

# TECHNOLOGIE DE SECHAGE : ZEODRATATION



**Interreg**  
**ALCOTRA**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



UNION EUROPÉENNE  
UNIONE EUROPEA



Le Terre  
dei Savoia



DISAFA  
Università degli studi di Torino



FranceAgriMer

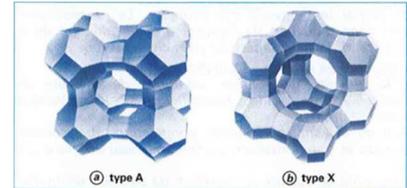


CRIEPPAM

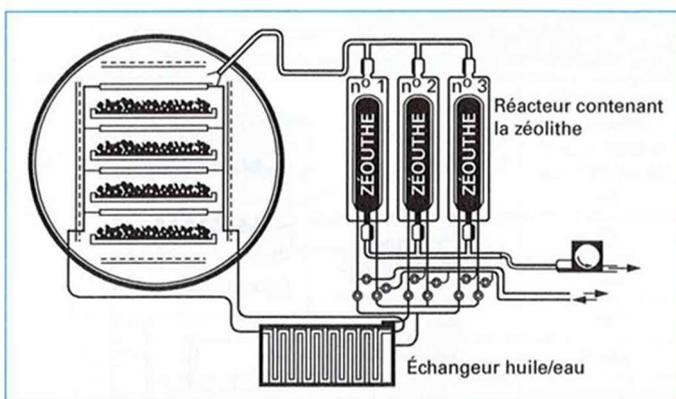
## 1. PRINCIPE DE LA TECHNOLOGIE

La zéodratation est une technique de déshydratation qui met en œuvre des zéolithes, c'est-à-dire un minéral microporeux appartenant au groupe des silicates

Une zéolithe, naturelle ou synthétique est capable **d'adsorber ou de résorber** de l'eau, de manière sélective, sur la surface fortement polaire de ses pores (les liaisons sont par conséquent de très faible énergie) en fonction de la température et de l'humidité relative.



Les zéolithes peuvent adsorber jusqu'à 30 % de leur masse en eau. Ils sont utilisés pour plusieurs cycles.



La **zéodratation** est basée sur l'utilisation couplée de **l'évaporation sous vide** (avec apport modéré d'énergie thermique) avec l'utilisation de zéolithes dont les pores de petite taille, **adsorbent la vapeur d'eau émise par le produit lors de l'évaporation**

L'absence d'air dans l'enceinte facilite le passage de l'eau de l'état liquide ou solide à l'état gaz (vapeur), accélérant ainsi la déshydratation du produit.

Un cycle de zéodratation est composé généralement de 3 phases :

- l'adsorption ;
- la régénération de la zéolithe ;
- le refroidissement

Le produit à déshydrater est placé sur des plateaux dans une enceinte (cuve, baratte, tunnel), de manière à obtenir le rapport surface/volume le plus important possible. En général, une surface de 1 cm<sup>2</sup> pour 1 ml de produit est un rapport satisfaisant pour un bon échange.

- les plateaux sont placés sur les radiants qui apportent l'énergie nécessaire à l'évaporation ou à la sublimation ;
- l'enceinte est mise sous vide et peut atteindre des pressions inférieures à 100 Pa;
- le produit est alors traité à une température positive ou négative selon sa sensibilité, ainsi que le type de séchage envisagé ;
- la durée du cycle dépend de la capacité du produit à libérer l'eau;
- une fois que l'humidité résiduelle souhaitée est atteinte, la déshydratation est terminée. Le vide est alors « brisé » et le produit est retiré de l'enceinte.

Lorsque la zéolithe est saturée en eau, une phase de régénération est indispensable. Elle se fait par application d'un traitement thermique de 250 à 300 °C. L'apport d'énergie permet une désorption des molécules d'eau.

Cette vapeur d'eau est ensuite condensée par refroidissement puis évacuée.

- **Caractéristiques techniques**

Volume utile	Plusieurs tailles selon les équipements ZeodryPlus : de 1 à plus de 500 kg d'eau extraite par heure selon le nombre de réacteurs
Capacité d'adsorption :	de 8 à 30% de son poids suivant l'utilisation
Durée de séchage (approximative)	Rapidité du cycle de séchage (entre 7 et 18 heures)
Puissance électrique nécessaire	Machine à vide
Température de traitement	Vide donc température d'ébullition de l'eau est abaissée entre 20 et 30 °C

## 2. APPLICATIONS

Cette technique est très bien adaptée pour la déshydratation des produits sensibles aux températures élevées et contenant des principes actifs, tels que les herbes et les plantes aromatiques, mais aussi les fruits, les végétaux, le café, les viandes cuites, les bactéries et les produits cosmétiques, ainsi que les produits pharmaceutiques.

Cette technologie est également utilisée dans d'autres domaines industriels dans lesquels on doit travailler au niveau moléculaire.

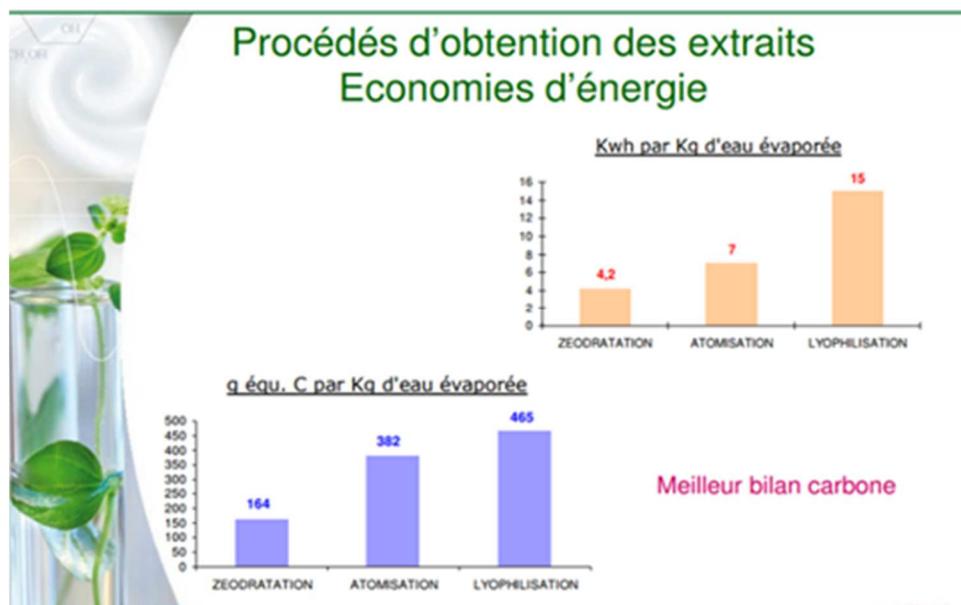
- **Impacts produits**

Au cours de l'opération, la température du produit est comprise entre -20 ° C et + 60 ° C. Ce niveau de température permet de produire les altérations organoleptiques du produit (préservation des arômes, couleurs, vitamines, antioxydants... qui de par leur taille, ne sont pas piégés par les zéolithes), tout en respectant la structure de ce dernier.

## 3. IMPACTS ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

La zéodratation est une technique alternative à la déshydratation ou à la concentration de produits sensibles et/ou contenant des molécules bioactives.

Cette technique est compétitive sur le plan économique, comparativement à la lyophilisation qui consomme beaucoup d'énergie (baisse de 30 à 50 % des coûts de production).



Economie	
<b>Investissement</b>	Très élevés ZEOBRYPLUS : 700.000 euros la licence pour l'installation canadienne.
<b>Coûts d'exploitations</b>	Elevés
<b>Consommables</b>	Argiles naturelles

Environnement	
<b>Consommation en eau</b>	Faible.
<b>Consommation énergie</b>	Il faut à 6 kw h pour extraire 1 litre d'eau (contre environ 19,7 pour la lyophilisation) mais il faut de l'énergie pour régénérer les zéolithes.
<b>Rejets</b>	Rejets limités à la vapeur d'eau

## 4. CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES

Pas de contrainte réglementaire.

## 5. IMPACT AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Pas d'impact sur la production biologique

## 6. ÉQUIPEMENTS, CONSTRUCTEURS, MATURITE...

- **Maturité de la technologie**

La zéodratation est une technologie mature mais il y a peu d'installations étant donné le montant des investissements.

La technologie donne des produits de très bonne qualité ; en 2016, des snacks de fruits mis au point par des élèves de l'institut Lasalle de Beauvais ont obtenu un prix (« Frui'Zéo »). Ce centre de recherche dispose d'un équipement en prêt.

<http://www.leparisien.fr/beauvais-60000/beauvais-elles-inventent-les-tous-premiers-snacks-aux-fruits-100-naturels-28-10-2016-6263766.php>

- **Equipements**

Les équipements actuels peuvent aller de 1 à plus de 500 kg d'eau extraite par heure (selon le nombre de réacteurs), avec les enceintes/plateaux de 0,2 à plus de 100 m<sup>2</sup> de surface.

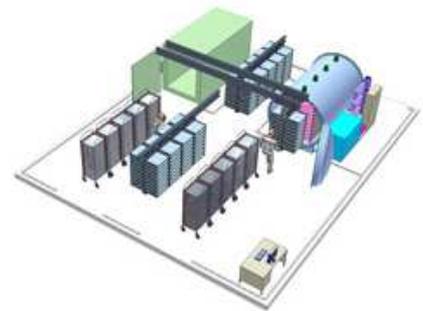
**Fournisseurs**

**Zeodryplus**

Zeodrateur ZD+10 Demi Grand



Zeodrateur ZD+100 Industriel



## 7. BIBLIOGRAPHIE UTILE

Produits	T°	Paramètres	Articles
Carottes Persil Fraises	20 °C	10-12h, zéolite 4G et 5G	Gadonna, 2012

Jean-Pierre Gadonna, Dominique Boutaud, Pascale Gadonna-Widehema . **Impact of the zeodration process on the antioxidants and aromatic compounds of food products: comparison with two other dehydration processes.** (Poster XVI World Congress of Food Science and Technology – IUFoST, 5-9 August 2012)  
Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, BP3013, 19 rue Pierre Waguet, 60026 Beauvais, France  
[http://www.zeodryplus-europe.com/upload/modules/media\\_manager/scientifiques2.pdf](http://www.zeodryplus-europe.com/upload/modules/media_manager/scientifiques2.pdf)

Widehem-Gadonna P., Sarron E., Marier D., Gadonna JP. (2009). **Zeodration of food products: impact of this drying process on water activity and on microbial survival.** 3rd Congress of European Microbiologists, FEMS. Gothenburg, Sweden, June 28 –July 2009)

Djaeni, M; Sasongo, S B; Prasetyaningrum, A A; Jin, Xin; Boxtel, A, **Carrageenan drying with dehumidified air: drying characteristics and product quality** International Journal of Food Engineering 8.3: 2682. (2012)

Djaeni, M, , C. J. van Asselt, P. V. Bartels, J. P. M. Sanders, Gerrit van Straten, Anton J. van Boxtel. **Low Temperature Drying With Air Dehumidified by Zeolite for Food Products: Energy Efficiency Aspect Analysis.**

International Journal of Food Engineering , vol. 7 (6), 2011, article 4  
<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/191648>

Djaeni, M.; Bartels, P.V; Sanders, J.P.M; Straten, G. van; Boxtel, A.J.B. van. Process integration for food drying with air dehumidified by zeolites. Drying Technology 2007a, 25 (1); 225-239

Djaeni, M; Bartels, P; Sanders, J; Straten, G van; Boxtel, A. J. B. van. **Process integration for food drying with air dehumidified by zeolites** Drying Technology 25.1--3: 225-239. (2007)

Nagaya, K.; Li, Y.; Jin, Z.; Fukumuro, M.; Ando, Y.; Akaishi, A. **Low temperature desiccant-based food drying system with air flow and temperature control.** Journal of Food Engineering 2006, 75; 71-77 (gel silicate)

Brevet Zeodryplus ; Millenium Energy, France

Numéro de la publication: FR 2868520 B1

Inventeur du brevet: Boutaud, D

EP 1 740 898 B1 INSTALLATION DE DESHYDRATATION PAR ZEOLITHES

<https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=EP&NR=1740898A1&KC=A1&FT=D&ND=3&date=20070110&DB=&locale=en> EP

Process 2009 Séchage de pointe pour poudre à haute valeur ajoutée

[http://www.zeodryplus-europe.com/upload/modules/media\\_manager/process.pdf](http://www.zeodryplus-europe.com/upload/modules/media_manager/process.pdf)

Zeodry+Plus limite l'impact énergétique de la déshydratation  
par Baptiste Roux Dit Riche, Cleantech Republic, 20.02.12

<http://www.cleantechrepublic.com/2012/02/20/zeodryplus-limite-impact-energetique-deshydratation-zeolites/>