

L'UTILISATION DE DEPISTEURS POUR  
DETERMINER L'UNIFORMITE DE LA MOULEE

DR. SYLVAN EISENBERG

MICRO-TRACERS INC.

SAN FRANCISCO, CALIFORNIA

Un examen des techniques employées pour vérifier la qualité des mélangeurs et leurs cycles d'opération.

L'UTILISATION DE DEPISTEURS POUR DETERMINER L'UNIFORMITE DE LA MOULEE

Le problème

L'industrie mondiale de la fabrication des moulees fabrique au delà de 200 millions de tonnes par année. Ils essaient de mélanger ces moulees le plus uniformément possible au meilleur prix. Il y a perte de main d'oeuvre, équipement et énergie si le malaxage doit être prolongé. En plus, un manque d'uniformité apportera une dissatisfaction chez le client et peut-être une action de responsabilité.

Quelle est la meilleure façon d'assurer l'uniformité dans la moulée. Plusieurs entreprises font des analyses chimiques pour les macroéléments, médicaments, vitamines ou chlorures (épreuve du sel). On dit qu'il y a uniformité lorsque les résultats de l'analyse sont consistents avec la formule. Pour plusieurs raisons les dépisteurs en particuliers offrent une alternative intéressante. Cette discussion expliquera la méthode de dépistage et la comparera à l'analyse chimique.

Principe

Du sel coloré à grosseur uniforme, du graphite ou des particules de fer sont disponibles commercialement comme agents dépisteurs. Pour déterminer l'uniformité du mélange, on ajoute un dépisteur au début du cycle de malaxage. Par la suite, on sépare le dépisteur de l'échantillon et

on compte les particules. Si le compte varie plus que prévu par les statistiques, la moulée manque d'uniformité. Si la variation du compte est dans les limites prévues la moulée est jugée acceptable.

La technique de dépistage est attrayante parce que:

1. Les agents dépisteurs et les analyses sont peut dispendieux (à peu près \$0.50 par tonne pour le dépisteur et 15 minutes par analyse).
2. Les résultats si disponibles à la meunerie permettent un nouvel échantillonnage au besoin et sans difficulté. C'est un avantage marqué sur l'analyse chimique.
3. Aucun autre dépisteur que celui nécessaire sera inclus dans l'échantillon. Ceci élimine l'interférence dans l'analyse qui pourrait mêler le sel, vitamine ou les médicaments.
4. Les agents dépisteurs sont utilisés à pas plus de 50 grammes par tonne et distribués comme des micro-ingrédients critiques. Les micro-ingrédients présenteront une plus grande variation dans les échantillons pris dans un mélange qui manque d'uniformité que de macro-éléments (i. e. protéines) et par conséquent sont les épreuves les plus sensibles à l'uniformité.

- 211-

#### Démonstration de laboratoire

La raison principale qui empêche l'utilisation de dépisteurs est le manque de compréhension sur leurs utilisations. Une démonstration illustrera la simplicité de l'épreuve avec dépisteurs et démontrera le mouvement des microingrédients dans le malaxeur.

Quatre livres de moulée sont placées dans un tuyau de plastique de 6 pouces de diamètre et 18 pouces de long. Un gramme de particules de fer colorées bleues (spécifications sont 25,000 particules par gramme) est ajouté à un bout du tuyau, et un gramme de particules de fer rouges à l'autre bout. Le tuyau est roulé sur la table 30 secondes et on retire un échantillon du bout où l'on a ajouté le dépisteur bleu. On roule le tuyau pour trois autres périodes de trente secondes avec des échantillons pris du même bout à chaque 30 secondes.

A l'aide d'un séparateur rotatif magnétique, les particules de fer sont séparées et déposées sur un papier filtre. La couleur est lavée de chaque particule avec une solution de 60% d'alcool

éthilique. Il ne reste qu'à sécher le papier filtre et compter les taches.

L'échantillon prélevé après 30 secondes de malaxage montrait une prépondérance de taches bleues avec seulement quelques taches rouges. A chaque intervalle additionnelle le nombre des taches bleues diminuera tandis que les taches rouges augmenteront jusqu'à ce que les deux couleurs s'égalisent, indiquant que le mélange est uniforme.<sup>1</sup> Dans certains cas, le compte peut se stabiliser à une proportion fixe, soit lorsqu'un dépisteur a un compte plus élevé que l'autre.

### Procédure à la meunerie

En pratique il est difficile d'ajouter un dépisteur à chaque bout du malaxeur. Une alternative est d'ajouter 50 grammes par tonne d'un dépisteur sous forme de vitamine ou pré-mélange médicamenté et de prendre au moins quatre échantillons d'une demi livre lorsque la moulée est déversée dans un réservoir à reflouement ou à tout autre endroit le plus près possible du malaxeur.<sup>2</sup> Un deuxième dépisteur peut être ajouté après une minute de malaxage et peut être compté en même temps. Si les deux dépisteurs sont distribués uniformément, il semble que le malaxage aurait duré une minute de trop.

<sup>1</sup> En théorie, si 14 particules (différence significative moindre) de chaque couleur sont trouvées dans 1 gramme de cette moulée, elle a été mélangée uniformément. (25,000 particules dans 1,8000 grammes de moulée).

<sup>2</sup> Des échantillons pris dans le camion donneront l'efficacité du système et non la performance du malaxeur.

### Interprétation des résultats

Le plus grand problème en travaillant avec des dépisteurs est l'interprétation des résultats. Le compte varie souvent dans les échantillons de moulée considérée comme uniforme. Un manque d'uniformité est indiqué seulement si la variance du compte est plus grande que celle anticipée dans l'application de la formule statistique Poisson.

La méthode la plus simple est d'établir un compte moyen de particules par échantillon et d'établir la déviation normale de la moyenne. C'est facile parce que la déviation normale de la moyenne est égale à la racine carrée de la moyenne. Ainsi si la moyenne est de 25, les 2/3 de tous les

échantillons devraient se localiser dans le cadre de  $25 \pm 5$  (5 est la racine carrée de 25 ou la déviation normale) ou 95% se localiseront dans le cadre de  $25 \pm 10$  (2 fois la différence significative).<sup>3</sup> Le coefficient de la variation des résultats (5 / 25 ou 20%) contribué par la limitation des statistiques est similaire à ce que l'on peut s'attendre dans l'analyse des vitamines et des produits pharmaceutiques. Elles cachent des variations mineures dans l'uniformité du mélange.

Si l'on augmente le nombre d'agents dépisteurs par échantillon, on améliore considérablement l'exactitude de cette méthode. Si le compte moyen de l'échantillon est 100, les 2/3 devraient tomber dans  $100 \pm 10$  (différence significative) ou 95% dans le cadre de  $100 \pm 20$  (2 différences significatives). Le coefficient de variation des résultats ( $10 / 100$  ou 10%) contribué par les limitations des particules statistiques, seront moindres que la variation de l'analyse des vitamines ou des produits pharmaceutiques.

Généralement on ne compte pas plus de 20 particules par papier filtre. Si on veut un compte plus grand on doit diviser l'échantillon sur plusieurs autres papiers filtres et faire la somme de toutes les particules. Le tableau "A" indique les données recueillies de 9 meuneries. Les données indiquent un mélange uniforme excepté les meuneries #4 et #12. La meunerie #3 apparaît marginale. On devrait prendre un autre échantillon dans ces meuneries.

### Autres applications pour dépisteurs

On connaît la valeur des dépisteurs pour le malaxage et pour l'uniformité **des produits**. Ils peuvent être aussi utilisés pour établir la contre contamination des aliments médicamenteux (voir tableau "B") et pour estimer la quantité de vitamines et de médicaments ajoutés à la moulée. La plus grande quantité de dépisteurs est utilisée pour vérifier les quantités de médicaments ou de vitamines ajoutées aux moulées. On peut se procurer

<sup>3</sup> L'écartement est actuellement biaisé, le côté le plus élevé étant plus large et le moins élevé plus étroit. Pour un compte de 25 l'écartement est de 20.6 à 30.9. L'épreuve "Chi-square" est une épreuve encore plus puissante pour l'uniformité principalement parce qu'elle élimine les biais dans l'estimation de la moyenne des données de l'échantillon.

des dépisteurs qui seront identifiables à une entreprise. Cette caractéristique peut être très utile pour identifier des suppléments ou des concentrés provenant de sources différentes pour fabriquer une moulée balancée. L'utilisation de 5 grammes par tonne (coût approximatif de \$0.05) permet une épreuve qualitative ou quantitative approxi- ( $\pm 30\%$  C.V.) pour les microingrédients et

les concentrés.

## TABLEAU A

COMPTAGE DE PARTICULES DEPISTEURS DE NEUFS MEUNERIES AVEC LES INTERPRETATIONS STATISTIQUE DE POISSON.

Résultats des dépisteurs dans quatre, échantillons espacés de moulée pris au déchargement du malaxeur ou à l'empocheur.

## TABLEAU A

ECHANTILLON	1	2	3	4	MOYENNE	DEVIATION NORMALE (DN)	ECHATIL DANS LA PORTEE	S.D.	ECHATIL DANS LA PORTEE
Plant 1	110	103	89	87	97	(87-107)	3/4	(77-117)	4/4
Plant 2	90	103	106	98	99	(89-109)	4/4	(79-119)	4/4
Plant 3	90	126	119	100	109	(98-120)	2/4	(87-131)	4/4
Plant 4	81	68	62	120	83	(73-913)	2/4	(63-103)	2/4
Plant 5	140	116	128	113	124	(112-136)	3/4	(100-148)	4/4
Plant 6	103	109	104	122	110	(99-121)	3/4	(88-132)	4/4
Plant 7a	120	131	130	128	127	(115-139)	4/4	(103-152)	4/4
Plant 7b	114	123	106	136	120	(109-131)	2/4	(98-143)	4/4
Plant 7c	142	131	138	129	135	(123-147)	4/4	(111-159)	4/4
Plant 8d	71	82	69	83	76	(67-85)	4/4	(58-94)	4/4
Plant 8e	100	81	76	79	84	(74-94)	3/4	(64-104)	4/4
Plant 9	200	185	135	143	166	(153-179)	0/4	(140-192)	2/4

a- Echantillon pris dans le réservoir de surcharge

b- Echantillon pris au bout du convoyeur.

c- Echantillon pris a la tête de l'élévateur

d- Echantillon dépisteur incorporé dans pré-mélange vitaminé.

e- Dépisteur ajouté une minute après le début de malaxage.

TABLEAU B

TABLEAU B

	Total des Particules	Particules trouvées par livre	Particules par tonnes	% du total	Est. Gramme Sulfa/tonnes	Total Gramme sulfa
Lot 1	177,060,000	70,824	141,648,000	96.688	7,963	9,950.7
Poussés 1	618,300	2,061	4,122,000	2.814	232	34.8
Poussée 2	69,600	232	464,000	0.316	26	3.9
Poussée 3	15,000	50	100,000	0.068	5.6	0.8
Poussée 4	54,000	54	108,000	0.074	6.1	3.0
Poussée 5	11,000	11	22,000	0.015	1.2	0.6
Poursuite 1	10,000	5	10,000	0.007	0.6	0.6
Poursuite 2	18,000	9	18,000	0.012	1.0	1.0
Poursuite 3	4,000	2	4,000	0.003	0.2	0.2
Poursuite 4	4,000	2	4,000	0.003	0.2	0.2
	<u>177,863,900</u>			<u>100.000</u>		<u>9,996</u>

153

Formulation: 5,000 grammes de dépisteur F-bleu, 22 lbs. de médicament sulfa dans 2,500 bls. dans le lot initial

Calculations: 177,863,900 particules = 22 bls. sulfa (9.988 grams)

1 particule = 0.0000562 grams sulfa

Calculations Lot 1 - 1.66 gramme de premix contient 259 particules rouges

ou 156 particules par gramme

ou 70,824 par bls.

ou 141,648,000 par tonne

ou 177,060,000 par 2500 bls. (grosneur actuelle du lot)

ou 177,060,000 par 2500 bls. (grosueur actuelle du lot)

100

1

100

100

100

100