

Etude des qualités intrinsèques des mesures du comportement poussiéreux avec l'appareil Dustmon

Ces travaux font suite à ceux décrits dans **i'Tec_Q10** et qui avaient aboutis à la sélection de 5 produits ayant des comportements poussiéreux différents selon les deux critères retenus : le nuage de poussière émis abordé par l'aire sous la courbe et la vitesse de sédimentation. Ils vont permettre d'étudier plus intimement les qualités intrinsèques de cette mesure (Répétabilité, reproductibilité, nombre de mesure) et d'étudier la relation avec la traditionnelle mesure Heubach (**i'Tec_Q5**).

1. Objectifs

Les objectifs de cette dernière phase sont d'étudier la répétabilité et la reproductibilité de cette méthode et d'observer s'il existe une relation avec les mesures réalisées selon la méthode Heubach.

2. Méthode

Un nouvel approvisionnement en quantité plus importante de chacun des 5 produits sélectionnés a été obtenu auprès des premixeurs concernés. Chaque produit est testé sur l'appareil Dustmon selon la méthode suivante : 50 g x 4 jours x 5 mesures / jours.

En complément, les caractéristiques physiques et comportementales suivantes sont déterminées sur chacun des produits :

- Masse volumique apparente (MVA)
- Masse volumique tassée (MVT)
- Indice d'Hausner (IH)
- Granulométrie laser (d50) (1 analyse)
- Masse volumique particulaire (MVP) (1 analyse)
- Mesure de poussières selon la méthode Heubach (3 analyses)

3. Résultats

3.1. Caractéristiques physiques

Les résultats obtenus sont comparés à la base de données des caractéristiques physiques de 30 additifs utilisés en alimentation animale (**i'Tec_Q2**).

Pour chaque caractéristique observée, les produits sont classés par quartile selon les données obtenues dans **i'Tec_Q2** (Tableau 1).

		A	B	C	D	E
MVA (g/cm ³)	valeur	1.174	0.668	0.598	0.621	0.563
	quartile	75 - 100 %	50 - 75%	25 - 50%	25 - 50%	25 - 50%
MVT (g/cm ³)	valeur	1.281	0.825	0.781	0.719	0.758
	quartile	50 - 75%	50 - 75%	50 - 75%	50 - 75%	50 - 75%
IH	valeur	1.091	1.235	1.306	1.158	1.346
	quartile	25 - 50%	75 - 100 %	75 - 100 %	50 - 75%	> 100 %
D50 (µm)	valeur	539.0	57.6	50.5	660.5	46.8
	quartile	75 - 100 %	25 - 50%	25 - 50%	75 - 100 %	0 - 25 %
MVP (g/cm ³)	valeur	2.018	2.464	1.361	1.273	1.359
	quartile	50 - 75%	50 - 75%	25 - 50%	0 - 25 %	25 - 50%
Heubach (mg/kg)	valeur	0.0	2920.0	2044.0	3330.7	5606.7
	quartile	0 - 25 %	75 - 100 %	75 - 100 %	75 - 100 %	75 - 100 %

Tableau 1 : Caractéristiques physiques des produits sélectionnés

Les produits B, C, D et E ont une masse volumique apparente intermédiaire. La masse volumique apparente du produit A est supérieure.

Les 5 produits ont une masse volumique tassée légèrement au-dessus de la médiane. Ils se situent tous dans le même quartile.

Les produits A et D ont un indice d'Hausner proche de la médiane. Pour les produits B, C et E, cet indice est plus élevé, ce qui indique qu'ils sont plus sensibles à la compaction et peuvent avoir un écoulement plus médiocre.

Les produits B et C ont un diamètre médian intermédiaire. Les produits A et D sont plus grossiers et le produit E est le plus fin.

Les produits A, C, D et E ont une masse volumique particulière proche de la médiane. Celle du produit B est la plus faible ce qui indique que ses particules sont plus légères.

Enfin, selon la méthode de mesure Heubach, le produit A n'émet aucune poussière. Les produits B, C, D et E ont une émission de poussières très importante (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

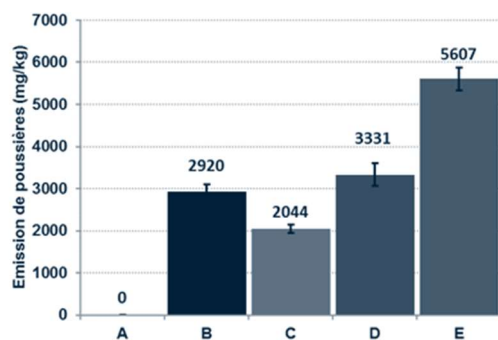


Figure 1 : Emissions de poussières selon la méthode Heubach mesurée sur 50 g

3.2. DUSTMON

Les critères sélectionnés pour cette étude sont l'importance du nuage de poussières et la vitesse de sédimentation des poussières. Le mode d'obtention de ces critères sont décrits dans iTec_Q10.

A l'issue de cette campagne de mesure, il apparaît que le nuage de poussières provoqué par le produit A reste faible. Celui du produit C est intermédiaire. Les nuages de poussières provoqués par les produits B, D et E sont élevés (Figure 2).

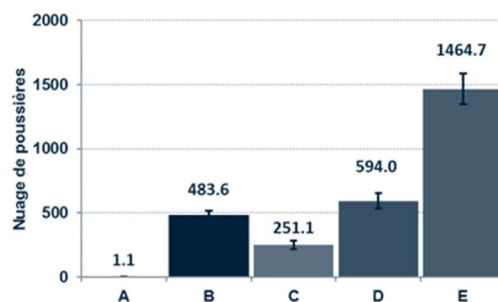


Figure 2 : Nuage de poussières des 5 produits

Une analyse de variance, réalisée sur la base des mesures obtenues sur 4 jours non consécutifs confirme que les 5 produits sélectionnés sont significativement différents sur la base de ce critère (Tableau 2).

Produit	A	B	C	D	E
Nuage poussière	1.0	483.6	251.1	594.0	1464.7
Groupe	e	c	d	b	a

Tableau 2 : Analyse de variance du nuage de poussière

Cette même analyse de variance montre qu'il n'y a pas d'effet « jour » sur ce critère comme cela est visible sur la Figure 3. Cette mesure est donc répétable.

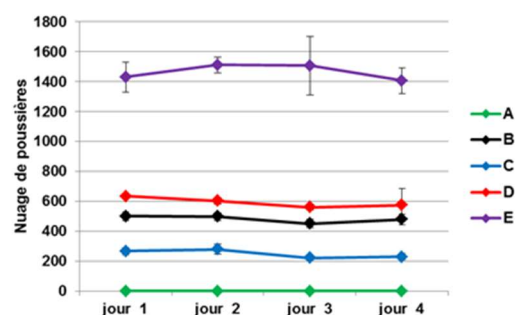


Figure 3 : Evolution du nuage de poussières en fonction des jours

La vitesse de sédimentation des poussières est très rapide pour les produits C et E. Elle est plus lente pour les produits B et D. Elle est nulle pour le produit A (Figure 4).

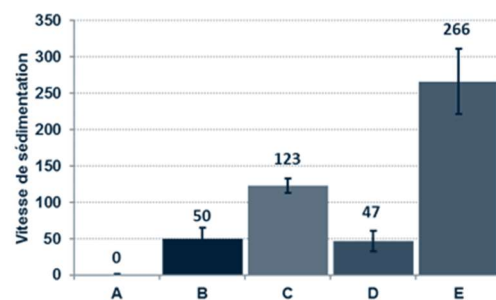


Figure 4 : Vitesse de sédimentation des 5 produits

L'analyse de variance réalisée sur ces résultats classe les produits B et D dans un même groupe et les 3 autres produits dans 3 autres groupes significativement différents (Tableau 2).

Produit	A	B	C	D	E
Vitesse sédimentation	0.3	50.2	122.6	46.8	266.2
Groupe	d	c	b	c	a

Tableau 2 : Analyse de variance de la vitesse de sédimentation

Comme dans le cas du nuage de poussière émis, l'analyse de variance réalisée sur la vitesse de sédimentation ne met aucun effet jour en évidence (Figure 1). Cette mesure est donc aussi répétable.

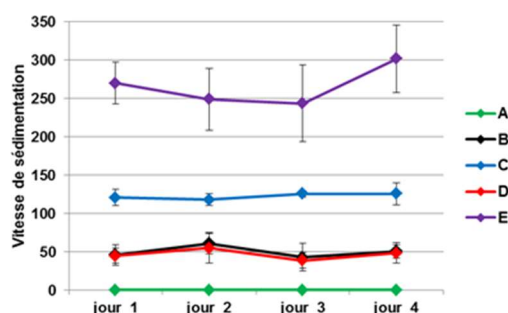


Figure 1 : Evolution de la vitesse de sédimentation en fonction des jours

Comme dans le cas de la méthode Heubach, il peut exister une variabilité des mesures dans le cas des produits les plus poussiéreux à l'instar du produit E.

Les résultats obtenus sur les 5 produits sont ensuite comparés aux résultats obtenus lors de la phase précédente de sélection (Tableau 3).

L'échantillon B, obtenu pour cette nouvelle phase, ne présente pas le même comportement que son homologue testé lors de la phase précédente. Alors que, lors de la première phase de l'étude, le produit B se classait dans les produits faiblement poussiéreux, le nouvel échantillon se classe avec le produit E parmi les plus poussiéreux de la collection. Ceci montre que la méthode est en capacité d'observer des différences entre plusieurs échantillons réputés d'un même produit.

		A	B	C	D	E
Nuage de poussières	FT n°101	0.6	120.3	353.5	654.4	1162.9
	FT n° 102	1.1	483.6	251.1	594.0	1464.7
Vitesse de sédimentation	FT n°101	0	9	152	40	256
	FT n° 102	0	50	123	47	266

Tableau 3 : Comparaison des moyennes obtenues pour chacun des critères et des 5 produits

3.3. Comparaison entre caractéristiques

Les 5 produits testés sont classés par ordre croissant des mesures physiques et comportementales obtenues (Tableau 4).

MVA	MVT	IH	MVP	D50	Heubach	Nuage poussières	Vitesse sédimentation
E	D	A	D	E	A	A	A
C	E	D	E	C	C	C	D
D	C	B	C	B	B	B	B
B	B	C	A	A	D	D	C
A	A	E	B	D	E	E	E

Tableau 4 : Classification des produits dans l'ordre croissant des caractéristiques physiques ou comportementales

Pour la première similitude, il faut considérer qu'un indice d'Hausner élevé indique un produit plus sensible à la compaction et ayant un mauvais écoulement. La vitesse de sédimentation élevée indique la capacité des poussières à retomber rapidement. La constitution d'agglomérats peut être un élément qui lie les 2 comportements et le classement identique de ces 2 caractéristiques apparaît alors comme cohérent.

La seconde similitude de classement est encore plus cohérente car les 2 mesures ont pour objectif de classer les produits selon leur capacité à émettre de la poussière. Le traitement statistique confirme ce classement (Tableau 5).

Produit	A	B	C	D	E
Nuage poussière	1.0	483.6	251.1	594.0	1464.7
Groupe	e	c	d	b	a
Heubach	0.0	2920.0	2044.0	3330.7	5606.7
Groupe	e	c	d	b	a

Tableau 5 : Analyse de variance du nuage de poussière et de la méthode Heubach

Il existe bien une relation hiérarchique entre les 2

mesures suffisamment sensible pour observer les différences de comportement d'émissions de poussières des produits malgré la variabilité naturelle des mesures (Figure 2).

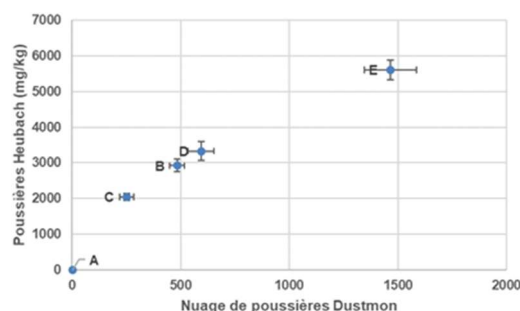


Figure 2 : Relation entre les mesures d'émissions de poussières pour les méthodes Heubach et Dustmon sur les 5 produits de références

Cette figure met en évidence que les résultats de la méthode Heubach plafonne quand celle de la méthode Dustmon continue à s'accroître. Ce fait démontre que la méthode Dustmon est sensiblement plus discriminante car elle s'adresse à un domaine de mesure plus grand.

4. Avantages et inconvénients

4.1. Mesures par la méthode heubach

Pour rappel, l'étude similaire consacrée à la méthode Heubach avait mis en évidence (i'Tec_Q5): « En premier lieu, il convient de signaler que l'appareil de mesure présente un défaut. En effet, la position du débitmètre rend impossible la détection d'une fuite d'entrée d'air sur le circuit.

En second lieu, la nécessité de nettoyer l'ensemble de l'appareil entre deux mesures, le manque de précision et la délicatesse des manipulations rend, même avec les améliorations apportées, cette méthode difficilement praticable en réception à l'usine.

Toutefois, cette conclusion ne remet pas en cause l'utilisation de cette méthode pour la collecte de poussières destinées à la mesure du taux de principe actif qui y est présent. De plus, cette méthode est la seule qui existe en matière de mesure directe du taux de poussières. Afin de limiter le coût d'un résultat, au moins trois mesures sont réalisées, ce qui ne peut être suffisant pour obtenir des résultats réellement fiables. »

4.2. Mesures par le Dustmon

L'utilisation et le paramétrage du logiciel de mesure est simple. Cependant, le logiciel permet de visualiser 10 courbes en simultané mais ne dispose que de 6 couleurs de légende ce qui empêche une lecture aisée des graphiques. La mesure ne commence pas au même moment suivant les échantillons alors que les paramètres d'essai sont identiques.

L'utilisation de l'appareil est simple et son nettoyage entre 2 mesures est rapide. Ceci permet l'analyse d'un grand nombre d'échantillons sur une courte durée.

Les différents paramètres enregistrés lors de la mesure peuvent caractériser plus finement les produits testés. Les deux critères ont été choisis car ils sont discriminants et non corrélés.

Le « Dust area » correspondant au nuage de poussière est un bon indicateur du taux de poussières émis et permet de différencier rapidement divers produits.

La vitesse de sédimentation des poussières correspond en valeur absolue, à la différence entre les valeurs mesurées à 15 s et 5 s divisée par 10 (nombre de secondes entre ces 2 valeurs) et multiplié par 100 pour faciliter l'interprétation et la mise en forme des données. Ce calcul a été choisi comme paramètre lors de cette étude afin de caractériser plus finement le nuage de poussière émis. Il permet d'observer la capacité d'un produit à rester plus ou moins longtemps en suspension.

En augmentant le nombre de répétitions, d'autres paramètres pourraient avoir un intérêt comme le pic de la courbe. En effet, ce paramètre a été écarté dès le départ du fait de sa variabilité lors des essais. Il pourrait éventuellement permettre un accroissement

du pouvoir discriminant lors du calcul de la vitesse de sédimentation.

Au contraire de la méthode Heubach, cette méthode de mesure directe du taux de poussières peut être praticable en réception à l'usine, toutefois, l'investissement est de l'ordre de 20 000 € ht.

5. Conclusion

Dans le cadre d'une étude sur la mesure de poussières, l'appareil Dustmon a été testé. Il a été démontré que les résultats obtenus par cet appareil étaient cohérents avec les résultats obtenus par la méthode Heubach. De plus, il présente l'avantage d'être facile d'utilisation et se nettoie facilement.

Dans le cas de caractérisation de poussières émises par un produit, cet appareil semble donc être tout à fait approprié pour anticiper une différence de comportement des lots livrés ou des gènes de manipulation pour les opérateurs.

La seule différence notable entre les deux méthodes est la récupération de poussières pour le dosage de matière active présente dans les poussières car elle n'est possible que par la méthode Heubach.

Cette étude a permis de démontrer que l'appareil Dustmon peut répondre aux attentes de la profession pour une meilleure anticipation du niveau de poussières émis par un lot de produit.

6. Bibliographie

i'Tec_Q2 : Caractéristiques physiques des additifs utilisés en alimentation animale : Exploitation d'une base de données

i'Tec_Q5 : Mesure d'émission de poussière par la méthode Heubach dans le domaine des additifs utilisés en alimentation animale