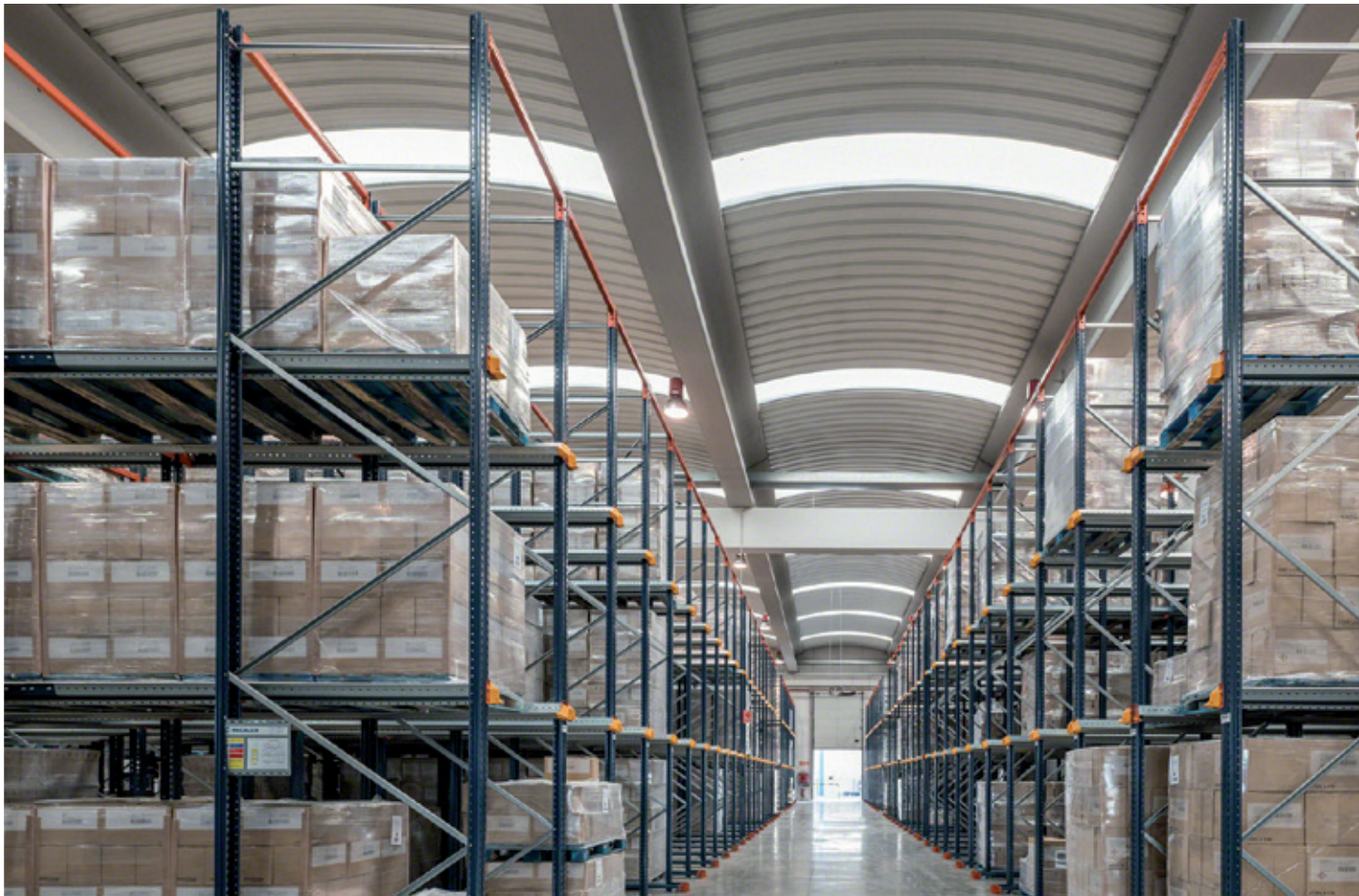




# Rayonnage à palettes par accumulation

Stockage par accumulation : l'exploitation maximale de l'espace disponible



## Caractéristiques générales du système par accumulation

Le système de rayonnage à palettes par accumulation est conçu pour stocker des produits homogènes, avec un grand nombre de palettes par référence.

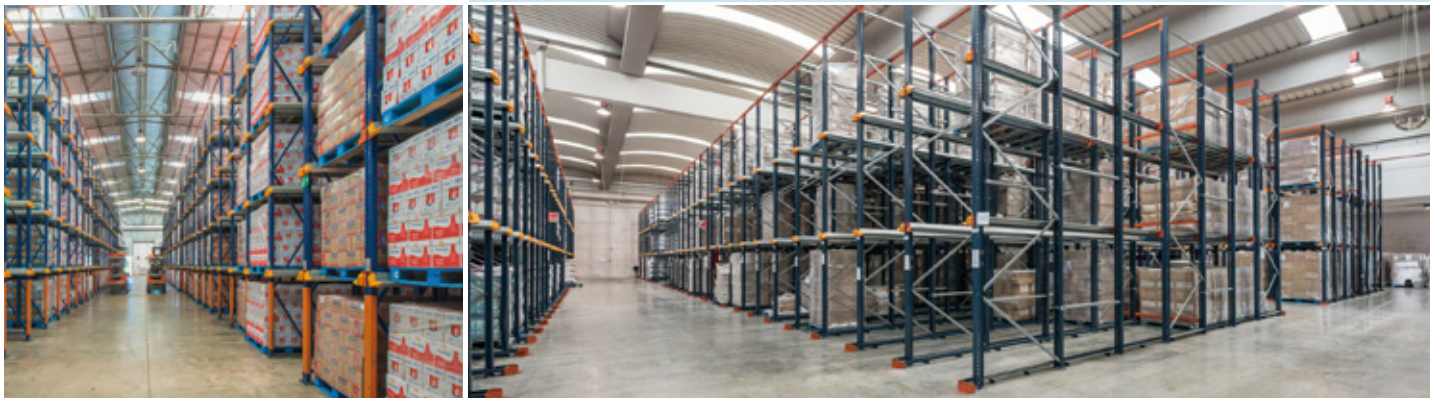
En surface comme en hauteur, il s'agit du meilleur système pour exploiter au maximum l'espace disponible.

Ce type d'installation se compose d'un ensemble de rayonnages, qui forment des allées intérieures de charge, avec des rails de guidage pour les palettes. Les chariots pénètrent dans ces allées intérieures avec la charge hissée au-dessus du niveau où elle sera déposée.



Les allées de stockage possèdent des rails de guidage de chaque côté, sur les différents niveaux où sont déposées les palettes. La grande résistance des matériaux composant ce type de rayonnages permet de stocker des palettes de charge lourde.





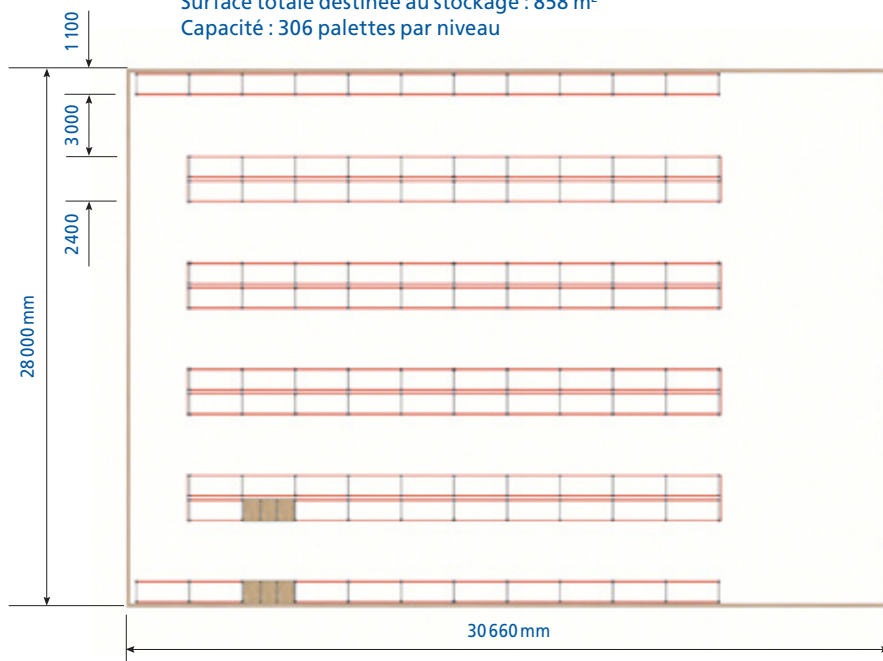
Généralement, le système par accumulation admet autant de références que d'allées de charge. Le nombre de palettes dépendra donc de la profondeur et de la hauteur des allées de charge.

Il est conseillé de stocker dans une même allée de charge tous les produits ayant la même référence afin d'éviter des manipulations superflues des palettes. La profondeur de chaque allée dépendra du nombre de palettes par référence, de l'espace à occuper et de la durée du stockage.

La capacité de stockage du système par accumulation est supérieure à celle du système classique, comme on peut le constater sur les schémas suivants, qui présentent un même local avec trois distributions et capacités différentes.

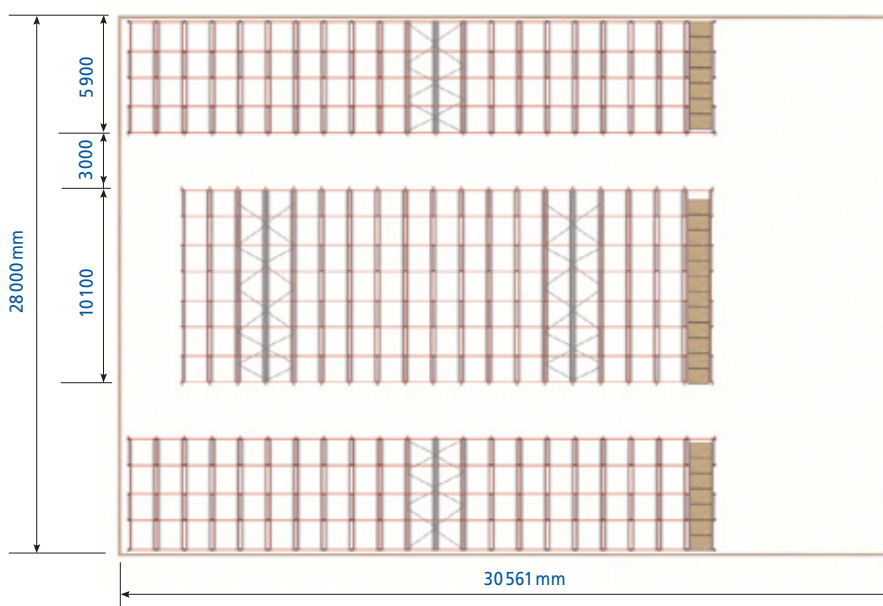
### Distribution classique

Surface totale destinée au stockage : 858 m<sup>2</sup>  
Capacité : 306 palettes par niveau



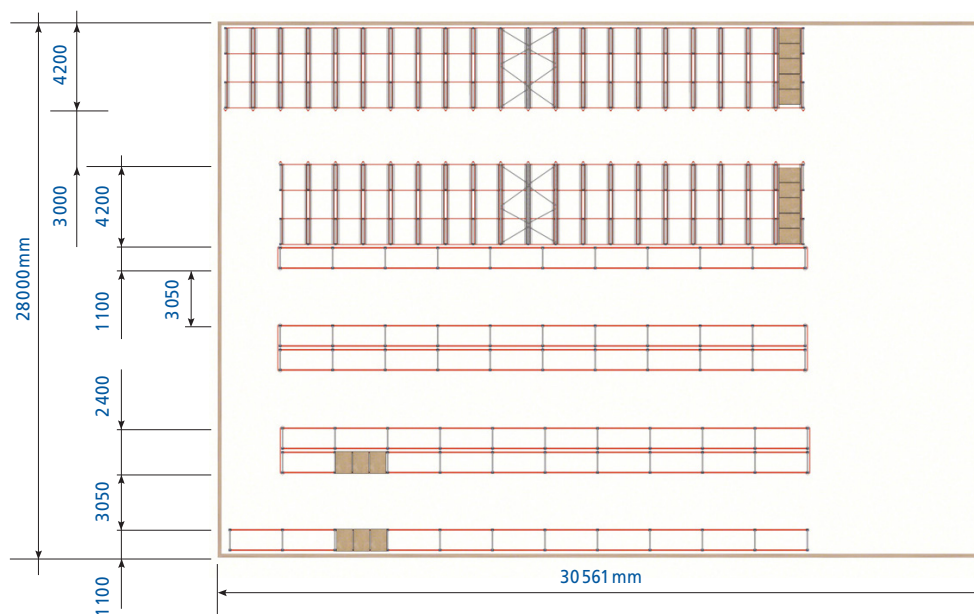
### Distribution par accumulation

Surface totale destinée au stockage : 855 m<sup>2</sup>  
Capacité : 522 palettes par niveau





Dans un magasin, on combine généralement les rayonnages statiques avec des rayonnages par accumulation, en réservant le système par accumulation aux produits à grande rotation.



Capacité : 383 palettes par niveau (200 palettes système par accumulation et 183 palettes système statique)



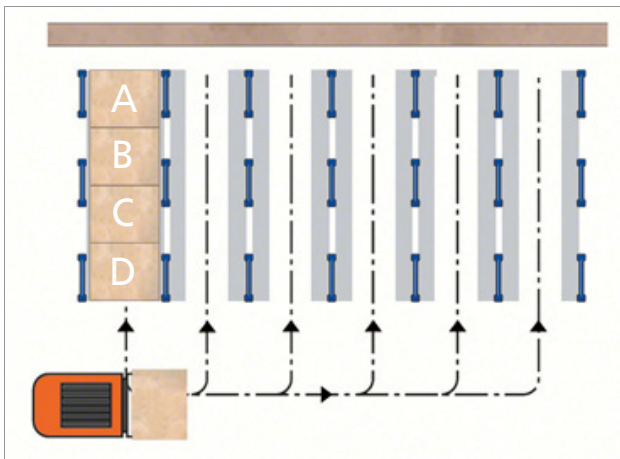
## Gestion de la charge

### Drive-in

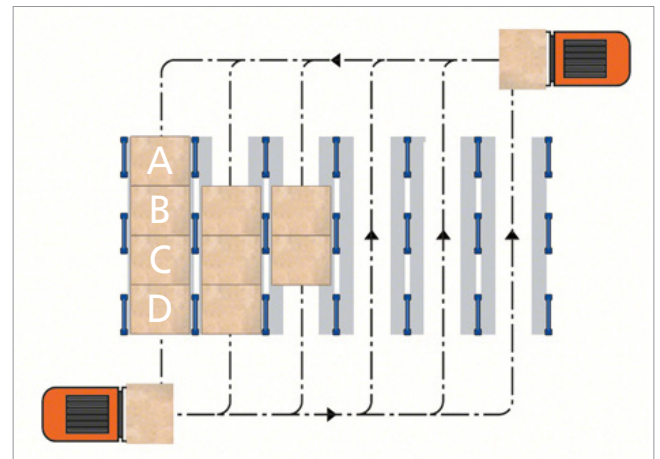
C'est le système le plus fréquemment choisi pour gérer la charge dans le système par accumulation. Les rayonnages fonctionnent comme magasin de dépôt. Ils disposent d'une seule allée d'accès, où le chargement et le déchargement s'effectuent dans le sens inverse.

### Drive-through

Ici la charge est gérée en utilisant les rayonnages comme magasin régulateur, avec deux accès à la charge, un de chaque côté du rayonnage. Ce système régule les différences de production, par exemple, entre la fabrication et l'expédition, la production en phase 1 et 2, ou la production et les quais de chargement..



**Ordre de chargement :** A, B, C, D  
**Ordre de déchargement :** D, C, B, A  
 Système LIFO (*Last In-First Out*), la dernière charge entrée est la première à sortir.



**Ordre de chargement :** A, B, C, D  
**Ordre de déchargement :** A, B, C, D  
 Système FIFO (*First In-First Out*), la première charge entrée est la première à sortir.



### Chariots élévateurs

Les chariots élévateurs entrent dans les allées de stockage avec la charge hissée au-dessus du niveau où elle sera déposée. Les chariots utilisés dans le système par accumulation sont les chariots à contrepoids et les rétractables.

Contrairement au système statique, les palettes doivent être manipulées perpendiculairement à leurs patins inférieurs. Sur les rayonnages à palettes par accumulation, le chariot dépose la palette en posant les patins inférieurs sur les rails de guidage. L'effort des patins inférieurs étant très élevé, il est nécessaire que les palettes utilisées soient en parfait état.



Sur les graphiques suivants, découvrez comment poser correctement vos palettes (figure 1).

Les palettes pourront être posées en sens inverse seulement si leur résistance et leur rigidité le permettent, ainsi qu'en fonction du poids de la marchandise. De plus, il faudra bien vérifier que le chariot puisse entrer dans l'allée.

Si la marchandise dépasse de la palette, les cotes A et B (dimensions de la palette) peuvent être différentes de A' et B' (dimensions de la marchandise), ce qui influe sur les dimensions des rayonnages et des supports, comme cela est indiqué dans la section jeux fonctionnels.

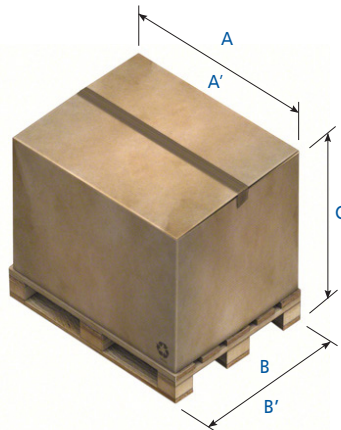
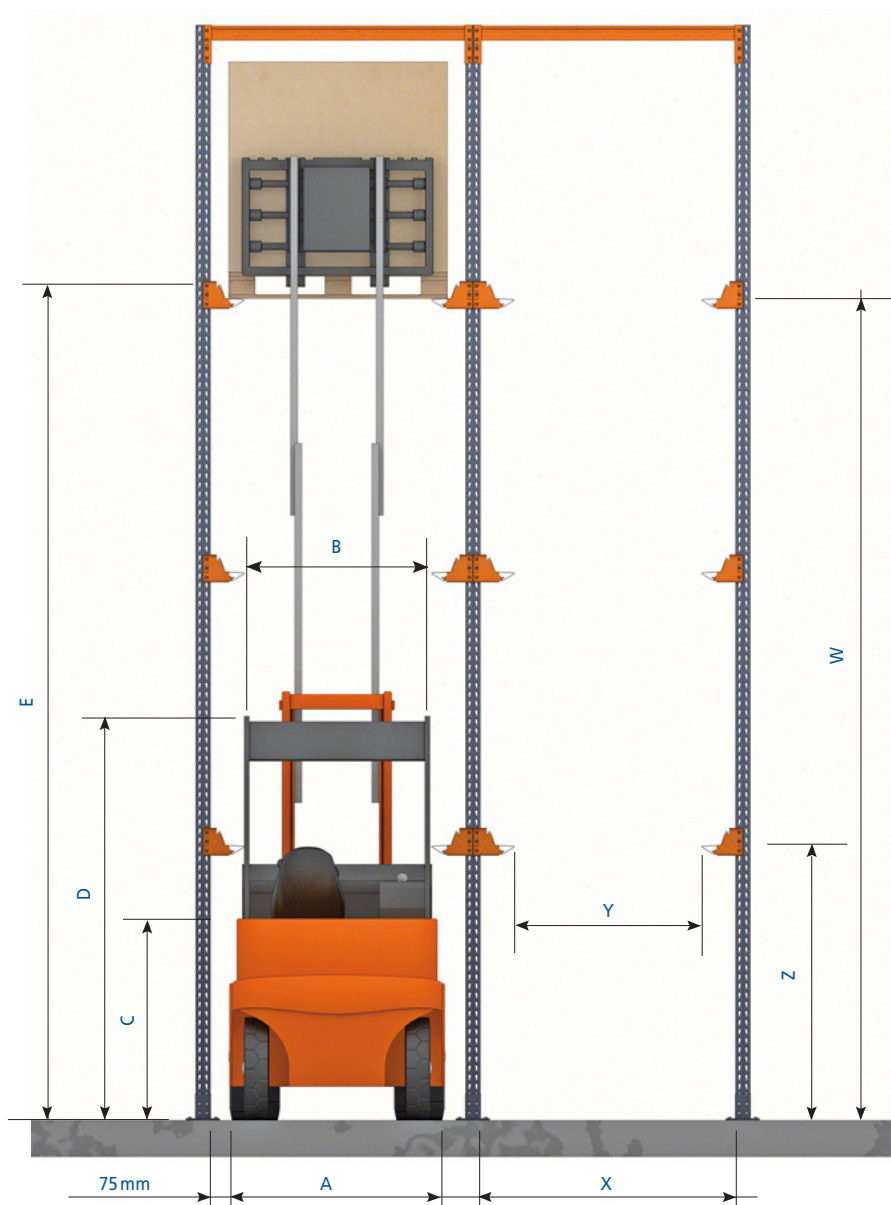


Figure 1



Les chariots circulent à l'intérieur des allées de stockage, c'est pourquoi il faut calculer les marges nécessaires afin qu'ils puissent travailler en toute sécurité. Lors de la conception de l'installation, il faut tenir compte de certaines dimensions :

- A. **Largeur totale du chariot.** Un jeu fonctionnel de 75 mm minimum de chaque côté du chariot jusqu'aux éléments verticaux du rayonnage est exigé. La cote X (distance entre les montants), doit en tenir compte.
- B. **Structure de protection de l'opérateur.** Un jeu de 50 mm minimum jusqu'aux rails de guidage (cote Y) est nécessaire.
- C et D. **Hauteur de la base et de protection du chariot.** Elle doit être largement inférieure à la cote Z et à la cote Y.
- E. **Hauteur maximale de levage.** Elle doit dépasser d'au moins 200 mm la cote W.





## Principes de calcul

### Normes et recommandations

Les calculs des rayonnages par accumulation sont réalisés par Mecalux en appliquant les principaux critères des normes suivantes :

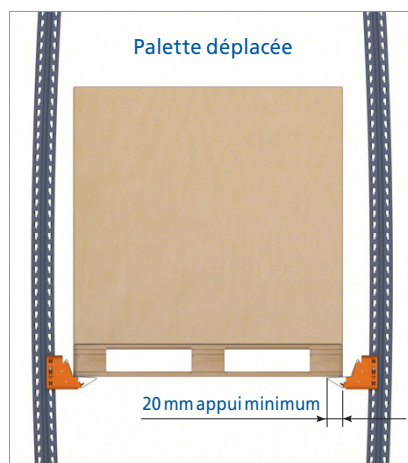
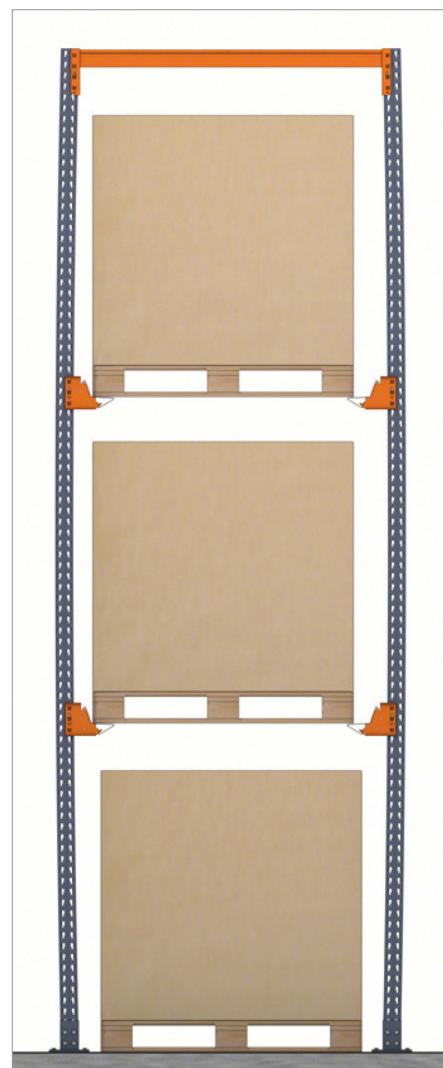
- Norme EN 1993 (Eurocode 3)
- Directive FEM 10.2.07 (Design of Drive in Pallet Racking)

### Critères de calcul

Mecalux dispose d'un logiciel de calcul puissant qui intègre les aspects les plus importants des normes et recommandations précédentes tels que :

- Les coefficients de sécurité : coefficient de majoration des charges et coefficient de réduction du matériau.
- Les situations de charge spécifiques pour les états limites ultimes et les états limites de service.
- L'appui minimum des palettes sur le rail de 20 mm lorsque l'unité de charge est déplacée, en considérant le cas d'une charge générant une plus grande déformation sur le rayonnage.
- Le calcul de l'effet de 2nd ordre.
- La modélisation de la structure en prenant en compte les imperfections globales et locales.





### Flèche maximale des rails de guidage des palettes

La flèche ou déformation maximale du rail de guidage des palettes se limite à la distance entre les appuis/200. S'agissant de profils ouverts aux formes non symétriques, la vérification des rails de guidage est réalisée par des essais en laboratoire.

### Coefficients de sécurité

La sécurité structurale d'une installation est obtenue en appliquant les coefficients suivants :

- **Coefficients de pondération des actions**, qui augmentent les actions ou charges à prendre en compte. Ces coefficients varient en fonction de la zone géographique.
- **Coefficients de réduction du matériau**, qui diminuent les caractéristiques des matériaux utilisés. Ces coefficients varient en fonction de la zone géographique.

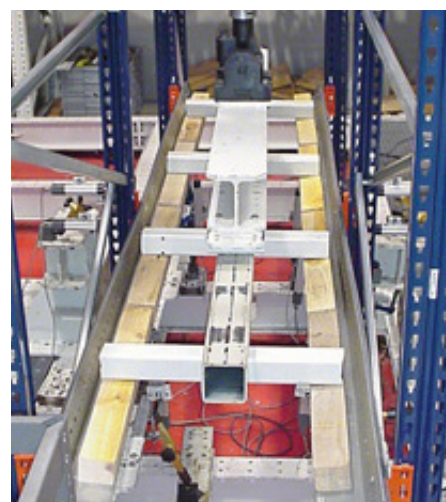


Figure 4. Exemple d'essai de rail pour rayonnages par accumulation.



### Stabilité des rayonnages

La stabilité transversale et longitudinale des rayonnages doit être garantie. Le plan longitudinal correspond au plan parallèle aux échelles, tandis que le plan transversal correspond à celui qui est perpendiculaire aux allées de stockage.

### Stabilité longitudinale

La stabilité longitudinale est assurée par la rigidité des échelles et des diagonales, ces éléments étant assemblés entre eux par les rails d'appui.

### Stabilité transversale

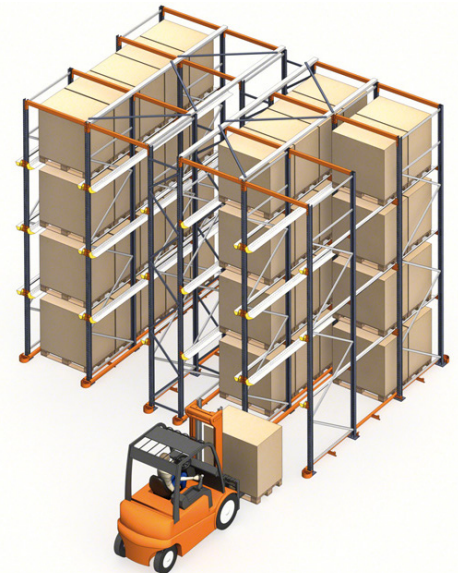
La stabilité transversale est garantie par le biais de trois systèmes de construction possibles.

### Système de construction 1

La rigidité est générée par l'assemblage des montants et des lisses, ainsi que par le degré d'encastrement entre les pieds des montants et le sol obtenu par le biais de deux ancrages.



Stabilité des rayonnages pour système de construction 1



Stabilité des rayonnages pour système de construction 2 à accès unique ou double

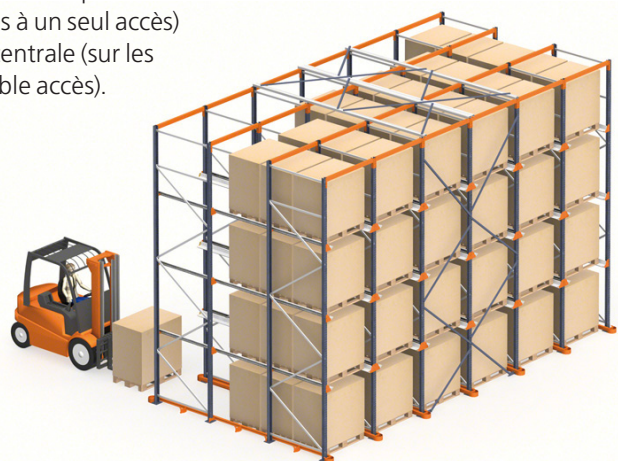


### Système de construction 2

Outre ce qui est envisagé dans le système de construction 1, des allées de rigidification ainsi que des contreventements supérieurs sont mis en place pour transmettre directement les contraintes horizontales au sol.

### Système de construction 3

Les allées de rigidification sont remplacées par des contreventements verticaux installés dans la partie arrière (sur les rayonnages à un seul accès) ou dans la partie centrale (sur les rayonnages à double accès).



Stabilité des rayonnages pour système de construction 3

Le choix du système de construction dépend de la hauteur du rayonnage, du poids des palettes, de la profondeur de l'allée et de l'utilisation. Lorsqu'il s'agit d'un système *drive through*, seuls les systèmes de construction 1 et 2 peuvent être utilisés.



### Calcul des montants

Le montant est l'élément principal des rayonnages par accumulation, c'est pourquoi son calcul doit être très rigoureux. Contrairement à ce qui arrive dans d'autres systèmes de stockage, avec ce type de rayonnages, le montant est non seulement soumis à une force de compression mais aussi de flexion, c'est pourquoi il faudra donner au montant l'inertie nécessaire.

Mecalux utilise le logiciel de calcul conformément à la norme Eurocode 3 et à la directive FEM 10.2.07 pour le calcul des montants (figure 7).

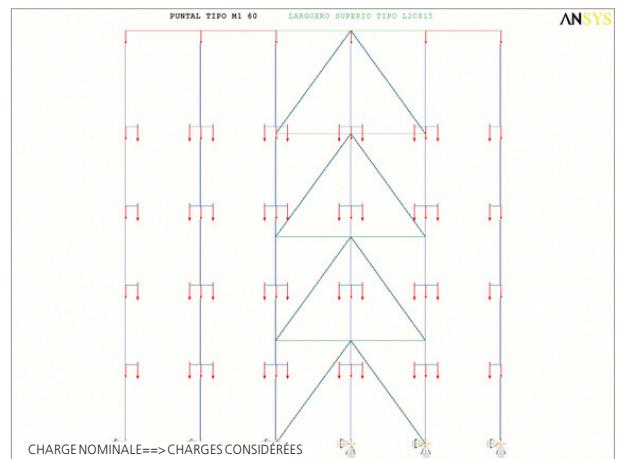
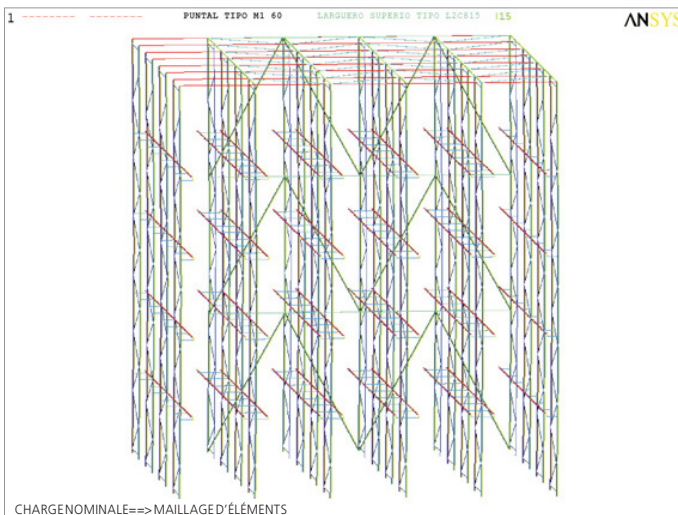
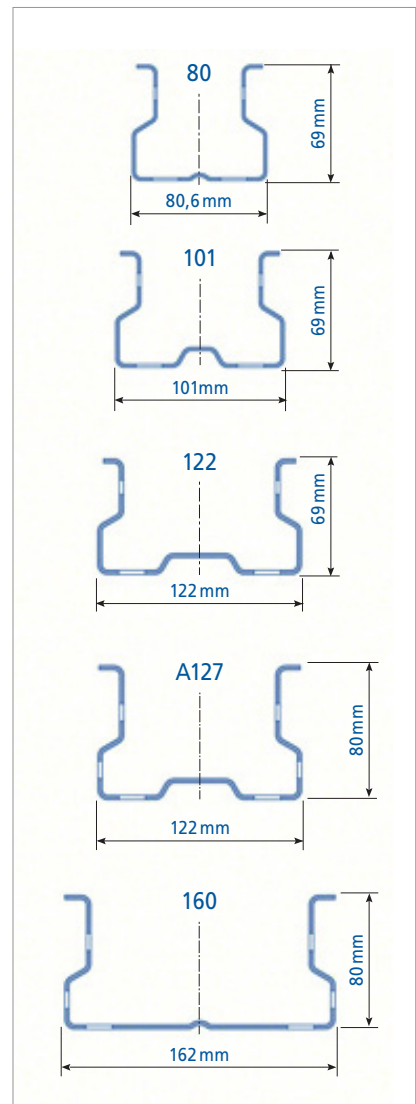
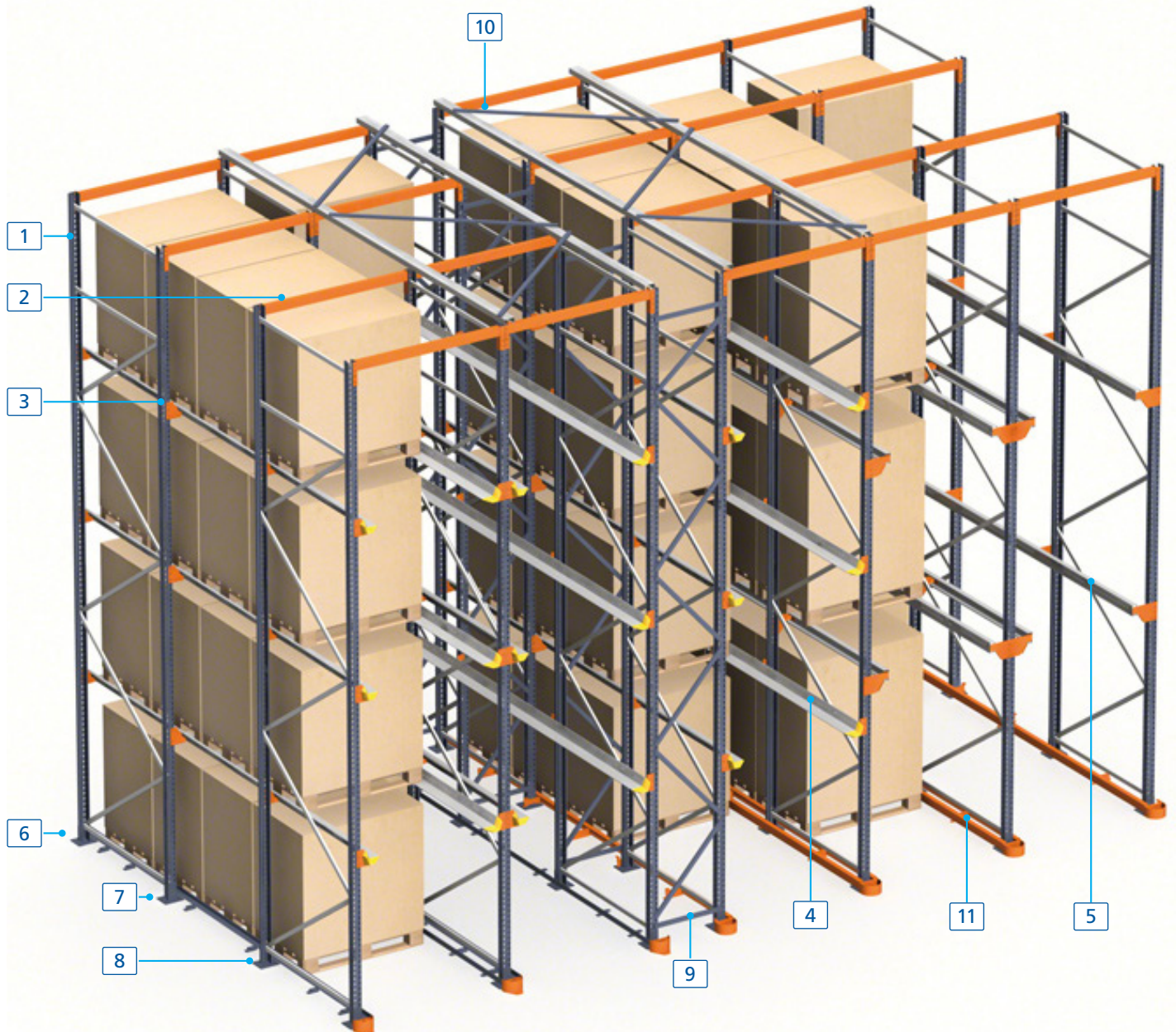


Figure 7. Combinaison de charge dans le calcul du montant



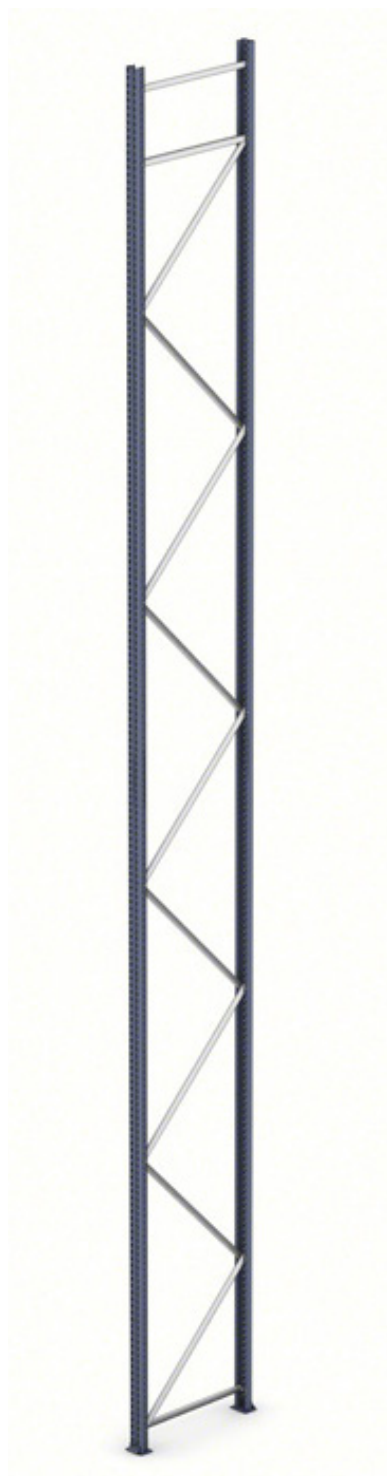
Les montants réalisés suite à ces calculs ont été développés avec des géométries spécifiques pour chaque type d'installation et couvrent tous les besoins de stockage en fonction de la hauteur, de la charge et de la distribution de l'installation (figure 8).

Figure 8. Montants utilisés



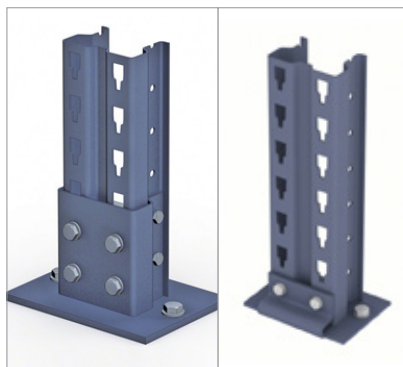
### Composants

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1. Échelle                | 6. Pied montant                                       |
| 2. Lisse par accumulation | 7. Plaques de nivellement                             |
| 3. Support                | 8. Ancrages   |
| 4. Rail GP                | 9. Tour de stabilité (système constructif 1)          |
| 5. Rail C                 | 10. Contreventement supérieur (système constructif 2) |
|                           | 11. Rail de guidage (en option)                       |



### Échelles

Composées de deux montants avec les diagonales, les pieds et les accessoires correspondants. Elles sont perforées tous les 50 mm rendant possible l'emboîtement des lisses et des supports. La profondeur de l'échelle est définie par les dimensions de l'allée de stockage, la hauteur, la dimension et le poids des palettes.



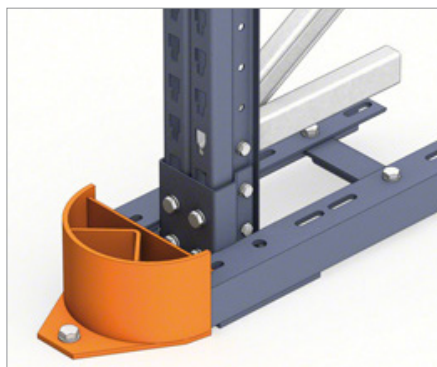
### Pied montant

Fait partie de l'échelle. Conçu pour admettre deux ancrages et les plaques de nivellement.



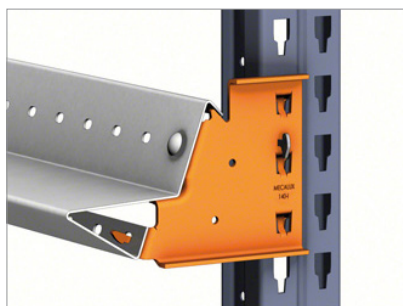
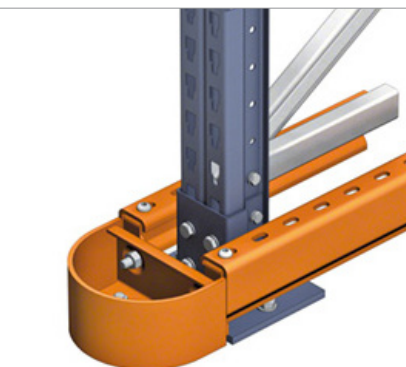
### Lisse supérieure

Assemble les échelles entre elles par la partie supérieure en formant un portique.



### Rail guidage et crosses

Favorisent les manœuvres des chariots dans leurs déplacements et réduisent la possibilité de dommages accidentels. Ces rails peuvent être formés par un profil simple ou double en fonction du chariot élévateur utilisé.



### Rail GP

Profil d'appui des palettes fabriqué en tôle d'acier galvanisé, de forme triangulaire, qui permet le centrage des palettes avec une perte d'espace minimum (50 mm). Les profils s'appuient sur les montants et sont reliés à eux par les supports GP.



### Rail C

Profil en tôle d'acier, en forme de C, de 100 mm de haut pour l'appui des palettes sans centrage. À utiliser quand les charges dépassent les palettes, elle s'appuie sur les montants et est reliée à eux par les supports C.

## Système de construction avec rail GP

Le rail GP est idéal quand toutes les palettes à stocker ont les mêmes dimensions, car il va les centrer et éviter que la marchandise heurte la structure latérale des rayonnages.

Les formes triangulaires du support GP lui fournissent une grande capacité de charge, perdant en hauteur seulement 50 mm (partie du profil qui reste sous la palette), ce qui permet de réduire la hauteur entre les niveaux ou d'augmenter les marges de travail (figure 1).

La largeur de l'allée est définie par la face avant de la palette et les marges minimales nécessaires. Si la marchandise surplombe la palette, l'allée doit être plus large tout comme les supports, ce qui garantit

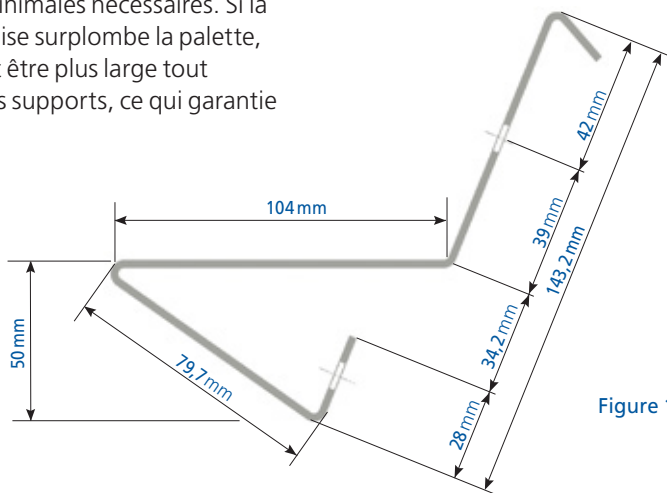


Figure 1

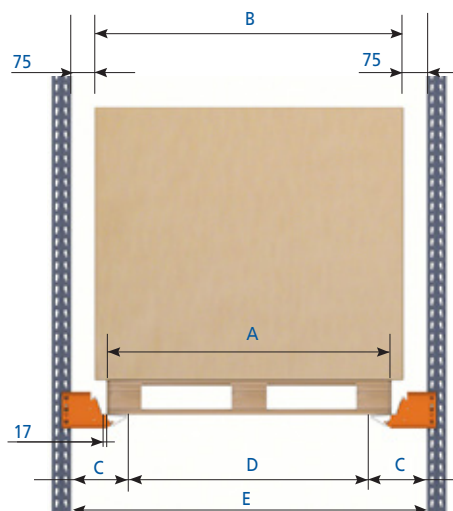


Figure 2. La marchandise ne dépasse pas de la palette



à la palette un soutien minimum lorsqu'elle est complètement déplacée d'un côté (figure 2).

Un jeu fonctionnel de 75 mm est minimum exigé. Pour les palettes hautes, il est conseillé d'augmenter cette tolérance.

Les cotes frontales sont calculées pour des palettes dont la base mesure 1 200 mm de face. Pour d'autres palettes, il faut suivre le même critère.

### Dimensions frontales

A	B	C	D	E
1200	1200	162	1026	1350
1200	1250	187	1026	1400
1200	1300	212	1026	1450
1200	1350	237	1026	1500
1200	1400	262	1026	1550

Cotes en mm

### Hauteur

Les jeux fonctionnels minimums à prévoir en hauteur sont les suivants :

F : Hauteur niveau inférieur et niveaux intermédiaires = hauteur palettes + 150 mm

G : Hauteur niveau supérieur = hauteur palettes + 200 mm

H : Hauteur totale = au moins, la somme de tous les niveaux.

Les cotes F, G et H doivent toujours être des multiples de 50 mm (figure 3).

### Profondeur

Les dimensions minimales à prévoir en profondeur sont les suivantes :

X : somme de la profondeur de toutes les palettes (la dimension de la charge doit être prise en compte si celle-ci dépasse de la palette) et d'un jeu par unité de charge d'un minimum de 25 mm (figure 4).

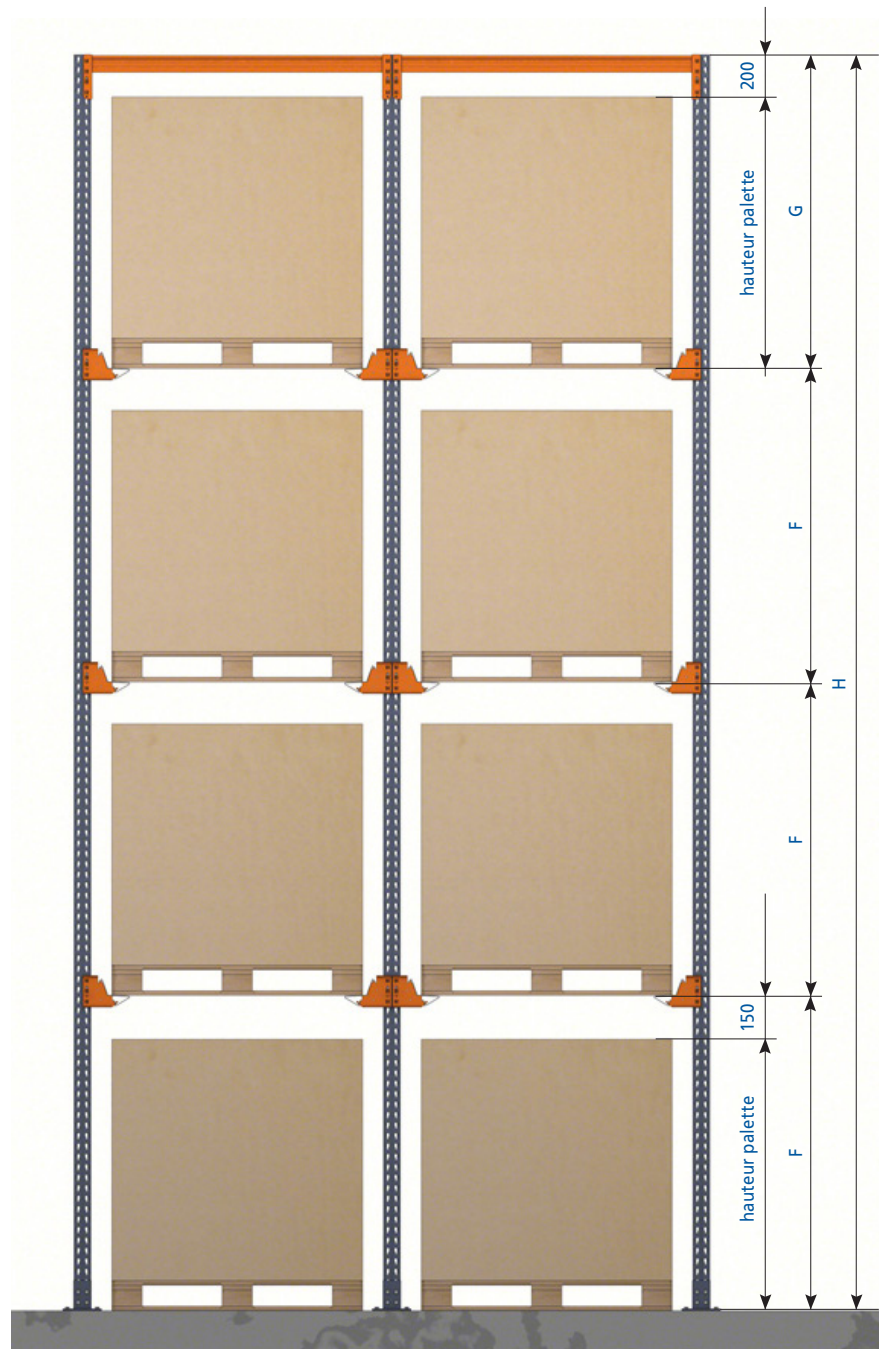


Figure 3

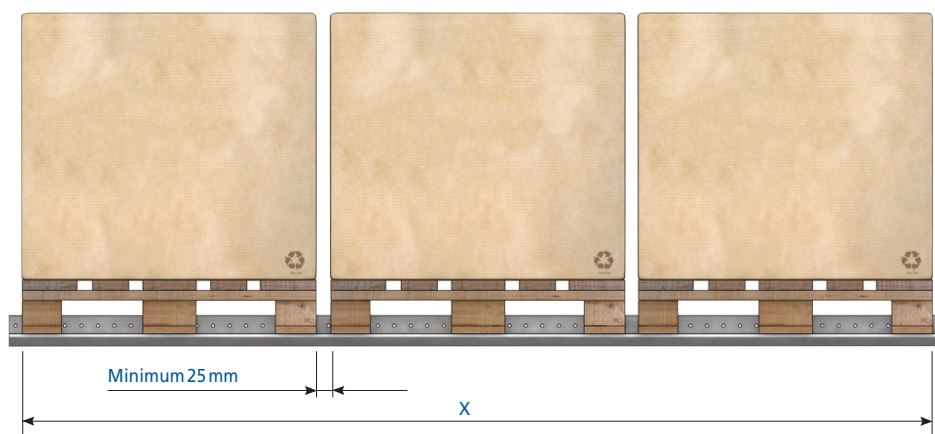


Figure 4



### Système de construction avec rail C

Ce système est préconisé lorsqu'on utilise des palettes aux différentes dimensions frontales et des unités de stockage très grandes demandant de plus grands jeux d'appui.

Le rail C ne permet pas l'autocentrage des différentes palettes qui peuvent être stockées dans une allée et demande plus de soin de la part des opérateurs qui réalisent les mouvements avec les chariots (figure 5).

Il faut réaliser une analyse préalable des palettes pour définir les dimensions des supports.

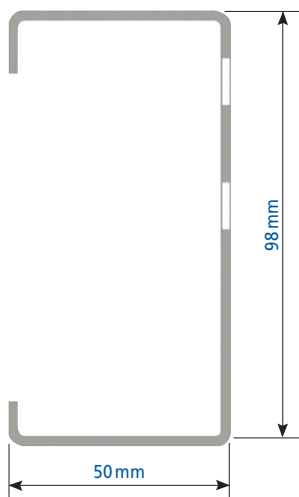
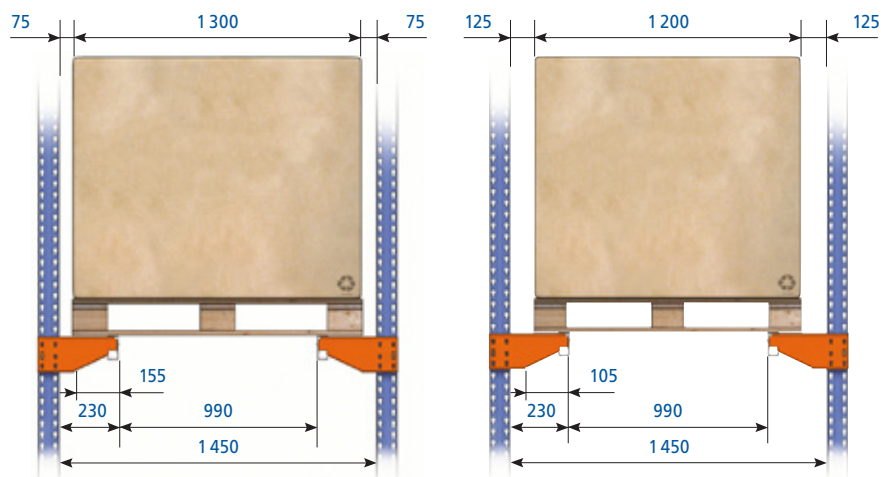


Figure 5

Sur les illustrations suivantes vous pouvez observer une solution de stockage de palettes de 1300 et 1200 mm de face (dans les deux cas, la marchandise ne dépasse pas de la palette).





### Hauteur

Les jeux fonctionnels en hauteur dont il faut tenir compte sont les suivants :

- F : Hauteur niveau inférieur et niveaux intermédiaires = hauteur palettes + 300 mm
- G : Hauteur niveau supérieur = hauteur palettes + 200 mm
- H : Hauteur totale = au moins, la somme de tous les niveaux.

Les cotes F, G et H doivent toujours être des multiples de 50 mm (figure 6).

Pour les jeux en profondeur, il faut utiliser le même critère qu'avec le rail GP (figure 4).

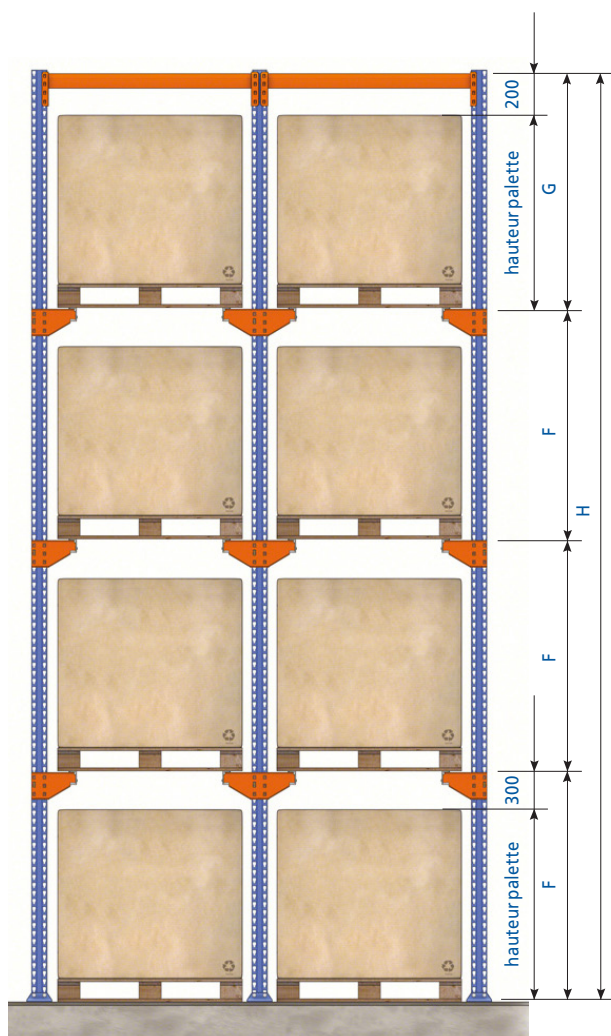


Figure 6

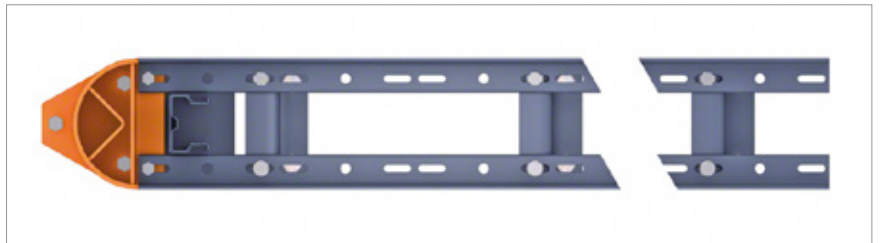


### Rails de guidage inférieurs

Le système de guidage par rail de guidage s'utilise pour :

- **Éviter que les palettes heurtent** la structure latérale du rayonnage.
- **Poser des roues latérales sur les chariots** pour qu'ils se déplacent au centre, à l'intérieur des allées de stockage.
- **Éviter les risques de coups** sur les rayonnages, d'éventuels dommages sur les charges et faciliter les manœuvres.

Il est fortement conseillé de les placer systématiquement dans les allées de grande profondeur.



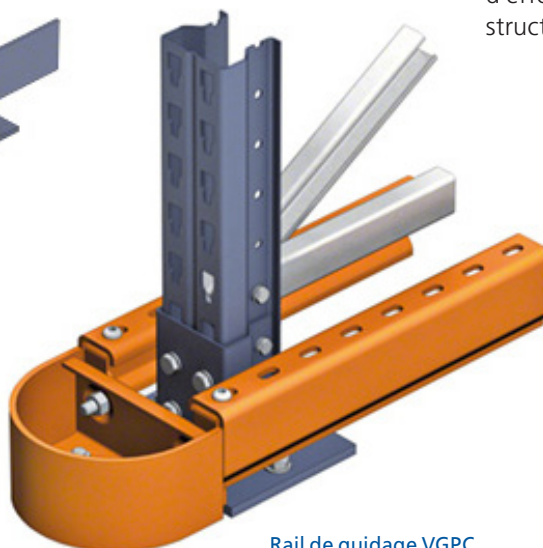
Dans les installations où sont posés des rails de guidage, il faut tenir compte du fait que la largeur de l'allée se calcule en fonction de la distance dont a besoin le chariot pour se déplacer, et de celle de la largeur et des jeux du profil des rails.

Le système le plus fréquent est celui où l'on retrouve des profils appuyés sur des supports fixés au sol, avec des crosses de centrage posées en périphérie des rayonnages. Ces crosses sont reliées aux profils et également ancrées au sol.

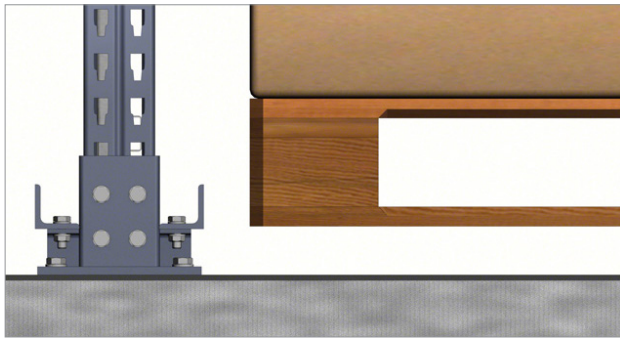
Ce système évite la transmission d'efforts et de vibrations à la structure même des rayonnages.



Rail de guidage avec profil LPN



Rail de guidage VGPC



### Guidage à profil simple

La solution à profil simple est suffisante quand il s'agit uniquement de guider les palettes.



### Rail de guidage VGPC

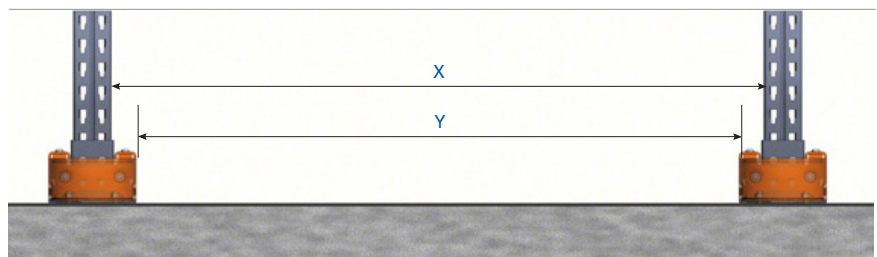
Très commun dans les entrepôts où les chariots qui circulent dans l'allée de stockage disposent de galets de guidage.

Les dimensions entre les guidages et les crosses standard sont les suivantes :

#### Dimensions de l'allée à guidages et crosses standard (en mm)

X	Y
1 350	1 240
1 400	1 290
1 450	1 340
1 500	1 390
1 550	1 440

X : largeur de l'allée  
Y : distance entre les guidages

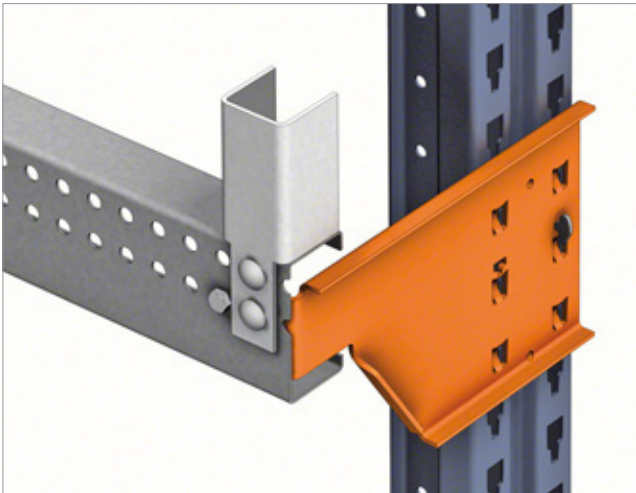


Un autre système de guidage localise les profils en U dans la partie inférieure des montants du rayonnage, et les maintient au sol grâce à ces mêmes ancrages.

Ce système de guidage permet une plus grande séparation entre les guidages pour les chariots au châssis large, sans avoir à construire des allées plus larges. On peut également installer des crosses frontales.

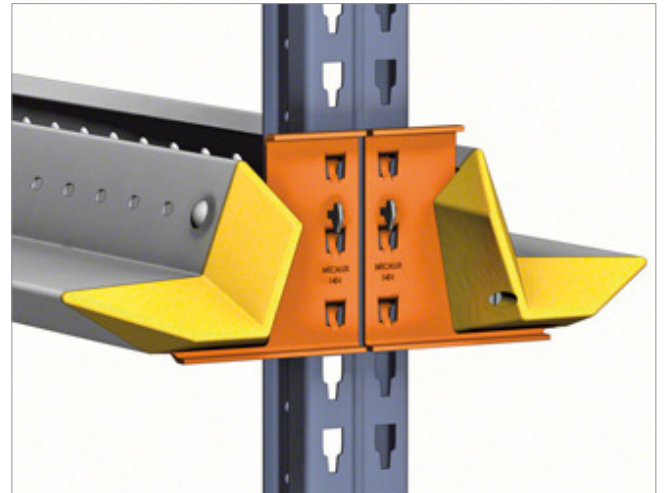


## Accessoires



### Butée rail C

La butée se fixe au rail de chargement de type C pour retenir la charge et l'empêcher de dépasser.



### Centreurs rail GP

Il s'agit de pièces en plastique offrant une grande résistance, montées aux extrémités de la partie frontale des rails. Elles permettent de centrer la palette à l'entrée de chaque allée.

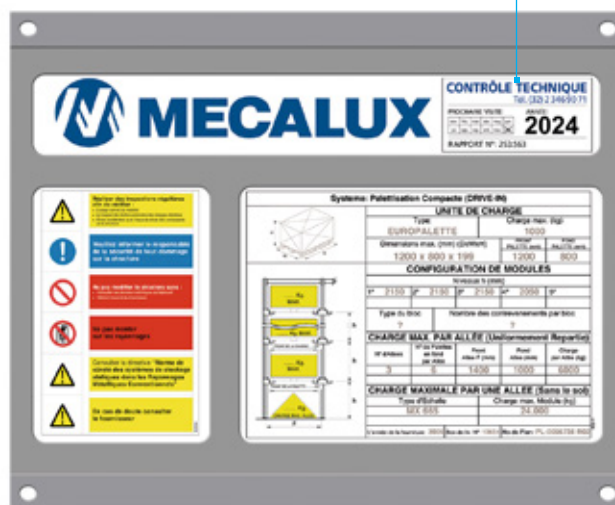


Étiquette  
d'inspection



### Renfort montant

Installé frontalement sur le premier montant de chaque alignement d'échelles, il le renforce contre les chocs éventuels de faible intensité.



### Plaques de charges

Elles décrivent les caractéristiques de l'installation, notamment la capacité de charge pour laquelle elles ont été conçues. Elles se fixent sur des zones visibles aux extrémités des rayonnages.

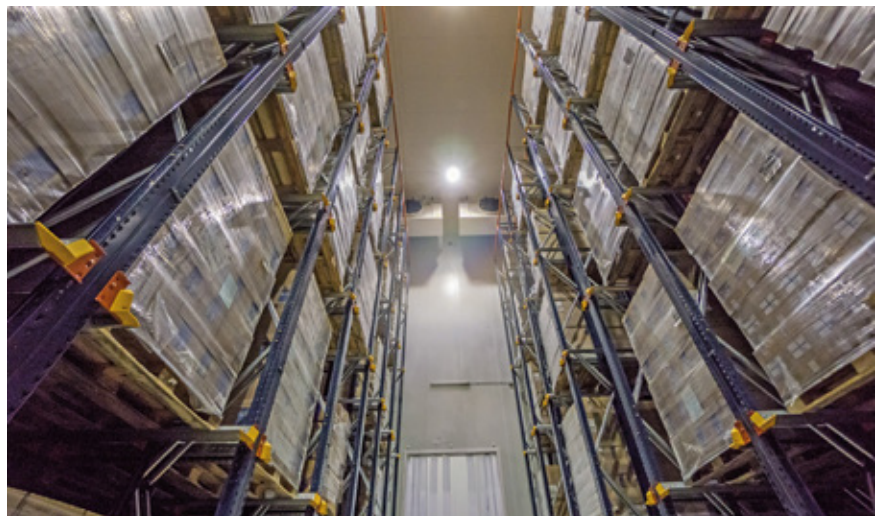
### Vignette d'inspection technique

Afin de maintenir l'installation en bon état et garantir sa sécurité sur le long terme, une inspection annuelle doit être effectuée. Il est conseillé de la faire réaliser directement par le fabricant des rayonnages. Le service d'inspection technique de Mecalux certifie l'état de l'installation au travers d'un rapport et d'une vignette. Celle-ci est apposée sur la plaque signalétique où figurent les caractéristiques de l'installation et mentionne la date limite de la prochaine inspection.



### **Chambres froides avec système par accumulation**

Ce système de stockage est très utilisé en chambres froides, de refroidissement et de congélation, où il faut exploiter au maximum l'espace destiné au stockage des produits à température contrôlée.





## Entrepôts autoportants avec système par accumulation

Le système de rayonnage à palettes par accumulation permet également de construire des entrepôts autoportants, leur principale caractéristique étant de ne pas demander la construction préalable d'un bâtiment, cela réduit considérablement le temps d'installation et les coûts.

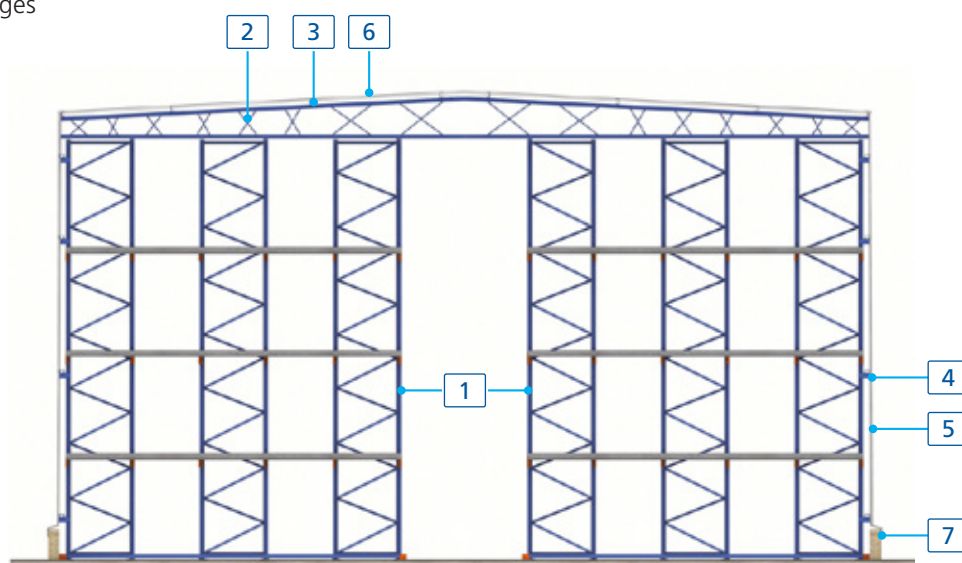
Dans ces installations, les rayonnages supportent leur propre poids, la charge des produits stockés et les

forces additionnelles correspondantes, comme dans un entrepôt classique. Ils supportent également le poids de la structure et les forces externes (vent, neige, etc.).

Ces entrepôts sont conçus pour travailler à température ambiante comme à basse température (chambres froides).

### Composants standards

1. Rayonnage par accumulation
2. Fermes appuyées sur le rayonnage
3. Courroies de couverture
4. Courroies de façade
5. Cloisons grillagées de façade
6. Cloisons grillagées de couverture
7. Mur d'étanchéité







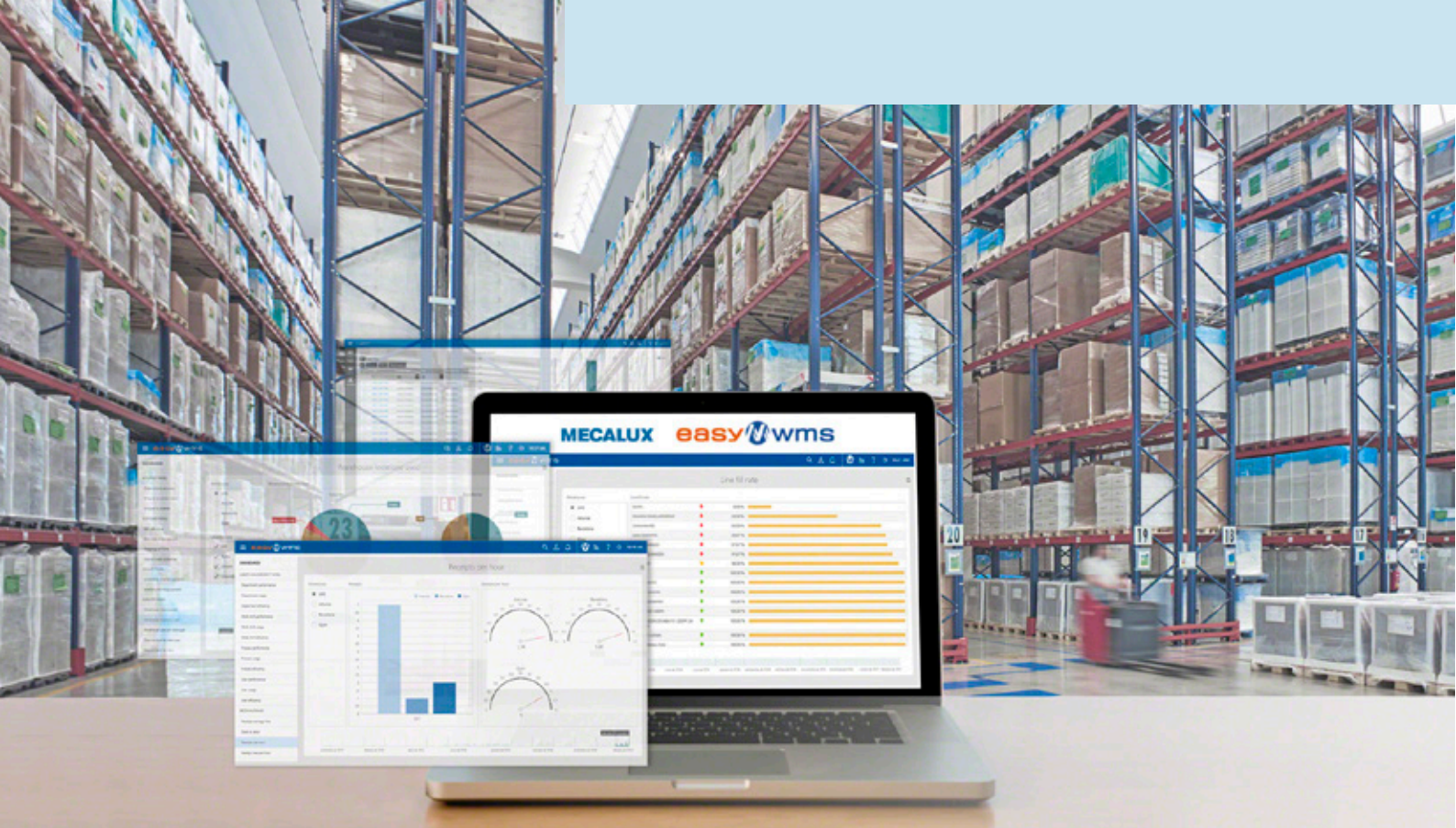
## Entrepôts automatiques avec système par accumulation

Des transstockeurs, qui déplacent un chariot satellite sur la plateforme de chargement, peuvent également être intégrés au système de stockage par accumulation. Ce chariot, commandé par le système informatique qui gère l'entrepôt, se charge d'introduire et de retirer les palettes de façon automatique.

Il est également possible d'installer un ensemble navette/chariot satellite à chaque niveau, dans le but d'augmenter de manière significative le nombre de palettes déplacées.

Ce type d'installation demande au préalable une étude minutieuse. Mecalux vous recommande de demander un complément d'information à notre département technique et commercial.





## Logiciel de gestion d'entrepôt Easy WMS

### L'entrepôt intelligent

Le logiciel Easy WMS est un logiciel puissant, performant, polyvalent et flexible, capable de gérer avec la même efficacité un entrepôt fonctionnant en mode manuel (avec une gestion papier ou radiofréquence), un entrepôt mixte ou une grande installation automatisée.

Il optimise la gestion physique et documentaire du flux de marchandises de leur entrée dans l'entrepôt à leur sortie, tout en assurant leur traçabilité.

#### Les avantages

- > Contrôle du stock en temps réel
- > Réduction des coûts logistiques
- > Jusqu'à 40% d'augmentation de la capacité de stockage
- > Baisse des opérations de manutention
- > Élimination des erreurs
- > Grande précision et rapidité de picking
- > Adaptation aux nouveaux besoins e-commerce
- > Gestion opérationnelle omnicanal
- > Retour sur investissement rapide



Mecalux travaille avec des fournisseurs reconnus afin de garantir la qualité et la performance technique de l'application Easy WMS :



# Des solutions interconnectées pour votre chaîne logistique



## WMS pour e-commerce

### Pour une logistique omnicanal efficace.

Optimisation des opérations logistiques des magasins en ligne, quel que soit leur taille, le nombre de commandes quotidiennes ou la capacité de stockage.



## Préparation et gestion des

### expéditions multitransporteurs

Automatisation de l'emballage, l'étiquetage et l'expédition de vos articles. Coordination de la communication directe entre l'entrepôt et les transporteurs.



## Store Fulfillment

Synchronisation des stocks et des flux de travail pour assurer une gestion optimale des stocks de l'entrepôt central et du réseau de magasins physiques.



## GPAO pour la gestion de production

### Traçabilité des processus de fabrication.

Approvisionnement continu des lignes de production en matières premières.



## Supply Chain Analytics

Analyse des milliers de données générées quotidiennement dans l'entrepôt, permettant au responsable de prendre des décisions stratégiques basées sur les performances réelles des opérations.



## Intégration Marketplace

### & Plateforme E-commerce

Synchronisation du stock de l'entrepôt avec le catalogue en ligne. Easy WMS se connecte automatiquement aux principales plateformes de vente en ligne et marketplaces telles que Amazon, eBay ou Prestashop.



## Logiciel pour logistique 3PL

Gestion de la facturation entre un 3PL et ses clients. Une plateforme avec un accès dédié fournit les informations sur l'état des stocks et la façon de passer des commandes, ou demander des expéditions personnalisées.



## Gestion de la main-d'œuvre (LMS)

Maximisation de la productivité des opérations. Mesure factuelle de la performance des opérateurs, identification des axes d'amélioration de l'entreprise.



## Logiciel de slotting pour entrepôts

Gestion automatisée des emplacements de stockage de votre entrepôt. Détermine l'emplacement optimal pour chaque référence (ou SKU) en fonction de règles et de critères préétablis par le responsable logistique.



## Yard Management System (YMS)

### Supervision de la circulation des véhicules.

Optimisation des opérations ayant lieu aux quais de chargement pour améliorer le flux des véhicules et éviter les goulots d'étranglement lors des entrées et sorties des marchandises.

## Easy WMS dans le cloud

- » Investissement initial plus faible en se passant des serveurs.
- » Mise en œuvre plus rapide et plus simple.
- » Maintenance et économique. Sécurité totale avec Microsoft Azure.
- » Version du logiciel mise à jour en permanence.
- » Toujours disponible pour garantir la continuité de votre activité.



[info@mecalux.be](mailto:info@mecalux.be) - [mecaluxbelgique.be](http://mecaluxbelgique.be)

---

**BELGIQUE**  
**BRUXELLES**

**Tél. (32) 2 346 90 71**

Rue de Bretagne, 20 - 1200, Bruxelles

---

**Mecalux est présent dans 26 pays**

Allemagne · Argentine · Belgique · Brésil · Canada · Chili · Colombie · Croatie · Espagne · Estonie · États-Unis · France  
Italie · Lettonie · Lituanie · Mexique · Pays-Bas · Pologne · Portugal · Roumanie · Royaume Uni · Slovaquie · Slovénie  
Tchéquie · Turquie · Uruguay

