

Effet de la taille des lots sur les niveaux de transfert inter-lots

1. Objectif

Il s'agit d'évaluer l'effet de la variation de la taille des lots collecteurs sur les niveaux des transferts inter-lots (TIL). L'évaluation de cette variation est effectuée par référence à la variation engendrée par une répétabilité des essais pratiqués sur le même site industriel.

2. Principe

Cinq essais d'étude des transferts inter-lots, comprenant 2 lots traceurs à la taille nominale du mélangeur et au moins 2 lots collecteurs de tailles variables, sont effectués sur le même site industriel selon le schéma suivant :

- 3 essais avec 2 lots collecteurs à la taille nominale du mélangeur (6t – codés TG1 à TG3) pour tester la variabilité des essais
- 1 essai avec 2 lots collecteurs de 2/3 de la taille nominale (4t – codés TM)
- 1 essai avec 3 lots collecteurs de 1/3 de la taille nominale (2t – codés TP)

Tous les lots sont prélevés au niveau de l'entrée d'un boisseau de presse.

3. Matériel

3.1. L'usine

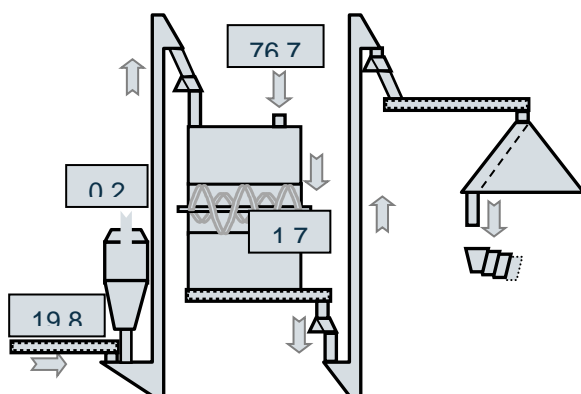


Figure 1 : Schéma de l'usine (avec le pourcentage de la formule incorporé à chaque poste)

Le schéma de la fraction du diagramme de l'usine testée (Figure 1) présente également les pourcentages d'incorporation des composants de la formule d'aliment choisie à chaque poste.

Les 1.6 % qui manquent à la formule au moment du prélèvement correspondent à des liquides ajoutés à l'enrobeur après granulation et qui ne sont pas pris en compte dans le calcul du taux de récupération.

3.2. Traceur

Le traceur externe (microtraceur bleu Lake super fin) est incorporé à la dose de 250 ppm dans l'aliment final au moyen d'un prémélange dans du Rofelys introduit à 2 kg/t en verse sac.

3.3. Aliment

Les essais portent sur des lots traceurs de 6 tonnes et des lots collecteurs de 6, 4 et 2 tonnes. Un aliment Dindon est choisi en fonction de la quantité totale à produire (110 tonnes). Les caractéristiques physiques déterminées sur ces lots montrent leur similitudes :

- Diamètre médian tamisage : 950.7 μm (CV = 4.1 %)
- Masse volumique apparente : 631.7 g/l (CV = 0.4 %)
- Angle de talus par éboulement : 69.0 ° (CV = 2.1 %)

4. Méthode

4.1. Successions des lots

Les essais ont été effectués sur deux jours successifs selon l'ordre suivant : TG1, TP, TG2, TM, TG3. Des lots d'autres aliments ont été fabriqués entre les essais.

4.2. Lieu et mode de prélèvement

Les échantillons sont prélevés en entrée de boisseaux de presse. L'objectif est de recueillir 30 échantillons de chacun des lots.

Les périodes de prélèvement ont été évaluées par la mesure du temps de passage de lots similaires avant les essais : 340 secondes pour 6 tonnes, soit un débit de 17.6 kg/s. Les périodes sont variables selon la taille des lots : de 3.5 à 11 secondes.

4.3. Traitement des échantillons

Le mode de traitement des échantillons est conforme aux règles techniques avec des regroupements de parties aliquotes de chacun des prélèvements initiaux réalisés.

4.4. Analyses

Elles sont effectuées en double conformément à la méthode décrite dans iTec_H17 sur deux prises d'essai issues des échantillons.

5. Résultats

5.1. Conformité

Les concentrations en traceur obtenues pour les 10 lots traceurs sont en-dessous des concentrations attendues. Une augmentation des taux a toujours lieu entre le premier et le second lot traceur (+7.4 % en moyenne). Ces taux de récupération sont malheureusement presque tous en-dessous de la limite de 70 % fixée par les règles techniques établies.

Essais	Lots	Taux de récupération (%)	Variation
TG1	T1	62.7	+ 2.9 %
	T2	64.6	
TG2	T1	60.2	+ 5.5 %
	T2	63.2	
TG3	T1	59.8	+ 15.7 %
	T2	69.2	
TM	T1	65.8	+ 4.0 %
	T2	68.6	
TP	T1	65.8	+ 9.2 %
	T2	71.7	
Moyenne	T1	62.9	+ 7.4 %
	T2	67.5	

Tableau 1 : Taux de récupération obtenus pour les 10 lots traceurs fabriqués

Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer ce déficit, réel ou apparent, en microtraceur sans qu'aucune n'ait été jugée comme satisfaisante :

- Une erreur de pesée lors de la fabrication des prémélanges
- Une erreur analytique systématique soit lors de l'extraction, soit sur la correspondance entre la masse de microtraceur (plus fin que d'ordinaire) et la densité optique lue
- La perte effective du traceur dans l'installation, notamment dans l'élévateur avant mélangeur
- Une perte de colorant dans l'usine
- Un effet du lot de microtraceur très fin
- Une pratique industrielle particulière

5.2. Répétabilité des essais

La répétition des essais d'évaluation de transferts inter-lots avec des lots de grandes tailles se traduit par des valeurs :

- pour le premier lot collecteur, entre 7.1 et 8.1 %
- pour le second lot collecteur, entre 3.1 et 4.1 %

Le niveau de transfert sur le premier lot collecteur est proche de l'augmentation moyenne constatée entre les deux lots traceurs (Tableau 1).

Sur les 3 essais, la variation (Figure 2) du transfert par référence à TG1 sur un lot se traduit systématiquement par une variation inverse sur le second. En conséquence, après le passage des deux lots collecteurs des quantités très voisines de traceur ont été collectées par ces deux lots collecteurs : de 108.3 à 111.2 g selon les essais.

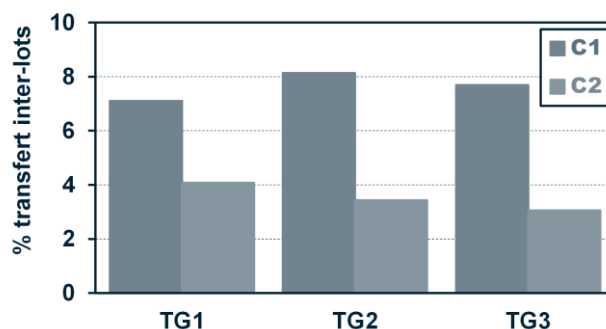


Figure 2 : Histogramme des pourcentages de TIL des lots collecteurs selon les différents essais TG effectués

Ceci est un élément traduisant la bonne répétabilité de ces essais. La qualité de celle-ci est également perceptible au travers des coefficients de variation calculés sur les seuls 3 résultats (Tableau 2). Globalement, la répétabilité des essais sur ce site, a été jugée comme acceptable (Environ 7 %) au regard de l'ensemble des éléments pouvant être à l'origine de variations.

La répétabilité se dégrade sur les seconds lots collecteurs (CV = 14.6 %), probablement en raison de plus grandes erreurs analytiques sur de faibles concentrations en traceur.

		[ppm]	% transfert
Colle cteur 1	Moyenne	12.7	7.6
	Ecart-type	1.0	0.5
	CV	7.5	6.7
Colle cteur 2	Moyenne	5.8	3.5
	Ecart-type	0.7	0.5
	CV	12.3	14.6

Tableau 2 : Moyennes, écart-types, coefficients de variation pour les concentrations et les pourcentages de TIL des deux lots collecteurs des trois essais répétés TG

5.3. Effet de la taille des lots

5.3.1. Profils de transfert

Les évolutions des transferts obtenus par les analyses sur les échantillons groupés sont relativement semblables (Figure 3 à Figure 5), avec un transfert essentiellement expliqué par le circuit amont du mélangeur, même si un pic généré par

l'aval est présent au début. Ce pic est plus important pour le second lot de l'essai à 2 tonnes (TP) et le niveau moyen s'accroît entre le second et le troisième lot pour ce même essai. Entre les essais à 6 t (TG) et l'essai à 4t(TM) peu de différences d'évolution sont perceptibles. Il semble que pour les essais TM et TP, la concentration s'accroisse à la fin des lots.

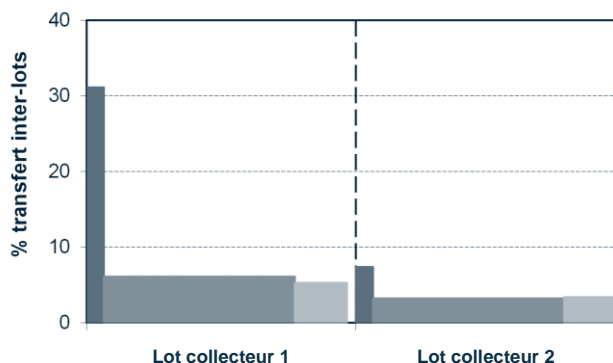


Figure 3 : Evolution des transferts moyens sur les 2 lots collecteurs des essais TG

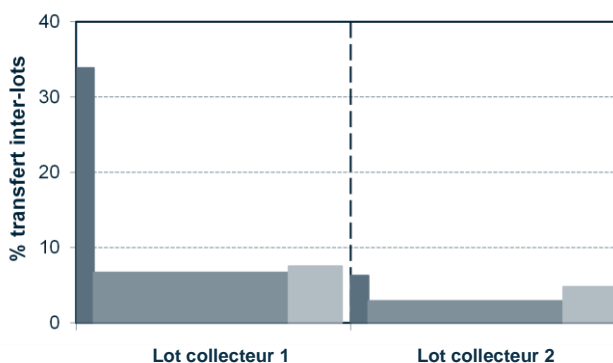


Figure 4 : Evolution des transferts sur les 2 lots collecteurs de l'essai TM

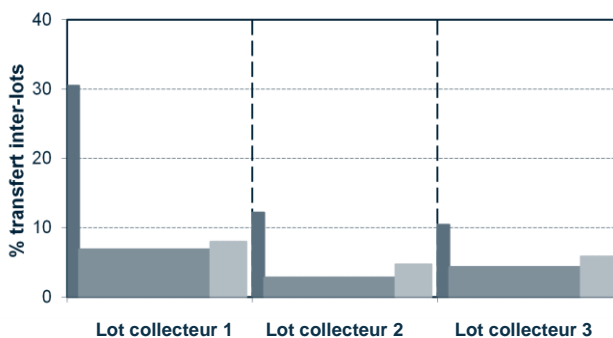


Figure 5 : Evolution des transferts sur les 3 lots collecteurs de l'essai TP

5.3.2. Transfert inter-lot global

Les points d'incorporation des matières premières (Figure 1) conduisent au passage d'environ 20% de la formule pour le rinçage des additifs arrivant de la verse en sac dans le pied de l'élévateur.

La réduction de la taille des lots de 6 à 2 tonnes conduit donc à une réduction du rinçage du pied de l'élévateur de 1.2 tonnes à 0.4 tonne.

Si ces 400 kg ne sont pas suffisants pour rincer correctement l'élévateur avant mélangeur, il faut

s'attendre à une persistance de la transmission jusqu'à ce qu'une quantité suffisante de matières premières passe dans l'élévateur pour le nettoyer des traces d'additifs. Ceci devrait se traduire alors par une diminution de la concentration des lots collecteurs.

A contrario, si la taille des lots diminue et que la même quantité de traceur est récupérée, la concentration devrait augmenter. La question est de savoir de ces deux phénomènes, celui qui va l'emporter.

Or, au final, la réduction de taille de 1/3, puis des 2/3 conduit à une très légère augmentation (12.7, 15.0 et 15.7 ppm de TG à TP) de la concentration moyenne des premiers lots collecteurs. Il est donc possible de dire qu'aucun des deux phénomènes ne gagne sur l'autre.

La plus forte progression est observée lors du passage de 6 à 4 tonnes (Figure 6) avec une progression de 1 %. Le passage de 4 à 2 tonnes n'a aucune conséquence sur le niveau de transfert du premier lot collecteur (8.6 % dans les deux cas).

Pour l'évolution des transferts sur les seconds lots collecteurs, le passage d'une taille de 6 à 4 tonnes ne conduit pas à une variation significative du niveau. Seul le passage de 4 à 2 tonnes se traduit par une légère augmentation (3.5 % à 3.8 %) non significative. Les conséquences de cette augmentation douce, mais progressive, des transferts des seconds lots collecteurs, quand la taille des lots diminue, se traduisent par des transferts plus notables sur le troisième lot collecteur dans le cas de l'essai à 2 tonnes.

Tout se passe comme si la baisse de la taille des lots collecteurs se traduisait par un accroissement de la persistance des transferts sur un nombre plus important de lots et non pas une progression significative du taux de transfert des lots collecteurs. Ce comportement devrait être vérifié sur les autres tailles de lots.

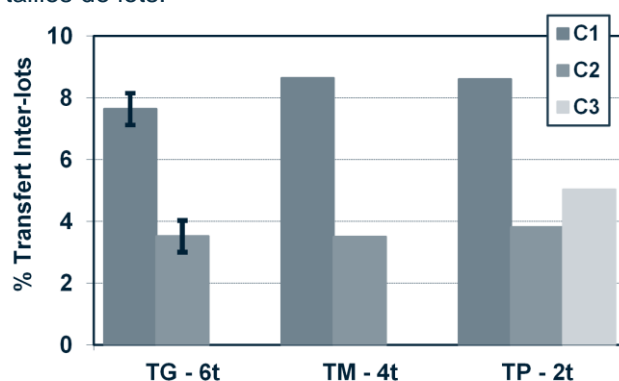


Figure 6 : Histogramme des pourcentages des concentrations mesurées des lots collecteurs selon les différents essais effectués en fonction de la taille des lots collecteurs (Les barres verticales sur les blocs des essais TG montrent la variation d'un écart-type autour de la moyenne)

Le passage des différents lots collecteurs conduit à une certaine capacité de récupération calculée en masse de traceur sur la base de la concentration

moyenne des lots et de la taille de ces lots. Il y a ainsi augmentation croissante de la quantité totale de traceur récupérée, quand la masse passant dans le circuit croît (Figure 7). Le passage d'un lot de grande taille conduit donc à un rendement toujours meilleur que le passage de la même quantité en multipliant le nombre de lots. Ceci peut conduire à penser que la capacité de collecte est d'autant plus importante que la taille des lots est grande et que ce phénomène est prédominant sur la dilution.

Enfin, la croissance de la quantité totale de traceur récupérée s'inscrit dans cette usine, globalement dans une relation linéaire de bonne qualité, avec environ 37 g de traceur récupérés dès le passage d'au moins 2 tonnes, plus l'augmentation de la quantité de lot collecteur fabriquée de 7.6 g par tonne de lot collecteur fabriqué. La subdivision des lots joue donc moins de rôle que la masse totale d'aliment collecteur fabriqué.

Cependant, il faut noter également que la quantité de traceur récupérée par tonne a une légère tendance à diminuer quand la taille des lots croît (Figure 8). Il est possible que ce résultat soit expliqué par une moindre concentration en traceur dans les hyperstructures atteintes par les lots de plus grandes tailles et, tout de même, une plus grosse capacité de dilution du traceur récupéré.

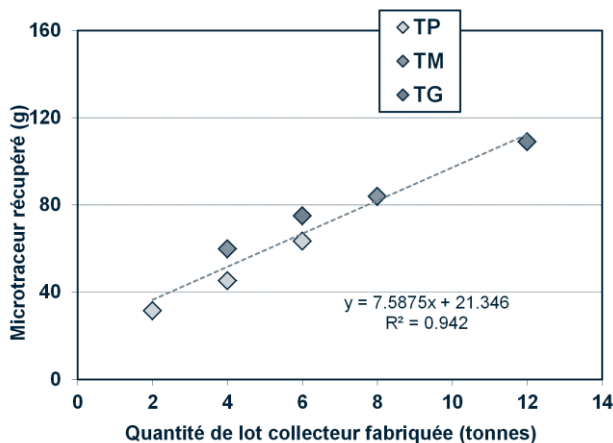


Figure 7 : Quantités totales de traceur récupérées par les différentes masses cumulées constituées par les lots collecteurs successifs

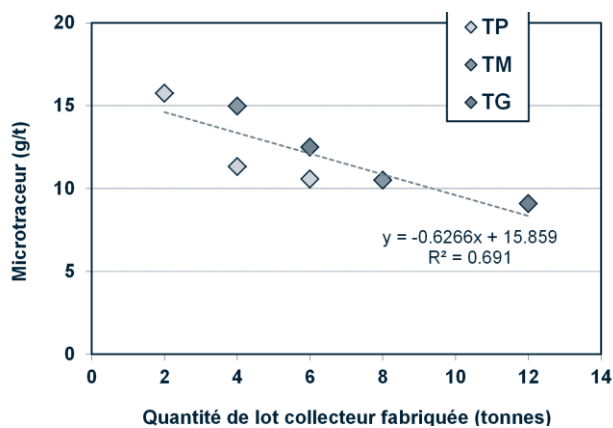


Figure 8 : Quantités de traceur récupérées par tonne de lots collecteurs

6. Conclusion

Malgré les faibles taux de récupération obtenus lors de cette série d'essais, elle a permis d'obtenir de nombreux résultats concluants.

En premier lieu, la répétabilité en terme de mesures ou de profils a été acceptable, démontrant ainsi la fiabilité et la validité de cette mesure.

En second lieu, la variation de taille des lots collecteurs conduit à une moindre performance de collecte, à une augmentation faible de la concentration en traceur et à une persistance apparente du transfert inter-lot sur un nombre supérieur de lots.

Il est possible d'estimer les quantités récupérées dans le circuit amont du mélangeur, en calculant les quantités de prémélange correspondant aux échantillons centraux de chaque lot collecteur. Si la récupération par la trémie peseuse avait été efficace (le contraire sera démontré par la suite), quelle que soit la taille du lot, il aurait été logique d'attendre que les quantités des résidus récupérées dans l'élévateur le soient en quantités similaires, lors de tous les essais et que les lots de plus petite taille soient plus contaminés. Ce calcul a conduit à une quantité de prémélange récupérée par les trois lots collecteurs de petite taille (basé sur les seuls échantillons b de ces lots) de 4.1 kg, alors que les quantités récupérées par les 2 lots de grande taille sont comprises entre 7.0 et 7.7 kg. Enfin, 5.3 kg sont récupérés par les 2 lots de taille intermédiaire.

Ces résultats montrent que la variation de taille des lots apparaît générer des différences de capacité de récupération, même dans le circuit d'incorporation des additifs.

En terme de gestion de la production, même si le passage d'un lot de faible taille permet d'éliminer une partie du transfert de produit actif (principe du rinçage), et donc de diminuer partiellement la concentration dans un lot de taille normale qui suivrait, par contre, il n'est pas aussi efficace qu'un lot de taille normale. En raison de la problématique des taux de récupération, il n'est pas possible de faire un bilan massique fiable, car il apparaît intéressant de s'interroger sur ce que serait le niveau de transfert d'un lot de taille nominale passant après un lot de taille minimum (33 %). En partant de l'hypothèse, certainement erronée, qu'un lot de taille nominale (6 tonnes) récupérerait tout ce que collectent les deux derniers lots collecteurs de l'essai TP (2 tonnes), ce dernier contiendrait alors 5.3 ppm soit 2.9 % de la concentration du dernier lot traceur (Essai TP). La pérennité du transfert inter-lot constatée lors de cet essai laisse envisager des résultats qui pourraient être supérieurs.