

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :

Série :

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

THEME

Etude et Modélisation de la cinétique du séchage d'une plante par réseaux de neurones artificiels

Dirigé par :

Mr. A. BENKORICHI

Présenté par :

Benaissa Khaoula

Brahmia Rania

Année Universitaire : 2019/2020

Table des matières

Table des matières.....	I
Liste des figures	VI
Liste des tableaux.....	VIII
NOMENCLATURE ET SYMBOLES	IX
LISTE DES ABREVIATIONS.....	XI
Introduction générale	1

CHAPITRE I

Généralité sur le séchage

I.1 Introduction	2
I.2 Définition.....	2
I.3.1 Séchage par ébullition.....	3
I.3.2 Séchage par entraînement	3
I.4 Grandeurs caractéristiques.....	3
I.4.1 Grandeurs relatives de l'air humide.....	3
I.4.1.1 L'humidité absolue (H_a).....	3
I.4.1.2 Degré de saturation	4
I.4.1.3 Humidité relative (H_R)	4
I.4.1.4 Températures caractéristiques de l'air humide.....	4
I.4.1.4.1 Température sèche T_S	4
I.4.1.4.2 Température humide T_H	4
I.4.1.4.3 Point de rosée T_r	5
I.4.2 Grandeurs relatives au solide humide.....	5
I.4.2.1 Description d'un solide humide	5
I.4.2.2 Humidité absolue (teneur en eau).....	6
I.4.2.3 Humidité relative (titre en eau)	6
I.4.2.4 Activité de l'eau	6

I.4.2.5 Isothermes de sorption.....	7
I.4.2.6 Hygroscopicité	8
I.5 Modes de séchage	Erreur ! Signet non défini.
I.5.1 Séchage par conduction	9
I.5.2 Séchage par convection.....	9
I.5.3 Séchage par rayonnement	10
I.6 Cinétique de séchage	10
I.6.1 Interprétation des courbes de séchage.....	11
I.6.1.1 Phase transitoire [AB]	11
I.6.1.2 Phase de séchage à vitesse constante [BC]	11
I.6.1.3 Phase de séchage à vitesse décroissante [CE].....	12
I.6.2 Influence des paramètres de l'air sur la cinétique de séchage	12
I.6.2.1 Influence de la température de l'air.....	12
I.6.2.2 Influence de la vitesse de l'air	12
I.6.2.3 Influence de l'humidité de l'air	13
I.7 modélisations des cinétiques de séchage	13
I.7.1 Les modèles diffusifs	13
I.7.2 Les modèles basés sur les transferts couplés de chaleur et de masse ..	Erreur ! Signet non défini.
I.7.3 Les modèles semi- empiriques et empiriques	14
I.8 conclusion.....	15
Références bibliographiques.....	16

Chapitre II

Les réseaux de neurones artificiels

II.1 Introduction	19
II.2 Historique des RNA	19

II.3 Définition 20

II.4 Notions de base sur les réseaux de neurones artificiels 21

ملخص

من أجل المساعدة في تحسين عملية تجفيف النباتات العطرية والطبية، فنحن مهتمون بدراسة حركية ونمذجة تجفيف أوراق إكليل الجبل (*Rosmarinus officinalis*) بواسطة شبكة عصبية اصطناعية. تم إجراء التجارب على إكليل الجبل باستخدام مجفف تحت ظروف هواء تجفيف مختلفة (عند درجات حرارة مختلفة: 40 درجة مئوية و50 درجة مئوية وبسرعات هواء مختلفة : terroir 3.2، 3.47، 5.23 م / ث)

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها انخفاضًا في معدل محتوى الماء كدالة للوقت. كما يبرز غياب المرحلتين الأولى والثانية عندما يكون المنتج في شكل أوراق الشجر والحضور الفريد للمرحلة الثالثة كما هو الحال في كثير من حالات المنتجات النباتية.

أظهرت نتائج النمذجة بواسطة الشبكة العصبية الاصطناعية المستخدمة اعطت دقة جيدة على التنبؤ بالمحتوى المائي لإكليل الجبل، مما اعطي معامل ارتباط أكبر من 0.9998

الكلمات المفتاحية: التجفيف، النمذجة، الشبكة العصبية الاصطناعية، حركة التجفيف.

Abstract

In order to help improve the drying process of aromatic and medicinal plants, we are interested in studying the kinetics and modeling of the drying of rosemary leaves (*Rosmarinus officinalis*) by an artificial neural network. Experiments were performed on rosemary with a terroir dryer under different drying air conditions (at different temperatures: 40 °C and 50 °C and at different air velocities: 3.2, 3.47, 5, 23 m / s).

The results obtained showed a decrease in the rate of water content as a function of time. It also highlights the absence of the first and second stages when the product is in the form of leaves and the unique presence of the third stage as is the case in many cases of plant products.

The modeling results using the artificial neural network showed good accuracy in predicting the water content of rosemary, which gave a correlation coefficient greater than 0.9998.

Keywords: Drying, Modeling, Artificial Neural Network, drying kinetics

Résumé

Dans le but de contribuer à la valorisation du procédé de séchage des plantes aromatiques et médicinales, nous nous sommes intéressés à l'étude de la cinétique et modélisation de séchage des feuilles de romarin (*Rosmarinus officinalis*) par un réseau neuronal artificiel. Des expériences ont été réalisées sur romarin avec un séchoir à terroir sous différentes conditions d'air de séchage (à différentes températures : 40 ° C et 50 ° C et à différentes vitesses d'air : 3,2, 3,47, et 5, 23 m / s). Les résultats obtenus montrent l'allure décroissante de la teneur en eau en fonction du temps. Elles confirment aussi l'absence de la phase I et II lorsque le produit est en feuille et la présence unique de la phase III, comme dans de nombreux cas de produits végétaux.

Les résultats de la modélisation utilisant le réseau de neurones artificiels ont montré une bonne précision dans la prédiction de la teneur en eau du romarin, ce qui a donné un coefficient de corrélation supérieur à 0,9998.

Mots clés : Séchage, Modélisation, Réseau de Neurones Artificiels, cinétique de séchage