

Mots-clés : Additif - Méthode - Caractéristiques physiques - classification.

Caractéristiques physiques des additifs utilisés en alimentation animale : Exploitation d'une base de données

1. Introduction

Depuis 1992, TECALIMAN caractérise des additifs utilisés en alimentation animale et conduit des études sur leur comportement technologique. L'une des conséquences de ces deux actions a été la constitution d'une base de données générale sur ces produits. A l'intérieur de cette base de données, une collection dite « représentative » a été sélectionnée, elle a donné lieu à une étude plus vaste sur les caractéristiques physiques et comportementales de ces additifs.

2. Base de données générale

Elle est actuellement constituée de 247 échantillons

d'additifs, commercialisés en France:

- 22 échantillons d'Antibiotiques (A).
- 70 échantillons de Coccidiostatiques (D).
- 11 échantillons de colorants (F).
- 3 échantillons d'agents conservateurs (G).
- 45 échantillons de vitamines (H).
- 72 échantillons d'oligo-éléments (I).
- 16 échantillons de facteurs de croissance (J).
- 8 échantillons de produits azotés (P).

Leurs classement et codification correspond à ceux de la liste positive (Directive 70/524/CEE), à l'exception des produits azotés qui sont codés P.

Paramètres		Pourcentage de la population totale						
		Minimum		Médiane			Maximum	
		10 %	15 %	25 %	25 %	15 %	10 %	
Masse volumique apparente	MVA g/cm ³	0.148	0.400	0.500	0.644	1.014	1.242	2.830
Masse volumique tassée	MVT g/cm ³	0.182	0.480	0.565	0.722	1.209	1.472	3.100
Indice d'Hausner	IH	1.013	1.050	1.078	1.135	1.229	1.320	1.690
Masse volumique particulaire	MVP g/cm ³	0.978	1.201	1.344	1.501	2.360	3.530	14.957
Porosité	POR %	0.343	0.442	0.504	0.600	0.689	0.742	0.914
Diamètre médian par diffraction laser (sec)	D50 μm	3.3	16.4	47.2	148.6	316.0	536.8	953.5

Tableau 1 : Paramètres de caractérisations physiques de la base de données des additifs utilisés en alimentation animale établie par TECALIMAN depuis 1992.

Sur la totalité de ces échantillons, seules 6 caractéristiques sont disponibles (Tableau 1). Pour chacune d'elles, la population d'additifs est décrite au moyen de différents critères de répartition ne faisant aucune hypothèse sur la forme de cette répartition. Ainsi par exemple, pour la masse volumique apparente :

- le minimum (0.148) et le maximum (2.830) sont indiqués aux deux extrémités du tableau 1. La médiane est donnée au milieu (0.644). 50 % de la population des additifs sont situés entre la médiane, et chacun de ces deux extrêmes.
- de part et d'autre de la médiane, les quartiles sont donnés (0.500 et 1.014). Ces critères, avec

la médiane, découpent la population en quatre quarts de 25 %. Entre les deux quartiles, se trouvent 50 % de la population autour de la médiane qui pourraient être qualifiés de population centrale.

- deux derniers critères sont présentés dans le tableau 1, il s'agit des valeurs en dessous (0.400) et au-dessus (1.242) desquelles se trouvent 10 % de la population. Ces valeurs et respectivement, le minimum ou le maximum, indiquent les zones extrêmes de la population pour la caractéristique étudiée.

L'ensemble de ces critères permet à chacun d'évaluer la position d'un additif dans l'ensemble de

la population. Cette population peut également être étudiée selon les groupes qui la constituent. Dans les Tableaux 2 à 7 sont donnés le nombre de représentants de chacune des classes, pour chacune des caractéristiques selon les pourcentages cumulés de la population. Ces tableaux montrent que chacune des classes possède une forte proportion d'échantillons dans la partie centrale (25-75 %). De plus, aucune caractéristique ne peut être considérée comme élément d'identification garanti d'une classe d'additifs.

% cumulés de la population totale					
Code	< 10 %	10-25 %	25-75 %	75-90 %	> 90 %
A	2	2	18		
D	7	22	40	1	
F		2	9		
G			1	2	
H	8	11	24		2
I			22	31	19
J	4	3	2	3	4
P			8		

Tableau 2 : Nombre d'individus de chacune des classes d'additifs par fractions de la population distribuée selon l'ordre croissant de la masse volumique apparente

% cumulés de la population totale					
Code	< 10 %	10-25 %	25-75 %	75-90 %	> 90 %
A	2	2	18		
D	7	22	39	2	
F	1	2	8		
G			2	1	
H	7	12	24		2
I			22	28	22
J	7		2	6	1
P			8		

Tableau 3 : Nombre d'individus de chacune des classes d'additifs par fractions de la population distribuée selon l'ordre croissant de la masse volumique tassée

% cumulés de la population totale					
Code	< 10 %	10-25 %	25-75 %	75-90 %	> 90 %
A	3	1	13	3	2
D	8	18	28	10	6
F	4	5	2		
G	1		2		
H	6	6	23	7	3
I	2	5	36	19	10
J		2	12	1	1
P			8		

Tableau 4 : Nombre d'individus de chacune des classes d'additifs par fractions de la population distribuée selon l'ordre croissant de l'indice d'Hausner

% cumulés de la population totale					
Code	< 10 %	10-25 %	25-75 %	75-90 %	> 90 %
A	2	4	16		
D	2	16	46	6	
F	9	1	1		
G			3		
H	11	9	24	1	
I			22	25	25
J		1	10	5	
P	1	6	1		

Tableau 5 : Nombre d'individus de chacune des classes d'additifs par fractions de la population distribuée selon l'ordre croissant de la masse volumique particulière

% cumulés de la population totale					
Code	< 10 %	10-25 %	25-75 %	75-90 %	> 90 %
A		6	10	3	3
D	6	2	29	20	13
F			11		
G			3		
H	7	6	32		
I	12	20	29	9	2
J		1	4	4	7
P		2	6		

Tableau 6 : Nombre d'individus de chacune des classes d'additifs par fractions de la population distribuée selon l'ordre croissant du diamètre médian par analyse au granulomètre laser voie sèche

% cumulés de la population totale					
Code	< 10 %	10-25 %	25-75 %	75-90 %	> 90 %
A		3	14	5	
D	1	5	49	13	2
F	4	4	2	1	
G			1		
H	5	6	23	4	7
I	11	11	26	9	15
J		6	4	5	1
P	2	2	4		

Tableau 7 : Nombre d'individus de chacune des classes d'additifs par fractions de la population distribuée selon l'ordre croissant de la porosité

Cette observation peut également être réalisée au moyen d'une analyse en composante principale qui distribue les additifs dans un espace composite créé sur la base de leurs six caractéristiques (Figure 1).

Sans faire la distinction entre les groupes, il est aisé de constater qu'une grande majorité des produits sont présents sur une zone restreinte du domaine. Cette zone a été circonscrite au moyen de 30 additifs représentatifs, sur lesquels un plus grand nombre de caractéristiques a été étudié.

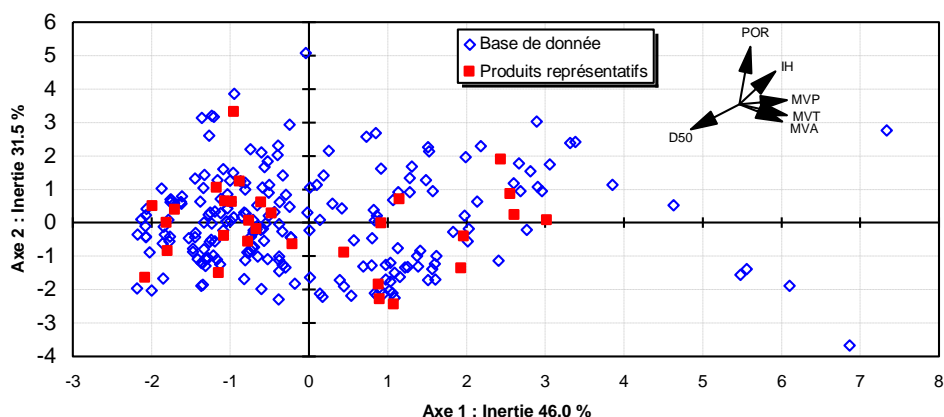


Figure 1 : Analyse en composante principale des 6 paramètres de la base de données sur la caractérisation physique des additifs utilisés en alimentation animale établie par TECALIMAN depuis 1992.

3. Produits représentatifs

Ainsi, sur chacun de ces trente produits, 33 caractéristiques ont été déterminées. Les critères présentés dans le Tableau 9 pour chacune des caractéristiques sont identiques à ceux du Tableau 1.

Caractéristique	Chiffre faible	Chiffre fort
AS - ATD - ATE - AP - PPDE	Bon écoulement	Mauvais écoulement
IH	Auto-compaction faible - Bon écoulement	Sujet à l'auto-compaction - Mauvais écoulement
MV10 - MV100 - MVA - MVT	Léger et peu compact	Lourd et compact
MVP	Léger	Lourd
APH	Faible variation de poids malgré la variation importante d'humidité de l'ambiance	Variation importante et rapide du poids quand l'humidité de l'ambiance varie
HRE	Faible variation de poids quand l'humidité d'ambiance est faible	Faible variation de poids quand l'humidité d'ambiance est forte
EP - LEP	Peu de poussière - Faible risque de contaminations croisées	Poussiéreux - risque de contaminations croisées augmenté
D50 - DVO	Fin	Gros
SPAN	Granulométrie homogène	Granulométrie hétérogène
SS - AM	Peu susceptible d'établir des contacts interparticulaires avec d'autres produits	Susceptible d'établir des contacts interparticulaires avec d'autres produits ou propice à des échanges gazeux
I100	Gros	Fin

Caractéristique	Chiffre faible	Chiffre fort
NP	Risque de mauvaise répartition au mélange	Favorise la répartition au mélange
POR	Dense	Aéré
SUR - LAR - LON - PER - DIA	Fin	Gros
FEL	Particules de formes allongées	Particules de formes projetées proches de disques ou de carrés
FFO	Formes des particules éloignées du cercle tendant vers une ellipse	Forme des particules proche du cercle pour lequel le FFO = 1.
FCO	Particules peu volumineuses ou volumineuses à bords découpés	Particules volumineuses
CE	Isolant	Moins isolant
CH	Echange de peu de charges électriques en mouvement	Echange de beaucoup de charges électriques en mouvement
ACC	Faible capacité à accumuler des charges électriques	Forte capacité à accumuler des charges électriques

Tableau 8 : Signification de l'ensemble des paramètres

Les modes d'interprétations de chacune des caractéristiques dans le cadre du domaine des additifs de l'alimentation animale sont donnés dans le Tableau 8 (les références des caractéristiques sont données dans le Tableau 9).

4. Conclusions

La base de données de TECALIMAN va continuer de s'étendre dans les années futures. Les mesures qui seront réalisées seront un peu plus nombreuses que les six caractéristiques disponibles. Ainsi, les mesures de l'angle de talus par éboulement (ATE) et du plus petit diamètre d'écoulement (PPDE) seront réalisées systématiquement. L'ensemble des données complètes est disponible auprès de Tecaliman.

Paramètres			Pourcentage de la population						
			Minimum		Médiane			Maximum	
			10 %	15 %	25 %	25 %	15 %	10 %	
Angle de spatule	AS	°	30.7	44.1	49.5	63.5	71.2	73.3	74.2
Angle de talus par distribution	ATD	°	36.8	40.7	45.5	50.7	56.3	59.7	63.1
Angle de talus par éboulement	ATE	°	36.3	42.7	46.2	62.6	70.3	73.3	76.9
Angle de pente	AP	°	29.2	34.5	37.4	41.7	46.0	52.3	56.0
Plus petit diamètre d'écoulement	PPDE	mm	3.0	6.7	9.9	26.0	30.9	34.1	40.7
Masse volumique comprimée à 10000 Pa	MV10	g/cm ³	0.329	0.509	0.605	0.947	1.387	1.567	1.795
Masse volumique comprimée à 100000 Pa	MV100	g/cm ³	0.437	0.547	0.667	1.066	1.599	1.750	2.239
Masse volumique apparente	MVA	g/cm ³	0.201	0.424	0.493	0.640	1.111	1.305	1.383
Masse volumique tassée	MVT	g/cm ³	0.262	0.488	0.550	0.705	1.298	1.515	1.656
Indice d'Hausner	IH		1.043	1.049	1.080	1.140	1.191	1.283	1.312
Pente aug. de poids en humidité contrôlée	APH	g/%	0.004	0.016	0.037	0.130	0.202	0.247	0.481
Humidité relative d'équilibre	HRE	%	0.111	0.326	0.428	0.538	0.626	0.714	1.000
Emission de poussière	EP	mg/kg	6.7	31.7	109.3	364.7	1222.7	2652.9	6985.3
Log (Emission de poussière)	LEP		1.9	3.5	4.6	5.9	7.1	7.9	8.9
Masse volumique particulaire	MVP	g/cm ³	1.129	1.271	1.342	1.523	2.498	3.442	5.052
Diamètre médian par diffraction laser (sec)	D50	µm	7.4	15.2	48.1	122.8	276.9	575.0	889.1
Diamètre moyen en volume	DVO	µm	26.7	52.2	79.6	142.5	333.9	636.4	941.0
SPAN	SPAN		1.1	1.3	1.6	2.2	3.0	7.4	47.2
Surface spécifique	SS	m ² /g	0.01	0.01	0.09	0.58	0.65	0.21	3.86
Pourcentage de particules < 100 µm	I100	%	0.2	1.2	12.6	45.8	75.0	88.6	99.4
Nombre de particules par gramme	NP		2.1E+04	5.1E+05	3.1E+07	5.0E+08	6.8E+08	1.0E+09	4.3E+09
Porosité	POR	%	0.39	0.47	0.52	0.60	0.68	0.73	0.89
Surface	SUR	µm ²	2.6	6.9	80.6	1311.8	17467.5	60106.5	267209.8
Largeur	LAR	µm	1.4	2.0	6.5	23.3	100.4	190.7	477.6
Longueur	LON	µm	1.9	2.8	9.5	32.3	129.9	294.0	758.5
Périmètre	PER	µm	5.7	8.0	28.8	95.8	391.6	981.5	2187.8
Diamètre	DIA	µm	1.5	2.1	6.7	24.6	107.1	198.5	535.3
Facteur d'élongation	FEL		0.52	0.55	0.65	0.71	0.74	0.77	0.81
Facteur de forme	FFO		0.45	0.53	0.58	0.63	0.72	0.76	0.81
Facteur de compacité	FCO		0.32	0.43	1.28	4.90	22.95	40.03	103.86
Aire massique	AM	m ² /g	0.04	0.12	0.22	0.45	2.35	5.86	13.10
Conductivité électrique	CE	S/m	2.3 10 ⁻¹⁴	4.6 10 ⁻¹³	3.2 10 ⁻¹²	1.0 10 ⁻¹⁰	9.0 10 ⁻⁸	6.0 10 ⁻⁷	3.0 10 ⁻⁵
Chargeabilité	CH	nC/g	-12.4	-5.6	-4.1	-1.5	-0.2	3.6	24.6
Accumulation de charges sous champ électrique	ACC	pC/g	86	105.9	499.5	998.5	2875	4711	12800

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des caractéristiques de la gamme des trente additifs de représentatifs

5. Pour en connaître plus sur les méthodes utilisées

i'Tec_Q3, i'Tec_Q9 et i'Tec_Q4.

Rapport Tecaliman n°9, 1998. Evaluation de la qualité interne des méthodes de laboratoire de caractérisation des additifs utilisés en alimentation animale - Phase 2a.

Rapport Tecaliman n°10, 1998. Comparaison des méthodes de laboratoire pour la caractérisation des additifs utilisés en alimentation animale sur leurs étendues de mesure, leurs pouvoirs discriminants et leurs redondances - Phase 2b.

i'Doc_Q5, 1998. Synthèse du programme sur la prédiction du comportement technologique des additifs en milieu industriel.