

# Efficacité énergétique dans la production de blocs de béton

Michael Dolon et Karl-Josef Hauröder, Masa GmbH, Allemagne

Depuis quelques années, la société Masa GmbH d'Andernach s'est attelée avec beaucoup de succès et un véritable esprit de pionnier à la thématique de l'« Efficacité énergétique dans la production de bloc de béton ». Outre les économies possibles en termes de coûts énergétiques, les producteurs de blocs de béton ont tout intérêt à analyser et améliorer l'utilisation et la consommation d'énergie de leurs installations sur base des principales modifications de la Loi allemande relative à la taxe sur le courant et l'énergie (entrée en vigueur le 01/01/2013), ainsi que des règlements d'application correspondants. Les exigences en termes d'audits énergétiques de qualité ont été fixées dans la norme européenne DIN EN 16247-1. En Allemagne, la réalisation d'un audit énergétique conforme

DIN EN 16247-1 est pour les petites et moyennes entreprises (PME) une opportunité de satisfaire aux exigences de la loi relative à la taxe sur le courant et l'énergie, pour l'écrêtement des pointes. Dans le cadre de cette thématique, Masa a prêté une attention particulière entre autres domaines aux pompes hydrauliques, à la technique d'entraînement ainsi qu'aux concepts intelligents d'installations et de commandes, domaines qui vont être détaillés dans la suite. Dès le début 2016, Masa présentait à l'occasion du 8e SLG-Werksleitertagung (Congrès des directeurs d'usines SLG) différents aspects permettant de réduire le coût énergétique et le cas échéant d'alléger la taxe sur l'énergie et le courant.

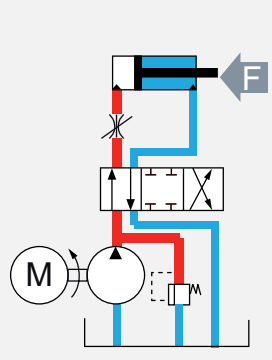
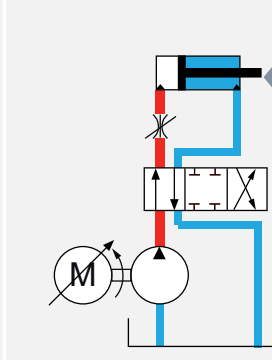
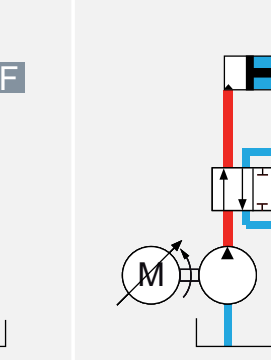
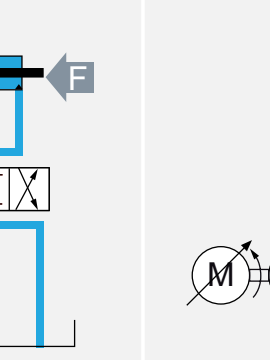
| Système à régime constant                                                           | Système avec convertisseur de fréquence                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | Étape 1<br>Élimination du limiteur de pression                                                                                                                                                                                                                                     | Étape 2<br>Élimination du régulateur de débit                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Étape 3<br>Élimination du distributeur                                                                                                                                                                                                                            |
|  |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                               |
|                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Régulation de la pression</li> <li>✓ Élimine les pertes énergétiques dues au limiteur de pression</li> <li>✓ Seul le volume effectivement requis est fourni</li> <li>✓ Principe similaire à celui d'une pompe réglée en volume</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Régulation de pression et de volume</li> <li>✓ Élimine les pertes énergétiques dues au régulateur de débit</li> </ul> <p>Régulation optionnelle de position dans l'entraînement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Précision élevée</li> <li>✓ Soulage le processeur PLC</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fonctionnement à 4 quadrants (« régulation de direction »)</li> <li>✓ Distributeur et réservoir inutiles</li> <li>✓ Dynamique très élevée</li> <li>✓ Système très compact</li> <li>✓ Entièrement régénérateur</li> </ul> |

Fig. 1 : Système à régime variable, étape 2 sans option, Source: Siemens, 2016



■ Ing. Dipl. Michael Dolon  
Responsable conception électrique  
m.dolon@masa-group.com



■ Ing. Dipl. (FH) Karl-Josef Hauröder  
Responsable conception mécanique  
k.hauroeder@masa-group.com

Masa dispose d'une grande expérience et du savoir-faire correspondant dans le domaine de l'« Efficacité énergétique dans la production de blocs de béton ». Si cet article a suscité votre intérêt, l'Ing. Dipl. (FH) Michael Dolon (responsable de la conception électrique) et l'Ing. Dipl. (FH) Karl-Josef Hauröder (responsable de la conception mécanique) ainsi que les ingénieurs d'études se tiennent à votre disposition en tant qu'interlocuteurs compétents.

## Pompes hydrauliques

Les systèmes hydrauliques classiques (pompe à cylindrée constante ou variable) utilisent un moteur électrique à régime constant et si nécessaire une bobine (by-pass). En outre, les systèmes classiques se composent d'une simple technique de vannes. Ces systèmes comprennent également les vannes requises pour la commande ou la régulation.

Par contre, les systèmes hydrauliques innovants font appel à la pompe hydraulique (à cylindrée constante ou variable) et à un moteur à régime variable. Le nouveau concept empêche les pertes énergétiques grâce à la mise en œuvre de conduites plus courtes, l'absence de vannes papillons, by-pass et distributeurs, ainsi qu'à une adaptation du régime (puissance = pression \* volume). Comme il y a moins d'énergie convertie en chaleur, on peut de surcroît réduire la puissance frigorifique.

Le schéma de la fig. 1 montre sur base de l'exemple de la pompe à cylindrée constante les différentes étapes de mise en application entre un système à régime constant et un système à régime variable.

Des concepts hydrauliques régénérateurs peuvent être réalisés avec des pompes à cylindrée variable avec moteur à régime variable. Les pertes de chaleur sont réduites et il faut par conséquent moins de puissance frigorifique. Le régime peut être adapté au besoin de puissance.

Autres avantages :

- Il est possible de combiner des vérins différentiels et synchrones.
- Plusieurs vérins de taille différente peuvent être utilisés sur une même pompe.
- Aucun changement du sens de rotation n'est requis pour les manœuvres en avant / arrière.

Le bauma 2016 à Munich était pour Masa l'occasion de présenter le prototype d'une pompe à cylindrée variable. Ce prototype était présenté dans le cadre d'un arrangement expé-

## CURING SYSTEMS SYSTÈMES D'ETUVAGE

**ROTHO**®

www.rotho.de

DESIGNED BY EXPERIENCE · LA PERFORMANCE PAR DÉFINITION

INDIVIDUAL SYSTEM DESIGN · CONCEPTION INDIVIDUELLE

BIG Chamber solution-  
Outdoor or Indoor  
version

Le concept des cellules  
à grande capacité -  
individuelle ou dans un  
hall existant



ROTHO CLIP-IN™  
System - the Original

ROTHO CLIP-IN™  
System - L'originalité

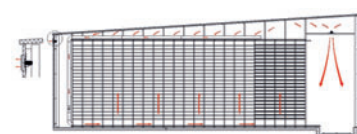


CUSTOMIZED SOLUTIONS · DES SOLUTIONS ADAPTÉES À LA DEMANDE DES CLIENTS



Air Circulation System -  
Control your curing process

Systèmes de brassage d'air  
pour la régulation du process  
de séchage



**ROTHO**

ROBERT THOMAS Metall- und Elektrowerke GmbH & Co. KG  
Hellerstraße 6 · 57290 Neunkirchen / Allemagne  
Téléphone: +49(2735)788-543 · Téléfax: +49(2735)788-559  
www.rotho.de · info@rotho.de

Représentant France

Monsieur Claude Heinrich  
Mobile: +33 607813137  
E-Mail: Claude.HEINRICH@wanadoo.fr

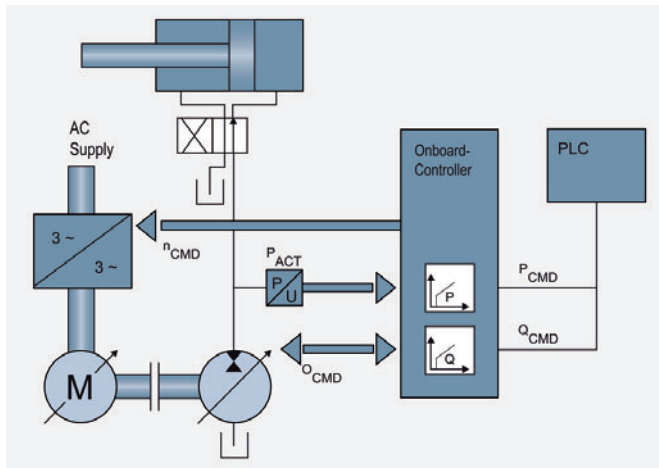


Fig. 2 : Représentation schématique du prototype Masa avec une pompe servant de générateur et une pompe servant de moteur



Fig. 3 : Surveillance de l'efficacité énergétique d'une installation de production de blocs en béton Masa XL au bauma 2016

rimental sur l'installation de production de blocs en béton Masa XL 9.2. Le chariot de remplissage pour le béton de parement (représenté en rouge sur l'écran) et celui pour le béton de corps (représenté en vert) furent manœuvrés 10 fois en avant et en arrière. Si le chariot de remplissage pour le béton de parement était équipé d'un système hydraulique conventionnel, les ingénieurs de Masa avaient doté le (lourd) chariot de remplissage pour le béton de corps du nouveau prototype de pompe à cylindrée variable. La comparaison en temps réel indiqua que selon la vitesse choisie, le prototype Masa permettait une économie d'énergie de quelque 30 % par rapport au système hydraulique conventionnel.

### Technique d'entraînement

Une technique d'entraînement efficace et des systèmes optimisés permettent d'économiser l'énergie et, après une durée correspondante d'amortissement, de l'argent. Les moteurs à rendement optimisé sont en général du modèle directement supérieur à ceux de même puissance mais

d'exécution standard. Les pertes dans le cuivre (pertes par effet Joule) et les pertes dans le fer (pertes magnétiques) peuvent être réduites par une modification de l'utilisation du matériel.

Avec des processus d'enclenchement très fréquents et de brèves durées d'utilisation, ceci peut toutefois avoir un impact négatif sur le bilan énergétique.

### Concepts d'installation intelligents

Une amélioration de l'efficacité énergétique peut également être obtenue avec des concepts d'installation intelligents. L'approche concerne ici le cycle de vie complet de l'installation de production de blocs de béton. Les phases de conception, d'étude et de production d'une installation proposent chacune différents points d'entrée pour agir sur l'efficacité énergétique. Les points-clés du concept d'installation, des composants efficaces et de la récupération d'énergie vont être développés ci-dessous.

### Faut-il remplacer un vieux moteur ?

Un vieux moteur 30 kW affichant un rendement de 85 % - p.ex. le moteur du malaxeur - doit être remplacé par un nouveau moteur. Un moteur IE1 de même puissance présente un rendement de plus de 90 %. Le rendement d'un moteur IE3 se situe à presque 95 %.

Si on remplace le vieux moteur par un moteur IE3 et selon la durée d'utilisation, on atteint des économies d'énergie et d'argent comme suit :

|                                   | Régime de travail<br>1 équipe<br>(5 jours/semaine) | Régime de travail<br>2 équipes<br>(5 jours/semaine) | Régime de travail<br>3 équipes<br>(6 jours/semaine) |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Heures de service (h/année)       | 2.000                                              | 4.000                                               | 7.000                                               |
| Économie d'énergie (kWh/année)    | 5.200                                              | 10.400                                              | 18.200                                              |
| Économies d'argent* (euros/année) | 780                                                | 1.560                                               | 2.730                                               |

\* Base pour le prix du courant : 15 ct/kWh avec impôts et contributions, hors TVA



# masa

Milestone to your success.

## Nos solutions au service de votre succès.



[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)

Avec ses composants et installations complètes, Masa couvre la fabrication des matériaux dans tous les groupes importants de l'industrie des matériaux de construction: blocs en béton, bordures, dalles en béton, éléments en silico-calcaire et en béton cellulaire.

Les solutions techniques nécessaires sont projetées, construites, adaptées individuellement et réalisées par Masa. Ceci signifie pour nos clients: un fournisseur, un interlocuteur, un responsable.

Masa GmbH  
Masa-Str. 2  
56626 Andernach  
Germany  
Phone +49 2632 9292 0  
Service Hotline +49 2632 9292 88

Masa GmbH  
Werk Porta Westfalica  
Osterkamp 2  
32457 Porta Westfalica  
Germany  
Phone +49 5731 680 0

[info@masa-group.com](mailto:info@masa-group.com)  
[service@masa-group.com](mailto:service@masa-group.com)  
[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)

Masa - made in Germany.



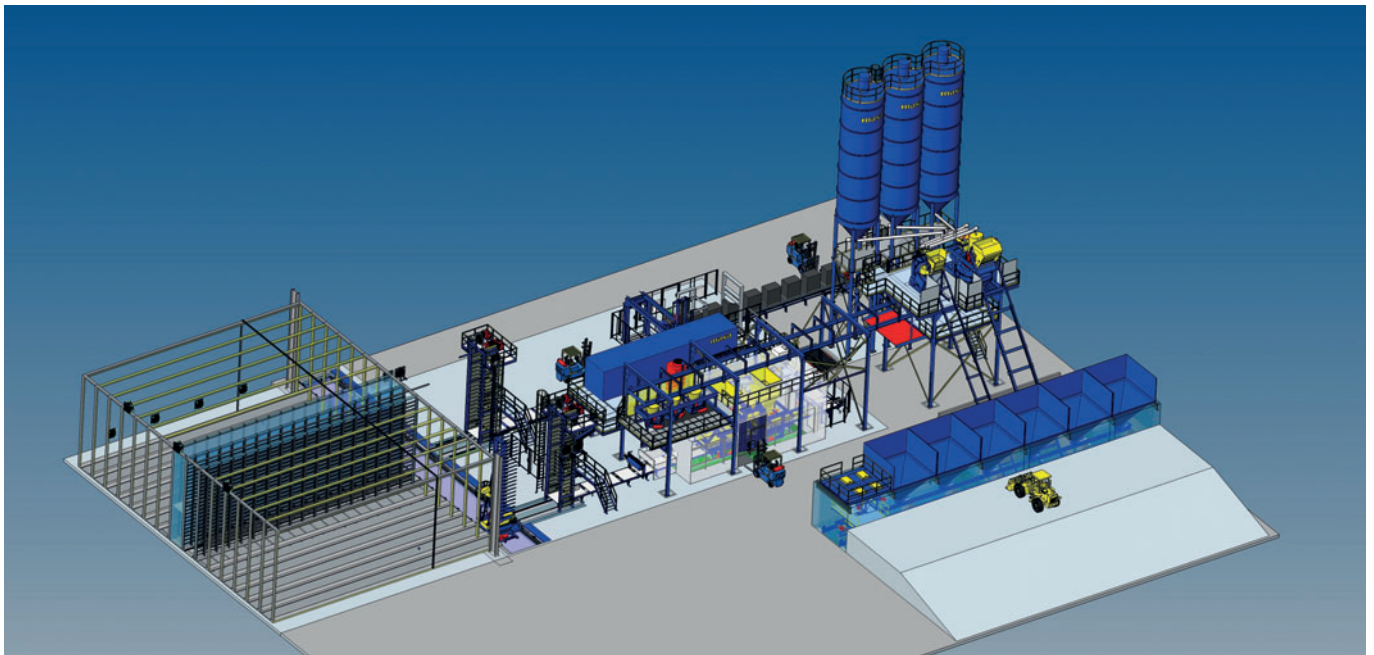


Fig. 4 : Concept d'installation Masa : efficacité énergétique optimisée grâce au trajets courts pour la distribution d'énergie

### Concept d'installation

Outre la sélection de la bonne source d'énergie (air, huile, courant), l'aménagement spatial des différents composants de l'installation contribue tout aussi largement à l'optimisation de l'efficacité énergétique. Des trajets courts pour la distribution d'énergie sont tout aussi importants que des brèves distances pour les conduites hydrauliques et pneumatiques. Masa a par conséquent développé plusieurs aménagements standard qui permettent d'optimiser précisément ces trajets.

Le conteneur Powertainer de Masa avec les armoires de distribution des différentes zones de l'installation présente un positionnement central. Le pupitre de commande hydraulique se trouve à proximité directe de l'installation de production de blocs en béton. En outre, des trajets courts sont prévus pour le flux de matériaux (p.ex. les matières premières). En plus de l'aménagement spatial optimisé pour les composants, le concept d'installation intelligent tient également compte du dimensionnement optimal des entraînements utilisés car le meilleur rendement se situe dans la plage nominale.

### Composants efficaces

Pour la sélection des composants à mettre en œuvre, Masa s'est également concentrée sur un accroissement de l'efficacité. Pour cette raison, on utilise si possible des moteurs électriques ou des entraînements hydrauliques efficaces. Les entraînements pneumatiques ne sont utilisés que pour des applications subordonnées (p.ex. racloir sur le chariot de remplissage).

Pour les transmissions primaires, on utilise si possible des courroies crantées ou des chaînes avec rendement optimal (96-98 %). Les engrenages à rendement élevé comme p.ex. les engrenages coniques (env. 98 %) sont privilégiés. Par ailleurs, la réduction du poids des composants à manœuvrer joue un rôle non négligeable.

### Récupération d'énergie

De l'énergie est libérée lors du freinage d'un entraînement. Cette énergie peut en théorie être réinjectée dans le réseau de distribution ou être utilisée par d'autres entraînements. Il existe plusieurs approches à cet égard :

- **Commande de moteurs intelligente**  
Les mouvements qui génèrent de la puissance régénératrice alimentent des entraînements qui nécessitent de la puissance motrice. Masa a déjà implémenté cette solution avec succès pour l'emballage. D'autres possibilités imaginables ici seraient l'ascenseur et le descenseur, l'élévateur de bennes sur le malaxeur et tout autre dispositif de levage. Par exemple, l'ascenseur nécessite une énergie d'env. 12 kWh pour 200 cycles à l'heure. Cette valeur peut être considérablement réduite si l'ascenseur et le descenseur fonctionnent en

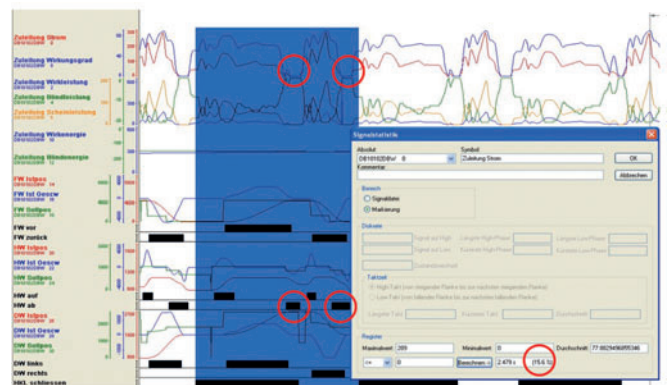


Fig. 5 : On distingue nettement au sein du cycle d'emballage les deux points de fonctionnement où aucune puissance n'est prélevée dans le réseau. Le dispositif de levage se déplace à ces instants de manière régénérative vers le bas. Ceci correspond à environ 15 % du temps de cycle.

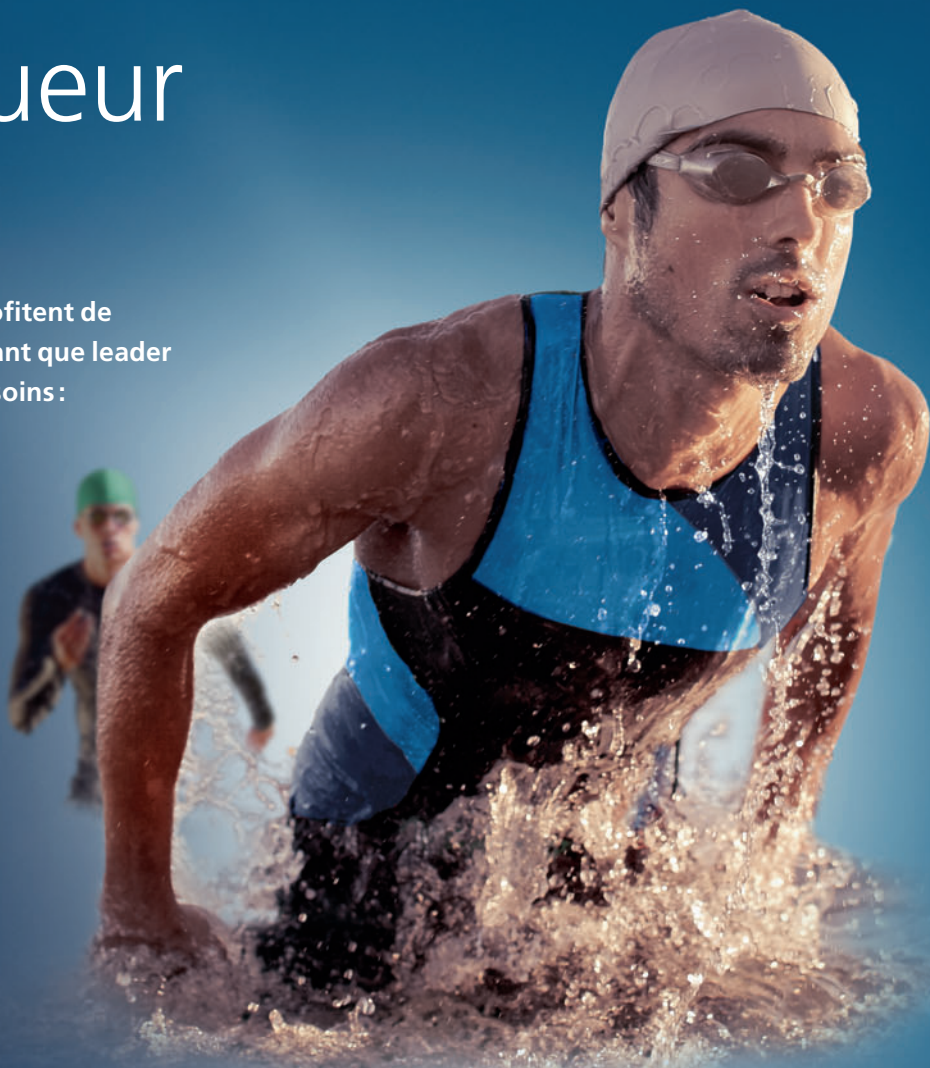


# Une longueur d'avance.

Quand la qualité et la précision profitent de plus de 55 ans de savoir-faire. En tant que leader mondial, nous connaissons vos besoins :

- ✓ transfert maximal des vibrations
- ✓ grande rentabilité
- ✓ performance immuable
- ✓ durabilité et résistance maximales
- ✓ surfaces précises et planes
- ✓ résistance extrême aux chocs

**WASA** – Performance maximale et flexibilité



## **WASA UNIPLAST® ULTRA**

Planche haute performance en plastique pleine masse renforcé de fibres de verre. Stabilité et capacité de charge renforcées. Transfert maximal des vibrations pour une excellente durabilité, même dans les conditions les plus extrêmes.

## **WASA TECBOARD®**

Planche haute technologie pour produits béton lourds et sensibles à la flexion. Un poids plume grâce à sa structure alvéolaire innovante. Extrêmement robuste grâce à des armatures en acier supplémentaires. Puces RFID aisément incorporables.

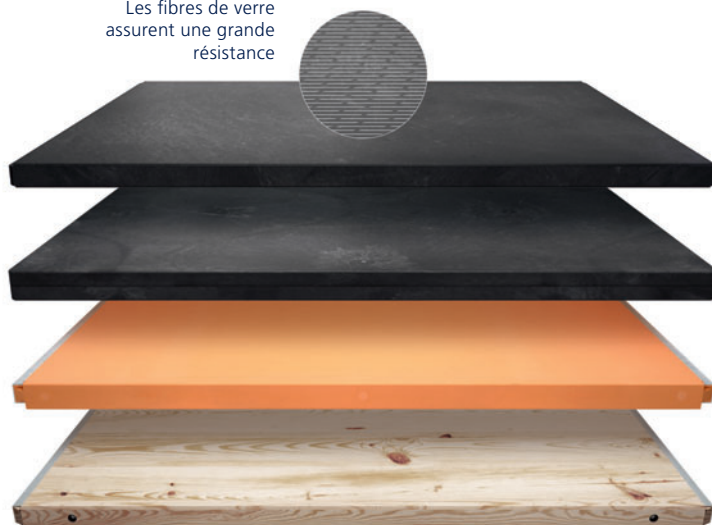
## **WASA WOODPLAST®**

Symbiose entre plastique haute performance et planche en bois tendre. Revêtement polyuréthane extrêmement solide et incassable. Grande flexibilité comparable à une planche en bois dur.

## **WASA SOFTWOOD**

Surface entièrement poncée et imprégnée avec des tasseaux à imbrication et collage multiples. Tiges filetées et écrous autobloquants pour une grande stabilité et une longue durabilité.

**Intérieur robuste**  
Les fibres de verre assurent une grande résistance



même temps et l'énergie libérée du descenseur est utilisée pour les mouvements de levage.

- **Convertisseurs de fréquence régénérateurs**  
La mise en œuvre de convertisseurs de fréquence régénérateurs permettrait de réinjecter l'énergie libérée par les freinages dans le réseau du client.
- **Réseau d'axes des convertisseurs de fréquence**  
Un réseau intelligent d'axes des entraînements commandés par convertisseur de fréquence permet un échange d'énergie entre les différentes fonctions connectées. Masa exploite cette technologie p.ex. pour la vibration avec réglage d'amplitude et pour l'emballage (Cuboter Masa).

### Concepts de commande intelligents

Une commande d'installation intelligente peut optimiser le bilan énergétique. La règle de base est la suivante : l'énergie n'est consommée que si elle est requise. Les temps de veille sont à éviter. Il faut activer le mode d'économie d'énergie, il faut exploiter les profils de mouvements économisant l'énergie. Avec par exemple des pompes hydrauliques, une réduction du régime ou du volume lors des temps de service et de veille se remarque dans le bilan énergétique car la puissance absorbée augmente selon le carré du régime pour les applications de pompes et de ventilateurs. Si la pression hydraulique est ramenée à la valeur strictement nécessaire, on peut économiser de l'énergie car  $W=Q \cdot \Delta p$ , c.-à-d. le produit du débit et de la différence de pression.

Masa crée les conditions pour une commande d'installation intelligente avec son logiciel de commande d'installation (Masa Fast Factory Automation Service Tools). L'installation est pilotée avec un seul logiciel qui permet de réaliser un concept de données global. Ceci permet des mouvements intelligents et optimisés sur le plan énergétique.

### Profils de mouvements économisant l'énergie

Au sein du processus de production des blocs de béton, certains composants comme p.ex. l'emballage (Cuboter Masa) doivent se repositionner sans cesse. La possibilité la plus rapide pour atteindre une position donnée est le profil de mouvement triangulaire.

Ceci est toutefois défavorable sur le plan énergétique. L'énergie requise se compose de l'énergie cinétique  $W = \frac{1}{2} m \cdot v^2$  et du travail le long d'une distance  $W = F \cdot s$ . Comme la distance reste constante, seule la vitesse peut varier selon le temps de cycle. La vitesse présente une relation au carré par rapport au travail.  $\frac{1}{2}$  de vitesse correspond ainsi à  $\frac{1}{4}$  de consommation d'énergie. Un exemple à cet égard est l'adaptation du temps de cycle pour le transport de retour / côté sec à celui de l'emballage. Si l'emballage présente un temps de cycle de p.ex. 15 secondes, il serait énergétiquement parlant parfaitement insensé de piloter le dispositif de transport selon un temps de cycle plus court et de le laisser attendre pour l'emballage.

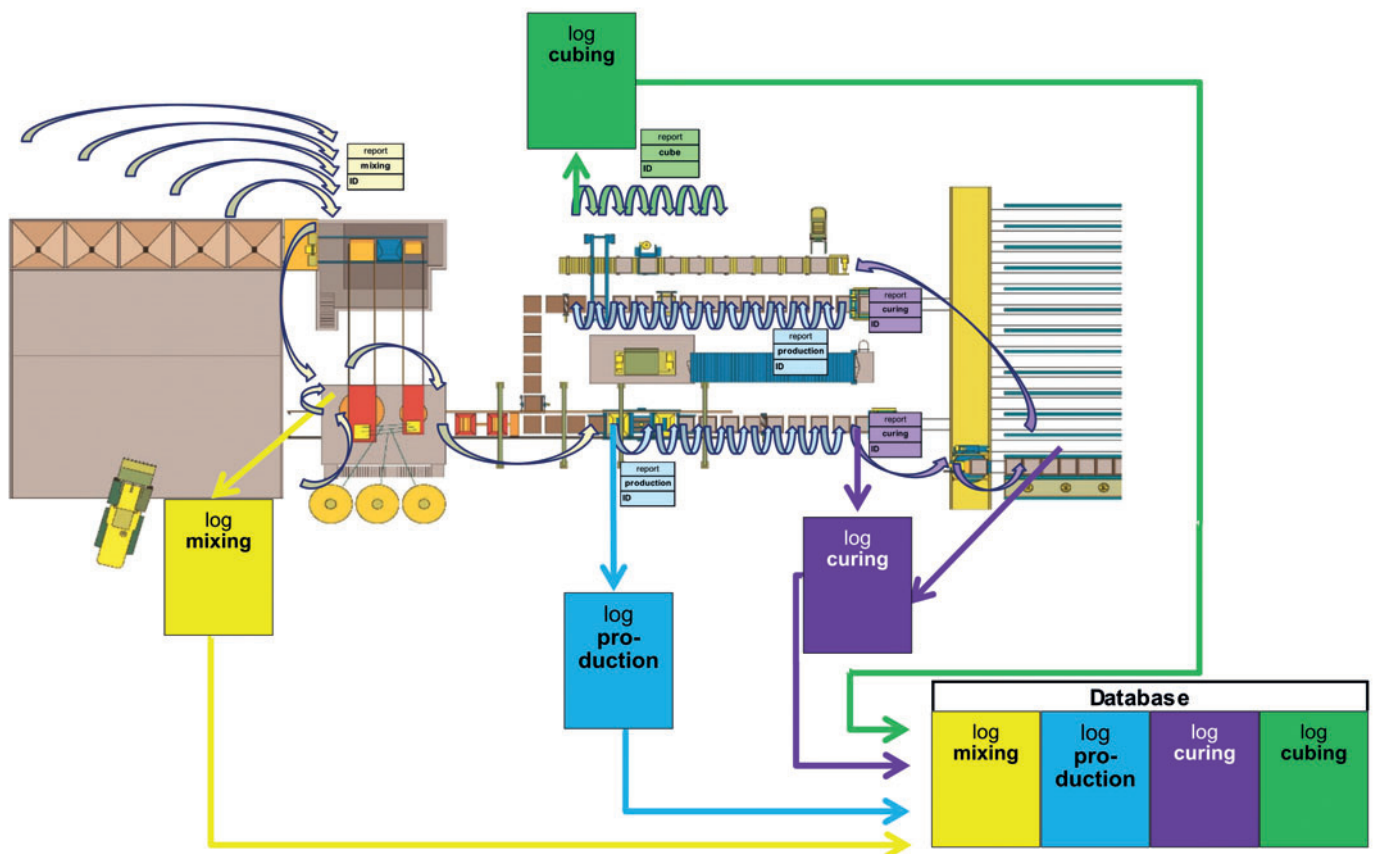


Fig. 6 : Masa crée les conditions pour une commande d'installation intelligente avec son logiciel de commande d'installation (Masa Fast Factory Automation Service Tools).

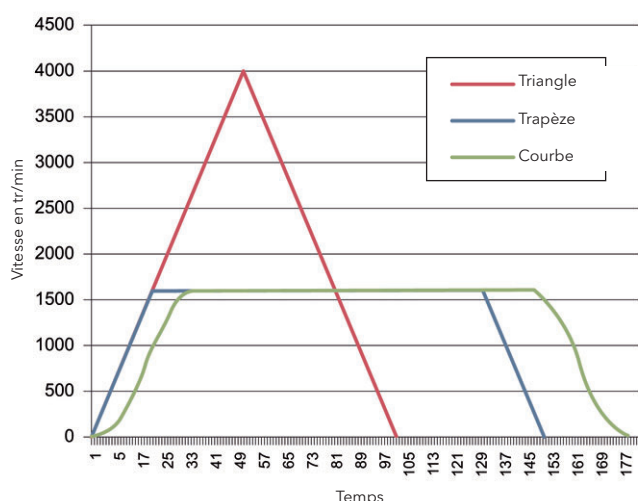


Fig. 7 : Diagramme « vitesse / temps »

Dans une étape suivante, les séquences de mouvements peuvent être optimisées en coordonnant les mouvements entre eux. Pour l'emballage (Cuboter Masa), l'utilisation d'une commande de trajectoire intelligente a permis d'optimiser la courbe de déplacement : les mouvements ont été coordonnés de manière qu'à partir du profil initial de déplacement via les points d'angle, on obtienne une courbe avec des rayons calculés. Cette courbe est calculée à partir des hauteurs d'empilage (= hauteurs variables de prélèvement et de dépôt) et des perturbations / obstacles à contourner. Ceci débouche sur le diagramme course - temps optimal pour un mouvement harmonieux. L'arrondi des rampes dans le diagramme course - temps entraîne un mouvement plus en douceur et permet en outre d'économiser davantage d'énergie. Pour les fortes accélérations, les moteurs doivent fournir plus de puissance, ce qui s'accompagne d'une consommation accrue et de plus de chaleur de dissipation.

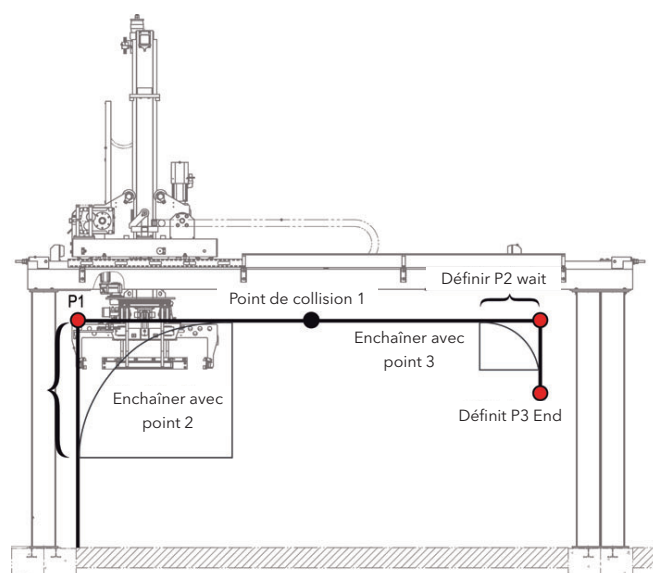


Fig. 8 : Séquence de mouvements optimisée du Cuboter Masa

### Perspectives : le Cuboter de Masa

Masa est déjà bien armée avec l'emballage nouvelle génération, le Cuboter Masa. Grâce aux commandes Moviaxis optimisées, les déplacements se font de manière dynamique et harmonieuse. Le Cuboter présente une capacité de charge élevée sur des longues distances. Il est efficace sur le plan énergétique, optimisé sur le plan du coût d'exploitation et de construction robuste. La capacité de surcharge élevée des convertisseurs de fréquence a permis de réduire considérablement la puissance assignée. Dans le cadre de l'arrangement expérimental, un temps de cycle moyen de 9,6 s fut réalisé et la consommation d'énergie était de 5,615 kW/h. ■



Fig. 9 : Un temps de cycle de 9,6 secondes a été réalisé avec l'arrangement expérimental



Grâce à Masa, tous les lecteurs de PBI ont la possibilité de télécharger cet article en version pdf. Veuillez consulter le site internet [www.cpi-worldwide.com/channels/masa](http://www.cpi-worldwide.com/channels/masa) ou scanner le code QR avec votre smartphone pour accéder directement à ce site internet.



### AUTRES INFORMATIONS

**masa**

Milestone to your success.

Masa GmbH  
Masa-Straße 2  
56626 Andernach, Allemagne  
T +49 2632 92920  
F +49 2632 929212  
[info@masa-group.com](mailto:info@masa-group.com)  
[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)