

Mesure de la distribution des temps de séjour

Les traceurs

1. Introduction

Ce document présente les résultats des études réalisées par TECALIMAN sur différents traceurs de distributions de temps de séjour.

2. Evaluation des traceurs

La liste des traceurs étudiés est présentée dans le Tableau 1.

Traceur		Méthode de dosage	Référence bibliographique
Dénomination du traceur	Présentation et composition		
Protéines	Farine de soja	Taux de protéines par Spectrophotométrie Infra - rouge	Riou Y. 1999
Chlorure de sodium	Particules de rafle de maïs imbibées de (NaCl)	Taux de ClNa par conductimétrie	Mabit J 1997
Fluochrome	Particules de rafle de maïs colorées avec un fluochrome	Comptage des particules fluorescentes par analyse d'image ou spectrofluorimétrie	Novales 1998 Mabit J. 1997
		Comptage manuel des particules fluorescentes sous une source de lumière de Wood	Riou Y. 1999.
Nitrate de manganèse	Particules de rafle de maïs imbibées de nitrate de manganèse	Taux de manganèse par Chimiluminescence	Mabit J. 1997
Colorant rouge alimentaire	Particules de rafle ou de semoule de maïs colorées avec un colorant rouge alimentaire	Concentration des particules de traceurs par tamisage, comptage manuel des particules colorées ou par analyse d'image	Mabit J. 1997 et Chapleau N. 1998
Particules de polystyrènes	Particules de polystyrènes	Extraction par flottage, comptage manuel des particules de polystyrènes	Chapleau N. 1998
Microtraceur	Particules de fer colorées	Extraction à l'aide d'un magnétique, comptage manuel des particules	Smallman C. 1996
		Extraction à l'aide d'un magnétique, dosage colorimétrique	Tecaliman 2003
Lactose	Lactose pur en poudre	Dosage chimique du lactose	Tecaliman 1987

Tableau 1

Les résultats obtenus en atelier pilote, sur des procédés de types conditionneur de presse ou maturateur, montrent que cinq traceurs présentent une bonne aptitude à mesurer la distribution des temps de séjour dans un milieu particulière :

- Les particules de rafle de maïs colorées à l'aide d'un fluochrome (rhodamine), et dosées par comptage en analyse d'image ou par comptage manuel sous lumière de Wood

- Les particules de rafle ou de semoule de maïs colorées à l'aide d'un colorant alimentaire et dosées par comptage manuel
- Les particules de polystyrènes dosées par comptage manuel
- Les particules de fer colorées (Microtraceur), dosées par colorimétrie
- Le lactose en poudre dont la concentration dans l'aliment est dosée en laboratoire par analyse chimique.

Parmi ces traceurs, trois sont réellement utilisables dans l'industrie de la nutrition animale, puisqu'ils sont composés de produits autorisés. Ce sont les particules de fer colorées (Microtraceur), le lactose en poudre et les particules de rafle ou de semoule de maïs coloré avec un colorant alimentaire. Ce dernier traceur a pour avantages d'être peu onéreux, de pouvoir être fabriqué puis dosé sans moyens importants en usine.

- Fabrication du traceur à base de particules de rafles ou de semoule de maïs colorées

Le traceur est préparé en immergeant, pendant 24 heures, 100g de particules de granulométrie connue, dans 100 ml d'une solution aqueuse à 5g/l de colorant. La solution est alors absorbée par les particules et l'excédent de colorant est éliminé par lavage à l'eau courante. Le traceur est ensuite séché à l'étuve, mis en agitation dans un mélangeur de laboratoire à mobile vertical (pour détruire les liaisons établies entre les particules), puis tamisé pour recentrer la granulométrie.

3. Influences des caractéristiques des traceurs sur la mesure de la DTS

Plusieurs facteurs pouvant influencer la mesure de la distribution des temps de séjour ont été étudiés ; la granulométrie, la masse volumique apparente et la couleur des traceurs (Riou Y. 1999).

Les résultats obtenus montrent que ces facteurs ont peu d'influence sur la mesure de la DTS, mais cependant qu'un traceur optimisé doit présenter, si possible, une granulométrie proche de celle de

l'aliment et une coloration vive (rouge), si il est dosé par comptage manuel.

4. Comportement à l'écoulement de différents traceurs

4.1. Etude en atelier pilote

Les essais ont été réalisés à l'aide de trois traceurs : des particules de semoule de maïs colorées en rouge, du microtraceur F et des particules de polystyrène. Leurs caractéristiques sont présentées dans le Tableau 2.

Traceurs	Diamètre médian (micron)	Masse volumique apparente (g/l)
Microtraceur F	250	3 125
Particules de polystyrène	625	616
Particules de semoule de maïs colorées	522	650

Tableau 2

Les essais sont effectués dans un conditionneur pilote alimenté avec une farine de maïs dont le diamètre médian est de 671 μm .

Une masse équivalente à 2.000 particules de chacun des traceurs est introduite par injection-impulsion dans le mélangeur.

Le dosage des particules de traceurs dans les échantillons prélevés à la sortie du conditionneur est réalisé par comptage manuel.

Les résultats de ces essais montrent que les trois traceurs ont un comportement à l'écoulement dans le conditionneur identique. Ils ne présentent pas de différence au niveau du temps de séjour moyen et de sa distribution (Tableau 3) et leurs courbes de distribution des temps de séjour sont très proches et pratiquement superposables (Figure 1).

Traceur	Semoule de maïs colorée en rouge	Microtraceur F bleu	Particules de polystyrène
Temps de séjour moyen en secondes	97.5	98.1	99.1
Variance de la distribution des temps de séjour des particules	725.9	673.1	835.3

Tableau 3

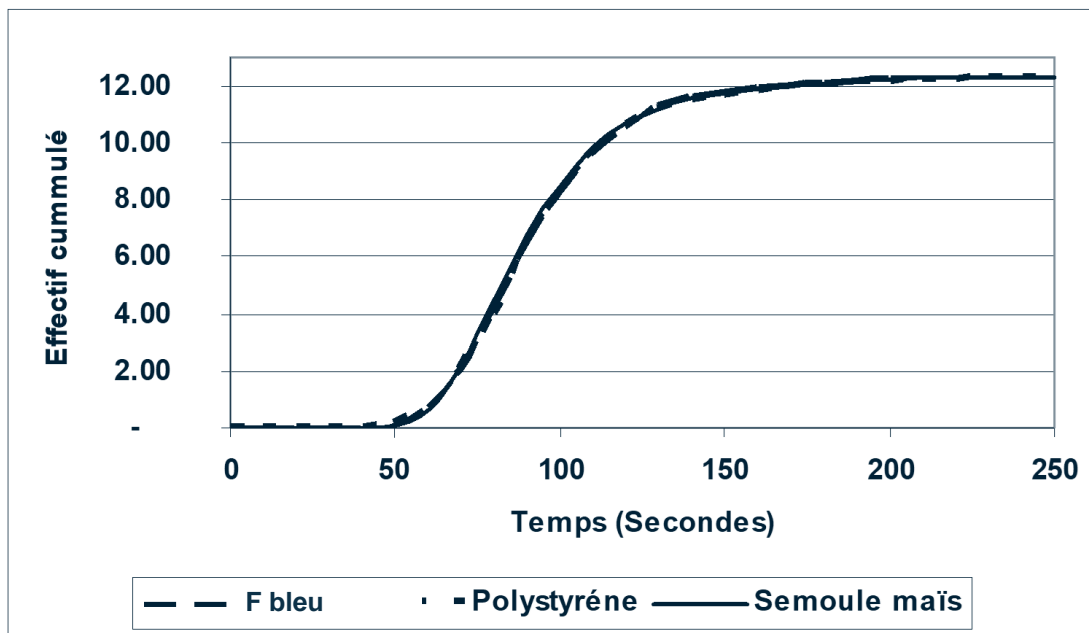


Figure 1 : Conditionneur de presse pilote
DTS de différents traceurs injectés simultanément
Fonction F (Fréquence cumulée)

4.2. Essais en usines

Le comportement de deux traceurs est étudié sur 2 lignes industrielles, l'une composé d'un conditionneur de presse dont le débit est de 5,7 t/h et l'autre d'un maturateur dont le débit est de 10 tonnes/h. Un mélange composé de microtraceur (RF bleu lake) et de particules de rafles de maïs colorées en rouge est introduit par injection-impulsion à l'entrée des procédés. Leurs caractéristiques sont présentées dans le Tableau 4.

Le dosage des particules de rafles de maïs est réalisé par comptage manuel, celui du microtraceur par colorimétrie.

Les résultats montrent qu'en milieu industriel le comportement à l'écoulement des deux traceurs est presque identique (Tableau 5, Figure 2 et Figure 3) et ce pour une plage de temps de séjour très étendue.

Traceurs	Diamètre médian (micron)	Masse volumique apparente (g/l)	Temps de passage théorique (s.)
Microtraceur F bleu	250	3.125	1.200
Particules de rafles de maïs	630 < d ₅₀ < 800	245	7

Tableau 4

Traceur	Temps de séjour moyen (en secondes)	
	Particules de rafles de maïs colorées en rouge	Microtraceur RF bleu lake
Maturateur	1.710	1.712
Conditionneur	12.6	13.1

Tableau 5

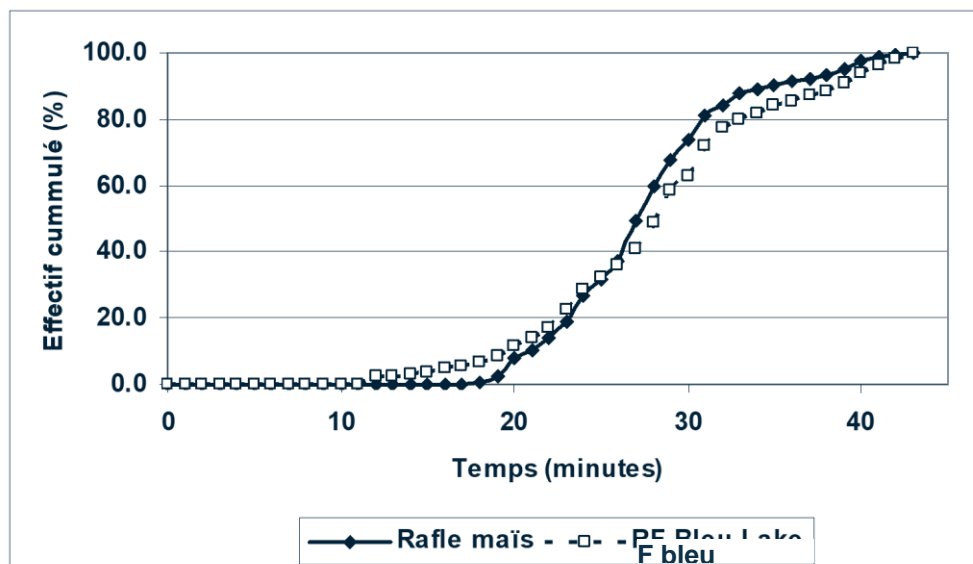


Figure 2 : Maturateur usine
DTS de différents traceurs injectés simultanément
Fonction F (Fréquence cumulée)

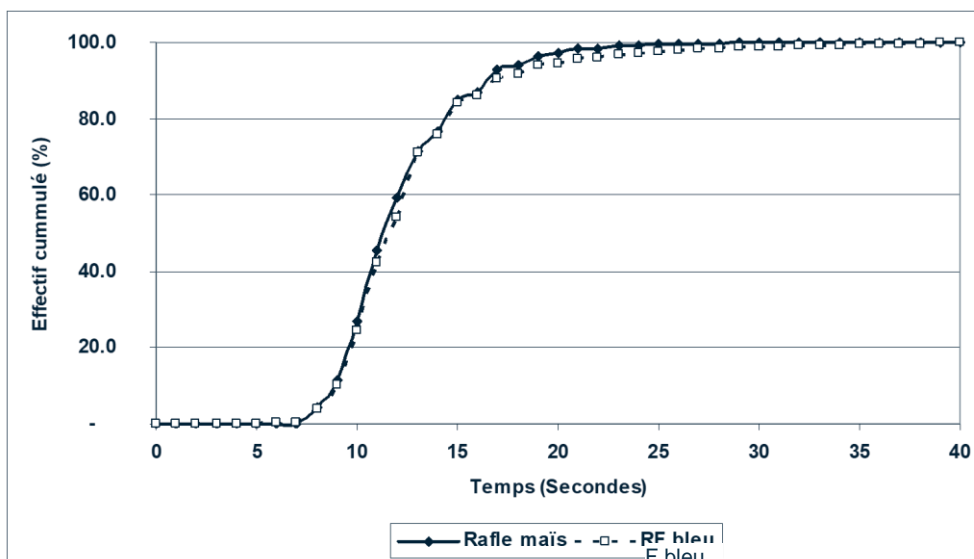


Figure 3 : Conditionneur de presse usine
DTS de différents traceurs injectés simultanément
Fonction F (Fréquence cumulée)

5. Bibliographie

Mabit J., Riou Y., Novales B., Legrand J., 1998, Choix de traceurs pour la détermination des temps de séjour des farines dans les conditionneur - Récents Progrès en Génie des Procédés, Traceurs et méthodes de Traçages, n°61, Vol.12, 189-194.

Riou Y., Chapleau N., Mabit J., 1999, Mise au point de méthodes de qualification des procédés de traitements hydrothermiques – Mesure de la distribution des temps de séjour – Rapport ACTIA 97-32, Tecaliman avril 1999.

Smallman C., 1996, Maximising conditioning potential, Feed Milling International, november, 15-16

Novales B., Mabit J., Riou Y., 1998, Determination of the residence time distribution in an experimental conditioner by fluorescence video imaging, Sensoral 98 : From sensors to decision support system in agriculture, food industry and environment. Montpellier, 23-27 février 1998.

Tecaliman 1987, Détermination du temps de séjour d'une farine dans un maturateur, Bulletin d'information n° 18, mars 1987, 29-33.

Tecaliman 2003, Méthode d'analyse du microtraceur RF Bleu Lake après extraction en milieu aqueux – i'Tec_H17, Octobre 2003.