

La zéodratation : une nouvelle méthode de séchage pour produire des ingrédients et des produits alimentaires

Jean-Pierre Gadonna ,

François Buche, Dominique Boutaud, Pascale Gadonna-Widehem

Journée IAR sur le génie des procédés de transformation de la biomasse

Paris, Mardi 09 Juin 2015



La consommation énergétique dans les industries françaises

28 Mtep/an
Par les utilités et procédés transverses
(séparation, séchage, stockage)



20% de réduction d'ici 2020

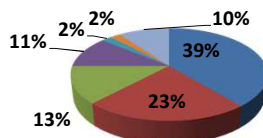
Le Séchage

47,9 TWh/an

9% Consommation industrielle totale

15% combustibles

Répartition des consommations d'énergie liées au séchage par secteur industriel



13 000
séchoirs

■ Papier, carton ■ IAA ■ Chimie ■ Matériaux
■ Métallurgie ■ Textiles ■ Autres

Source : Enea (2012) « Efficacité énergétique dans l'industrie : verrous et besoins en R&D » ; Ademe - Total

Le séchage dans les IAA, procédé « ancien » en constante évolution

Type de séchoir	T° de fonctionnement	Temps de séjour	Capacité	Applications
Etuve	<70-80°C	30 min à qq heures, voire qq jours	Très variable selon les produits	Fruits, légumes, viandes, poissons
Tapis	- 30 à 250 °C - Ajustable selon le produit - Refroidissement en fin de séchage	qq s à qq min, voire qq heures	1 à 50 kg _{eau} .h ⁻¹ .m ⁻³ de séchoir	Fruits et légumes, herbes et plantes médicinales, gélatine, pulpe de betterave, biscuits
Tambour rotatif	600 à 900°C	10 à 60 min	60 à 80 kg _{eau} .h ⁻¹ .m ⁻³ de séchoir	Pulpes de betterave, fibre de maïs, pâtes alimentaires, sucre
Séchoir pneumatique	- Entrée : 100 à 350 °C - Sortie : 70 à 120 °C	~1 s	5 à 100 kg _{eau} .h ⁻¹ .m ⁻³ de séchoir Dépend de la taille des particules	Poudre d'amidon, farine, protéines, pulpe de betterave
Lit fluidisé	50-200°C	2 à 60 min	1 à 50 kg _{eau} .h ⁻¹ .m ⁻² de sole	Levures, caséines, légumes, graines, poudres à post sécher et/ou à agglomérer
Séchoir par pulvérisation	Entrée : 100 à 600°C Sortie : 60 à 200°C	10 à 30 s	1 à 30 kg _{eau} .h ⁻¹ .m ⁻³ de séchoir	Lait, lactosérum, café, thé, jus de fruits, levures
Cylindre chauffant	100 à 180 °C	3 à 30 s	15 à 40 kg _{eau} .h ⁻¹ .m ⁻² de contact	Flocons de pomme de terre, farines infantiles instantanées, soupes
Silo vertical	30 à 90 °C	6h à 4 j	500 à 15 000 kg _{eau} .h ⁻¹	Mais, blé tendre, orge, riz, pois protéagineux
Lyophilisateur	- Produit froid : -10 à -40°C - Tmax en surface : 30 à 90°C - P : 10 à 300 Pa	10 à 72 h (généralement 30 à 40h)	0,1 à 0,5 kg _{eau} .h ⁻¹ .m ⁻² de plateau	Champignons, morceaux de fraises, oignons, herbes aromatiques, café

Source : Catherine Bonazzi, Jean-Jacques Bimbenet, Séchage des produits alimentaires : Appareils et Applications, Techniques de l'ingénieur, F3002, 2008

LaSalle Beauvais

09/06/15

Autre défi à relever dans l'agro-alimentaire

Naturalité

Ingrédients naturels

Produits sains

Authenticité des goûts

Bien-être

Equilibre des sens

Santé

Plaisir

Produits moins transformés



LaSalle Beauvais

09/06/15

La zéodratation : une technique de séchage prometteuse pour les IAA

ZEO DRATATION

Zéolithes/zéolites

Déshydratation

Technique de déshydratation qui met en œuvre des zéolites

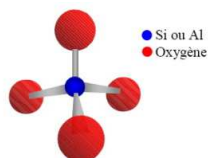
LaSalle Beauvais

09/06/15

Zéolites : structure chimique



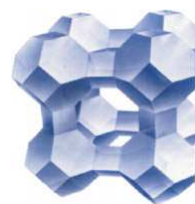
Zéolite naturelle
(50 variétés connues)



Tétraèdre (aluminat ou silicate)



Zéolite synthétique
(150 types)



Zéolite de type A



Zéolite de type X

LaSalle Beauvais

09/06/15

Zéolites : propriétés

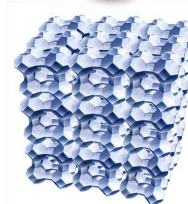
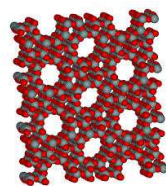
Une **zéolite**, est capable d'adsorber ou de désorber différentes molécules, **dont l'eau**, de manière sélective, en fonction de la température, de la pression et de l'humidité relative.

Surface spécifique : **100-800 m²/g**

Capacité d'adsorption d'eau : jusqu'à **30%** de leur masse sans variation de volume

Régénération (désorption) **à vie** de la zéolite par effet de pression et/ou température

Autres propriétés : propriétés catalytiques et échangeuses d'ions



LaSalle Beauvais

09/06/15

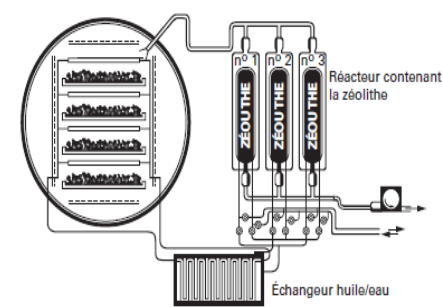
Zéolites : applications

Secteurs d'activités	applications
Chimie	Catalyse, échange ionique, raffinage du pétrole, séparation des gaz industriels, purification, piégeage de radioéléments ...
Eaux	Assainissement, dépollution, filtration/épuration
Cultures végétales	Amélioration de la fertilité des sols, du taux de rétention hydrique, supports biologiques, favorise la ramification et la croissance des plantes
Elevage	Nutrition animale, pisciculture, aquariophilie, litière
Construction	Additif dans la formulation des ciments, augmentation de la résistance des bétons et diminution de la corrosion et du relargage de polluants.
Usage médical	Production d'oxygène de qualité médicale (adsorption de l'azote de l'air), amélioration de la coagulation des saignements graves
Agroalimentaire	Séchage des produits alimentaires
...	

LaSalle Beauvais

09/06/15

Zéodratation : principe



Zéodratation classique

(Sébastien Roustel, Zéodratation, Techniques de l'Ingénieur, F3 010 (2011))



Zéodratation par confinement

(ZéodryPlus Europe)

LaSalle Beauvais

09/06/15

Zéodratation : Avantages

QUALITATIF

- Préservation de la structure, des couleurs et des arômes
- Préservation des principes actifs tels que les vitamines et les antioxydants
- Préservation de la viabilité des cellules

ECONOMIQUE

- Faible consommation d'énergie (7 kWh/L_{eau} contre 19,6 kWh/L_{eau} en lyophilisation)
- Rapidité du cycle de séchage (entre 8 et 15 heures)
- Valorisation possible des rebuts et des co-produits

ÉCOLOGIQUE

- Absence de fluides frigorigènes (fréon ou CFC)

LE BILAN CARBONE est de 1,5 kg de CO₂ par litre d'eau retirée
Comparé à un lyophilisateur qui consomme plus de 4 kg de CO₂

LaSalle Beauvais

09/06/15

Résultats Pratiques

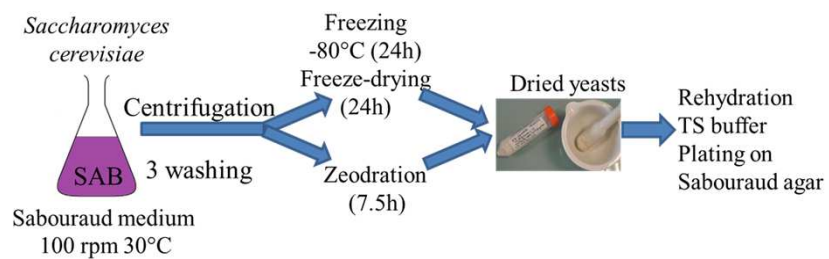
Impact du procédé de zéodratation sur :

- Conservation des **levures**
- La capacité antioxydante des **canneberges**
- Les caractéristiques physico-chimiques du **blanc d'œuf déshydraté**

LaSalle Beauvais

09/06/15

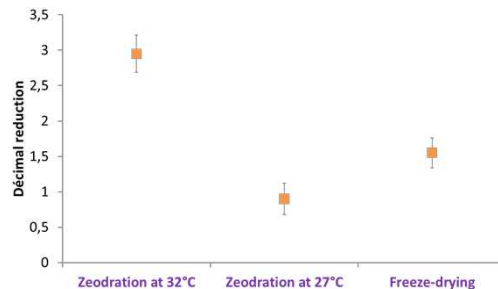
Conservation des levures / préservation de leur viabilité



LaSalle Beauvais

09/06/15

Impact de la zéodratation sur la conservation des levures



- Une population cultivable plus importante après zéodratation à 27° C vs. Lyophilisation
- Réduction décimale plus forte après lyophilisation (1,5 log) vs. Zéodratation à 27° C (1 log)
- Effet de la température de zéodratation : réduction décimale plus forte à 32° C qu'à 27° C Gain de temps : 7,5h (zéodratation) / 2 jours (Lyophilisation)

LaSalle Beauvais

09/06/15

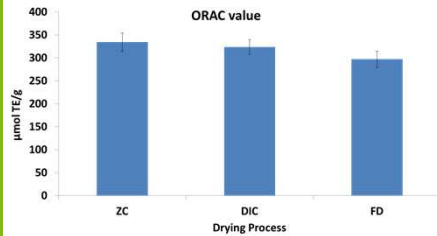
La capacité antioxydante des canneberges



LaSalle Beauvais

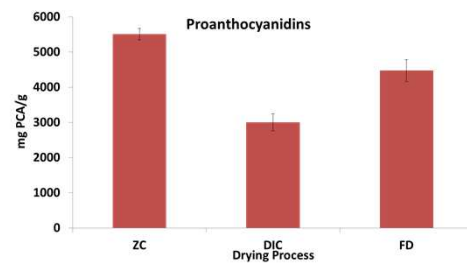
09/06/15

La capacité antioxydante des canneberges



La zéodratation par confinement préserve mieux les antioxydants que la lyophilisation (+11%) et que la DIC (+3%)

Les taux de proanthocyanidins sont beaucoup plus élevés après zéodratation par confinement (+ 18% et +45% comparé respectivement à la lyophilisation et la DIC)



LaSalle Beauvais

09/06/15

Les caractéristiques physico-chimiques du blanc d'œuf déshydraté

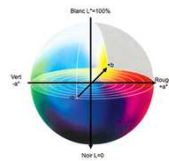


LaSalle Beauvais

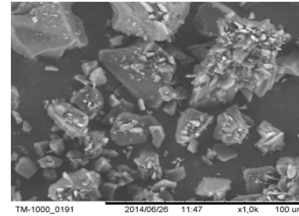
09/06/15

Les caractéristiques physico-chimiques du blanc d'œuf déshydraté

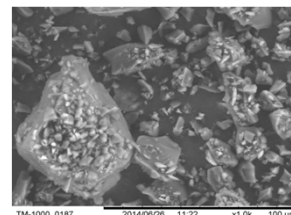
	Freeze-dried white eggs powder	Zeodrated white eggs powder
Moisture (g for 100 g)	4.22	3.48
Water activity	0.107	0.073
Volumetric mass density (g.cm ⁻³)	0.596	0.688
Color		
L	97.23	97.54
a	-7.15	2.00
B	16.38	10.44



Grande similarité des caractéristiques physiques des deux types de produits



Blanc d'œuf lyophilisé

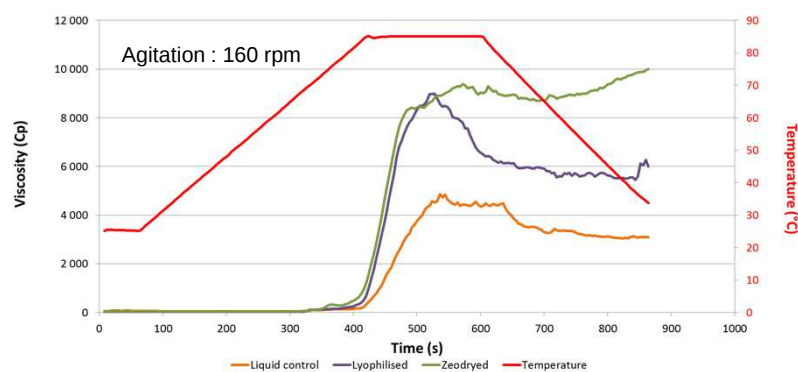


Blanc d'œuf zéodraté

LaSalle Beauvais

09/06/15

Analyse de comportement rhéologique du blanc d'œuf déshydraté

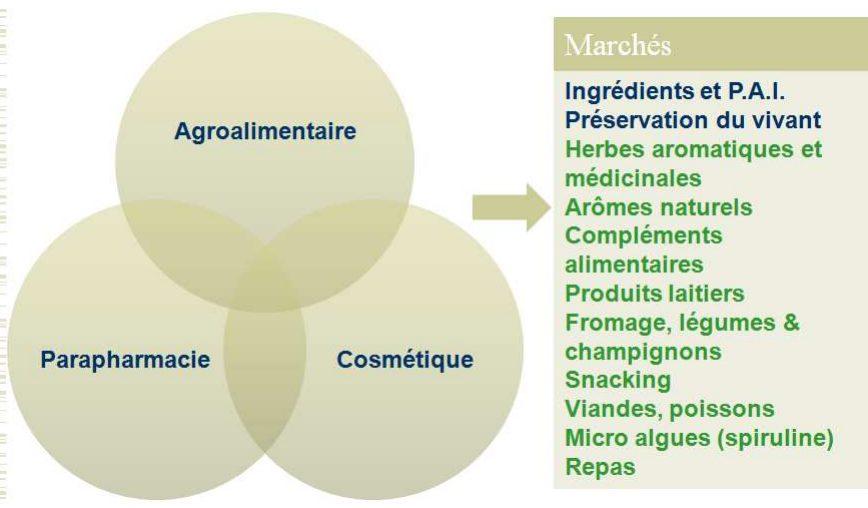


Le blanc d'œuf zéodraté montre une meilleure consistance et un meilleur maintien du gel formé → impact de la zéodratation sur la structure et les propriétés des protéines

LaSalle Beauvais

09/06/15

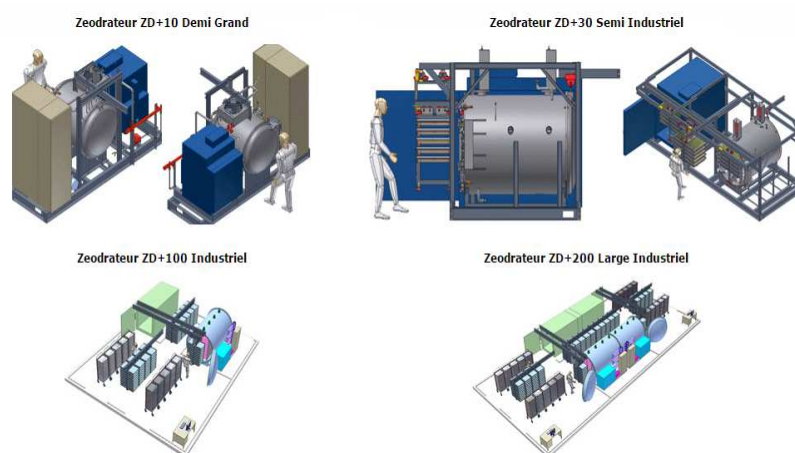
Cibles produits



LaSalle Beauvais

09/06/15

Gamme des modèles disponibles (société millenium energy)



LaSalle Beauvais

09/06/15

MERCI DE VOTRE ATTENTION

(jean-pierre.gadonna@lasalle-beauvais.fr)

www.lasalle-beauvais.fr