

Mots-clés : Contamination croisée, Additif, Caractéristique physique

Influence de caractéristiques physiques des additifs sur le comportement de transferts inter-lots en alimentation animale

Le niveau de transfert inter-lot mesuré sur une installation peut avoir trois origines principales :

- la géométrie de l'installation.
- le mode d'utilisation de l'installation.
- les caractéristiques physiques des produits transportés.

Dans l'objectif d'étudier cette troisième origine, cette fiche propose quelques résultats collectés soit en pilote, soit en usine de fabrication de prémélanges.

1. Essai en pilote

1.1. Méthode

Son objectif est de tester l'influence de produits collecteurs sur le taux de transfert inter-lot mesuré. La Figure 1 présente un schéma de l'installation pilote utilisée.

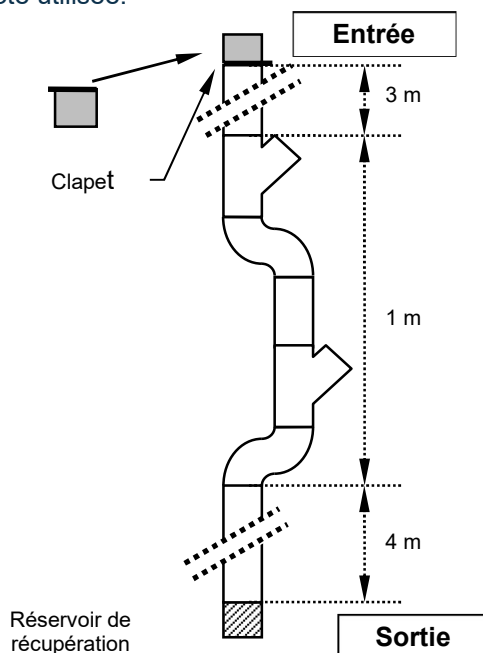


Figure 1 : Schéma de l'installation pilote

Il s'agit d'un tube PVC de 80 mm de diamètre et de huit mètres de haut présentant un coude. Ce coude a pour fonction de créer des turbulences et des points morts pouvant recueillir des poussières.

6 produits collecteurs sont testés. Le traceur utilisé est du microtraceur métallique de 90 μm coloré en bleu. 500 g de carbonate contenant 25 g de microtraceurs sont utilisés pour contaminer le circuit.

Après passage du lot traceur, le même volume (330 ml sans tassement) de produit collecteur passe dans le circuit. Compte tenu des masses volumiques différentes de ces produits collecteurs, les quantités utilisées sont variables en masse (Tableau 1).

Produits collecteurs	Masse introduite (g)	Quantité de traceur récupérée (g)	Contamination (% de 25 g)
Carbonate	500.0	0.697	2.79
Farine de blé	233.8	0.533	2.13
Rafle de maïs	142.3	0.438	1.75
Farine de maïs	241.2	0.703	2.81
Son	89.6	0.482	1.93
Billes de verre	502.8	0.564	2.26

Tableau 1 : Quantités de produits utilisées et résultats

1.2. Résultats

Les quantités de microtraceurs récupérées par chacun des produits collecteurs sont différentes (Tableau 1). Ainsi, l'évaluation du niveau de transfert est variable selon le produit collecteur utilisé. Les produits les plus performants en terme de récupération globale sont le carbonate et la

farine de maïs. Toutefois, pour des essais d'évaluation de l'homogénéité, le laboratoire réalise des analyses sur une partie aliquote prélevée en gramme pour exprimer un résultat en masse de traceur par masse du mélange. Si les résultats sont exprimés en concentrations (Tableau 2), les meilleures performances sont obtenues avec le son, car il est léger, suivi par la rafle et la farine de maïs.

Produits collecteurs	Concentration en traceur (g/kg)
Carbonate	1.39
Farine de blé	2.28
Rafle de maïs	3.08
Farine de maïs	2.91
Son	5.38
Billes de verre	1.12

Tableau 2 : Concentration en traceur dans chacun des produits collecteurs

2. Essais industriels

2.1. Méthode

Quatre additifs (A, B, C et E) sont testés dans une usine de prémélange. Un mélange de 80 % carbonate / 20% additif sert de lot traceur. Trois lots de remoulage sont utilisés pour évaluer la contamination résultante.

Les supports (carbonate et remoulage) sont dosés en automatique. Le pesage des additifs est manuel. Ils sont incorporés par l'intermédiaire de la trémie verse - sac.

Le circuit comprend :

- Un transport pneumatique
- Une trémie sur mélangeuse
- Une mélangeuse horizontale à socs.
- Une trémie sous mélangeuse
- Un tamisage
- Une cellule
- Le système d'ensachage.

Un lot de rinçage d'une tonne de carbonate est introduit dans le circuit avant l'essai.

Pour chacun des additifs, une tonne de lot traceur est fabriquée suivie de trois lots collecteurs de 760 kg de remoulage dont 200 kg sont introduits par la verse-sac (Figure 2). L'ensachage du lot traceur est réalisé en 40 sacs de 25 kg et celui des lots collecteurs en 38 sacs de 20 kg.

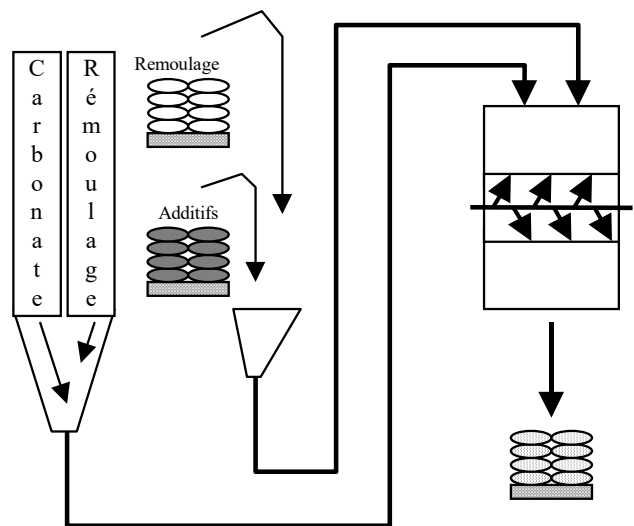


Figure 2 : Schéma du circuit

Ces lots sont fabriqués sans adjonction de liquides. Les quantités de chaque lot assurent un remplissage de 50 % de la mélangeuse.

Les prélèvements sont réalisés dans chaque sac de tous les lots traceurs et collecteurs à l'aide d'une sonde de pénétration à vis. Chacun des échantillons est ensuite mélangé individuellement. Chaque échantillon est divisé en deux, une partie est stockée et une fraction fixe de l'autre partie fait l'objet d'un regroupement général correspondant à chaque lot. Ce regroupement, une fois mélangé, est utilisé pour les analyses.

Le calcul du rapport de la moyenne de la concentration mesurée sur le mélange traceur en fin de circuit et la moyenne des concentrations mesurées sur les mélanges collecteurs au même lieu est effectué pour chaque traceur. Exprimé en pourcentage, ce rapport est l'indicateur du taux de contamination croisée lié à chaque additif.

2.2. Résultats

Les quatre additifs engendrent des taux de contaminations du premier lot de rinçage assez faibles et assez proches les uns des autres (Tableau 3).

Produits	Lot 1	Lot 2	Lot 3
A	6.25	1.06	0.80
B	4.56	0.37	0.23
C	3.85	0.23	0.08
E	5.92	0.53	0.26

Tableau 3 : Pourcentage de contamination en fonction de la concentration en produit dans le lot traceur

Une décroissance du taux du niveau de transfert est constatée suivant les lots collecteurs successifs conformément à ce qui est connu. La hiérarchie

des additifs reste la même pour les trois lots collecteurs du plus persistant au moins persistant :

$$A > E > B > C$$

La cohérence des résultats obtenus valide le protocole pratiqué. Par contre, l'homogénéité de la hiérarchie entre les produits d'un lot à l'autre permet de s'interroger sur la nécessité de procéder à une recherche des produits sur trois lots collecteurs. La réduction du nombre de lots collecteurs paraît envisageable et permettrait de diminuer le coût de l'intervention sur le site industriel.

Plusieurs caractéristiques physiques des additifs semblent avoir un effet, mais il apparaît rapidement que la contamination du premier lot collecteur n'est pas expliquée par les mêmes caractéristiques que celles des lots collecteurs 2 et 3.

2.2.1. Transfert vers le premier lot collecteur

Les niveaux de transferts paraissent, en premier lieu, légèrement influencés par la masse volumique tassée des additifs (Figure 3). Plus un produit serait lourd et plus il contribuerait au niveau de transfert du premier lot. Mais les relations avec la masse volumique apparente et la masse volumique particulaire ne confirment pas cette constatation. Les positions des points A et E fragilisent également la liaison d'autant plus qu'il s'agit des produits les plus fins. Il faut donc croire que ce paramètre n'est que l'un des éléments contribuant à la persistance dans les circuits.

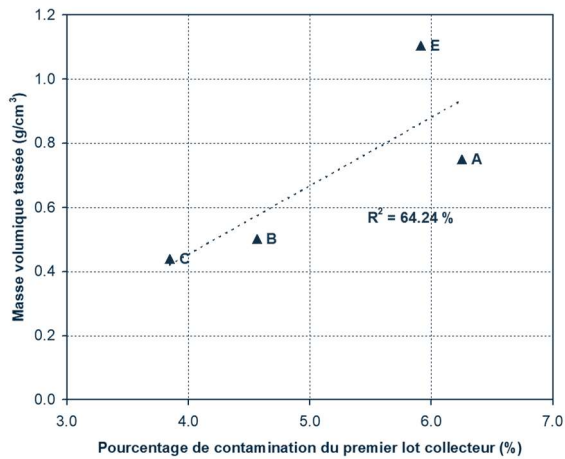


Figure 3 : Influence de la masse volumique tassée sur le pourcentage de transfert inter-lot du premier lot collecteur

Le niveau de transfert du lot 1 semble également influencé par la granulométrie des poudres. Seule la mesure par analyse d'image permet d'arriver à cette conclusion. La caractéristique de diamètre médian déterminée par ce type d'analyse est l'une des caractéristiques en relation avec le le niveau de transfert dans le lot 1 (Figure 4). Cette relation semble assez logique : plus un produit est fin et plus il persiste dans le circuit. Cette évolution s'effectue avec le franchissement apparent d'un seuil autour de 100 à 200 µm.

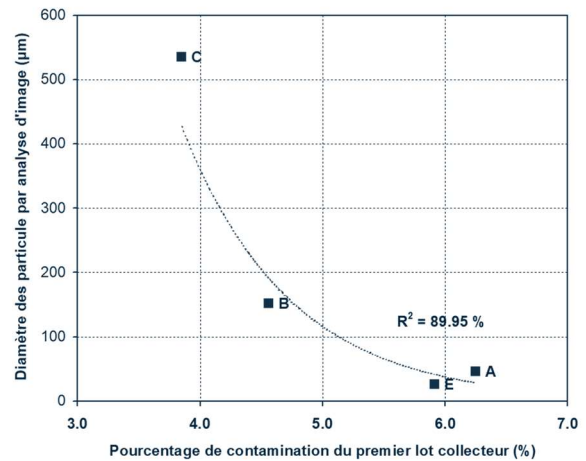


Figure 4 : Influence du diamètre médian des additifs sur le pourcentage de contamination du premier lot collecteur

Cet effet de la granulométrie est confirmé par les résultats obtenus par la comparaison avec la mesure de la concentration en poussières (Figure 5). Il semble qu'une liaison étroite existe entre le niveau de transfert du premier lot collecteur et la capacité d'émission de poussières des additifs. La performance de ce résultat est surprenante au vu de l'imprécision de la méthode Heubach en matière de mesure de la concentration de poussière (Voir i'Tec_Q5). Cependant, il convient de noter que ce critère est déjà identifié par des sociétés de l'alimentation animale comme offrant cette possibilité, mais sur la base de la mesure de la concentration en agent actif dans les poussières. Il semble que la mesure du taux de poussières offre également cette possibilité sans analyse chimique. Cependant, si la relation est très bonne en ce qui concerne le premier lot collecteur, elle devient de plus en plus médiocre sur les lots suivants. Il n'est pas possible de prédire la contamination des lots collecteurs 2 et 3 avec cette mesure.

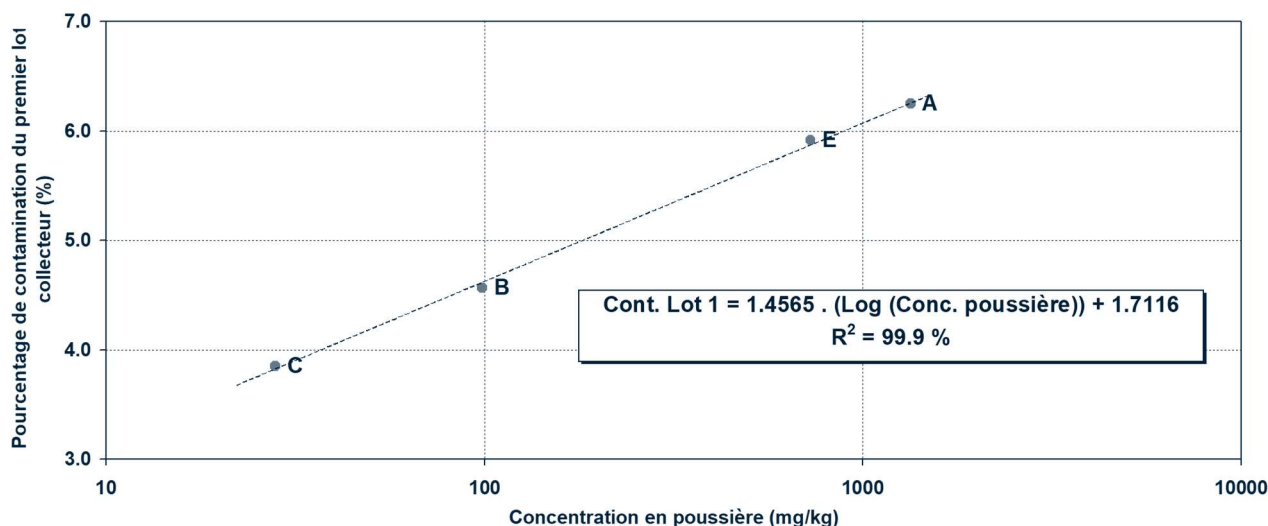


Figure 5 : Influence de la concentration en poussière de l'additif sur le pourcentage de contamination du premier lot collecteur

2.2.2. Transfert vers les autres lots

Les niveaux de transfert mesuré sur les lots collecteurs suivants semblent peu en relation avec les critères qui contribuent à ceux du premier lot. Une autre caractéristique semble avoir une influence prépondérante : la porosité (Figure 6).

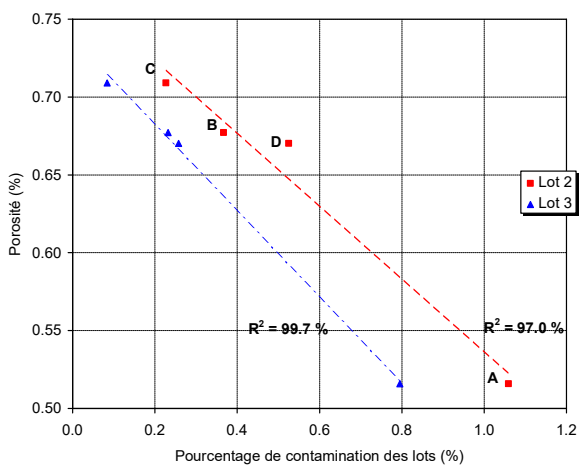


Figure 6 : Influence de la porosité sur le taux de contamination des lots collecteurs 2 et 3

Toutefois, plusieurs critiques peuvent être apportées :

- Cette relation n'apparaît que pour les lots collecteurs 2 et 3 et n'est absolument pas présente dans le cas du lot 1.
- Le produit A contribue en majorité à la création de la droite.
- Les scientifiques n'y voient aucune explication physique.

3. Conclusion

Le critère principal qui semble influencer les transferts des lots collecteurs successifs paraît donc être la capacité d'émission de poussières des additifs qu'elle soit mesurée par méthode directe ou par analyse granulométrique. Il est probable que le nombre limité de produits testés explique qu'il n'ait pas été possible de mettre directement en évidence cet effet avec la granulométrie laser. Bien sûr des essais complémentaires devraient être réalisés pour confirmer cette hypothèse. De plus, la nature du produit collecteur a un effet sur le résultat de la mesure de la contamination. Ces résultats sont donc à considérer dans le contexte de la mesure réalisée.

4. Bibliographie

Rapport n°9, 1998. Evaluation de la qualité interne des méthodes de laboratoire de caractérisation des additifs utilisés en alimentation animale - Phase 2a.

Rapport n°11, 1998. Comparaison entre les résultats des méthodes de laboratoire et des mesures du comportement industriel des additifs utilisés en alimentation animale - Phase 3

i'Doc-Q5, 1998. Synthèse du programme sur la prédiction du comportement technologique des additifs en milieu industriel.

i'Tec_Q5, 1999. Mesure d'émission de poussière par la méthode Heubach dans le domaine des additifs utilisés en alimentation animale