



White Paper

# Optimisation du flux de produit sur la ligne de conditionnement

Les systèmes de distribution de conditionnement qui prélèvent les produits alimentaires solides sur les machines à mouler, remplir et souder (FFS) comprennent généralement des convoyeurs à gâchette, des convoyeurs pondéraux d'alimentation et des peseuses associatives qui alimentent des machines à mouler, remplir et sertir verticales ou horizontales. En comprenant l'interaction de ces composants et en considérant le système dans son ensemble, les processeurs peuvent optimiser le rendement de la machine FFS en maintenant parallèlement la plus haute qualité de produit et en facilitant les opérations.

Ce livre blanc étudie la relation physique entre la machine FFS et l'équipement en amont. Nous examinerons les signaux d'appel analogiques par rapport aux numériques, l'alimentation par vagues par rapport à l'alimentation stable, le débit massique par rapport au débit volumétrique, les gâchettes proportionnelles par rapport aux gâchettes standard, les systèmes de contrôle intégrés, etc. L'objectif consiste à aider les processeurs d'alimentation à optimiser leurs opérations de conditionnement en sélectionnant des machines qui fonctionnent harmonieusement en système et en intégrant les contrôles de sorte que les machines communiquent harmonieusement.

Les processeurs d'alimentation sous forme de snack sont sans doute confrontés à la situation la plus épineuse lorsque des systèmes d'applications d'assaisonnement intégrées sont ajoutées à la ligne et que des conditionnements de petite taille sont produits aussi rapidement que la ligne le permet. En revanche, les avantages apportés par l'intégration complète du système de distribution concernent tous les types de processeurs. Que l'entreprise conditionne des snacks ou des produits de boulangerie, des céréales, des confiseries, du fromage râpé, des produits frais, des fruits et légumes surgelés, des noix, de la volaille, des fruits de mer ou des aliments pour animaux domestiques dans des sacs souples, les mêmes considérations existent en termes d'optimisation de la ligne.

### Machines à mouler, remplir et souder

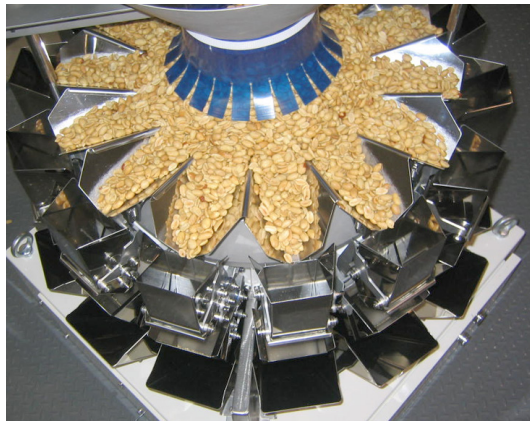
Une machine de conditionnement à mouler, remplir et souder verticale (VFFS) ou horizontale (HFFS) constitue le fondement du système de distribution du conditionnement. La préférence du processeur pour un style de sac et le niveau de rapidité souhaité pour la ligne justifient le choix d'un type de machine FFS par rapport à un autre et les machines en amont et en aval doivent le compléter. L'objectif de la ligne de conditionnement est l'optimisation du rendement de la machine FFS car la quantité de sacs produits vendables affecte directement le résultat du processeur.



La machine FFS doit dérouler du film et réaliser une bonne soudure, avec des mâchoires qui maintiennent la température, le temps de pose et la pression corrects pendant que le produit remplit chaque sac à un rythme qui optimise la ligne. Ainsi, la réussite de l'opération dépend partiellement de la capacité de l'équipement en amont à délivrer la quantité idéale de produit à la FFS, à la vitesse parfaite, et en assurant la séparation nécessaire entre les charges de produit qui permettent aux mâchoires de souder correctement sans interférence du produit compromettant la qualité de la soudure.

Pour ce faire, la machine FFS et la peseuse en amont sont intégrées - la machine FFS est l'élément « maître » du système car sa demande de produit contrôle l'équipement en amont.

Pour la plupart des produits alimentaires solides, une peseuse associative, souvent appelée peseuse radiale combinée, est utilisée conjointement à une machine FFS en raison de sa rapidité, de sa précision et de sa fiabilité.



### Peseuses associatives

L'objectif de la peseuse associative consiste à délivrer des charges de produit à la machine FFS selon le poids idéal et à la vitesse qui permet à cette machine d'optimiser son rendement tout en réalisant une séparation parfaite entre les charges de produit pour que les mâchoires de la machine FFS soudent correctement. La peseuse est « asservie » à la machine FFS.

La vitesse de la machine FFS, le poids et le volume de produit à conditionner, ainsi que les autres caractéristiques physiques du produit sont les facteurs utilisés pour déterminer quelle peseuse multi-têtes est idéale pour l'application. Le nombre de godets, leur taille et la configuration des toboggans peuvent varier considérablement selon l'application.

Idéalement, la vitesse de la peseuse doit être légèrement plus rapide que celle de la machine FFS, afin que cette dernière ne soit jamais à court de produit. La machine FFS envoie un signal à la peseuse multi-têtes lorsqu'elle est prête à accepter la charge de produit suivante. Généralement, une séparation de 100 microsecondes entre la limite arrière de la charge de produit et la limite avant de la charge suivante suffit, quel que soit le temps d'arrêt nécessaire pour obtenir une bonne fermeture.

Idéalement, la vitesse de la peseuse doit être légèrement plus rapide que celle de la machine FFS, afin que cette dernière ne soit jamais à court de produit. La machine FFS envoie un signal à la peseuse multi-têtes lorsqu'elle est prête à accepter la charge de produit suivante. Généralement, une séparation de 100 microsecondes entre la limite arrière de la charge de produit et la limite avant de la charge suivante suffit, quel que soit le temps d'arrêt nécessaire pour obtenir une bonne fermeture.

La peseuse multi-têtes est également appelée peseuse radiale combinée. Elle utilise plusieurs godets en combinaison pour obtenir le poids total souhaité. Par exemple, si le poids ciblé est de 100 grammes, la peseuse choisit plusieurs godets dont la combinaison est égale à 100 grammes. En règle générale, la peseuse choisit entre 3 et 5 godets combinés. L'ordinateur de la peseuse examine constamment le poids des godets individuels à la recherche de la combinaison parfaite.

La suralimentation de la peseuse multi-têtes en chargeant trop de produit se solde par un moindre nombre de combinaisons de godets sur la peseuse. Cela affecte sa capacité à réaliser le poids total parfait, ce qui est néfaste à la précision du poids. La sous-alimentation de la peseuse exige davantage de godets en combinaison pour obtenir le poids total, ce qui est néfaste pour la vitesse du système, car du temps est nécessaire aux godets pour se remplir avant de redevenir disponibles. La vitesse comme la précision de la chaîne de conditionnement affectent le rendement et, à terme, le résultat d'exploitation.

Une meilleure vitesse et une meilleure précision de pesée sont généralement obtenues avec une peseuse multi-têtes équipée d'un plus grand nombre de godets, car davantage de combinaisons potentielles sont disponibles pour obtenir le poids de charge total parfait. En revanche, les investissements plus élevés associés avec une peseuse plus puissante forcent la plupart des processeurs d'alimentation à envisager des compromis, à sélectionner une peseuse qui réalise un équilibre optimal, puis à augmenter l'efficacité de l'équipement.

C'est pourquoi l'alimentation de la peseuse selon le rythme approprié exerce un effet direct sur l'efficacité de la peseuse et par conséquent, sur le rendement de la machine FFS. La conception des anneaux et des entonnoirs d'alimentation ainsi que des plateaux d'alimentation linéaire contribuent à présenter une cascade continue de produit à chaque godet. C'est pourtant la relation entre la peseuse et le tamis d'alimentation de la peseuse en amont qui contrôle au final le débit de produit vers la peseuse. Meilleure est l'intégration entre la peseuse et le convoyeur vibrant d'alimentation pondéral de cette dernière, meilleur est le résultat de la machine FFS.

### Convoyeurs vibrants pondéraux d'alimentation

Les convoyeurs vibrants pondéraux d'alimentation sont des convoyeurs vibrants spécialisés qui sont équipés d'entraînements mécaniques ou électromagnétiques. Alors que le mouvement horizontal peut être utilisé pour alimenter les peseuses, les convoyeurs vibrants présentent l'avantage de répartir et de lisser le produit uniformément sur le plateau, améliorant ainsi l'alimentation. L'objectif de ce convoyeur vibrant consiste à alimenter uniformément la peseuse afin qu'elle ne soit jamais suralimentée ni sous-alimentée.

La relation la plus basique entre la peseuse et le convoyeur vibrant fait appel à l'entonnoir d'alimentation de la balance comme dispositif d'alimentation et un capteur de pesage ou un capteur optique de niveau sur le cône supérieur de la peseuse, qui envoie un signal numérique de marche/arrêt au convoyeur vibrant d'alimentation pondéral en amont, selon les besoins. Cette méthode d'intégration, appelée « plop et drop » ou « alimentation par vagues » est loin d'être optimale. Cette stratégie extrêmement inefficace a tendance à suralimenter la peseuse au début puis à la sous-alimenter avant remise en marche, affectant négativement la précision et la rapidité et entraînant un impact très négatif sur le rendement de la machine FFS. Malheureusement, cette méthode d'alimentation de la peseuse est largement utilisée.

Heureusement, les processeurs disposent de plusieurs options pour optimiser l'alimentation et le fonctionnement de la peseuse, qui augmentent l'efficacité de la machine FFS et au final la rentabilité, en fournissant un flux stable de produit depuis le convoyeur vibrant pondéral d'alimentation selon le débit approprié.

L'une des méthodes pour y parvenir consiste à utiliser un capteur de pesage ou un capteur optique sur le cône supérieur de la peseuse pour envoyer un signal analogique au convoyeur vibrant pondéral d'alimentation, en fonction du poids ou de la hauteur de produit sur ce même cône. Le signal analogique accélère ou ralentit le débit de produit provenant du convoyeur vibrant pondéral d'alimentation. Ce concept est destiné à maintenir un poids constant ou une hauteur constante de produit sur la peseuse. De légers changements de vitesse peuvent être nécessaires pour s'adapter aux



changements de masse volumique du produit. Le maintien d'un poids constant ou d'une hauteur constante de produit disponible sur le cône supérieur de la peseuse assure une bonne distribution de produit à chaque godet, ce qui a pour effet d'optimiser les poids et la vitesse.

Une amélioration supplémentaire, appelée contrôle du débit volumétrique, intègre le signal analogique de la peseuse avec un capteur optique sur le convoyeur vibrant pondéral d'alimentation, qui surveille le volume de produit et contrôle le convoyeur de distribution en amont pour alimenter le convoyeur vibrant pondéral d'alimentation avec une quantité spécifique de produit. Les sacs étant remplis selon le poids plutôt que le volume, le débit volumétrique peut être amélioré, en particulier lorsque la densité du produit varie.

La méthode la plus précise pour obtenir un flux stable s'appelle le contrôle de débit massique. Elle intègre le signal analogique de la peseuse avec un capteur de pesage sur le convoyeur vibrant pondéral d'alimentation, qui surveille le poids de produit et régule le convoyeur de distribution en amont pour alimenter le convoyeur vibrant pondéral d'alimentation avec la quantité parfaite de produit.

Le débit de produit entre le convoyeur vibrant en amont et le convoyeur vibrant pondéral d'alimentation est régulé par une gâchette standard ou une gâchette proportionnelle. Les gâchettes standard s'ouvrent et se ferment simplement. Les gâchettes proportionnelles permettent une ouverture variable et contrôlent mieux la quantité de produit s'écoulant vers la phase suivante. L'utilisation d'une gâchette proportionnelle en amont du convoyeur vibrant pondéral d'alimentation offre une méthode idéale pour contrôler le débit de produit. Les processeurs d'alimentation sous forme de snacks qui utilisent un tambour d'assaisonnement entre le convoyeur vibrant et la peseuse adoptent souvent le débit massique et les gâchettes proportionnelles, car ces systèmes maintiennent les rythmes d'alimentation les plus constants, nécessaires à l'assaisonnement le plus homogène.

### Convoyeurs vibrants de distribution

Les convoyeurs vibrants de distribution transportent le produit entre la ligne de transformation et les convoyeurs vibrants pondéraux d'alimentation. Généralement, chaque ligne de transformation conduit à un système de distribution qui comporte plusieurs convoyeurs vibrants et gâchettes et qui déchargent le produit sur plusieurs convoyeurs vibrants pondéraux d'alimentation, chacun d'entre eux alimentant une peseuse et une machine FFS. Selon le type de convoyeur vibrant de distribution utilisé, la configuration du système et les contrôles, l'efficacité de la ligne et la qualité du produit sont toutes deux affectées à ce stade.

Le convoyeur vibrant de distribution peut être un convoyeur vibrant conventionnel ou à mouvement horizontal. Les convoyeurs vibrants à mouvement horizontal conviennent idéalement pour



de nombreux aliments fragiles, assaisonnés, enrobés et surgelés en raison du transport délicat, silencieux et hygiénique qu'ils assurent. Les deux types de convoyeur peuvent être équipés de gâchettes coulissantes standard, basculantes, pivotantes ou à contrôle proportionnel pour décharger le produit sur l'équipement en aval.

Si le convoyeur vibrant pondéral d'alimentation en aval est équipé de capteur - soit un capteur optique qui surveille la profondeur de produit ou un capteur de pesage

qui mesure son poids - chaque gâchette du convoyeur vibrant de distribution peut être contrôlée pour délivrer la quantité idéale de produit à chacun des convoyeurs vibrants pondéraux d'alimentation. Les systèmes de distribution peuvent s'appuyer sur les données des convoyeurs vibrants d'alimentation à contrôle volumétrique ou débit massique ou sur des capteurs optiques uniques pour contrôler les gâchettes.

Sur les lignes les plus basiques dotées du moindre nombre de capteurs et les moins intégrées, si la machine FFS tombe en panne, son signal provoque un effet en cascade sur les systèmes asservis et les arrête. Toutefois, cette ligne de base est incapable de faire des ajustements plus modestes pour compenser les changements constants de débit de la ligne. Les systèmes qui fonctionnent de cette façon peuvent souvent être identifiés par l'état de suralimentation de la première peseuse de la ligne, qui étrangle la peseuse, diminue la précision des remplissages et peut provoquer la rupture des sacs, suivie par des peseuses successives sous-alimentées qui réduisent le rendement de ces machines FFS.

Sur les lignes plus sophistiquées et plus intégrées, chacune des machines FFS contrôle sa peseuse, qui contrôle son convoyeur vibrant pondéral d'alimentation, qui contrôle la gâchette du système de distribution, de sorte que chaque machine est optimisée individuellement comme en association. Chacune des machines FFS peut fonctionner à différents rythmes, produire des sacs de tailles différentes et le convoyeur vibrant de distribution ouvre et ferme chaque gâchette pour décharger la quantité exacte de produit à chaque convoyeur vibrant pondéral d'alimentation pour optimiser toutes les peseuses ainsi que le rendement en termes de sacs vendables produits par chacune des machines FFS.

### Ajout d'un tampon

Pour optimiser l'efficacité de la ligne et la qualité du produit, le système de distribution doit accueillir un débit constant de produit en provenance de la ligne de transformation, même lorsqu'une machine FFS est en panne. Pour ce faire, le produit peut être remis dans le circuit ou accumulé.

S'il est important de conditionner le produit le plus frais, comme c'est le cas pour de nombreux snacks, produits de volaille et fruits de mer surgelés, la remise dans le circuit est déconseillée car le produit est susceptible de parcourir le circuit à de nombreuses reprises, conduisant à l'emballage et à l'expédition de produit de second choix. Pour ces produits, l'accumulation est préférable.

Le produit peut être accumulé de différentes manières, à différents points le long de la ligne. Si le convoyeur vibrant de distribution est à mouvement horizontal permettant de contrôler la direction du flux, le convoyeur proprement dit peut servir au stockage comme à la distribution. La vitesse de fonctionnement des convoyeurs de distribution peut également faire office de tampon pour le flux de produit. Sinon, un système de stockage dynamique sur tapis ou en bac peut être ajouté à la ligne pour fournir un stockage en vrac. Dans certaines applications, des zones sélectionnées le long de la ligne de transformation peuvent accumuler le produit sans conséquence négative sur sa qualité. Par exemple, un congélateur peut accumuler le produit sans nuire à sa qualité, alors que c'est impossible dans le cas d'une friteuse.

### Systèmes de contrôle

Chacune des machines dispose de son propre système de contrôle. Entre autres, la machine FFS contrôle à quelle vitesse elle déroule le film ainsi que le temps de pause, la température et la pression des mâchoires de soudage ; la peseuse contrôle le poids par charge ; le convoyeur vibrant pondéral d'alimentation contrôle le rythme d'alimentation du produit et le convoyeur vibrant de distribution contrôle ses gâchettes et les débits de produit. La clé pour optimiser la performance de la ligne consiste à relier ces machines indépendantes de sorte qu'elles communiquent avec les autres pour améliorer l'efficacité du système.

Sur une ligne de conditionnement entièrement intégrée avec contrôles intégrés, une modification sur une machine ou un point d'entrée d'une interface utilisateur déclenche automatiquement tous les ajustements nécessaires sur les autres machines de la ligne. Si une machine FFS tombe en panne, l'équipement en amont s'ajuste automatiquement pour s'adapter et continue à optimiser l'efficacité de la ligne en tenant compte de la situation. Lorsqu'une machine FFS change d'un sac de 14 grammes pour un sac de 14 onces, un point d'entrée sur une interface homme-machine (IHM) modifie tous les composants sur la ligne.

Généralement, ce haut niveau d'intégration est réalisé par l'intermédiaire d'un automate programmable au niveau du système de distribution. Au besoin, les données peuvent être introduites dans un réseau SCADA afin que le système soit accessible à partir de n'importe quel ordinateur du réseau. En outre, le réseau peut être programmé pour alerter le personnel par smartphones, tablettes, e-mails et/ou messages textuels quant à la performance et à l'état des machines et du système.

### Conclusion

L'optimisation d'une ligne de conditionnement apporte de nombreux avantages. L'optimisation du résultat de chaque machine FFS en termes de produit vendable et l'élimination des pertes de produit en réalisant des conditionnements de poids précis se reflète directement dans les résultats d'exploitation. Le maintien d'une haute qualité du produit favorise la fidélité des clients et faciliter les opérations diminue les besoins de formation et contribue au fonctionnement de la ligne à performance optimale.

Le choix d'un équipement bien dimensionné, qui traite un produit spécifique et assure le conditionnement voulu ne représente que le début de l'intégration d'une ligne de production extrêmement efficace. Pour optimiser le conditionnement, les processeurs d'alimentation - ou leurs intégrateurs - doivent comprendre l'interaction des composants et considérer la ligne selon une approche holistique plutôt que comme des machines distinctes reliées. L'intégration complète des contrôles représente un coût initial plus élevé, qui est toutefois rapidement récupéré grâce aux augmentations de l'efficacité globale de l'équipement (OEE) et au rendement accru de la machine FFS qui produit des sacs vendables.



---

#### Publié par :

© Key Technology, Inc.

☎ 509.529.2161

150 Avery Street

✉ [product.info@key.net](mailto:product.info@key.net)

Walla Walla, WA 99362

[www.key.net](http://www.key.net)