

## Comparaison de deux presses pilotes – Élément de transfert d'échelle

### 1. Objectif

Il s'agit de savoir si deux presses pilotes ayant des principes de fonctionnement différents (Granulation verticale et granulation annulaire) peuvent être réglées de manière à conduire à des conditions de granulation similaire.

### 2. Matériel

#### 2.1. Aliment

Il s'agit d'un aliment « standard » formulé pour poulet de chair.

Diamètre médian ( $\mu\text{m}$ )	621.1
Ecart-type géométrique	1.79
Masse volumique apparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	593.2
Angle de talus ( $^\circ$ )	41.4

Tableau 1 : Caractéristiques physiques de l'aliment

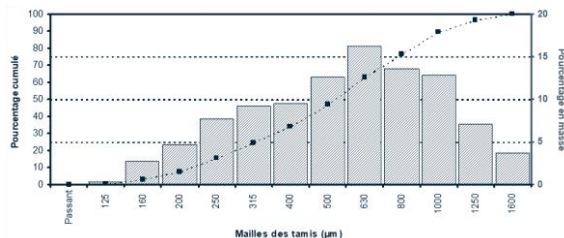


Figure 1 : Répartition granulométrique de l'aliment

#### 2.2. Traceur

Le microtraceur RF bleu lake est connu pour avoir une certaine sensibilité à la granulation. Dans le cadre de ces essais, il est incorporé à différentes concentrations de 5 à 500 ppm.

#### 2.3. Presses à granuler

##### 2.3.1. Presse verticale plate

Elle est composée d'une alimentation initiale en farine assurée par un système bivis, d'un conditionneur conçu par l'INRA de Nantes où de la vapeur est incorporé à l'aliment, et d'une presse à filière discoïdale fixe de marque Kalh (Figure 2). Cette presse kahl est de type 14-175. Son moteur a une puis-

sance de 3 kW.

Elle dispose d'une instrumentation presque totale avec enregistrement :

de la température initiale

- de la température de conditionnement (consigne de régulation)
- de la température dans un des canaux de la filière
- de la puissance appelée par le moteur principal de la presse

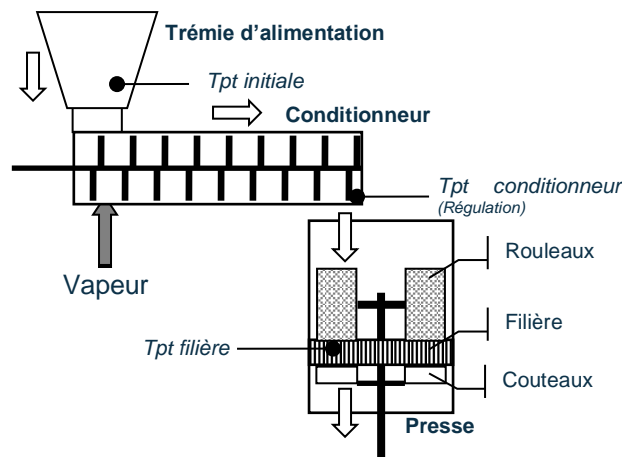


Figure 2 : Schéma de la presse verticale

##### 2.3.2. Presse annulaire

Il s'agit d'une presse cubettatrice de type CLM 12 de 11 kW similaire à une presse industrielle, mais avec une faible capacité : la filière présente une vitesse de rotation comprise entre 2.05 et 6.08 m/s et un débit compris entre 50 et 800kg/h. La ligne sur laquelle cette presse est présente, est constituée :

- d'une trémie
- d'une vis d'alimentation de type monovis
- d'un conditionneur. Cet élément comprend un compartiment cylindrique de 80 cm de long et 15 cm de diamètre dans lequel un arbre muni de pâles inclinées à  $15^\circ$  est mis en rotation. Une sonde de régulation est installée à sa sortie.
- de la presse

Des sondes de température (Thermocouple Type T, précision +/-1°C) sont installées sur la ligne :

- hors de la ligne de granulation (Température ambiante)
- sortie de trémie (Température initiale)
- sortie conditionneur (Régulation)

## 2.4. Sécheur/Refroidisseur

Les sécheurs/refroidisseurs utilisés en sortie de granulation sont de taille pilote, à contre courant et conçu par Tecaliman et la Sté Sabe. Ils ont une capacité maximum de 6 kilogrammes.

## 3. Méthode

### 3.1. Mélange

Trois lots contenant des concentrations croissantes de microtraceur de 5, 50 et 500 ppm, sont mélangés. Une fraction de chacun de ces aliments est traitée sur chacune des deux lignes pilote.

### 3.2. Conditions de granulation

Pour les deux presses, une filière de 4 mm de diamètre avec des canaux de 20 mm est choisie, soit avec un taux de compression de 5. Les conditions de débit ciblées sont établies de manière à avoir, en fonction du nombre de canaux des filières, le même temps de séjours dans les filières. Ces conditions sont établies avec un débit de 33 kg/h sur la presse verticale et de 100 kg/h sur la presse annulaire.

Les débits de fabrication sont contrôlés ponctuellement dès que la stabilité de fabrication est atteinte. La température de granulation est de 90 °C pour les deux presses. Cette température est régulée par une sonde disposée en sortie des conditionneurs de presse.


La température de granulation est déterminée en continu à l'aide d'une sonde en contact avec un des canaux de la filière dans le cas de la presse verticale. Dans le cas de la presse annulaire, des relevés ponctuels sont effectués à l'aide d'une sonde de température introduite dans une masse de granulés collectés en sortie de filière dans un vase adiabatique.

### 3.3. Prélèvement

Les prélèvements sont réalisés dès que la température de consigne est atteinte. Les prélèvements sont réalisés en premier lieu à la sortie de presse pour les granulés, puis en second lieu à la sortie du conditionneur pour la farine (Figure 3).

#### Début du palier



 : Prélèvements de farine pour l'humidité sortie conditionneur

 : Prélèvements de granulés

 : Prélèvements de Farine Sortie Conditionneur

**Figure 3 : Rythme des prélèvements effectués autour de la presse après établissement du palier**

## 3.4. Analyses

### 3.4.1. Traceur

L'analyse du microtraceur RF bleu lake est effectuée en double sur trois échantillons de 100 g à chaque concentration et aux trois points de prélèvement :

- Avant traitement (Base)
- Sortie conditionneur : FSC
- Sortie presse après séchage/Refroidissement : Granulés

### 3.4.2. Humidité

L'humidité des aliments est contrôlée à chaque stade de la production selon la Norme NF V 18-109. Les granulés sont broyés avant séchage. Elle est effectuée sur des prises d'essai d'environ 5 g d'aliments broyés et homogènes. Chaque mesure est effectuée deux fois par échantillon. Les prises d'essais sont placées dans des cupules métalliques introduites dans une étuve de type Chopin à 103°C pendant au moins 4 heures, jusqu'à poids constant. Après séchage, les cupules sont fermées et placées dans un dessiccateur jusqu'à acquisition de la température ambiante.

L'humidité est déterminée à l'aide de trois pesées :

- Masse de la cupule vide :  $m_{cv}$
- Masse de la cupule pleine :  $m_{cp}$
- Masse de la cupule pleine après séchage :  $m_{as}$

$$\text{Humidité} = 100 \times (m_{as} - m_{cv}) / (m_{cp} - m_{cv})$$

La perte de poids déterminée selon ce procédé ne correspond pas exactement à l'eau, mais à toutes les substances volatiles en dessous de 103°C.

### 3.4.3. Durabilité

Les tests sont effectués à l'aide du système « Euro-test » sur des échantillons de 500 g pendant 20 secondes. Le tamisage est effectué sur un tamis ayant des mailles de 3.2 mm avant mesure sur une quantité supérieure à 500 g pour déterminer le taux de fines et après mesure sur 500 g, pour déterminer la durabilité. Ces mesures sont effectuées trois fois par échantillons.

## 3.5. Traitement des résultats

L'effet du traitement est analysé par l'étude des durabilités et de l'impact de la granulation sur les concentrations en fonction des points de prélèvement. Pour faciliter la lecture des résultats de concentrations, les valeurs obtenues à 5 ppm sont multipliées par 10 et les valeurs de 500 ppm sont divisées par 10.

## 4. Résultats

### 4.1. Conditions de granulation réelle

Concentration attendue (ppm)	Presse verticale	Presse annulaire
5	32.9	96.5
50	31.0	100.5
500	32.8	102.5

Tableau 2 : Débits (kg/h) établis pour chacun des essais sur les deux presses

Les conditions de débit de fabrication recherchées pour chacune des deux presses ont bien été obtenues (Tableau 2). Il est donc possible d'estimer que, dans ces conditions, les temps de séjours des aliments dans les filières sont similaires.

Concentration attendue (ppm)	Presse verticale Kahl		Presse annulaire Mecanica	
	Conditionneur	Filière	Conditionneur	Filière
5	90.3	82.6	90.4	89.8
50	89.8	83.1	90.3	89.7
500	90.0	83.1	90.4	89.6

Tableau 3 : Températures de traitement (° C)

La température de traitement ciblée de 90 °C a bien été respectée au degré près pour chacun des essais (Tableau 3). Il convient de noter que la température des granulés dans la filière de la presse verticale Kahl est significativement inférieure d'environ 7 °C à la température de consigne contre moins d'un degré pour les granulés en sortie de filière dans le cas de la presse Mecanica. Cette différence est expliquée par l'ouverture vers l'extérieur du bol de granulation de la presse Kahl qui autorise une perte de vapeur et donc de température (Voir Figure 2).

Concentration attendue (ppm)	Presse verticale Kahl			Presse annulaire Mecanica		
	Initiale	Après vapeur	Variation	Initiale	Après vapeur	Variation
5	11.4	14.5	+ 3.1	11.4	14.9	+ 3.5
50	11.4	14.5	+ 3.1	11.4	14.9	+ 3.5
500	11.4	14.5	+ 3.1	11.4	14.9	+ 3.5

Tableau 4 : Résultats des mesures discrètes d'humidité effectuées lors des essais

En relation avec cette perte de température, une légère différence de prise d'humidité est constatée entre les deux presses (Tableau 4). Par contre, comme dans le cas de la température de consigne aucune différence de prise d'humidité n'est constatée entre chacun des 3 essais effectués sur la même presse.

### 4.2. Durabilité

Concentration attendue (ppm)	Presse verticale Kahl	Presse annulaire Mecanica
5	92.9	93.3
50	92.8	93.3
500	93.0	93.4

Tableau 5 : Durabilité « Eurotest » (%)

Compte tenu des conditions de fabrication prévues pour être similaires du point de vue des temps de séjours dans les filières et des températures de traitement identiques, les résultats de durabilité (Tableau 5) montrent que ces conditions conduisent à des résultats également similaires alors que le test de durabilité employé est celui qui permet la meilleure des discriminations.

### 4.3. Traceur

Les résultats obtenus avec la presse kahl (Figure 4) et avec la presse Mecanica (Figure 5) mettent en évidence, comme prévu, une dégradation du micro-traceur lors de la granulation de cet aliment poulet. Outre que cette dégradation reste modérée après incorporation de vapeur dans les deux presses quelle que soit la concentration en traceur, il est notable que des schémas de dégradations similaires soient constatés dans les deux presses notamment pour les deux concentrations les plus élevées.

Les plus grandes oscillations entre échantillons collectés au même stade de traitement ou entre stade sont constatées à la plus basse des concentrations. Il a été démontré, par ailleurs, que ceci était en relation avec la variation du nombre de particules dans les échantillons de 100 g et non pas avec un quelconque effet du traitement thermique. La preuve de cet effet sur une certaine incohérence des résultats est notamment donnée par l'obtention de concentrations supérieures après incorporation de vapeur dans les deux presses à cette concentration de 5 ppm alors que les essais aux autres concentrations démontrent clairement l'existence d'une dégradation.

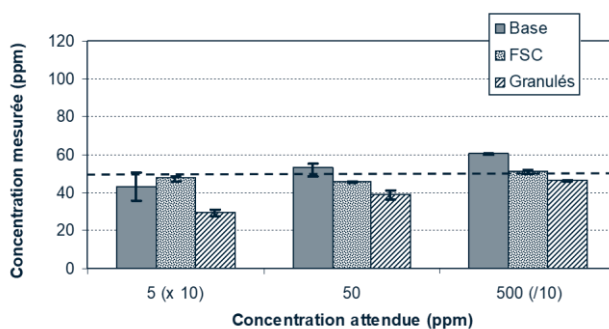
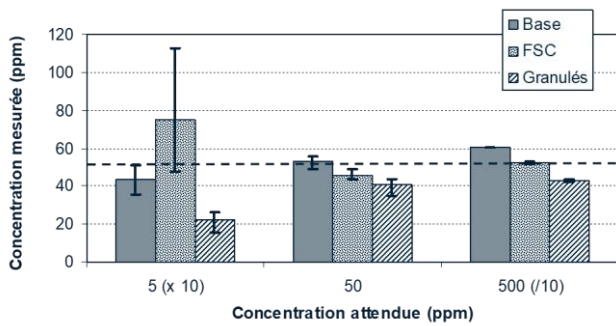
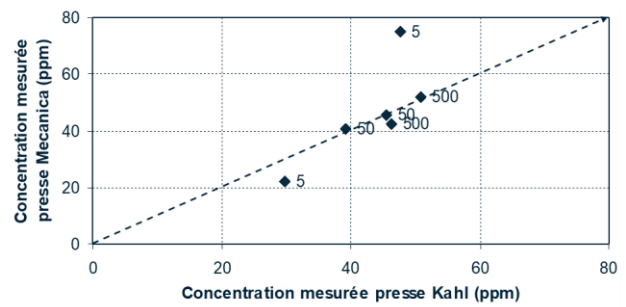


Figure 4 : Relation entre la concentration attendue et la concentration mesurée aux trois stades de traitement et pour les trois essais effectués avec la presse verticale Kahl



**Figure 5 : Relation entre la concentration attendue et la concentration mesurée aux trois stades de traitement et pour les trois essais effectués avec la presse annulaire Mecanica**

La mise en relation de ces concentrations mesurées sur les échantillons collectés après traitement (incorporation de vapeur ou granulation) sur les deux presses (Figure 6) montre d'une autre manière l'écart des deux résultats obtenus à basses concentrations et la concordance des résultats obtenus aux deux autres concentrations par référence à la première bissectrice.



**Figure 6 : Relation entre les concentrations mesurées sur les échantillons collectés après incorporation de vapeur et après granulation lors des trois essais effectués sur chacune des presses**

## 5. Conclusion

Ces résultats paraissent montrer que, sur la base de choix de conditions de granulation similaires du point de vue des temps de séjour, il est possible d'obtenir un certain transfert d'échelle entre deux presses de capacités et de fonctionnement différents. En ayant les mêmes temps de séjour, les durabilités ne sont pas modifiées et les dégradations thermiques du microtraceur sont similaires.