

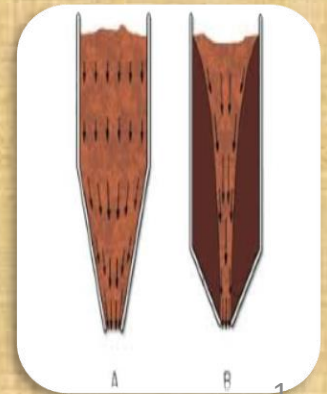


Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen, Algérie
Faculté de SNV - Département de Biologie
Master 1 (SAAQ)



Dr. MEROUFEL Bahia

Opérations mécaniques



Opérations mécaniques

1. Broyage
2. Tamisage
3. Découpage
4. Emballage et conditionnement
5. Écoulement (en particulier des poudres)

Broyage



Multifunction Crusher

alpha machinery-en.alibaba.com

Contact: Ms. Bonnie
What's app: 0086 13838338160
Skype: bonnie.alphamachinery
Email: Sales2@alphamachinery.com



Les procédés de réduction de taille occupent une place importante dans les opérations unitaires du génie chimique. En effet, la comminution intervient partout où des **solides se présentent avec des dimensions trop importantes pour être utilisés directement.**

Dans l'industrie chimique, dans le secteur agro-alimentaire ou dans le secteur pharmaceutique l'utilisation des techniques de broyage prend de plus en plus d'importance. Les besoins énergétiques sont alors très importants, d'autant plus que les **procédés industriels nécessitent de plus en plus l'emploi de particules très fines**

La **fragmentation** est l'ensemble des opérations ayant pour but de réaliser, grâce à l'application de **contraintes mécaniques externe** la **division d'une masse solide en fragments plus petits.**



Le but technologique du broyage est de :

- **Réduire les composants de la graine** (ou d'un ensemble de matières premières) en particules de la granulométrie désirée afin de permettre un mélange plus homogène et plus stable et une mise en forme plus aisée.
- **Augmenter la surface d'échange** entre le solide et le milieu extérieur, liquide ou gaz.
- **Faciliter le mélange** avec un autre solide.
- **Augmenter les transferts** dans des opérations de : séchage, refroidissement ou chauffage, extraction

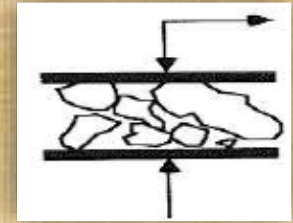
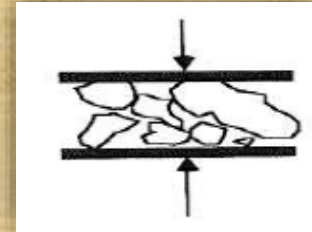
Les vitesses de mise en contrainte développées dans un appareil doivent être adaptées au but recherché : **fragmentation fine, grossière ou ultrafine.**

Exemples :

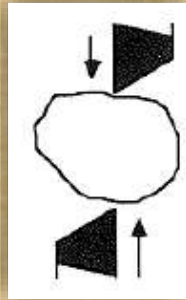
- Compression, nécessite une vitesse de 0,1 à 1 m/s,
- Cisaillement, nécessite une vitesse de 4 à 8 m/s,
- Attrition, nécessite une vitesse comprise entre 4 et 8 m/s,
- Impact dû à des corps broyant, nécessite une vitesse entre 10 et 300 m/s.

Il y a quatre types de sollicitation mécaniques pouvant être à l'origine de la comminution de particules solides.

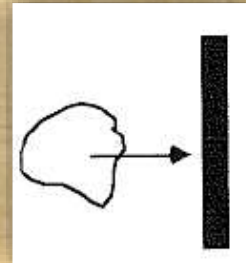
a) Par compression ou compression- friction



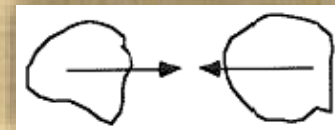
b) Par cisaillement



c) Par choc contre une paroi



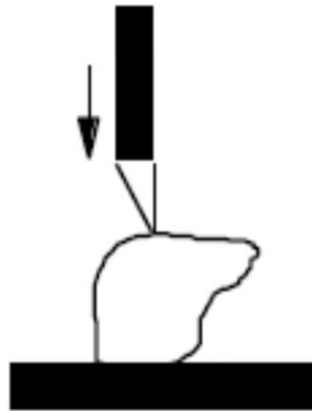
d) Par choc mutuel entre deux particules



Compression



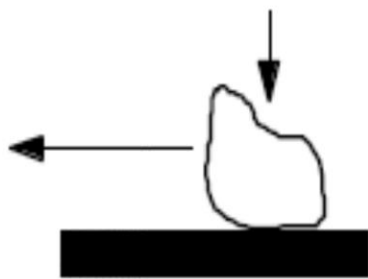
Découpage



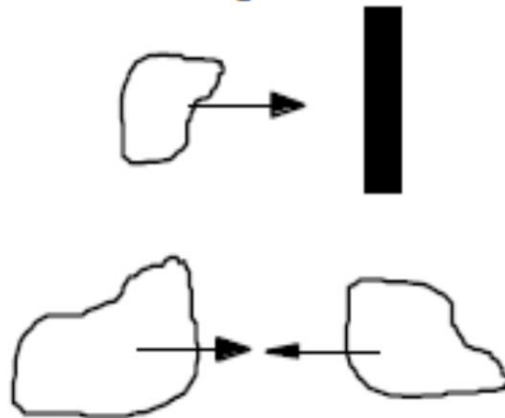
Cisaillement



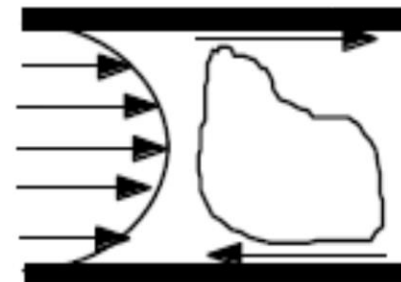
Attrition



Impact



Cisaillement dans un fluide



- La **compression** ou l'**écrasement** sont généralement utilisés pour la fragmentation de **solides durs en gros morceaux**. L'**attrition par frottement sur surface** rugueuse donne par contre généralement des **produits fins**.
- Le **découpage** et le **cisaillement** permettent d'obtenir en général des domaines de **dimension définie**.
- La **réduction par impact** fournit selon le cas des tailles très différentes allant des **tailles relativement grossières** aux poudres.
- Il faut noter que la **fragmentation** peut subvenir suite à des interactions avec le **fluide environnant**, ou par introduction d'énergie **électromagnétique, sonique** ou **thermique**

Différents stades de fragmentation

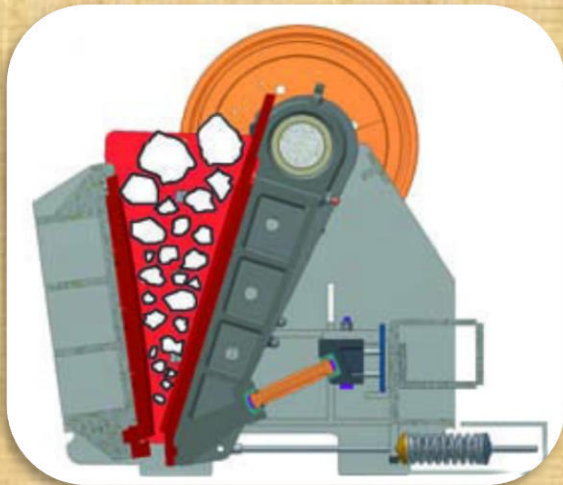
Ils existent **différentes familles de broyage** qui sont les suivantes :

- Pré-concassage (débitage ou concassage primaire) : réduction des particules de 0 -120 mm ou de 0 - 250 mm de diamètre.
- Concassage (concassage secondaire) : délivre des particules de 0 - 40 mm ou de 0 – 80 mm de diamètre.
- Concassage tertiaire : il délivre des particules de 0 – 15 mm ou de 0 – 25 mm de diamètre.
- Broyage grossier : formation de particules de 0 – 3 mm ou de 0 -5 mm de diamètre.
- Broyage fin : produits inférieurs à 500 μm de diamètre.
- Broyage ultrafin : produits inférieurs à quelques 10 μm de diamètre.

Fragmentation grossière

Ces appareils ont une utilisation courante en industrie minière mais peu en industrie agroalimentaire

La chambre de concassage est constituée par deux mâchoires disposées en V dont l'une est fixe et l'autre mobile

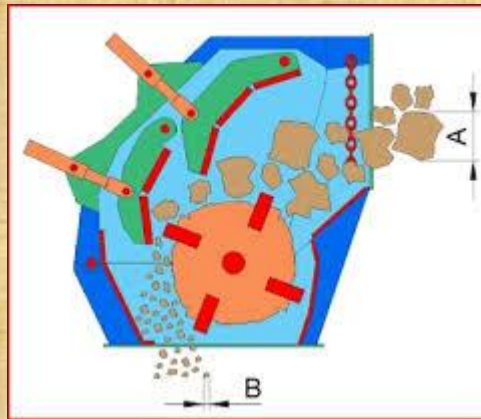
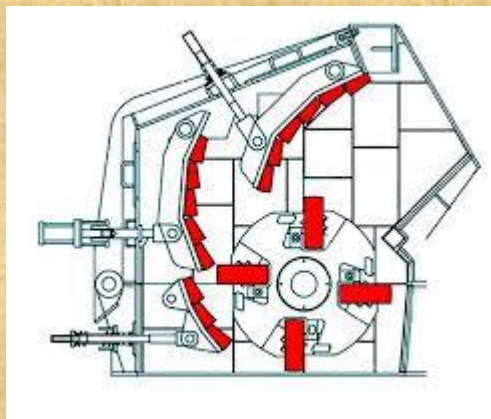


Ils sont constitués de deux cylindres tournant en sens inverse autour de deux axes parallèles. Tous ces appareils ne diffèrent que par leur surface de travail.

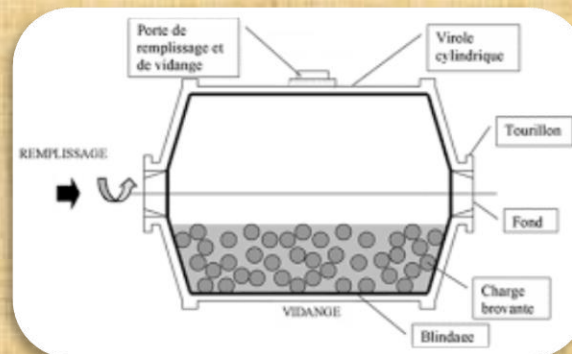
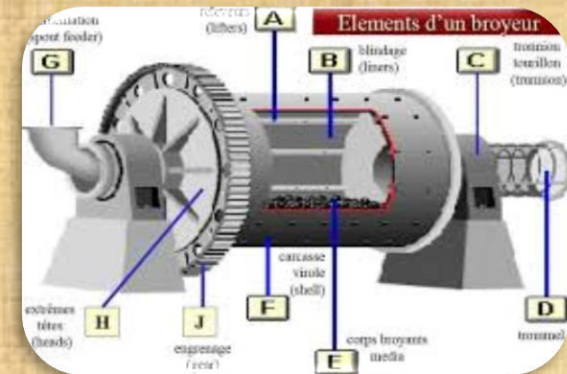
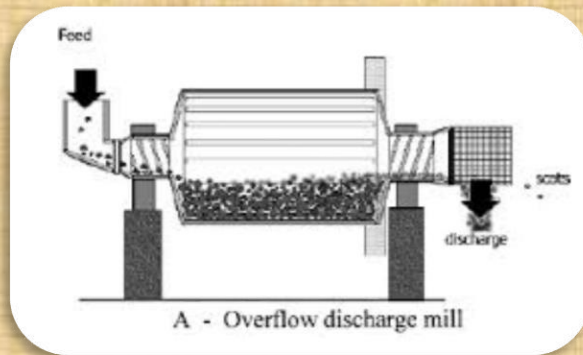


Fragmentation grossière **Concasseurs à percussion**

Le mode d'action principal de ces concasseurs est la percussion. Celle-ci peut être soit directe sous l'action d'outils métalliques tournant à grande vitesse, soit indirecte par projection des matériaux à très grande vitesse contre des plaques de choc formant des enclumes fixes.



Ce sont des appareils cylindriques ou cylindro-coniques tournant autour de leur axe horizontal et contenant des corps broyant qui peuvent être des boulets, des barres ou des galets.



Fragmentation ultrafine

Cette fragmentation nécessite une forte recirculation du produit dans l'air, et un dispositif de sélection centrifuge



Broyeurs à billes



**Broyeurs à jets d'air
ou
broyage pneumatique**



Dans les industries agricoles et alimentaires, le broyage est une opération unitaire très répandue. Tous les types de broyeurs peuvent être rencontrés : par compression, par impact, par cisaillement ou encore par attrition.

Cependant, on utilise souvent le **broyage comme un moyen de séparer** les constituants de nature histologique différente que contient un organe ou une graine.

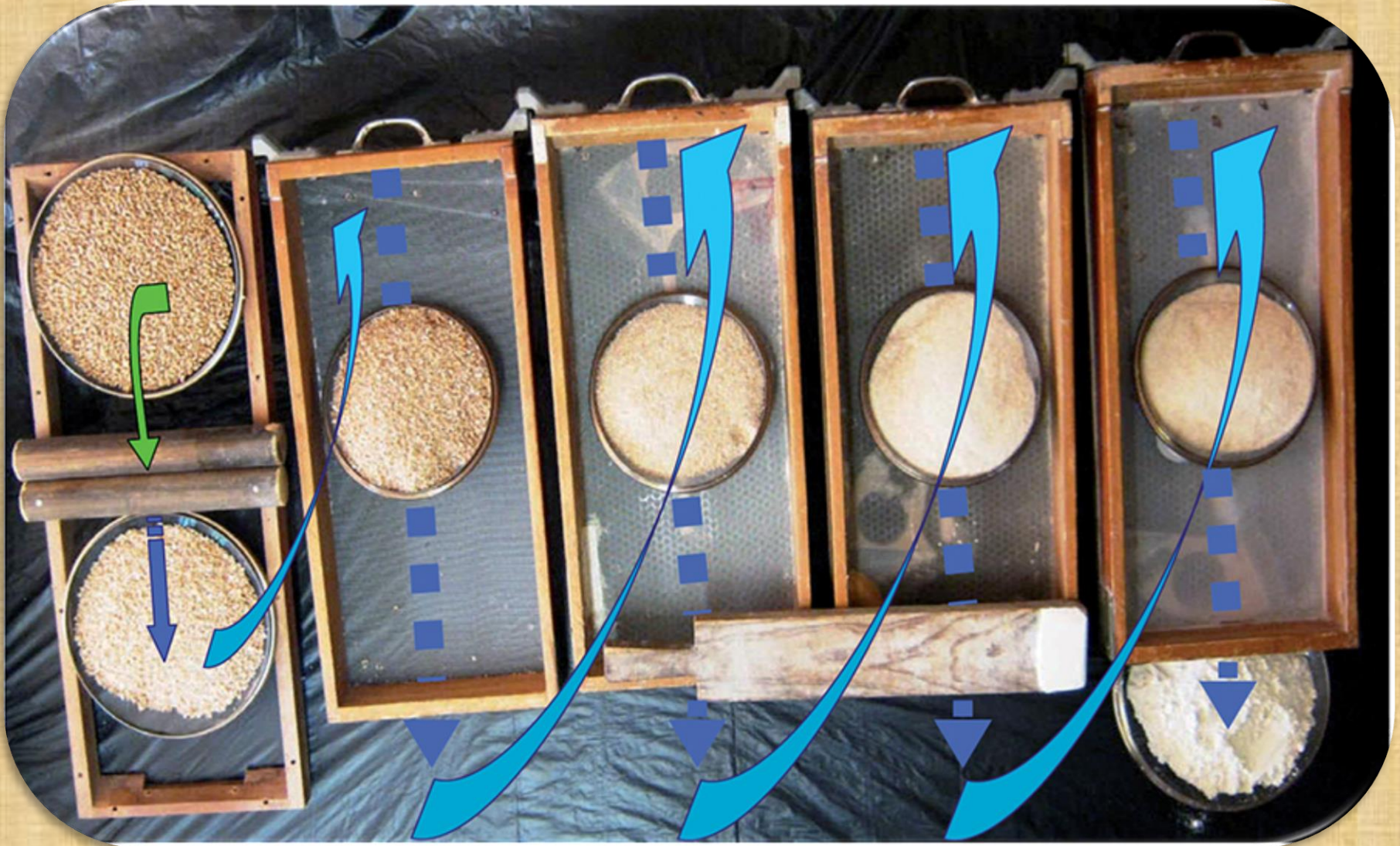
Très souvent le broyage ne peut pas être considéré comme une opération indépendante de celles qui le précèdent ou qui le suivent dans le procédé. **Plusieurs broyages sont souvent nécessaires pour obtenir le produit souhaité**, parfois plusieurs types de broyeurs sont même requis.

Industrie des céréales

L'objet est de séparer les parties comestibles du grain (l'amande ou albumen) de celles qui ne le sont pas (les enveloppes ligno cellulosiques). Pour prédire l'aptitude d'un grain à sa fragmentation, on a développé des méthodes basées sur la dureté du grain (Particle size index) et son comportement lors d'un broyage de laboratoire en conditions normalisées. Cependant la structure hétérogène des tissus qui composent le grain conduit à des distributions granulométriques multi-modales correspondant à des natures différentes : amidon, protéines,...



Industrie des céréales



Industrie des Féculeries

La fécule est le nom donné à l'amidon des tubercules de pommes de terre et de manioc.

Ces deux plantes voient au cours du procédé leurs tubercules subir une opération de râpage qui peut être assimilée à un broyage.



Industrie des corps gras

L'opération unitaire centrale des huileries est le pressage qui à partir des graines ou des fruits va donner l'huile. Cependant, il est rare que l'on puisse procéder directement à une extraction par pressage -ceci est vrai également pour les jus de fruits- sans qu'il soit nécessaire de la faire précéder d'une étape de concassage et/ou de décorticage pour les graines comportant une coque qu'il faut éliminer (tournesol, arachide, soja,...).

- Les décortiqueurs utilisent soit un broyage ménagé entre des disques ou des rouleaux ou encore la projection des graines sur une cible où la coque vient se briser.
- Dans le cas du soja, un concassage est réalisé par des appareils spécifiques à deux paires de rouleaux cannelés.
- Les graines sont ensuite broyées dans des opérations appelées laminage ou aplatissage : on utilise le plus souvent des aplatisseurs à cylindres lisses (soja, colza, tournesol). L'aplatissage de la graine concassée conduit à un flocon dont la forme, en raison d'une grande surface de contact, est bien adaptée à une étape éventuelle d'extraction par solvant.

Industrie fromagère

Certains fromages présentent dans leur fabrication une étape de broyage.

La tome fraîche égouttée subit une opération continue de broyage dans un appareil à cylindres cannelés, ce qui la réduit en “ boulettes ”, lesquelles sont ensuite intimement mélangées à du gros sel dans un mélangeur à cuve.



Industrie des hydrocolloïdes

Ce sont des produits utilisés comme additifs dans l'industrie alimentaire. Leurs propriétés en font des texturants où l'on utilise leurs propriétés d'épaississants et de gélifiants. Ils peuvent être d'origine végétale, animale ou microbienne.

On trouvera dans les deux diapos suivants deux exemples d'étapes de broyage dans cette industrie.



Industrie des hydrocolloïdes**Exemples d'étapes de broyage dans cette industrie**

- Les alginates sont extraits d'algues par un procédé de fabrication assez complexe qui comporte des étapes de broyage. Après extraction de l'acide alginique des algues brunes et conversion en sel d'alginate, le produit est pré-broyé à l'aide de sècheurs-broyeurs à marteaux, tamisé et les refus sont re-broyés à l'aide soit de broyeurs à marteaux soit de broyeurs à attrition pour atteindre les granulométries souhaitées qui dans le cas des applications alimentaires sont souvent inférieures à 125 μm .

Industrie des hydrocolloïdes**Exemples d'étapes de broyage dans cette industrie**

- La gélatine est un dérivé du collagène qui est largement utilisée dans les IAA mais aussi en pharmacie ou encore dans l'industrie de la photographie. Elle est extraite de la peau ou des os des bovins et des porcins. Après des étapes de pré-traitement de la matière première, la gélatine est extraite à l'eau chaude acidifiée puis les solutions sont filtrées, concentrées, gélifiées et séchées. La gélatine est alors broyée grossièrement à l'aide de broyeurs à marteaux en grains de diamètre d'environ 500 μm avant qu'une étape ultérieure de broyagetamisage ne termine le procédé. La granulométrie pour les applications alimentaires est variable. Elle se situe généralement entre 100 et 300 μm

Industrie de la viande

On va trouver dans cette industrie des opérations unitaires qui s'apparentent à un broyage.

C'est le cas des opérations de hachage et tranchage pour la réalisation de viandes restructurées.

Les déchets d'abattoirs sont souvent broyés à l'aide de broyeurs à couteaux (mono ou bi rotors) à débit élevé (jusqu'à 15t/h).



Industrie de la pêche

Comme pour l'industrie de la viande certaines opérations comme le déchiquetage et le malaxage des filets de poisson (avant d'être amalgamés pour confectionner le surimi) peuvent être considérés comme des opérations de broyage. De même la fabrication d'hydrolysats de protéines de poisson fait appel à de telles opérations.



Alimentation animale

Les aliments pour animaux sont souvent des mélanges de poudres plus ou moins grossières que l'on met en forme par granulation (pour les animaux de ferme) ou encore par extrusion (pour les animaux domestiques). L'obtention de ces poudres requiert des opérations de broyage. Le broyage des matières premières (céréales, graines protéagineuses, tourteaux,...) est généralement effectué par broyeurs à marteaux.



Industrie des épices et des condiments

Certains types de broyage plus sophistiqués sont rencontrés dans cette industrie qui manipule des produits dont la valeur ajoutée peut être élevée :

- Broyage cryogénique des noix de muscade (coriandre, poivre,..)
- Broyage par broyeur à deux rotors à broches et à large chambre sans tamisage.



Industries du café et de la chicorée

Après la torréfaction, les grains de café sont broyés par des machines à deux paires de cylindres pour atteindre la granulométrie souhaitée (environ 500 μm). Pour le café instantané, on transforme en poudre une solution obtenue par extraction à l'eau chaude du café broyé. Cette réduction en poudre peut être faite soit par atomisation soit par lyophilisation. Dans ce second cas, il faut parfois broyer entre les étapes de congélation et de sublimation. Le broyage cryogénique peut alors avoir lieu dans certains cas vers -8°C après une congélation primaire ou encore vers -40 à -45°C après une congélation secondaire.



Industrie du chocolat

Dans le procédé de fabrication du chocolat, le broyage intervient à divers stades :

- broyage des fèves après fermentation, séchage et torréfaction. On sépare par des appareils à cylindre les coques du contenu des fèves. Cette opération est parfois effectuée avant la torréfaction.
- pour la fabrication du chocolat en poudre et des petits déjeuners on broie des tourteaux de cacao (après dégraissage partiel) à l'aide de broyeurs du type broyeurs à broches afin d'obtenir une poudre de cacao de granulométrie voisine de celle du sucre en poudre avec laquelle on va la mélanger dans une proportion souvent voisine de 1 part de cacao pour 2 parts de sucre. A noter que le sucre doit lui aussi être broyé avant ce mélange et que la granulométrie recherchée est très fine, de l'ordre de 30 μm pour que les cristaux soient imperceptibles une fois en bouche

Industrie du sucre

Le sucre est un produit obtenu par cristallisation après diffusion du saccharose dans de l'eau et plusieurs étapes de concentration dans des chaudières à multiple effets. Cependant en amont de l'étape de diffusion, dans le cas de la betterave comme dans celui de la canne, plusieurs étapes assimilables à du broyage sont pratiquées :

- Broyage de la betterave: un appareil à couteaux montés sur un disque de grand diamètre, découpe les racines de betterave en lanières rigides appelées cossettes.
- Broyage de la canne à sucre : plusieurs étapes se succèdent. Une découpe par des bras munis de couteaux tournant à très grande vitesse. Un défibrage broyant la canne entre deux cylindres. Un hachage intervient ensuite. Enfin, un broyage dans un moulin à cylindre est effectué.

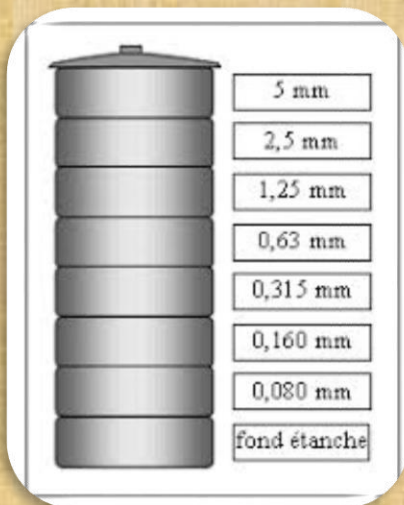
Sous-produits et déchets

Certains sous-produits agricoles qui étaient considérés comme des déchets font aujourd'hui l'objet d'une valorisation.

Un cas typique est celui de la rafle de maïs qui est valorisée par broyage et tamisage.

Un broyage dans des broyeurs à marteaux et un tamisage permettent de séparer les parties tendres et dures de la rafle qui sont ensuite re-broyées sur des broyeurs à cylindres pour décliner diverses granulométries correspondant à des applications différentes : traitement de surface de métaux, support de principes actifs pour la pharmacie vétérinaire, chaussettes absorbantes,...

Tamisage



Le tamisage est l'une des plus anciennes méthodes d'analyse granulométrique, et aussi l'une des plus largement utilisées car il est peu coûteux.

Son principe de base consiste à diviser un matériau pulvérulent en le faisant passer à travers un (ou plusieurs) tamis dont les caractéristiques sont connues.

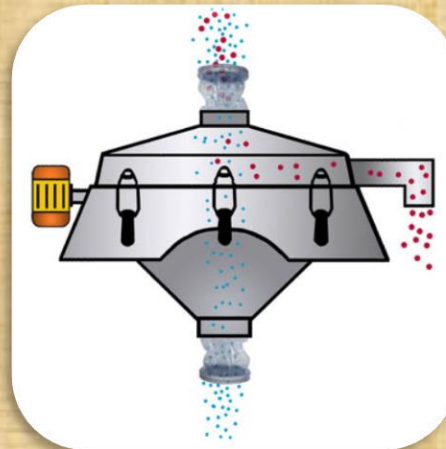


Le tamisage peut être **effectué par voie sèche ou humide**, à la main ou à la machine.

On lui préfère le plus souvent le **tamisage mécanique**, dont les conditions opératoires (volume de charge et durée du tamisage) sont définies et adaptées par les utilisateurs .

Le **tamisage est généralement mené en phase « sèche »** (teneur en eau inférieure à 14 %). Des produits peu solubles, mais qui tendent à gonfler en milieu aqueux (fibres), peuvent être tamisés sous courant d'eau. Le résultat est alors plus représentatif de la dimension réelle supposée de ces particules dans un milieu biologique

Les tamis vibrants éliminent les corps étrangers et les agglomérats pour garantir une production de qualité et protègent la ligne de production d'endommagements mécaniques.

**GSC 450****GSC 600****GSC 900**

Le tamisage en ligne sur transfert pneumatique permet d'assurer la qualité du produit avec une très grande flexibilité d'alimentation et d'ergonomie.

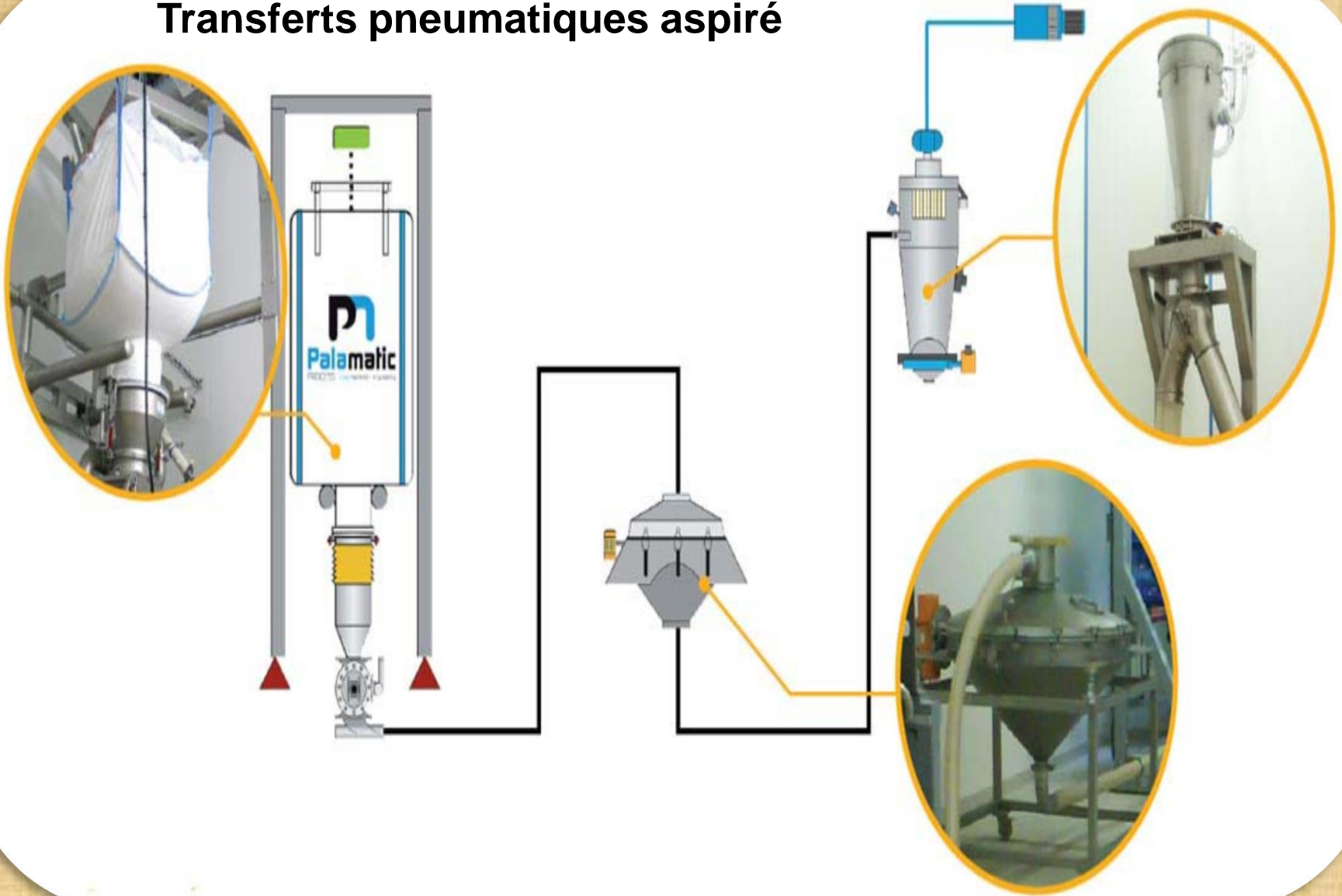
La conception robuste parfaitement étanche du tamis vibrant permet cette configuration et minimise au maximum les potentielles pertes de charge.

Du fait de sa conception entièrement étanche et de la très faible perte de charge induite (150 mm H₂O), le tamis vibrant GSC de Palamatic Process est idéal pour une implantation sur une ligne de transfert pneumatique.

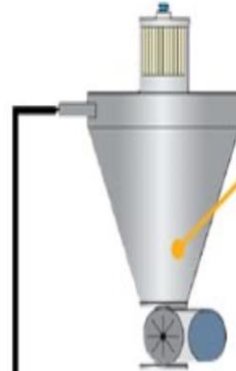
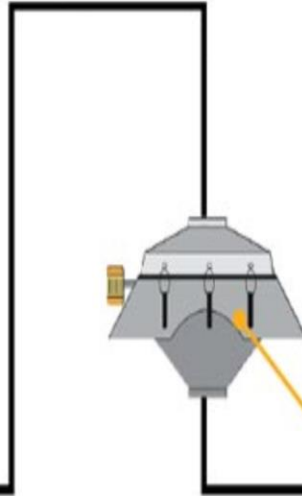
L'arrivée du produit est prévue face à la grille du tamis. Cette configuration améliore le tamisage par l'impact généré. Les brides de refus restent possibles avec l'implantation des vannes pilotées.

Le tamis vibrant peut être implanté sur des transferts pneumatiques poussés ou aspirés.

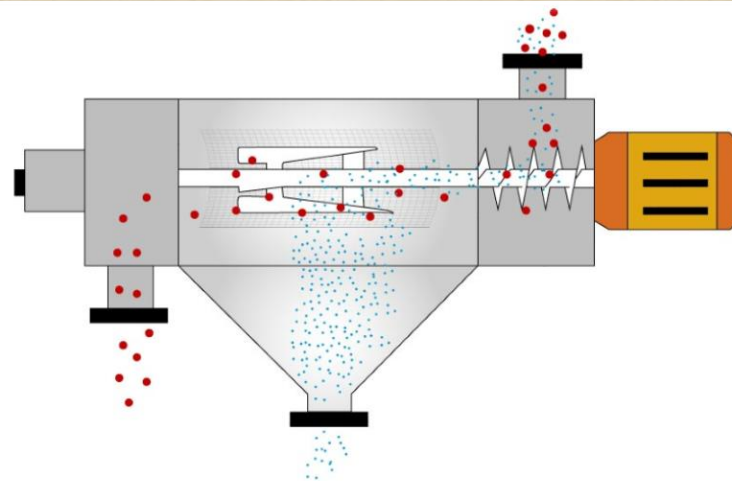
Transferts pneumatiques aspiré



Transferts pneumatiques poussés



Le tamiseur centrifuge permet la séparation des corps étrangers des poudres et des granulés. Les déchets sont éjectés vers la sortie de refus pour garantir des fines de haute qualité.

**RS 200****RS 300****RS 400**

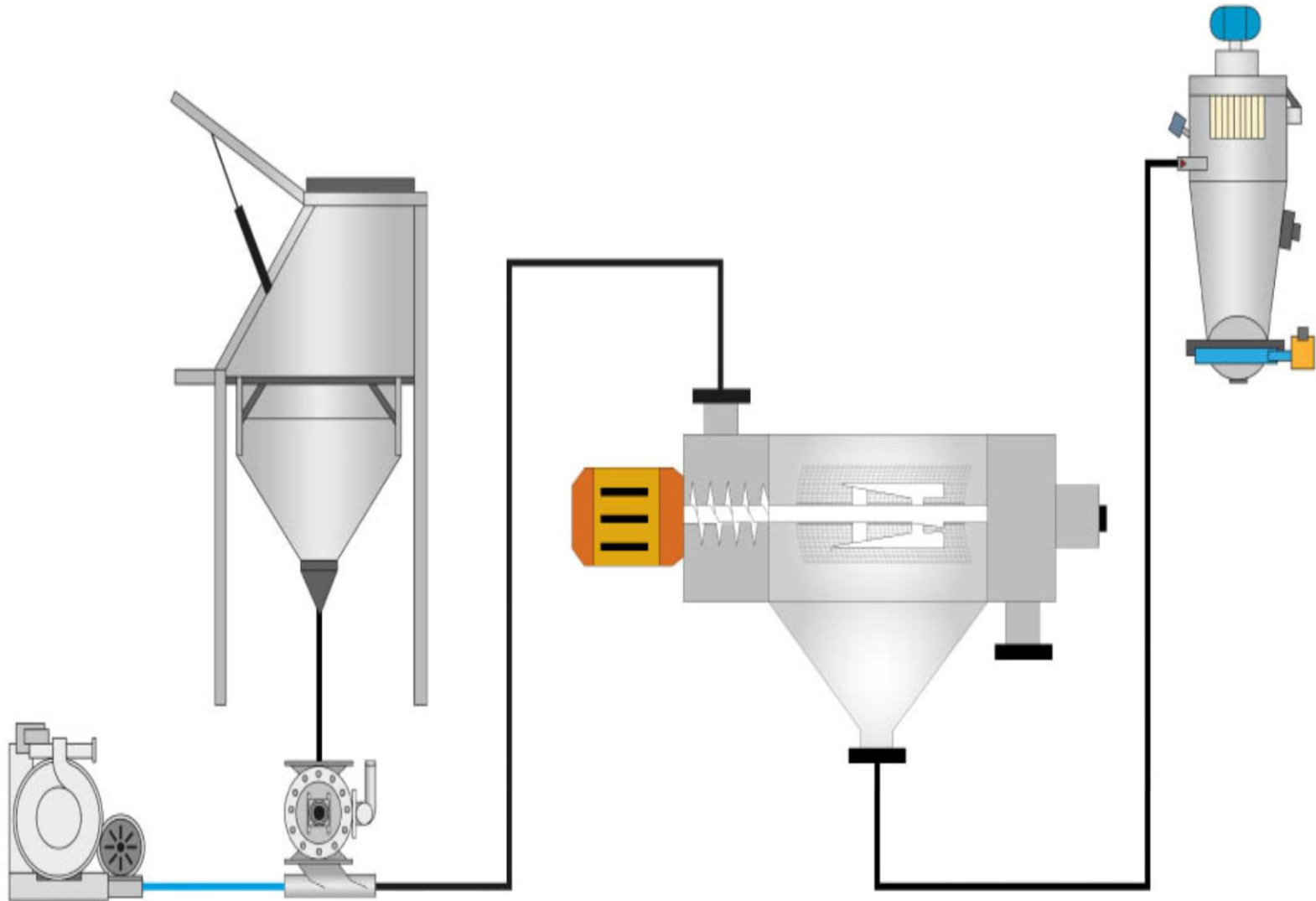
Tamis centrifuge en ligne sur transfert pneumatique

De part sa conception, le tamiseur centrifuge IRS est entièrement étanche à la pression nécessaire au transfert pneumatique.

L'implantation du tamiseur sur une ligne de transfert implique une perte de charge très faible.

La configuration en ligne permet une implantation au sol du tamis centrifuge et assure ainsi un accès facile à l'équipement.

Tamis centrifuge en ligne sur transfert pneumatique



Le tamis rotatif est conçu pour séparer un produit en deux fractions. Il consiste en un tambour rotatif fixé sur une structure légèrement inclinée. Le tambour se présente soit comme un tamis grillagé cylindrique ou comme un assemblage octogonal de plaques perforées. Lors de son mouvement rotatif, le tambour permet à la fraction fine du produit de passer à travers le tamis alors que la fraction plus grossière se déplace jusqu'à son extrémité. Les deux fractions peuvent être empilées séparément ou recueillies par des convoyeurs pour un traitement ultérieur.



Le mouvement d'un tamiseur à nutation est comparable au tamisage manuel d'un "poêle de lavage d'or".

Le produit est alimenté en continu au centre du tamis supérieur et se répartit vers l'extérieur de manière homogène sur la surface de la tamiseuse.

Les particules fines passent au centre à travers la toile et les autres plus grandes s'écartent avec un mouvement de spirale vers la périphérie par l'accélération augmentée.

Toutes les fractions sont évacuées par les sorties latérales. Pour chaque étage ce processus de tamisage est répété.



Le plansichter est un type de tamiseur permettant de réaliser une ou plusieurs séparations granulométriques, **il est composé d'une à plusieurs caisses** (de 1 à 4 caisses).

Chaque **caisse est composée d'une pile de tamis** permettant de sortir au minimum **2 fractions granulométriques**.

Les caisses sont fixées à un châssis suspendu au plafond par des rotins en bois ou en fibre de verre.

Un moteur à excentrique permet de donner à l'ensemble un mouvement rotatif plan.



Découpage



Les buses de découpe peuvent être fixes, ce qui permet de placer les produits alimentaires sur un convoyeur.



A l'heure où les produits alimentaires sont de plus en plus souvent **présentés aux consommateurs prétranchés** afin d'en faciliter l'utilisation, la maîtrise des opérations de tranchage et de découpage reste une problématique délicate pour de nombreux produits : produits mous, moelleux, collants, friables ou hétérogènes. Pour répondre à cette problématique, de nouvelles techniques de découpe se développent dans un univers, où le couteau reste l'outil le plus courant.

La découpe est une opération mécanique de **réduction des dimensions qui se fait à l'aide d'un outil**, souvent dit tranchant, permettant de diviser les matériaux solides selon une géométrie précise, afin d'obtenir des morceaux de taille réduite, ou de séparer des parties différentes.

Découpe des produits alimentaires doit répondre à plusieurs contraintes

- **L'hétérogénéité de la matière à découper** : les textures des produits à découper sont diverses (croûte + mie, chair + arêtes ; os + muscles, génoise + pépites + crème...)
- **La variabilité du produit fini à obtenir** : tranches, lanières, émincé, râpé, cubes, rondelles, quartiers, portions, tronçons, darnes, escalopes, filets...
- **L'hygiène** : la découpe est souvent l'étape précédant le conditionnement du produit fini. Elle doit être réalisée dans des conditions d'hygiène rigoureuses pour éviter la contamination des produits, les principales sources de contamination des produits découpés étant les outils et accessoires de découpe, l'air ambiant, le personnel, les surfaces en contact avec le produit, le produit lui-même et les déchets de coupe. Pour éviter toute contamination, la réglementation fixe les conditions optimales de découpe : température des produits, température des locaux, nature des supports...

Découpe des produits alimentaires doit répondre à plusieurs contraintes

- **Les pertes engendrées** : les pertes de matières constituent un critère décisif dans le choix d'un équipement de découpe. En effet, diminuer les pertes de matières engendre une augmentation des quantités vendues et une réduction des coûts relatifs à leur traitement.

Découpe des produits alimentaires doit répondre à plusieurs contraintes

- **La cadence de découpe:** La notion de maîtrise de la **géométrie** permet de différencier la découpe du broyage qui permet de faire de la réduction dimensionnelle mais à l'échelle des petites dimensions et du hachage dont on ne maîtrise que partiellement les géométries.

- les outils de découpe ;
- le mode de déplacement de l'outil coupant par rapport au produit : unidirectionnel (l'outil se déplace dans une seule direction, perpendiculaire au produit à trancher), bidirectionnel (l'outil se déplace selon deux directions orthogonales), multidirectionnel ;
- les applications.

Pour répondre aux contraintes de la matière première à découper (variabilité, texture, forme, dimensions ,poids...), les outils et procédés sont sans cesse améliorés par les fabricants d'équipements afin de répondre aux exigences des industriels, normes et réglementations.

Diverses techniques de découpe existent aujourd'hui en agroalimentaire :

- la découpe traditionnelle aux couteaux ;
- la découpe par ultrasons;
- la découpe au jet d'eau hyperbare.

Découpe traditionnelle aux couteaux

Lames et Outils coupants pour l'industrie agroalimentaire



Découpe traditionnelle aux couteaux

Lames et Outils coupants pour l'industrie agroalimentaire

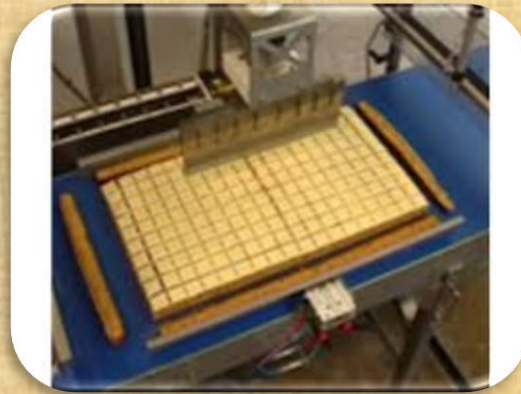


La vibration ultrasonore de la lame de tranchage **facilite la découpe alimentaire** car la **lame pénètre dans la matière, sans la forcer ni la comprimer, et évite un attachement des produits sur l'outil de coupe.**

Ainsi, le tranchage par ultrasons **supprime les pertes de produits et augmente la productivité.** Il assure une meilleure qualité de finition sans collage ni encrassement.

La découpe ultrason est particulièrement **adaptée aux produits alimentaires mous, surgelés ou frais comme les fromages, viandes, charcuteries, pâtisseries, viennoiseries...** Elle convient également à tous les formats : produits alimentaires en plaque, pièce, bande, nappe, rond, bloc, pain...

Exemples d'aliments tranchés par ultrasons



Exemples d'aliments tranchés par ultrasons



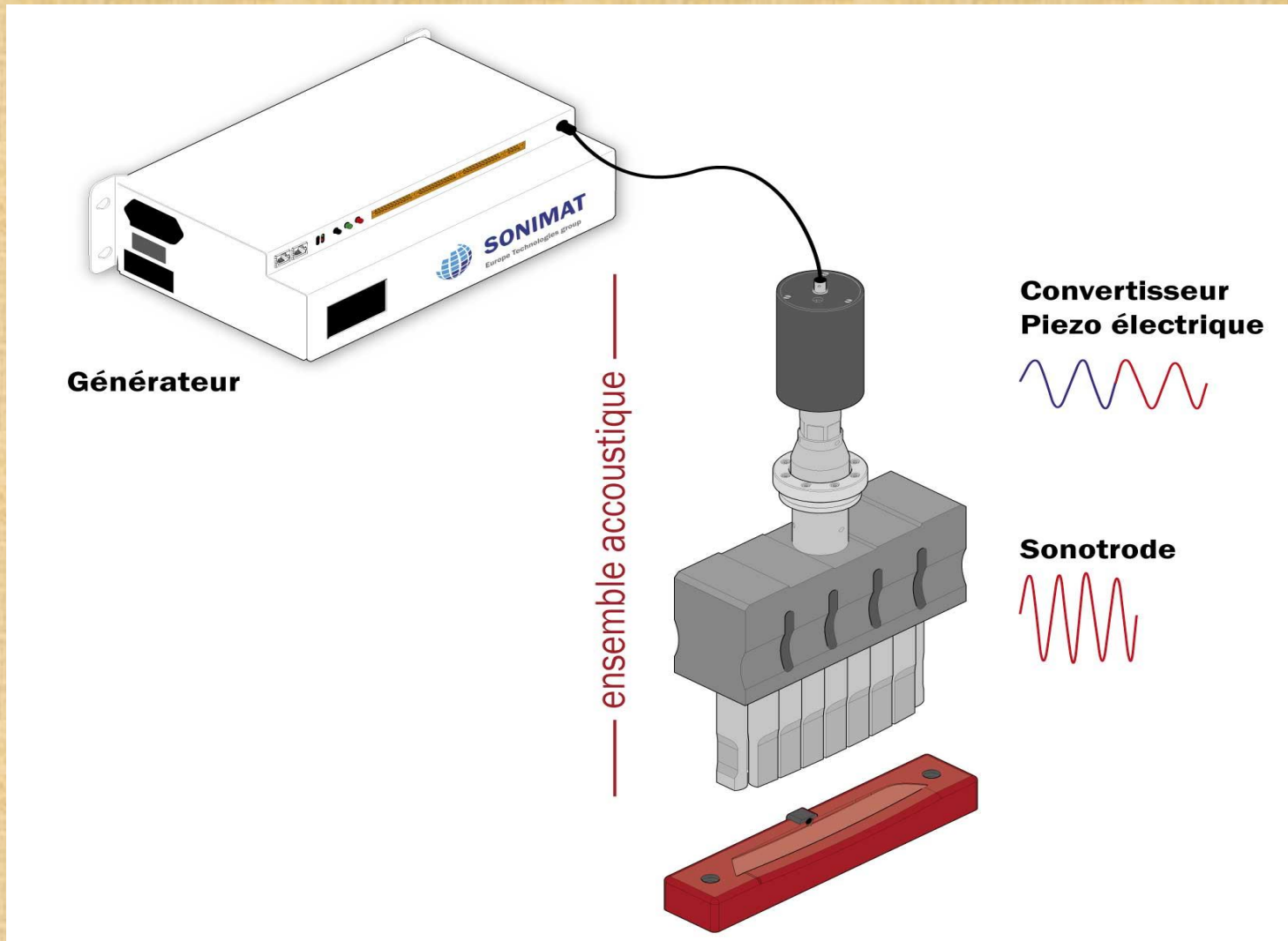


Définition des ultrasons

Les ultrasons sont des ondes dont la **fréquence** est comprise entre **16 kHz** environ et plusieurs **centaines de Mhz**. Leur nom vient du fait que leur **fréquence est trop élevée** pour être audible par l'oreille humaine (le son est trop aigu).



Définition des ultrasons



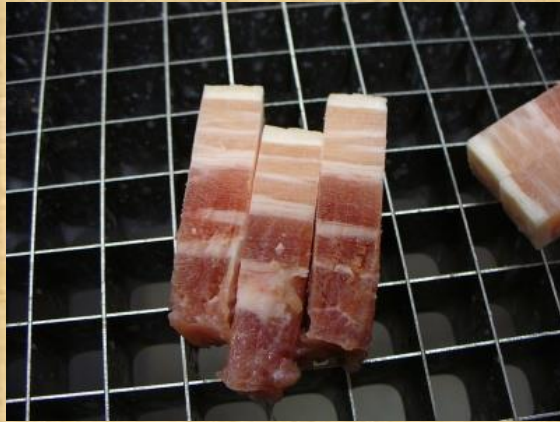
Découpe au jet d'eau hyperbare

Du portionnement à la découpe de formes et de motifs en passant par le tranchage ou l'éminçage, la technologie jet d'eau est **adaptée aux produits frais comme aux surgelés.**

Son exécution rapide se fait **sans aucun contact avec le produit, sans effort de coupe ni déformation**, le principal avantage des équipements réside en leur **absence de lame pour éviter toute contamination.**

La découpe est réalisée à l'eau pure à une pression de plus de **3000 bar** écartant ainsi tout risque bactériologique grâce au phénomène de pascalisation de l'eau.

Découpe au jet d'eau hyperbare



Découpe de charcuterie



Découpe de gâteaux frais ou surgelés



Découpe de viennoiserie



Découpe de fruits et légumes

Découpe au jet d'eau hyperbare**Des avantages orientés industrie agroalimentaire**

- Intégration aisée de la technologie jet d'eau dans les process existants
- Découpe rapide
- Pas de contact direct avec le produit alimentaire
- Pas d'effort de coupe
- Pas de déformation ni d'écrasement du produit alimentaire
- Grande souplesse et adaptabilité dans la diversité des formes à découper
- Technologie adaptée à tout type d'aliment, frais ou surgelé

Découpe au jet d'eau hyperbare



KMT - The Heart of Waterjet Cutting

Poisson - frais et congelé

Découpe à l'eau pure

Épaisseur de
matière :

96 mm

Pression :

3 500 bar

Vitesse :

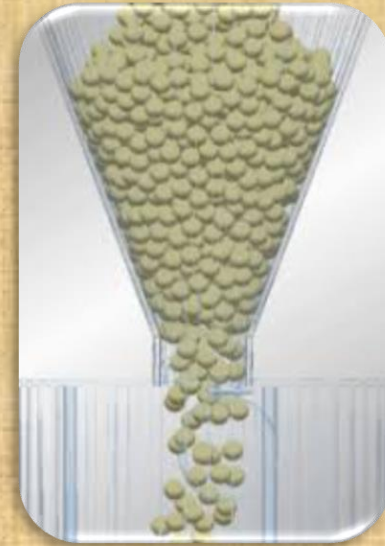
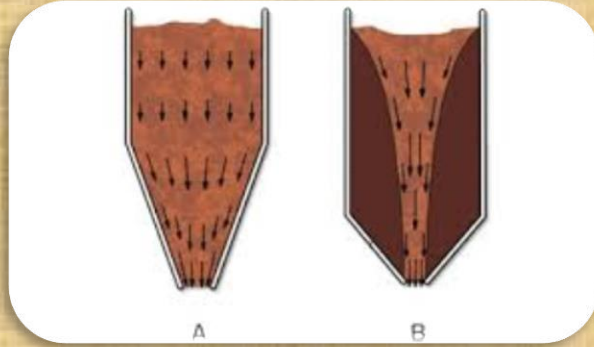
2-3 m/min

Orifice :

0,17



Écoulement (en particulier des poudres)



La coulabilité d'une poudre est son aptitude à s'écouler librement de manière régulière et constante sous forme de particules individuelles.

Industriellement, lors de nombreuses étapes de procédés, les solides divisés sont manipulés, transportés ou stockés. L'aptitude à l'écoulement des poudres conditionne donc les performances et le bon fonctionnement des procédés et joue un rôle sur la qualité du produit final. Ainsi, une poudre possédant une bonne coulabilité s'écoule sans aide. À l'opposé, une poudre cohésive a une faible coulabilité et un dispositif mécanique doit être prévu pour faciliter sa mise en mouvement (agitation, vibration)

Emballage et conditionnement



Ces deux termes sont parfois utilisés indifféremment. Ils ne désignent cependant pas exactement la même opération. Il peut donc être utile de rappeler les définitions données notamment par le règlement européen n° 854/2004:

- **Conditionnement** : l'action de placer une denrée alimentaire dans une enveloppe ou dans un contenant en **contact direct avec la denrée concernée**;
- **Emballage** : l'action de placer une ou plusieurs denrées alimentaires conditionnées dans un **deuxième contenant**.

L'emballage ou le conditionnement constitue une étape importante de la transformation qui **facilite la manutention lors du transport, du stockage et au niveau de la distribution.**

Il assure une **protection** adéquate du produit contre les **contaminations extérieures et contre l'humidité de l'air.**

Il doit être approprié aux produits à emballer, solide, propre, sec, imperméable, facile à manipuler et empilable.

On peut classer les matériaux d'emballage en **deux grandes catégories**, à savoir les **matériaux classiques** et les **matériaux nouveaux**.

➤ **Parmi les matériaux classiques on distingue quatre grandes familles.**

- Les papiers et cartons
- Les bois
- Les verres
- Les métaux



- Parmi les matériaux nouveaux, on distingue les matières plastiques et les complexes.

Les matières plastiques, dont le nombre de **polymères utilisés actuellement dans l'emballage** des produits alimentaires est déjà fort important, pourraient augmenter avec leur extraordinaire floraison dû au progrès de synthèse chimique moderne qui ouvre la porte à la création de « molécules à la demande ».

Les matières plastiques entrent également dans la composition de nombreux produits comme les vernis, les colles, les adhésives, etc..., qui intéressent aussi l'industrie de l'emballage et du conditionnement des denrées alimentaires.

Les complexes, obtenus par la **superposition de deux ou plusieurs couches de natures différentes** et dont les possibilités de combinaison sont quasi-illimitées, les matériaux complexes ont pris un développement très important ces dernières années du fait des extraordinaires possibilités qu'ils offrent en matière d'emballage de produits alimentaires. Pour montrer l'importance des matériaux d'emballage utilisés dans les industries agroalimentaires, nous citerons quelques chiffres. Pour une **production totale de l'ordre de 9 millions de tonnes** (papier, carton, bois, verre, fer blanc, plastique, etc..).

- **50% de ce tonnage était absorbé par les industries agro-alimentaires,**
- 20% par les produits industriels manufacturés,
- 15% par la pharmacie-cosmétologie,
- et les 15% restant, répartis entre les produits d'entretien, les jouets, les produits phytosanitaires, les peintures et vernis, les textiles, etc..

Les complexes

La composition d'une brique alimentaire

Une brique Tetra Pak se compose d'un sandwich de différents matériaux.

Au contact de l'aliment, une double couche de **polyéthylène**, un plastique dérivé du pétrole, assure l'étanchéité.

Une couche d'**aluminium** sert de barrière contre la lumière pour la conservation du produit.

Deuxième couche de **polyéthylène**.

Troisième couche de **polyéthylène**.

Le carton représente 75% de la composition de l'emballage, dont il assure la rigidité. Pour les emballages sous la marque Carrefour, il sera désormais certifié FSC (= Forest Stewardship Council), ce qui garantit qu'il est issu de forêts bien gérées.

Les premières briques certifiées FSC seront commercialisées en France à partir du mois d'avril.

Idé / Source : TetraPak Robots - Carrefour

Afin de se constituer une base lexicale technique de qualité, il est essentiel de revenir sur une classification des termes clés de l'industrie de l'emballage alimentaire.

➤ **Emballage de vente ou emballage primaire (I) :**

En contact direct avec le produit, il a pour but de contenir et de préserver celui-ci. Cet emballage **doit être compatible avec le produit et le protéger de tout contaminant extérieur** pouvant causer une éventuelle dégradation non souhaitée.

➤ **Emballage groupé ou emballage secondaire (II) :**

Il est souvent utilisé pour la protection de l'unité ou pour faciliter l'utilisation du produit. **Plusieurs emballages primaires peuvent être contenus dans un emballage secondaire** qui correspond donc à l'unité de vente. Il a également pour fonction de communiquer au consommateur l'information sur le produit et, par conséquent, de vendre le produit. On l'appelle aussi unité de vente.⁷⁸

➤ **Emballage tertiaire (III) ou emballage de transport**

❖ **L'emballage d'expédition :**

Il **regroupe plusieurs emballages secondaires** pour la manutention et la protection des contenants durant le transport.

❖ **L'emballage de transport :**

Il est souvent fait par des **palettes réutilisables en bois ou en plastique qui permettent le transport, le stockage** et la manutention de certaines quantités d'unités d'expédition.

Le **sac de céréales en plastique** constitue un emballage primaire. Le **carton contenant le sac en plastique de céréales** constitue un emballage secondaire. La **caisse en carton ondulé de boîtes de céréales** constitue un emballage d'expédition. La **palette** constitue l'**emballage de transport**.

Il est clair que le développement d'un emballage doit aussi répondre aux attentes de fonctionnalité, à l'image de marque, au profil du consommateur cible et au potentiel d'utilisation des machines automatisées existantes ou facilement développables, etc.



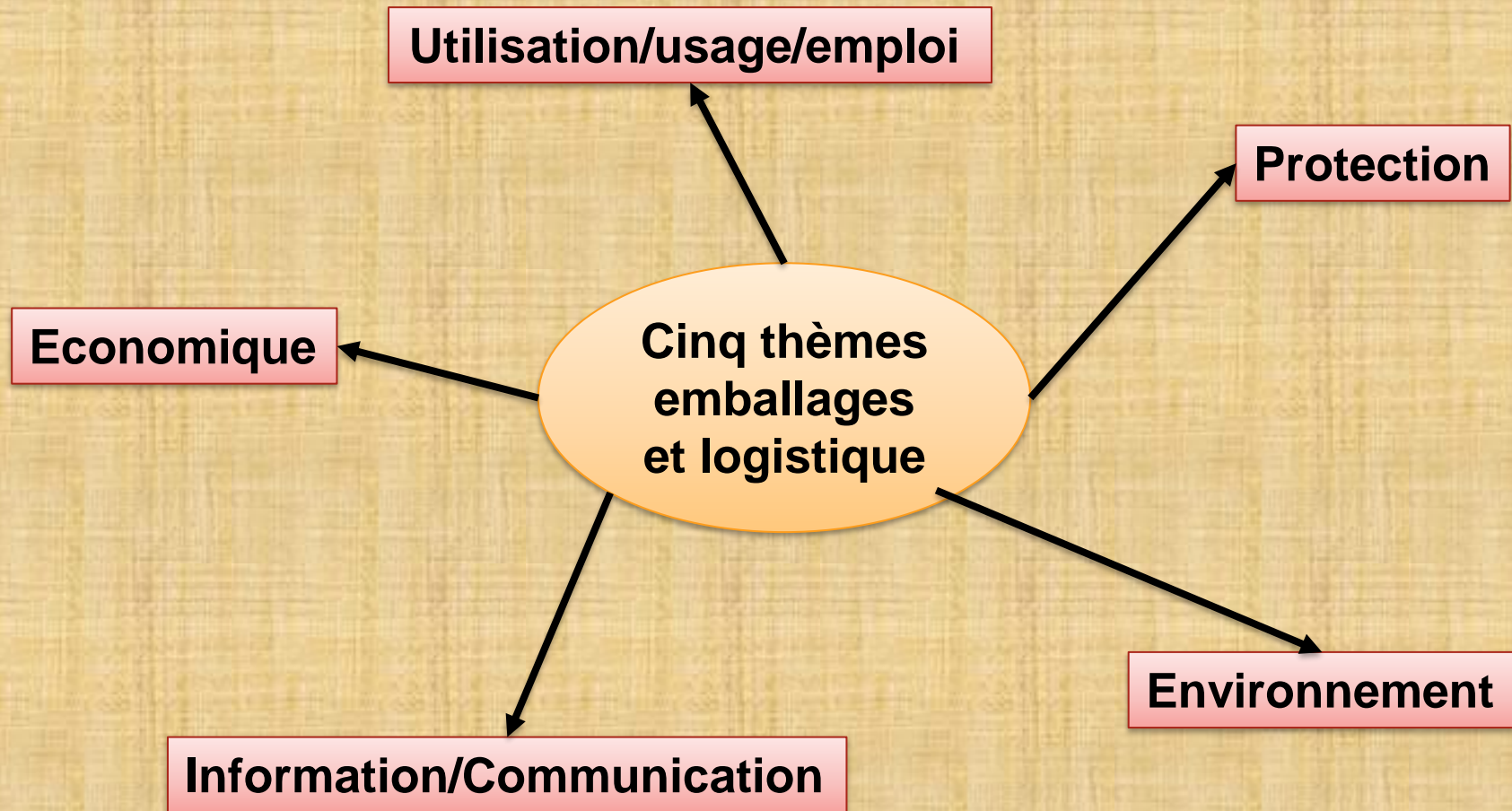


- **Visibilité** : Est-ce que le produit capte l'attention des yeux ?
- **Attirance** : Le produit suscite-t-il l'intérêt ? Est-il désirable ?
- **Lisibilité** : La lecture est-elle facile, les communications sont-elles perçues dans le bon ordre ?
- **Personnalité** : L'emballage donne-t-il une idée juste et complète du produit ?
- **Différenciation** : Le produit permet-il de se distinguer des produits concurrents



Emballage et conditionnement

Il y a cinq thèmes établissant un lien entre la logistique et l'emballage du produit



Protection

Dans le cas de la logistique du couple produit agro alimentaire/emballage, la protection est un levier de **lutte contre le gaspillage et les pertes du produits**. La conception du système d'emballage **doit intégrer la sécurité du consommateur et la protection du produit et de ses qualités**, y compris organoleptiques.

L'emballage primaire constitue le pivot de cette protection :

- la conservation des qualités organoleptiques et des qualités nutritionnelles du produit,
- l'interdiction des transferts de goût et d'odeurs parasites,
- la protection sanitaire du produit (faire barrière à toute immiscions de germes, d'insectes ou de produits non souhaités),

Dans ces cas, l'emballage primaire doit être neutre vis-à-vis de l'aliment (processus de migration, aspects organoleptiques...).

Il peut de surcroît assurer d'autres fonctions dans le cadre spécifique des emballages actifs et intelligents

- la protection contre le vieillissement du produit,
- l'allongement de la durée de vie de produits périssables.

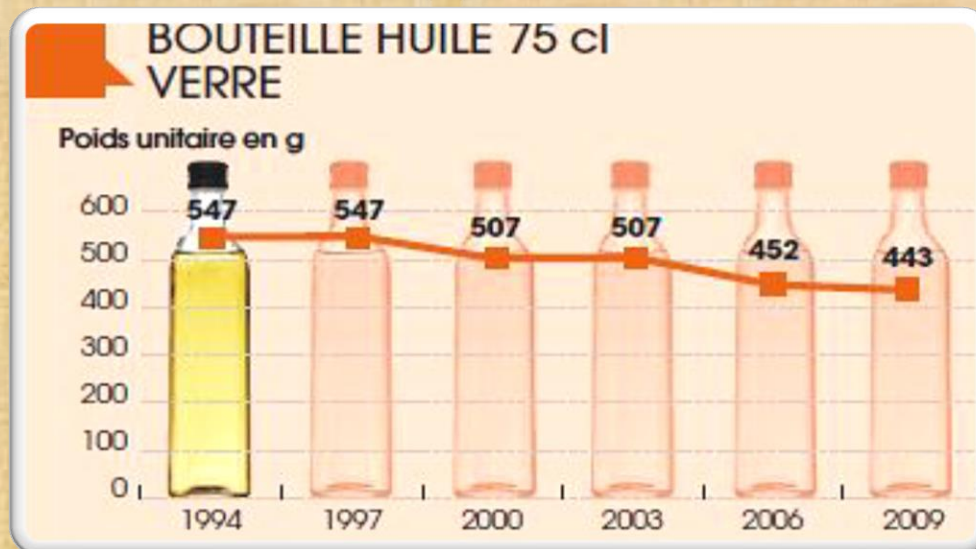
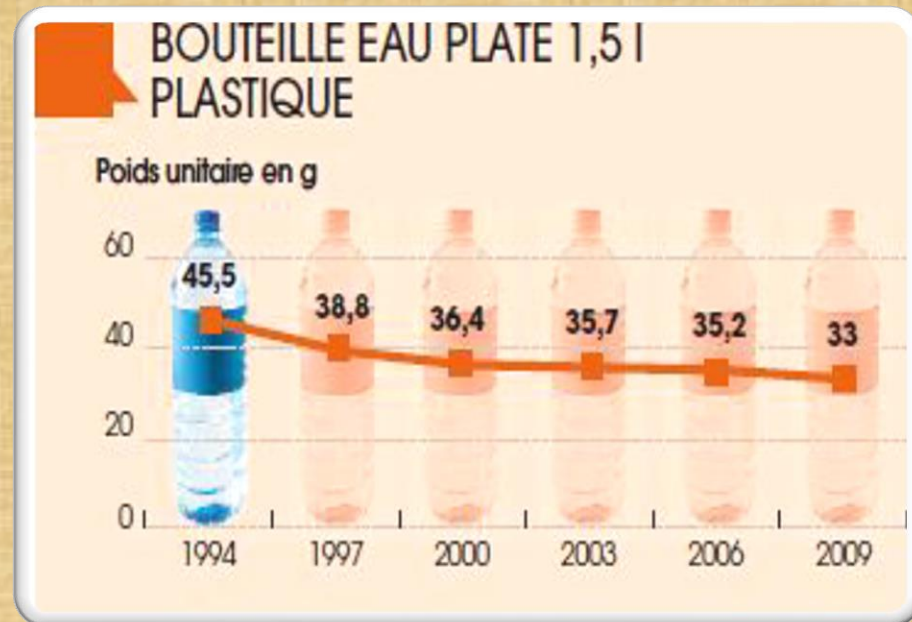
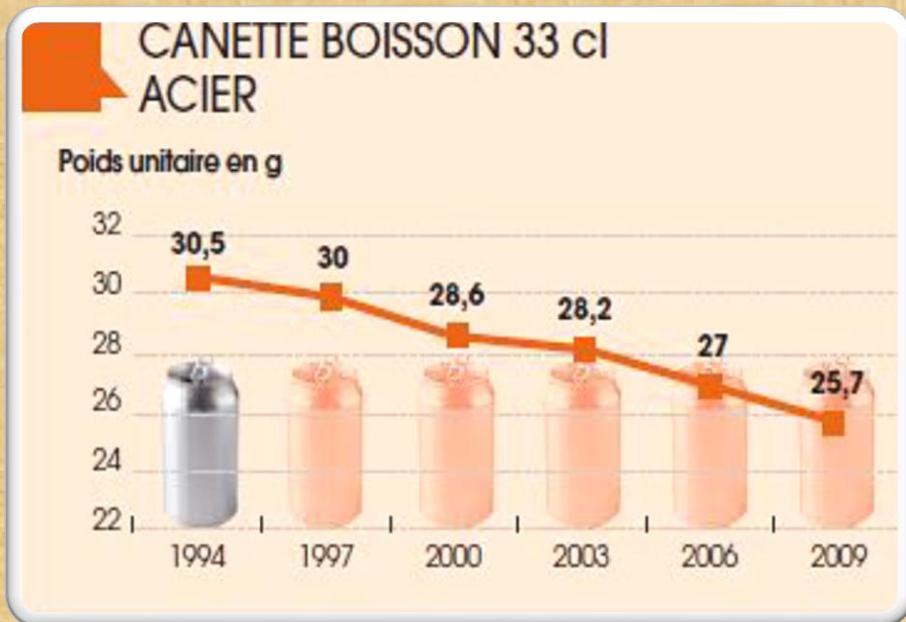
La prise en compte de l'environnement dans la conception des emballages de logistique peut contribuer à une logistique performante, respectant les fonctions attendues de l'emballage.

En effet, l'optimisation du volume ou du poids de l'emballage primaire secondaire ou tertiaire permettent de réduire les achats de matière, d'optimiser les chargements, et donc de réduire les coûts pour les entreprises.

En cela elle constitue un levier important dans leurs démarches et de développement durable.

Les huit leviers permettant la prévention par réduction à la source des emballages :

1. Faire évoluer la conception du produit
2. Modifier le procédé de conditionnement
3. Concevoir différemment l'emballage
4. Simplifier le système d'emballage
5. Optimiser les dimensions de l'emballage
6. Bénéficier des évolutions techniques des matériaux
7. Améliorer la mise en œuvre des matériaux
8. Optimiser la palettisation des produits.



Certains acteurs économiques inscrivent leur modèle logistique au sein d'un circuit organisé d'emballages industriels réutilisables. Ce circuit inclut divers prestataires notamment ceux de la **logistique retour des emballages vides**.

On trouve ces circuits organisés dans certains secteurs agroalimentaires mais aussi dans d'autres secteurs comme le secteur automobile

La gestion des déchets d'emballages a pour principe fondamental, le développement du recyclage et des autres formes de valorisation.

Les emballages utilisés en logistique (caisse carton, film plastique, etc.) sont des emballages, facilement identifiables constituant des flux de qualité homogène et massifiables dans des centres logistiques, ce qui **facilite techniquement et économiquement leur recyclage.**

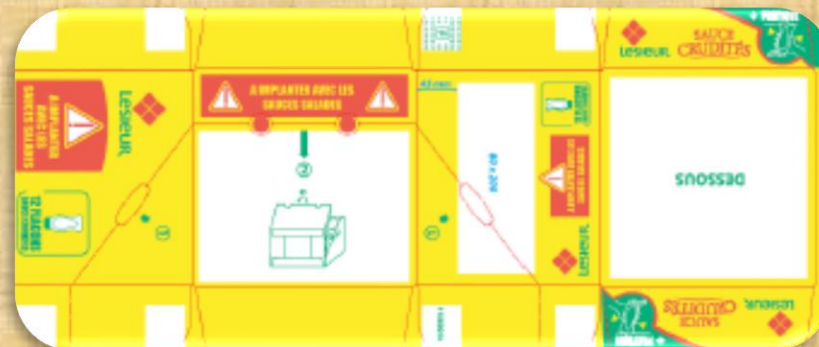
Le coût global de la logistique produit inclut l'ensemble des opérations logistiques : remplissage, stockage, acheminement, mise en rayon, transport par le consommateur, etc. du produit jusqu'au moment où ce dernier sera consommé/utilisé.

L'emballage doit répondre à une exigence de :

- Standardisation en vue d'optimiser les coûts logistiques,
- Différenciation pour l'expérience consommateur avec le produit (l'on parle de marketing différencié).

Information/Communication

En fonction des étapes, des informations vont être utiles à différents acteurs, elles peuvent être portées par les divers éléments du système d'emballage (emballage primaire, emballage secondaire, emballage de transport).



Il traite des apports du système complet de l'emballage sur ce thème tout au long du parcours logistique du couple produit/emballage.

Les étapes où l'emballage est clé sont décrites succinctement.

- Etape de production/de conditionnement du produit
- Etape de transport
- Etape de stockage et de préparation de commande
- Etape transport/stockage par le client final