

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour obtenir le titre de

DOCTEUR - INGENIEUR

(Automatique)

par

Boubakre MIMOUNI

Ingénieur U.S.T.O.

MODELISATION D'UNE ENCOLLEUSE TEXTILE EN VUE DE L'AMELIORATION DE SON FONCTIONNEMENT

Thèse soutenue le 27 Février 1984 devant la Commission d'Examen

JURY

Président :	P. VIDAL, Professeur à l'Université de Lille I
Rapporteur :	M. STAROSWIECKI, Professeur à l'Université de Lille I
Examineurs :	L. POVY, Professeur à l'Université de Lille 1
	P. MICHAUD, Professeur à l'Université de Lille I
	J. SEBILLE, Directeur Technique - Ets. NYDEL
	R. DAVID, ITF - NORD

TITRE : " MODÉLISATION D'UNE ENCOLLEUSE TEXTILE EN VUE DE L'AMÉLIORATION
DE SON FONCTIONNEMENT "

AUTEUR : MIMOUNI B.

DATE DE SOUTENANCE : 27 FÉVRIER 1984

RÉSUMÉ : *L'un des problèmes qui se pose encore, actuellement dans le textile, est le taux de casses important au tissage. Pour améliorer l'aptitude des fils au tissage, dans le but de minimiser le nombre de casses, il faut les renforcer par un encollage. Il apparaît ainsi clairement que le rendement du tissage est étroitement lié à la qualité de l'encollage. C'est pourquoi nous nous sommes intéressés à la modélisation de l'encolleuse en vue de son amélioration.*

Après avoir consacré une partie à la présentation de la machine et aux différents paramètres influençant la qualité de l'encollage, nous avons étudié dans une deuxième partie un ensemble de données de fabrication relevées aux deux niveaux de l'encollage et du tissage. Une analyse statistique a permis de mettre en évidence le rôle néfaste des tensions et celui bénéfique de la vitesse d'encollage.

Tenant compte des conclusions de cette analyse, nous avons orienté notre travail vers la détermination d'un modèle mécanique permettant le calcul des tensions appliquées aux fils en tout point de leur parcours dans l'encolleuse.

Le second modèle de thermodynamique permet le calcul de la température et de l'humidité de la matière en tout point du séchoir.

Nous consacrons le chapitre suivant aux différents moyens d'identifier les coefficients inconnus : capteurs à installer, processus expérimentaux et méthodes d'identification utilisables y sont exposés.

Nous terminons cette étude en proposant un certain nombre d'améliorations possibles en se basant sur les relations entre partie mécanique et partie thermodynamique du procédé.

MOTS CLÉS : Encolleuse . Encollage .

Analyse statistique .

Modélisation : mécanique, thermodynamique.

S O M M A I R E

	Page
INTRODUCTION GENERALE	14
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROCESSUS ET INFLUENCE DE SES PARAMETRES -----	
Introduction	25
I.1 - <u>Description de la machine</u>	
I.1.1. - Le cantre ou le râtelier	26
I.1.2. - Le système d'alimentation ou d'entrée	26
I.1.3. - La bache à colle	27
I.1.4. - Le séchoir à cylindres ou tambours	29
I.1.5. - La séparation.....	30
I.1.6. - L'ensouplage	31
I.2 - <u>Les produits d'encollage et leurs applications</u>	
I.2.1. - Les colles	35
I.2.1.1. - Produits à base naturelle.....	35
I.2.1.2. - Produits à base synthétique	36
I.2.2. - Les adjuvants	37
I.2.2.1. - Hygroscopiques.....	37
I.2.2.2. - Antirétrogradants	37
I.2.2.3. - Antiseptiques	37
I.2.2.4. - Lubrifiants et adoucissants	38
I.2.2.5. - Antistatiques.....	38
I.2.3. - Principe de préparation de la colle d'encollage	38
I.2.3.1. - Colles à base de produits amylicés	38
I.2.3.2. - Colles solubles sans gélatinisation.....	39
I.2.4. - Les aspects pratiques de la rhéologie des colles.....	40
I.2.4.1. - Caractéristiques rhéologique	41
I.2.4.2. - Etude de l'effet de changements de conditions sur le comportement rhéologique	41

	Page
<u>I.3 - Influence des principaux paramètres régissant l'encollage des fils</u>	
I.3.1. - Influence des tensions à l'encollage	42
I.3.2. - Influence de la vitesse d'encollage	42
I.3.3. - Influence de la pression d'exprimage	45
I.3.4. - Influence de la colle	47
I.3.4.1. - Effet de la température de colle	47
I.3.4.2. - Effet de la concentration et de la viscosité	47
I.3.5. - Influence de la densité de la chaîne	49
I.3.6. - Influence d'autres paramètres secondaires	51
 <u>I.4 - Conclusion</u>	
 BIBLIOGRAPHIE	 53
 CHAPITRE II : ANALYSE STATISTIQUE EN COMPOSANTES PRINCIPALES -----	
Introduction	60
 <u>II.1 - Analyse du problème</u>	
 <u>II.2 - Méthode d'analyse en composantes principales</u>	
II.2.1. - Position du problème	62
II.2.2. - Méthode de l'analyse en composantes principales	64
II.2.2.1. - Calcul du centre de gravité G du nuage	65
II.2.2.2. - Calcul de la matrice d'inertie	65
II.2.2.3. - Projection du nuage de points N sur un espace principal de dim K.	67
 <u>II.3 - Applications</u>	
II.3.1. - Présentation du listing	70
II.3.2. - Interprétation des résultats	76
 <u>II.4 - Conclusion</u>	
 BIBLIOGRAPHIE	 81

CHAPITRE III : MODELE MECANIQUE

Introduction	84
III.1 - <u>Modélisation</u>	
III.1.1. - But et intérêt de cette modélisation	86
III.1.2. - Allongement et coefficient d'allongement.....	86
III.1.3. - Tension d'une bande de matière : Loi de HOOKE.....	88
III.1.4. - Exemple de calcul de tensions mécaniques	89
III.1.4.1. - Chaîne cinématique	89
III.1.4.2. - Système global Enroulement - Déroulement	90
III.1.5. - Système complet	92
III.1.6. - Calcul des moments d'inertie	96
III.1.6.1. - Moment d'inertie $J (\theta_e)$	96
III.1.6.2. - Moment d'inertie $J (\theta_d)$	96
III.1.6.3. - Moment d'inertie des cylindres sécheurs	97
III.1.6.4. - Moment d'inertie des autres rouleaux...	97
III.1.7. - Calcul du rayon d'enroulement $R (\theta_e)$	97
III.1.8. - Calcul du rayon de déroulement $R (\theta_d)$	99
III.1.9. - Détermination de la masse $M (\theta_e)$	99
III.1.9.1. - Calcul de la longueur enroulée $L_e (\theta_e)$	100
III.1.10. - Détermination de la masse $m (\theta_d)$	101
III.1.10.1. - Calcul de la longueur déroulée $L_d (\theta_d)$	102
III.1.11. - Frein pneumatique (frein à sangle)	104
III.2 - <u>Modèle complet</u>	
III.3 - <u>Conclusion</u>	
Bibliographie	108

	Page
<u>CHAPITRE IV : MODELE THERMODYNAMIQUE</u>	
Introduction	114
<u>IV.1 - Les divers procédés de séchage</u>	
IV.1.1. - Séchage par contact	116
IV.1.2. - Séchage par convection	116
IV.1.3. - Séchage par rayonnement	116
<u>IV.2 - Le séchoir à cylindres</u>	
<u>IV.3 - Modélisation du procédé</u>	
IV.3.1. - Construction d'un modèle stationnaire	119
IV.3.1.1. - Ecriture du modèle mathématique	119
IV.3.1.2. - Calcul des coefficients de transferts....	130
IV.3.1.3. - Etude du séchage d'un matériau poreux ...	136
IV.3.1.4. - Energie de liaison de l'eau et des fibres	136
IV.3.2. - Modèle complet	138
IV.3.2.1. - Modèle "contact matière - métal "	139
IV.3.2.2. - Modèle "sans contact".....	140
<u>IV.4 - Conclusion</u>	
Bibliographie	141
<u>CHAPITRE V : MOYENS DE VALIDATION DES MODELES ET METHODES D'IDENTIFICATION</u>	
Introduction	146
<u>V.1 - Mesures nécessaires à la validation des modèles</u>	
V.1.1. - Modèle mécanique	147

	Page
V.1.1.1. - Mesures	147
V.1.2. - Modèle thermodynamique	151
V.1.2.1. - Mesures	152
V.1.2.2. - Matériel utile, emplacement des capteurs	154
V.2 - <u>Méthodes d'identification</u>	
V.2.1. - Présentation du problème	157
V.2.2. - Algorithmes d'adaptation	158
V.2.2.1. - Méthode de " HOOKE et JEEVES "	162
V.2.2.2. - Méthode de ROSENBROCK	162
V.2.2.3. - Méthode du gradient	162
V.2.2.4. - Méthode de POWELL	163
V.3 - <u>Conclusion</u>	
Bibliographie	165
<u>CHAPITRE VI : PROPOSITIONS POUR L'AMÉLIORATION DU SYSTÈME</u>	
Introduction	170
VI.1 - <u>Minimisation des efforts</u>	
VI.1.1. - Efforts mécaniques dûs à la tension	170
VI.1.1.1. - Modèle mécanique	170
VI.1.1.2. - Limites élastiques et modèle mécanique.....	173
VI.1.2. - Efforts mécaniques dûs à la séparation	174
VI.1.2.1. - Séparation humide simple	180
VI.1.2.2. - Séparation humide prolongée	182
VI.2 - <u>Augmentation de la vitesse de défilement de la nappe</u>	
VI.2.1. - Pré-séchage	184
VI.2.1.1. - Chauffage aux rayons infra-rouges	184
VI.2.1.2. - Chauffage par haute fréquence	184

	Page
VI.2.2. - Diminution de l'humidité de sortie à l'encollage	185
VI.2.2.1. - Haute pression d'exprimage	186
VI.2.2.2. - Avantages de la haute pression d'exprimage ..	186
VI.2.3. - Séchage	187
VI.2.3.1. - Séchage à fils disjoints	187
VI.2.3.2. - Nombre de cylindres-sécheurs	188
VI.2.3.3. - Problème de surséchage sur les lisières	188
 VI.3 - <u>Conclusion</u>	
 Bibliographie	 191
 <u>Conclusion Générale</u>	 196
 Annexes :	
1) Etude de l'effet de changements de conditions sur le comportement rhéologique	198
2) Calcul des moments d'inertie	207
3) Calcul des tensions au niveau de chaque sous-système .	212
4) Tables	218