

Etude de l'intérêt du séchage de particules en vapeur d'eau surchauffée et conception et réalisation d'un démonstrateur d'un sécheur tambour à trois passes

Contact : Hedi ROMDHANA, Maître de Conférences AgroParisTech
Hedi.romdhana@agroparistech.fr

Unité : UMR Ingénierie Procédés Aliments (GENIAL)

Résumé : Le séchage à la vapeur d'eau surchauffée (VES) permet de réduire la consommation d'énergie et l'émission de composés organiques volatils (COV), mais l'impact pour la qualité des produits reste à démontrer. Nous avons démontré l'intérêt théorique d'un sécheur de pulpes de sucrerie autonome par VES et nous avons développé un partenariat avec un constructeur et des industriels pour la conception d'un démonstrateur de séchage de particules à la VES allant jusqu'à 600°C en entrée de sécheur et une pression de 2 atm, répondant à la réglementation DESP 97/23/CE.

Contexte et enjeux : L'objectif était de mettre au point un démonstrateur de séchage VES d'un débit évaporatoire d'au moins 20 kg.h⁻¹ pouvant travailler sous pression, jusqu'à 2 atm avec des températures d'entrée de la VES dans le sécheur tambour pouvant aller jusqu'à 600°C. Ce démonstrateur devait être équipé d'une part d'un système autonome de production de chaleur par combustion pour atteindre des températures élevées et d'autre part instrumenté afin de réaliser les essais dans les meilleures conditions de contrôle du procédé, des produits et des effluents. Ce démonstrateur devait être déplacé sur les sites de industriels afin d'y effectuer des essais de séchage sur les différents produits : luzerne, pulpe de betterave, drêche de distillerie et marc de raisin. Le fait de disposer de ce démonstrateur original permettra de conduire des essais en jouant sur le type de produit à sécher et sur les paramètres du procédé (température d'entrée, débit de VES) afin de démontrer l'intérêt de la technologie et surtout d'apporter de la connaissance sur le séchage à la VES.

Les objectifs de ce démonstrateur étaient de permettre :

- la réduction de la consommation énergétique via un couplage énergétique adapté,
- la réduction significative de la taille des équipements,
- la destruction des COV et des poussières,
- la suppression des pertes de matière par combustion,

- la caractérisation de l'impact du séchage VES sur la qualité des produits à sécher (pulpe de betterave, luzerne, drêche de distillerie et marc de raisin),

La première étape a été le calcul des caractéristiques de tous les flux. Puis le démonstrateur a été conçu et fabriqué. Il a été ensuite transféré sur un site industriel pour être testé sur différents produits.

Résultats : Forts des résultats des bilans enthalpiques et de matières, la démarche de conception de chaque équipement des circuits du démonstrateur a pu être établie. Elle a nécessité un long travail afin de répondre aux cahiers des charges établis mais surtout de surmonter les difficultés liées à l'encombrement, à la réglementation DESP 97/23/CE et aux contraintes de fonctionnement sous pression.

Parallèlement à ce travail, des réflexions ont été menées dans le but de choisir l'instrumentation adaptée pour apporter la connaissance du séchage à la VES, assurer la sécurité de l'installation et permettre le pilotage du démonstrateur lors des essais.

Ces différentes phases ont ensuite permis la fabrication du démonstrateur selon les règles de l'art établies par la réglementation DESP 97/23/CE. Enfin, un test d'épreuve sous pression a été réalisé avec succès afin d'obtenir la certification DESP et le marquage « CE » du démonstrateur. Des premiers essais à l'eau ont ensuite été conduits dans le but de démarrer le démonstrateur et de vérifier les boucles de régulation afin de préparer les essais avec produit. Enfin, quelques essais ont pu être menés avec de la pulpe de betteraves (Chryat et al., 2018).

Perspectives : Le démonstrateur va permettre de caractériser le comportement de différents produits au sein du sécheur tambour sous pression. Le démonstrateur offre la possibilité d'intervenir sur plusieurs paramètres opératoires tels que la température et la pression de la VES en entrée du sécheur tambour, le débit de VES ou la vitesse de rotation du tambour. Des études pourront également être menées pour extrapoler les résultats à l'échelle industrielle.

Valorisation : Le démonstrateur est installé à Luzéal, unité de séchage de la luzerne et de pulpes de sucrerie.

Références bibliographiques :

1. Romdhana H., Bonnazzi C., Esteban-Decloux M. 2015. Superheated-steam drying: an overview of pilot and industrial dryers with a focus on energy efficiency. *Drying Technol.*, 33:1255-1274. DOI: 10.1080/07373937.2015.1025139.
2. Romdhana H., Bonnazzi C., Esteban-Decloux M. 2016. Computer aided process engineering for environmental efficiency: industrial drying of biomass ; *Drying Technol*, 34, 10, 1253-1269, DOI: 10.1080/07373937.2015.1104348
3. Chryat Y., Romdhana H., Esteban-Decloux M. 2016. Reducing energy requirement for drying of beetpulp: Simulation of energy integration between superheated steam and air drying systems. *Drying Technol.*, 35, 7, 838-848, DOI: 10.1080/07373937.2016.1220952.
4. Chryat Y., Romdhana H., Labarde, C. Esteban-Decloux M. 2018. A concept and industrial testing of a superheated steam rotary dryer demonstrator: co-current-triple pass design. *Drying Technol.*, DOI:10.1080/07373937.2018.1460849

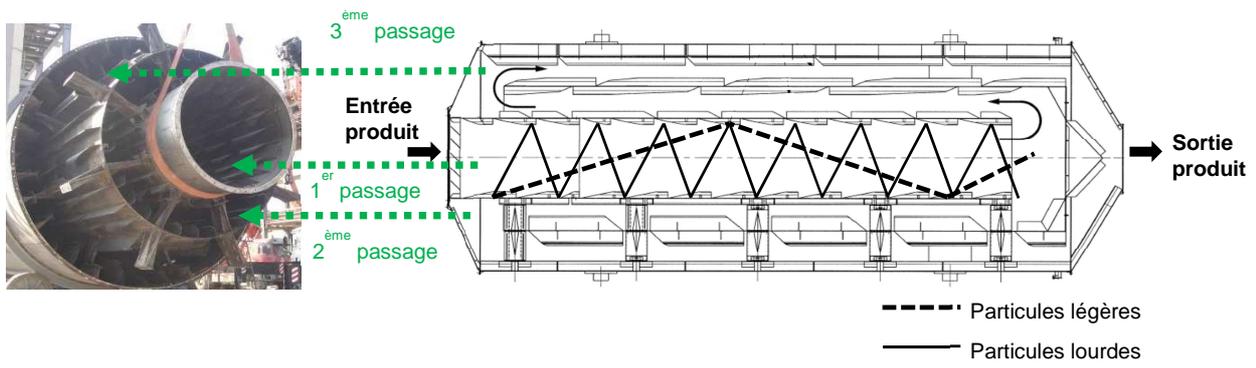


Figure 1 : Représentation de la coupe en vue de côté du sécheur tambour 3 passages



Figure 2 : Représentation du démonstrateur de sécheur à tambour 3 passages par vapeur d'eau surchauffée