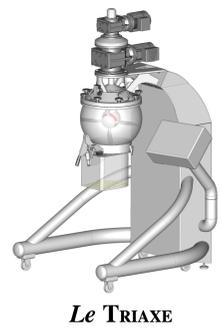
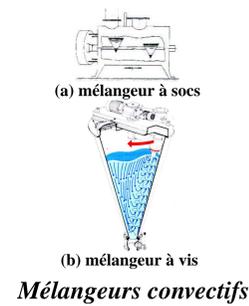
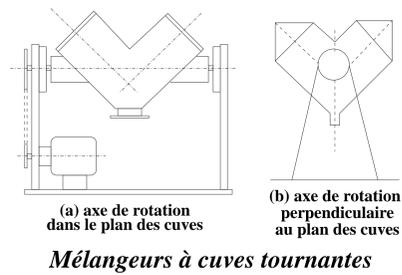
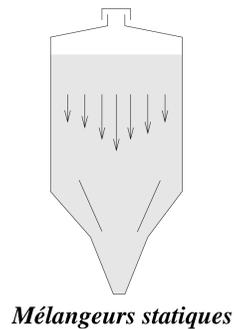


Différents types de mélangeurs



Les objectifs de la thèse

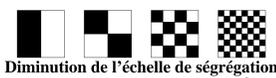
✓ Remonter aux caractéristiques du mélange en terme d'homogénéité



Notion d'intensité de ségrégation

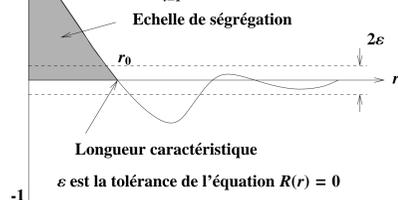
$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2$$

N le nombre total d'échantillons,
 x_i la composition des échantillons,
 μ la teneur moyenne.



Notion d'échelle de ségrégation

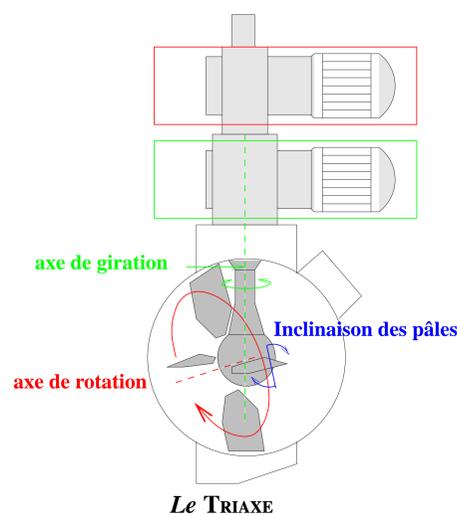
$$R(r) = \frac{\sum_{i=1}^{N-r} (x_i - \mu)(x_{i+r} - \mu)}{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$



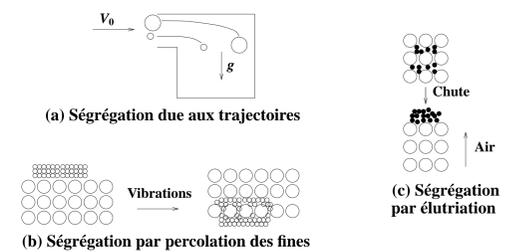
Allure typique d'un autocorrélogramme

✓ Relier celles-ci aux conditions opératoires :

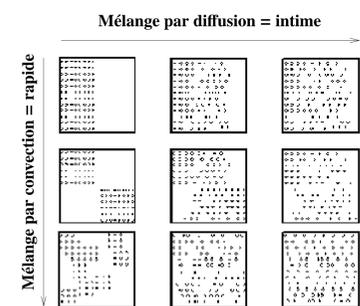
- Combinaison des vitesses d'agitation – **rotation** de 0 à 90 tours par minutes et **gyration** 0 à 30 tours par minutes,
- Sens de rotation – horaire ou anti-horaire pour la **gyration**,
- **Inclinaison des pâles**,
- Taux de remplissage de la cuve,
- Type de poudre – cohésive ou à écoulement libre.



✓ Appréhender des phénomènes de mélange dans le Triaxe : déterminer les mécanismes de mélange et de ségrégation mis en jeu



Différents mécanismes de ségrégation (d'après Williams [1])



Simulation du mélange d'un lot de particules par convection et/ou diffusion (d'après Schofield [2])

Caractérisation de l'homogénéité

✓ Poudres utilisées :

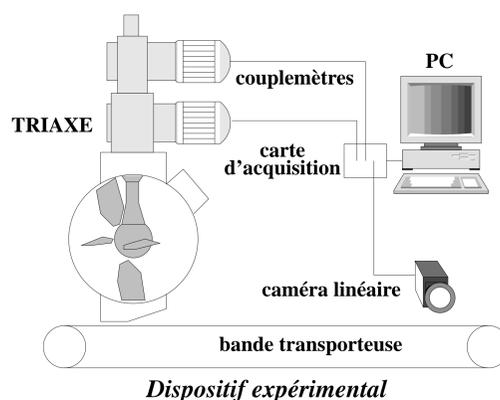
- ⇒ écoulement libre : mélange binaire de semoule et de couscous coloré
- ⇒ cohésif : mélange binaire de cellulose et de lactose
- ⇒ des produits « réels » pour lesquels les industriels rencontrent des problèmes de mélanges.

✓ Repose sur l'échantillonnage [3]

$$\sigma_{exp}^2 = \sigma_{mel}^2 + \sigma_{ech}^2 + \sigma_{ana}^2 \quad (1)$$

Méthodes non intrusives :

- ⇒ Proche Infra Rouge
- ⇒ Mesure de la permittivité
- ⇒ Analyse d'images



✓ Méthode de mesure :

- ⇒ Utilisation d'une caméra linéaire noir & blanc 12 bits d'une résolution de 5000 points et d'une fréquence de 40 Mhz.
- ⇒ Analyse d'images grâce au logiciel LabVIEW et à la bibliothèque IMAQ vision :
 - histogramme de niveaux de gris
 - traitement spécifique éventuel [4]
 - calcul de la proportion de chaque produit
 - calcul de la variance entre les échantillons
 - autocorrélogramme

Perspectives

- ⇒ Réception du Triaxe en septembre 2004
- ⇒ Mise en place de la méthode d'analyse dans le courant de l'été
- ⇒ Campagne de manipulation sur le Triaxe dès la rentrée
- ⇒ Participation au congrès SFGP 2005 et au World Congress of Chemical Engineering de Glasgow en 2005.

Références

- [1] J.C. Williams. The segregation of particulate materials. *Powder Technology*, 15 :245–251, 1976.
- [2] C. Schofield. Assessing mixtures by autocorrélation. *Trans. Instn. Chem. Engrs.*, 48 :T28–T34, 1970.
- [3] S. Massol-Chaudeur. *Caractérisation de l'état de mélange de poudres -cas des mélanges faiblement dosés-*. Thèse, INPL – Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, 2000.
- [4] A. Realpe and C. Velazquez. Image processing and analysis for determination of concentrations of powder mixtures. *Powder Technology*, 134 :193–200, 2003.