtraient si le projet ne se faisait pas (coûts de non projet) : perte de CA, renouvellement d'équipements actuels désuets

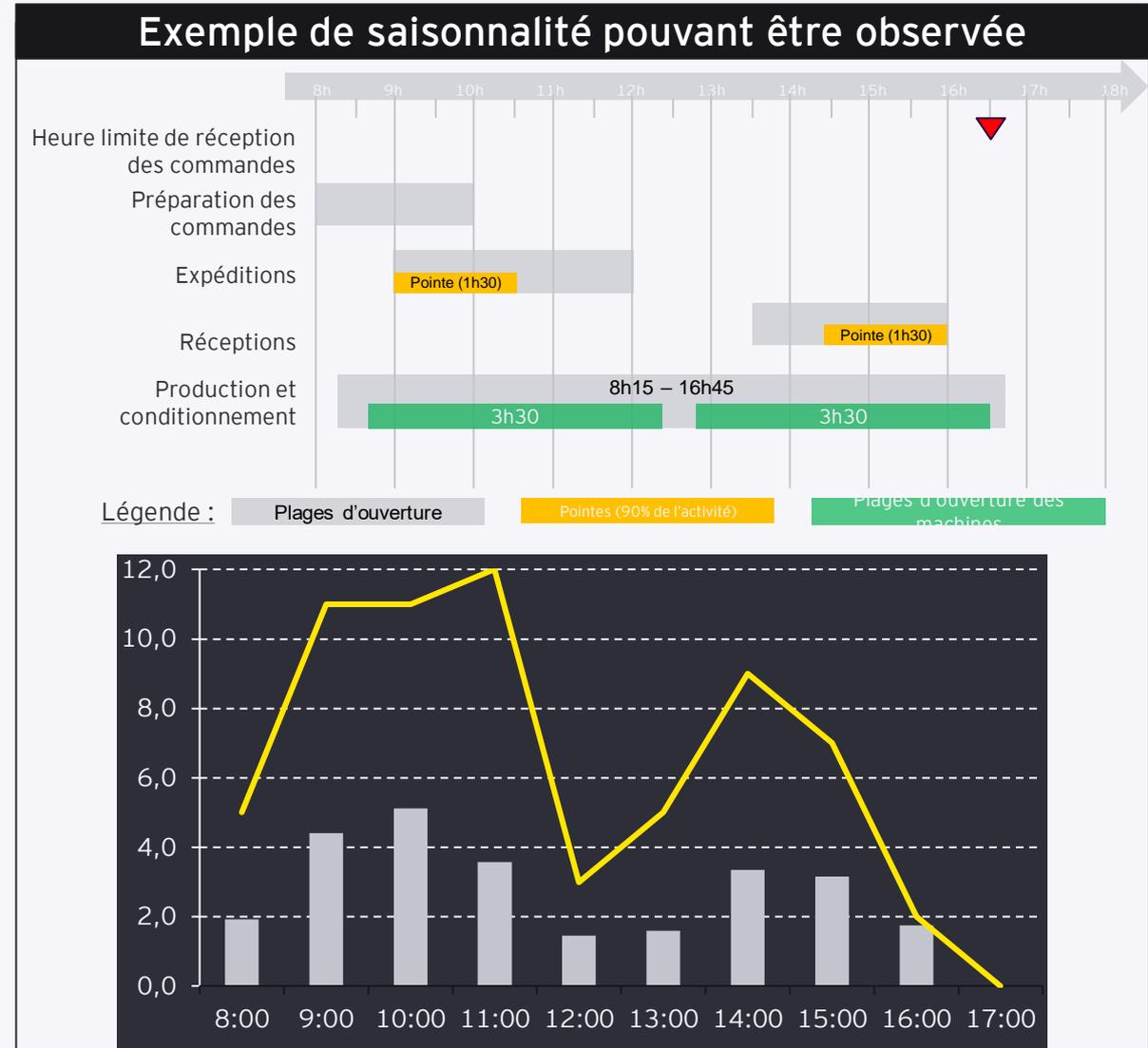


- Il existe d'autres indicateurs de rentabilité d'un investissement (VAN, TCO, pay-back...)*

Etude d'opportunité / définition du concept

Etude des flux et de leurs saisonnalités

- ▶ Les saisonnalités
 - ▶ Annuelles
 - ▶ Mensuelles
 - ▶ Quotidiennes
 - ▶ Intra-journalières (éventuellement)
- ▶ Il ne faut pas s'interdire de challenger les causes de ces saisonnalités
 - ▶ Cela peut permettre de lisser la charge
 - ▶ Mais cela n'est pas toujours possible ou simple à mettre en œuvre
 - ▶ Ex : flux imposé par le client



Cahier des charges

- ▶ Les descriptions détaillées des
 - ▶ Produits
 - ▶ Processus
 - ▶ Flux, ...

peuvent être agrégées pour alimenter une démarche d'achat

Exemple de saisonnalité pouvant être observée

Sommaire

1	CADRE GENERAL DU PROJET
2	DESCRIPTION GENERALE DES PROCESSUS CIBLES
2.1	INTRODUCTION.....
2.2	DESCRIPTION DES PRODUITS ET DES CHARGES.....
2.3	DESCRIPTION DU PROCESSUS BILLETS TDF.....
2.7	RECEPTION DE MARCHANDISES GENERALES ET DE CONSOMMABLES.....
2.8	STOCKAGE ET EVACUATION DES DECHETS.....
3	SCHEMA DES FLUX ET CHRONO-PROCESS DES ACTIVITES
3.1	SCHEMA DES FLUX JOURNALIERS.....
3.2	CHRONO-PROCESSUS DES ACTIVITES.....
3.3	PRE-DIMENSIONNEMENT DES PRINCIPAUX EQUIPEMENTS.....
4	CLAUSES TECHNIQUES COMMUNES A TOUS LES EQUIPEMENTS
4.1	LES CONDITIONS D'EXPLOITATION.....
4.1.1	Horaires de travail.....
4.1.2	Normes et règlements.....
4.1.3	Niveau sonore.....
4.2	AUTOMATISMES.....
5	DESCRIPTION TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS
5.1	MAP.....
5.1.1	Données de base.....
5.1.2	Description de la fourniture mécanique et électrique.....
5.1.3	Description de la fourniture automatismes.....
5.2	RESEAU TRANSITIQUE.....
5.3	POSTE ROBOTISE DE PALETTISATION ET DE DEPALETTISATION.....
5.4	RESEAU CHARIOTS AUTOGUIDES.....
5.5	POSTE D'ENCARTONNEMENT.....
5.6	AGRES.....
5.7	SYNTHESE.....
5.8	OBJECTIFS DE DISPONIBILITE DES EQUIPEMENTS LOGISTIQUES.....
6	MODES DEGRADES ET SECURITE INFORMATIQUE
6.1	MODES DEGRADES.....
6.2	SECURITE INFORMATIQUE.....
7	GLOSSAIRE



Conclusion

En résumé

- ▶ **Commencer par élaborer une vision à long terme des besoins, en adaptant les marges au niveau d'incertitude :**
 - ▶ Caractéristiques des charges à traiter (dimensions, poids, ...)
 - ▶ Flux (nb de références, volumes, structure de commande, ...) et stocks
 - ▶ ...
- ▶ **Bien clarifier les ambitions du projet, si possible pas uniquement économiques**
- ▶ **Identifier les fournisseurs capables de répondre, et les inciter à l'intéresser au projet, dans un contexte où ils ne peuvent pas répondre à tous les appels d'offre !!**
- ▶ **Laisser aux fournisseurs une marge de liberté de conception aussi grande que possible tout en conservant la capacité à challenger leurs propositions**
- ▶ **Intégrer toutes les composantes du projet : volet immobilier, volet SI, volet humain**
- ▶ **Planifier le projet de manière « réaliste », en incluant de la marge pour traiter des aléas sans mettre en péril le calendrier de démarrage prévu**
- ▶ **Ne pas négliger la conduite du changement : implication pendant la conception, analyse d'impact sur l'organisation, formation, communication, animation après le démarrage**

“

MERCI



Lionel Delay