

Résultats d'un circuit de mesures de la durabilité

Un ring test de durabilité a été réalisé en 2011 sur la base d'une participation financière de 73 entreprises françaises réunissant un parc de 74 appareils.

Ce test donnait la possibilité de comparer les résultats de chaque appareil par rapport à ceux de Tecaliman et aux appareils similaires rencontrés dans l'étude. Des résultats de répétabilité, de pouvoir discriminant de chaque appareil ont été calculés par comparaison de mesures obtenues avec un panel de 5 échantillons de granulés de durabilités connues et parfaitement maîtrisés par Tecaliman. Cette fiche présente la démarche suivie et les connaissances globales acquises par ce circuit d'analyses.

1. Objectif

Il s'agissait de tester la variabilité des résultats obtenus avec les mêmes modèles de durabilimètres, sachant que les conditions d'utilisation des appareils étaient propres à chaque entreprise et pouvaient donc varier.

2. Principe

Cinq échantillons de granulés sont expédiés au même moment dans chaque entreprise afin de tester chaque appareil selon son propre protocole.

Tecaliman a sélectionné 2 échantillons d'aliments granulés vendus dans le commerce et a fabriqué 3 autres échantillons de granulés de durabilités différenciées à l'aide de sa ligne de granulation pilote.

Il a été demandé aux entreprises participantes à ce circuit de réaliser 3 répétitions de mesures sur chaque échantillon afin de tester la répétabilité et de le faire dans les 15 jours qui suivent la réception des granulés.

Les mesures sont complétées par un questionnaire indiquant les conditions de ces mesures.

Le traitement des données a permis une restitution globale, un traitement par référence à la société/groupe et un autre individuel pour chaque site. Les synthèses de ces traitements présentaient :

- La répétabilité
- Le pouvoir discriminant
- La relation avec l'appareil de Tecaliman
- Une interprétation d'un écart éventuel

3. Matériel

3.1. Aliments

Deux aliments du commerce sont utilisés, l'un destiné à des lapins et l'autre à des poules pondeuses. L'aliment, granulé à Tecaliman, est un aliment pour Poulet croissance.

3.2. Ligne de presse à granuler pilote

Pour la fabrication de 3 lots de granulés de durabilités différentes, la ligne de granulation pilote comprenant une presse pilote Kahl à filière plate est employée.

3.3. Durabilimètres Tecaliman

Deux durabilimètres sont utilisés :

- Durabilimètre à caisson (Méthode PDI aux USA)
- Durabilimètre Eurotest

3.4. Durabilimètres Entreprises

3.4.1. Trois grands types d'appareils de mesures de durabilités ont été concernés par l'étude et correspondent à 3 méthodes de sollicitation du granulé :

- L'Eurotest et le Quicktest (version allemande) pour une sollicitation par « concassage » des granulés.
- Le caisson tournant pour une sollicitation par déversement des granulés sur eux-mêmes.
- Le Holmen et le Lignotester pour une sollicitation par air pulsé.

Une grande majorité d'entreprises (Tableau 1) utilise l'appareil Eurotest (73 % du parc étudié).

Méthode	Appareils	Nb Appareils	% population
Concassage	Eurotest/ Quicktest	54	73.0
Déversements	Caissons	7	9.5
Air pulsé	Holmen/Ligno	13	17.5

Tableau 1 : Population de durabilimètres

Méthode

3.5. Obtention des granulés

Une gamme de 5 échantillons de granulés aux durabilités différentes est proposée aux entreprises pour le test.

Les granulés ont tous un diamètre de 4 mm et une longueur d'environ 10 mm.

La gamme choisie balaye des valeurs de durabilités Eurotest comprises entre 70 et 100 % pour une gamme correspondante de durabilités Caisson comprise entre 90 et 100 %.

Afin d'obtenir facilement ces 5 durabilités, 2 lots de granulés issues du commerce et 3 lots de granulés fabriqués à façon par Tecaliman, sont obtenus.

Ainsi, les lots testés sont :

- Granulés A : aliment poulet avec 70,0% de durabilité Eurotest
- Granulés B : aliment poulet avec 80,2% de durabilité Eurotest
- Granulés C : aliment poulet avec 87,9% de durabilité Eurotest
- Granulés D : aliment poudeuse du commerce avec 88,9% de durabilité Eurotest
- Granulés E : aliment lapin du commerce avec 96% de durabilité Eurotest

3.6. Fabrication, préparation et expéditions des échantillons

Pour les 2 lots de granulés du commerce, leur sélection est réalisée sur la base de mesures préliminaires de durabilités.

Pour les 3 autres lots, un protocole de fabrication de granulés poulet croissance sur la ligne pilote permet de compléter la gamme de durabilités.

Pour ce faire, 3 températures de consigne en sortie de conditionneur de presse et 2 épaisseurs de compression de filière sont appliquées.

A partir des 5 lots de 200 kg de granulés, des divisions successives en cascades permettent d'obtenir en nombre suffisant des sous échantillons frères d'environ 2 kg de granulés identiques en qualité.

Ces sous échantillons sont conditionnés dans des barquettes hermétiques et codées de A à E.

L'envoi de tous les échantillons pour les 74 appareils est effectué le même jour.

3.7. Modes opératoires pour la détermination des durabilités Tecaliman de référence

Avant chaque passage dans les appareils, les granulés doivent être exempts de brisures de tailles granulométriques inférieures à 80% de leur diamètre.

Pour ce faire, les granulés subissent systématiquement un "nettoyage" par une opération de tamisage à l'aide d'un support vibrant sur lequel est installé un tamis en toile tissée.

Les fils de la toile du tamis choisi sont écartés de 3,2 mm, afin de respecter la règle des 80 % pour la mesure sur des granulés de 4 mm de diamètre.

3.7.1. Appareil EUROTEST

L'appareil utilisé est un modèle 2011 dont la vitesse de rotation du rotor est de 542 tr/mn soit 181 tours pour 20 secondes de rotation.

Le test est effectué sur 500 g de granulés exempts de brisures qui sont sollicités pendant 20 secondes.

Les granulés ainsi fragilisés sont ensuite tamisés avec le même mode opératoire que celui appliqué pour la séparation des brisures.

La pesée des granulés exempts de brisures permet de calculer en % la durabilité.

La mesure est réalisée 3 fois sur chaque échantillon.

3.7.2. Appareil à CAISSON

L'appareil utilisé est de marque BUHLER et permet de réaliser la mesure en simultanée sur un maximum de 6 caissons. Cet appareil est muni d'un compteur de tours.

La vitesse de rotation des caissons est de 50tr/mn pour un nombre total de rotation fixé à 500, soit un temps de sollicitation de 10 minutes.

Le mode opératoire et le dimensionnement du caisson sont établis selon une norme toujours en vigueur aux Etats Unis (ASAE Standard S269.4).

Le test est effectué sur 500 g de granulés exempts de brisures qui sont introduits dans chaque caisson pendant 10 minutes.

Les granulés récupérés en sortie de caisson sont ensuite tamisés avec le même mode opératoire que celui utilisé pour l'appareil EUROTEST.

La pesée des granulés exempts de brisures permet de calculer en % la durabilité.

La mesure est réalisée 3 fois sur chaque échantillon.

3.7.3. Appareils Holmen ou Lignotester

Tecaliman ne réalise pas de mesures sur ces 2 appareils en raison d'un problème de dysfonctionnement sur le premier appareil et d'une absence pour le deuxième.

3.8. Questionnaire et tableau de résultats

Une fiche comprenant un tableau de résultats des mesures de durabilités et un questionnaire est envoyée aux entreprises en même temps que les échantillons à tester.

Il est demandé aux entreprises de réaliser les mesures sous les 15 jours et de renvoyer les résultats et le questionnaire rempli à Tecaliman.

3.9. Traitement des résultats

Avec 3 répétitions de mesures sur 5 échantillons, il est possible d'évaluer la limite de répétabilité de l'appareil R sur la base de :

$$R = 2.83 \cdot \text{Ecartype moyen}$$

et son pouvoir discriminant sur la base du nombre d'aliments différenciés par l'usine sur les 5 livrés obtenus pour être significativement différents par Tecaliman selon la méthode Eurotest.

Des tests de comparaison de pentes de droites de régression sont également faits pour investiguer les origines des écarts.

Résultats

3.10. Comparaison des résultats de mesure avec les valeurs de référence

Globalement, les valeurs de durabilités obtenues par les entreprises sont proches des valeurs de référence (Tableau 2).

Appareils	Méthodes	Durabilités Aliments (%)				
		A	B	C	D	E
	Tecaliman	70.0 e	80.2 c	87.9 b	77.5 d	97.2 a
Eurotest (%)	Entreprises (54)	69.2	78.7	86.8	77.9	96.5
	Ecart	- 0.8	- 1.5	- 1.1	+ 0.4	- 0.7
	Tecaliman	91.0 d	94.4 c	96.4 b	94.5 c	99.3 a
Caisson (%)	Entreprises (7)	91.8	94.7	96.6	94.2	99.3
	Ecart	+ 0.8	+ 0.3	+ 0.2	- 0.3	0.0

Tableau 2: Résultats des mesures de durabilités

Les valeurs obtenues en entreprise concernent une population de 54 appareils Eurotest et 7 appareils à caissons. Pour l'Eurotest, la moyenne des mesures effectuées sur 4 aliments est inférieure à la valeur de Tecaliman et, de manière surprenante, pour 3 de ces aliments, la moyenne des valeurs « Caisson » est supérieure dans les entreprises.

3.11. Comparaison des résultats de mesure des entreprises entre elles sur appareil équivalent

L'appareil Eurotest montre une plus grande capacité de discrimination des aliments (Tableau 3) car 57.4% des entreprises arrivent à bien discriminer les 5 aliments alors que ce taux se porte à 28.6% pour les caissons et 15.4% pour les méthodes Holmen et Lignotesteur.

Si un pouvoir discriminant de 4/5 est accepté, l'Eurotest reste en tête avec 98.1 % suivi par l'Holmen avec 92.3 %. Il convient toutefois de noter que certain Holmen et Caisson sont dans l'incapacité totale de différencier les 5 aliments.

% population	Différenciations significatives sur 5 aliments					
	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5
Eurotest	57.4	40.7	1.9	0	0	0
Caissons	28.6	28.6	14.3	14.3	0	14.3
Holm/Ligno	15.4	76.9	0	0	0	7.7

Tableau 3 : Pouvoir discriminant (Pourcentage de site industriel en capacité de discriminer les aliments)

3.12. Modes opératoires

Des différences d'application des modes opératoires ont pu être mises en évidence à l'aide d'un questionnaire complémentaire.

Une liste non exhaustive et non hiérarchique donne un aperçu des différences mises en évidence qui expliquent pour beaucoup les différences observées entre les durabilités :

- Tamisage (extraction des brisures avant mesure) pas toujours réalisé avant passage dans l'appareil.
- Variation de la quantité soumise au test.
- Temps de passage dans l'appareil plus court.
- Maille des tamis différente de 80% du diamètre des granulés.
- Tamisage réalisé manuellement (effet opérateur)
- Mesures réalisées au-delà de la date limite fixée pour la mesure
- Mauvaises conservations des échantillons des granulés.
- Appareils vieux ou avec rotor usagé.

Dans le cadre de l'Eurotest, seuls 27.8 % (soit 15/54) des entreprises adoptent le même mode opératoire que Tecaliman.

Sur ces 15 entreprises, seules 5 obtiennent des résultats similaires de durabilité à Tecaliman avec une différenciation de 5/5.

En exemple ci-dessous (Figure 1), la comparaison des durabilités d'une entreprise adoptant le même mode opératoire que Tecaliman :

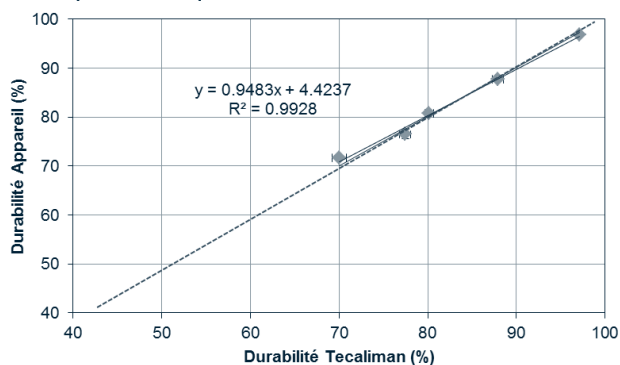


Figure 1: Durabilités similaires à TECALIMAN

Sur ces 15 appareils, beaucoup étaient d'anciens modèles de plus de 15 ans et l'usure du rotor pouvait expliquer les différences de résultats (baisse des durabilités). Pour une partie d'entre eux, des mesures trop tardives (au-delà des 15 jours préconisés) ont été notées.

Ainsi les résultats obtenus pour une entreprise adoptant le même mode opératoire que Tecaliman, mais avec un appareil ancien et un délai de mesure trop long après réception des granulés (Figure 1).

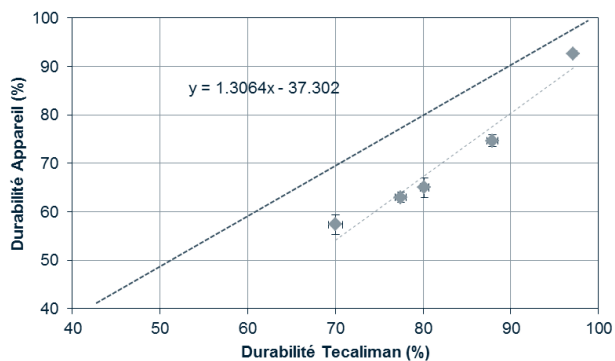


Figure 2 : Exemple de résultats de Durabilités inférieures par usure du rotor et/ou trop de délais d'attente.

D'autres écarts avec le protocole recommandé ont porté sur la durée du test. Ainsi, la comparaison des durabilités d'une entreprise appliquant une durée de sollicitation de 12,5 secondes au lieu de 20 secondes recommandées (Figure 1).

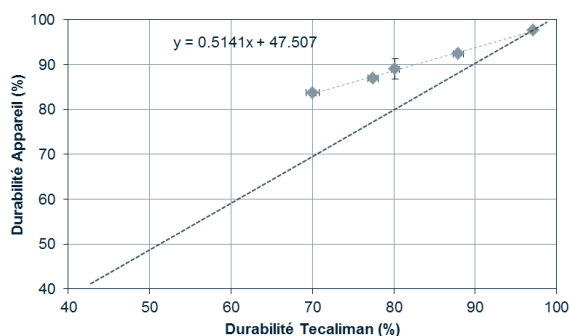


Figure 3 : Exemple de résultats de Durabilités supérieures en application d'une durée de sollicitation de seulement 12.5 s.

Des écarts sont également constatés à l'intérieur d'une même société. Il en est ainsi, d'une usine n'utilisant pas la même durée de sollicitation ni le tamis adéquat (Plus fin) qui obtient donc des durabilités supérieures aux autres sites du même groupe. De plus, et en conséquence probable, cette usine ne peut pas discriminer deux des cinq aliments (Figure 4).

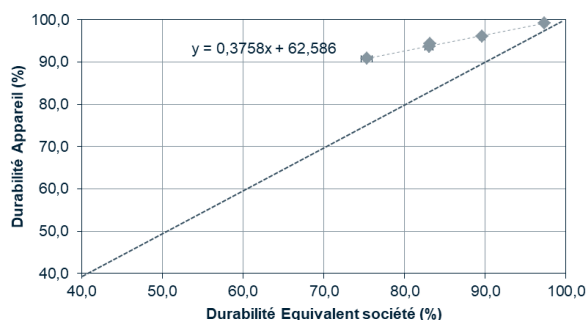


Figure 4 : Exemple résultats obtenu par un appareil Eurotest en comparaison des résultats moyens des autres usines du même groupe

Pour la méthode à caisson, seulement 2/7 entreprises (28.6 %) utilisent le mode opératoire recommandé par TECALIMAN dont un seul a été utilisé dans les délais impartis (< 15 jours). Ainsi, la seule entreprise respectant le mode opératoire et les délais, obtient bien des résultats assez comparables à ceux de Tecaliman (Figure 5).

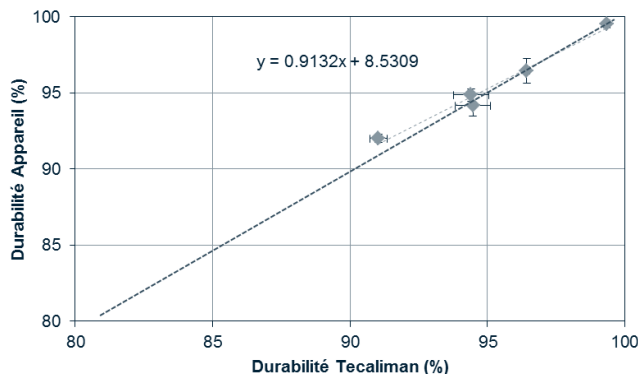


Figure 5 : Exemple résultats obtenu par un appareil à caisson respectant le mode opératoire et les délais recommandés par Tecaliman

Conclusion

Si les appareils Holmen et lignotester ne sont pas pris en compte, seuls 16 usines sur 61 n'appliquaient le mode opératoire que préconise Tecaliman depuis de nombreuses années.

Tecaliman n'a jamais contraint les entreprises à appliquer ce mode opératoire même si l'association le recommandait. Toutefois, force est de constater que les écarts mis en évidence entre usines, voire au sein d'un même groupe, ne peuvent conduire qu'à vivement réaffirmer la nécessité d'une démarche d'harmonisation professionnelle.

Pour les entreprises étrangères utilisant la méthode PDI (Caisson), ces résultats mettent à nouveaux en évidence que cette méthode est moins discriminante.

Enfin, ce circuit de mesure a permis de mettre en évidence les écarts de pratiques qui ont pour conséquence des écarts industriels. Ces différences permettent, aujourd'hui, de pointer les facteurs de variations lors des formations aux conduites de presse. Il a permis de souligner l'incidence potentielle que peut revêtir l'usure des appareils avec la possibilité d'une dégradation du pouvoir discriminant et de l'échelle de mesure dans le temps.

Il conduit également à une réflexion autour de la constitution d'une référence notamment dans le cadre des certifications qualité.