

Utilisation technologique de la glycérine en alimentation animale au niveau pilote

La glycérine est un co-produit issu de l'industrie du diester. Le développement de cette activité conduit à la possibilité de la disponibilité de ce produit liquide. Devenue accessible en alimentation animale, les industriels utilisant la glycérine sont confrontés à des problèmes technologiques. Cette étude a donc pour objectif de répondre aux préoccupations industrielles en évaluant les difficultés ou les intérêts technologiques de l'incorporation de la glycérine dans les aliments pour animaux. Cette étude a été financée par deux partenaires : L'ONIDOL (Terres Univia aujourd'hui) et Tecaliman.

L'étude est constituée de deux phases :

- La phase 1 porte sur l'évaluation de l'impact de la glycérine sur l'écoulement des aliments, ainsi que sur la détermination de la température et les taux d'incorporation de la glycérine pour les essais de la phase 2 (5 niveaux / 3 températures / 2 aliments). Parallèlement, 2 essais sur les interactions avec d'autres liquides sont réalisés.
- La phase 2 porte sur l'étude du comportement au mélange, et éventuellement à la granulation, de 8 formules. Trois présentations d'aliments sont mises en œuvre : farine grossière, granulés et miettes. Deux taux d'incorporation de glycérine sont étudiés par type d'aliment et sont comparés à un lot témoin sans glycérine.

1. Matériel

1.1. Liquides

La glycérine utilisée sur l'ensemble des essais contient 90% de glycérol. Mise à disposition par l'usine de Venette, elle correspond à celle utilisée par les usines françaises. Sa viscosité décroît selon la température d'incorporation : 600 cP à 20°C, 200 cP à 40°C, proche de l'eau à 60°C.

D'autres liquides sont employés : Méthionine, Lysine, Mélange de 2 Acides organiques, Mélasse.

1.2. Aliments

	Porc	Complémentaire azoté
Diamètre médian D50 (µm)	407	332
Angle de talus ATE (°)	59	49
Masse vol. apparente (g/l)	615	663
Indice d'Hausner (IH)	1.2	1.1

Au cours de la première phase, seules une formule complémentaire azotée (CA) et une formule porc charcutier (contient d'autres liquides) sont utilisées (Voir tableau ci-avant).

La seconde phase porte sur 8 farines de granulométrie variable (Caractéristiques ci-dessous) :

- Fines destinées à la granulation (< à 700 µm) : Porc, porcelet 1er âge, complémentaire azoté, bovin, lapin, poulet et dinde.
- Grossières pour tests en farine (entre 850 et 1065 µm) : porc, poudeuse et poulet.

Aliments	D 50 (µm)	Part.< 125 µm (%)	Angle de talus (°)	Masse vol. apparente (g/l)
Porc	372	19	65	579
Porcelet	433	25	56	591
Compl. azoté	441	16	52	626
Bovin prod.	436	22	56	629
Lapin	603	14	66	527
Poulet	501	13	59	623
Dinde	651	2	61	575
Porc	852	10	54	629
Poudeuse	1065	7	54	735
Poulet	1005	4	52	709

Par ailleurs, les aliments bovin production et lapin présentent un pourcentage initial en mélasse de 6%, les aliments poulet et dinde sont enrichis de 3% d'huile de soja et l'aliment poudeuse contient 8% de carbonate de calcium sous forme semoulette.

1.3. Equipements principaux

Les mélanges aliments - glycérine sont assurés par un mélangeur à pâles Théaudin d'une contenance de 100 litres sur lequel est fixé un système de pulvérisation composé d'une réserve de cinq litres chauffée et calorifugée, et d'une buse à angle plat. Cette réserve est mise sous pression d'air pour assurer la pulvérisation. Elle est pesée avant et après injection pour mesurer la quantité exacte de liquide incorporée.

Suite au mélange, certains aliments sont granulés, à débit constant, sur une presse KAHL à filière plate de 3 kW équipée de différents capteurs reliés à une carte d'acquisition. L'aliment porc est également ensuite émietté sur un broyeur à cylindre.

2. Méthode

2.1. Phase 1

Lors de cette première phase, jusqu'à 10% de glycérine, maintenue à 20, 40 ou 60°C, sont pulvérisés par palier de 2% au cours du mélange sur les 2 aliments concernés. Des prélèvements sont pris à chaque palier et des mesures des masses volumiques, de l'écoulement, du pourcentage de mottes des farines (Fraction > 1.6 mm) et de la puissance appelée par le mélangeur sont réalisées. Concernant les essais en présence d'autres liquides, ceux-ci sont ajoutés avant ou après la pulvérisation des essais avec 10% de glycérine dans l'aliment porc. Les mesures effectuées sont les mêmes.

2.2. Phase 2

Le tableau suivant présente les modalités des essais réalisés lors de cette phase. Pour les aliments bovin production et lapin, la mélasse est incorporée en cours de mélange. Elle peut être substituée totalement ou en partie à la glycérine.

	Aliments	% de Glycérine (G) ou de Mélasse (M)		
Granulés	Porc	0 G	4 G	8 G
	Porcelet 1 ^{er} âge	0 G	3 G	6 G
	Complémentaire azoté	0 G	3 G	6 G
	Poulet	0 G	3 G	6 G
	Dinde	0 G	3 G	6 G
	Bovin prod.	0 G / 6 M	3 G / 3 M	6 G / 0 M
	Lapin	0 G / 6 M	3 G / 3 M	6 G / 0 M
Farine	Porc	0	2.5 G	5 G
	Pondeuse	0	2 G	4 G
	Poulet	0	2 G	4 G

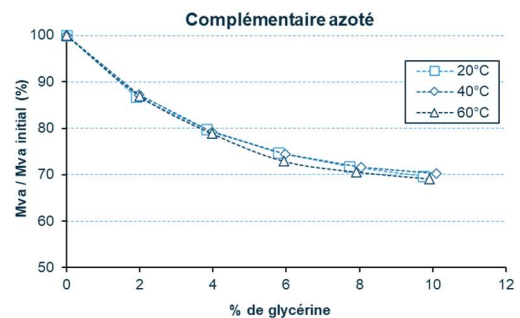
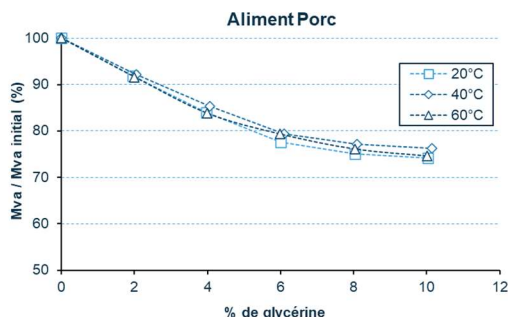
Les mêmes caractéristiques physiques sont mesurées sur les farines au cours des 2 phases : Ecoulements, granulométries, teneurs en eau, Aw, duretés et durabilités pour les granulés (Phase 2), ...

En phase 2, les 7 aliments sont granulés sur des filières différentes, mais la même filière et la même température de conditionnement sont employées par aliment quel que soit le taux de glycérine.

3. Résultats

3.1. Phase 1

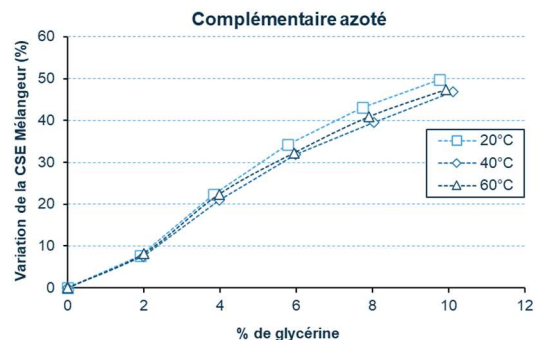
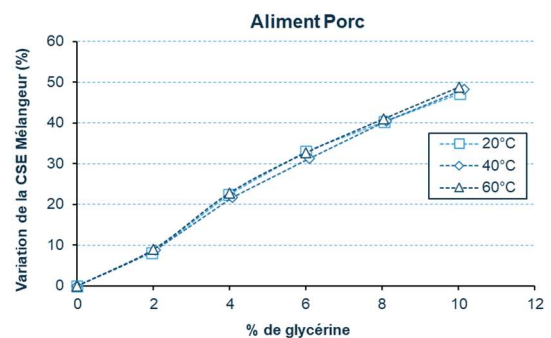
La glycérine conduit à une **diminution de la densité** des aliments étudiés (MVA) indépendamment de la température de la glycérine (Voir figures ci-après).



Ceci peut être compris comme un gonflement de 25% du volume pour l'aliment porc et de 31% pour le CA avec 10% de glycérine. Cette évolution n'est pas linéairement proportionnelle avec le taux de glycérine, puisqu'un effet seuil apparaît vers 6%.

La pulvérisation sur les farines entraîne aussi une certaine **cohésion entre les particules** qui s'exprime par une baisse du taux de fines particules et l'apparition de mottes. **Aucune interaction entre les autres liquides** et la glycérine n'est observée. Toutefois, ces essais mettent en évidence l'intérêt de **pulvériser la glycérine en dernier**, afin de limiter les risques de prise en masse de l'aliment.

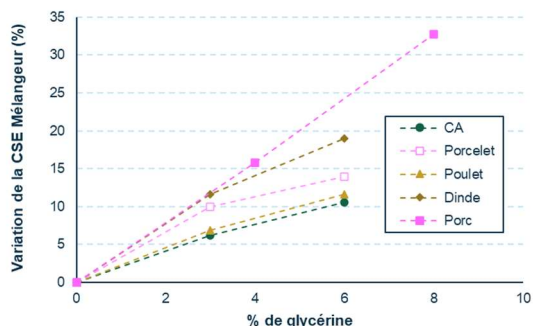
Sur l'aspect énergétique au mélange, la pulvérisation de glycérine provoque un **accroissement de la consommation spécifique électrique (CSE)** de l'ordre de 50% pour les deux aliments contenant 10% de glycérine (Voir figure ci-dessous). De plus, lors de l'augmentation croissante de la quantité de glycérine, la **puissance** tend aussi à osciller avec **plus d'amplitude** (Augmentation du CV de la population de puissance de 16.5 à 34 % de 0 à 10 % de glycérine).



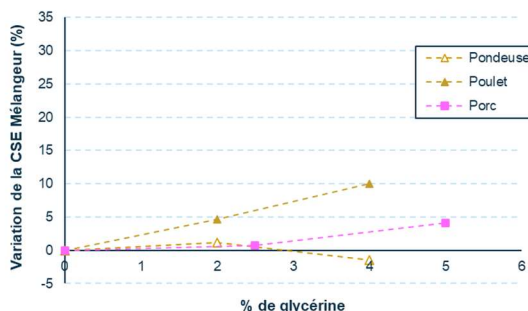
Enfin, cette incorporation s'avère plus délicate à 20°C qu'à 60°C en relation avec la viscosité. Cependant, la température ne semble pas influencer, de manière très significative, les caractéristiques physiques finales des farines finies ou les critères énergétiques de mélange.

3.2. Phase 2

Ces nouveaux essais confirment les résultats de la phase 1, même si les taux maximums de glycérine sont ici de 6 et 8 %. Ainsi, la **consommation spécifique électrique (CSE) appelée par le mélangeur augmente** encore lors de l'incorporation de glycérine, mais avec une moindre amplitude pour certains des aliments (Figure ci-dessous).



Le mélange en farines grossières engendre des frottements qui masquent légèrement cet effet (Figure ci-dessous). Toutefois, ce poste consommant peu d'énergie (ici 0.028 kWh/t), l'accroissement final reste au pire de 0.006 kWh/t.



La **masse volumique apparente des farines diminue** encore en présence de glycérine, mais de manière variable selon les formules : de manière importante pour les aliments porc (-15% avec 8 % de glycérine), porcelet (-14 %) et CA (-11 %), absent pour les aliments riches en matières grasses (Poulet et dinde).

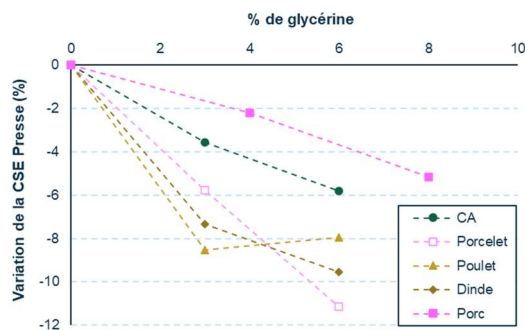
Par ailleurs, la pulvérisation de mélasse provoque un foisonnement (réduction de la masse volumique) similaire à celui de la glycérine.

La **quantité de mottes** est fonction des aliments : Elevée pour l'aliment porc, moyenne pour les aliments volaille et faible pour les aliments porcelet et CA. La mélasse accentue légèrement ce phénomène. L'encrassement du mélangeur peut diminuer avec l'augmentation de la granulométrie des farines (-35% entre les deux aliments poulets fin et grossier).

Ces modifications des caractéristiques physiques initiales des aliments impactent les conditions de granulation. Ainsi, les aliments moins denses (porc, porcelet et CA) après incorporation de glycérine présentent logiquement **une baisse de débit pour un réglage de l'alimentateur donné**. L'augmentation de

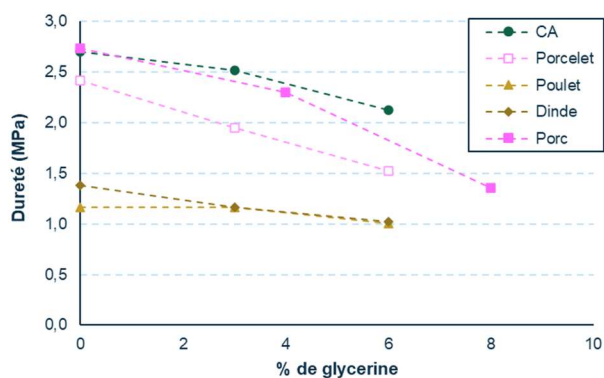
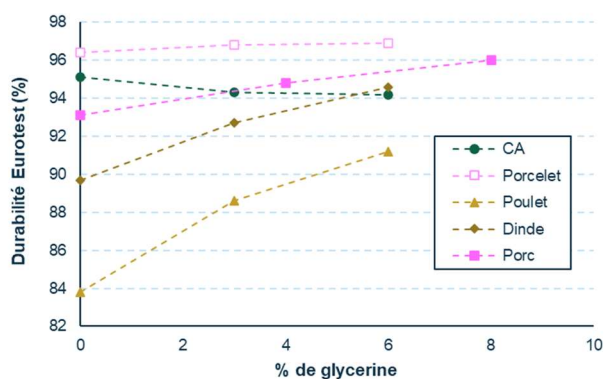
volume des aliments pourrait limiter le débit de granulation si l'alimentateur est proche de sa capacité maximale.

La glycérine semble avoir une propriété lubrifiante pour la plupart des aliments, puisque **l'échauffement de la filière et la consommation spécifique électrique de la granulation diminuent** lorsque la quantité de glycérine s'accroît neutralisant largement l'augmentation d'énergie constatée au mélange (Figure ci-dessous).



Cet effet sur la consommation énergétique à la granulation est plus important pour les aliments fins ou gras comme les aliments porcelet, poulet et dinde : près de -3 % de la CSE / % de glycérine pour certains aliments.

Les **granulés**, en présence de glycérine, présentent tous une **texture plus molle et plus élastique**. Cette évolution se caractérise par une **augmentation de la durabilité** et par une **baisse de la dureté** (Voir figures ci-dessous).



Du point de vue de la durabilité, ce sont les aliments

les plus gras, qui progressent le plus : +1.2 % de durabilité / % de glycérine pour l'aliment poulet et +0.8 % de durabilité / % de glycérine pour l'aliment Dinde. Du point de vue des duretés, elles décroissent toutes et si cette décroissance est exprimée en % de la dureté initiale sans glycérine : de -2.3 % / % de glycérine pour l'aliment poulet à -8.4 % / % de glycérine pour l'aliment porc. Il est donc possible avec la glycérine de fabriquer un aliment à la fois plus durable face aux sollicitations mécaniques, mais plus mou sous la dent ou le bec.

Cette texture plus souple entraîne un **risque d'écrasement lors de l'émiettement**.

Enfin, l'incorporation de glycérine aux aliments peut provoquer une **augmentation de la teneur en eau** (de 0.3 à 0.6 %) **tandis que l'Aw diminue** (de 3 à 6 % de

la valeur initiale). La glycérine a la propriété de capter et de retenir l'eau.

Cette étude permet également, par des essais de compression, de mettre en évidence les **risques accrus de prise en masse rapide** des aliments en présence de glycérine, ce qui plaide pour son incorporation le plus tard possible avant granulation et à recommander de **ne pas stocker longtemps de la farine contenant de la glycérine**, par exemple dans les boisseaux de presse.

Enfin, des analyses bactériologiques n'ont **pas montré d'effet sur la conservation des aliments**, tant sur la flore totale, la flore fongique ou sur la flore en entérobactéries. Un résumé des effets constatés est proposé dans le tableau de bilan suivant.

	Aliments	Puissance Mélange	Masse volumique	% de mottes	Humidité	Aw	Débit Presse	Puissance Presse	Durabilité	Dureté
Granulés	Porc	↗↗	↘↘↘	↗	↘↘↘	↗↗↗	↘↘↘	↘↘	↗↗	↘↘↘
	Porcelet 1 ^{er} age	↗↗	↘↘↘	↗↗↗	↘↘↘	↗	↘↘	↘↘↘	≈	↘↘↘
	Compl. Azoté	↗	↘↘↘	↗↗	↘↘	↗	↘↘	↘↘	↗↗	↘↘↘
	Poulet	↗	≈	↗↗	↘↘	↗↗	≈	↘↘↘	↗↗↗	↘
	Dinde	↗↗	≈	↗↗	↘↘	↗	≈	↘↘↘	↗↗	↘↘↘
	Bovin	↘↘	≈	↘	↘↘↘	↘	≈	↘↘	≈	↘↘
	Lapin	↗	≈	≈	↘↘↘	↘	≈	↘↘	≈	↘↘
Farine	Porc	↗	↘↘↘	↗↗	↘↘	↗↗↗				
	Pondeuse	≈	↘↘↘	↗↗	↘↘	↗				
	Poulet	↗	≈	↗↗	↘↘↘	≈				

4. Conclusions

Cette étude a évalué certains impacts de l'incorporation de glycérine sur différentes formules, différentes présentations d'aliments, différents taux d'incorporation et a permis de comparer ce coproduit à d'autres déjà utilisés. Cette fiche résume les effets les plus significatifs :

- **Risque de prise en masse dans les silos pour les aliments en farine** et recommandation de ne pas stocker longtemps des farines contenant de la glycérine
- **Possibilité de créer des aliments**, à la fois, plus **durables** (accroissement de la tenue mécanique des granulés) et **plus mous**
- Pas d'intérêt significatif à réchauffer la glycérine avant incorporation
- **Réduction de la densité des aliments** sous forme de farine
- Léger accroissement du coût électrique au niveau du mélangeur, donc augmentation de la consommation spécifique électrique à ce poste
- Réduction de la consommation spécifique électrique et donc du coût électrique au niveau

de la presse par un effet lubrifiant significatif : près de - 3 % de la CSE / % de glycérine pour certains aliments.

- Réduction de l'échauffement en filière qui est souvent le facteur principal de la destruction de composés nutritionnels thermosensibles
- Pas d'interaction avec les autres liquides
- Accroissement de la présence de mottes avec des taux importants de glycérine
- Possibilité de réduire l'eau disponible et d'accroître l'Aw, mais sans conséquences directement visible sur certaines flores bactériennes

Enfin, cette vaste étude a également permis de souligner le **manque global de données disponibles sur l'utilisation des différents liquides** en alimentation animale et l'intérêt d'approfondir cette connaissance.