

**EXPERTISE :** Comment faire écouler du vrac ?

# le Journal du **VRAC**



**RETS EN VRAC**



**ON S'OCCUPE DE VOS  
PRODUITS QUELLE QUE  
SOIT LEUR FORME**

CLASSIFICATION GRANULOMETRIQUE



SCALPAGE



**LARGE CHOIX DE GAMME DE MACHINES**

**ÉQUIPEMENT SUR MESURE**

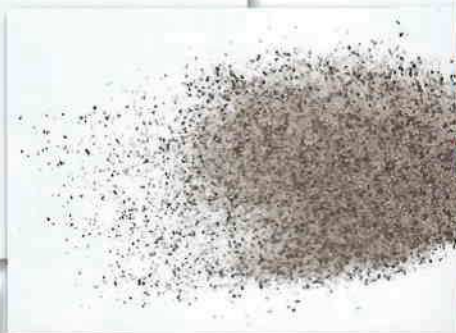
**ENVIRONNEMENT**

**ERGONOMIE**

**SÉCURITÉ**

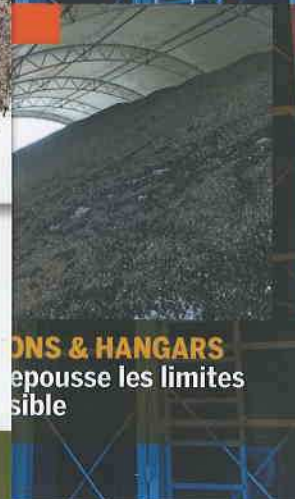
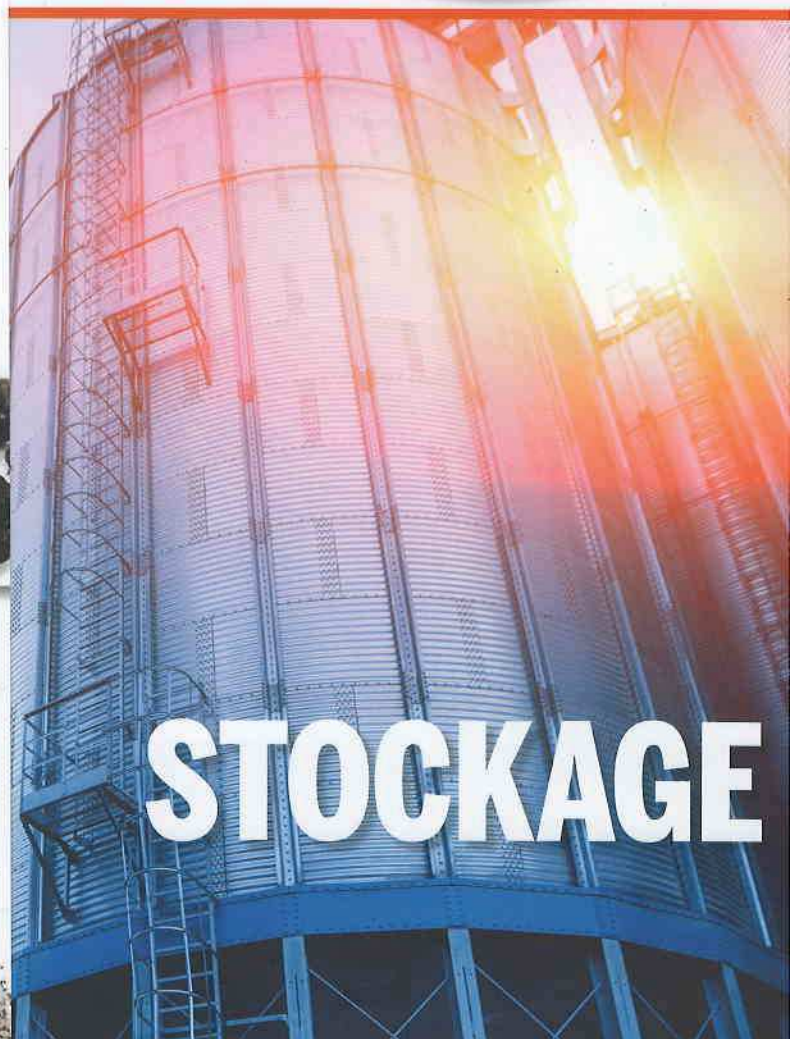
**ATEX**

CRIBLAGE



**CRIBLAGE**

TAMISAGE



**CONES & HANGARS**  
épousse les limites  
possibles



**APPLICATION**

**POSTE DE CHARGEMENT**  
PSE: livraison d'une passe-  
relle à abattant chez Nyrstar



La société VAL.i.d. propose des équipements industriels pour l'aide à l'écoulement des matériaux en vrac et pulvérisés stockés dans les silos ou trémies. Christian Dalmasso, Ingénieur conseil chez VAL.i.d., nous partage ici son expertise et présente les différents avantages du canon à air VAL'can.



## DÉCOLMATAGE DE SILOS ET ENTRETIEN DES SECTIONS DE PASSAGE DANS LES CONDUITS

# CANON À AIR VAL'CAN : LE CHOC ÉCOLOGIQUE

La mise en œuvre de vibrateurs peut aider sur des silos de dimensions réduites et qui acceptent l'application de vibrations. Leur principal inconvénient réside dans la réponse de la masse à la fréquence vibratoire qui lui est appliquée. En effet, si l'on veut une bonne efficacité, il faudrait pouvoir faire entrer les parois en résonance sur la fréquence propre de l'ensemble, ou au moins une de ses harmoniques. Or, au fur et à mesure des variations de niveau du produit ensilé, cette fréquence se modifie et on ne peut pas placer de systèmes de détection qui permettraient de faire varier la fréquence de l'appareil pour s'adapter à cette évolution. Du moins, pas sans engager des budgets disproportionnés. Pour tenter de compenser, on a souvent recours à des appareils plus puissants qu'il n'est nécessaire et cela conduit fréquemment à des ruptures de soudures. Dans tous les cas de figure, quel que soit le système mis en œuvre, il faut impérativement s'assurer qu'il n'entre en fonction que lorsque les orifices d'extractions sont ouverts. À défaut, c'est le tassement de matière assuré produisant exactement l'effet inverse de celui recherché à l'origine.

centres de tri, chantiers de déconstruction). Hétérogènes sont également la granulométrie, la densité apparente, la porosité, l'humidité, la pression mécanique ou ambiante ainsi que la forme et la rugosité.

Un seul caillou est à considérer comme une charge isolée. Une centaine de cailloux de même taille devient du vrac. On n'aura donc affaire à du vrac qu'à partir du moment où le nombre de constituants sera tel qu'il est impossible de mettre l'ensemble en mouvement sans avoir recours à un conteneur.

Parmi les caractéristiques du vrac, celle qui apparaît en priorité est la formation d'un cône lorsque les matières sont déposées sur une surface. Ce cône a un angle précis et répétitif pour des conditions données. C'est l'angle de talus, d'autant plus vertical que la matière concernée est cohésive. Ce paramètre aisément observable est le résultat des caractéristiques précitées qui sont à l'origine de la formation de voûtes dans les silos et trémies.

### EXPANSION ET/OU DYNAMIQUE DIRECTIONNELLE

La mise en œuvre de canons sur des silos est destinée à détruire les points d'appuis de ces voûtes pour rétablir l'écoulement. On va donc libérer le tir dans la masse en provoquant son expansion à l'aide de la masse d'air et sa déstabilisation par l'onde de choc résultant de la vitesse d'éjection.

Le cas des parois d'échangeurs et gaines est différent. Il s'agit de débarrasser les parois d'un dépôt plus ou moins solide, généralement généré par les turbulences et les variations de vitesse d'écoulement. Ici l'expansion n'est pas le paramètre souhaitable. En revanche, ce qui va agir sera la masse d'air projetée directionnellement à une vitesse que nous avons mesurée à 420-450 m/sec, soit presque une fois et demie la vitesse du son. À de telles vitesses, l'air passe en régime dit « non compressible » et va se comporter sur la matière comme un marteau. Il est accompagné d'une onde de choc qui se propagera de façon sensiblement sphérique. C'est le « bang sonique » perçu lors du passage de certains avions militaires ou dans toute explosion. Le son se transmettant en moyenne à 320 m/sec, si l'on provoque une

Dans ce domaine, VAL.i.d. a choisi la solution « Canon à air », qui semble couvrir la plus large palette de problèmes que l'exploitant peut rencontrer. De surcroît, ce choix s'est accompagné d'une réflexion en termes d'économie d'énergie et d'augmentation de performances.

### APPLICATIONS

Le canon à air s'adresse prioritairement aux industries incluant un processus de manutention de matériaux en vrac. On distingue principalement deux applications différentes :

- Le décolmatage des silos et trémies ;
- Le nettoyage des parois d'échangeurs, de refroidisseurs et de gaines.

### DÉFINITION DU VRAC

Mais qu'est-ce au juste que le vrac ? Un ensemble de constituants issus d'un produit ou mélange de produits de composition déterminée (carrières, cimenteries, mines) ou totalement hétérogène (stockages de combustibles de substitution,

Il n'est plus nécessaire d'attirer l'attention sur les problèmes générés par la formation de voûtes ou les dépôts et croûtes dans les conduits d'échangeurs. Il existe quelques parades à l'efficacité plus ou moins prouvée. Le coup de marteau sur la base du cône du silo, encore trop fréquemment mis en pratique, a une efficacité pour le moins limitée, conduit à des dommages sur les parois et, en raison d'une accessibilité douteuse, peut provoquer des chutes du personnel. Les interventions d'opérateurs sous les extractions de silos ont trop souvent eu pour résultat des accidents irréversibles. Et que dire des accidents survenus lors de ringardages de cyclones à haute température ? L'industrie a élaboré des moyens de plus en plus performants pour résoudre ces problèmes mais chaque système a ses limites qu'il importe de bien connaître.

### LIMITE DES SYSTÈMES EXISTANTS

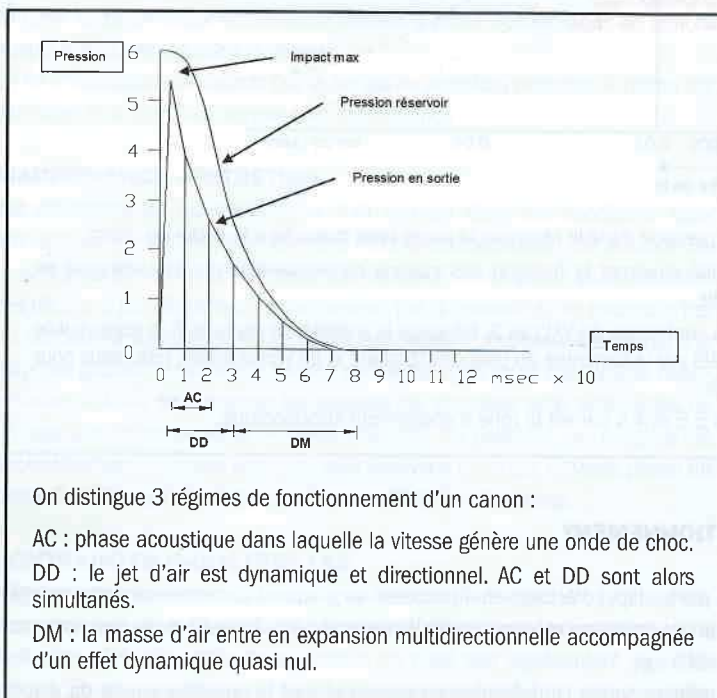
Les vibropercuteurs remplacent assez bien le coup de marteau mais se limitent à des applications de contrainte moyenne sur des volumes restreints. La

surpression qui traverse la masse d'air à une vitesse supérieure, la transmission de l'information n'a pas lieu et il en résulte un choc acoustique.

Certes, après une certaine distance l'air va s'expanser et revenir à son état d'origine, mais aidé en cela par l'effet déstructurant de l'onde choc, il aura produit son effet jusqu'à une certaine distance que l'on souhaite la plus importante possible.

Dans leurs versions conventionnelles, les canons libèrent à chaque tir le volume du réservoir en totalité. La chute de pression rapide fera également chuter la vitesse de sortie qui, en dessous d'un certain seuil, repassera en régime compressible et de ce fait ne produira plus qu'un effet mécanique décroissant rapidement, ni l'onde de choc associée. La poursuite de la vidange du réservoir ne présente aucun intérêt, sauf dans des cas particuliers de matériaux très légers.

La zone réellement intéressante se situe donc dans la partie haute de la courbe pression/vitesse. Pour un canon de diamètre de sortie DN100 couplé à un réservoir de 50 litres, cette zone correspond sensiblement au premier tiers du volume libéré. Notre but était donc d'interrompre la libération de l'air le plus rapidement possible et de conserver le volume non utile dans divers buts que l'on va examiner ci-après.



## POSSIBILITÉS DU VAL'CAN.2

L'appareil VAL'can.2 est conçu pour interrompre le tir avant d'entamer la phase DM inutile dans l'immense majorité des applications.

Il offre ainsi deux possibilités :

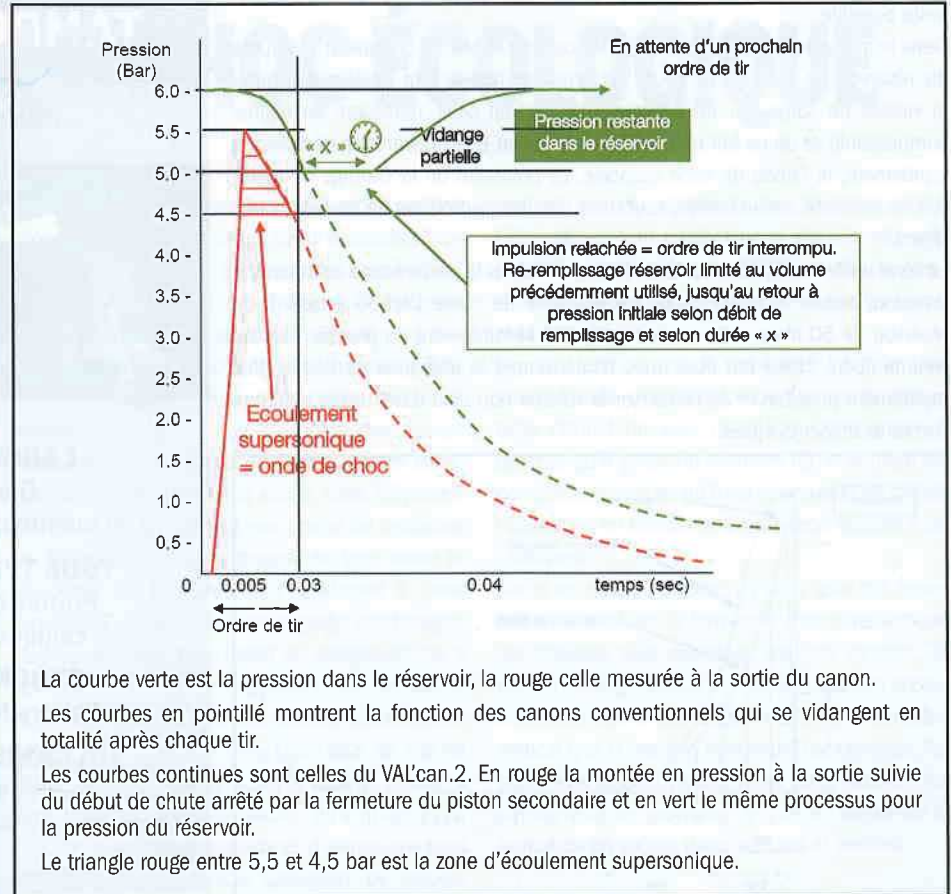
- **Un seul tir, dit économique**, qui ne consommera qu'environ 30 % du gaz stocké et permet un remplissage plus rapide (d'autant plus important si l'on utilise un gaz neutre comme l'azote). Ce tir se situe donc dans la phase DD. Par exemple, une cimenterie exploitant une centaine de canons de 50 litres à 6 bar déclenchés toutes les 15 minutes pendant 300 jours d'exploitation passera de 860 000 à 260 000 mètres cube annuels.

- **Plusieurs tirs consécutifs**. Possibilité, en fonction du volume du réservoir utilisé, de déclencher plusieurs tirs à de courts intervalles. En effet, le volume libéré par chaque tir ne représente pas une chute de pression mais bien un volume déterminé. Sur un 50 litres, on passera de 6 à 4,5 bar, soit quasiment 30 % donc 15 litres utiles, et on pourra déclencher un second tir efficace quasi immédiatement. Mais si l'on utilise une capacité de 100 litres, ce premier tir



utilisera 15 % de la capacité totale et la pression résiduelle permettra dès lors de réaliser quatre ou cinq tirs consécutifs. L'intérêt de ceci réside, pour un silo, dans la pénétration plus importante dans

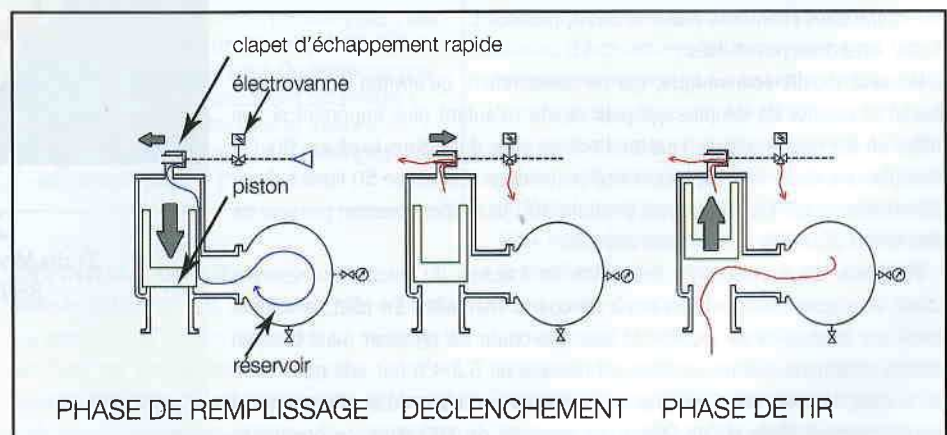
la masse et, pour les échangeurs, le nettoyage de la surface du premier tir permet aux tirs suivants d'aller plus loin sans être déviés par des résidus. L'action s'en trouve largement améliorée.



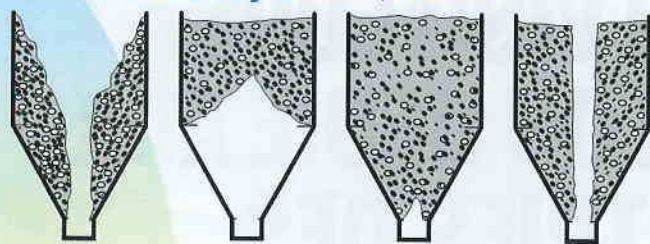
### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

**Remplissage** : l'air afflue par le clapet d'échappement accéléré en plaquant la membrane sur son siège, passe dans la chambre amont du piston et vient remplir le réservoir jusqu'à équilibre de pression avec le réseau. L'appareil est prêt à agir.

**Déclenchement** : l'électrovanne coupe l'arrivée d'air du réseau et met la chambre amont du clapet d'échappement accéléré à l'air libre. La membrane, repoussée par la pression interne, recule et libère à son tour le volume d'air contenu dans la chambre amont du piston. Dans le VALcan.2 un piston



## Types de colmatages en silos, cyclones, tremies



Entonnoir    Voûte haute    Voûte basse    Cheminée

secondaire stoppe l'évacuation du volume amont du piston qui est alors repoussé en fermeture par la pression d'une chambre de réserve (configuration non illustrée sur le schéma ci-contre).

**Tir :** Sous l'effet de la pression interne s'exerçant sur une section annulaire de sa base, le piston recule brutalement libérant la pleine section de sortie pour la masse d'air contenue dans le réservoir.

En fin d'évacuation, un ressort (ou la remise en pression) repousse le piston sur son siège et la phase de remplissage recommence.

### MAINTENANCE - ENTRETIEN

Les opérations de maintenance se font souvent dans des conditions environnementales difficiles, soit pour des raisons d'accessibilité, soit à cause de la présence de nuisances diverses. Le VALcan.2 a été pensé pour simplifier ces tâches. Il est alimenté en air seulement par le réservoir et en électricité par un connecteur sur l'électrovanne. Après avoir placé l'obturateur intégré dans le corps en position « sécurité », fermé l'alimentation en air et déconnecté l'électrovanne, il suffit de démonter les boulons du couvercle pour avoir accès en un seul bloc au mécanisme de déclenchement. On peut dès lors ramener cet ensemble dans un endroit approprié pour intervenir ou, le cas échéant, placer un mécanisme complet de rechange s'il y a urgence de dépannage.

### CONTRAINTES INDUSTRIELLES

À l'heure actuelle, les améliorations apportées ont, à de rares exceptions près, placé tous les appareils existants sur un pied d'égalité en termes d'impact. Il vaut mieux éviter le terme de puissance qui n'est pas représentatif de l'effet produit. En effet, la vitesse de sortie et la pression restant les mêmes, l'effet acoustique conservera les mêmes caractéristiques et la pression dynamique également.

Il reste donc deux paramètres sur lesquels on peut agir. D'abord le choix de l'implantation : un appareil mal positionné ne remplira pas la mission attendue. Par exemple, placé trop haut dans un silo, son impact ne franchira pas l'épaisseur de matière responsable du blocage. Et, à l'inverse, placé trop bas, l'énergie libérée agira dans un volume non contraint, sans effet sur la masse compactée. Le conseil et l'expérience de spécialistes en la matière sont donc indispensables. L'une des améliorations innovantes de ces dernières années est donc bien le VALcan.2 qui, pour une même efficacité, assurera une économie substantielle en énergie ou qui, grâce à sa capacité de tir répétitif, augmentera la portée active du tir.

Article proposé par Christian Dalmasso,  
Ingénieur conseil chez VAL.i.d.