

## Méthode d'évaluation d'antimottants utilisés par enrobage sur des aliments granulés

L'utilisation par enrobage d'additifs antimottants dans le processus de fabrication des aliments granulés riches en matières collantes permet de résoudre les problèmes de prise en masse et d'écoulement.

Pour évaluer l'efficacité de ces antimottants, TECALIMAN a utilisé plusieurs tests d'écoulement et un test de résistance à l'écrasement après simulation de prise en masse des granulés.

Le test de prise en masse qui a déjà été utilisé par Tecaliman (Tecaliman 1984) a nécessité la fabrication d'un appareil de compression des granulés qui simule le stockage dans un silo industriel.

### 1. Matériels et Méthodes

#### 1.1. Aliments granulés

Deux types d'aliment granulé aux propriétés de prises en masse différentes sont sélectionnés:

- Un aliment porc identifié par le fabricant comme ne posant pas de problèmes de prise en masse fait office de témoin.
- Un aliment bovin reconnu pour ses problèmes de prise en masse.

Les deux aliments se présentent sous la forme de granulés de 4,7 mm de diamètre et d'une longueur comprise entre 1 et 2 cm.

Les échantillons d'aliments sont prélevés dans six lots industriels fabriqués à plusieurs jours d'intervalle.

#### 1.2. Additifs antimottants

- Un additif A avec un diamètre médian ou d50 de 50µm (expression granulométrique, voir i'Tec\_B6, Bulletin de liaison Tecaliman n°44).
- Un additif B avec une d50 équivalente à l'additif A.

#### 1.3. Enrobage

Seuls les granulés d'aliment bovin sont enrobés,

cette opération est réalisée à l'aide d'une bétonnière.

Le taux d'incorporation est de 1,5 % pour les 2 additifs antimottants.

Avant un enrobage, chaque échantillon de granulés est grossièrement tamisé afin d'éliminer les fines avec un tamis de 2,77 cm de diamètre de mailles.

La quantité totale d'additif A et B introduite dans la bétonnière n'est pas totalement incorporée aux granulés bovin. Aussi, un deuxième tamisage est réalisé après enrobage avec un tamis de 0.630 cm de diamètre de mailles (voir tableau ci-dessous). Il permet de déterminer les quantités d'additifs réellement incorporées (tableau 1).

	Traitements		
	Bovin témoin	Bovin + 1.5 % A	Bovin + 1.5 % B
% d'additif théorique	0	1,5	1,5
% d'additif réellement incorporé	0	1,13	1,11

Tableau 1

#### 1.4. Mesure du comportement à l'écoulement des granulés

Quatre méthodes sont utilisées, trois méthodes permettent de caractériser l'écoulement des granulés avant apparition du phénomène de prises en masse (angle de pente, angle de talus par éboulement, angle de talus par distribution), une méthode permet d'évaluer le phénomène de prise en masse (test de prise en masse).

##### 1.4.1. Angle de Pente (AP)

Cet angle est celui à partir duquel, un lit de granulés glisse sur un autre lit de granulés lors du redressement vertical d'un plan sur lequel ont été déposés les deux lits de granulés.

Plus l'angle de pente est important, plus l'écoulement est difficile. L'appareil utilisé est représenté dans la figure 1.

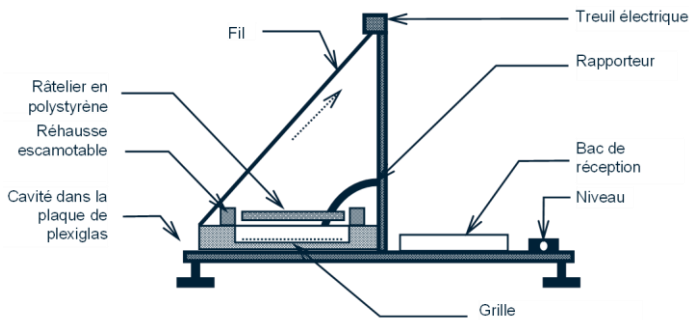


Figure 1

En position horizontale, une première couche de granulés est versée au fond de la cavité en plexiglas munie d'une grille.  
 Un râtelier en polystyrène est posé de manière horizontale sur cette couche.  
 Une deuxième couche de granulés complète à ras bord la cavité.  
 La réhausse escamotable est retirée.  
 Le tas de granulés ainsi préparé est alors lentement incliné par le treuil électrique.  
 Au moment précis où le râtelier se sépare de la première couche de granulés, l'Angle de Pente est donné par le rapporteur.

#### 1.4.2. Angle de Talus par Eboulement (ATE)

Il s'agit de mesurer l'angle  $\alpha$  à la base d'un cône formé par les granulés entre la surface libre des granulés au repos et un support horizontal. Le tas de granulés est obtenu par éboulement d'une quantité de granulés contenus dans un récipient lors de son retrait vertical.  
 Plus l'angle est élevé, plus l'écoulement est jugé difficile et mauvais (Tecaliman 1998).

#### 1.4.3. Angle de Talus par Distribution ou ATEI (norme I.S.O. 8383)

##### 1.4.3.1 Principe

Il s'agit de mesurer l'angle à la base d'un cône ou talus de granulés. Ce talus est obtenu par écoulement d'une quantité de granulés déterminée à travers un entonnoir.  
 Plus le talus offre un angle important et plus l'écoulement est jugé difficile.  
 L'appareil utilisé est représenté sur la figure 2.

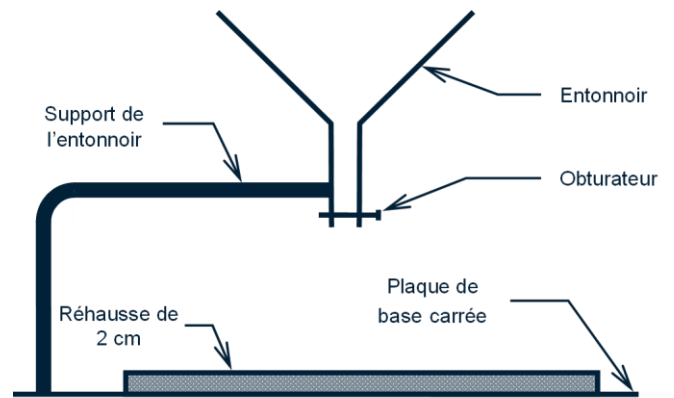


Figure 2

##### 1.4.3.2 Mode opératoire

Introduire la prise d'essai de granulés dans l'entonnoir, l'orifice d'écoulement étant préalablement obturé.  
 Libérer l'ouverture et laisser s'écouler les granulés sur le socle jusqu'à ce qu'ils rejoignent la base de l'entonnoir.  
 Tracer la circonférence de la base du cône de granulés et mesurer les 4 diamètres perpendiculaires.  
 L'angle de talus est déterminé à l'aide de la relation suivante:

$$\text{tg } \alpha = \text{Hauteur du cône} / \frac{1}{2} \text{diamètre}$$

#### 1.4.4. Test de prise en masse des éprouvettes de granulés (figure 3)

La méthode est basée sur la mesure de la cohésion d'une éprouvette de granulés qui a subi préalablement une contrainte verticale.

Un échantillon de 150 g de granulés, est disposé dans un moule cylindrique. La contrainte exercée sur l'échantillon est de 1,7 kg/cm<sup>2</sup> pendant une période de 24 heures.

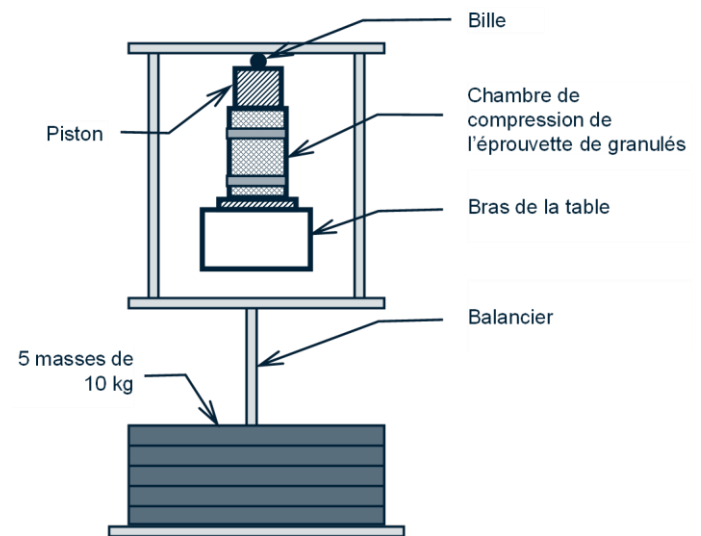


Figure 3

Après démoulage du cylindre de granulés, la cohésion de l'éprouvette de granulés est mesurée à l'aide d'un compressomètre Lhomargy CLM12 (figure 4).

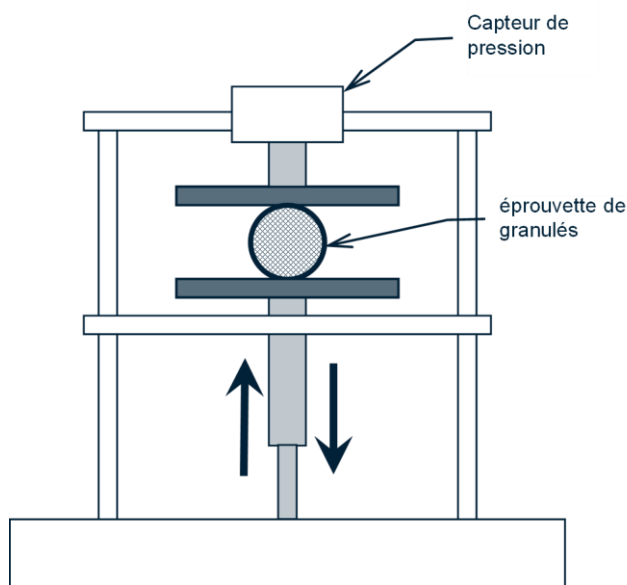


Figure 4 : Compressomètre LHOMARGY

Ainsi, plus la cohésion de l'éprouvette de granulés est élevée et plus l'aptitude à prendre en masse du lot de granulés est jugée importante.

## 2. Résultats

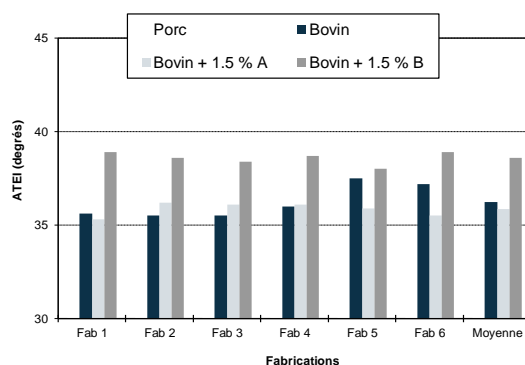
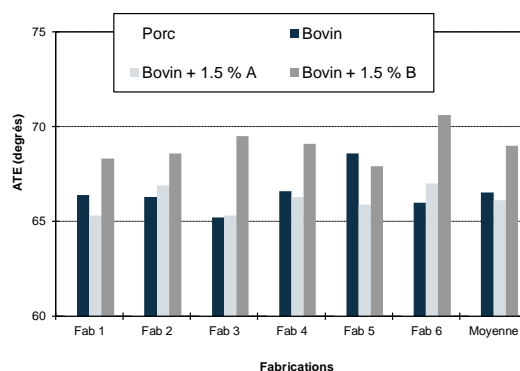
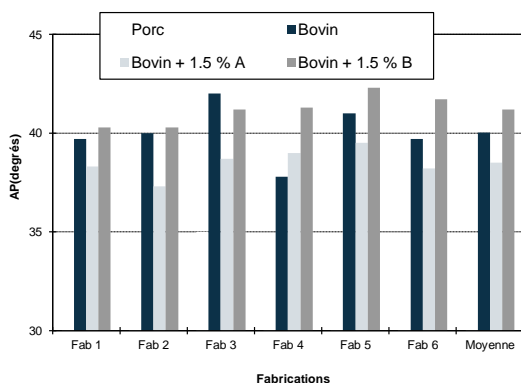
### 2.1. Tests d'écoulement

Les résultats sont présentés dans le tableau 2 et les figures 5, 6 et 7.

ALIMENT	PORC		BOVIN	
ESSAI	témoin	témoin	+1.5 % A	+1.5 % B
AP	33.6 a	40.0 b	38.5 c	41.2 d
ATE	62.9 a	66.5 b	66.1 b	69.0 c
ATEI	32.0 a	36.2 b	35.9 c	38.6 d

a,b,c,d: des lettres différentes indiquent que les différences obtenues entre les moyennes sont statistiquement significatives.

Tableau 2  
Figures 5, 6 et 7



Dans tous les cas, l'aptitude à l'écoulement de l'aliment porc est toujours supérieure à celles des aliments bovins (témoins ou traités avec un additif).

L'analyse de Variance à deux facteurs montre qu'il existe des différences de comportement entre les additifs et que ces différences dépendent de la méthode utilisée.

#### 2.1.1. Additif A

- Angle de Pente (AP) et Angle de Talus par Distribution (ATEI)

Les résultats obtenus à l'aide de ces deux méthodes montrent que, par rapport au témoin non traité, l'additif A améliore de façon significative l'écoulement des granulés d'aliment bovin.

- Angle de Talus par Eboulement (ATE)

Cette méthode ne permet pas de différencier, les propriétés d'écoulement de l'aliment bovin témoin de celles de l'aliment Bovin enrobé avec l'additif A.

#### 2.1.2. Additif B

Quelques soit la méthode utilisée, l'additif B a un effet négatif et significatif sur l'écoulement des granulés.

### 2.2. Prise en masse des granulés

La résistance à la compression des éprouvettes de granulés, exprimée en daN/cm, est donnée dans le tableau 3.

Cohésion des échantillons (daN/cm)	Porc témoin	Bovin témoin	Bovin + 1.5 % A	Bovin + 1.5 % B
<b>Moyenne</b>	<b>0.27 a</b>	<b>5.01 b</b>	<b>0.01 a</b>	<b>0.00 a</b>

*a,b: des lettres différentes indiquent que les différences obtenues entre les moyennes sont statistiquement significatives.*

**Tableau 3**

Les aliment témoins présentent une résistance à la compression supérieure à celle des produits enrobés.

Le choix des aliments étudiés (porcs, bovins), sur leur capacité à prendre en masse au cours du stockage est confirmé par les résultats obtenus.

Les valeurs de cohésion égales à 0 montrent que certaines éprouvettes de granulés ne prennent pas en masse.

L'utilisation par enrobage de l'additif A ou B dans l'aliment bovin entraîne une trop faible prise en masse de l'éprouvette. Le démoulage suffit à briser l'éprouvette, ce qui ne permet pas la mesure de sa cohésion.

Pour l'aliment porc, les prises en masse d'éprouvettes sont, soit plus faibles que l'aliment bovin témoin, soit non mesurables car trop fragiles.

L'analyse de variance montre que seul l'aliment bovin témoin est significativement différent des

autres aliments granulés.

Ainsi, l'aliment bovin enrobé avec 1.5 % de l'additif A ou B se comporte de la même manière qu'un aliment ne prenant pas facilement en masse comme notre aliment porc.

### 3. Conclusion

Il est possible d'évaluer en laboratoire, l'efficacité d'un antimottant. Cependant, les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que la hiérarchie entre les traitements dépend de la méthode utilisée.

Pour aborder ce type d'étude, il est donc nécessaire de sélectionner la méthode se rapprochant le plus des conditions industrielles.

A ce titre, le test de prise en masse doit être retenu pour étudier l'aptitude des antimottants à résoudre les problèmes de prise en masse dans les silos. Il faut noter que cette méthode est une adaptation de celle utilisée par BMP depuis de nombreuses années pour étudier ces phénomènes au cours du stockage des engrais.

### 4. Bibliographie

Tecaliman 1984, **Bulletin de Liaison n°11**

Tecaliman 1998 **i'Tec\_Q3**, bulletin de liaison n°49.