

# Le Journal du VRAC

N°74

Process et Manutention des poudres, granuleux et pulvérulents

## Application

Azur Pellets : les granulés de bois en plein boom



## Bilan

Powtech : 9% de fréquentation en plus



## Expertise

Comment obtenir un échantillon représentatif ?



**TRAFICS PORTUAIRES SOUTENUS  
PAR LA BONNE SANTÉ CÉRÉALIÈRE**



PM Filtes  
devient PM Filtration



Broyeurs  
concasseur



# Comment obtenir un échantillon représentatif ? *Partie 1/2*

*« Je dois analyser 200 grammes de produit, mais j'ai un bateau de 50 000 tonnes. Comment dois-je procéder ? » Cette question est un bon point de départ pour expliquer à quoi correspond l'échantillonnage ; elle est surtout essentielle pour 2 raisons majeures : elle démontre la difficulté pour obtenir un échantillon représentatif issu, soit du process, soit d'une grande quantité de produit (d'un bateau, train, etc.) mais également l'importance de l'échantillonnage, pour la qualification du produit (optimisation de la production, de la mine, vérification de la qualité du produit).*



## 1 - Pourquoi échantillonner ?

S'il s'agit de ne récupérer que quelques grammes pour l'analyse, un simple système de diverteur, vanne, by-pass ou autre devrait suffire. Mais la principale problématique de l'échantillonnage réside dans l'énorme disproportion entre la taille de l'échantillon et la taille du lot de matière. Quelques centaines, voire dizaines de grammes de matière vont « qualifier » la totalité du lot de matière, qui est parfois de plusieurs centaines, voire de milliers de tonnes. Mais qu'appelons-nous « lot de matière » ? Il s'agit de la masse totale de matière dont on souhaite obtenir un échantillon en vue d'analyse. Généralement, un lot de matière est à considérer pour une analyse. Par exemple, si on souhaite effectuer une analyse sur un bateau de 50 000 tonnes, le lot de matière à considérer est de 50 000 tonnes. Il serait de 25 000 tonnes si on souhaitait réaliser deux analyses. Il en va de même dans un flux continu de 2 000 t/h : si on souhaite une analyse par heure, le lot est de 2 000 tonnes, alors

qu'il serait de 10 000 tonnes, si l'on souhaite une analyse toutes les 5 heures. Dans le cas de la réception d'un navire, des résultats de l'analyse effectuée découleront la garantie de conformité entre les caractéristiques demandées et la matière réceptionnée. Les enjeux commerciaux sont alors considérables. Dans le cadre d'un process de fabrication, les résultats de l'analyse vont permettre d'agir sur les différents paramètres de marche de l'usine. Mais comment quelques centaines voire dizaines de grammes de matière peuvent être représentatifs de 16 000 tonnes ? N'oublions pas que les résultats des analyses basés sur ces échantillons vont avoir des implications majeures soit dans le process, soit dans la qualification du produit. En effet, dans le cas du déchargement d'un bateau, les analyses se basent sur l'échantillon afin de vérifier la conformité des caractéristiques du produit par rapport à la commande. Les conséquences commerciales qui en découlent peuvent être sérieuses. Au cours d'un process continu, ces analyses vont permettre d'optimiser la production et d'améliorer la qualité du pro-

duit. La principale difficulté réside donc dans la disproportion entre la masse de l'échantillon et la masse du lot complet. Ainsi, quelques grammes de produit doivent représenter des centaines ou des milliers de tonnes. Mais alors pourquoi ne pas récupérer quelques grammes de matière par l'intermédiaire d'un simple système diverteur, vanne, by-pass ou autre ? Pour en comprendre la raison, il faut expliciter les notions « d'homogénéité » et « d'hétérogénéité ».

## 2 - Notions « d'homogénéité » et « d'hétérogénéité ».

Une définition essentielle est à prendre en compte : un flux ou une matière sont considérés comme étant homogènes, si toutes les particules sont strictement identiques. Mais cela est-il possible dans les faits ? Il apparaît évident que l'homogénéité est impossible dans les industries extractives, minérales, agro-alimentaires, etc., cela pour des raisons naturelles d'hétérogénéité.

Il existe deux types d'hétérogénéité : l'« hétérogénéité de constitution et

l'« hétérogénéité de distribution ». L'hétérogénéité de constitution » est inhérente à la composition de chaque fragment. Cette hétérogénéité est soit « intra-fragment », dans la mesure où chaque fragment peut contenir plusieurs minéraux, soit inter-fragments, car les fragments peuvent être différents les uns des autres. Plus les fragments sont différents entre eux, plus l'hétérogénéité de constitution est élevée. L'hétérogénéité de distribution dépend de la façon dont les différents fragments sont répartis dans le lot de matière. Plus la différence de composition ou de densité entre fragments, ou groupes de fragments, est élevée, et plus l'hétérogénéité de distribution est élevée. Du fait de l'existence de ces hétérogénéités, nous devons considérer que la matière ne peut être homogène. L'échantillonnage doit donc permettre d'obtenir un nombre restreint de particules, qui doit représenter rigoureusement le lot de matière dont il est issu. En d'autres termes, il doit permet-

tre d'obtenir des échantillons représentatifs.

Un lot est constitué d'un grand nombre de fragments, différents les uns des autres. L'échantillonnage consiste à sélectionner un nombre beaucoup plus réduit de fragments, en conservant le plus rigoureusement possible la proportion de chaque catégorie. Cependant, plus grand sera le nombre de particules sélectionnées, plus grande sera la probabilité de se rapprocher de la composition du lot. C'est pourquoi la théorie de l'échantillonnage fait appel au calcul statistique. L'échantillonnage n'est pas une simple opération de manutention de produit ; il doit mettre en œuvre différentes théories, connaissances et respecter certaines normes. Les conséquences d'un échantillon non représentatif peuvent être désastreuses.

Les hétérogénéités qui viennent d'être listées sont considérablement aggravées par les moyens de manutention. Chaque système de convoyage créé une « ségré-

gation » dans la distribution des particules. Voici deux exemples fréquents dans les industries travaillant avec des produits en vrac.

#### a. Le cas du convoyeur à bande

Lorsque de la matière est convoyée par une bande de convoyage, le mouvement ainsi que les vibrations, génèrent une classification granulométrique des particules. Les fines particules qui pouvaient être réparties de manière homogène dans la matière se fraient un chemin entre les particules plus grosses et viennent donc se concentrer sur la partie basse, au contact de la bande. Les grosses granulométries, quant à elles, sont souvent reléguées sur les extrémités. Il existe donc une première classification granulométrique en fonction des paramètres évoqués. Si maintenant on se positionne à la jetée de la bande de convoyage, la vitesse du convoyeur à bande va communiquer à chaque particule une certaine

## La réponse aux produits difficiles...

**Extraction des produits stockés dans des silos de 2 à 20 m de diamètre. Débit assuré jusqu'à 500t/h**

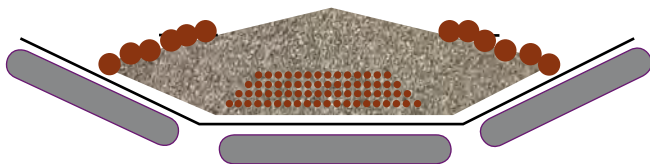




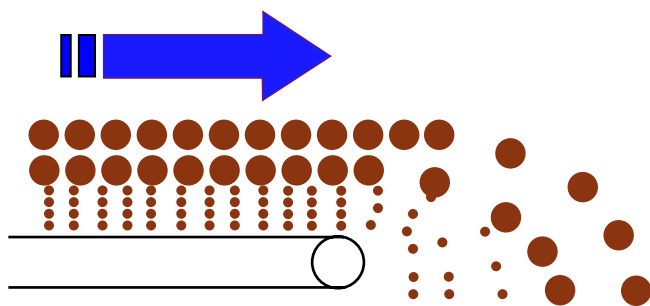

**france  
EXTRACTEURS S.A.**

B.P. 82 - 27, Quai du Drac - F 38602 FONTAINE Cedex - Tél 04 76 53 17 82 -  
 Fax 04 76 27 36 46 - E-Mail : France.Extracteur@wanadoo.fr  
 Visitez notre site Internet : <http://www.france-extracteurs.com>

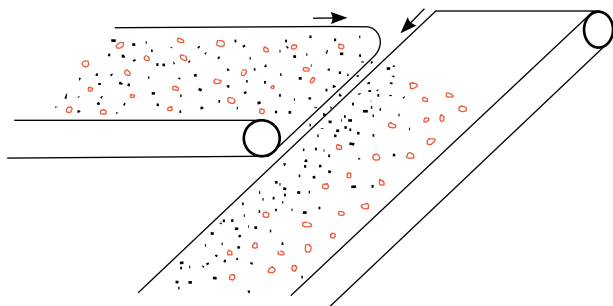
énergie cinétique. Plus les particules sont grosses, plus elles auront une énergie cinétique importante et seront donc projetées plus loin que les fines particules. Une nouvelle ségrégation vient d'être créée.



Répartition granulométrique sur la bande de convoyage.



Répartition granulométrique à la jetée d'un convoyeur à bande.



Le phénomène de projection des grosses particules, dû à l'énergie cinétique créée par la vitesse du convoyeur, s'aggrave lorsque les bandes de convoyage se succèdent les unes aux autres.

Nous pouvons donc affirmer que sur une bande de convoyage ou à sa jetée, l'hétérogénéité de distribution est considérable.

### b. le cas de la goulotte verticale

En fonction de diverses forces et contraintes exercées sur la matière (résistance de l'air, turbulences générées par le flux, forme du flux à l'entrée de la goulotte, etc.) et en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques (courbe granulométrique, densité, forme) les particules vont subir une classification. Une fois de plus, le flux de matière n'est donc pas homogène et

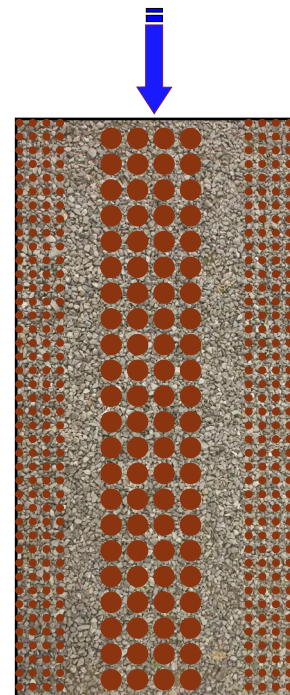
l'hétérogénéité de distribution élevée. Il est fréquent de constater que les grosses particules sont situées au centre de la goulotte et les fines en périphérie comme le montre le schéma ci-contre :

La matière et le flux de matière sont donc à considérer comme étant hétérogènes.

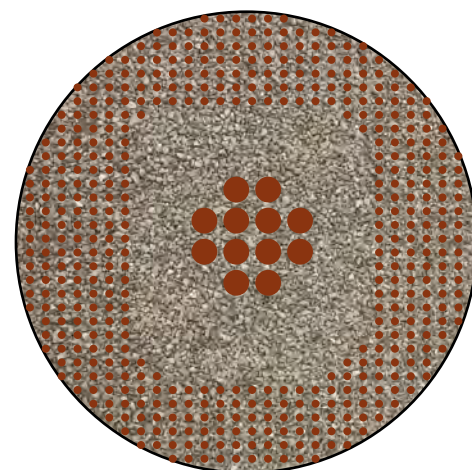
### 3 - Conséquences directes de l'hétérogénéité de la matière

La matière étant donc considérée comme hétérogène, l'opération d'échantillonnage en devient plus complexe. En effet, l'objectif de l'échantillonnage étant d'obtenir une quantité de matière très faible en rapport de la taille du lot, comment sélectionner les particules, de manière à ce que l'échantillon final soit représentatif ?

L'échantillonnage est destiné à apprécier les qualités d'un lot considéré dans son ensemble (teneur en certains constituants, distribution granulométrique, humidité, etc.) Du fait de l'existence de plusieurs formes d'hétérogénéité, il n'est pas facile de faire coïncider ces qualités dans le lot et dans l'échantillon. Pour que les caractéristiques du lot et de l'échantillon soient aussi proches que possible deux règles s'imposent. L'échantillon doit tout d'abord contenir un nombre suffisant de particules, ce qui signifie que si l'échantillon est formé de particules grossières, le poids de l'échantillon sera élevé. À l'inverse, si les fragments sont fins, le lot pourra être représenté de façon satisfaisante par une masse réduite. Deuxième règle, les prélèvements des fragments qui vont constituer l'échantillon doivent être effectués rigoureusement au hasard. Tous les fragments doivent avoir une égalité de chance d'accéder à l'outil de prélèvement. On dit encore que l'échantillonnage doit être équiprobable.



Répartition granulométrique dans une goulotte verticale.



Il en découle une règle absolue : pas d'échantillonnage sans déplacement complet du lot de matière.

Un cas particulier mérite tout de même d'être mentionné celui d'un lot statique comme le tas de matière. Un lot statique présente des hétérogénéités dans l'espace. Par exemple, lors de la constitution d'un tas de matière morcelée en forme de cône, les plus gros fragments ou ceux dont la forme se rapproche le plus d'une sphère auront tendance à rouler à l'extérieur du tas, tandis que les fines resteront au cœur du tas. Il en résulte qu'un échantillonnage effectué en tournant autour du tas favorisera ces gros fragments, et les petits fragments restés au cœur du tas auront une probabilité zéro d'être représentés dans l'échantillon. Ce tas ne pourra être échantillonné que de deux façons : soit au moment de sa constitution en prélevant de la matière à intervalles réguliers, soit en le déplaçant totalement par exemple par pelletage mécanique ou manuel, et en constituant l'échantillon tout au long du déplacement.

#### 4 - Les trois étapes pour l'obtention d'un échantillon représentatif

Pour obtenir un échantillon représentatif, trois étapes essentielles doivent être respectées. La première étape consiste à obtenir une coupe totale du flux de matière. En fonction de cette règle, la prudence s'impose concernant la solution « sur bande ». En effet, son principe de fonctionnement ne permet pas de collecter les fines qui sont situées sur le tapis (au risque de l'endommager) et une erreur peut être provoquée par l'hétérogénéité et la ségrégation. Cette solution ne garantit donc pas de représentativité. La seconde étape, consiste à prendre en considération les normes d'échantillonnage, lorsqu'elles existent. Les normes d'échantillonnage doivent être appliquées, si elles existent pour le produit considéré. C'est le cas pour de nombreux produits. Elles vont indiquer les critères à suivre lors de l'opération d'échantillonnage elle-même : positionnement du préleveur, type de préleveur, masse minimum de l'échantillon élémentaire, fréquence minimum d'échantillonnage, etc. Ces normes permettront d'orienter la conception de l'échantillonneur (largeur de la fente de prélèvement, vitesse de prélèvement, etc.) et d'enseigner comment réduire la masse des échantillons afin de concevoir une tour complète d'échantillonnage. La troisième étape consiste à respecter les connaissances théoriques basées sur les règles de l'échantillonnage. En effet, les normes ne sont pas suffisantes pour la conception d'un échantillonneur. Il convient de suivre également les théories et principes d'échantillonnage, afin de définir la solution la plus adéquate. M. Pierre Gy, l'un des spécialistes les plus renommés, a publié de nombreux ouvrages qui traitent de cette théorie, très connue dans l'industrie minière.

*Suite dans le prochain numéro...*

Vider . remplir . Vider  
**EverBag**<sup>®</sup>  
 Stations de vidange et de remplissage **big bag**  
 Naturellement !

# Vidange et remplissage de big-bag

45700  
 Villemandeur  
 Tél. 02.38.26.54.54  
[www.everbag.fr](http://www.everbag.fr)

www.graff.fr - 02 38 76 83 33

# Le Journal du VRAC

N°75

Process et Manutention des poudres, granuleux et pulvérulents

## Application

Herding : un dépoussiéreur  
Atex sans événement



## Actus

Camfil continue  
son expansion en Europe



## Expertise

Comment obtenir  
un échantillon  
représentatif ? 2/2



**COOPÉRATIVES AGRICOLES : ALLIANCES  
ET INVESTISSEMENTS DANS LES CÉRÉALES**



Sinex Industrie, spécialiste  
en matériel vibrant



Filtration  
de poussières



# Comment obtenir un échantillon représentatif ? *Partie 2/2*

*La première partie de cette expertise, se concentrait sur les grands principes de l'échantillonnage : pourquoi échantillonne-t-on les notions fondamentales d'« homogénéité » et d'« hétérogénéité » (ainsi que ses conséquences), et enfin les trois étapes préconisées pour constituer un échantillon représentatif. Cette seconde partie se concentre sur le choix des outils et la détermination de la solution adaptée selon l'application désirée, avec des exemples illustrés.*

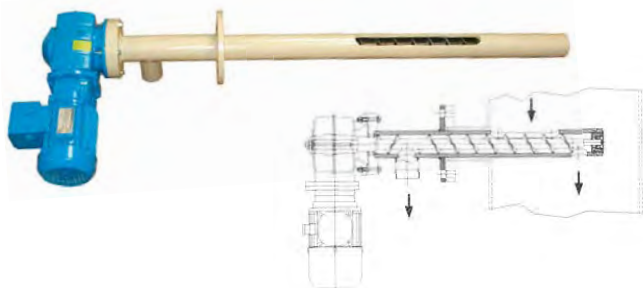


## Différence entre « préleveur d'échantillons » et « échantillonneur »

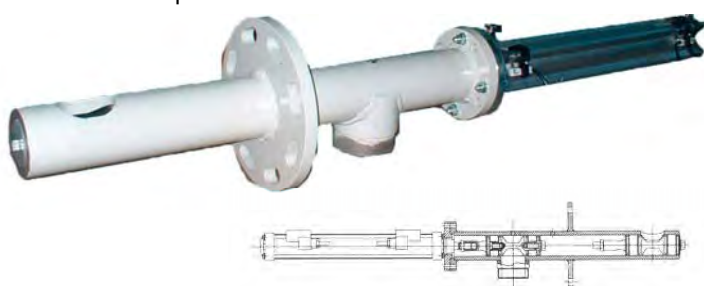
À ce stade, il apparaît important de clarifier la terminologie entre « préleveurs » et « échantillonneurs ». Un préleveur est un dispositif permettant de récupérer de la matière sans en garantir la représentativité. Cela permet d'obtenir ce que l'on appelle des « spécimens ».

### Exemples de préleveurs :

Préleveur à vis :



Préleveur à piston :



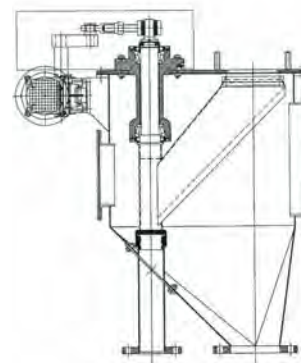
Un échantillonneur est une solution technique permettant d'obtenir des « échantillons » (qui sont par définition représentatifs).

### Exemples d'échantillonneurs :

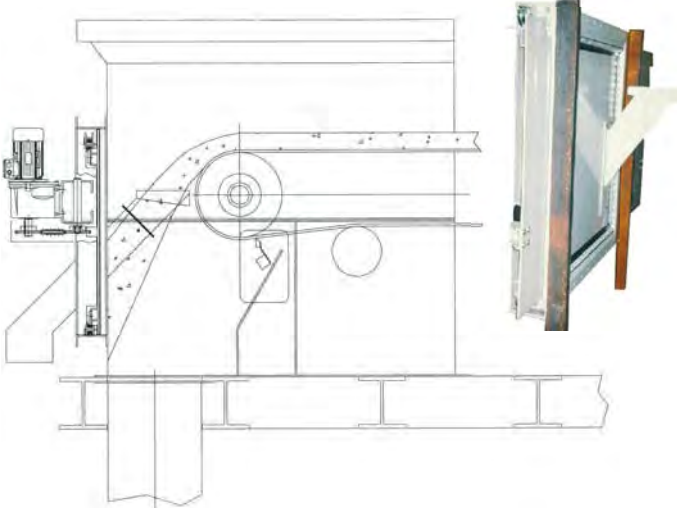
Échantillonneur à godet linéaire :



Échantillonneur à godet rotatif :



Échantillonneur traversier :



### Détermination d'une solution d'échantillonnage

La recherche de la représentativité implique de couper une section complète du flux de matière. Il est donc plus aisé (et parfois obligatoire en fonction des normes) de se positionner dans des goulottes verticales ou les jetées de bande de convoyage. Une fois la localisation de l'échantillonneur validée (jetée de bande

de convoyage, goulotte verticale, etc.), il faut dimensionner l'appareil tout en respectant les normes et théories d'échantillonnage. Le dimensionnement s'effectue en tenant compte de l'application, des caractéristiques du produit et de la norme concernée. En fonction du débit de matière et de la largeur de la fente de prélèvement, il est possible de déterminer la masse récupérée par l'échantillonneur pour un passage. Cette masse alors récupérée constitue un « échantillon élémentaire ». Ces éléments, ainsi que la norme d'échantillonnage, vont déterminer la masse minimale pour chaque échantillon élémentaire. Le nombre d'échantillons élémentaires, quant à lui, est déterminé soit par les théories d'échantillonnage, soit par les normes d'échantillonnage. En fonction de l'application (industrie minière notamment), les échantillons primaires peuvent être très volumineux : quelques centaines de kilogrammes, voire quelques tonnes. Cela est donc incompatible avec les exigences du laboratoire. Ainsi qu'il a été indiqué précédemment, la représentativité d'un échantillon dépend entre autre du nombre de particules qui le composent. Il est donc possible de réduire la taille de cet échantillon à la seule et unique condition de réduire la taille des particules qui le composent (à étudier en fonction des normes et théories, cela uniquement si l'on ne souhaite pas réaliser d'analyse granulométrique). En d'autres termes, nous devons réduire la granulométrie par concassage ou broyage, et cela, uniquement si on ne fait pas d'analyse

**Le Journal du**  
**VRAC**

Le magazine des industries de transformation  
des produits en vrac

**Abonnement**  
**1 an, 6 numéros**  
pour **75 €\***  
au lieu de **84 €**  
**de réduction**

\* Tarif Europe : 85 €

Tous les deux mois, votre rendez-vous  
avec l'actualité technique, économique,  
juridique, les reportages et des dossiers  
thématiques du secteur vrac.

**BULLETIN D'ABONNEMENT** A compléter en majuscules **Le Journal du VRAC**

Carte à retourner avec chèque, sous enveloppe affranchie aux Éditions Fitamant  
BP16 - 29560 Telgruc/Mer

Abonnement France :	Abonnement Étranger :
<input type="checkbox"/> 1 an : 75 € TTC / 2 ans : 143 € TTC Nom : ..... Prénom : ..... Société : ..... Adresse : ..... CP : [ ][ ][ ][ ][ ][ ] Ville : ..... Pays : <input type="checkbox"/> France <input type="checkbox"/> ..... Autre : ..... Tél. : ..... Fax : ..... E-mail : ..... Je règle par : <input type="checkbox"/> Chèque joint à l'ordre aux Éditions Fitamant <input type="checkbox"/> À réception de facture Date : ..... Signature : .....	<input type="checkbox"/> 1 an : 85 € TTC / 2 ans : 170 € TTC <b>Votre effectifs entreprise</b> <input type="checkbox"/> < à 10 <input type="checkbox"/> 10 à 49 <input type="checkbox"/> 50 à 99 <input type="checkbox"/> 100 à 500 <input type="checkbox"/> > à 500 <b>Votre secteur d'activité</b> <input type="checkbox"/> Agro-alimentaire <input type="checkbox"/> Industrie minière <input type="checkbox"/> Nutrition animale <input type="checkbox"/> Ingénierie <input type="checkbox"/> Fonderie & sidérurgie <input type="checkbox"/> Chimie & cosmétique <input type="checkbox"/> Environnement & recyclage <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/> Plastique & caoutchouc <input type="checkbox"/> Verre & céramique <b>Votre fonction</b> <input type="checkbox"/> Chef d'entreprise <input type="checkbox"/> Prescripteur <input type="checkbox"/> Acheteur <input type="checkbox"/> Directeur technique <input type="checkbox"/> Ingénieur <input type="checkbox"/> Chargé d'affaires <input type="checkbox"/> Autres  <div style="text-align: right;"> <p><b>35 %</b> de réduction</p> <p>Cachet de la société (Facultatif)</p> </div>

IDV75

Offre réservée aux nouveaux abonnés. Vous pouvez acquérir séparément les numéros du Journal du Vrac au prix unitaire de 14-€. Votre abonnement peut être pris en compte dans les frais généraux ou le budget formation de votre entreprise. Conformément à la loi « Informatique et libertés » du 6.01.1978, vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à leur transmission éventuelle en écrivant au service abonnement.



granulométrie sur l'échantillon.

Une fois cette opération de réduction granulométrique effectuée, il est alors possible réduire la taille de l'échantillon par une opération de division. Les opérations de réduction granulométriques et de division doivent être intégrées de manière très spécifique. Leur dimensionnement et alimentation doivent entre autres respecter des règles très rigoureuses. Ces étapes peuvent être nécessaires en plusieurs niveaux afin d'obtenir la masse souhaitée. On obtient alors des tours d'échantillonnage complètes. Les échantillons peuvent donc être stockés par la suite dans des flacons, bidons, fûts ou autre. Des carrousels automatiques de stockage permettent une autonomie importante en stockant plusieurs de ces récipients.

**Exemples de diviseurs d'échantillons :**



Exemple de diviseur à cône avec broyeur



Exemple de diviseur à plateau vertical

**Exemples de stockage des échantillons :**



Stockage des flacons d'échantillons par carrousel de stockage

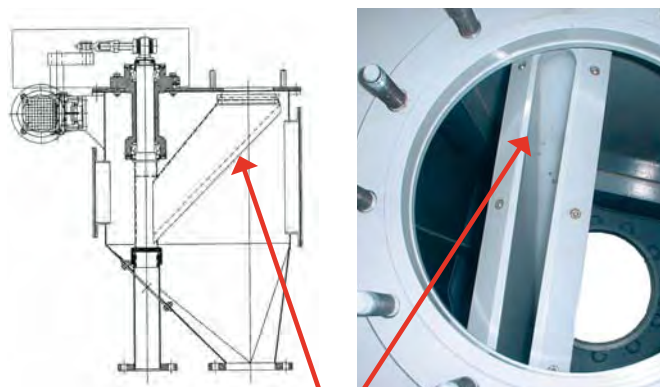
**Quelques illustrations...**

**Dans une chute verticale de matière :**

Positionné entre brides, l'échantillonneur à godet rotatif est généralement composé d'un corps en acier doux et d'une cuillère de prélèvement. D'autres constructions sont également possibles.

La cuillère de prélèvement est dimensionnée en fonction des caractéristiques du produit à échantillonner (granulométrie, angle d'écoulement, abrasion, corrosion, etc.) et des règles d'échantillonnage. Située en dehors du flux dans sa position repos, elle vient couper par un mouvement de rotation la totalité du flux matière avec une vitesse constante (inférieure à 0,6 m/s conformément aux théories et normes d'échantillonnage).

Plusieurs versions de cette solution sont disponibles (mouvement par translation, version pour produits abrasifs, corrosifs, etc.).



Dans une chute verticale, le mouvement rotatif coupe la totalité du flux matière. Parfaite représentativité.

Cette cuillère récupère ainsi lors de son passage une certaine masse

**Le Journal du**  
**VRAC**.com

L'actu désormais en ligne sur **www.journalduvrac.com**

PROCESS ET MANUTENTION DES POUDRES, GRANULEUX ET PULVÉRULENTS

de matière qui constitue alors un « échantillon élémentaire ».

### À la jetée d'une bande de convoyage :

Plusieurs solutions techniques sont disponibles pour cette implantation, que ce soit par des cuillères ou des godets traversants. Dans les deux cas, les organes de prélèvement de matière effectuent une coupe complète du flux.

La première solution est constituée d'une cuillère de prélèvement fixée sur une partie mécanique verticale pouvant faire office de tôle d'impact dans certains cas. Cette dernière effectue un mouvement de translation de droite à gauche et inversement afin de couper le flux. La cuillère quant à elle est dimensionnée de manière à tenir compte de la forme de la courbe de jetée de matière mais également pour récupérer la matière issue du racleur de bande. La matière est donc alors récupérée par la cuillère de prélèvement et dirigée à l'opposé de la tôle d'impact. La cuillère de prélèvement est dimensionnée en fonction des caractéristiques du produit à échantillonner (granulométrie, angle d'écoulement, abrasion, corrosion, etc.) et des règles d'échantillonnage. Située en dehors du flux dans sa position de repos, elle vient couper par un mouvement de translation la totalité du flux avec une vitesse constante (inférieure à 0,6 m/s conformément aux théories et normes d'échantillonnage).

Une seconde solution consiste en un godet qui vient couper par translation le flux de matière en jetée de bande de convoyage. Cette solution est particulièrement adaptée lorsque les encombrements sont réduits et les espaces disponibles restreints. Le godet, dimensionné en fonction des caractéristiques du produit à échantillonner (granulométrie, angle d'écoulement, abrasion, corrosion, etc.), de l'application (quantité de matière récupérée par passe, débit, implantation, etc.) et des règles d'échantillonnage est en position repos, fente de prélèvement vers le bas. Le godet coupe alors le flux de matière pour aller à sa position opposée. La fente de prélèvement étant en bas, il ne récupère pas de matière. Une fois la position opposée à la position repos atteinte, en dehors du flux de matière, le godet effectue une rotation de manière à positionner la fente de prélèvement en haut. Dans cette position, le godet coupe alors de nouveau le flux en échantillonnant la matière. De retour à sa position repos, le godet effectue alors de nouveau une rotation de manière à vider la matière récupérée dans une trémie de réception des échantillons.

*Remerciements à M. André Georgeaux, spécialiste de l'échantillonnage de renommée internationale, pour sa formation et ses conseils précieux.*

Expertise réalisée par l'entreprise Iteca Socadei.

# ADN Pesage



## Capteurs :

VISHAY

Tedea, Revere  
Distributeur officiel



ZAC Paris Nord 2  
BP 65042  
95971 ROISSY CDG CEDEX  
Tél. +33 (0)1 48 63 00 76  
Tél. +33 (0)1 48 63 72 06

## Indicateurs :



- Performances
- Fiabilité
- Conseils
- Service

## Applications :

- Pesage de cuves, réservoirs et silos
- Dosage pondéral hautes cadences
- Pesage dynamique
- Régulation de débit par perte de poids
- Composition de mélange multibasculés
- Trieuses pondérales
- Réalisation d'applications spéciales



Fabricant français

[www.adnpesage.fr](http://www.adnpesage.fr)  
[contact@adnpesage.fr](mailto:contact@adnpesage.fr)