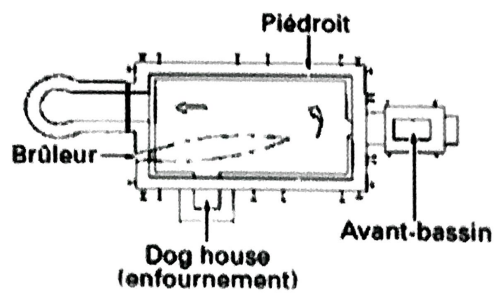
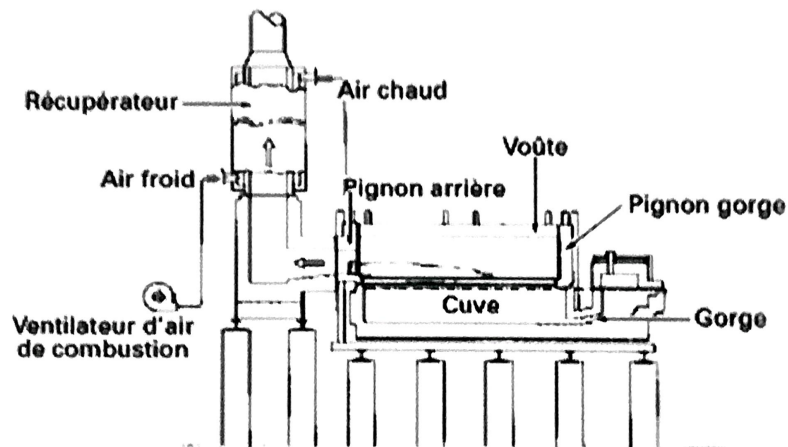


**ABOUTALEB Djamila**

# **LES FOURS DE L'INDUSTRIE VERRIERE**



## PREFACE

*Ce livre regroupe différentes informations de l'industrie verrière concernant la fabrication du verre et son traitement thermique dans les fours industriels. Il est destiné aux étudiants de la filière Génie ou Science des Matériaux et Chimie industrielle, comme il pourra servir à ceux qui s'intéressent au domaine du verre comme les unités verrières industrielles.*

*Le présent ouvrage a pour objectif d'apporter aux étudiants un outil de travail complément des cours de la technologie verrière, il met en évidence le traitement thermique industriel du verre dans les différents fours existants.*

*On a divisé ce livre en huit chapitres ;*

- Le premier chapitre traite l'élaboration industrielle des verres plat et creux.*
- Le deuxième chapitre décrit la conception générale des fours de verrerie*
- Le troisième chapitre donne les différents types de fours industriels de verrerie.*
- Les réfractaires utilisés dans la fabrication des fours sont donnés dans le quatrième chapitre*
- Le transfert de chaleur dans les fours est traité dans un cinquième chapitre*
- Le sixième chapitre donne des informations sur les combustibles.*
- Un calcul thermique des fours est établi dans le septième chapitre.*
- Un dernier chapitre (huitième chapitre) est consacré pour la pollution et l'environnement, et qui traite les inconvénients rencontrés lors de la production industrielle des verres dans les fours.*

*Nous souhaitons, par ce travail, donner une meilleure contribution avec l'apport d'un outil supplément dans le monde de l'industrie verrière ; comme nous désirons recevoir toutes remarques ou suggestions dans le contexte de cet ouvrage.*

**Dr .ABOUTALEB DJAMILA (Epouse SAFI)**

# Table des Matières

|                   |   |
|-------------------|---|
| Préface.....      | 3 |
| Introduction..... | 5 |

## Chapitre I

### Élaboration du verre

|  |    |
|--|----|
| I.1 Matières premières.....                | 9  |
| I.2 Étape de l'élaboration du verre.....   | 14 |
| I.3 Mise en forme des verres.....          | 17 |
| I.3.1 Le verre plat.....                   | 17 |
| I.3.2 Le verre creux.....                  | 26 |
| I.4 Autres types et produits verriers..... | 31 |

## Chapitre II

### Conception générale d'un four de verrerie (zones du four)

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| II.1 Introduction.....                | 33 |
| II.2 La structure du four.....        | 34 |
| II.2.1 Infrastructure du four.....    | 34 |
| II.2.2 La superstructure du four..... | 36 |
| II.2.3 Structure métallique.....      | 38 |

## Chapitre III

### Type des fours

|  |    |
|--|----|
| III.1. Introduction.....                   | 41 |
| III.2. Les fours.....                      | 41 |
| III.2.1 Les fours à fusion continue.....   | 41 |
| III.2.2 Les four à fusion discontinue..... | 65 |

## Chapitre IV

### Réfractaires des fours à bassin

|  |    |
|--|----|
| IV.1. Généralités.....   | 71 |
| IV.2. Choix technique.....   | 71 |
| IV.3. Choix économique.....  | 72 |
| IV.4. Réfractaires électrofondus.....  | 72 |
| IV.5. Réfractaires agglomérés.....   | 81 |
| IV.6. Les Sollicitations dans four verrier.....  | 85 |
| IV.7. Exemple d'étude de défauts rencontrés<br>lors de la fabrication du verre flottant..... | 87 |



## Chapitre V

### Transfert de chaleur dans les fours de verrerie

|   |     |
|---|-----|
| V.1. Transfert de chaleur dans les fours de verrerie.....                                       | 113 |
| V.1.a) Échange de chaleur dans l'espace de flamme.....  | 115 |
| V.1.b) Échange de chaleur entre les couches<br>de matières premières et le verre en fusion..... | 116 |
| V.1.c) Transfer de chaleur par convection.....  | 117 |
| V.2. Chauffage à courants parallèles et chauffage<br>à contre-courant.....                      | 117 |
| V.3. Rôle de l'atmosphère et de la pression dans les fours....                                  | 118 |

## Chapitre VI

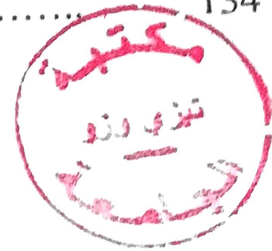
### Les combustibles

|   |     |
|---|-----|
| VI.1. Les combustible.....                                  | 123 |
| VI.1.a) Combustibles solides : (Charbons, bois, déchets)... | 123 |
| VI.1.b) Combustibles liquides et gazeux.....                | 125 |
| VI.2 Le caractéristiques communes de combustible.....       | 127 |

|   |     |
|---|-----|
| VI.3 Composition des fumées.....                | 128 |
| VI.4 Calcul de combustion.....                  | 129 |
| V.4.a) Combustion neutre.....                   | 129 |
| V.4.b) Combustion réductrice ou incomplète..... | 134 |

## Chapitre VII

### Calcul thermique des fours



|  |     |
|--|-----|
| VII.1 Introduction.....  | 135 |
| VII.2 Nilan énergétiques.....  | 135 |
| VII.3 Flux thermiques admissibles.....   | 143 |
| VII.4. Qualité du chauffage.....   | 143 |
| VII.5. Puissance installée.....  | 144 |
| VII.6. Dimensionnement des fours.....  | 144 |
| VII.7. Exemple de calcul d'un bilan thermique<br>d'un four à bassin (float glass)..... | 145 |

## Chapitre VIII

### Pollutions et environnement

|  |     |
|--|-----|
| VIII.1. Introduction.....                              | 157 |
| VIII.2. Polluants.....                                 | 158 |
| VIII.3. Émissions aqueuse.....                         | 162 |
| VIII.4. Autres types d'émission.....                   | 162 |
| VIII.5. Réglementation.....                            | 163 |
| VIII.6. Principaux risques des fours de verreries..... | 165 |
| Bibliographie.....                                     | 167 |
| Table des Matières.....                                | 169 |



ABOUTALEB Djamila est Maître de conférences (A) en Science et Génie des Matériaux, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université M'Hamed Bougerra de Boumerdes. Elle est titulaire d'un Doctorat d'Etat en Chimie Physique de Matériaux à l'Université de Boumerdes ou elle active en tant qu'enseignant de plusieurs modules.

Elle est membre de l'équipe de recherche de «l'Unité Recherche - Matériaux Procédés et Environnement (UR / MPE)» et auteur de plusieurs publications internationales dans le domaine du verre.

**Le présent ouvrage a pour objectif d'apporter aux étudiants un outil de travail complémentaire des cours de la technologie verrière, il met en évidence le traitement thermique industriel du verre dans les différents fours existants.**

**Subdivisé en plusieurs chapitres, cet ouvrage traite de la fabrication industrielle des verres plats et creux, de la conception générale des fours de verrerie, des différents types de fours et des réfractaires utilisés dans leur fabrication, le transfert de chaleur dans les fours, ainsi que des informations sur les combustibles et le calcul thermique des fours ; Enfin le dernier chapitre est consacré à la pollution et l'environnement dans la fabrication du verre dans les fours.**