

## Mesure de la durabilité des granulés

La qualité des granulés a toujours été un élément essentiel pour l'éleveur et pour l'animal. Afin de répondre aux exigences de robustesse, de tenue du granulé aux divers chocs et stimulations mécaniques inhérents à son mode de production et de distribution, les fabricants d'aliments du bétail utilisent depuis longtemps des appareils de simulation appelés friabilimètres au début, puis durabilimètres depuis une vingtaine d'années.

### 1. Principe de la mesure

La mesure de la durabilité consiste à solliciter une quantité définie d'aliment granulé au moyen d'un appareil et de définir par tamisage la proportion de granulés restés entiers.

A l'origine, cette mesure a pour principe de simuler la désagrégation naturelle des granulés lors de leurs différents transferts et déversements en usine de production.

Plusieurs méthodes, déjà éprouvées, sont utilisées en alimentation animale. Cette fiche présente les modes opératoires des principales méthodes établies par Tecaliman selon les protocoles élaborés à l'époque de leur mise en place (certaines méthodes étant modifiées par les utilisateurs).

Pour toutes les mesures de durabilités, il est nécessaire de tamiser l'échantillon avant et après passage dans chaque appareil.

Le tamis doit avoir un diamètre d'ouverture de mailles égales à environ 80% du diamètre nominal des granulés.

L'expression de la durabilité est le pourcentage d'échantillon resté sur le tamis après passage dans l'appareil sélectionné.

### 2. Méthodes

#### 2.1. Les caissons tournants (Pfof)

La première méthode apparue dans les années 60 et qui fait référence dans la profession est la méthode de désagrégation des aliments granulés par voie mécanique (Pfof et Allen, 1962 - Schulz, 1965). C'est la méthode du caisson tournant ou méthode Pfof, du nom de l'inventeur. Aux USA, la méthode est normalisée (ASAE S 269).

Un échantillon de 500 g de granulés exempt de fines (tamisage) est sollicité pendant 10 minutes à

l'intérieur d'un caisson tournant (rotation à 50 tr/min) de taille normalisée (Figure 1).

Caisson tournant à 50 tr/mn

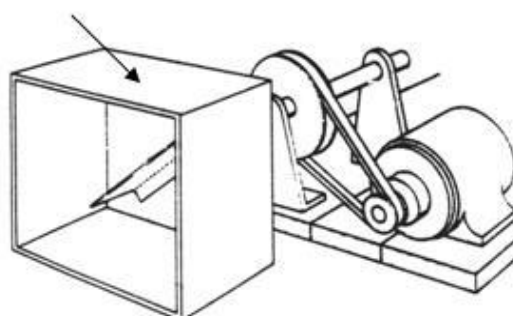


Figure 1: Durabilimètre à caisson tournant

#### 2.2. Pneumatique (Holmen)

La deuxième méthode, apparue près de 20 ans plus tard, est la méthode de désagrégation des aliments granulés par voie pneumatique (Payne 1979).

C'est la méthode de l'appareil à flux d'air proposée par la société Holmen (fig.2). Le résultat est appelé durabilité Holmen.

Un échantillon de 100 g de granulés exempt de fines (tamisage) est sollicité par un circuit pneumatique pendant des périodes de 30 secondes à 2 minutes, suivant le diamètre nominal des granulés (Tableau 1).

Diamètre des granulés	Temps de passage
6-8 mm	2 minutes
4-5 mm	1 minute
1/8" – 3 mm	30 secondes

Tableau 1: Recommandations Holmen

Dans cet appareil, le tamis est posé dans le réceptacle prévu à cet effet à l'intérieur du circuit pneumatique. La société Holmen fournit les jeux de tamis nécessaires.

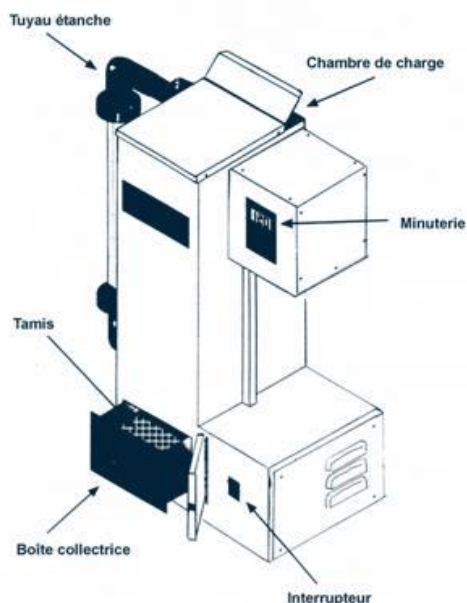


Figure 2 : Durabilimètre Holmen

### 2.3. Mobile rotatif à ailettes (Eurotest)

La troisième et dernière méthode, apparue en France en 1994, est une méthode de désagrégation des aliments granulés par « concassage grossier ».

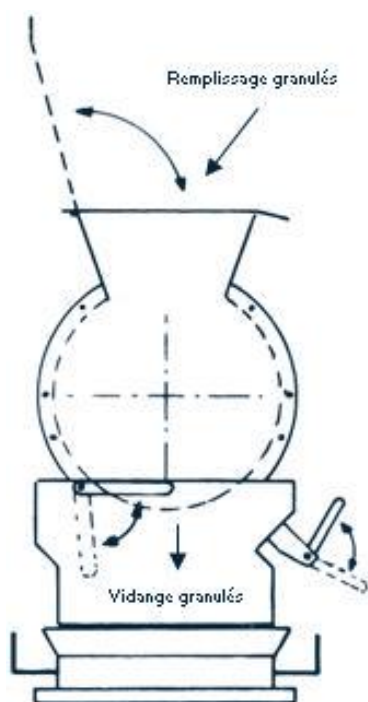


Figure 3: Durabilimètre Eurotest

C'est la méthode Eurotest, nom donné à l'appareil par la société Sabe Distribution. Cette méthode est une adaptation d'un appareil allemand connu sous le nom de Quicktest. Cet appareil Eurotest est de plus en plus utilisé en France et commence à faire référence.

L'appareil est constitué d'un boîtier, de forme plutôt cylindrique, dans lequel un mobile plat à ailette

tourne à 1500 tr/min (Figure 3).

Un échantillon de 500 g de granulés exempt de fines (tamisage) est introduit, à l'arrêt, dans le boîtier. Il est ensuite sollicité pendant 20 secondes à l'intérieur du boîtier.

Une étude récente de Tecaliman a démontré qu'un tamisage sur une grille de 90% le diamètre nominal du granulé est plus discriminant que les 80% utilisés jusqu'alors, mais le tamis de 80% peut être conservé.

Le tamisage mécanique (Figure 4) est préconisé afin d'assurer un tamisage identique et stabilisé pour chaque échantillon.

Le tamis doit être changé en fonction du diamètre des granulés testés.

La version automatisée permet d'obtenir un résultat plus rapide.

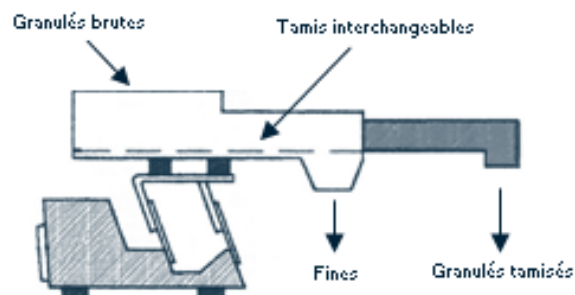


Figure 4: Tamiseur mécanique

## 3. Comparaison des méthodes

Une étude réalisée il y a quelques années sur une collection de 41 échantillons de granulés industriels (lapins, bovins viande, porc, vache laitière, canard, chèvre) a permis de comparer les 3 principales méthodes.

Les granulés ont tous un diamètre de 4 mm. Les tamisages sont réalisés manuellement sur des tamis à mailles carrées de 3.2 mm de diamètre. Chaque échantillon est testé 6 fois par appareil.

Durabilités (%)	Pfost	Holmen	Eurotest
Moyenne	98.5	93.6	88.6
Maximum	99.9	98.3	94.3
Minimum	94.2	76.0	67.2
Ecart	5.7	22.3	27.1
Echantillons significativement différents (sur 41)	24	20	27
Précision sur 246 mesures (%)	0.1	0.3	0.4

Tableau 2: Bilan obtenu sur les valeurs

Le Tableau 2 montre très bien que les valeurs limites du domaine et les moyens obtenus sont très différents selon les méthodes utilisées. Les durabilités Pfost sont proches de 100% avec un domaine très restreint (écart de 5.7% entre mini et maxi).

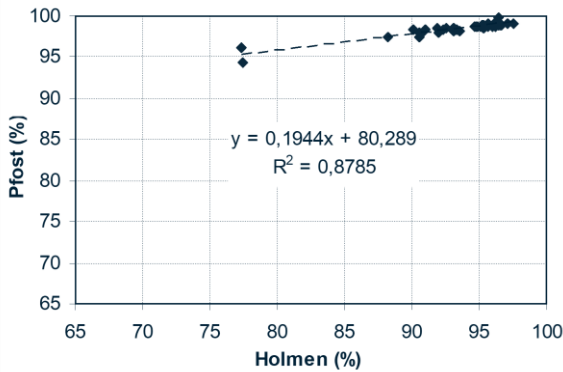


Figure 5: Durabilités Pfast en fonction des Durabilités Holmen

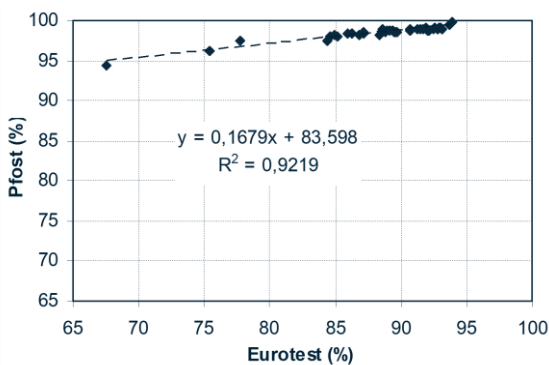


Figure 6: Durabilités Pfast en fonction des Durabilités Eurotest

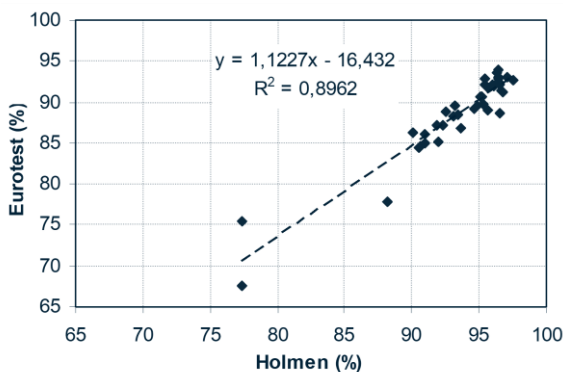


Figure 7: Durabilités Eurotest en fonction des Durabilités Holmen,

Pour les appareils Holmen et Eurotest, les valeurs moyennes sont plus basses avec un minimum de 67.2% pour Eurotest et des domaines plus larges (écart de 27.1% entre mini et maxi).

L'appareil Eurotest permet de distinguer significativement 27 échantillons contre 20 pour l'appareil Holmen et 24 pour le Pfast.

Les précisions des mesures sont inférieures à 0.5% pour toutes les méthodes avec une performance de 0.1 % pour le Pfast.

Les Figures 5 à 7 montrent de très bonnes corrélations entre les méthodes avec un coefficient

de détermination ( $R^2$ ) de 0.92 entre Eurotest et Pfast, malgré la différence de domaine de résultats. Les équations de régression du Tableau 3 permettent d'approcher, par calcul, les valeurs de durabilités en passant d'une méthode à l'autre, à condition d'utiliser les modes opératoires donnés dans cette fiche technique.

Durabilités	Equation
Pfast (Y) en fonction de Holmen (X)	$Y = 0.1944 X + 80.289$
Pfast (Y) en fonction de Eurotest (X)	$Y = 0.1679 X + 83.598$
Eurotest (Y) en fonction de Holmen (X)	$Y = 1.1227 X + 16.432$

Tableau 3: Equation de régression entre les différentes méthodes

#### 4. Durabilité et dureté

La qualité des granulés peut aussi être évaluée avec la dureté (voir fiches techniques n°9 et n°72).

Le lien entre ces 2 mesures n'est pas linéaire, mais la croissance des deux paramètres est souvent conjointe (Figure 8).

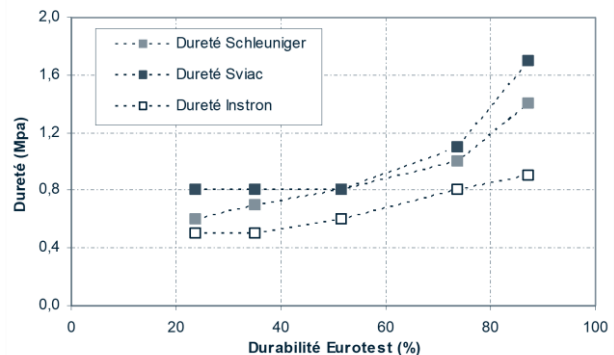


Figure 8: Dureté en fonction de la Durabilité

La dureté semble donner une réponse de forme linéaire malgré une variabilité importante des populations, la durabilité plutôt une réponse de forme asymptotique (Figure 9) en fonction de la température de traitement.

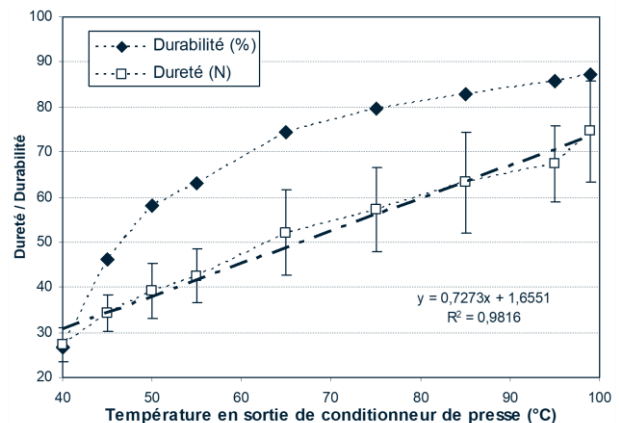


Figure 9: Dureté et Durabilité en fonction de la température de traitement en sortie de conditionneur de presse

## 5. Conclusion

Les 3 méthodes de mesure décrites permettent de quantifier aisément la durabilité des granulés (Tableau 4).

	Pfost	Holmen	Eurotest
Prise d'essais	500 g	100 g	500 g
Temps de passage	10 minutes	De 30 secondes à 2 minutes	20 secondes
Tamissage	Tamis avec mailles de 80% du diamètre du granulé (voir 90%)		

**Tableau 4: Résumé des conditions d'utilisation des appareils**

La méthode Eurotest, apparue en France il y a une dizaine d'années, est la plus rapide et elle se montre très discriminante. De plus en plus d'industriels l'utilisent en routine.

Le tamissage mécanique des granulés est préférable afin de s'affranchir des variations occasionnées par le tamissage manuel des opérateurs.

La méthode Pfost des caissons tournants est normalisée aux E.U. (ASAE S 269), ce qui lui confère encore un avantage de sérieux et de référence sur les autres méthodes qui sont souvent adaptées par les industriels, mais les mesures sont plus longues et moins discriminantes.

Le terme de durabilité est souvent ambigu, car la mesure porte sur la réponse à un phénomène d'attrition et non une réponse à un effet temporel.

Le terme de friabilité (100 % – durabilité %) utilisé autrefois était plus juste, mais commercialement moins intéressant que le terme durabilité.

## 6. Liste des fournisseurs de durabilimètres

Caisson: Tripette et Renaud, 20 avenue Marcellin-Berthelot, ZI du Val-de-Seine, 92390 Villeuve-la-Garenne, Tél: 01 41 47 50 99.

Eurotest: Sabe Distribution, La Perrauderie 85140 Chauché, Tél: 02 51 41 83 13.

Holmen: Borregaard France 4 rue Balzac 75008 Paris, Tél: 01.53.06.60.40

## 7. Bibliographie

**Pfost H.B., Allen R.N., 1962.** A standard method of measuring pellet durability - Proc. Feed Prod. School, Kansas City (EU), 12-14 nov., 25-29.

**Schultz R., 1965.** Über das messen der mechanischen Festigkeit von gepressten Mischfutter - Die Mühle, 102, 147-155.

**Payne J.D., 1979.** Recent developments in the application of lignosulphonate binders. Holmen pelleting symposium, London (GB), nov. 20th, G1-G15.

**Rapport Tecaliman n° 18, 1998.** Mesure de la cohésion des granulés.

**Tecaliman, 1994.** Le Quick-Test. Bulletin de liaison n°35, p 2.

**i'Tec\_G2.** Mesure de la dureté des granulés à l'aide de l'appareil « Schleuniger », Février 1997.

**i'Tec\_G6.** Mesure de la durabilité des granulés à l'aide de l'appareil « Lignotester », Novembre 2008.

**i'Tec\_G8.** Comparaison des mesures de la dureté des granulés avec plusieurs appareils, Novembre 2008