

CRAFT

SYNTHESIS REPORT

PROJECT N° : CR -1302-91

CONTRACT No : BRE2 - CT94 -1407

STARTING DATE : 01/09/94

DURATION :24 MONTHS

**TITLE : MICROWAVE JIGGER PROVIDING DYEING AND BLEACHING PROCESSES ,
REDUCING TIME, ENERGY AND CHEMICALS CONSUMPTION**

PROJECT COORDINATOR: LAJTOS S.A.

PROPOSERS :

R&D PERFORMERS :

**LAJTOS S.A. ‘
SAIREM
HRS
ORINTEX
THIVEL
GOETERS**

**INSTITUT TEXTILE DE FRANCE
ELECTRICITY DE FRANCE**

**PROJECT FUNDED BY THE COMMISSION OF THE EUROPEAN
COMMUNITIES UNDER THE CRAFT ACTION OF THE BRITE - EURAM
PROGRAMME**

Project CR -1302
Contract BRE2 - CT94 -1407

**MICROWAVE JIGGER PROVIDING DYEING AND BLEACHING
PROCESSES, REDUCING TIME, ENERGY AND CHEMICALS
CONSUMPTION**

Authors names and addresses

Proposers :

LAJTOS S.A.
Mr. Pierre DESCAMPS
28 rue de Sebastopol
F-591 00 ROUBAIX

HRS
Mr. Ernesto BARDELLI
Viale Piave, 34
1-21010 FERNO (VARESE)

GOETERS
Mr. Philippe DEBIE
Herderstraat, 4
B-9240 ZELE

SAIREM
Mr. Jean-François ROCHAS
24 rue Louis Saillant
F-69 120 VAULX EN
VELIN

ORINTEX
Mr. Roberto CASINI
Via della Repubblica, 102
1-50047 PRATO

THIVEL
Mr. Philippe WATTEL
19 route de Paris
F-69171 TARARE

R&D performers :

INSTITUT TEXTILE DE FRANCE
Mr. Michel COLRAT
Avenue Guy de COLLONGUE
BP 60
F-691 32 ECULLY

ELECTRICITY DE FRANCE
Mr. Christian COGNOT
Mrs. Isabelle DEVOS
Direction des Etudes et Recherches
Les Renardières - Route de Sens
F-77250 MORET SUR LOING

Abstract

A Jigger is a textile finishing machine used for carrying out wet processes on fabrics. These processes, such as dyeing and bleaching, are chemical reactions on polymers. The procedure consists in unwinding a length of fabric through heated impregnation liquor, into which the reactive dyes are introduced in accordance with set formulae. This procedure is very lengthy and not well controlled, because the fabric spends very little time in contact with the hot liquor. Its inevitable cooling when it leaves the liquor limits the effectiveness of the procedure, because the process on the roller occurs at a non-optimized temperature. By using complementary heating by microwaves, the temperature throughout the system is controlled. Depending on the dyeing operations involved, it is thus possible to improve product quality, productivity and consumption.

1. Introduction

Les évolutions de ces dernières années dans les circuits de distribution des textiles ont des répercussions très importantes pour les ennoblisseurs textiles façonniers et intégrés. En effet l'exigence de délais de fabrication toujours plus courts, pour des lots de petite taille et d'une grande diversité ne facilite pas la gestion des matériels d'ennoblissement. Aussi, dans ce contexte, les matériels bénéficiant de la plus grande souplesse ont un intérêt croissant pour les ennoblisseurs. A ce titre, le jigger est une machine qui a de grands atouts pour l'utilisateur : Les métrages des pièces traitées sont compatibles avec la demande des fabricants textiles (de 800 m à 3.000 m), les rapports de bain sont des plus courts d'environ 1:2- 1:5, permettant la maîtrise des consommations d'énergie.

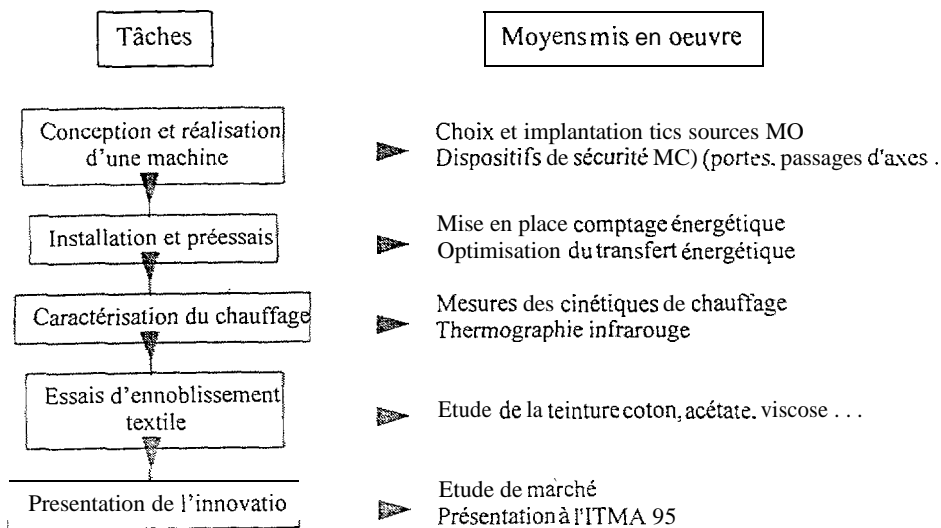
Des difficultés dans l'utilisation des jiggers freinent cependant l'usage de cette machine. On peut citer parmi ces difficultés les défauts d'unisson centre/lisières et sur la longueur du tissu, le nombre des passages nécessaires élevé conduisant à des temps de traitements longs.

Des études préalables avaient montré les avantages liés à l'application des micro-aides dans un jigger de laboratoire. L'objectif de ce projet est la conception et la réalisation sur la base d'un jigger industriel, d'un pilote industriel permettant d'effectuer des opérations classiques d'ennoblissement textile avec une assistance par la technologie micro-ondes. Cette machine a permis d'évaluer l'impact des micro-ondes sur **la qualité des traitements obtenus, la consommation en colorants et produits auxiliaires, le bilan énergétique et environnemental** des procédés étudiés.

2. Structure du projet

2. i. Progression du projet

Ce projet s'est déroulé en plusieurs étapes réparties sur deux ans.



2.2. Différences entre le projet initial et les réalisations

Des contretemps n'ont pas permis d'étudier toutes les opérations d'ennoblissement programmées initialement, ou n'ont pas permis de pousser suffisamment à fond les investigations. La tenue du salon ITMA 95 a notamment mobilisé pour travaux le prototype chez le constructeur. Mais ces contretemps n'ont surtout pas permis l'installation de la machine sur le site industriel. La phase de dissémination pourrait éventuellement rentrer dans le cadre d'un programme de transfert de technologies que souhaite à présent entreprendre le consortium.

2.3. Conception et réalisation de la machine prototype

La machine prototype réalisée est construite sur la base d'un jigger industriel de la firme LAJTOS doté des derniers développements en termes de régulation de la vitesse de défillement et de la tension du tissu. Tout le fonctionnement de la machine est géré par un automate programmable : injection programmée des colorants et produits auxiliaires, défillement du tissu, gestion de la puissance micro-ondes et des sécurités de fonctionnement.

L'alimentation principale en énergie est une alimentation en vapeur indirecte par serpentin immergé dans le bain. L'alimentation complémentaire par micro-ondes représente une puissance installée pouvant aller jusqu'à 30 kW générée par des générateurs de puissance situés sur le toit de la machine et répartis sur la largeur du tissu à traiter. L'énergie micro-ondes est confinée dans l'enceinte de traitement grâce à des dispositifs évitant les fuites micro-ondes vers l'extérieur : pièges d'ondes sur les portes ainsi que sur toutes les parties sensibles.

Le principe de fonctionnement du jigger est le suivant : une pièce de tissu enroulée sur un rouleau se déroule, traverse un bain d'imprégnation chauffé, puis s'enroule sur un second rouleau (cf. Fig. 1). Ce passage d'un rouleau à l'autre se répète autant de fois qu'il est nécessaire pour obtenir le traitement souhaité qu'on définit soit par un temps soit par un nombre de passages.

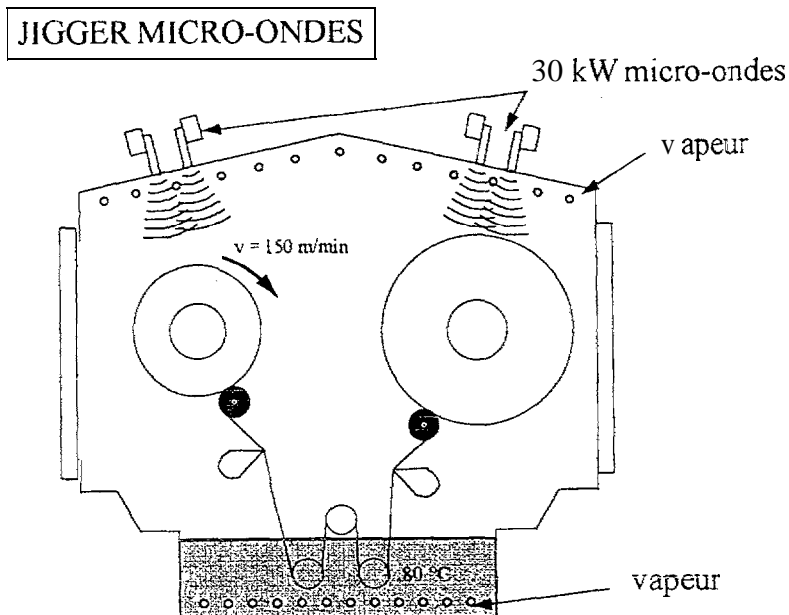


Figure 1 : schéma du principe de fonctionnement du jigger

Le schéma de principe ci-dessus (cf. fig 1) indique l'emplacement des générateurs , micro-ondes sur le toit de la machine, les serpentines de vapeur pour le chauffage de l'enceinte et du bain. On voit aussi le mode de défilement de la matière d'un rouleau à l'autre, le tissu passant dans le bain régulé en température et constamment homogénéisé.

Le procédé jigger classique repose sur un apport de chaleur à la matière à traiter par le bain de teinture lui-même chauffé, par l'intermédiaire d'un échangeur de vapeur. Il utilise donc la chaleur échangée entre le bain et le tissu pour conduire la réaction à une température déterminée. Compte tenu du fait que la matière passe très peu de temps au contact du bain chaud et qu'elle se refroidit en sortant de ce même bain (vitesse importante, ambiance thermique peu maîtrisée), la réaction est longue et très dépendante des conditions opératoires (ouverture des portes, arrêt machine, régularité de l'enroulement...).

Le procédé jigger micro-ondes reprend le procédé classique. Il transforme l'enceinte du jigger en une cavité micro-ondes, ces dernières étant émises depuis le toit de la machine vers les rouleaux. La matière entrant et sortant du bain est alors chauffée par les micro-ondes et donc maintenue à une température au moins égale à celle du bain.

3. Resultats

Les operations d'ennoblissement textile étudiées sont les suivantes :

- . teinture de l'acétate
- teinture du coton
- . teinture de la viscose

Dans les conditions opératoires suivies, l'effet des micro-ondes s'est révélé difficile à maîtriser sur la teinture de l'acétate.

Les avantages les plus déterminants ont été obtenus sur la teinture de la viscose en colorants directs et la teinture du coton en réactifs à chaud.

3.1. *Teinture de la viscose*

C'est grâce au salon ITMA 95 (salon international de la machine textile) et par l'intermédiaire du partenaire italien H.R.S. que des industriels italiens (Tintoria & Finissaggio di Ticino) nous ont contacté pour tester la teinture sur viscose avec le jigger micro-ondes.

3.1.1. Conditions des essais

Les essais ont été faits d'une part sur le prototype micro-ondes dans les laboratoires d'ITF-DR Lyon, d'autre part sur le matériel classique de TFT. Le programme de teinture sur le jigger micro-ondes est mené par l'automate. Ainsi on peut par programmation faire s'arrêter le déroulement de la matière pour prélever un échantillon de tissu et cela plusieurs fois au cours d'un traitement. Seul l'échantillon final de la teinture menée par les italiens a été prélevé. Pour les deux expériences, des prélèvements de bain ont été effectués après chacun des 9 passages du programme de teinture.

Les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus dans les conditions suivantes :

- 200 g/m²
- . métrage : 2125 m
- . rapport de bain : 1:4
- nuance à 3,2 %
- température de bain : 90°C
- vitesse de passage : 80 m/min

3.1.2. résultats

Les résultats colorimétriques sont reportés sur la figure 2. Ils présentent les mesures colorimétriques faites sur les bains et les tissus à la longueur d'onde 471 nm.

On constate que la nuance finale du tissu teint sur jigger conventionnel (la seule prélevée) est atteinte dans l'expérience micro-ondes dès le 6^{ème} passage, soit juste après l'introduction de l'électrolyte. Ce gain de trois passages fait ressortir une économie de temps de 75 minutes sur les 9 passages de la teinture classique proprement dite (soit 30%). Si dans ce cas précis on inclut le temps nécessaire au chargement de la matière, au chauffage du bain, au déchargement et au rinçage l'économie réalisée représente encore **une réduction de l'ordre de 20%**.

Il apparaît en outre d'après le suivi de l'absorbance des bains que l'épuisement du bain est visiblement meilleur dans le cas d'une teinture avec micro-ondes. L'absorbance en fin de teinture est le $\frac{1}{3}$ de l'absorbance initiale alors que dans la teinture classique l'absorbance n'est réduite qu'à la $\frac{1}{2}$ de sa valeur initiale. Si on considère que l'absorbance d'un bain est proportionnelle à la concentration en colorant, alors l'amélioration du rendement tinctorial obtenue par l'utilisation des micro-ondes est significative.

Épuisement du bain et nuance des échantillons pour la teinture sur machine classique et celle sur jigger micro-ondes (mesures à 471 nm).

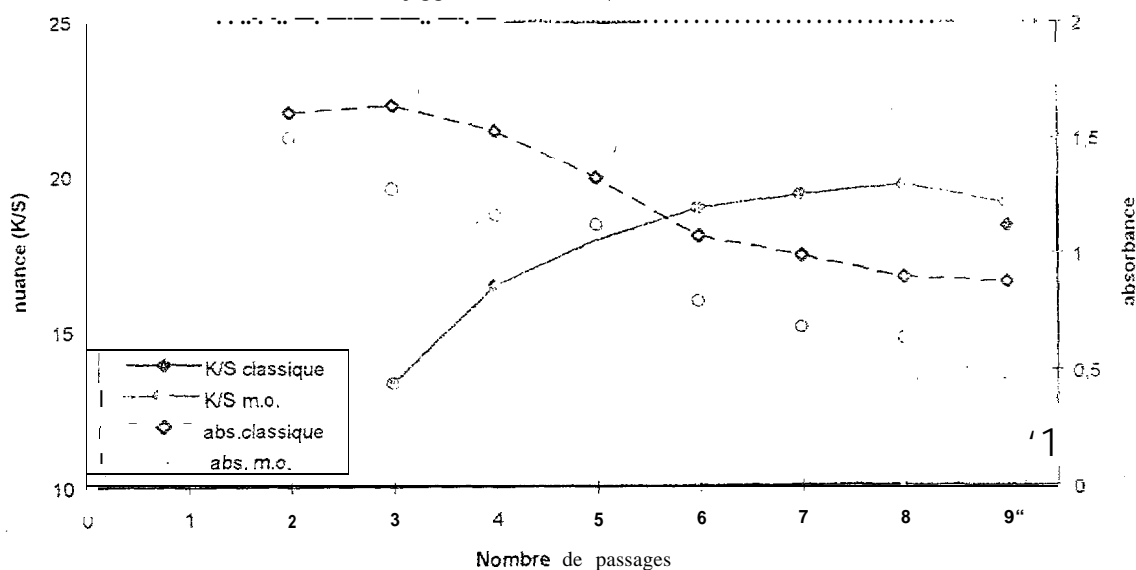


figure 2: teinture classique et micro-ondes de la viscose

3.2. Teinture du coton

3.2.1. Conditions des essais

Des essais de teinture ont été conduits sur la même machine avec et sans micro-ondes. Une méthodologie de travail par plans d'expériences a été utilisée, permettant de modéliser les résultats en fonction des paramètres expérimentaux. Cette démarche permet de quantifier l'influence des différents facteurs importants du procédé. Dans le cas du coton 3 paramètres maîtrisés du procédé ont été retenus comme facteurs du domaine expérimental.

Les facteurs ainsi que le domaine expérimental retenus sont les suivants :

	Facteurs	Domaine		
		(-1)	(0)	(+1)
x1	T° bain	70°C	80°C	90°C
x2	P. m.o.	0 kW	15,6 kW	31,2 kW
x3	Concentration en sel	40 g/l	60 g/l	80 g/l

Le plan d'expériences résultant est composé de 17 teintures (dont 3 points au centre du domaine pour confirmer la reproductibilité cf. Fig.3).

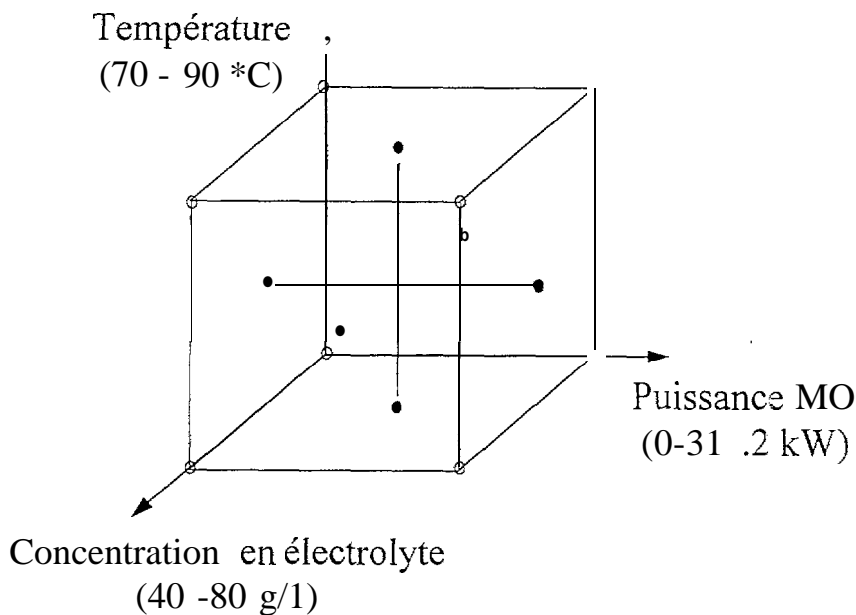


figure 3: Schématisation du plan d'expériences

Données sur les teintures effectuées

- longueur 700 m
- laize 1,45 m
- masse 80 g/m²
- rapport de bain :4
- vitesse du tissu 00 m/min => 7 min/passage.

L'évaluation de la teinture a été faite d'après l'analyse de prélèvements du bain et d'échantillons de tissu. De ces analyses sont tirées différentes réponses qui permettent d'exploiter au maximum chaque teinture.

Les réponses prises en compte sont:

- Le K/S substantif. C'est à dire la nuance du premier échantillon (temps 0 s; cf. fig 4) pris avant l'addition du carbonate de soude qui est l'agent alcalin de la teinture sur coton. Cette mesure permet de quantifier le colorant monté sur le tissu avant fixation.
- La quantité de colorant restant dans le bain de teinture avant ajout de l'alcali.
- Le K/S fixation. C'est à dire la nuance des échantillons pris au cours de la teinture (cf. fig 4).
- Le rendement tinctorial de chacun des colorants. Ce rendement est défini comme étant le rapport de la quantité de colorant réellement fixée (F) avec la quantité de colorant initialement introduite (Q_t).

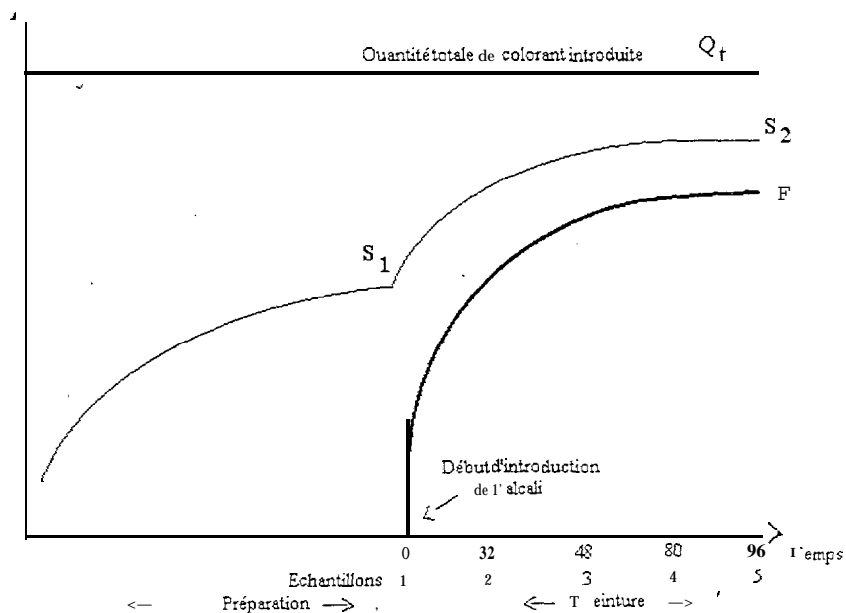


figure 4 : profil de la réaction de teinture

3.2.2. Résultats

Les traitements des réponses et leur représentation sous la forme de surfaces de réponses permettent d'apprécier les effets des paramètres influant sur les réponses mesurées. Toutes les surfaces de réponses apparaissent et sont exploitées dans le rapport technique final. Voici, par exemple en figure 5, le traitement de la réponse K/S fixation des échantillons de fin de teinture.

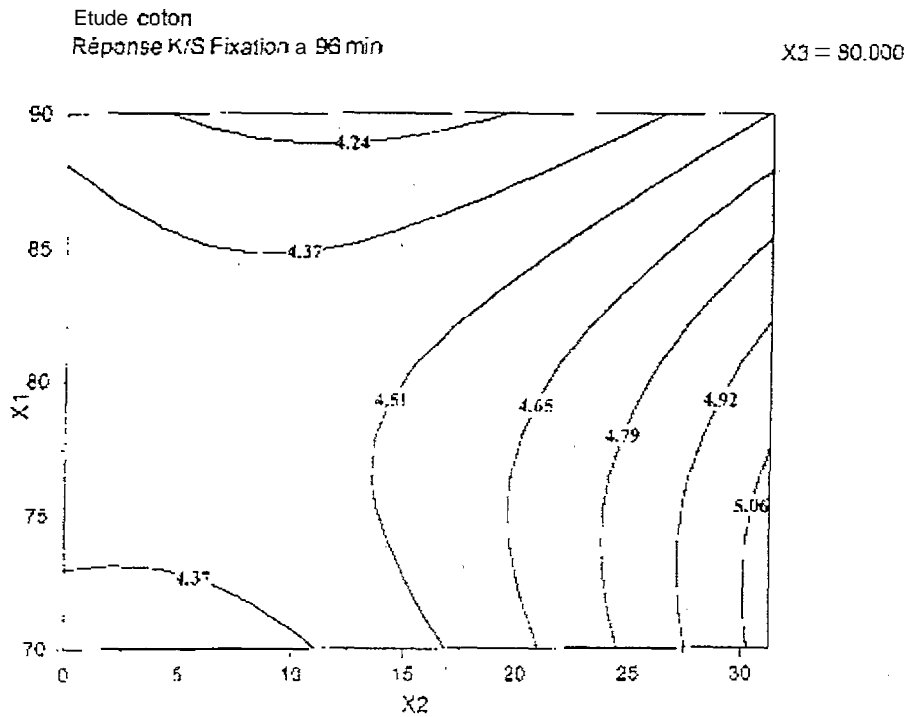


figure 5 : Surface de réponse des échantillons de fin de teinture
(en abscisses Puissance M.O., en ordonnées T°C du bain).

On remarque à l'aide de cette surface de réponse que l'utilisation des micro-ondes permet d'augmenter la valeur de la nuance de 1 point à des températures de bain plus faibles, soit une augmentation de 16% de colorant en plus sur la fibre. La valeur de la nuance s'obtenant plus rapidement avec les micro-ondes, des gains en temps sont également possibles.

Les bilans conclus sur les rendements tinctoriaux sont également très satisfaisants. L'histogramme de la figure 6 est issu des surfaces de réponses du rendement tinctorial pour le colorant Procion Yellow HEXL.

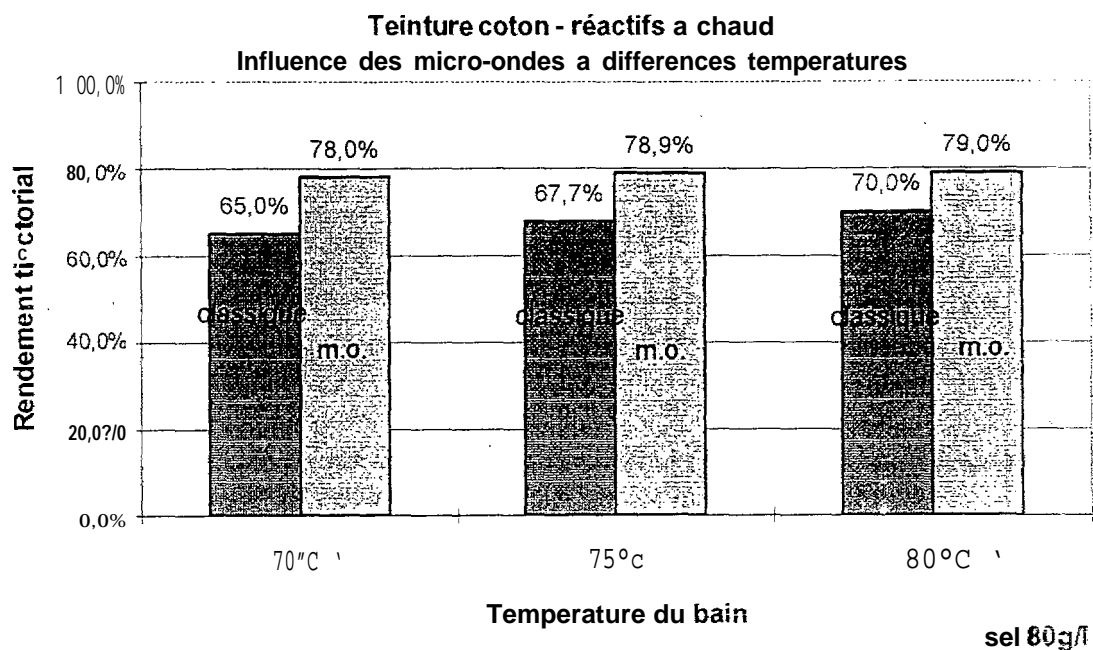


figure 6 : Rendement tinctorial pour diverses configurations de traitement avec le colorant Procion Yellow HEXL

Cet histogramme reprend, les résultats pour des températures de traitement habituellement rencontrées dans l'industrie. On remarque les avantages que l'on peut obtenir avec l'utilisation des micro-ondes à faible température en comparaison des procédés classiques (la température de bain habituellement utilisée dans l'industrie est de 80°C).

Voici, en figure 7, l'exemple de deux cas concrets réalisés sur le prototype.

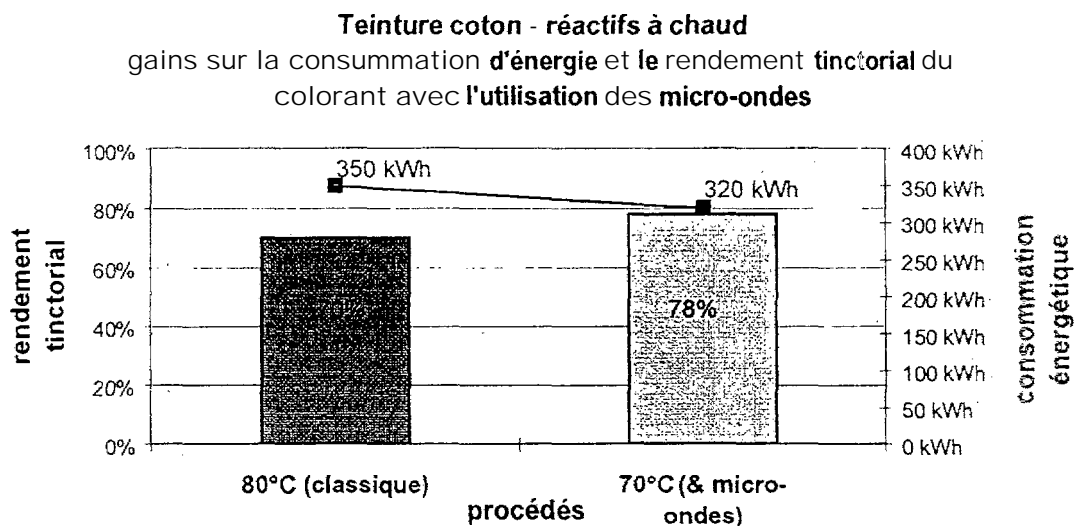


figure 7 : gains sur la consommation d'énergie et le rendement tinctorial du colorant avec l'utilisation des micro-ondes

Les consommations d'énergies proviennent de l'exploitation de la campagne de comptage énergétique menée par le département « Mesures et Essais in situ » du partenaire EDF. Cet histogramme montre qu'il est possible d'obtenir à temps égal une meilleure nuance (où une nuance équivalente avec moins de colorant) avec une température de bain plus faible permettant ainsi un gain d'énergie et de temps de montée en température.

L'économie d'énergie rapportée ici ne tient pas compte de l'économie d'énergie supplémentaire qu'on peut obtenir du fait de la réduction du temps de traitement.

L'histogramme suivant indique les possibilités d'économies en électrolyte également réalisables avec le jigger micro-ondes.

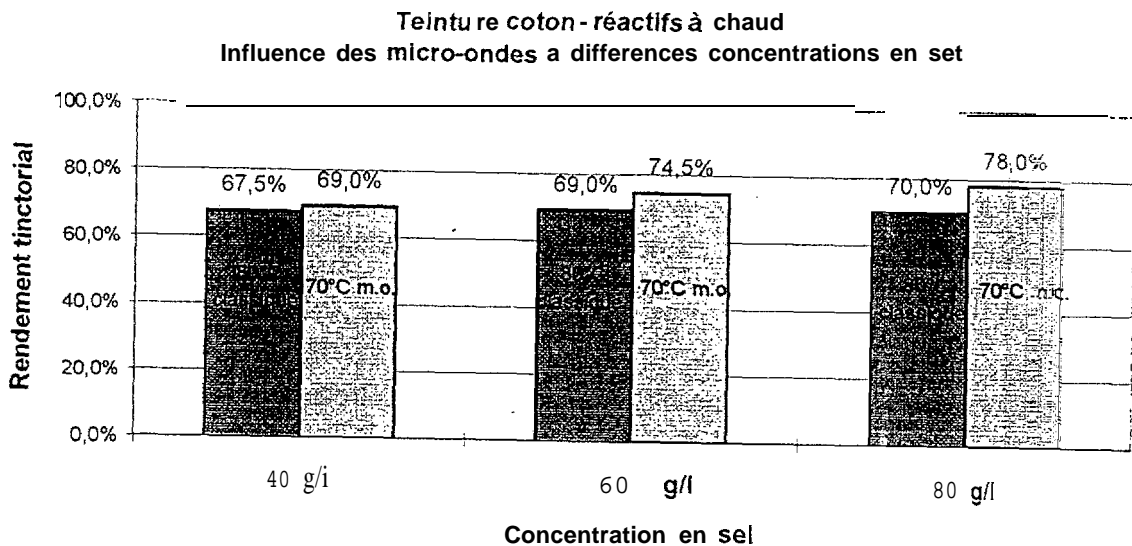


figure 8 : effet sur le rendement tinctorial de la variation de la quantité en électrolyte

Les résultats obtenus en teinture coton se retrouvent donc sur tous les postes importants pour le teinturier :

- augmentation des rendements tinctoriaux de l'ordre de 10 points (de 700/0 à 80%)
- réduction induite sur la pollution par le colorant de 25%/0-300/0
- amélioration de l'unisson
- réduction des consommations en sel de 25 %0
- réduction du temps de teinture de 30 min

Tous ces avantages ne sont pas additionnables en totalité mais une combinaison optimale est à définir en fonction des préférences de l'utilisateur. La performance du plan d'expérimentation permet, à partir des expériences réalisées, de calculer un modèle pouvant simuler les opérations. Ce modèle offre ainsi à l'utilisateur la possibilité d'optimiser les consommations en produits et énergie pour l'obtention de résultats désirés.

4. Conclusions

D'après les ennoblisseurs l'acquisition d'une machine plus performante leur permettrait d'accéder à une productivité améliorée. Cette productivité améliorée est un enjeu qui pourrait permettre de réagir plus rapidement, luttant ainsi contre les délocalisations. Financièrement le bénéfice de pouvoir sortir dans la semaine un ordre supplémentaire par machine peut justifier à lui seul l'investissement dans une machine spécifique micro-ondes, d'autant que le surcoût peut varier entre 30 et 100 % selon le constructeur. Une étude de marché au niveau européen a été menée par le partenaire Electricité de France. Cette étude montre que les performances annoncées pour le jigger micro-ondes ont reçu un écho favorable de la part des utilisateurs, qu'elles correspondent aux besoins de l'industrie. L'étude aboutit à un marché potentiel de 150 jiggers sur l'Europe.

Néanmoins, le constructeur indique que les ventes de matériel sont conditionnées à la validation en milieu industriel des résultats obtenus au laboratoire, même si ceux là ont été menés à l'échelle industrielle. En effet le bénéfice que l'ennoblisseur pourra tirer de la machine est étroitement lié au type d'organisation des ateliers, à la gestion technique de machines, à ses priorités : coût en énergie ou gain en productivité, gain en nuance ou économie de colorants, qualité ou gestion de la contrainte environnementale. . .

On peut regretter que ce projet n'est pas pu être mené jusqu'à la validation sur site industriel. Cependant ce projet a pu conduire en une période courte à la conception, la réalisation et les essais d'un prototype industriel.

pour compléter les essais sur site et aider au développement du jigger micro-ondes, le consortium souhaite trouver des partenaires industriels désirant participer au transfert de cette technologie dans l'industrie. Ce transfert de technologie est possible puisque la machine semble répondre à certaines attentes des industriels et utilisateurs, attentes décelées par l'étude de marché.

La réussite de ce transfert de technologie repose sur la coopération de fournisseurs de technologies, d'intermédiaires (constructeurs, distributeurs), de fournisseurs de produits chimiques (colorants, produits auxiliaires) et d'utilisateurs (ennoblisseurs textiles façonniers et intégrés), appartenant aux différents pays membres de la CEE. Les partenaires souhaités doivent permettre une démonstration en conditions réelles par la mise en oeuvre d'un pilote, et par la diffusion des connaissances déjà obtenues sur les process.

Remerciements

Le consortium tient à remercier le support de la Communauté Européenne qui, par l'intermédiaire de Madame Luisa PRISTA et de Monsieur Jean BRACH, a apporté son soutien technique et financier à ce projet.

Programme name :

*Microwave jigger providing dyeing and bleaching processes,
reducing time, energy and chemicals consumption*

Contract number : BRE2 - CT94 -1407

Project number : CR-1302-91