

Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006. 1

B
Bitume Québec

Fabrication des enrobés

Par: Pierre T. DORCHIES ing. MSc.
Directeur Développement et ingénierie

sint
ra

LUCREB
L'Union des
Associations
de Techniciens
et Ingénieurs
du Québec

Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. –
Montréal 2006.



Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006. 2

Plan du cours:

- 1- Rappel sur les enrobés
- 2- Les types de centrales
- 3- Le prédosage des granulats
- 4- Le séchage
- 5- L'apport calorifique: le brûleur
- 6- Le malaxage
- 7- Le contrôle des poussières
- 8- Le stockage et le conditionnement des liants
- 9- Les systèmes annexes de chauffage
- 10- L'alimentation des recyclés
- 11- La livraison de l'enrobé
- 12- L'entreposage en silo
- 13- Le poste de pilotage

1- La fabrication des enrobés

**ENROBÉ BITUMINEUX
=
MÉLANGE HOMOGÈNE DE GRANULATS
BITUME
ADDITIFS**



+



Filler

Granulats
0-5, 5-10 ...



Bitume PG X-Y

1. Stocker
2. Doser

1. Stocker
2. Doser
3. Chauffer
4. Sécher
5. Dépoussiérer

1. Stocker
2. Doser
3. Maintenir en température

MALAXER pour obtenir un enrobé homogène

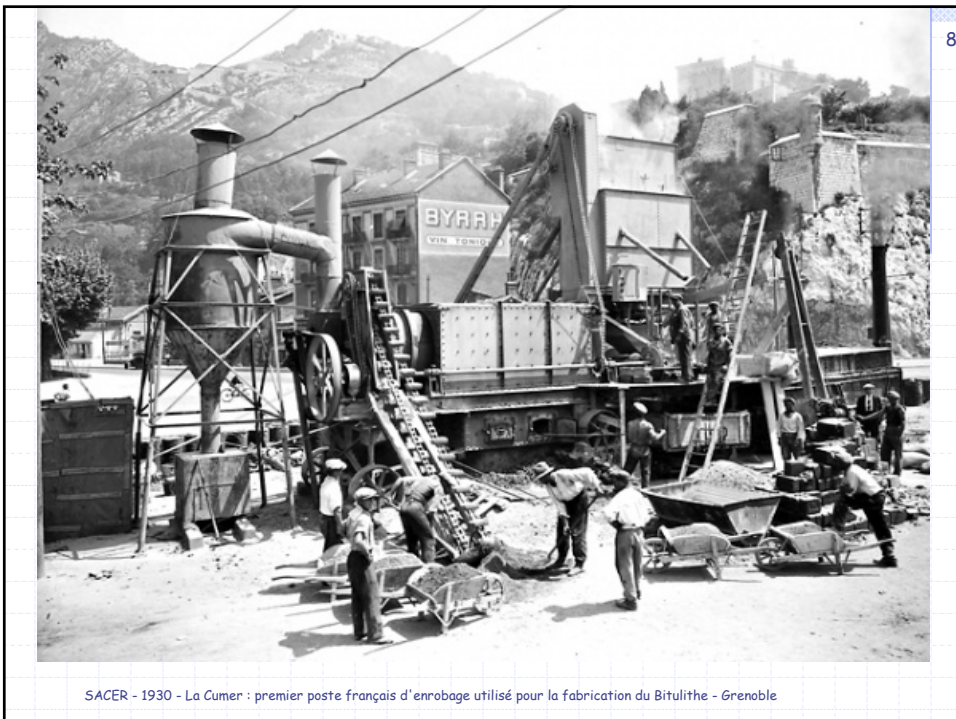
LIVRER OU STOCKER À CHAUD

2- Les types de centrales d'enrobages



Un retour sur le passé

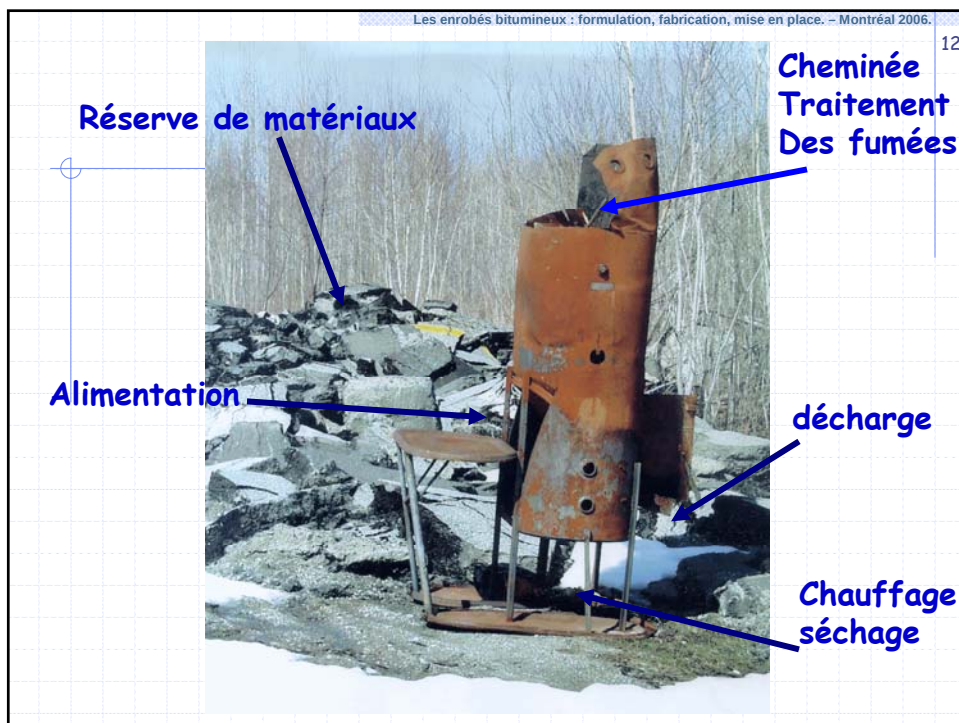
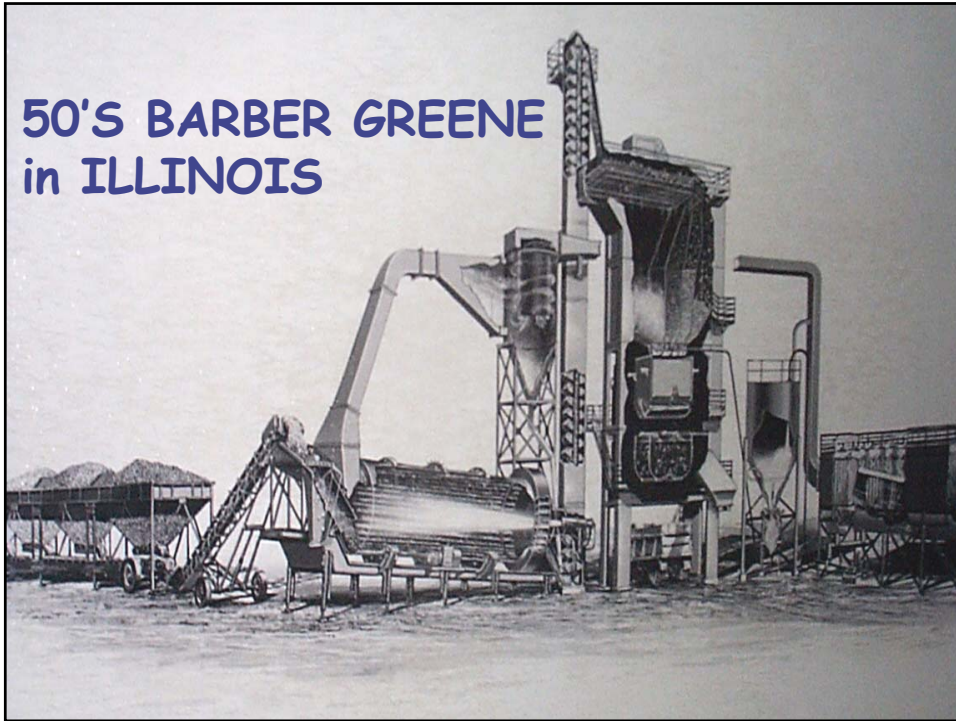
Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006.



SACER - 1930 - La Cumer : premier poste français d'enrobage utilisé pour la fabrication du Bitulithe - Grenoble



50'S BARBER GREENE in ILLINOIS



DISCONTINU:

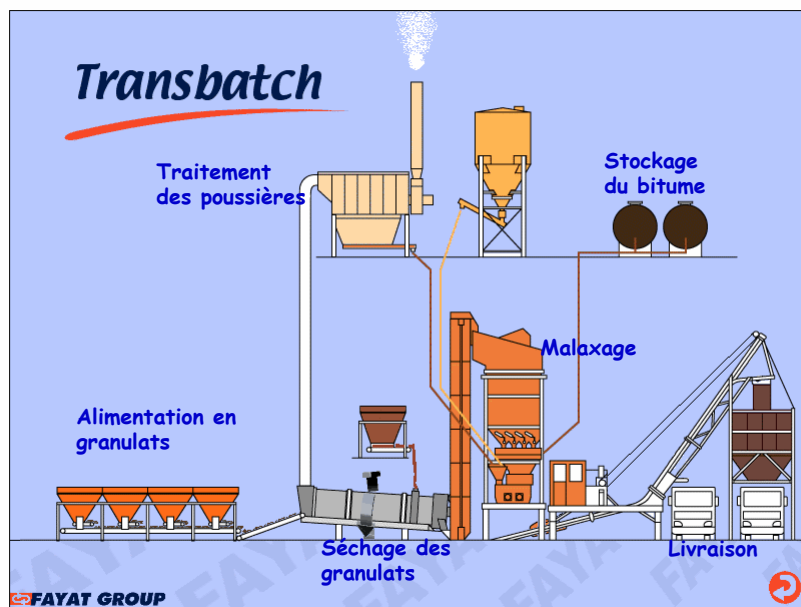
- GRANULATS & BITUME SONT PESÉS PAR GACHÉE
- LE MALAXAGE SE FAIT PAR GACHÉE
- CENTRALE FIXE
- FOURNITURE AVEC MULTIPLES FORMULES DE TYPE ÉPICERIE

CONTINU:

- GRANULATS & BITUME SONT DOSÉS EN CONTINU
- LE MALAXAGE SE FAIT EN CONTINU
- CENTRALE À PNEUS OU MÉCANIQUE
- FORMULES LIÉGÈRES À GRAND RENDEMENT

CONTINU TSM TSE "DRUM-MIX"

- GRANULATS & BITUME SONT DOSÉS EN CONTINU
- LE MALAXAGE SE FAIT EN CONTINU DANS LE TAMBOUR SÈCHEUR
- POSTE FIXE OU MOBILE
- QUELQUES FORMULES, GRAND RENDEMENT





Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place.
Montréal 2006.

DISCONTINU:

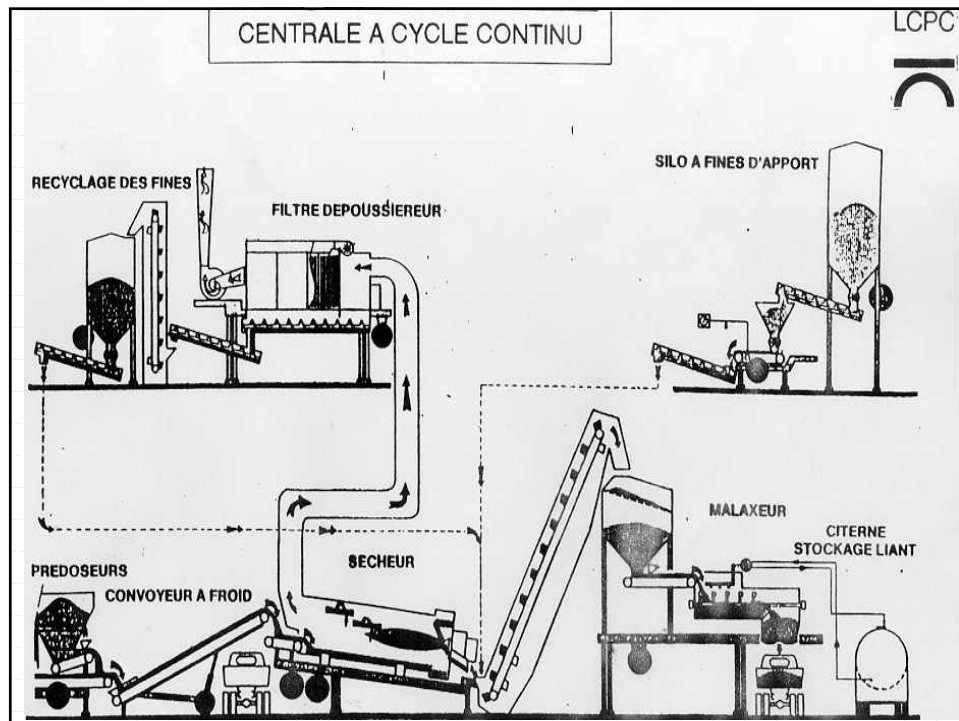
- GRANULATS & BITUME SONT PESÉS PAR GACHÉE
- LE MALAXAGE SE FAIT PAR GACHÉE
- CENTRALE FIXE
- FOURNITURE AVEC MULTIPLES FORMULES DE TYPE ÉPICERIE

CONTINU:

- GRANULATS & BITUME SONT DOSÉS EN CONTINU
- LE MALAXAGE SE FAIT EN CONTINU
- CENTRALE FIXE OU MOBILE
- FORMULE UNIQUE A GRAND RENDEMENT

CONTINU TSM TSE "DRUM-MIX"

- GRANULATS & BITUME SONT DOSÉS EN CONTINU
- LE MALAXAGE SE FAIT EN CONTINU DANS LE TAMBOUR SECHEUR
- POSTE FIXE OU MOBILE
- QUELQUES FORMULES, GRAND RENDEMENT





DISCONTINU

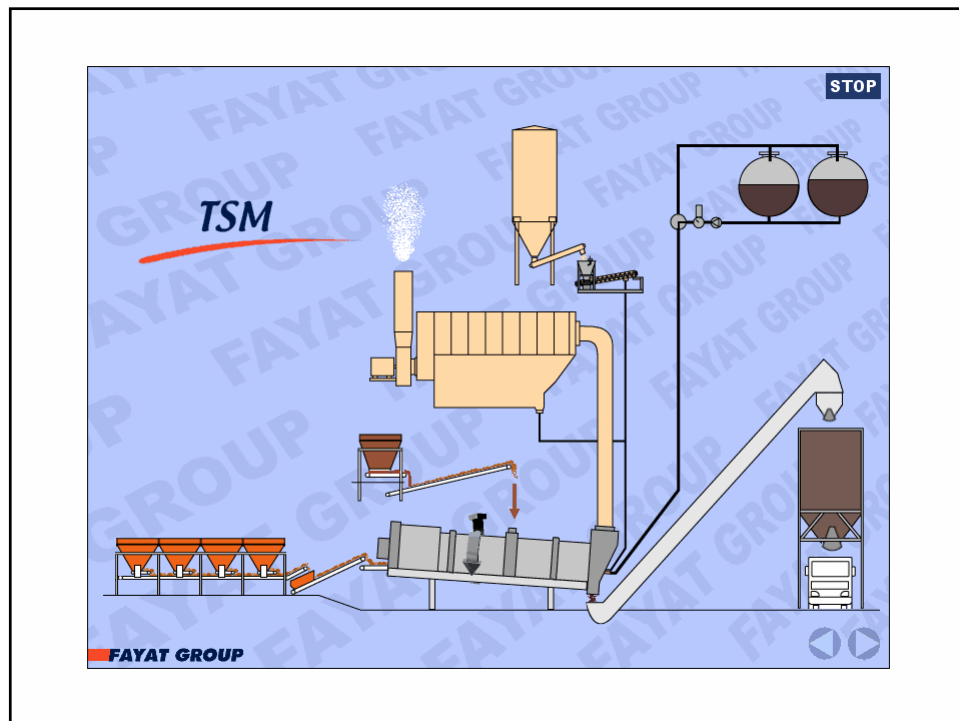
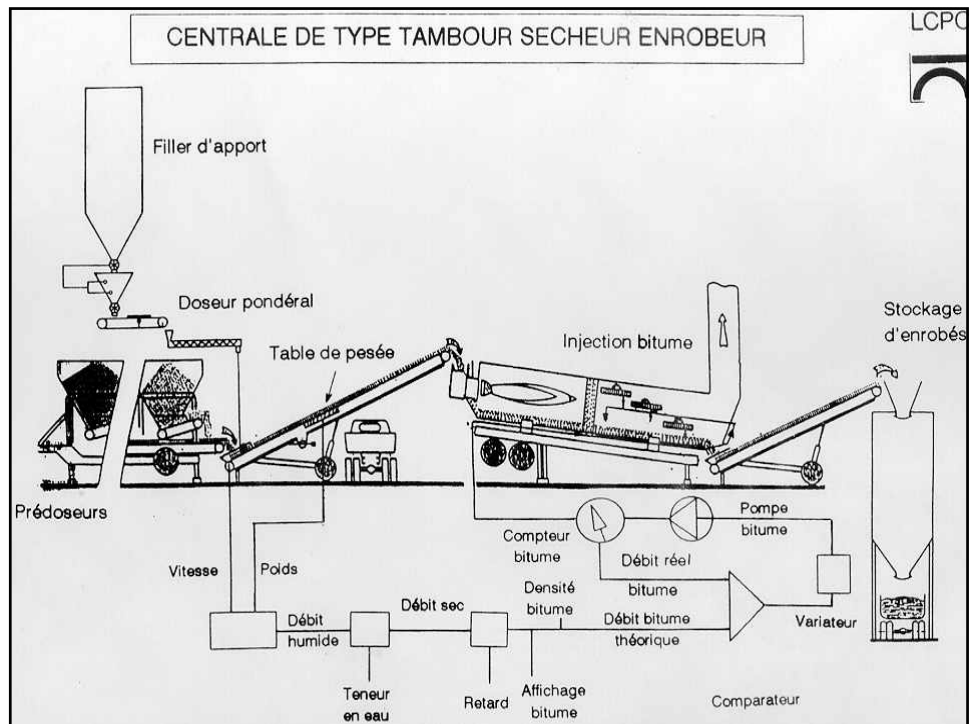
- GRANULATS & BITUME SONT PESÉS PAR GACHÉE
- LE MALAXAGE SE FAIT PAR GACHÉE
- CENTRALE FIXE
- FOURNITURE AVEC MULTIPLES FORMULES DE TYPE ÉPICERIE

CONTINU

- GRANULATS & BITUME SONT DOSÉS EN CONTINU
- LE MALAXAGE SE FAIT EN CONTINU
- CENTRALE FIXE OU MOBILE
- FORMULES ÉPICERIE & CHAÎNE RENDEMENT

CONTINU TSM TSE "DRUM-MIX"

- GRANULATS & BITUME SONT DOSÉS EN CONTINU
- LE MALAXAGE SE FAIT EN CONTINU DANS LE TAMBOUR SECHEUR
- POSTE FIXE OU MOBILE
- QUELQUES FORMULES, GRAND RENDEMENT



Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place.
Montréal 2006.



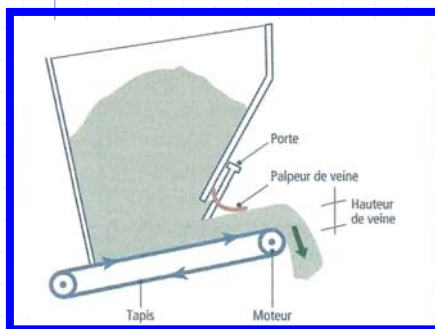
Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place.
Montréal 2006.

3- Le prédosage des granulats

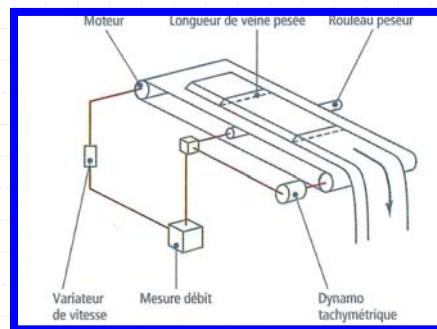


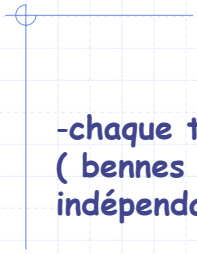
-permet de doser à $\pm 5 \%$ chaque fraction granulométrique

dosage volumétrique



dosage pondéral (tapis peseur)
(sable et teneur en eau)







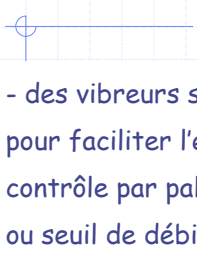
fabrication, mise en place. – Montréal 2006.

27

**-chaque trémie
(bennes " bins") a un réglage
indépendant**



**-conjugateur de débit ("master")
permet de faire varier simultanément dans la même
proportion le débit total**





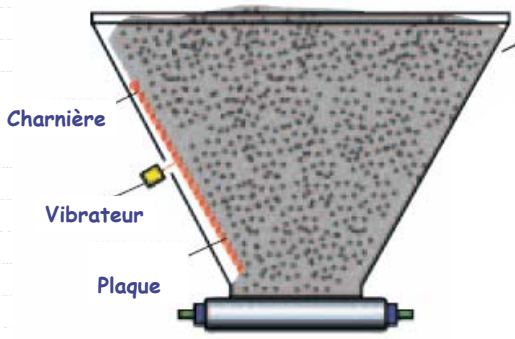
fabrication, mise en place. – Montréal 2006.

28

**- des vibreurs sont utilisés
pour faciliter l'écoulement
contrôle par palpeur de veine
ou seuil de débit (pondéral)**

**- indicateur de niveau (haut,
bas) informe l'opérateur du
chargeur du niveau de
remplissage**

VUE ARRIÈRE



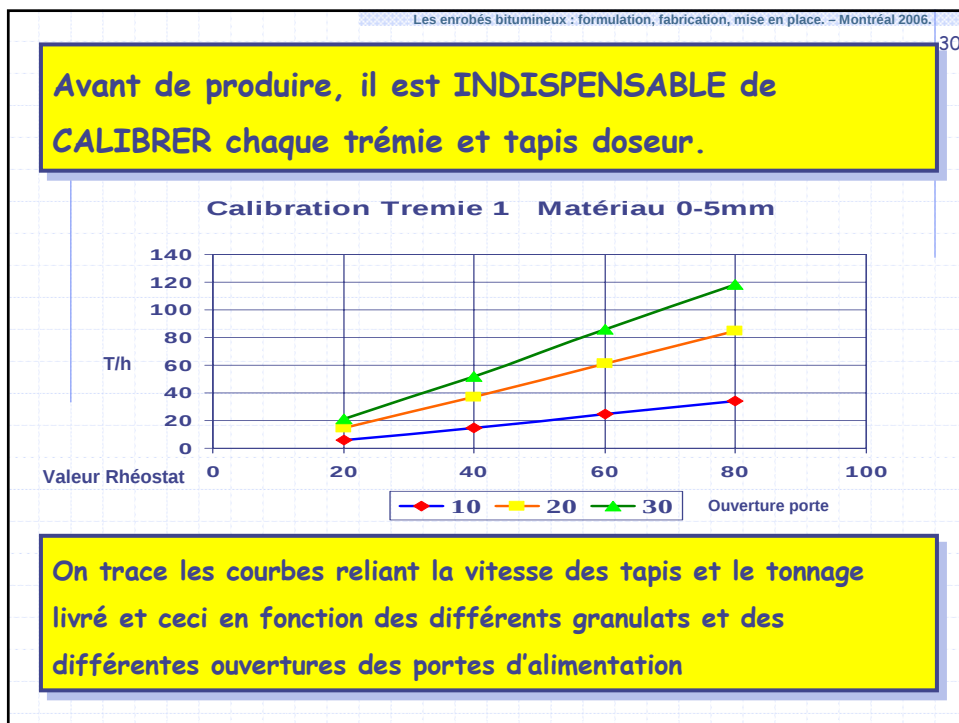
**Les vibrateurs font vibrer
une paroi sans faire vibrer la trémie**

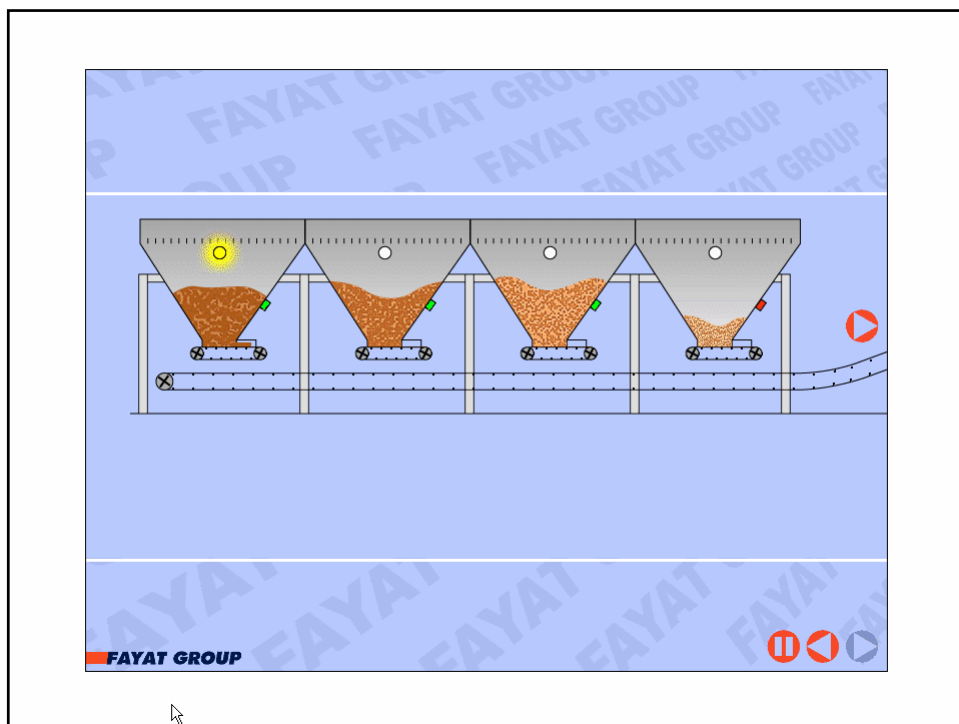
fabrication, mise en place. – Montréal 2006.

29

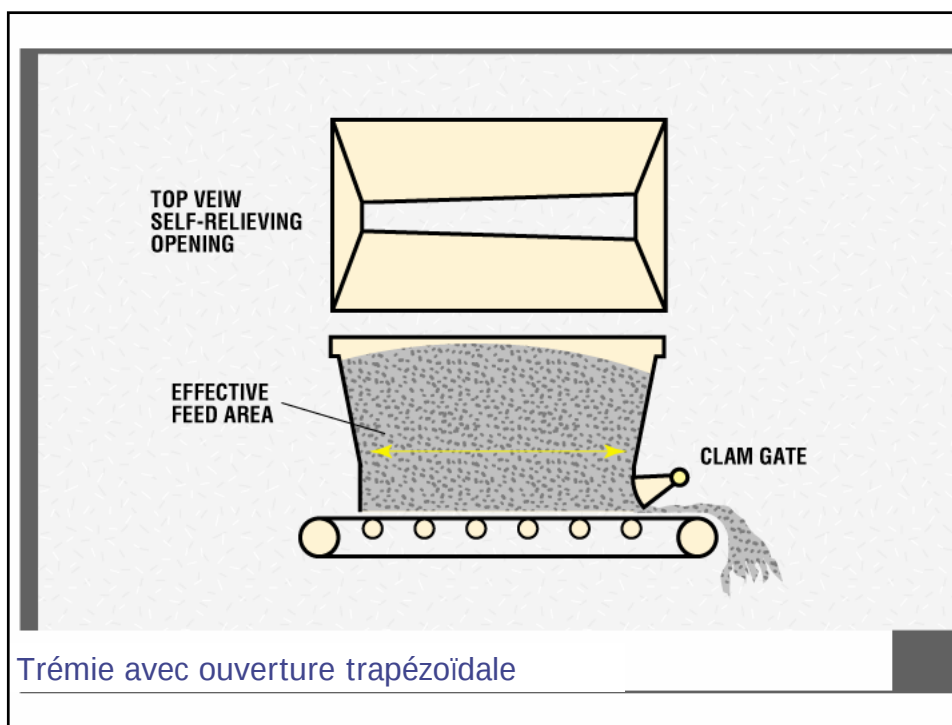
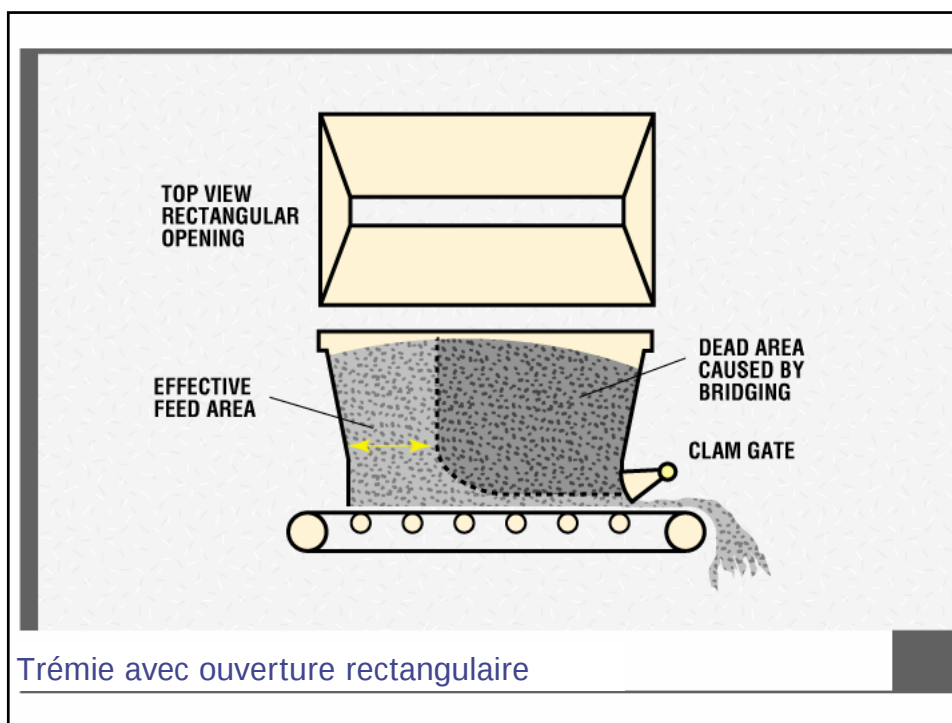
- le dessus de chaque trémie est protégée par une grille pour éviter les gros éléments et pour la sécurité



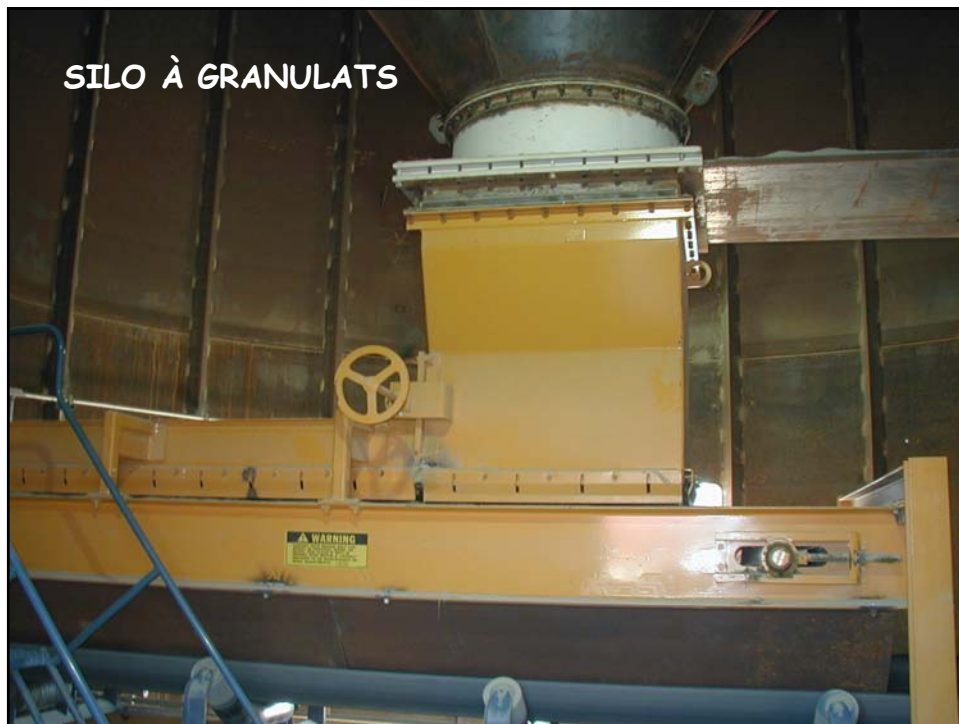


Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place.
Montréal 2006.





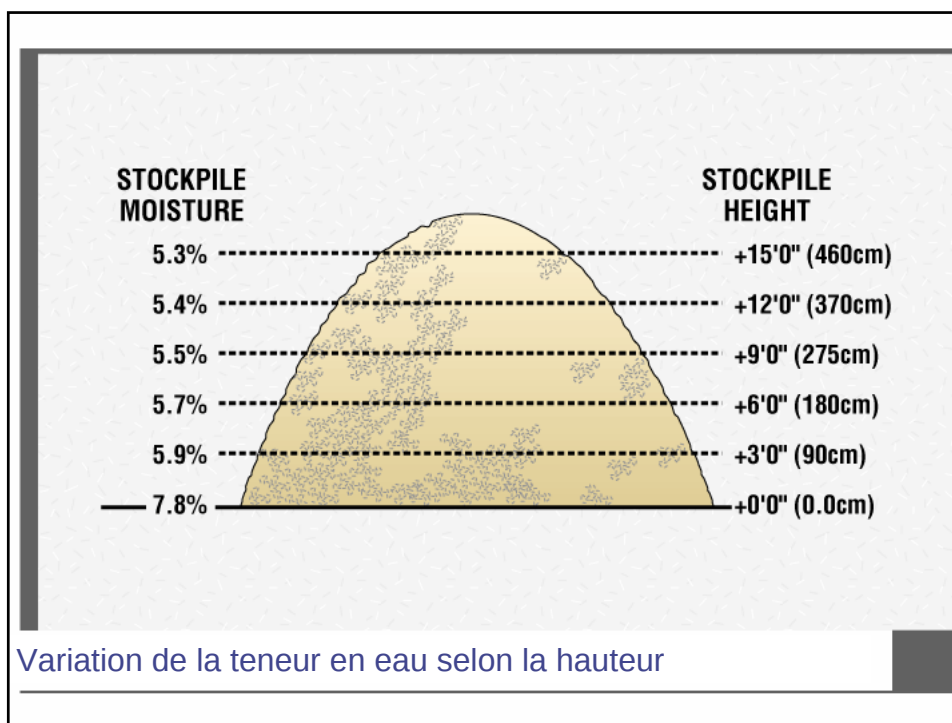
Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place.
Montréal 2006.

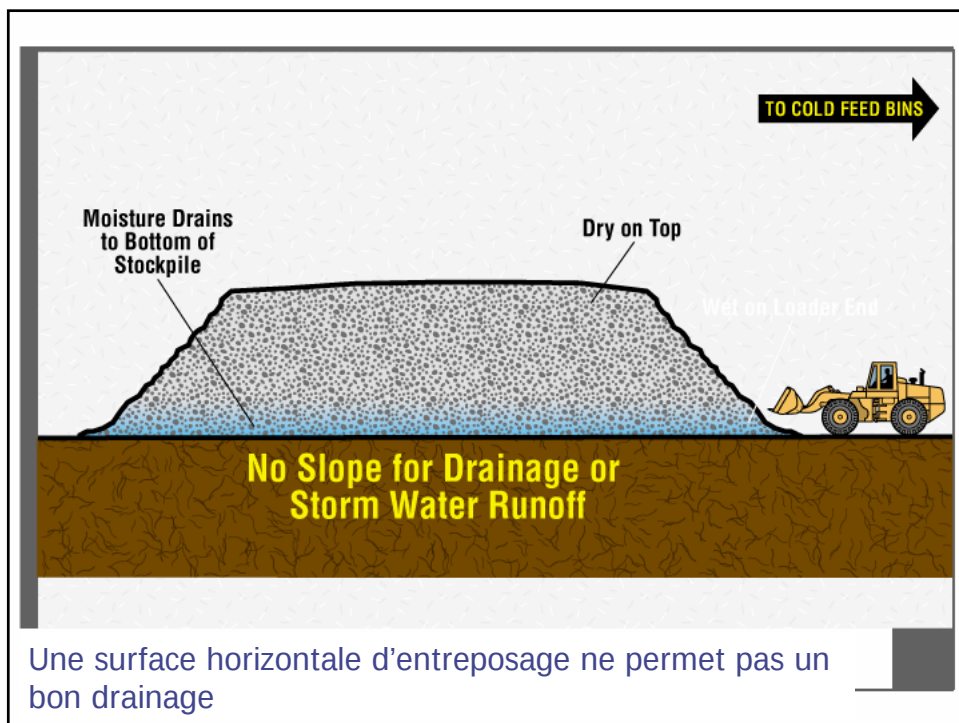
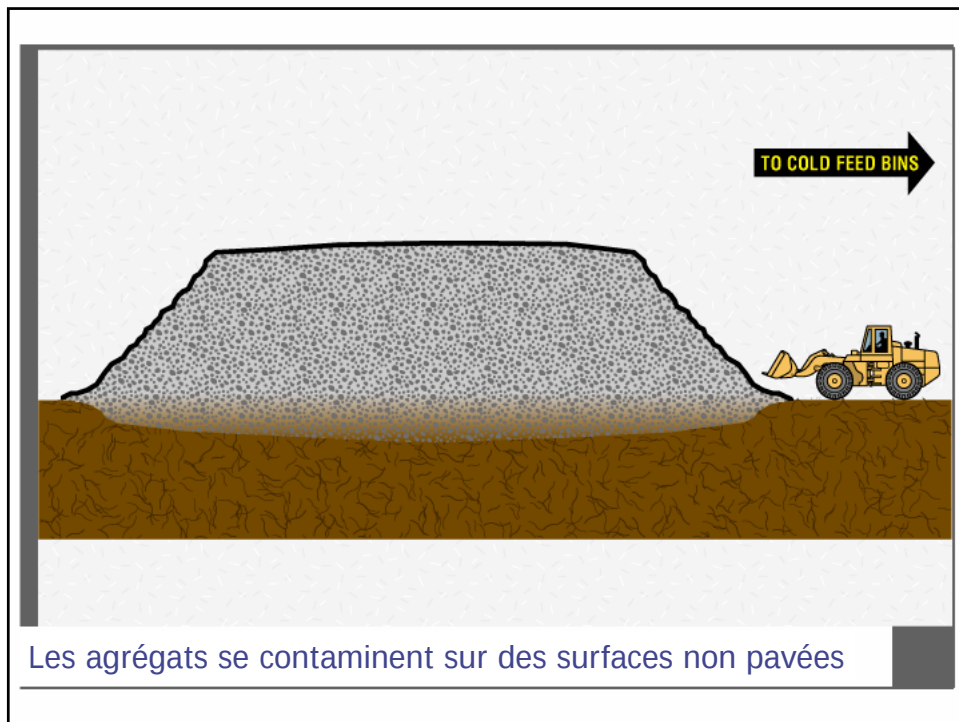


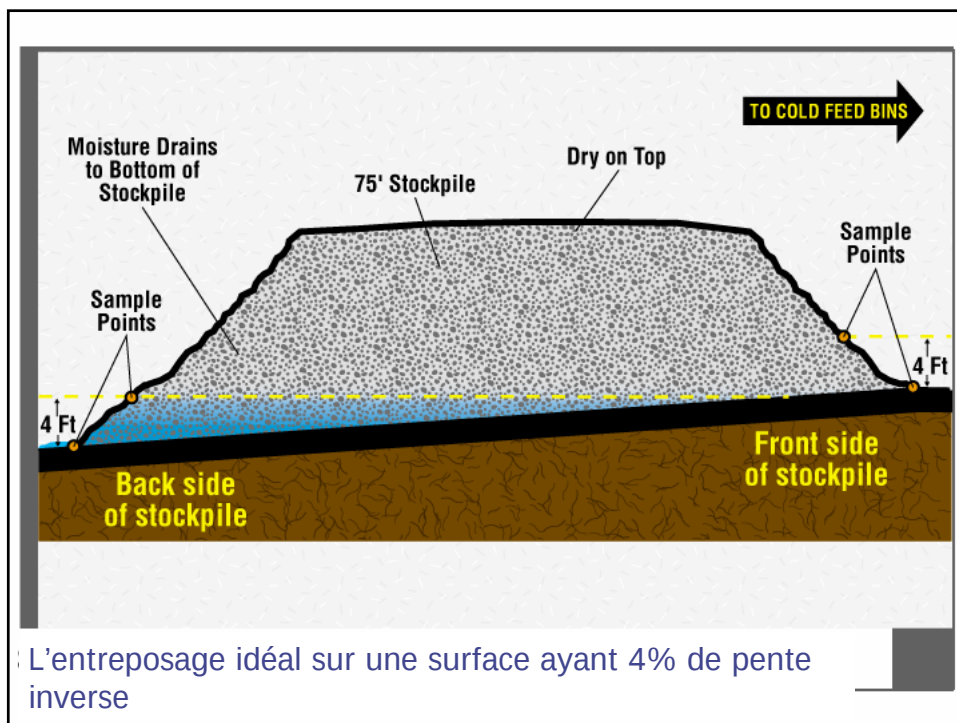
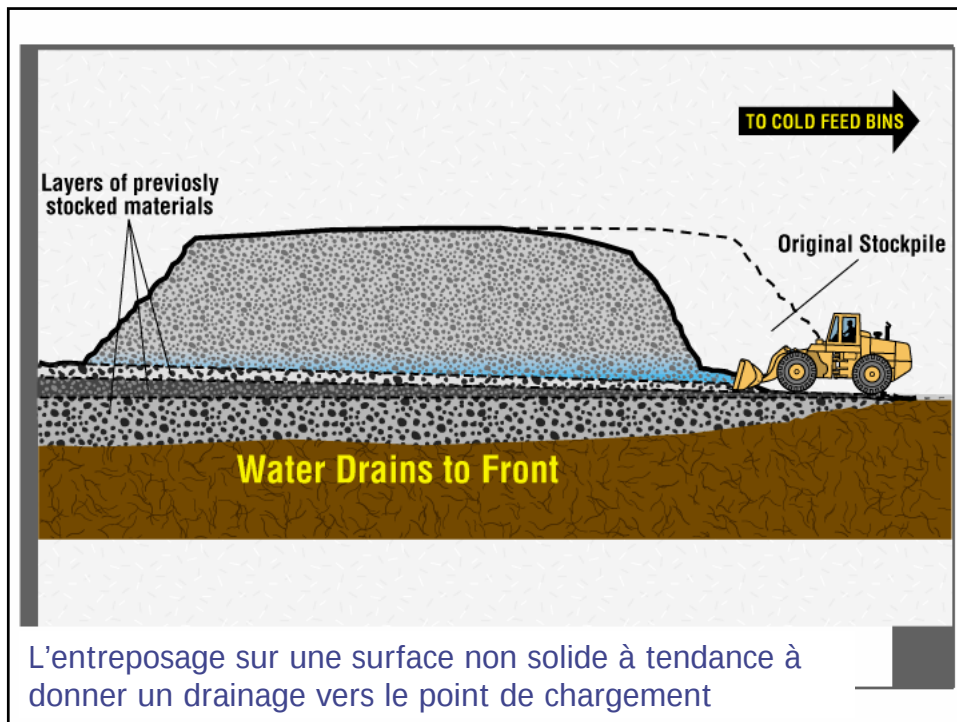
Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006.

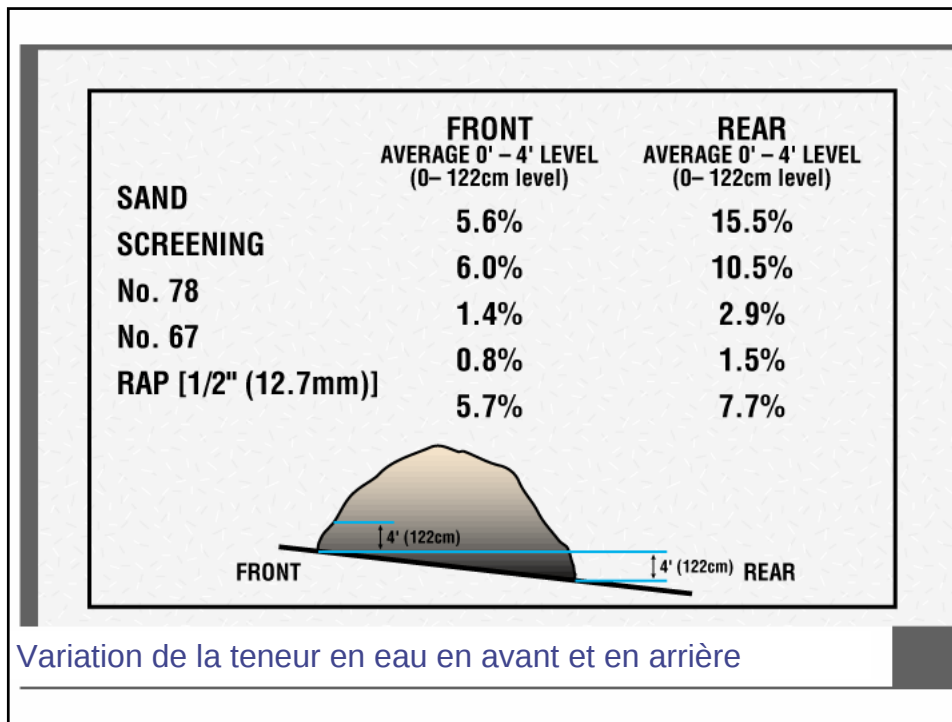
38

Précaution
sur l'entreposage
des granulats









Variation de la teneur en eau en avant et en arrière



Stockage des granulats fins sous -abri

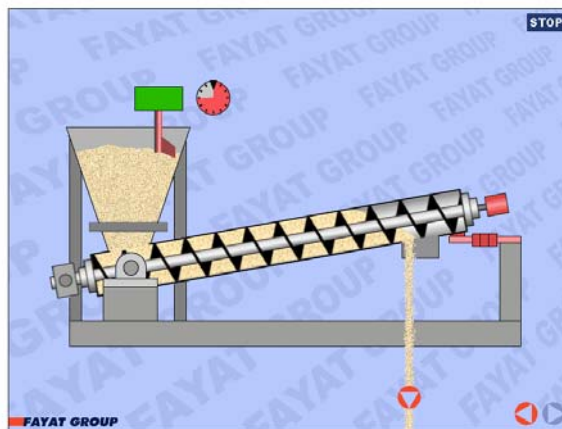


Un entreposage adéquat sur une surface solide sauve de l'argent

Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006.

48

3.1 Le dosage des fillers



Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place.
Montréal 2006.

Le filler peut provenir de deux origines

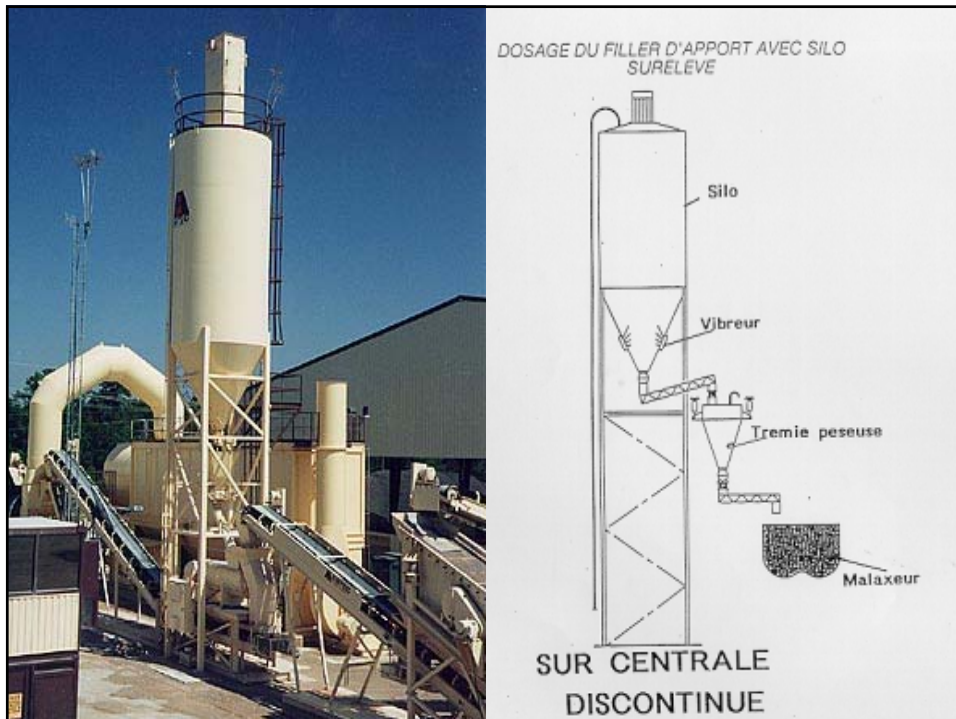
- le filler de dépoussiérage
- le filler d'apport

1- FILLER DU DÉPOUSSIÉRAGE

- introduit dans la balance à granulats avant le malaxage
- introduit par injection dans le tambour des centrales TSM au niveau de l'injection de bitume
- introduit sur le tapis peseur des granulats TSM (plus rarement)

2- FILLER D'APPORT

- livré par camion en vrac (ciment)
- stocké en silo vertical
- dosé ou pesé comme le filler de dépoussiérage



4. Le séchage, le tambour sécheur, le “dryer”



Sa fonction est double:

- enlever l'eau dans les granulats
- élever la température des granulats (environ 150 °C à 175 °C)

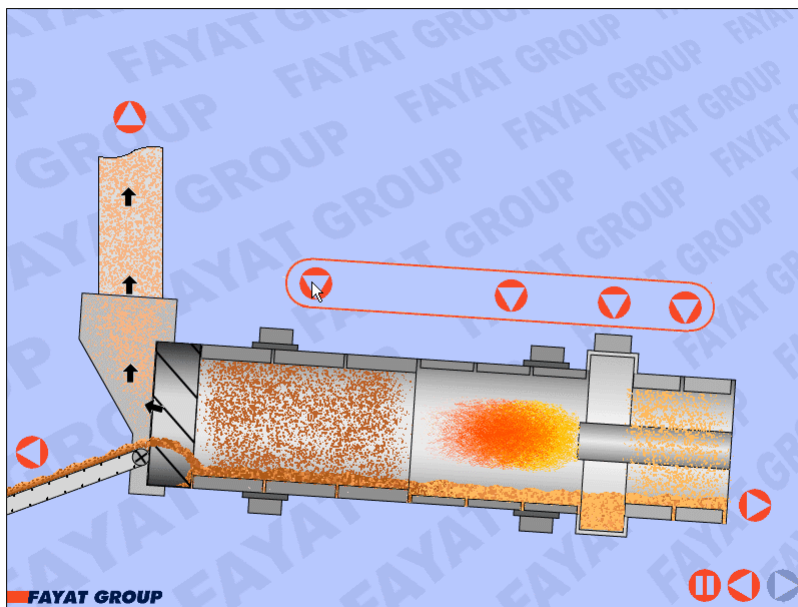
Tambour (cylindre)

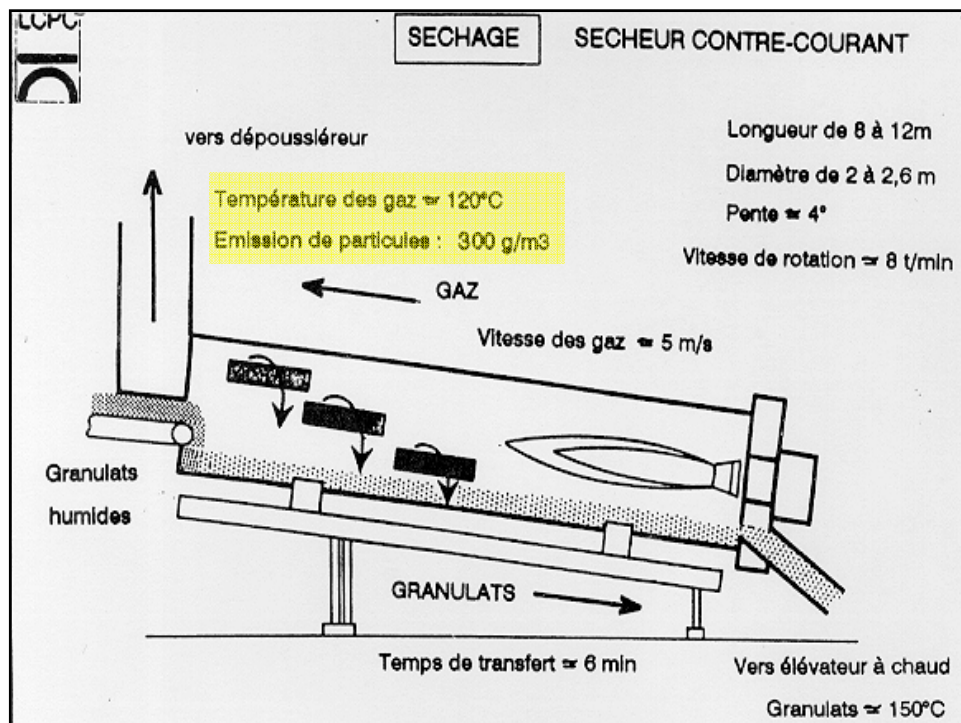
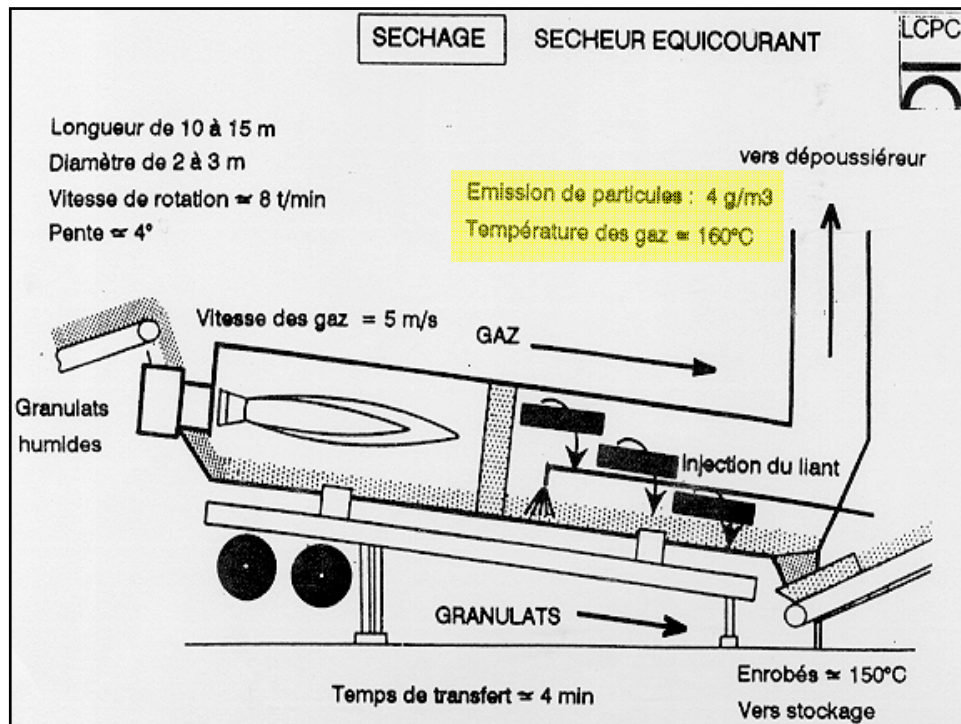
- 8 à 12 mètres de long
- incliné de 4 °
- en rotation 8t/min

La chaleur est apportée par un brûleur.
L'air nécessaire est fourni par un ventilateur

L'air chargé de poussières est dirigé
vers le système de dépoussiérage

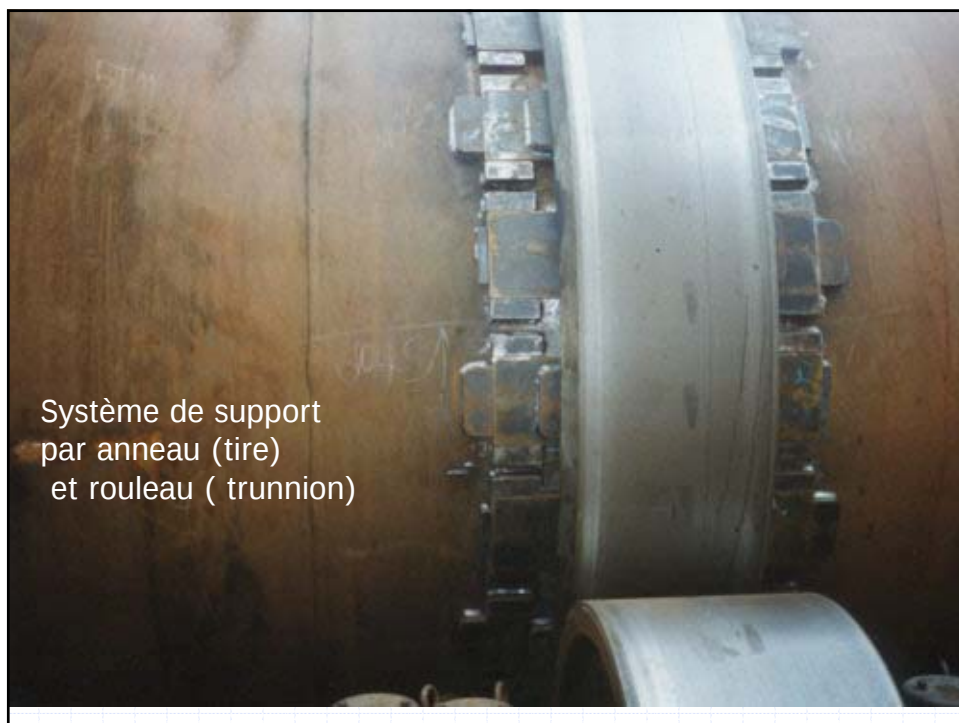
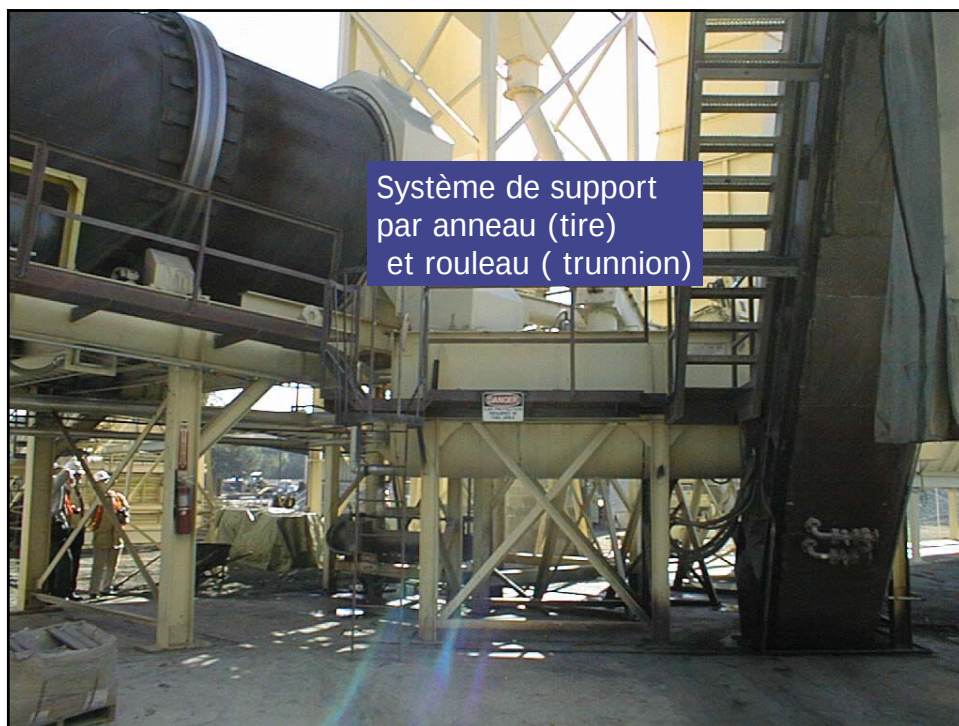
Les granulats sont brasés
par un système interne de déflecteur (Flight)

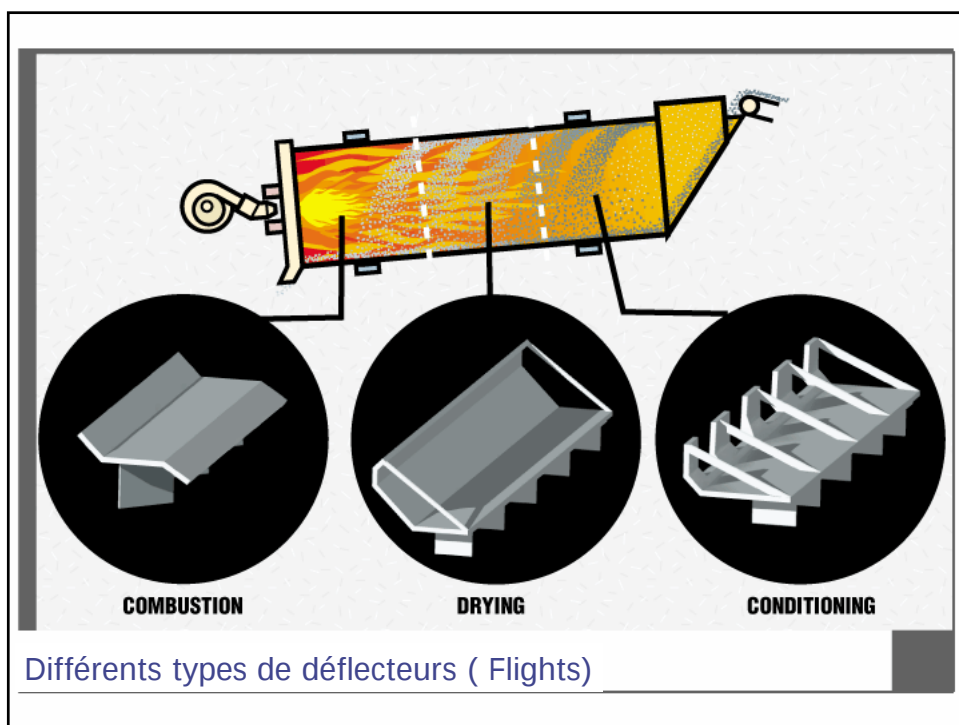


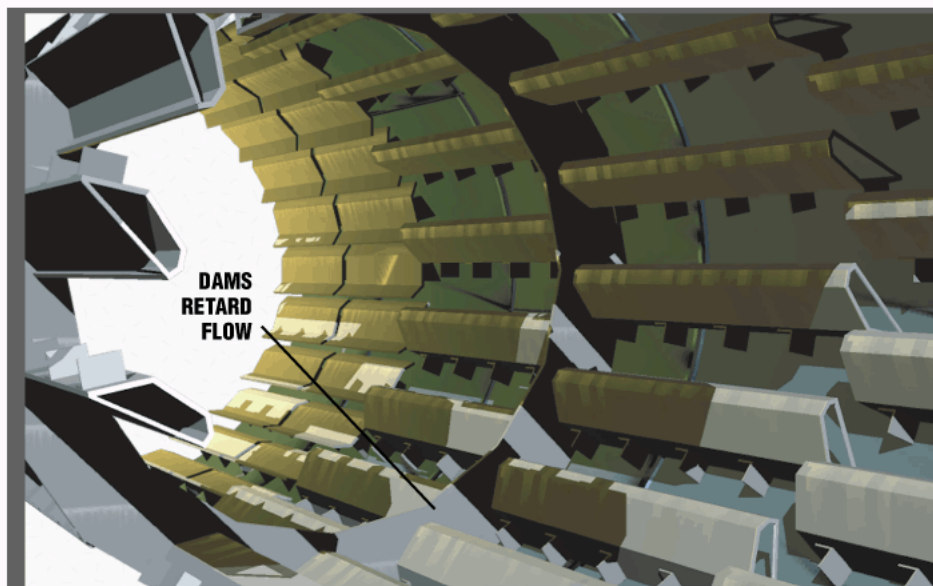










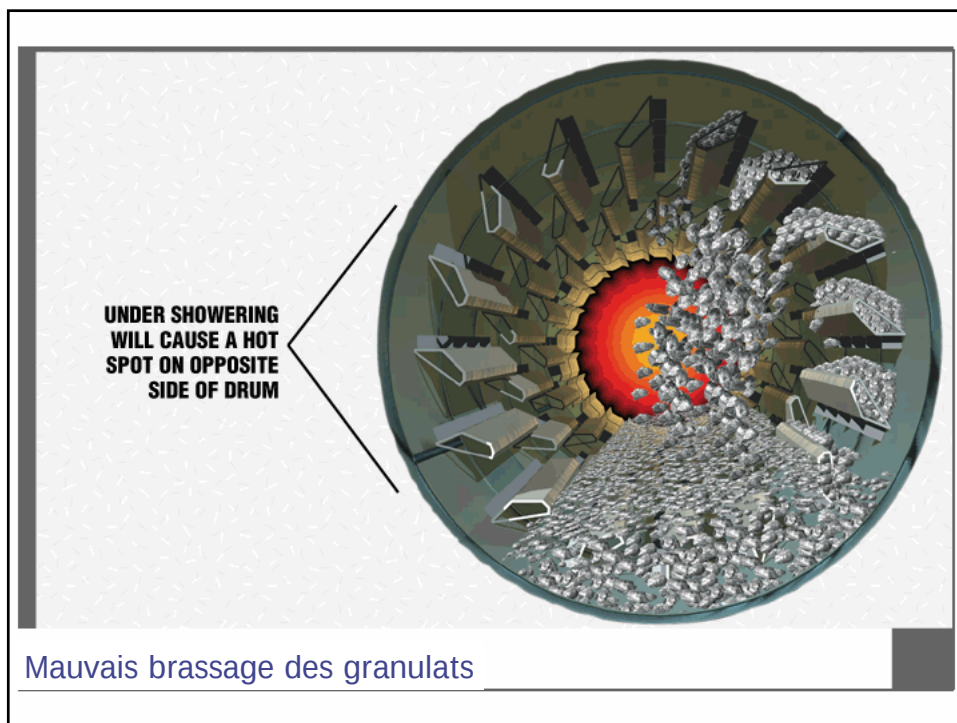
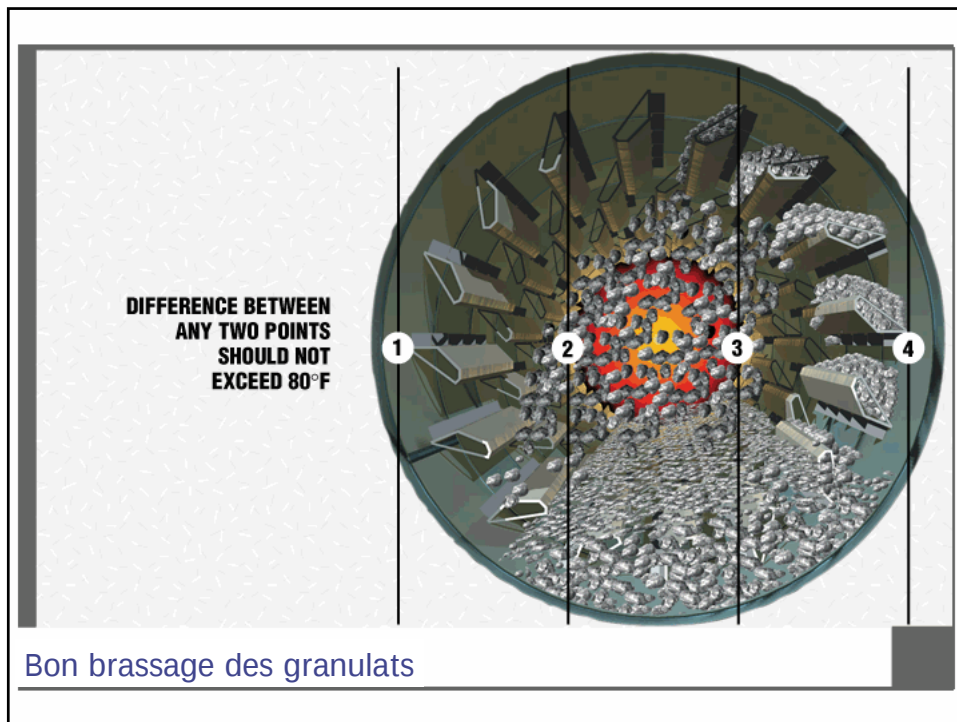


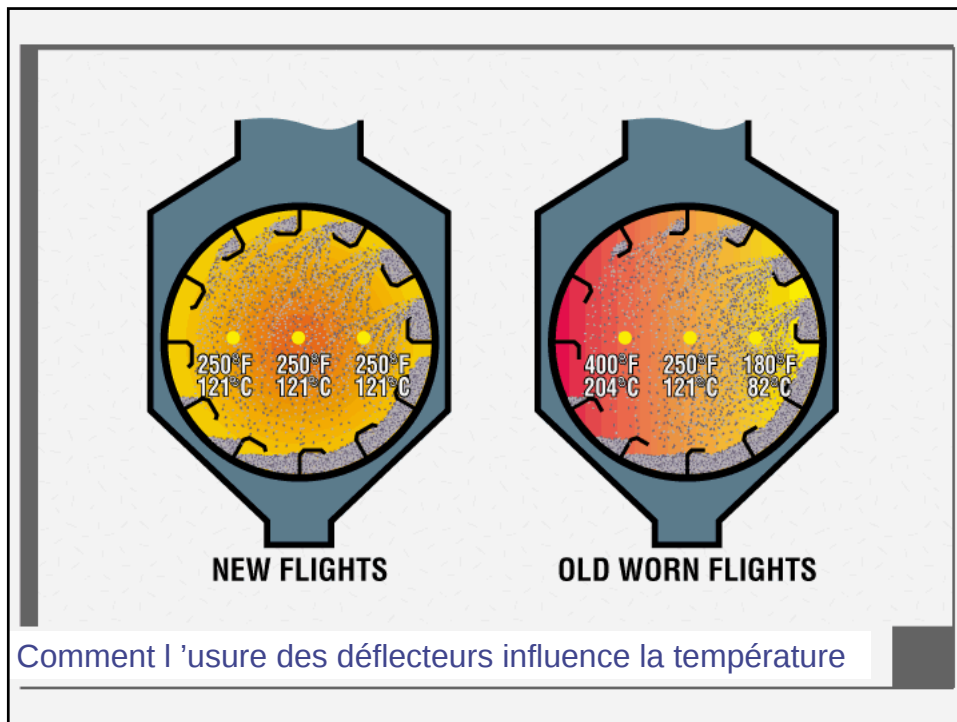
Anneau retardateur dans un tambour sécheur malaxeur





Mauvais déflecteurs





Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006. 72

5. L'apport calorifique : le brûleur

Fournit l'énergie calorifique qui :

- va réduire et faire évaporer l'eau des granulats
- va réchauffer les granulats de 15 à 170 °C

L'énergie est fournie par brûlage d'huile lourde (Bunker), huile légère (huile à chauffage), ou gaz propane ou naturel

Si le brûleur est alimenté en huile lourde, un système de réchauffage en ligne existe en amont du brûleur.

L'air nécessaire à la combustion est apportée par une soufflerie (blower) d'une capacité de

200 à 600 m³d'air/sec/minute (8 000 cfm à 24 000 cfm)

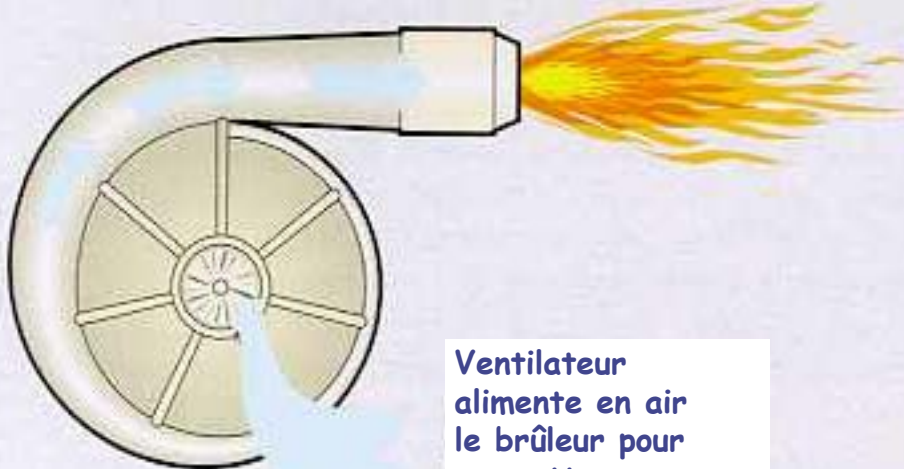


**Brûleur HAUCK
ECO-STAR II 100
100 000 000 BTU**

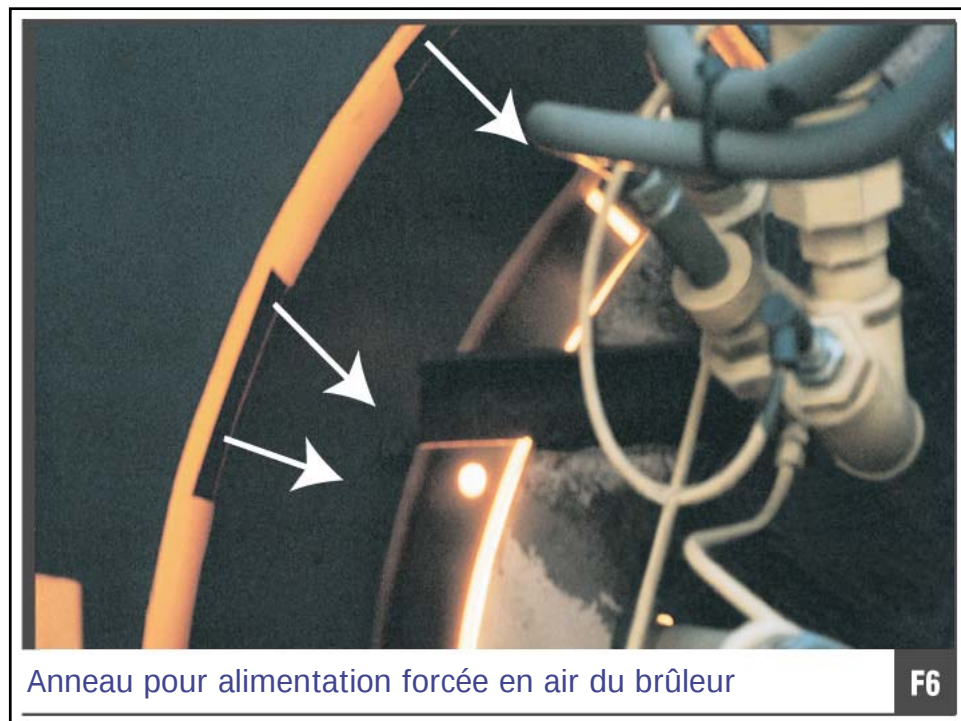
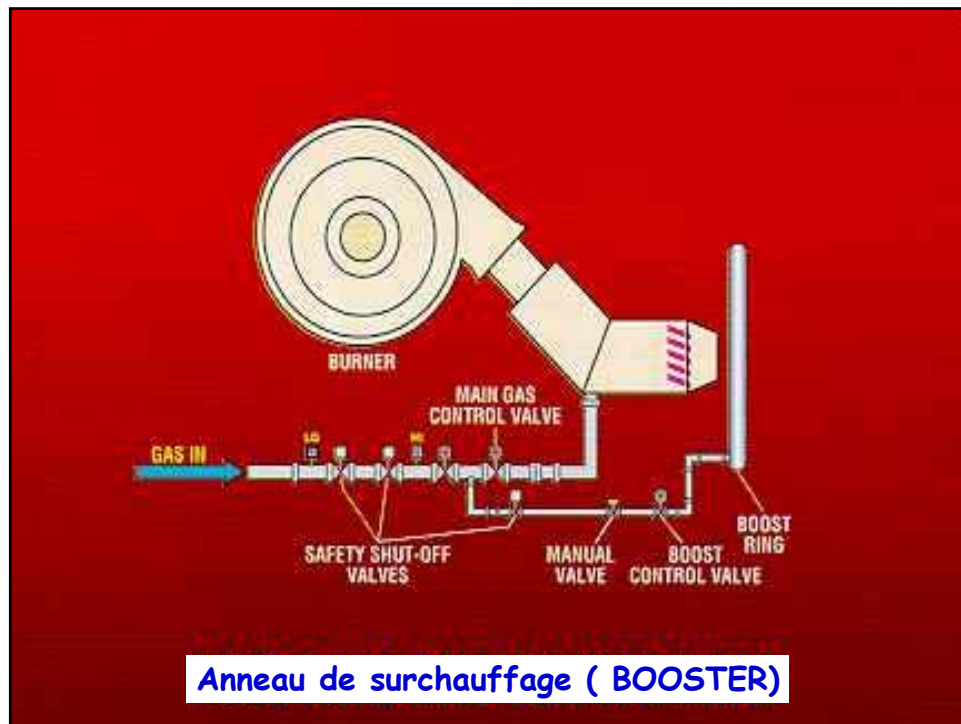
Par heure de fonctionnement

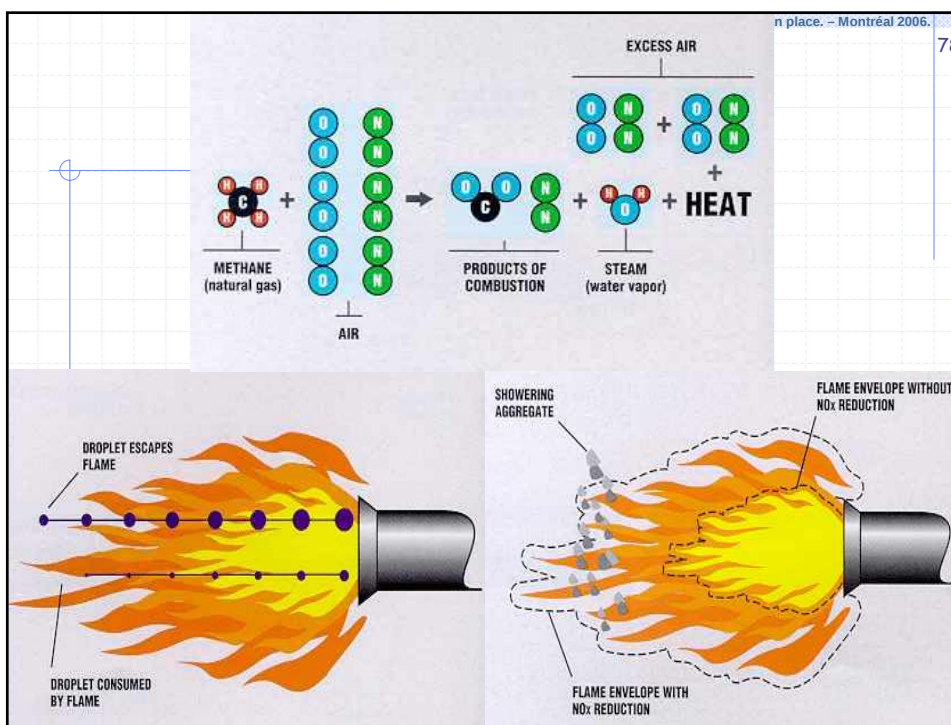
Gaz naturel 2850 m³ de gaz
 36 000 m³ d'air (21000 cfm)

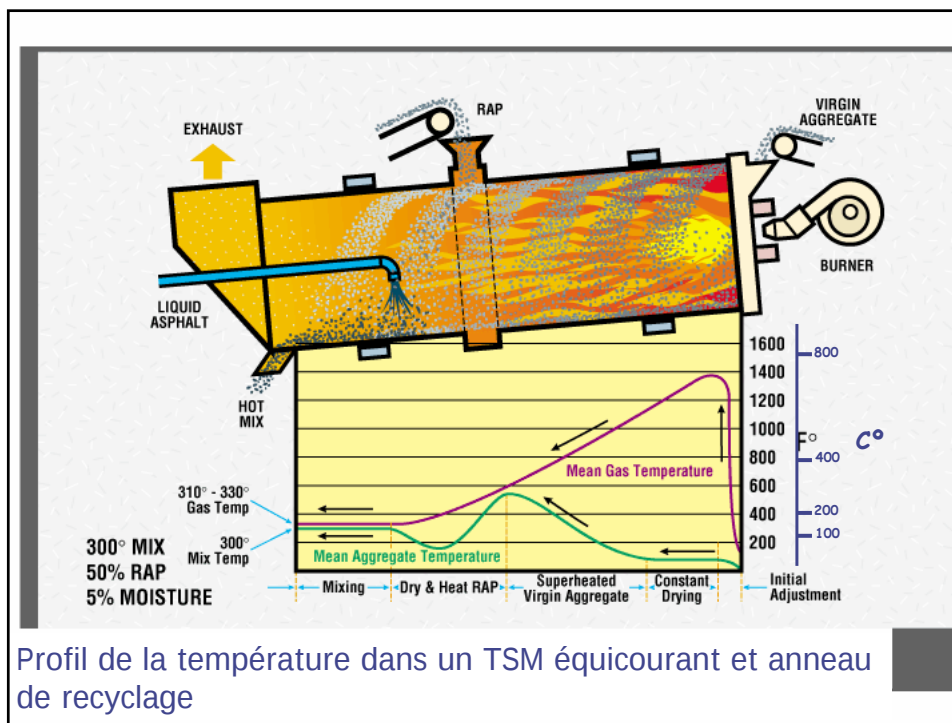
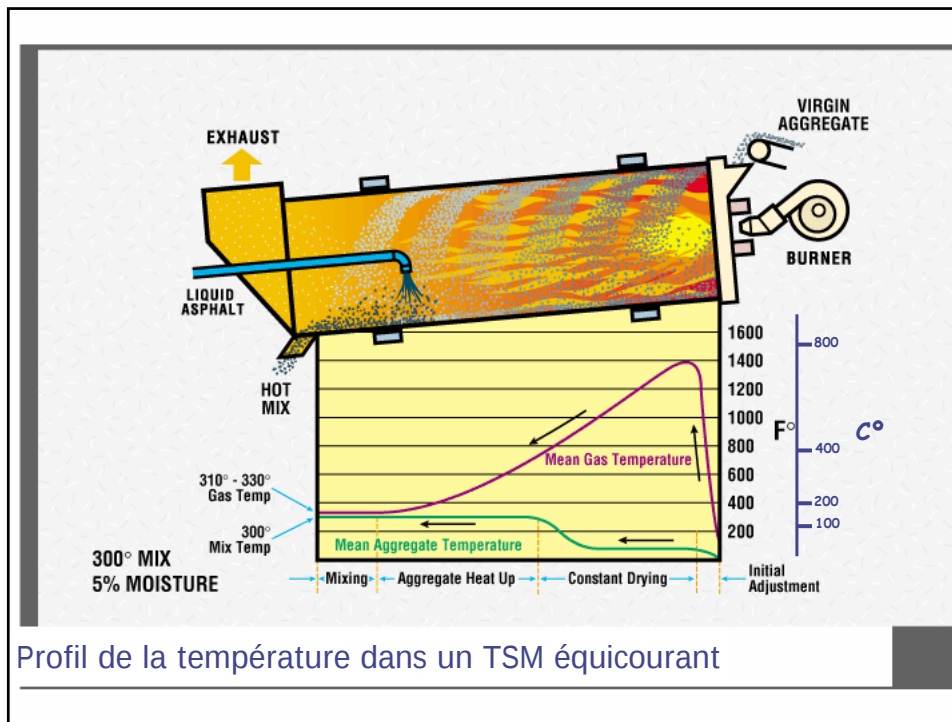
Huile no2 2660 litre de carburant
 36 000 m³ d'air (21000 cfm)

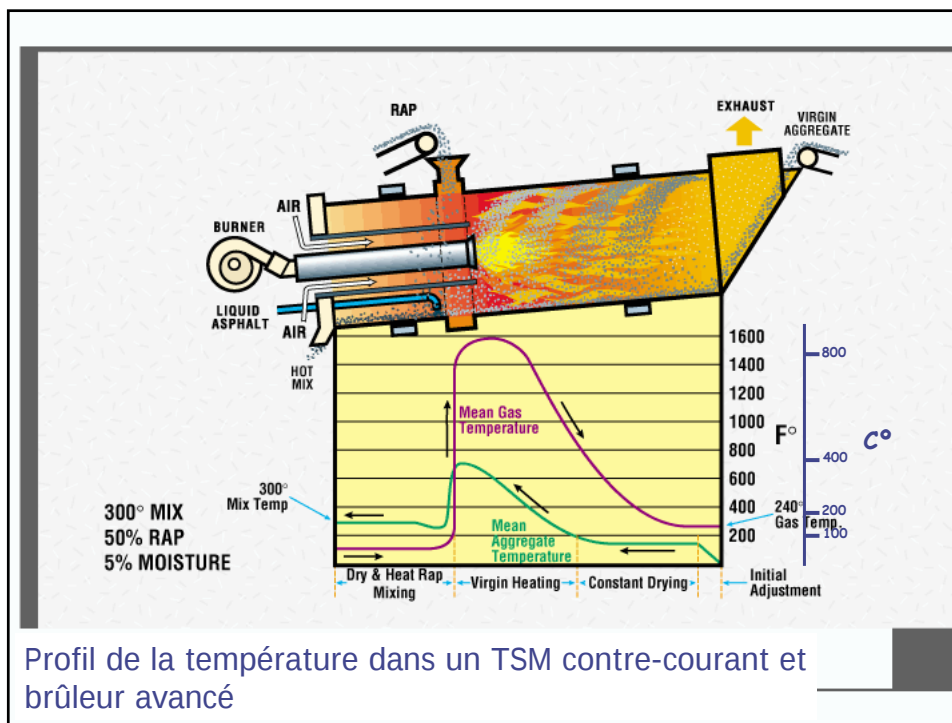
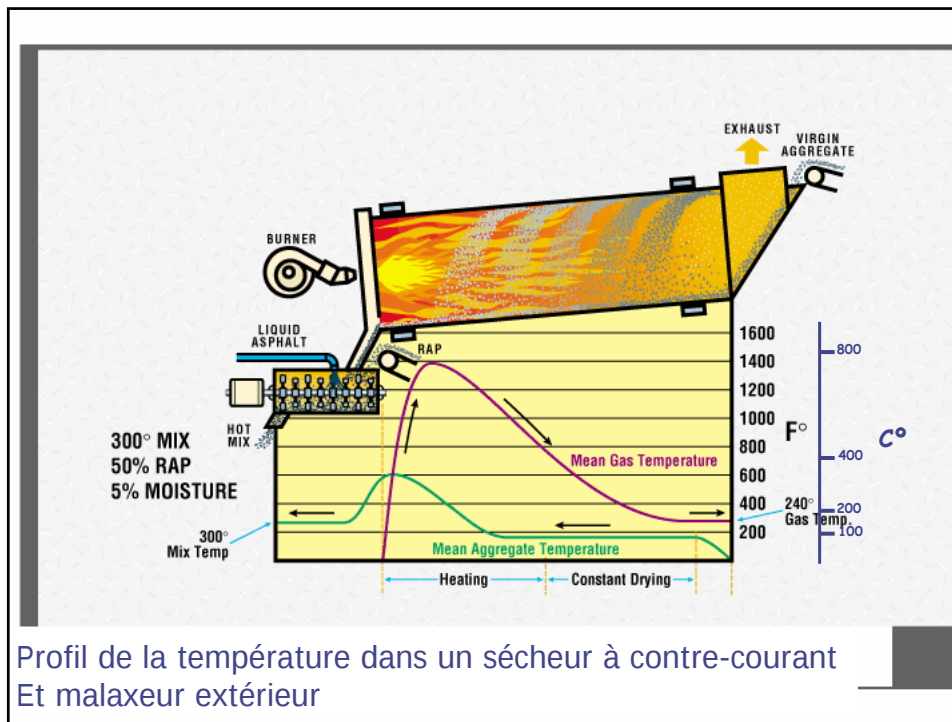


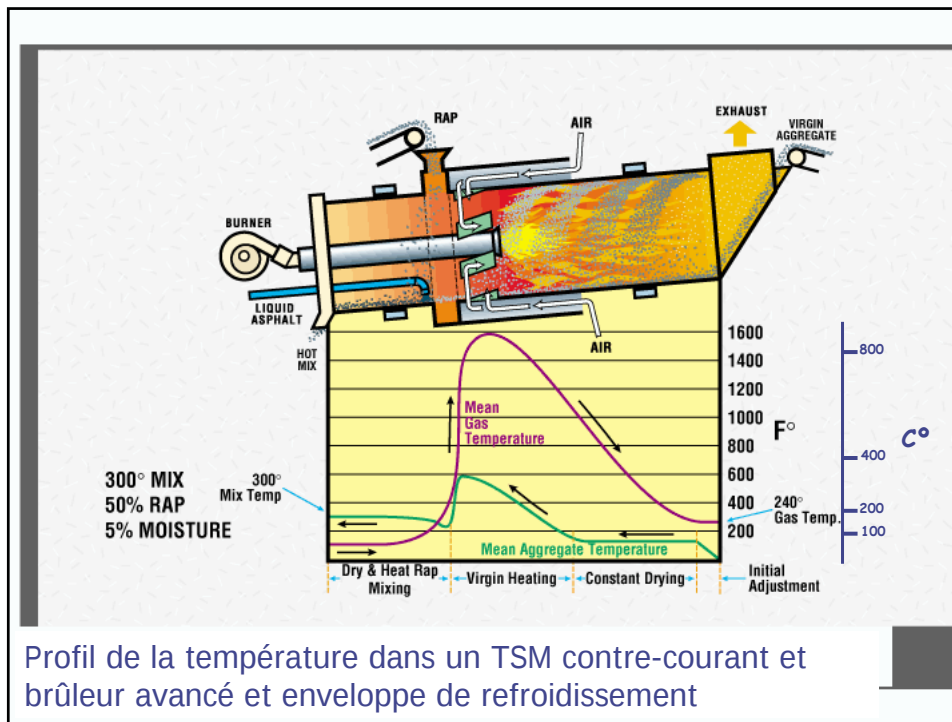
**Ventilateur
alimente en air
le brûleur pour
permettre
la bonne
combustion**



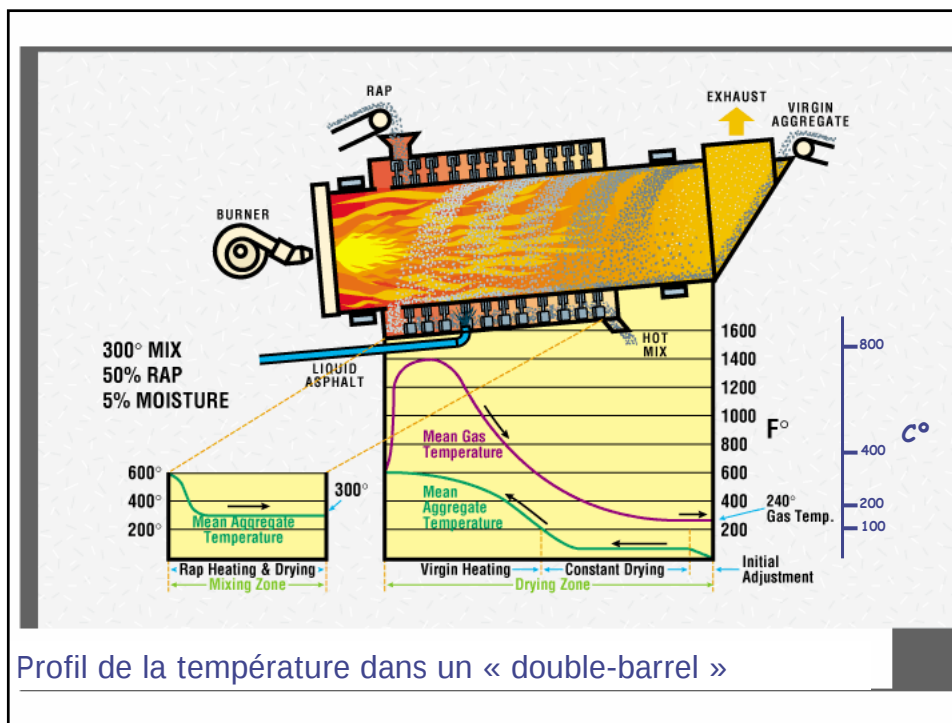








Profil de la température dans un TSM contre-courant et brûleur avancé et enveloppe de refroidissement



Profil de la température dans un « double-barrel »

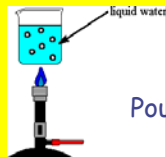
SÉCHAGE DES GRANULATS ET ÉNERGIE

UNITÉS		kcal	MJ	BTU
	Kcal	1	0.00419	3.968
	MJ	238.85	1	947.82
	BTU	0.252	0.001055	1

Chaleur spécifique
= Énergie pour augmenter de 1 °C 1 Kg de produit



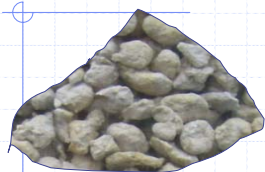
0.2 Kcal / °C/ Kg



De 0.0001 °C à 99.9999 °C → 1 Kcal / °C/ Kg

Pour passer de 99.99 °C à 100.01 °C → 537 Kcal Kg

1 Tonne enrobés = 950 kg agrégats + 50 Kg bitume



Teneur en eau moyenne 5%

Soit 50 kg pour 950 kg d'agrégats secs

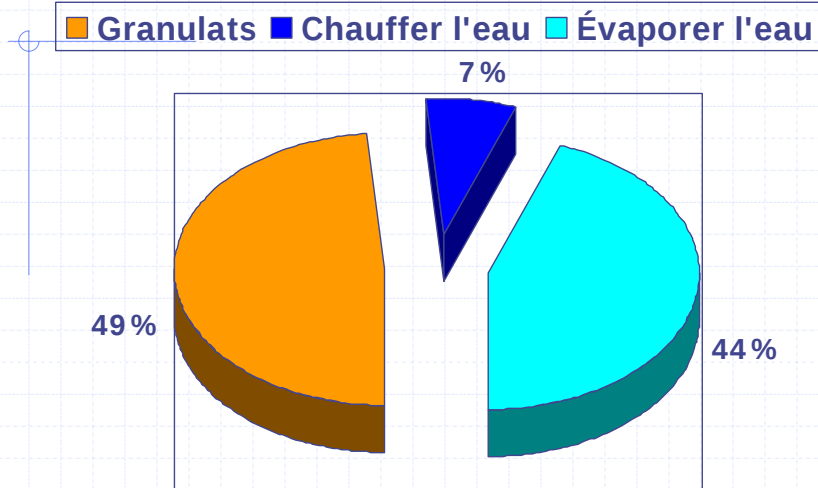
15°C → 170°C

Agrégat → $950 \text{ kg} \times 0.2 \times (170-15) = 29450 \text{ Kcal}$

Eau (de 15°C à 100 °C) → $50 \text{ kg} \times 1 \times (100-15) = 4\,250 \text{ Kcal}$

Eau (vaporisation) → $50 \text{ kg} \times 537 = 26850 \text{ Kcal}$

Total 60550 Kcal



Un litre de fuel fournit 10 000 Kcal

Pour brûler, il a besoin de 16.25 kg d'air (13 m³)
qui va passer de 15 °C à 115 °C
en ayant a besoin de
 $0.25 \times 100 \times 16.25 = 406 \text{ Kcal}$



Un litre de fuel apporte donc 9594 Kcal

Pour chauffer et sécher 950 kg d'agrégats
 $60550 / 9594 = 6.3 \text{ litres}$

Chaleur spécifique des granulats	0.2 kcal/kg	Coût du fuel	0.5 le litre
Chaleur spécifique de l'eau	1 kcal/kg		
Chaleur de vaporisation de l'eau	537 kcal/kg		
Chaleur de l'huile	9600 kcal/litre		
Teneur de départ	15		
Teneur de séchage	170		
Écart	155		
enrobés type EB 10 C		besoin en séchage	
taux d'humidité	kg d'eau pour 1 tonne	granulats	eau
		évaporation	total

**Si la teneur en eau de granulats augmente de 1%
On a besoin de 0.73 litres de fuel supplémentaire pour sécher**



Un problème pratique:

Usine peut produire 150 tonnes d'enrobés à l'heure

À 5% de teneur en eau
 $= 150 \times 0.95 \times 6.33 = 902$ litres fuel

Brûleur doit fournir 8 650 000 kcal

Avec un rendement de 90 %

Le brûleur doit avoir une puissance de 9 600 000 Kcal

Soit 38 000 000 BTU soit plus de 1000



Cas pratique:

Lundi matin, il a plu toute la fin de semaine

La teneur en eau de granulats est de 6.5 %

Quelle est la perte de production ?

Le brûleur peut toujours fournir 8 650 000 Kcal

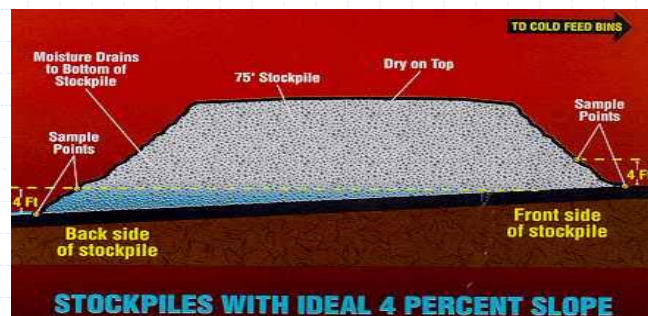
Mais il faut alors 69 880 kcal pour sécher
les 950 kg de granulats pour 1 tonne d'enrobés

On ne peut produire que
123 tonne/heure (8650000/69880)
Soit une perte de production de 15 %

CONCLUSION:

BRÛLEUR CONDITIONNE PRODUCTION

**SI % EAU AUGMENTE
PRODUCTION DIMINUE**



6. Le malaxage cas 1: centrale discontinue

LA TOUR DE MALAXAGE

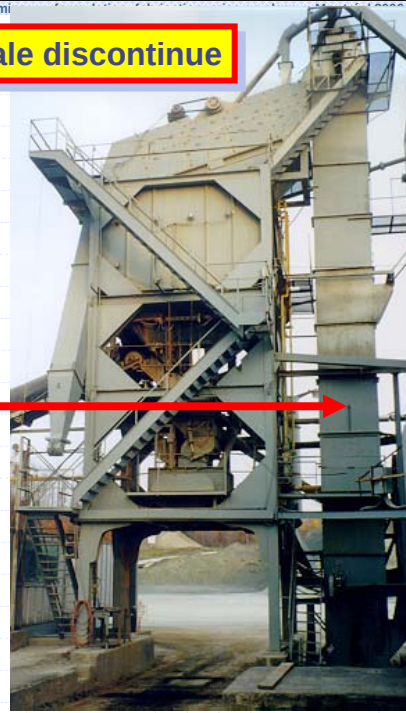
1 - L'ELEVATEUR À CHAUD

Pour amener les granulats chauds en haut de la tour où il seront tamisés et pesés, on a besoin d'un

ÉLÉVATEUR À CHAUD

C'est une alimentation par des godets sur une chaîne continue de type noria

C'est un élément important dans la chaîne de production d'une centrale discontinue

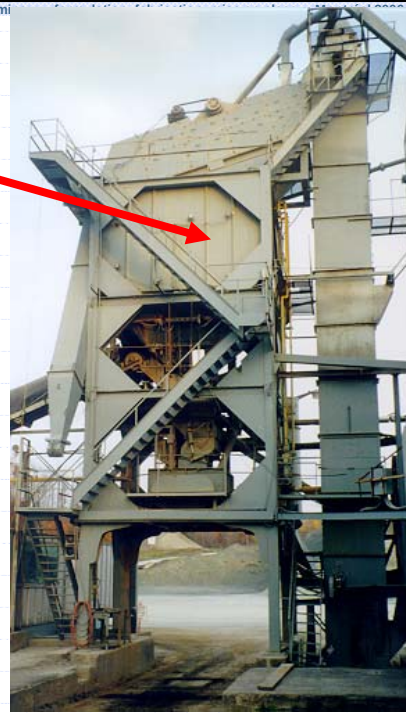


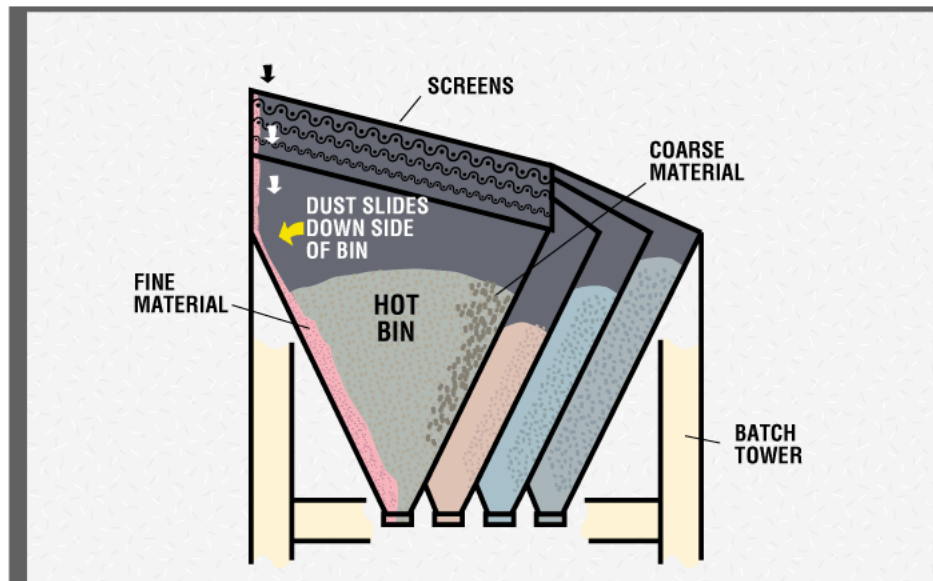
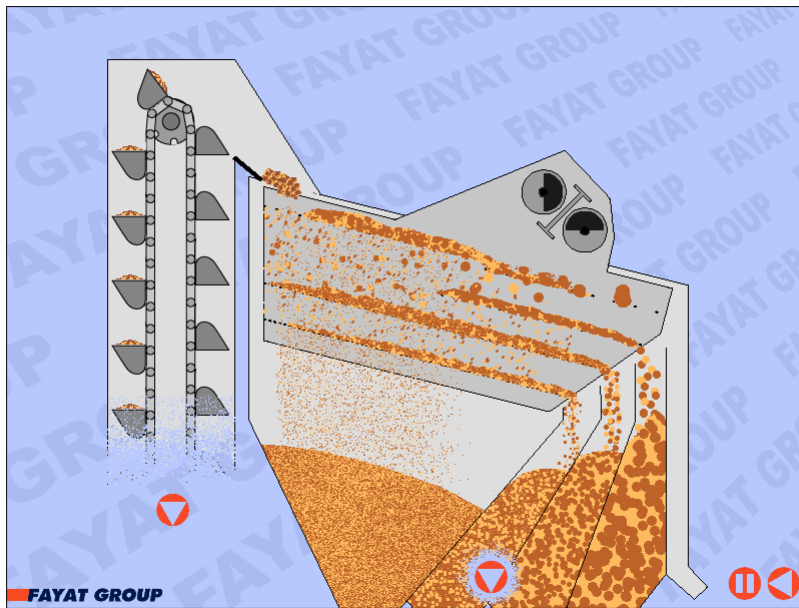
2- LE TAMISSAGE A CHAUD

Bien que dosés avec justesse, les granulats sont tamisés avant leur pesée.

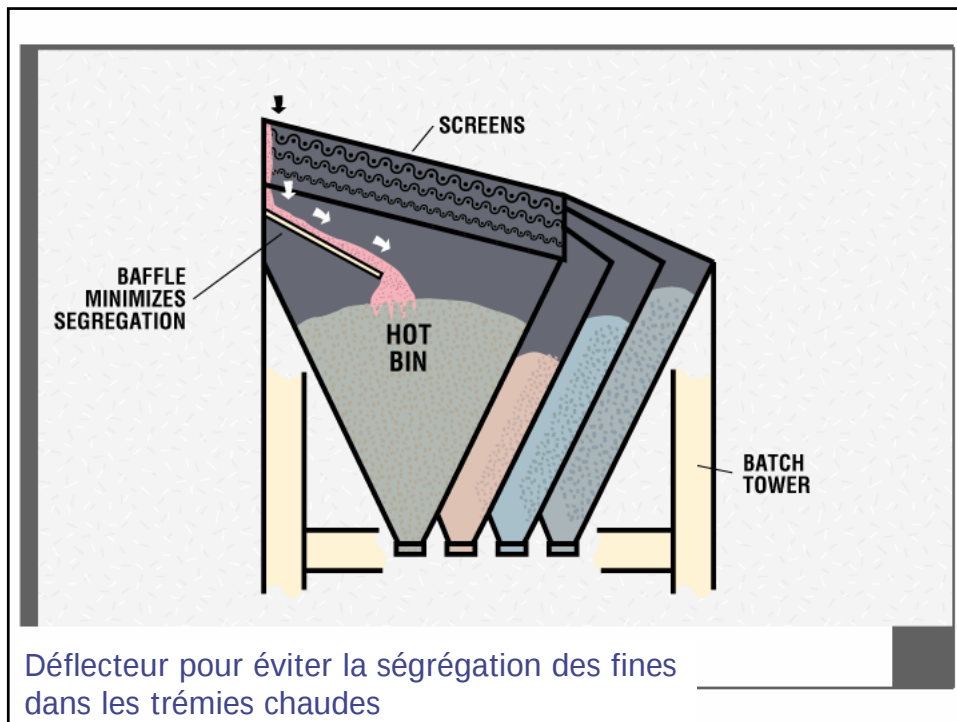
Les granulats sont redivisés en 3 ou 4 fractions qui ne sont pas nécessairement les mêmes que celles des trémies doseuses.

Les proportions varient avec le débit horaire des granulats.
La régularité est assurée par la pesée.





Ségrégation des fines dans les trémies chaudes



Les enrobés bitumi

98

3- LA BALANCE À GRANULATS

Cette balance permet de peser chaque fraction issues des trémies chaudes pour reconstituer le mélange granulométrique requis.

On ajoute à ce niveau les fillers (< 80 microns) par pesée.

Une fois pesé la quantité équivalente à une gâchée, on vide la balance dans le malaxeur

The photograph shows a large, multi-story industrial structure, likely a batch tower, with various levels, ladders, and pipes. A red arrow points from the text box to a specific level on the tower, indicating the location of the weighing scale.

Attention à la précision des balances

précision de la balance

20 kg sur granulats

2 kg sur bitume

CAS 1: LA CIBLE EST LE POIDS DE CHAQUE TRÉMIE

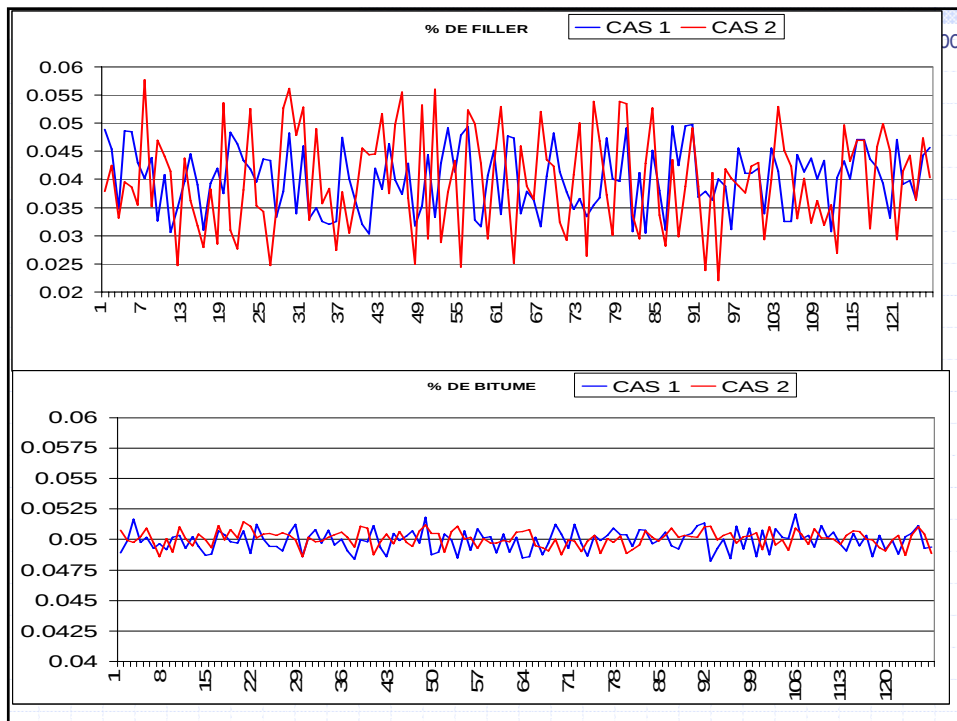
Trémie 1	880	861.3						
Trémie 2	440	428.0						
Trémie 3	300	320.0						
Trémie 4	200	219.0						
Filler	80	90.3						
Bitume	100	98.3						
	2000	2017.0						

	MAX		MIN		MOY		E Type
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	
Filler	99.9	4.8%	60.5	3.1%	80.3	4.0%	11.6
Bitume	102.0	4.9%	98.0	5.0%	100.1	5.0%	1.2
	2081.3		1943.1		2004.7		26.2

CAS 2: LA CIBLE EST LE POIDS CUMULEE DE CHAQUE TRÉMIE

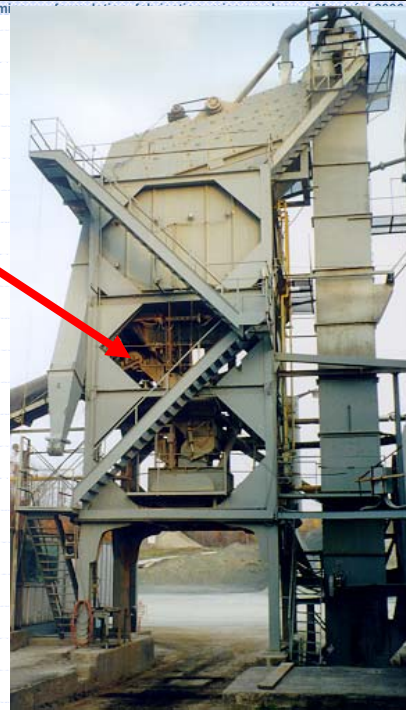
Trémie 1	880	882.6						
Trémie 2	440	428.0						
Trémie 3	300	294.8						
Trémie 4	200	195.7						
Filler	80	112.5						
Bitume	100	99.4						
	2000	2013.0						

	MAX		MIN		MOY		E Type
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	
Filler	116.4	5.8%	43.7	2.2%	79.8	4.0%	17.9
Bitume	102.0	5.0%	98.0	5.0%	100.2	5.0%	1.1
	2021.0		1979.5		2000.2		12.2



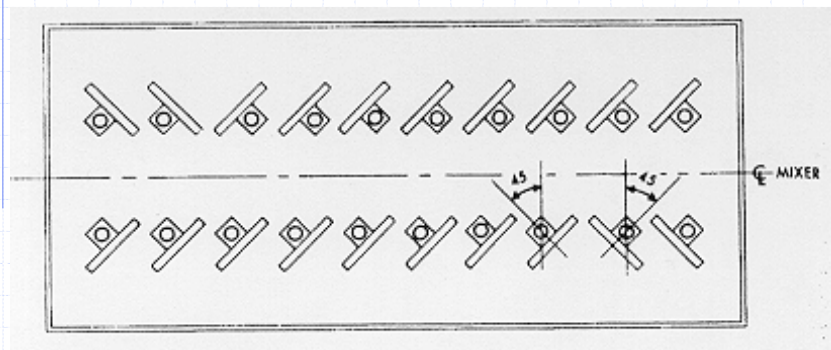
4-LA BALANCE À BITUME

Le bitume , provenant des stockages, est entreposé dans un petit réservoir tampon chauffé, puis peser dans une balance propre avant de se vider dans le malaxeur



5. Le malaxeur

Malaxeur horizontal avec deux axes de malaxage.



Distance entre palette et la paroi est d'environ $\frac{1}{2}$ la taille du plus gros granulats des mélanges (10 mm Québec)

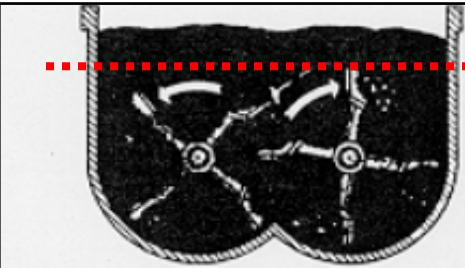


Figure III-18—Overfilled pugmill

Le volume "vivant" du malaxeur est limité par le plan au dessus des palettes.

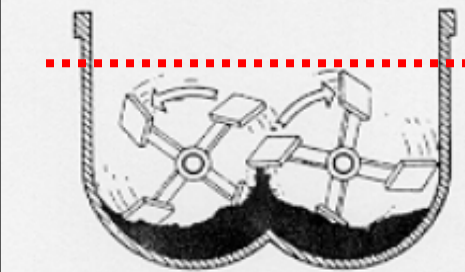
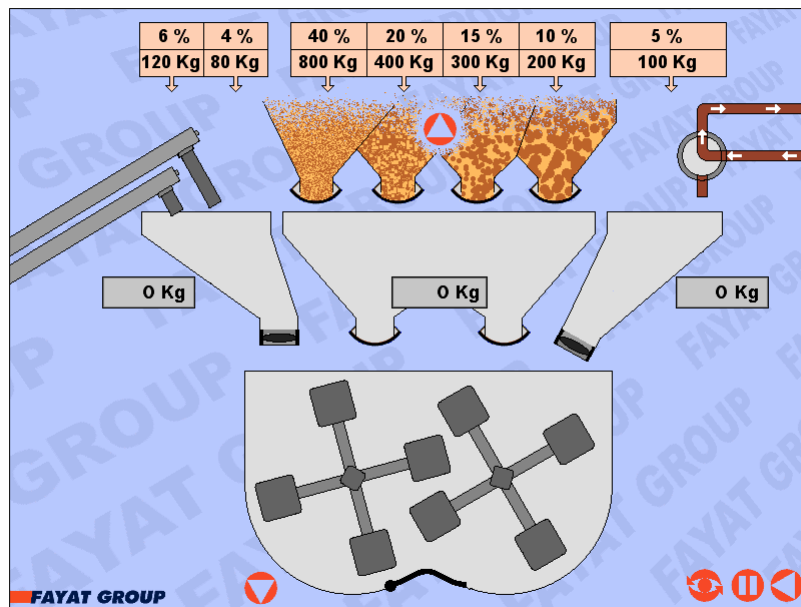


Figure III-19—Underfilled pugmill

Toute surcharge va entraîner un mauvais malaxage.



ETAPE DU MALAXAGE:

- Introduction des granulats (7s)
 - malaxage à blanc (10 s)
 - introduction du bitume (3s)
 - malaxage humide (20s à 30s)
 - vidange du malaxeur (5s)

Une gâchée prend en moyenne entre 50 et 60 secondes.

ATTENTION:

Un malaxage trop long n'améliore pas l'homogénéité du mélange mais risque de faire vieillir prématurément le bitume (couche mince et température élevée)

6. Le malaxage cas 2: centrale continue 1ère génération

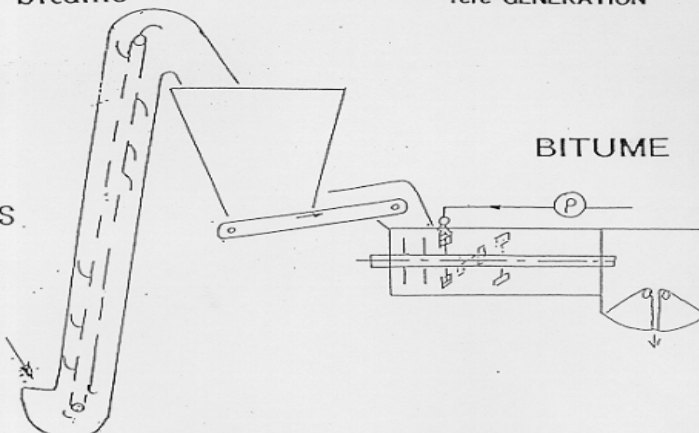
Elevateur a chaud
Tremie tampon
Tapis alimentation
Injection de bitume
Malaxage
Chargement

AGREGATS
+ FILLER

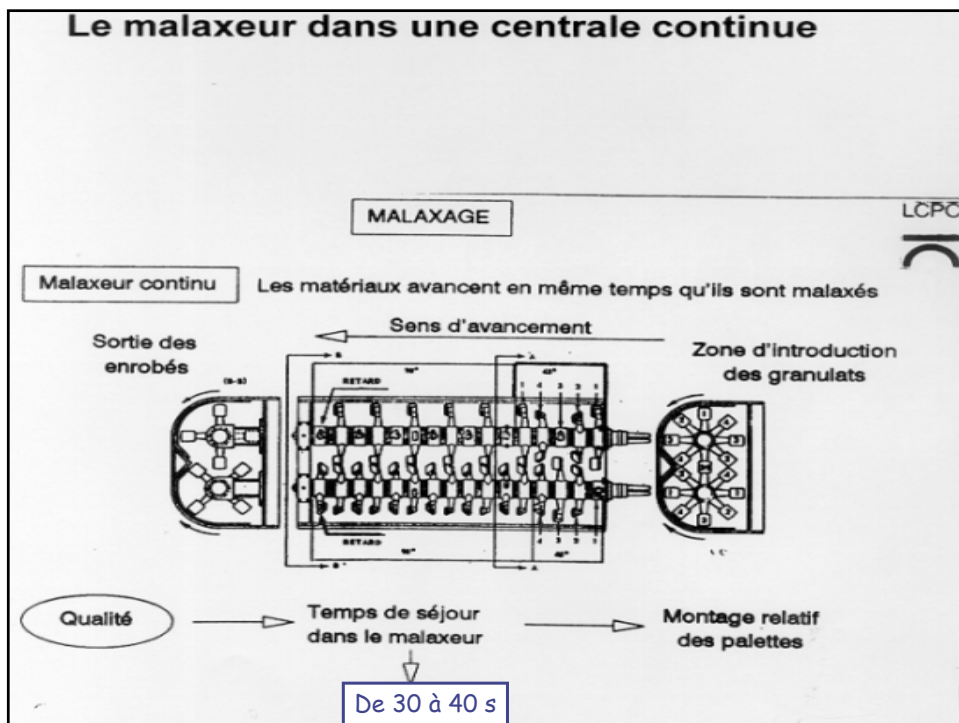
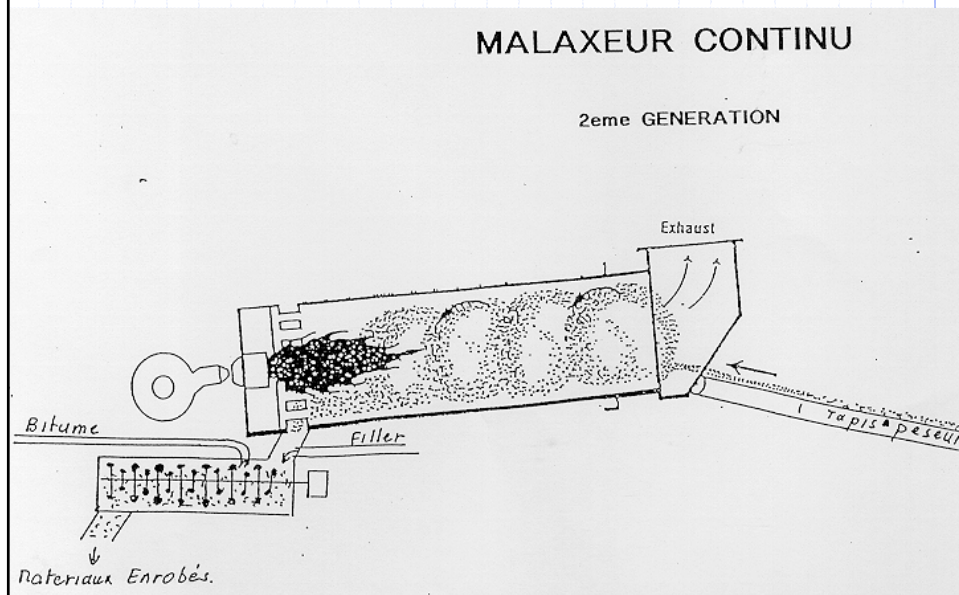
MALAXEUR CONTINU

1ere GENERATION

BITUME



6. Le malaxage cas 2: centrale continue 2ème génération



6. Le malaxage cas 3: centrale continue TSM-TSE

Dans ce cas les granulats le bitume et les additifs sont malaxés dans le tambour sécheur.

Les granulats sont dosés par un tapis peseur avant l'entrée dans le sécheur

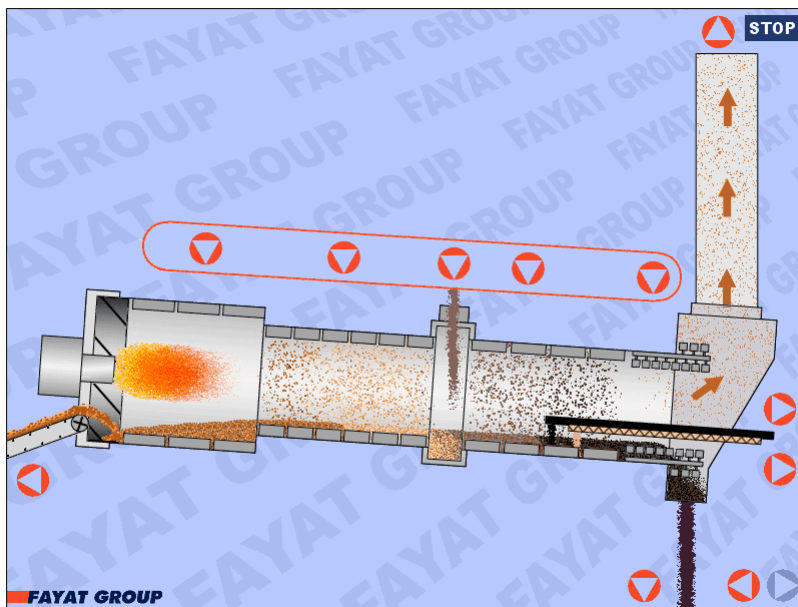
Dans une première partie, les granulats sont séchés.

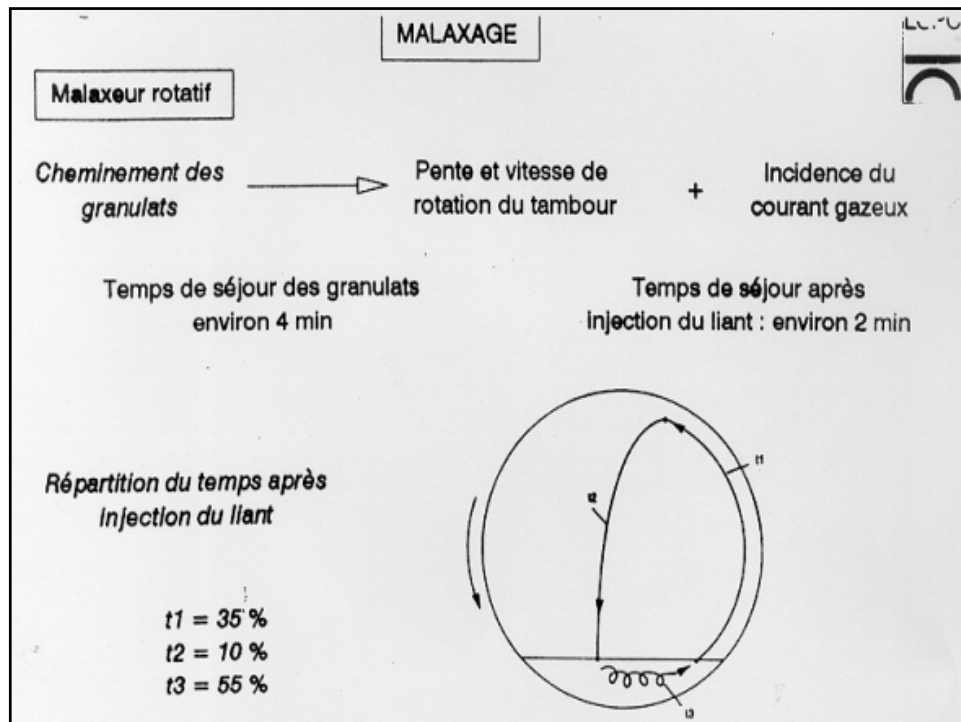
Dans la seconde partie du tambour, on injecte le bitume, les additifs ou le recyclé pour réaliser le malaxage.

Dans ce cas le brûleur est du côté de l'entrée des matériaux.

Les gaz sont dans le sens des granulats.

C'est le système à courant parallèle ou équicourant





Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006. 112

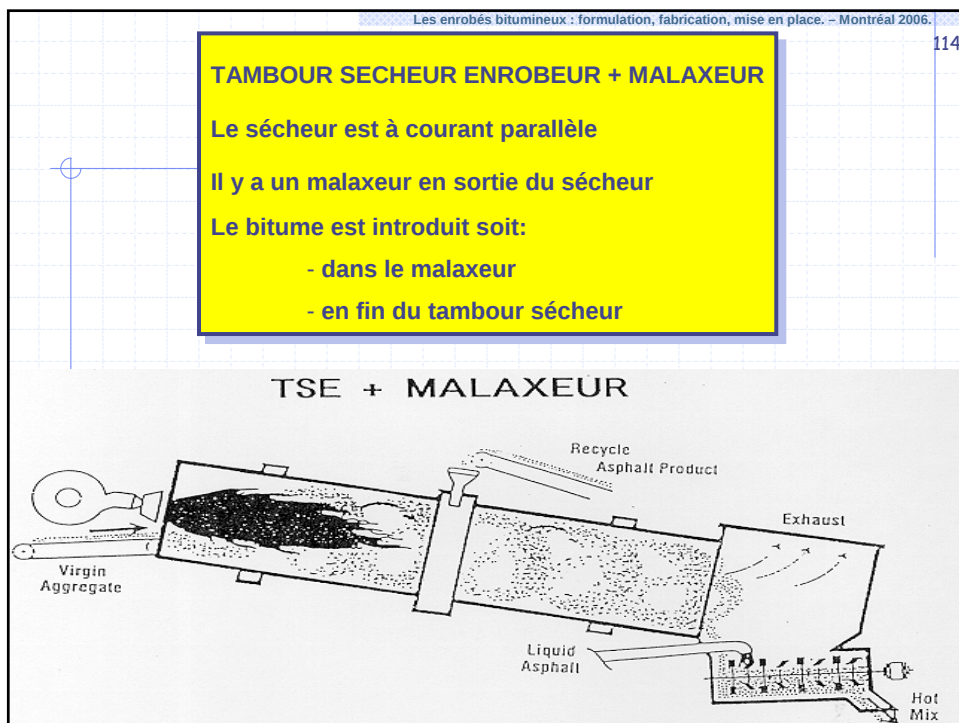
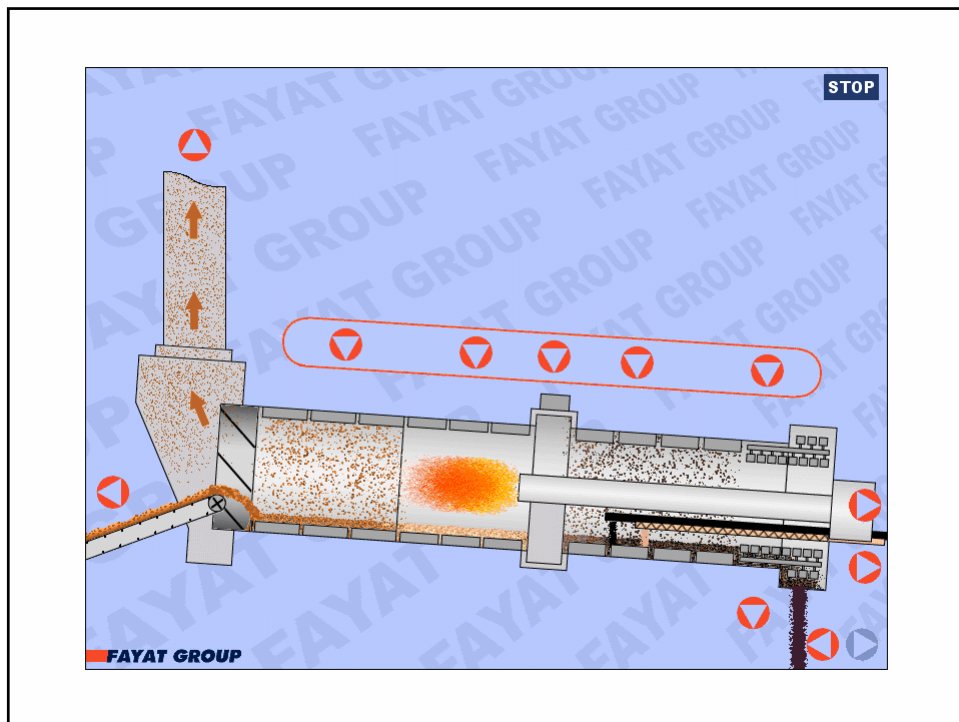
AUTRES VARIANTES DES TSM- TSE :

TAMBOUR SECHEUR” RETROFLUX”

Le sécheur fonctionne à contre-courant

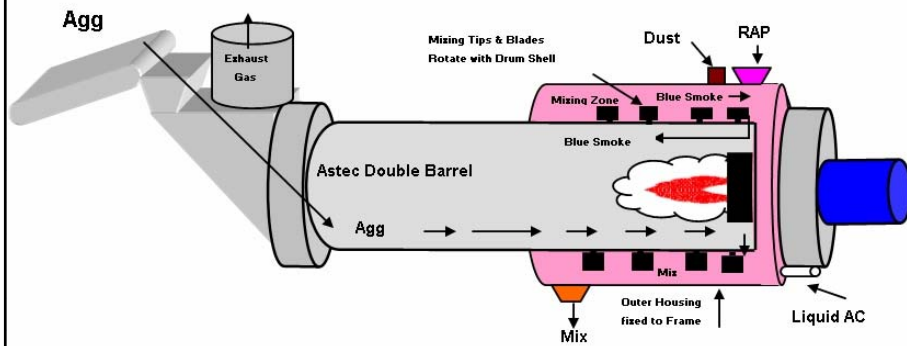
Le brûleur est à l'intérieur du tambour

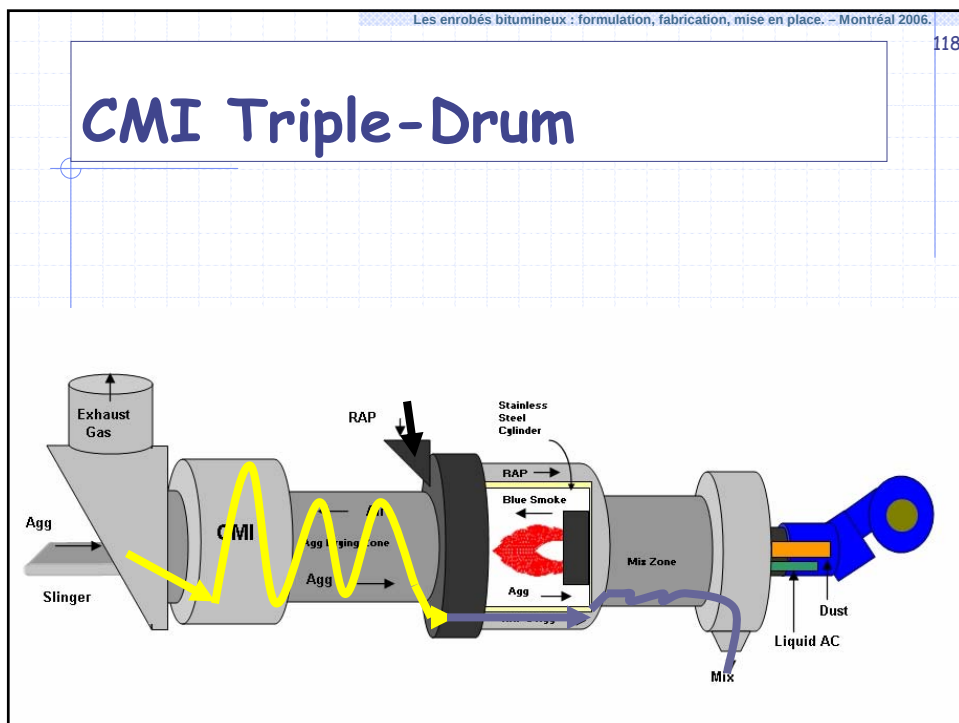
Les matériaux sont enrobés en arrière du brûleur



DOUBLE BARIL

Les matériaux sont séchés dans un tambour sécheur à contre-courant équipé d'une double enveloppe pour le malaxage

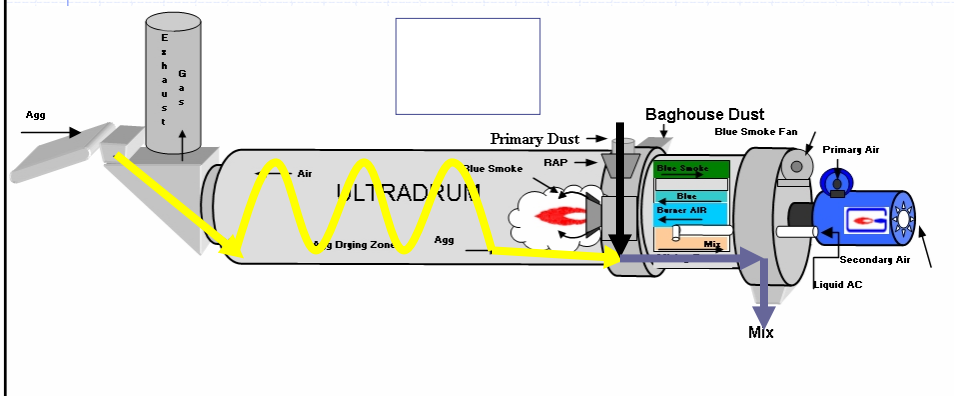




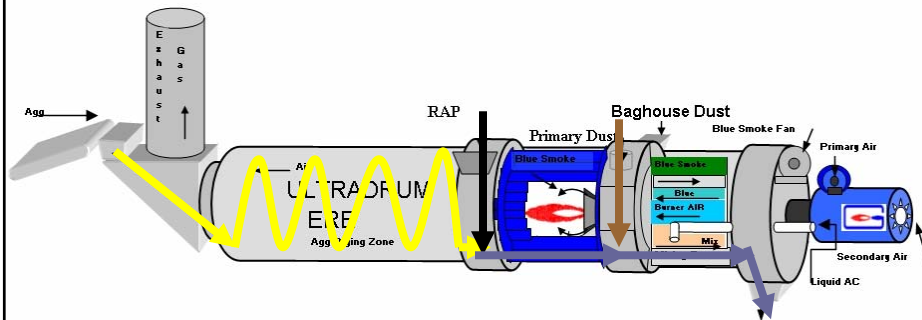
99 CMI 650TPH TRIPLE DRUM ANN ARBOR-MICHIGAN



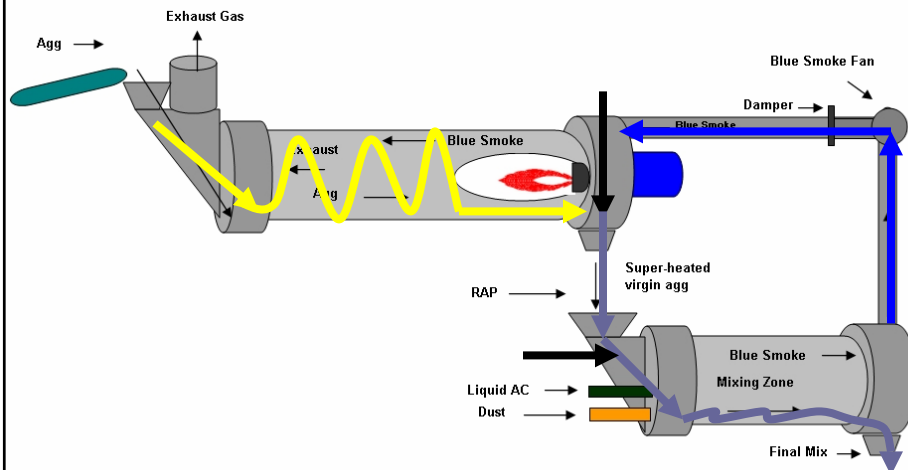
Gencor - Ultraplant

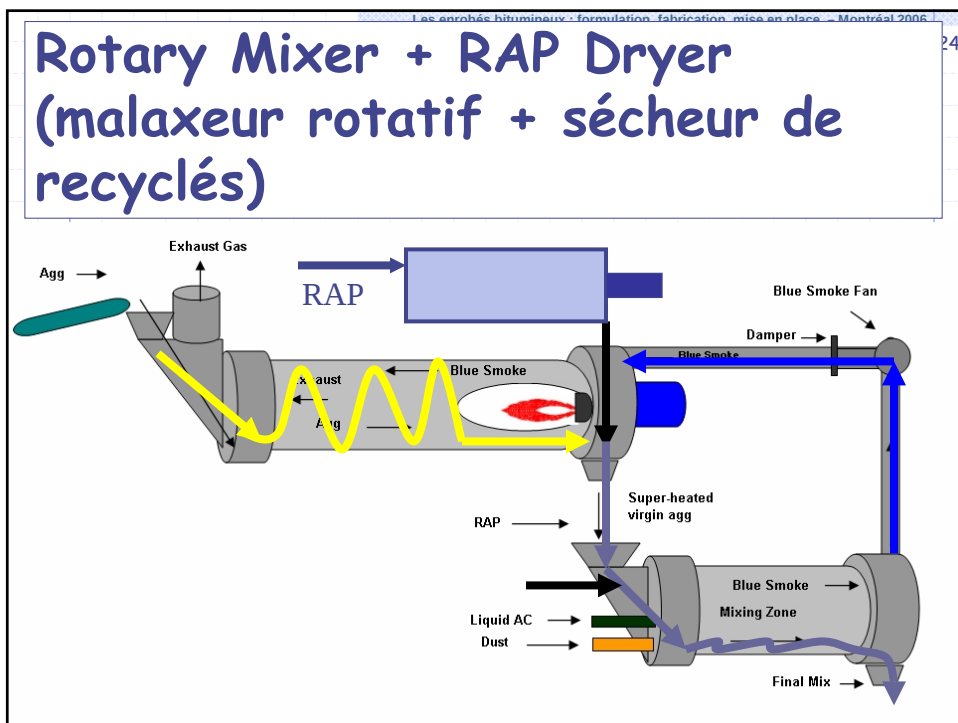


Gencor - Ultraplant Advanced RAP Entry (avec entrée avancée du recyclé)

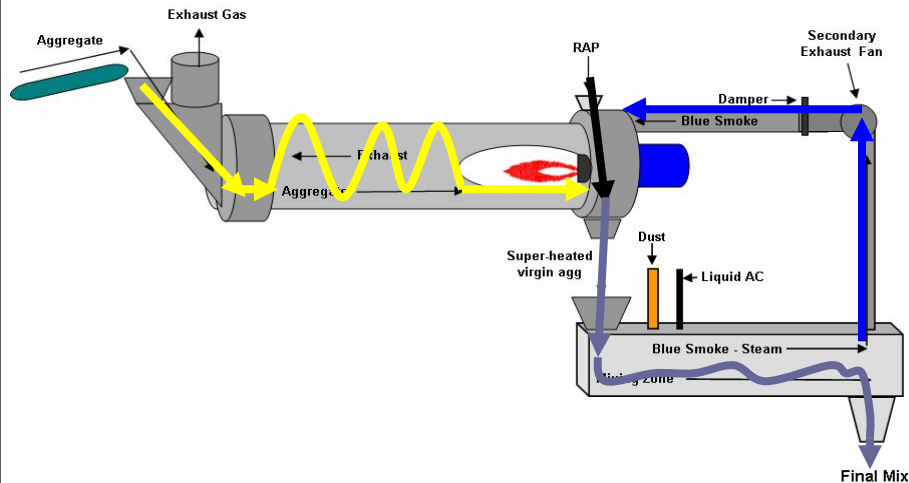


Rotary Mixer (malaxeur rotatif)





Counterflow: Twin Shaft Mixer (contre-courant et malaxeur à deux arbres)



7. Le contrôle des poussières

Les granulats secs font de la poussière

Le flot d'air dans le sécheur entraîne les particules fines.

A la sortie du sécheur, on a 300g /m³ de particules fines

Toutes les parties, où circulent les granulats secs:

- élévateur à chaud
- tamisage à chaud
- malaxeur

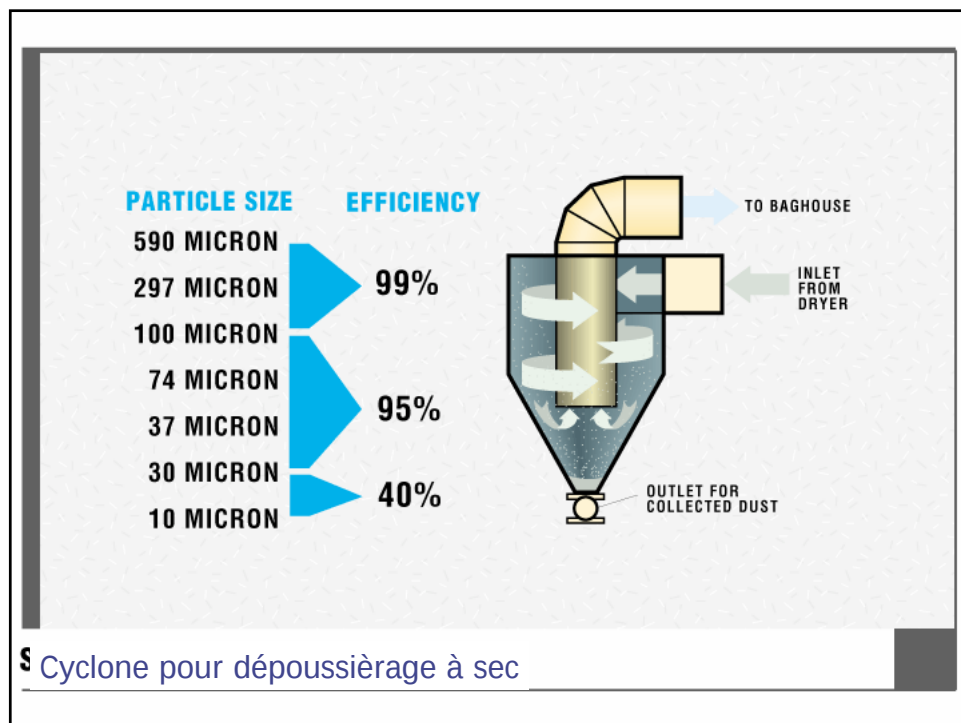
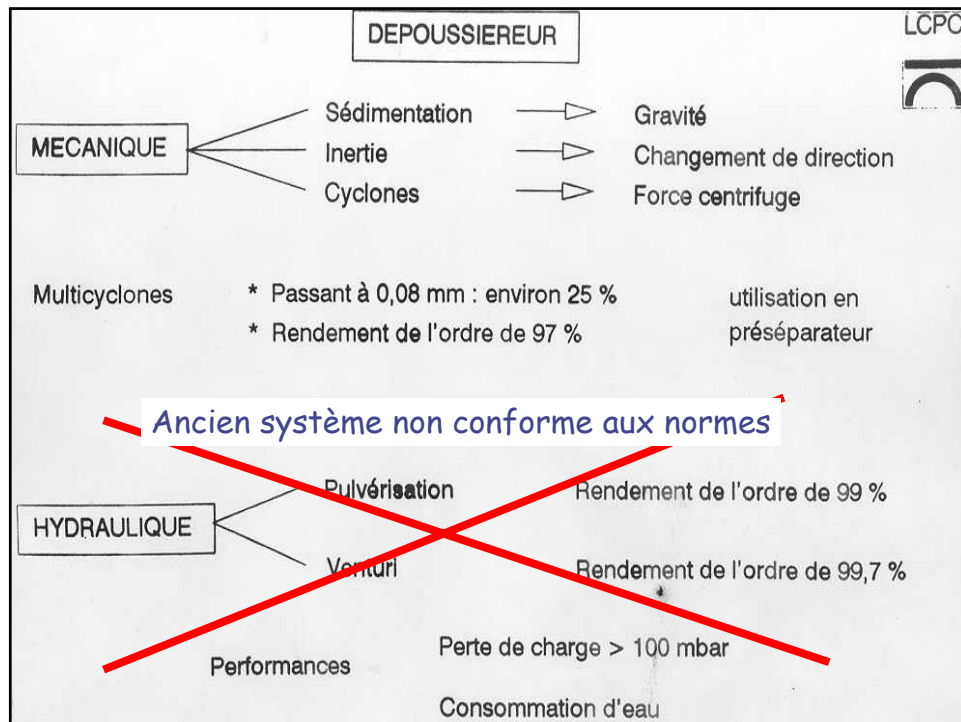
vont créer de la poussière

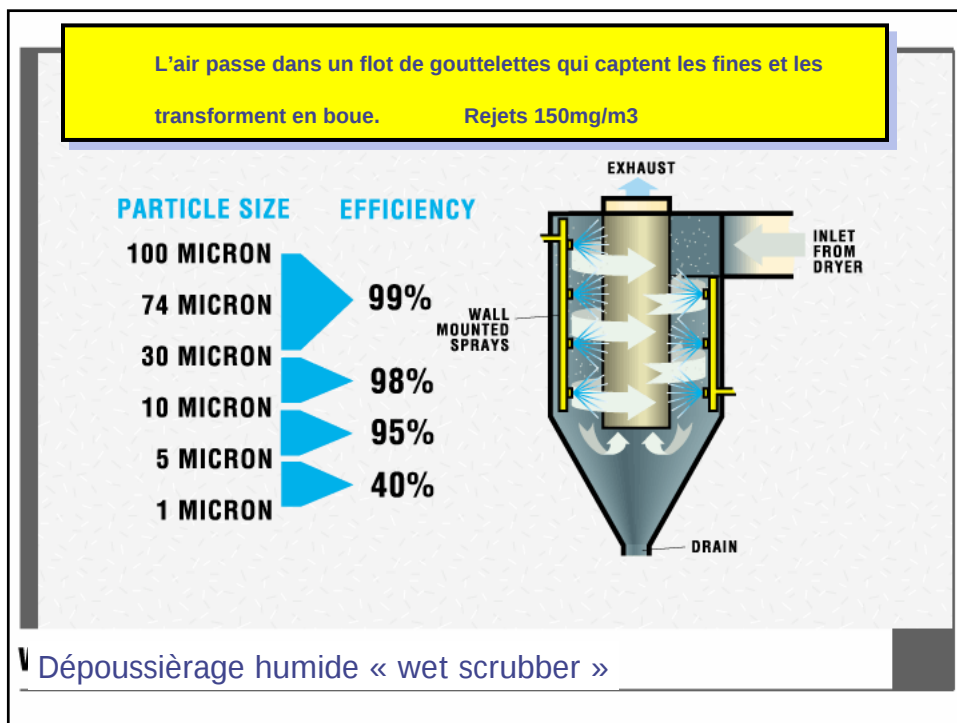
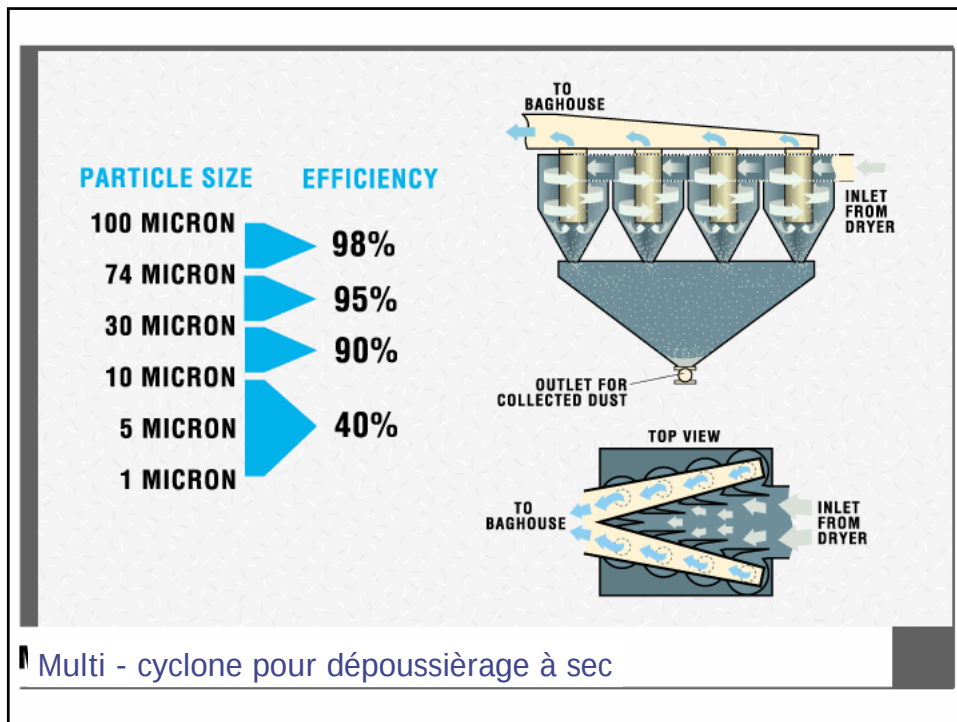
Toutes ces zones sont mises en dépression par une aspiration d'air.

Le ventilateur d'extraction a une puissance de 12 à 45 m³/s (25,000 à 95000 cfm)

L'air, chargé de poussières, est traité par un ensemble de dépoussiérage.

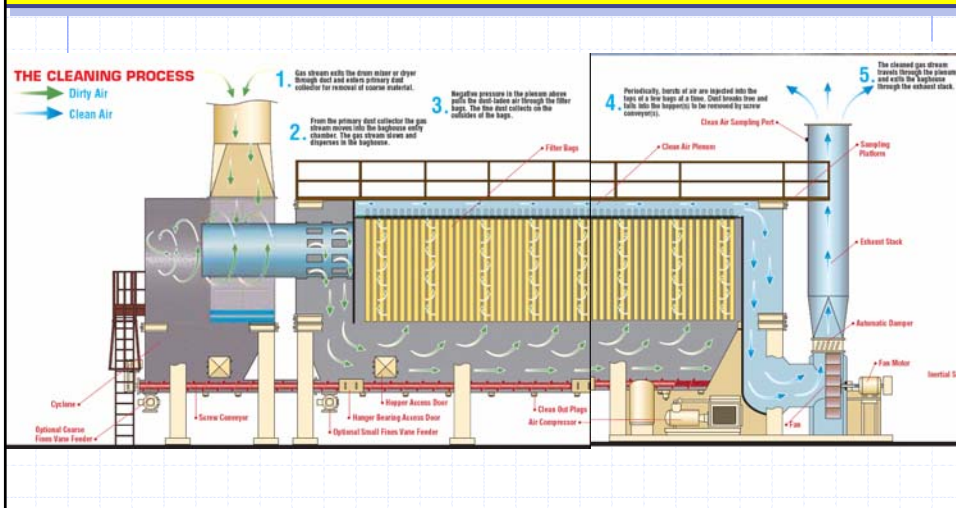
Il y a deux types de dépoussiéreurs





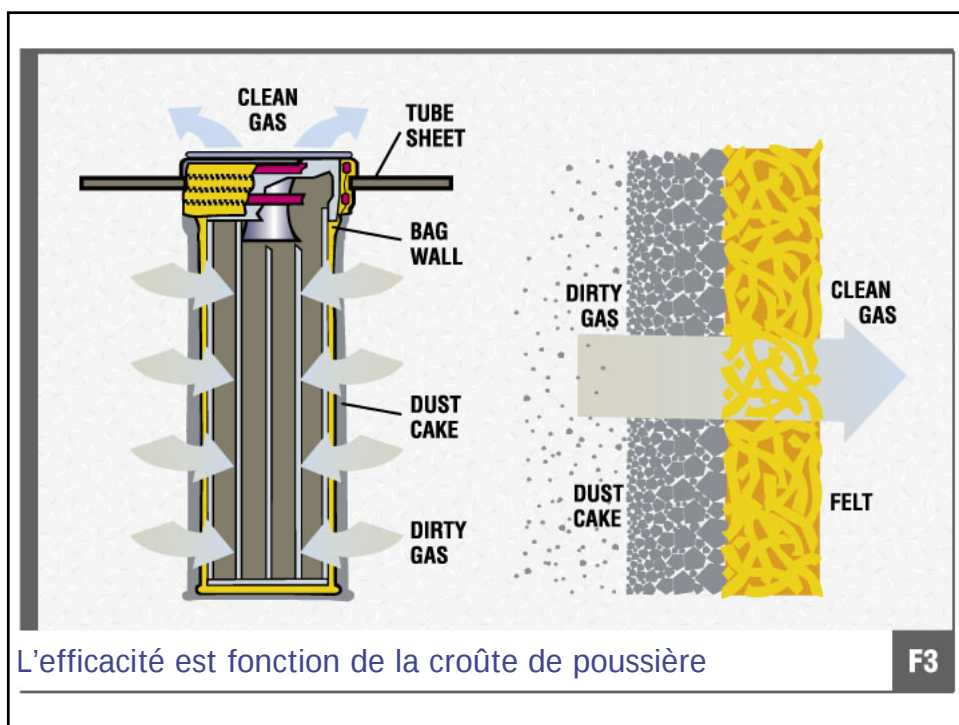
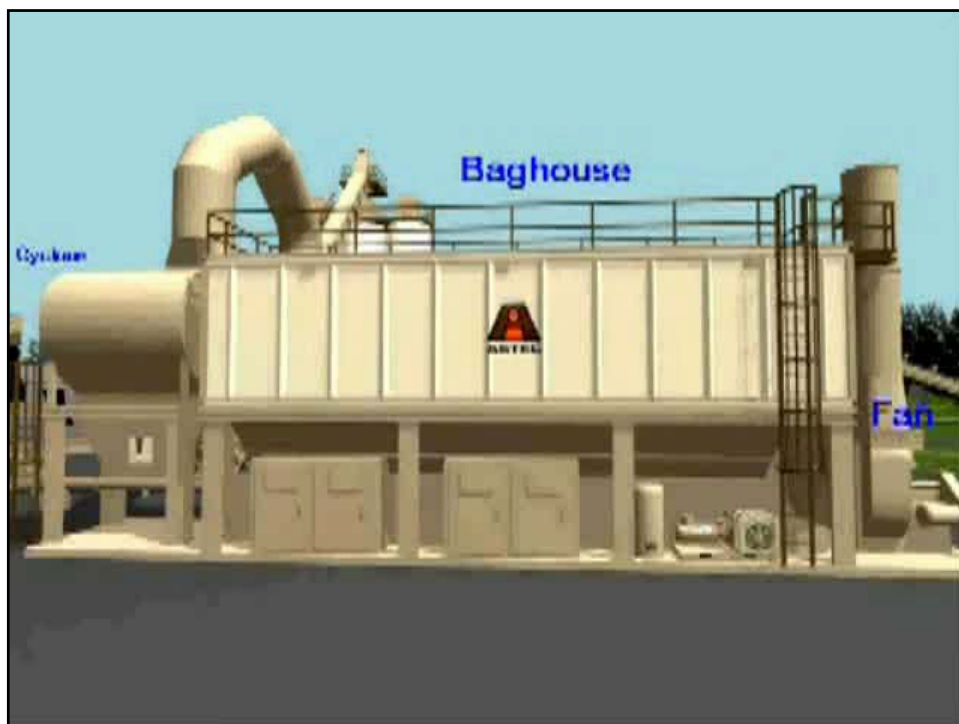
DÉPOUSSIÉREUR PAR FILTRAGE "BAGHOUSE"

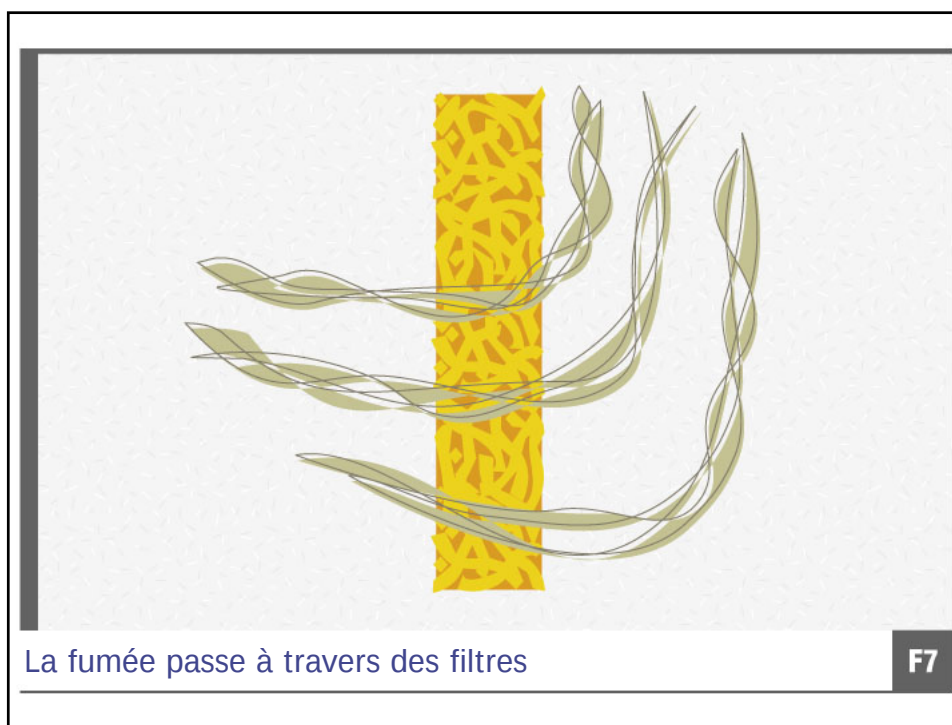
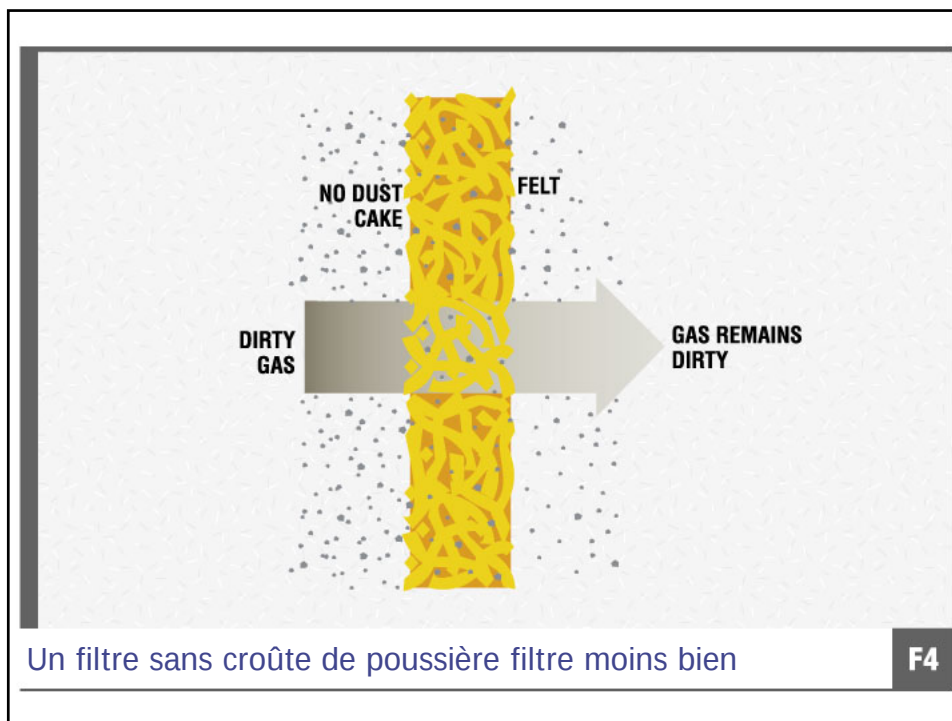
Toutes les zones où sont générées la poussière sont connectées par tuyau dans une installation volumineuse permettant de filtrer au travers de sacs, les poussières. La surface de contact varie de 200 à 1700 m²

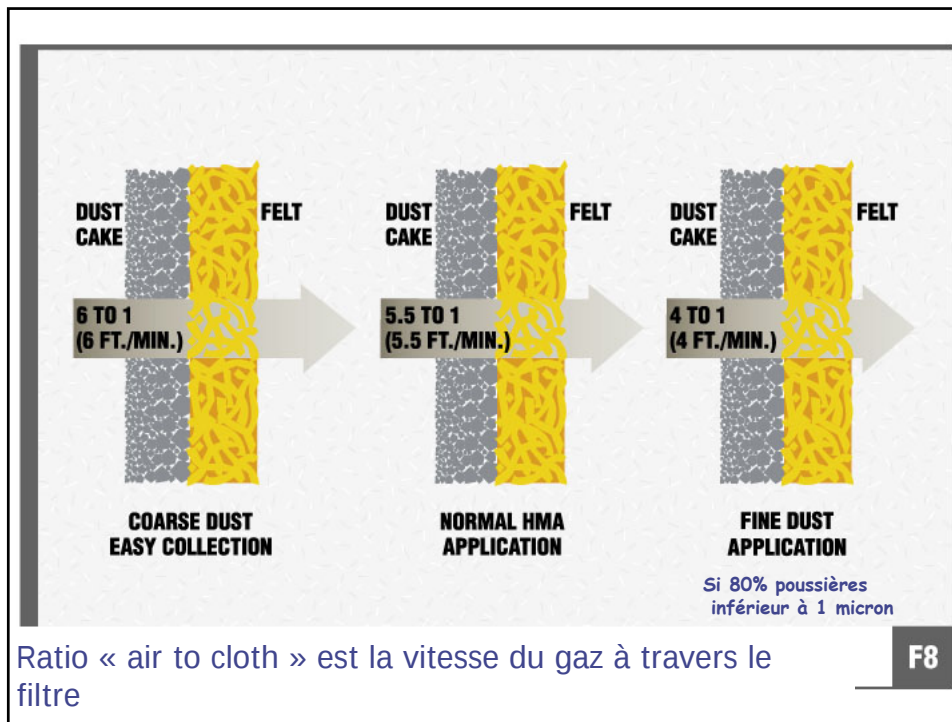


DÉPOUSSIÉREUR

F1







Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006.

138

Les paramètres à connaître:

ACFM : Actual Cubic Feet of gas per minutes

Volume des gaz par unité de temps dans les conditions de température et de pression (test de cheminée)

La surface des filtres:

Ex: 500 sacs de 10' et de 6" de diamètre donnent

$$500 \times 10 \times 0.5 \times \pi = 7854 \pi^2$$

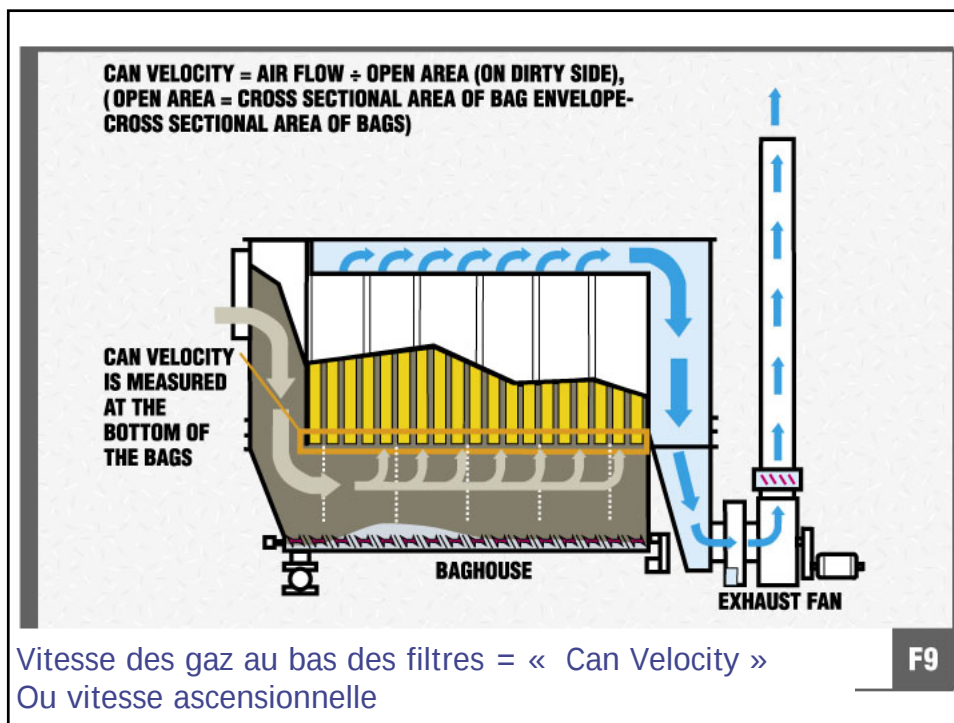
Avec un ACFM de 32000 π^3 par minute (= 250 aspirateurs de maison)

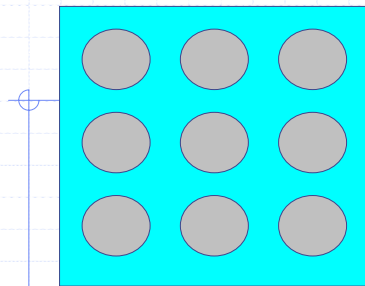
On a un ACR (Air to cloth ratio) de 4.1 π/min

Importance du ACR

Si il est trop élevé

- Réduction de la capacité
- Augmentation du coût énergétique
- Augmentation des émissions
- Réduction de la vie des sacs





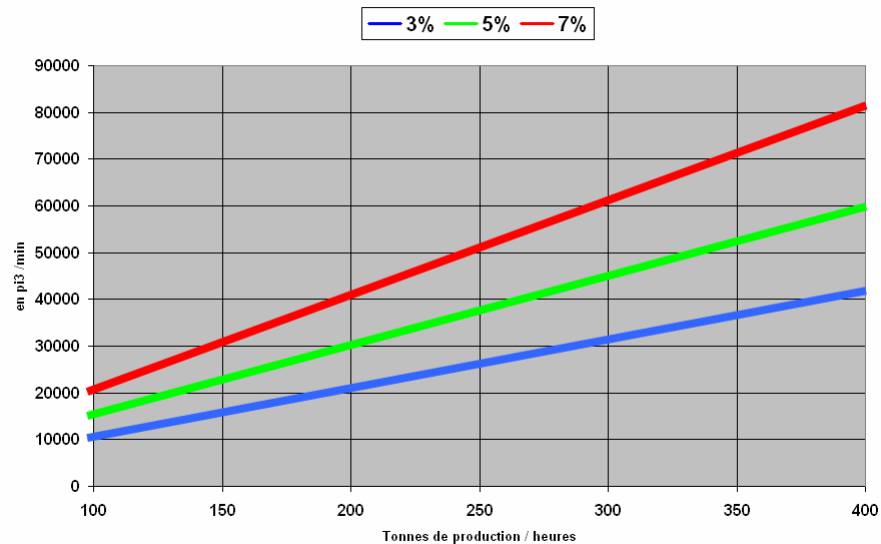
Vitesse ascensionnelle =
ACFM / surface

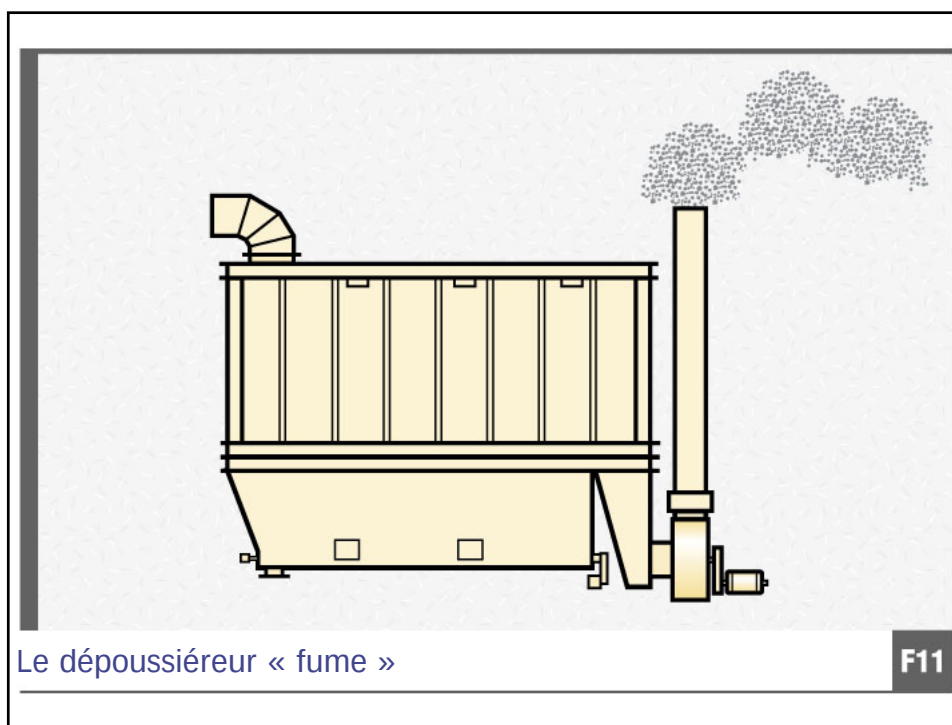
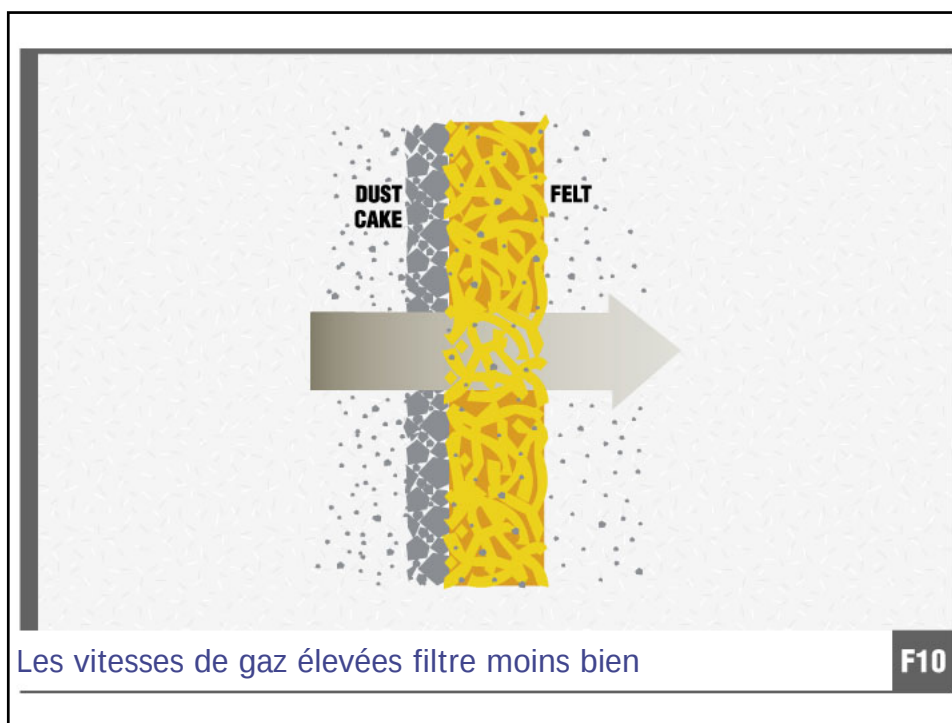
Le maximum est de 350 pi/min et l'optimum 250 pi/min

Une vitesse trop élevée:

- Les poussières restent coller aux sacs
- Les poussières tombent à l'arrêt
- La production se réduit

ACFM requis par tonne heure de production en fonction de l'humidité

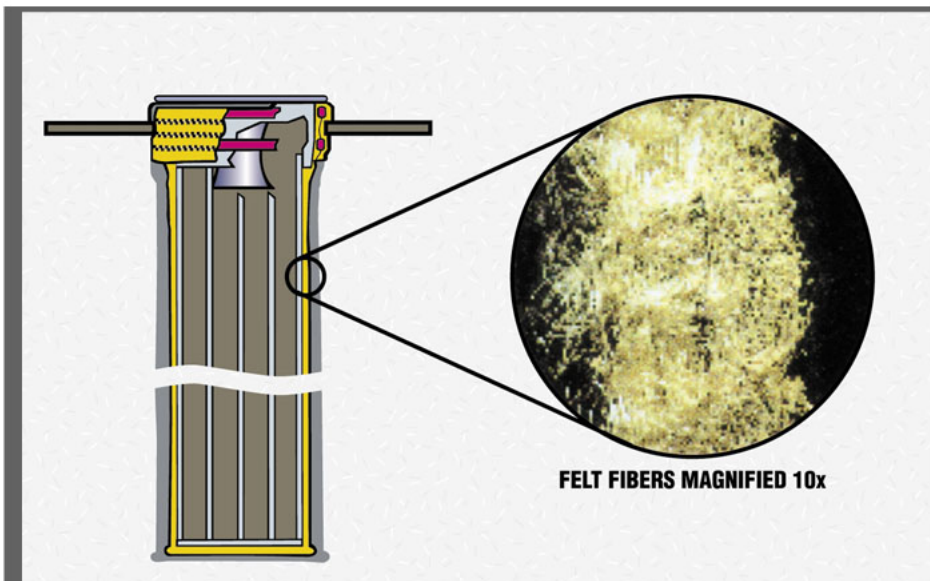






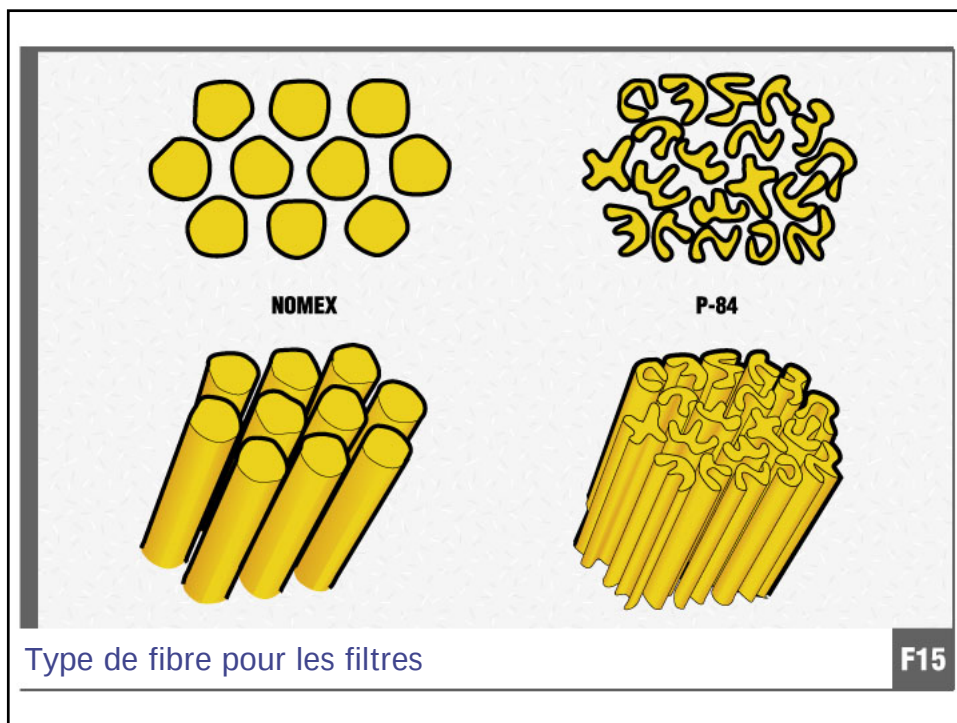
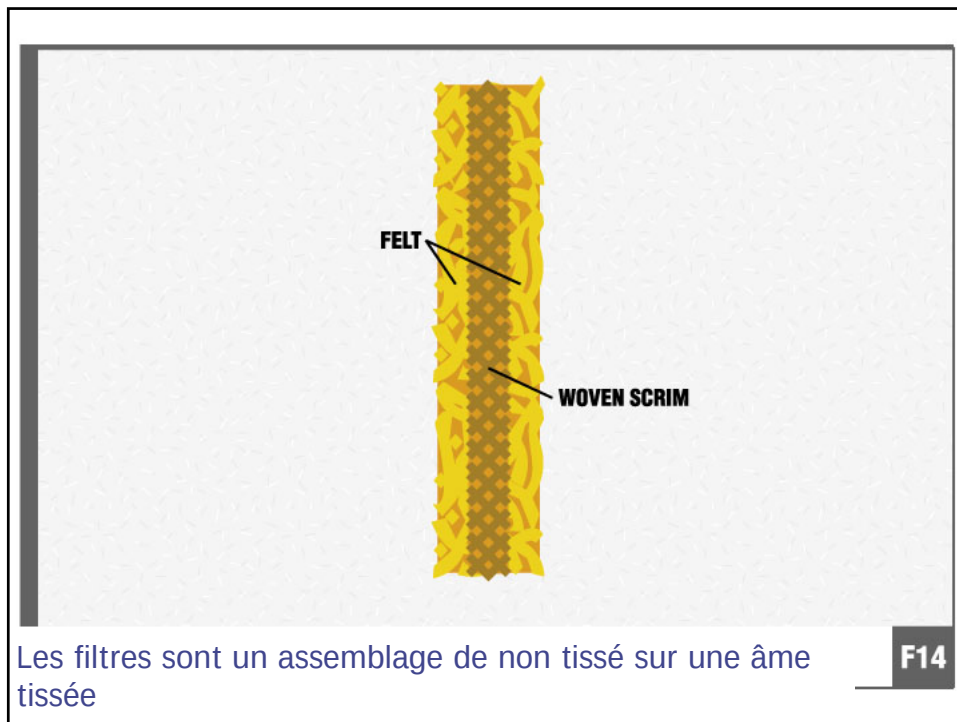
Dépoussiéreur propre

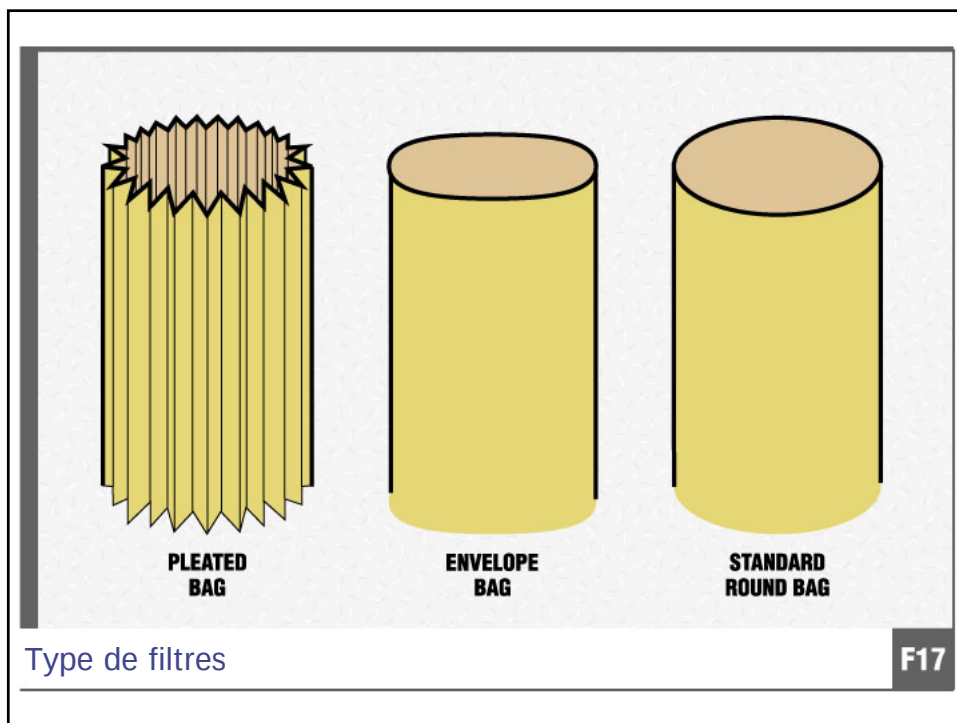
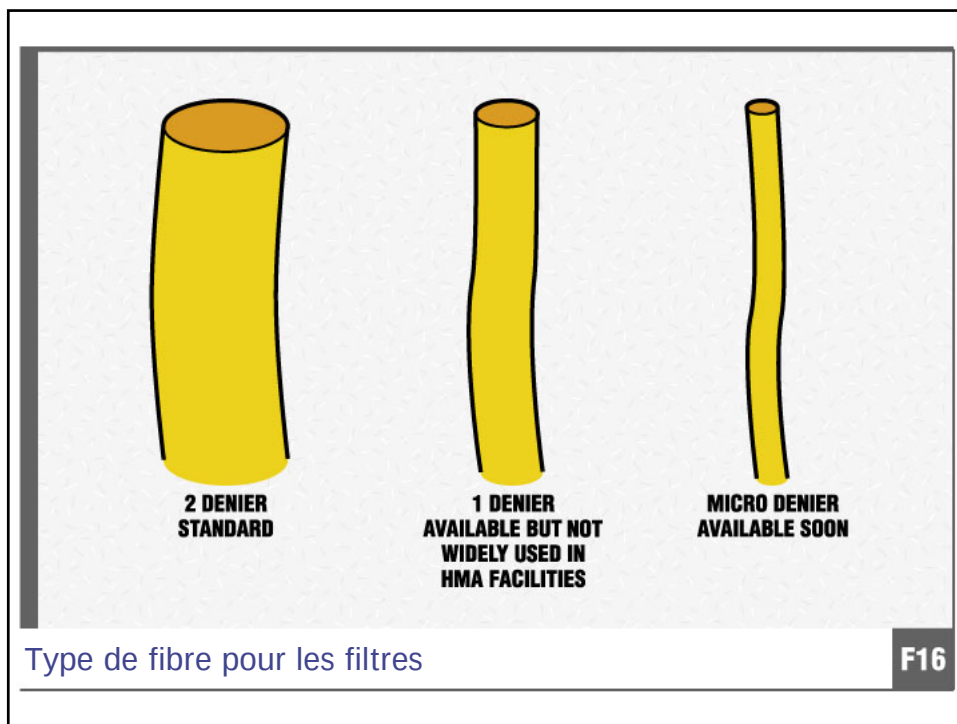
F12



Type de fibre pour les filtres

F13

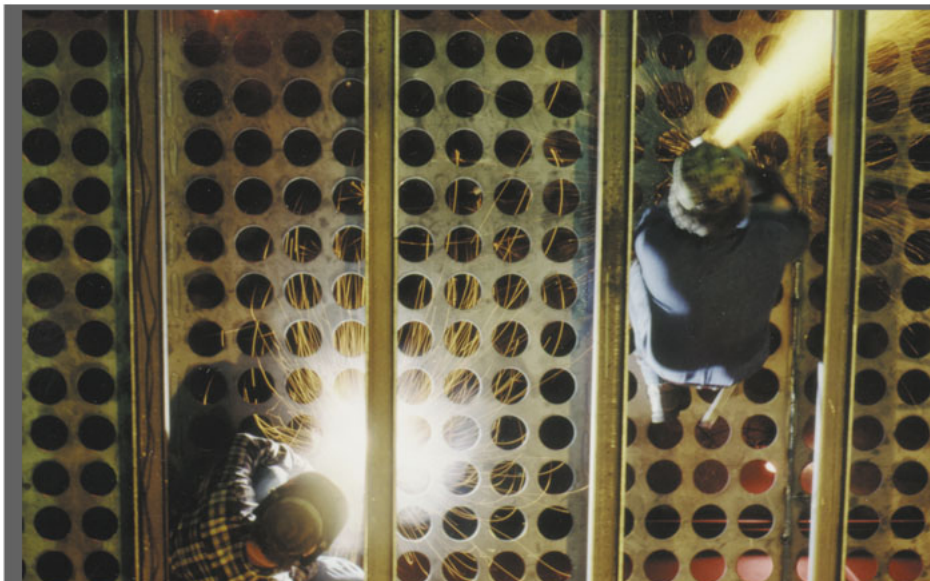






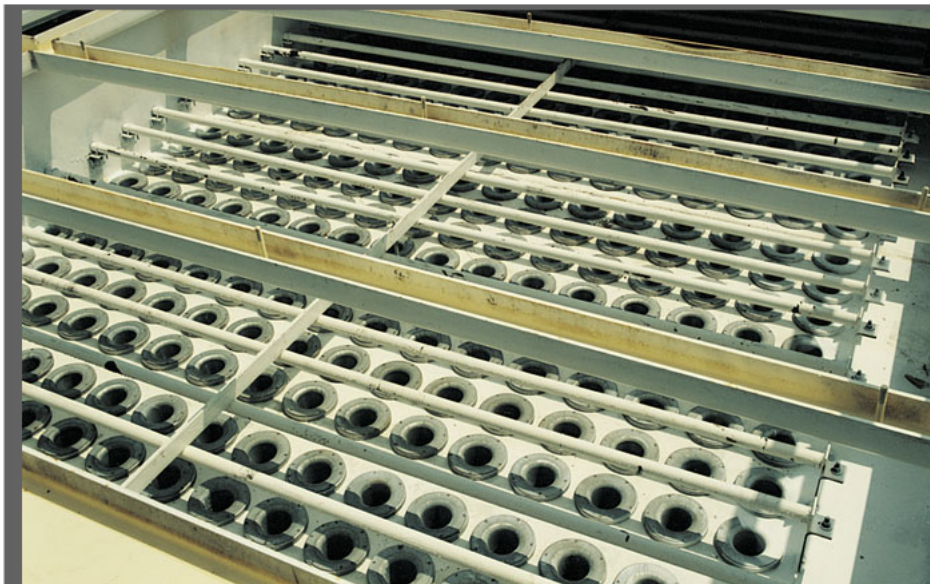
Cage de support des filtres

F5



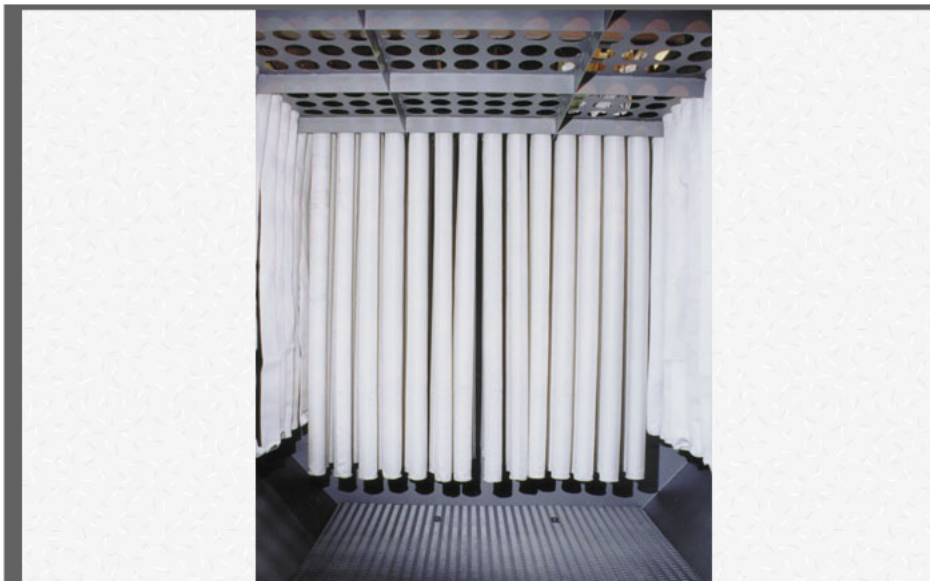
Partie supérieure avant introduction des tubes

F6



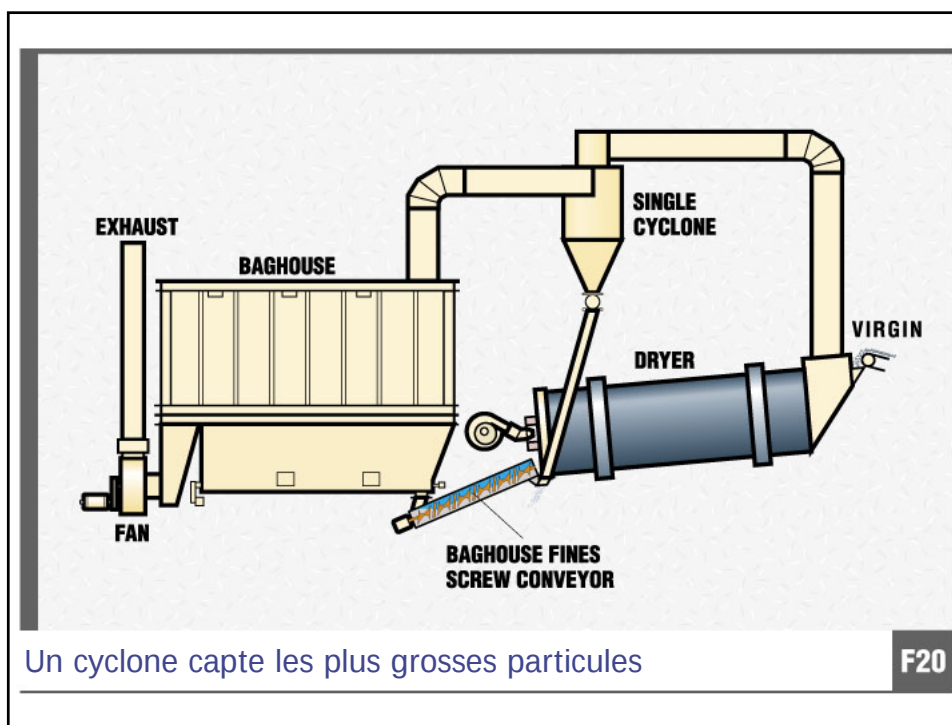
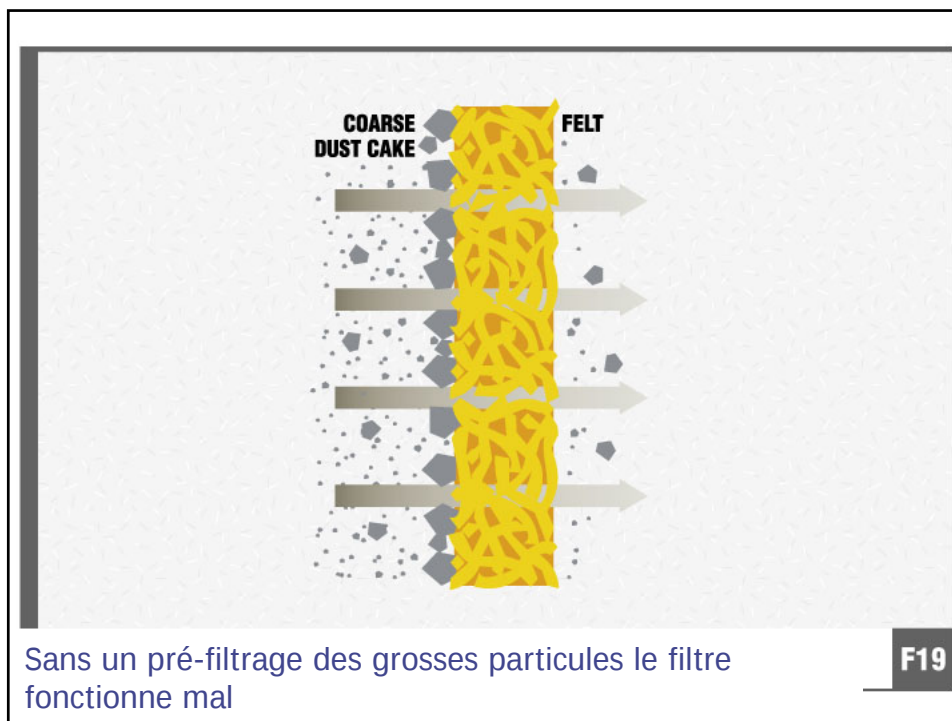
Partie supérieure des filtres

F46



À l'intérieur du dépoussiéreur

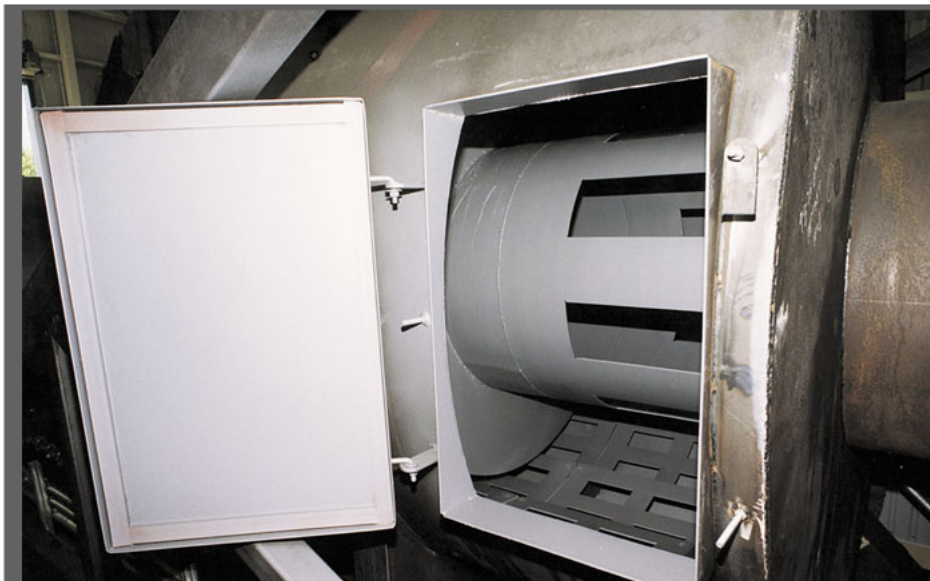
F18





Dépoussiéreur avec cyclone horizontal

F21



Accès à l'intérieur d'un cyclone horizontal

F22



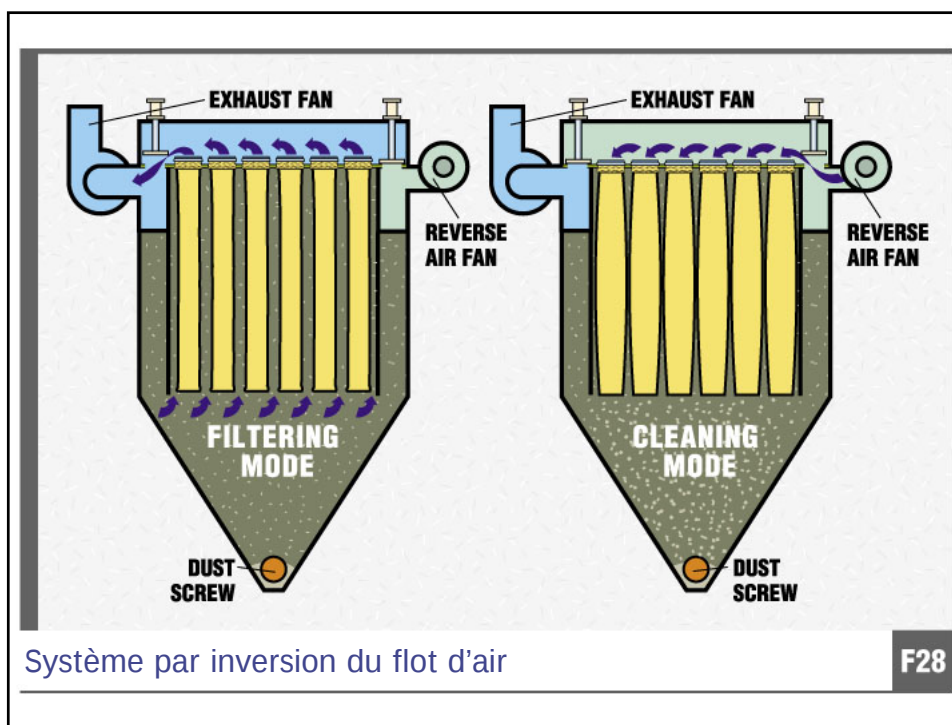
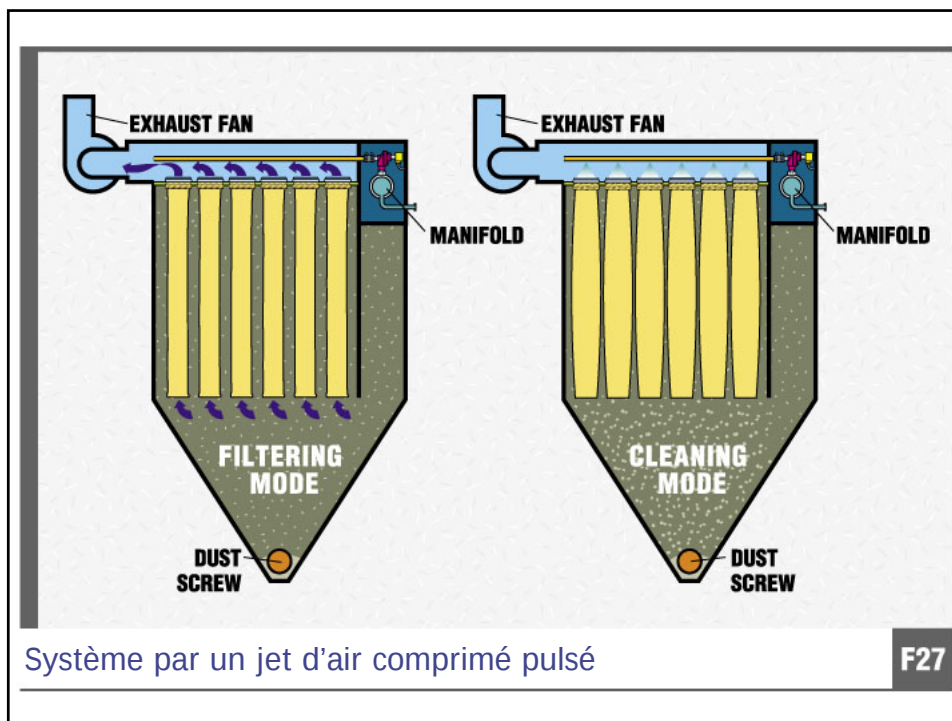
Élargissement de la cheminée à la sortie du sécheur en ralentissant les gaz crée la précipitation des grosses poussières

F23

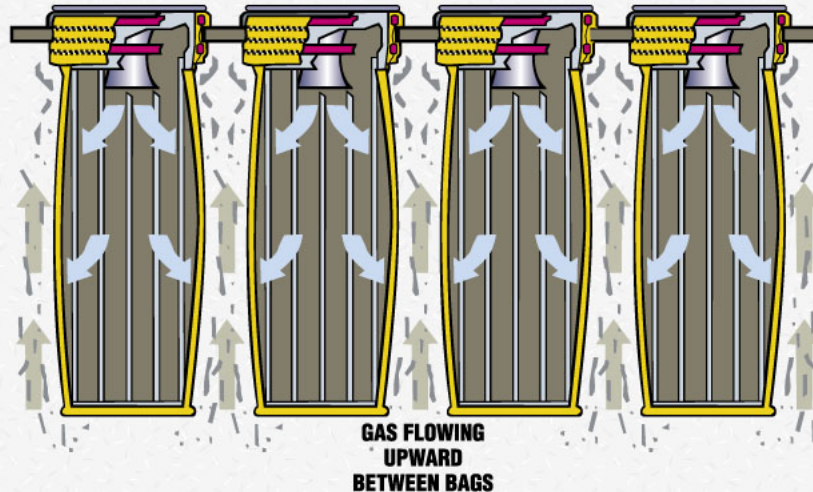
Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place. – Montréal 2006.

160

Le nettoyage des filtres



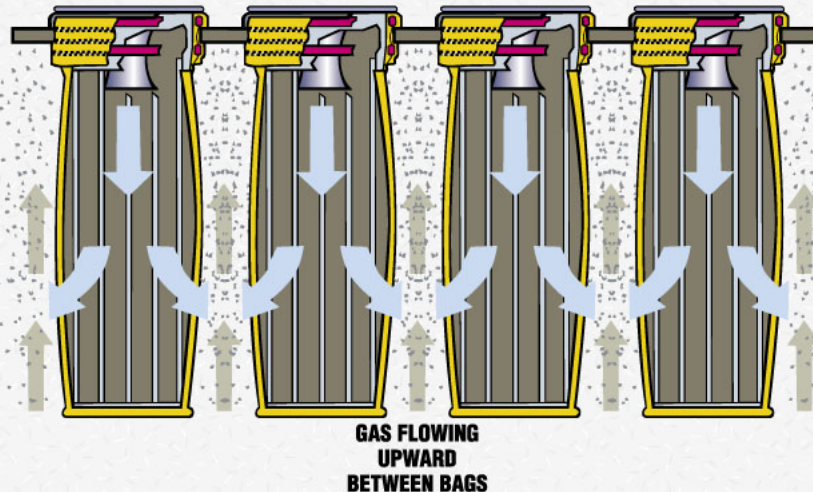
**GENTLE PULSING ALLOWS DUST TO REMAIN AGLOMERATED
AND FALL INTO THE HOPPER**



Les pulsations de décolmatage doivent être douces pour ne pas remettre la poussière en suspension

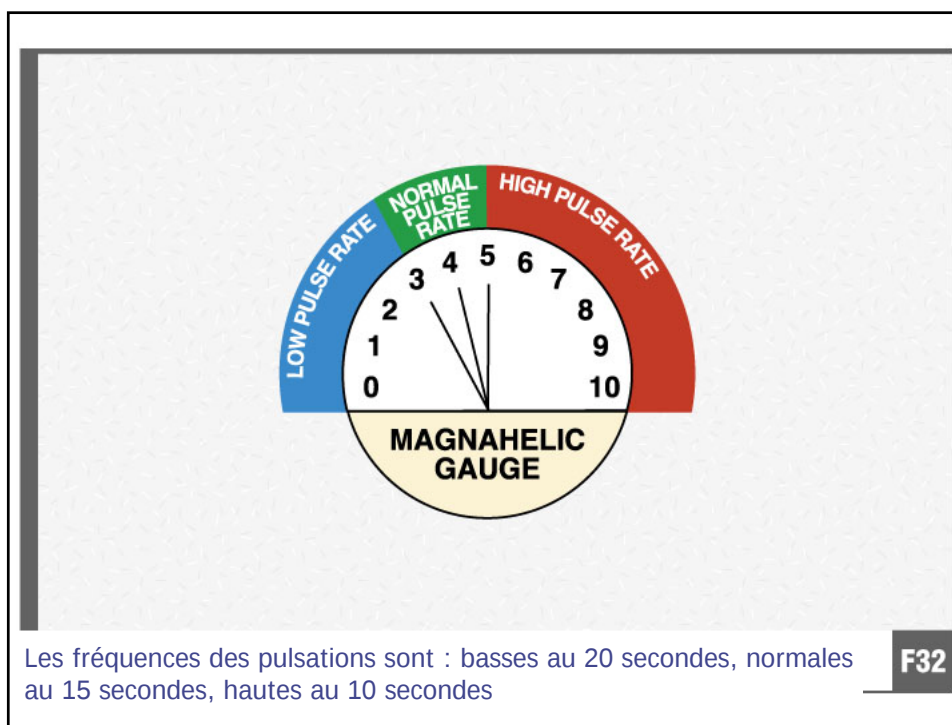
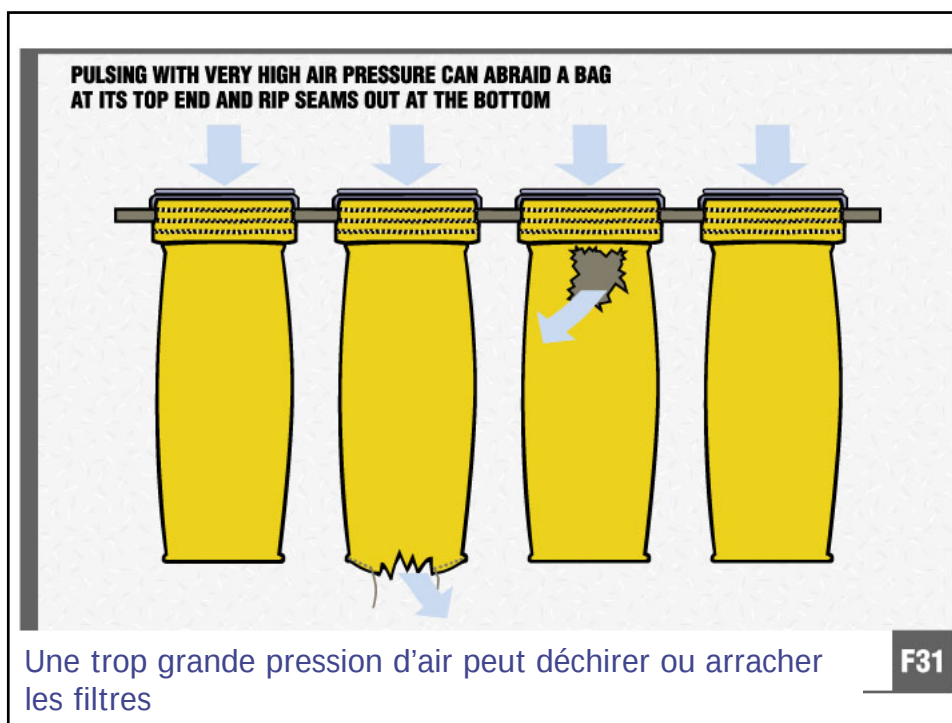
F29

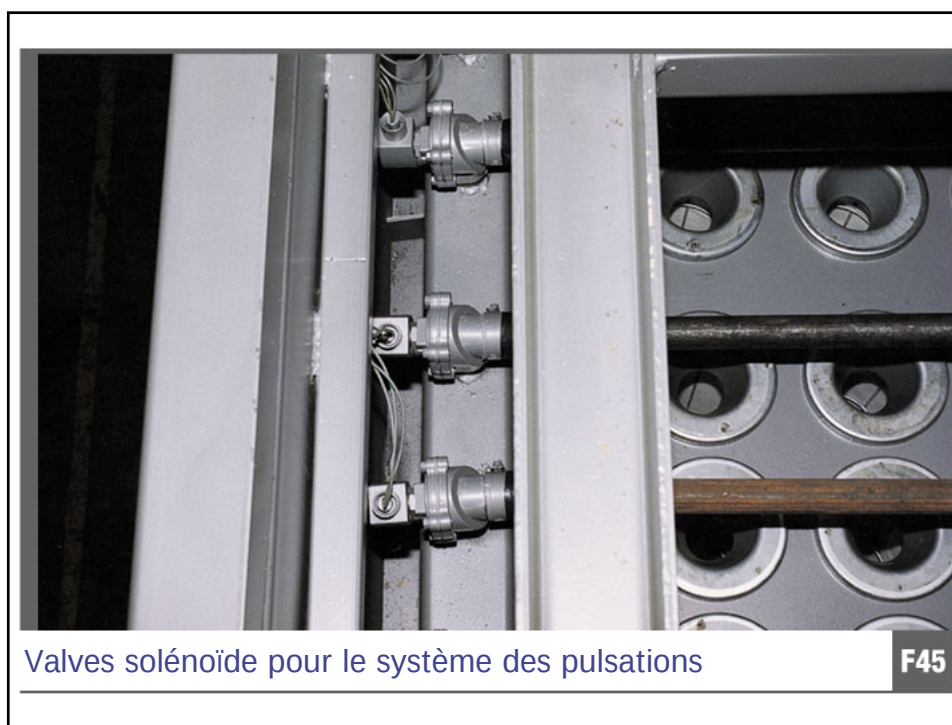
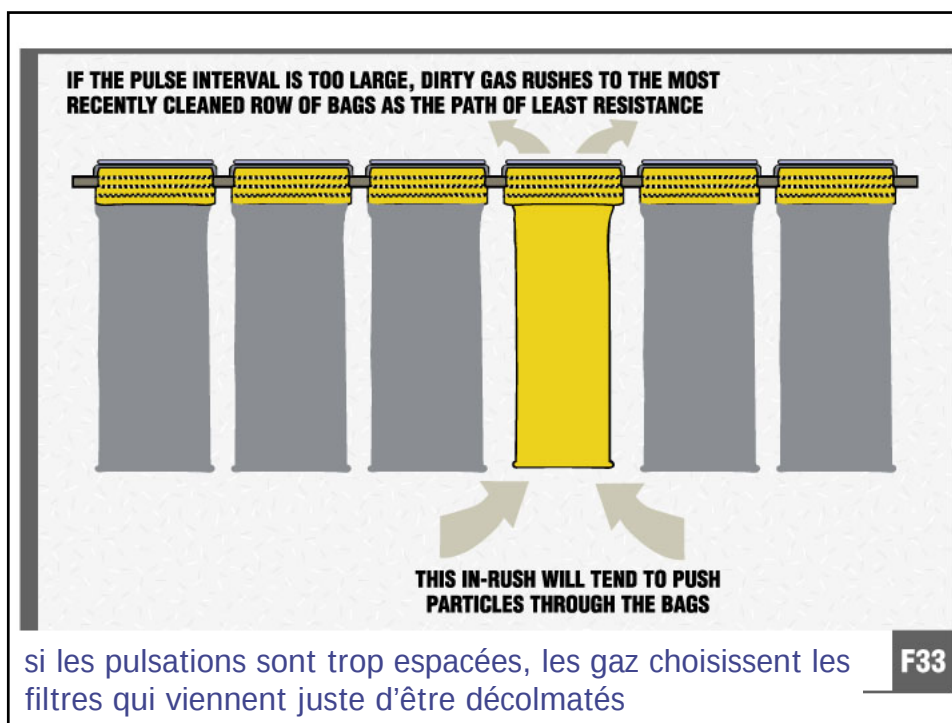
**SEVERE PULSING BREAKS THE AGLOMERATED DUST CAKE INTO INDIVIDUAL PARTICLES
WHICH ARE UNABLE TO FALL AGAINST THE RISING GASES**



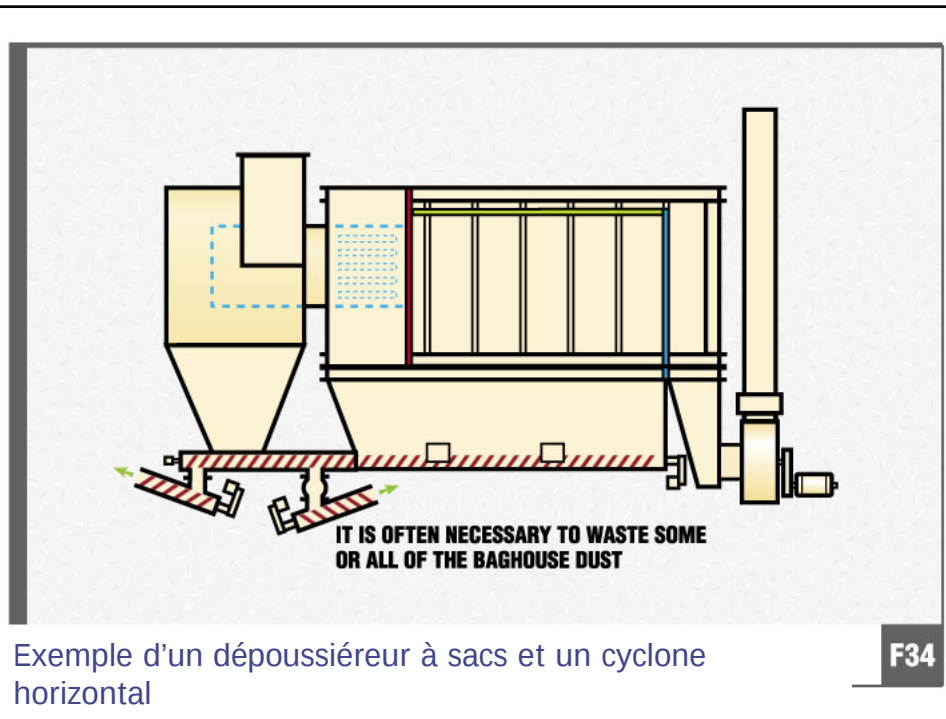
Les pulsations de décolmatage trop violente remettent la poussière en suspension

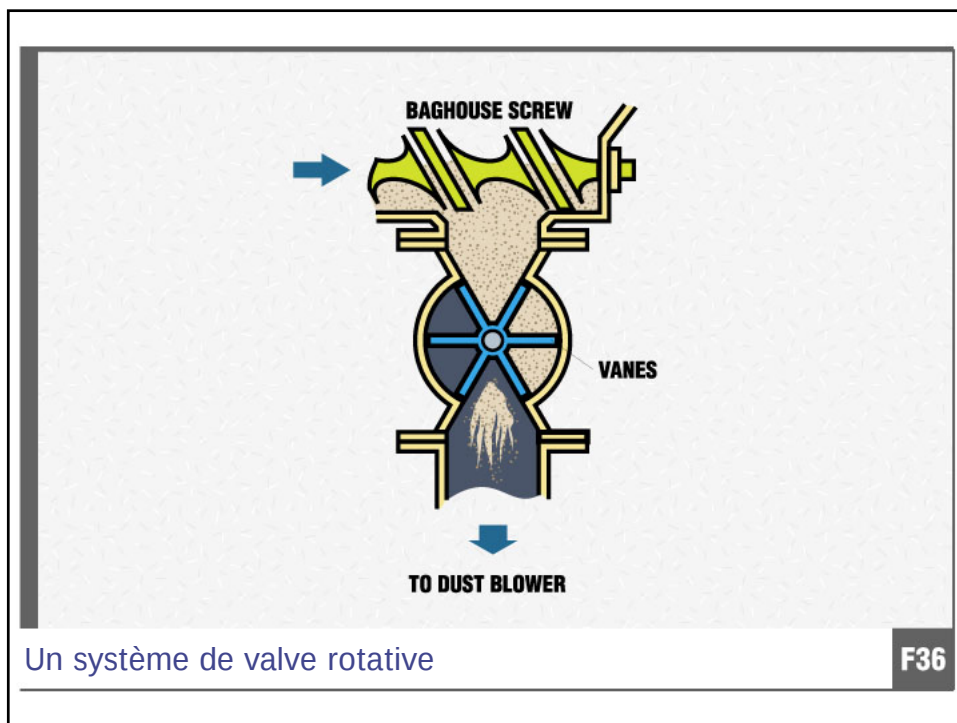
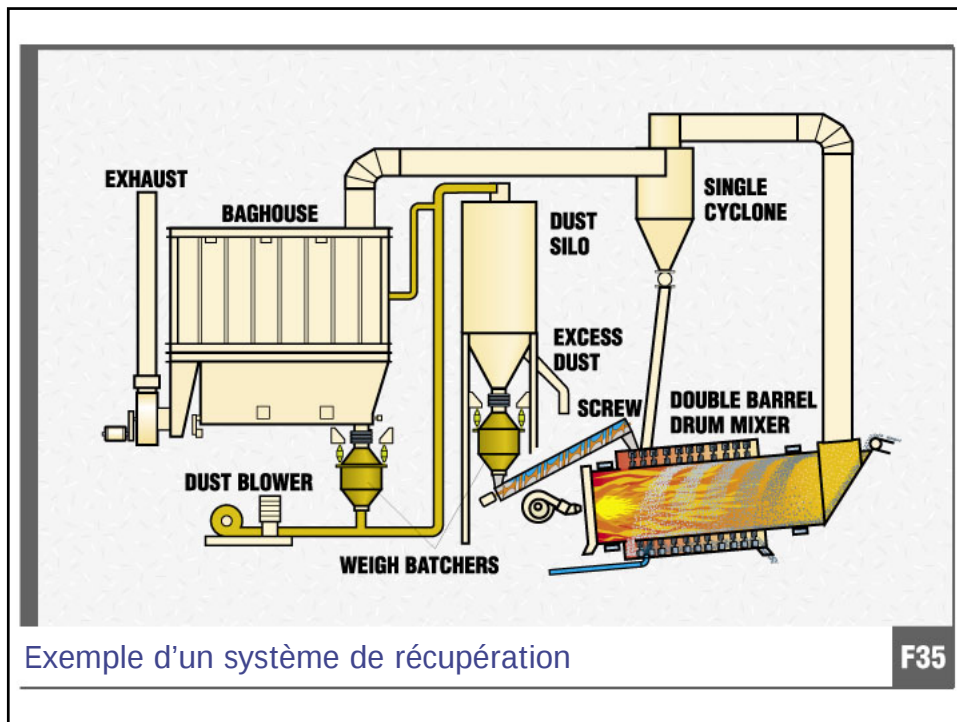
F30

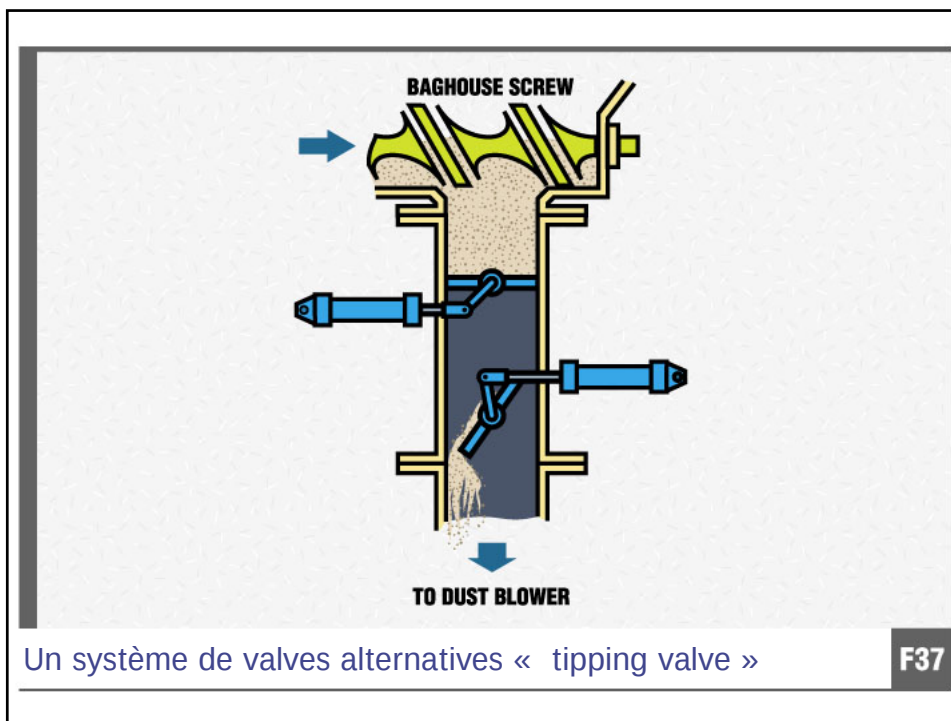




La récupération des fines









Porte étanche par graissage des accès à la vis sans fin

F43



double moteur et ventilateur

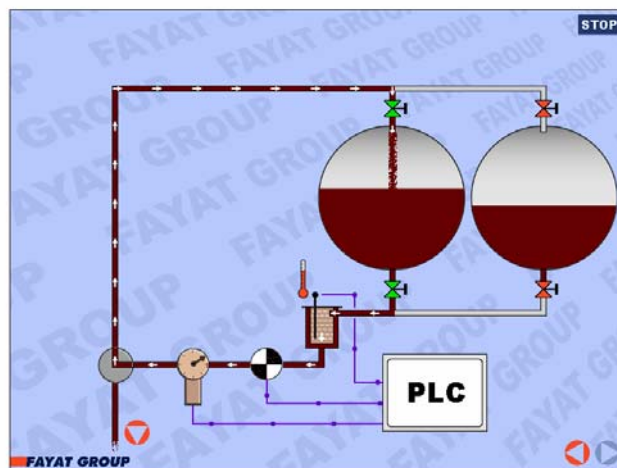
F44



Vis sans fin en bas du dépoussiéreur

F47

8. Stockage et conditionnement des liants



Le bitume est entreposé à côté de la centrale

Le nombre de citerne dépend:

- de la capacité de la centrale
- des types de bitume utilisés

Les citernes sont mobiles ou fixes, horizontales ou verticales.

Les citernes sont reliées à un système de chauffage par fluide caloporteur (huile) avec contrôle de la température.

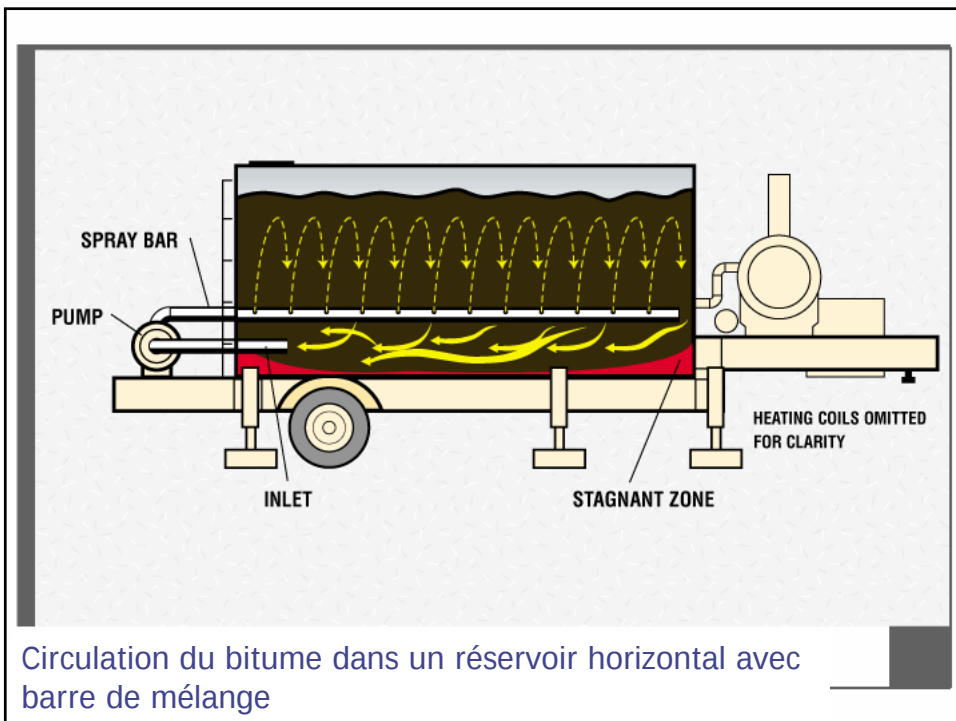
Les citernes sont calorifugées.

Pour décharger le bitume provenant de l'extérieur, on a une installation de pompage par aspiration avec les tuyauteries de refoulement vers chaque citerne.

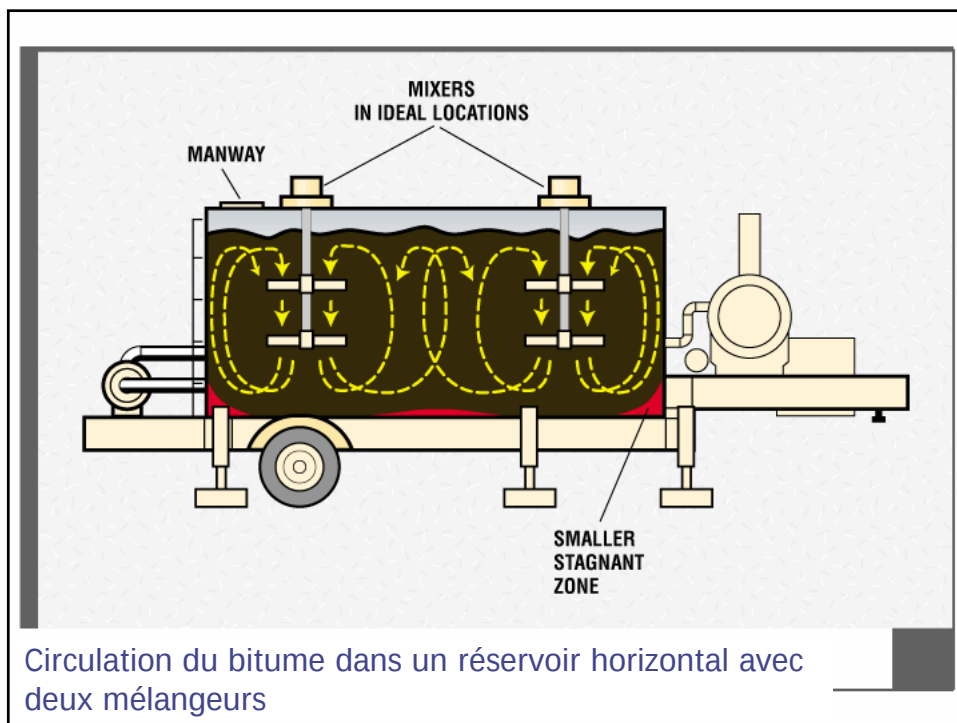
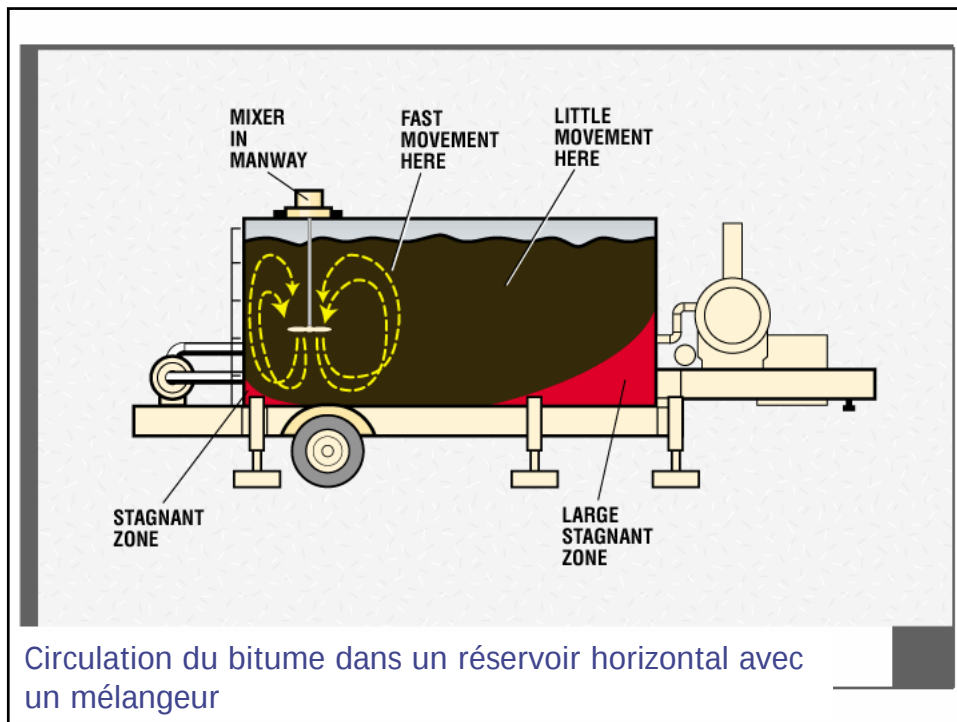
Un autre système de pompage permettant:

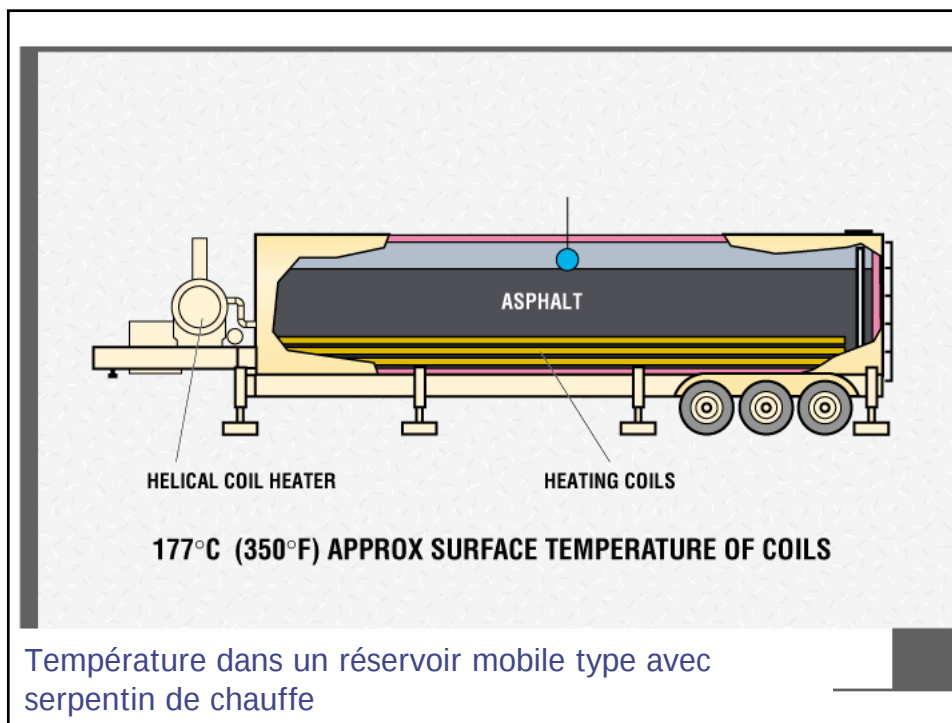
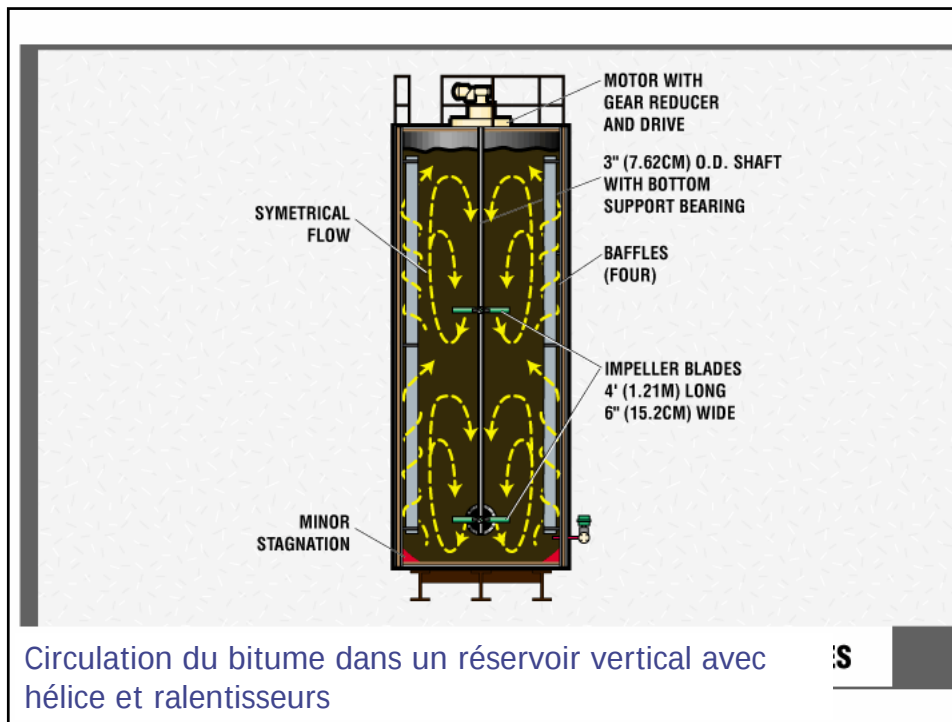
- l'alimentation en bitume au malaxage
- le brassage du bitume dans une citerne
- le transvasement d'une citerne dans une autre

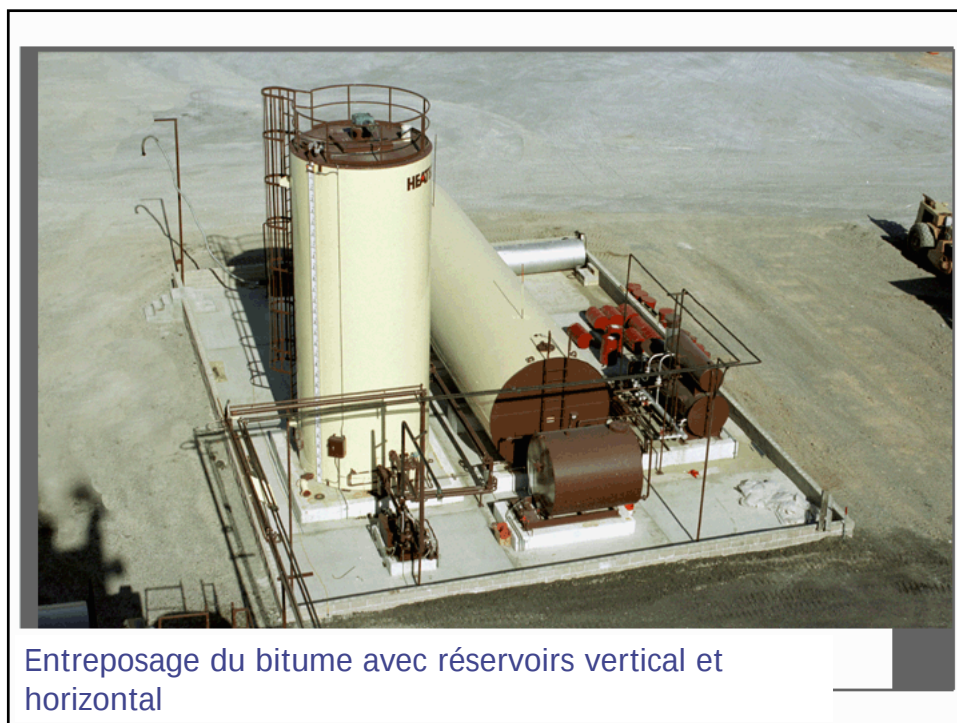
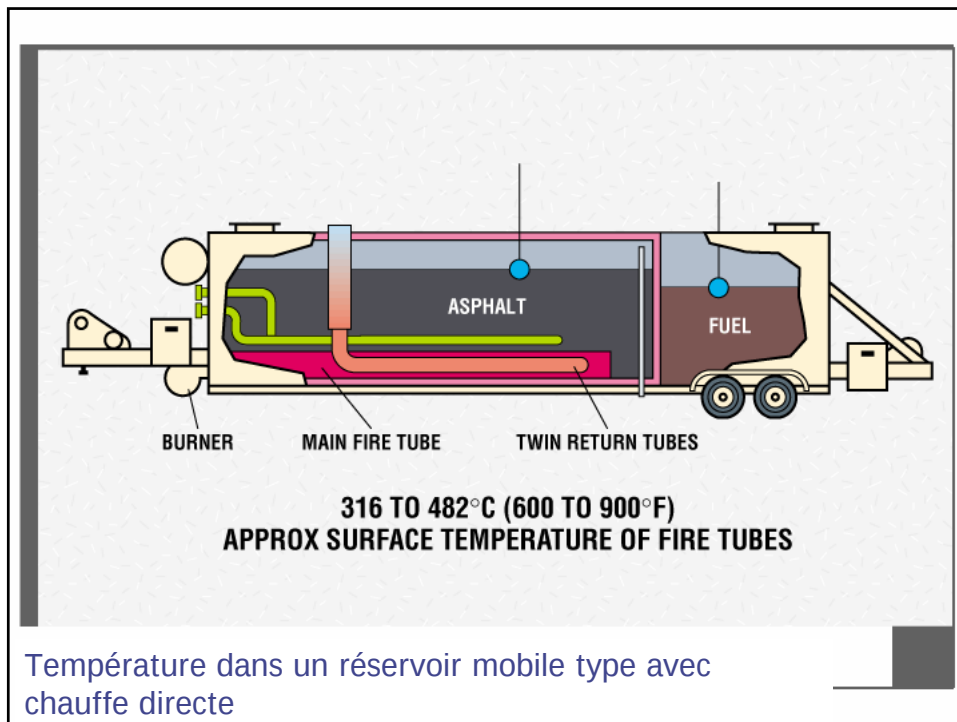
Le bitume est maintenu à des températures de stockage entre 150 et 180 °C.



Circulation du bitume dans un réservoir horizontal avec barre de mélange









Entreposage du bitume avec reservoirs verticaux

9. Les systèmes annexes de chauffage

Pour maintenir la température dans les citernes à bitume, on a besoin d'une chaufferie qui permet de chauffer le liquide caloporteur (huile).

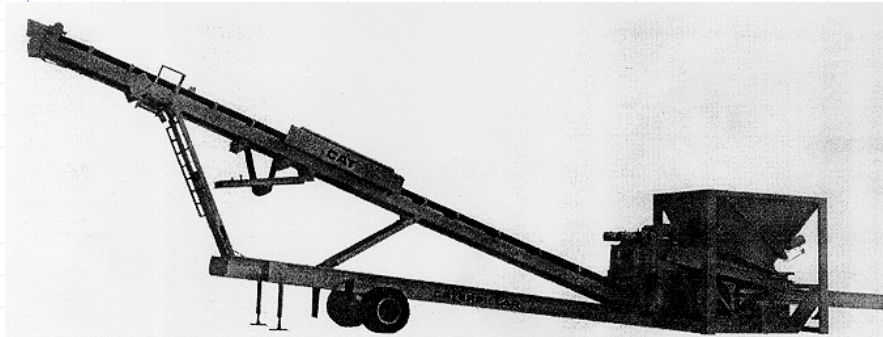
Cette chaufferie est alimentée soit par:

- une citerne d'huile lourde (bunker)
- une citerne au fuel léger
- une citerne à gaz propane ou GN

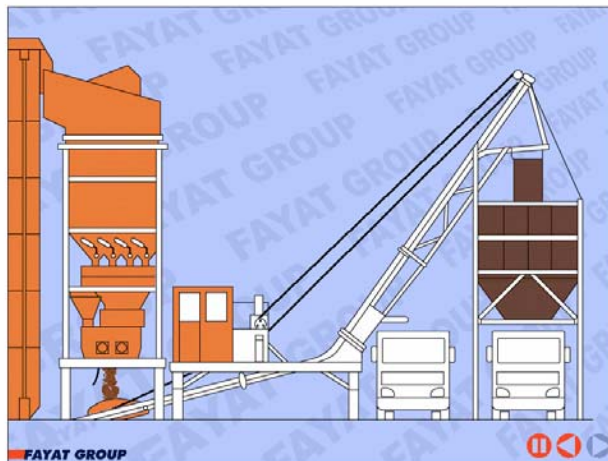
TOUTES LES ZONES AVEC LES CITERNES À BITUME ET À HUILE SONT PROTÉGÉES PAR DES DIGUES OU MURETS ANTI DEVERSEMENT.

10. Cas particulier : introduction de matériaux recyclés

- 1- Dans une centrale discontinue, une trémie indépendante d'alimentation apporte le recyclé directement au niveau de la balance à granulats.
- 2- Dans une centrale continue, le recyclé est incorporé sur le tapis doseur des granulats en amont du malaxeur
- 3- Dans une centrale continue de type TSM ou TSE, le recyclé est ajouté par un anneau de recyclage dans le tambour sécheur jusque en amont de la partie malaxage du tambour.



11. Livraison de l'enrobé bitumineux



Dans une centrale discontinue, l'enrobé en sortie du malaxeur est livré directement dans le camion passant sous le malaxeur.



Dans les centrales continues, l'enrobé transite dans une trémie tampon, avant d'être livré dans le camion.

Mais si l'on veut entreposer temporairement l'enrobé, on a besoin de silos de stockage.

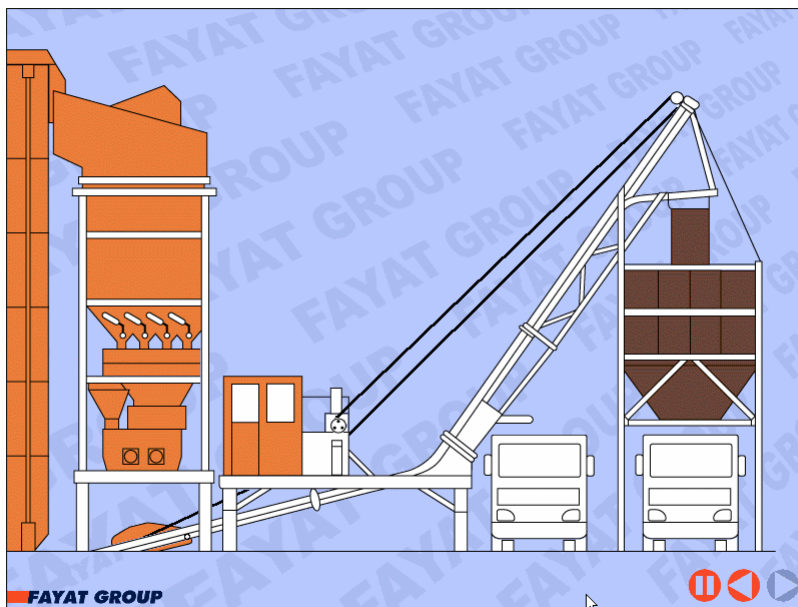
12. L'entreposage en silos

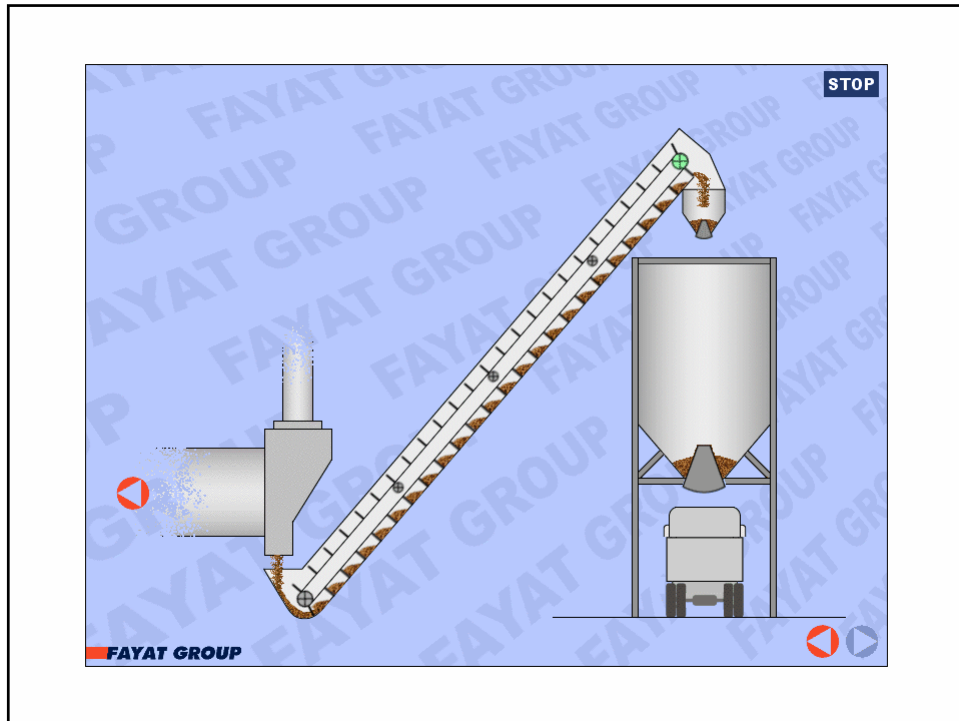
Pour remplir les silos, on utilise deux types de système d'élévateur:

- le système discontinu ou "skip"
- le système continu ou élévateur à barrettes

Dans le système discontinu, le malaxeur se vide dans un godet qui est monté en haut du silo par un système de type funiculaire.

Dans le système continu, le malaxeur se décharge dans une poutre creuse en forme de U et l'enrobé est remonté vers le silo par un système de chaîne avec des palettes.





Les enrobés bitumineux : formulation, fabrication, mise en place.
Montréal 2006.

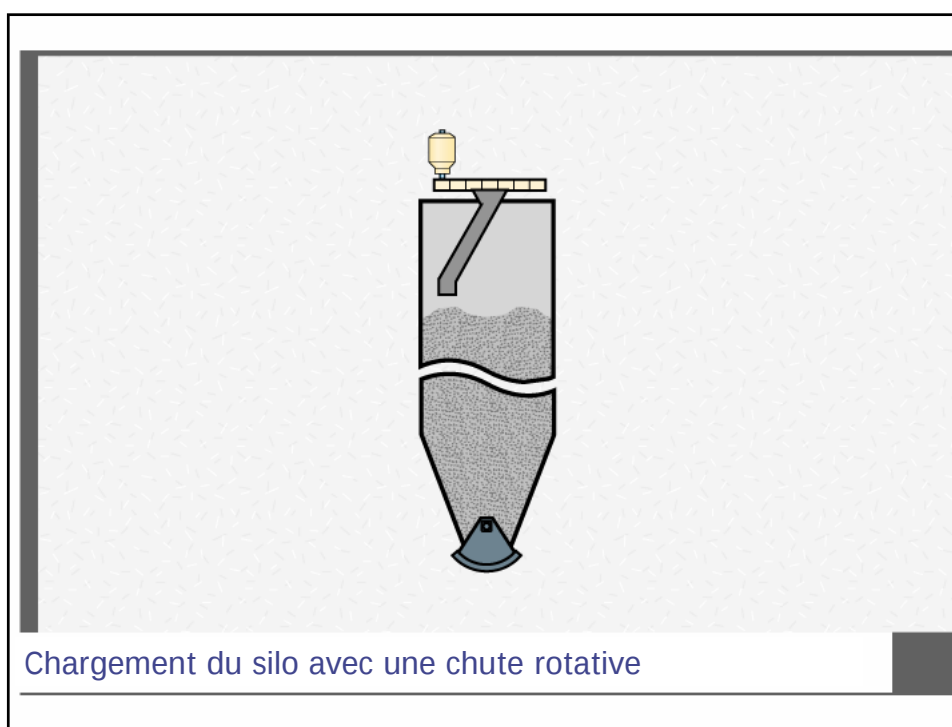
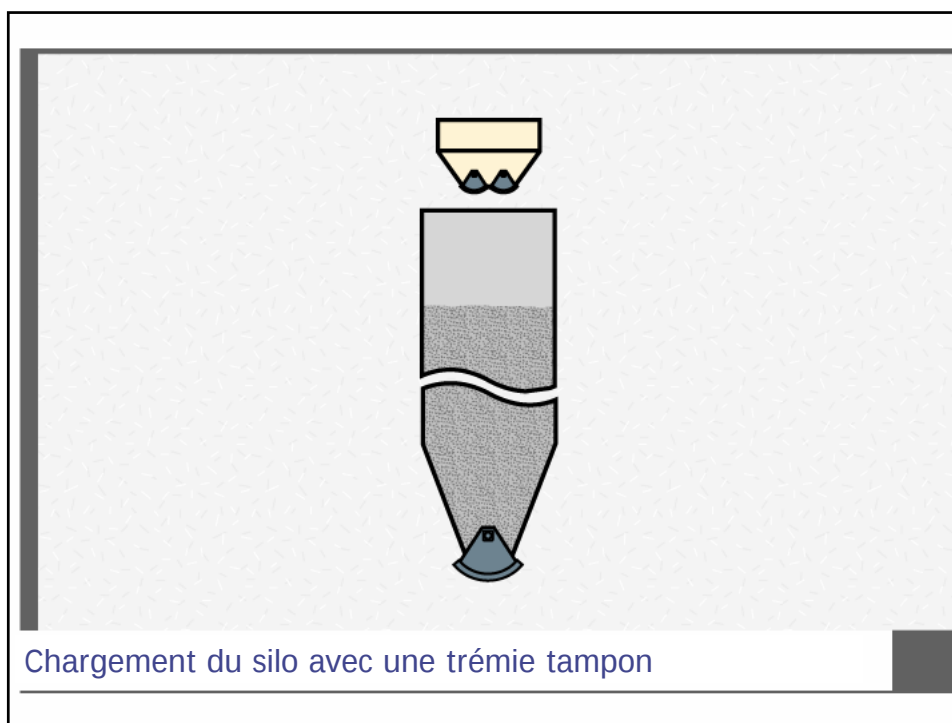
Les silos sont verticaux et peuvent entreposer de 100 à 250 tonnes d'enrobés. Les silos sont calorifugés, le cône inférieur est chauffé et la conception intérieure (chicanes de déflexion) permet un entreposage avec un minimum de ségrégation.

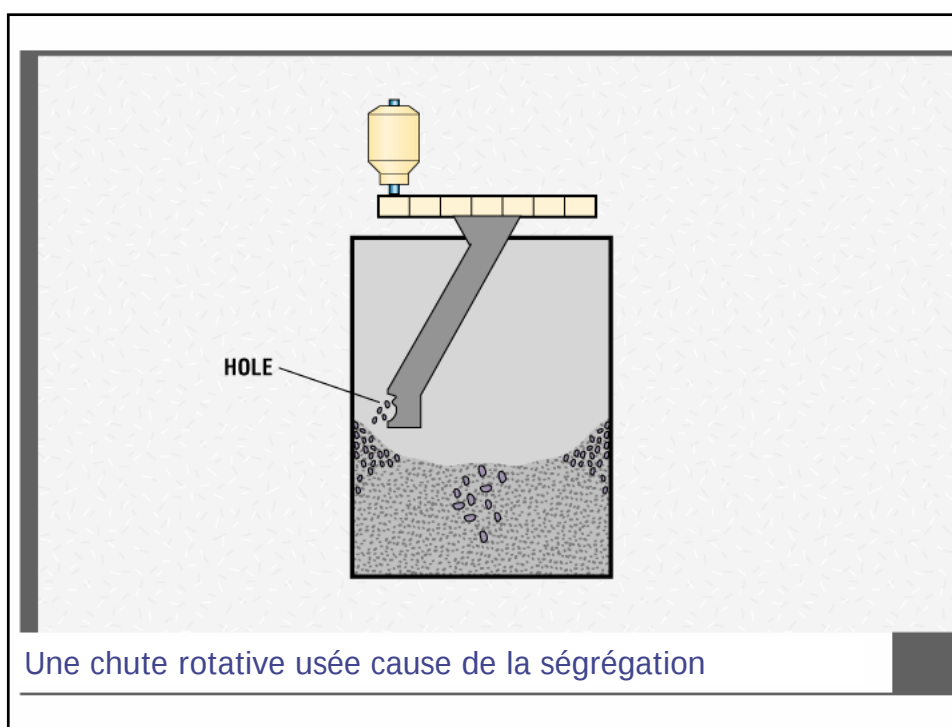
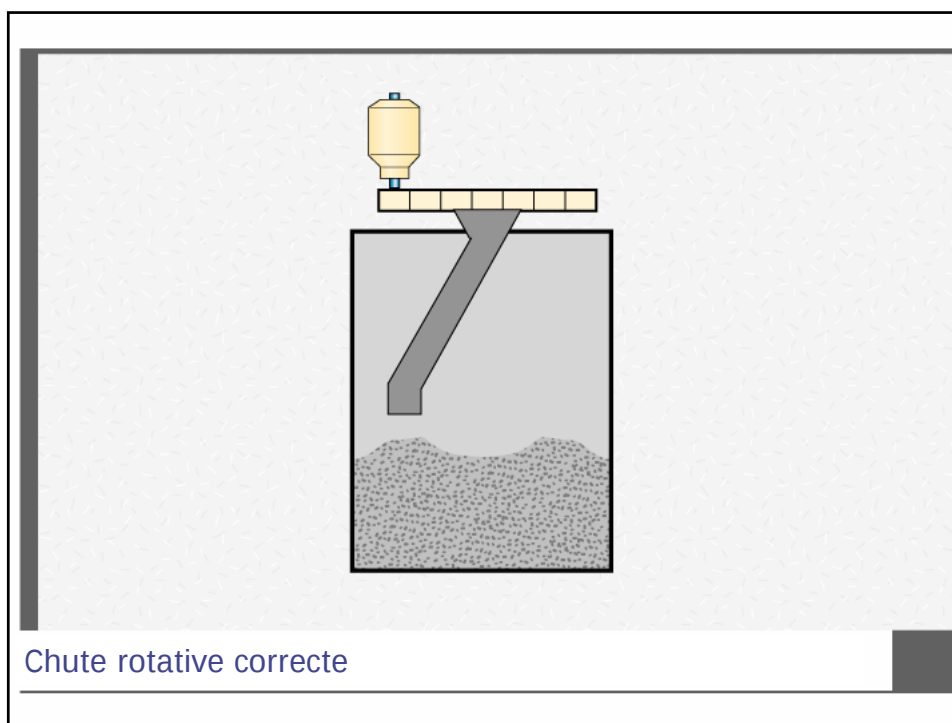


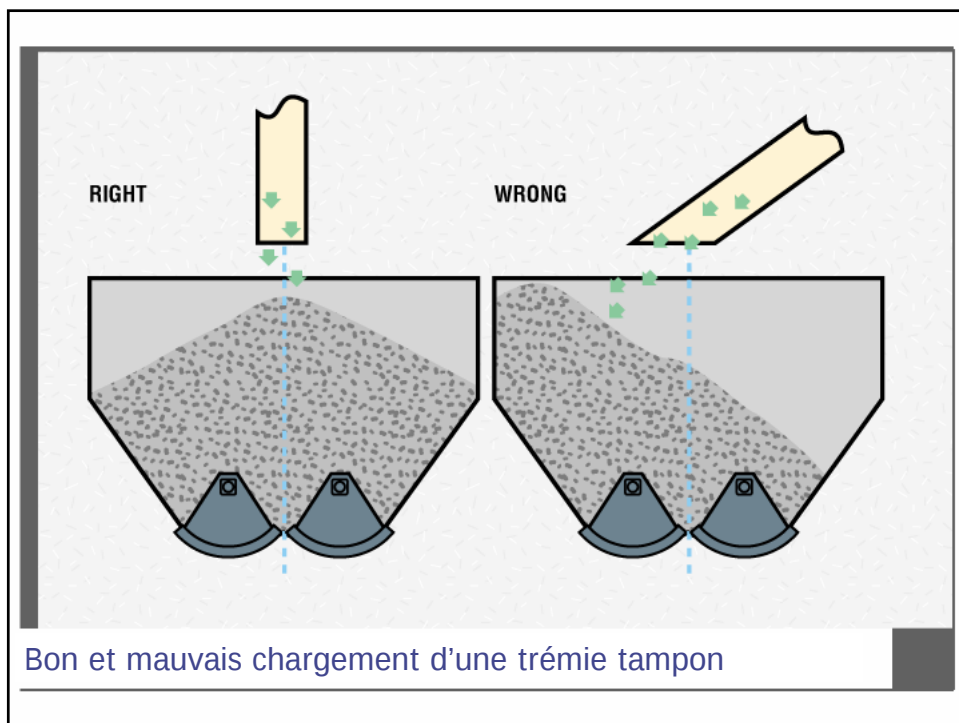
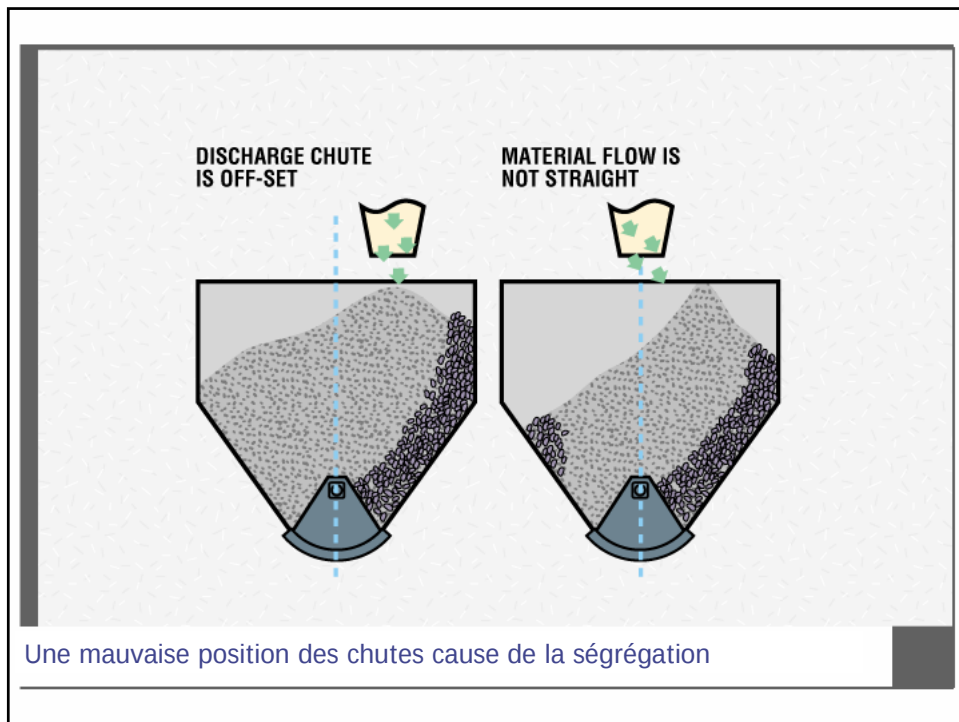
COARSE MATERIAL
GOES OVER THE TOP

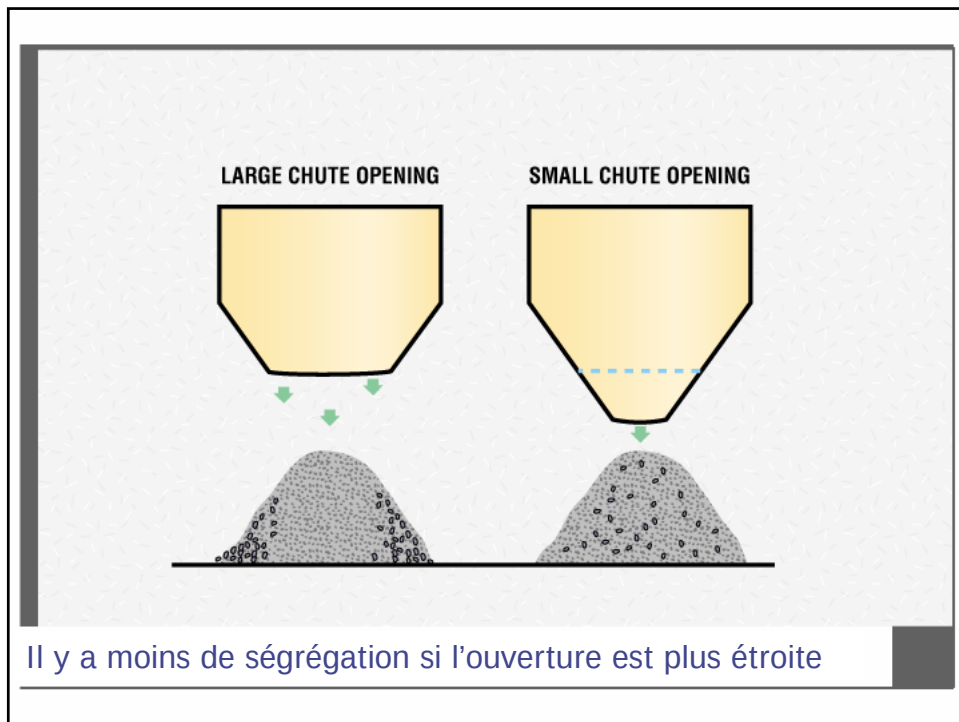
FINER MATERIAL
BUILDS UP ALONG BOTTOM

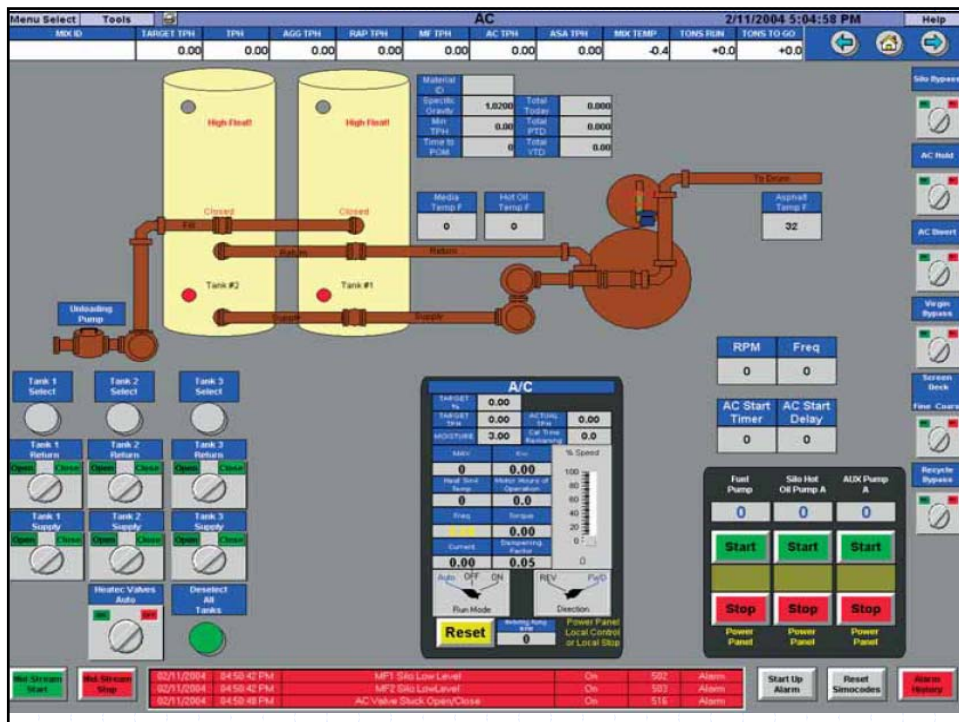
« hydroplaning » dans un convoyeur à barettes











Remerciements

- Marie-Line GALLENNE LCPC
- Alain de RENTY SCREG
- Bituminous Mixtures
in road construction par Robert N. HUNTER
- The Asphalt Handbook (Asphalt Institute)
- The ASTEC company
- Le Groupe FAYAT, ASTEC ET TEREX pour les animations