

**Validation de la simulation de
l'aérodynamique pour améliorer et/ou
concevoir les ressues industriels de
gros bovins**

Contrat OFIVAL/INTERBEV

Fiche Résumé

Mai 2004

1 - CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le comportement aéraulique des frigos de ressuage des carcasses peut avoir des répercussions considérables, à la fois, sur la qualité des produits et sur l'efficacité du fonctionnement de l'installation (consommation électrique, etc.).

En 1997, l'ADIV en collaboration avec l'INRA a réalisé une étude, dans le cadre des programmes OFIVAL-INTERBEV, intitulée « Caractérisation des installations de ressuage et de leur comportement aéraulique dans 60 abattoirs ». Cette étude a permis :

- de mettre au point une méthode de mesure rapide et fiable des vitesses de l'air dans les ressuages, et donc visualiser la cartographie des vitesses d'air, quelle que soit leur configuration.
- de mettre en évidence les limites (zones de sur ou sous-ventilation) des configurations de ressuage les plus souvent rencontrées en France,
- à l'occasion, de démontrer que la simulation en mécanique des fluides numérique pouvait être un outil précieux d'aide à l'amélioration et/ou à la conception des appareils industriels agroalimentaires.

Néanmoins, en ce qui concerne les simulations numériques effectuées, les modèles utilisés n'avaient pas été établis à partir de données issues de salles de ressuage de carcasses grandeur nature. De plus, ce modèle de simulation n'avait jamais encore été validé expérimentalement par une série de mesures aérauliques ou thermiques.

L'objectif du programme est donc de valider l'efficacité et la fiabilité des outils de simulation numérique aujourd'hui disponibles pour la conception des frigos de ressuage et/ou l'amélioration de leur comportement aéraulique d'une part, et de quantifier la prédiction faite par simulation par rapport à des mesures réelles d'autre part.

2 - MATERIELS ET METHODES

Contrairement à la proposition de départ, deux ressuges statiques, et non un ressuage statique, et un ressuage convoyé ont servi de champs d'expérimentation :

- le ressuage de l'abattoir de Limoges, d'une capacité de 375 carcasses de gros bovins,
- le ressuage de l'abattoir d'Annonay, d'une capacité de 66 carcasses de gros bovins.

Pour chaque abattoir l'étude s'est déroulée en 3 phases :

- ⇒ **Phase 1** : caractérisation de l'existant,
- ⇒ **Phase 2** : simulation numérique à l'aide d'un logiciel de mécanique numérique des fluides (code de calcul FLUENT) de l'existant et des modifications envisagées pour améliorer l'aéroulque,
- ⇒ **Phase 3** : mesure des écarts entre les simulations numériques faites par ordinateur et la caractérisation expérimentale des modifications, pour valider ou non la méthode.

Les phases de caractérisation 1 et 3 ont été menées de la même façon. Elles comportent 3 volets :

- cartographie aéroulque des locaux,
- cinétique de descente en température d'une carcasse (globe à cœur et en surface, faux filet à cœur et en surface),
- mesure de pertes de poids sur plusieurs carcasses,
- mesure de la température et de l'hygrométrie de l'air des locaux.

Seule la phase 1 comporte une étape supplémentaire de mesure de la géométrie des locaux nécessaire pour la phase de simulation numérique.

La phase 2 de simulation comporte 3 étapes.

L'étape n°1 consiste à retrouver par simulation l'état des lieux de l'ADIV à partir des relevés géométriques des locaux et des vitesses d'air mesurées à la sortie des organes de soufflage.

L'étape n°2 consiste à simuler des modifications permettant d'améliorer l'homogénéité du soufflage et/ou d'augmenter le niveau moyen des vitesses d'air.

Enfin, lors de l'étape n°3, l'INRA a calculé la corrélation entre la prédiction des vitesses d'air issues du calcul de la simulation numérique et les valeurs réelles collectées par l'ADIV après la réalisation des modifications des ressuges.

3 - RESULTATS ET DISCUSSION

La caractérisation initiale des abattoirs a montré plusieurs défauts des installations. Le ressuge de l'abattoir d'Annonay présentait une ventilation hétérogène pour laquelle l'essentiel du flux d'air était concentré au centre de la pièce et en hauteur. Par ailleurs, les cinétiques de descente en température ont révélé un sous-dimensionnement de la puissance frigorifique, défaut qu'il n'était pas convenu de résoudre dans le cadre de l'étude.

Le ressuge de l'abattoir de Limoges présentait également des ventilations hétérogènes concentrés au centre et sur les bords du local. D'autre part, le niveau moyen des vitesses d'air était insuffisant compte tenu de la capacité de stockage du local. Enfin la puissance frigorifique du local semble légèrement sous-dimensionnée mais cet écart n'est pas aussi critique que pour l'abattoir d'Annonay.

L'étape de simulation numérique a permis dans un premier temps de quantifier la corrélation existante entre l'état des lieux des mesures effectuées sur site et les mesures simulées. Les corrélations sont très bonnes. Elles sont reprises dans le tableau ci-dessous.

	Equation de la courbe	R ²
Annonay	$y = 0,86 x$	0,81
Limoges	$y = 0,78 x$	0,77

y = valeurs de vitesses d'air simulées

x = valeurs de vitesses d'air mesurées

Plusieurs modifications ont été simulées sur logiciel afin de trouver des solutions permettant d'améliorer l'aéraulique à moindre coût.

Les solutions préconisées furent :

- pour l'abattoir d'Annonay, la mise en place d'un déflecteur à la sortie de l'organe de soufflage ainsi que l'ajout d'une jupe plastique en fond de local,
- pour l'abattoir de Limoges, la mise en place de 12 ventilateurs afin d'augmenter le niveau moyen des vitesses d'air et le brassage de l'air dans le ressuge.

Les solutions testées ont été validées par une nouvelle campagne de mesure et les modifications effectuées ont permis d'améliorer sensiblement l'homogénéité de la ventilation des locaux. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-après.

		Moyenne des vitesses d'air	Ecart type des vitesses d'air	% de l'écart type par rapport à la moyenne
ANNONAY	Avant modification	0,87	0,94	108%
	Après modification	0,7	0,58	80%
LIMOGES	Avant modification	0,7	0,32	45%
	Après modification	0,97	0,39	40%

Ces modifications ont eu pour conséquence de réduire la perte de poids sur les carcasses de bovins de l'abattoir d'Annonay mais d'augmenter la cinétique de descente en température par réduction du niveau moyen des vitesses d'air.

Pour l'abattoir de Limoges, la cinétique de descente en température des carcasses de bovins a été accélérée sans en changer les pertes de poids.

Enfin pour conclure, comme pour la phase d'état des lieux, la corrélation entre les mesures simulées et les mesures réelles collectées à l'issue de la modification des installations a été estimée.

Les résultats sont les suivants.

	Equation de la courbe	R ²
Annonay	$y = 0,92 x$	0,72
Limoges	$y = 0,74 x$	0,69

y = valeurs de vitesses d'air simulées

x = valeurs de vitesses d'air mesurées

La simulation numérique permet donc de simuler à moindre coût des modifications pertinentes des installations frigorifiques sans avoir recours à des campagnes de mesures de longue durée. A ce titre, il semble possible d'envisager des études conceptions de ressuges neufs avec l'outil de mécanique des fluides numérique même si la définition des conditions limites (module et orientation des vecteurs vitesses d'air à la sortie des organes de soufflage à l'entrée des systèmes d'aspiration) mériterait d'être affinées.