

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

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES

DEPARTEMENT GENIE PHARMACEUTIQUE

N° d'ordre :.....

Série :.....

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie pharmaceutique

**ETUDE NUMERIQUE DE LA SOLIDIFICATION D'UN MATERIAUX A
CHANGEMENT DE PHASE(MCP) INTEGREE DANS UN MUR D'UNE
CHAMBRE DE CONSERVATION DES PRODUITS
PHARMACEUTIQUES**

Dirigé par:

Mme Bouseba.L

Présenté par :

ZAIDI RANIA

BENHAMMOUD HANANE

Année Universitaire 2017/2018.

Session : (juin)

Sommaire

Liste des figures.....	i
Listes des tableaux	ii
Nomenclatures.....	iii
Introduction générale	1
CHAPITRE I : Recherche bibliographique	
I-1 Introduction	3
I-2 Matériaux à changement de phase.....	4
I-3 Types des matériaux à changement de phase.....	4
I-3-1 MCP organiques.....	4
I-3-2 MCP inorganiques.....	5
I-3-3 MCP eutectiques.....	5
I-4 Avantages et inconvénient.....	7
I-5 Propriétés des matériaux de changement de phase.....	9
I-5-1 Critères thermodynamiques.....	9
I-5-2 Critères cinétiques.....	9
I-5-3 Critères chimiques.....	9
I-5-4 Critères économiques.....	10
I-6 Applications des MCP.....	10
I-6-1 Transport de produits alimentaires	10
I-6-2 Stockage de l'énergie thermique	10
I-6-3 Applications médicales.....	11
I-6-4 L'isolation des bâtiments.....	11
I-6-5 Climatisation passive et le chauffage.....	12
I-6-6 Textile.....	12
I-7 Stockage d'énergie thermique.....	13
I-7-1 Type de stockage d'énergie thermique	13
I-7-1-1 Stockage par chaleur sensible.....	14

Sommaire

I -7-1-2 Stockage par chaleur latente	15
I-7-1-3 Stockage thermochimique	18
I-8 Quelques recherches sur les MCP.....	18

CHAPITRE II : Modélisation du phénomène et résolution

II-1 Introduction.....	21
II-2 Position du problème mathématique.....	21
II-3 Formulation mathématique	22
II-3-1 formulation classique.....	22
II-3-2 formulation enthalpique.....	23
II-4 résolution de l'équation différentielle.....	25
II-4-1 discrétisation du domaine.....	25
II-4-2 discrétisation de l'équation différentielle.....	26
II-4-3 discrétisation des conditions aux limites.....	28
II-5 Stabilité du schéma numérique.....	28
II-6 organigramme de la résolution.....	28

CHAPITRE III: résultats et discussions

III-1 Introduction.....	30
III-2 Champ de température.....	30
III-2-1 Profil de température.....	33
III-3 Champ d'enthalpie.....	35
III-4 Evolution de la fraction de masse solidifiée.....	37
Conclusion générale.....	40

Références

Résumé

Les systèmes utilisant des matériaux à changement de phase (MCP) sont parmi les meilleures techniques de stockage/déstockage d'énergie, grâce à leur chaleur latente importante en changeant leur phase (liq-sol).

L'objectif de ce travail est d'étudier le processus de solidification d'une plaque contenant un MCP qui est l'eau. Ce problème est formulé mathématiquement par la loi de conduction en régime transitoire écrit sous la forme enthalpique. Cette méthode est très efficace pour bien modéliser le phénomène de changement de phase. L'équation différentielle obtenue est une équation unidimensionnelle où elle est écrite pour les deux phases liquide et solide. La résolution de cette équation est faite par la méthode des différences finies en écrivant un programme de calcul écrit en Fortran, afin de trouver la température ainsi que l'enthalpie en fonction des coordonnées spatio-temporelle pour déterminer le temps nécessaire de la solidification. La résolution a été comparée à des résultats de la littérature.

Mots clés : MCP, solidification, méthode enthalpique, chaleur latente.

ملخص :

الأنظمة التي تستخدم مواد تغيير الطور (PCM) هي من بين أفضل تقنيات تخزين / استرجاع الطاقة، وذلك بفضل الحرارة الكامنة العالية من خلال تغيير طورها (سائل - صلب).
الهدف من هذا العمل هو دراسة عملية تجمد صفيحة تحتوي على MCP وهو الماء. تم صياغة هذه المشكلة رياضياً من قبل قانون التوصيل العابر المكتوب في شكل المحتوى الحراري. هذه الطريقة فعالة جداً لنمذجة ظاهرة تغيير الطور. المعادلة التفاضلية التي يتم الحصول عليها هي معادلة أحادية البعد حيث يتم كتابتها لكل من المرحلتين السائلة والصلبة. يتم حل هذه المعادلة بطريقة الفرق المتناهي عن طريق كتابة برنامج كمبيوتر مكتوب في FORTRAN، من أجل إيجاد درجة الحرارة وكذلك المحتوى الحراري كدالة للإحداثيات الزمانية المكانية لتحديد الوقت اللازم للتصلب. تمت مقارنة القرار مع نتائج من الأدب.
الكلمات الرئيسية: MCP، التصلب، طريق الانتالبية، الحرارة الكامنة.