



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

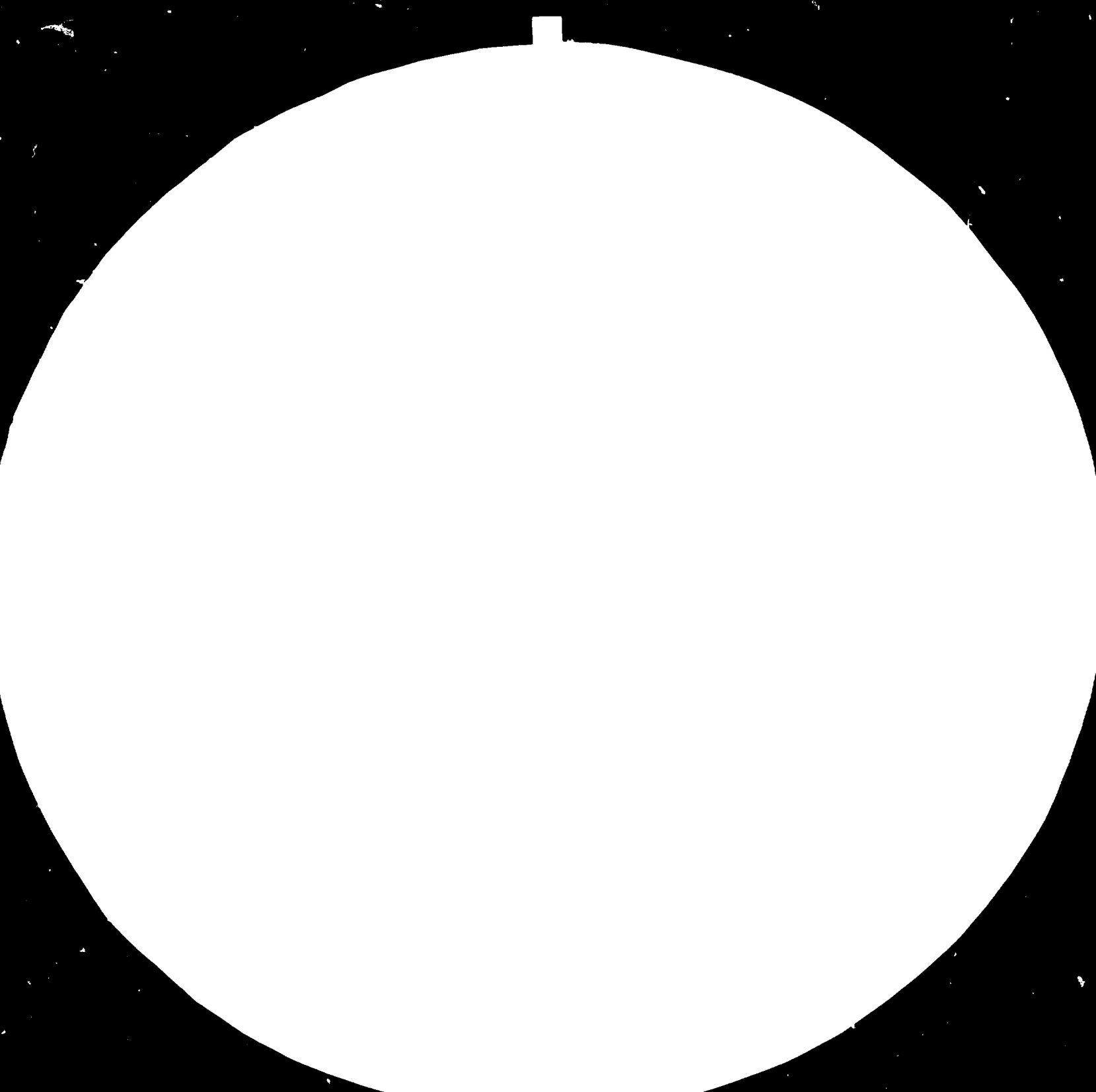
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





28 25



ALL PATENT RIGHTS ARE RESERVED BY THE COPYRIGHT

HOLDER AND BY THE UNITED STATES GOVERNMENT

AND ARE NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED

IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC

13852

DISTR. RESTREINTE

Mai 1984

Français

Tunisie.

ASSISTANCE TECHNIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT DU
SECTEUR DE L'INDUSTRIE DU VERRE
CREUX EN TUNISIE
DP/TUN/82/005/11-53/31.3.L

Rapport technique

Analyse de la situation du secteur verre creux
et identification de nouveaux projets

Elaboré pour le Gouvernement Tunisien par
l'Organisation des Nations-Unies pour le dévelop-
pement industriel

Basé sur l'activité de M. SYNEK
Consultant en production du verre creux

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL
VIENNE

N'ayant pas officiellement approuvé le présent rapport, l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel ne partage pas nécessairement les vues exprimées par l'auteur.

13825

NOTES EXPLICATIVES

- C.N.E.I. - Centre National d'Etudes Industrielles
- O.N.M. - Office National des Mines
- A.P.I. - Agence de Promotion des Investissements
- SOTUVER - Société Tunisienne du Verre
- I.N.S. - Institut National de Statistiques
- C.T.M.C.C.V. - Centre Technique des Matériaux de Construction,
de la Céramique et du Verre

Cours Officiels :

1 US\$ = 0,71 DT (4 Avril 1984)

1 US\$ = 0,74 DT (17 Mai 1984)

RESUME

Toutes les matières premières nécessaires pour la fabrication du verre creux et du cristal ont été décrites en détail y compris leurs paramètres physico-chimiques. Il y a des gisements de calcaires et dolomies avec les propriétés convenables aux besoins de l'industrie du verre tandis que les sables locaux ne peuvent être utilisés qu'après un traitement.

Le verre pressé sodo-calcique continue à être importé en Tunisie malgré l'existence d'unités de fabrication capables de remplacer ces produits importés.

Sur la base des données disponibles on a pu identifier trois nouveaux projets de fabrication d'articles en verre jusqu'à présent importés (verres à pied, briques et carreaux en verre, cristal). La viabilité de ces projets devra être vérifiée par des études de faisabilité et par des analyses de marché plus détaillées.

T A B L E D E S M A T I E R E S

INTRODUCTION

RECOMMANDATIONS

I. ACTIVITE ET RESULTATS OBTENUS

A . DESCRIPTION DU POSTE ET LES OBJECTIFS

B. ACTIVITE TECHNIQUE

C. RESULTATS OBTENUS

- 1. Paramètres physico-chimiques des matières premières
- 2. Analyse de la consommation actuelle et prévisionnelle du verre creux
- 3. Identification des projets

II. EMPLOI DES RESULTATS OBTENUS

III. CONCLUSIONS

IV. ANNESES

- N° 1 : Collaborateurs au CNEI
- N° 2 : Informations sur les visites
- N° 3.1: Composition chimique des sables locaux
- N° 3.2.: Carte des gisements des sables quartzifères
- N° 3.3.: Liste des fournisseurs d'équipements

I N T R O D U C T I O N

En sa qualité de Conseiller des Pouvoirs Publics, en matière de développement industriel le Centre National d'Etudes Industrielles est appelé à identifier de nouveaux projets dans tous les domaines de l'activité industrielle, y compris la fabrication du verre.

La valeur des articles en verre importés en 1983 était presque de 6,8 millions de dinars tunisiens. Il se posait donc la question de savoir si le volume d'importations ne pourrait pas être réduit par la création d'unités de fabrication/^{viables} du point de vue technologique et économique.

Afin de pouvoir atteindre cet objectif le CNEI a demandé l'assistance d'un expert dans la fabrication du verre creux. Le but principal de l'activité du consultant est d'analyser les contraintes principales (matières premières, pouvoir d'absorption du marché) et d'identifier les produits en verre qui pourraient être fabriqués en Tunisie. En accord avec les directives du CNEI l'effort principal a été consacré aux articles en verre creux (bouteilles, gobelets, briques et carreaux en verre, cristal).

RECOMMANDATIONS

- Identifier les sables les plus convenables au traitement, élaborer l'étude de faisabilité d'une unité de traitement et accélérer le processus de sa mise en marche.
- Vérifier la possibilité d'emploi des calcaires et dolomies identifiés dans ce rapport par l'industrie locale du verre.
- Elaborer une étude de substituabilité des emballages jusqu'à présent utilisés (fer blanc, matières plastiques) par les emballages en verre.
- Introduire le plus tôt possible la fabrication des bocaux en verre pour l'emballage des produits alimentaires.
- Diversifier les programmes de production des verreries tunisiennes de verre pressé pour répondre au mieux aux besoins du marché et pour réduire les importations.
- Vérifier la faisabilité des projets retenus (fabrication de verres à pied, de briques et du cristal) par des études technico-économiques et des analyses détaillées du marché).
- Elaborer une étude de développement de l'industrie locale du verre jusqu'à 1995.
- En accord avec l'étude de développement approuvée par le Gouvernement Tunisien, préparer un programme de formation de techniciens et de cadres à l'étranger dans les secteurs retenus de l'industrie verrière.

I. ACTIVITE ET RESULTATS OBTENUS

A. DESCRIPTION DU POSTE ET DES OBJECTIFS

Assister le Centre National d'Etudes Industrielles (CNEI) dans son effort de développer ses capacités d'identification et de réalisation de projets industriels. Le consultant doit pouvoir assister le CNEI pour mettre en oeuvre une ou plusieurs usines de fabrication d'articles de ménage en verre (ou en cristal) et des briques et carreaux en verre pour bâtiment pour le marché local, et éventuellement pour l'exportation.

Le consultant sera attaché au CNEI et, en étroite collaboration avec le Directeur National du projet et les fonctionnaires du CNEI sera appelé à effectuer, en particulier, les tâches suivantes :

- Analyser les statistiques d'importation de la Tunisie ainsi que celles de certains pays pouvant être considérés comme marchés potentiels pour la Tunisie ;
- Accumuler d'information sur les prix à l'exportation pratiqués par la concurrence ;
- Proposer d'articles en verre qui feront objet des fabrications futures en indiquant leurs caractéristiques ;
- Préciser les caractéristiques physico-chimiques des matières premières et produits chimiques utilisés dans la fabrication des articles en verre ou en cristal ;
- Faire l'inventaire des sources de matières premières disponibles dans le pays et, le cas échéant, donner des renseignements sur les sources d'approvisionnement à l'étranger ;
- Décrire les procédés de fabrication des articles concernés ainsi que l'équipement requis avec spécifications techniques ; indiquer les adresses de fournisseurs éventuels avec leurs références ;
- Fournir les données de base pour l'étude de faisabilité d'un projet de fabrication des articles en verre, y compris consommations spécifiques, technologique appropriée, besoins en personnel par qualification etc ;

B. ACTIVITE TECHNIQUE

Toute l'activité technique a été orienté vers l'identification des matières premières locales utilisables pour la fabrication du verre creux et vers la sélection des articles en verre qui pourraient être produits en Tunisie.

Les verreries existantes pour la fabrication du verre pressé utilisent les matières premières importées ; même le sable doit être acheté à l'étranger parce que les sables locaux sont contaminés par les oxydes de fer. La Tunisie est riche en gisements de calcaire et dolomie de bonne qualité avec des teneurs en Fe_2O_3 très faibles. La première partie de l'activité a donc été consacrée au dépouillement des données sur les analyses chimiques des sables, calcaires et dolomies disponibles sur le territoire de la Tunisie. Des informations complémentaires ont été obtenues au cours des entretiens avec les spécialistes de l'Office National des Mines et pendant les visites aux verreries existantes.

Il fallait comparer les analyses avec les spécifications physico-chimiques des matières premières utilisées pour la fabrication de diverses sortes d'articles de ménage en verre et formuler les recommandations correspondantes.

Les visites aux verreries ont aussi contribué à l'acquisition des informations nécessaires pour l'identification des nouveaux projets à réaliser éventuellement dans l'avenir.

En identifiant de nouveaux projets il était nécessaire de prendre en considération l'activité des verreries existantes et de formuler même quelques suggestions concernant la spécialisation et diversification dans la fabrication d'articles en verre en Tunisie.

L'analyse détaillée des statistiques d'importation des articles en verre creux (verre à boire, services de table, cristal, briques en verre, etc...) en Tunisie a permis d'estimer la consommation actuelle, de faire des prévisions sur l'évolution probable du marché local dans les années à venir et d'identifier les articles qui pourraient être produits en Tunisie. En choisissant les nouveaux projets il fallait tenir compte de plusieurs facteurs (exiguïté du marché, niveau de qualification exigé, possibilité d'exportation) et les visites aux ateliers de formation des maîtres verriers (Institut Technologique d'Arts

d'Architecture, Office National de l'Artisanat) ont permis de constater que les étudiants et les apprentis sont très doués pour le travail du verre à la main. Savamment utilisée, cette vocation pourrait créer le noyau de la production industrielle du verre à la main en Tunisie.

Le tour d'horizon de l'industrie du verre a été complété par les visites au Centre Technique des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre, au Ministère de l'Economie Nationale et à l'usine pour la transformation du verre plat (Glamiver). C'est surtout le CTMCCV dont le rôle dans le contexte de l'industrie du verre en Tunisie va revêtir une importance croissante (l'assistance technique aux verreries existantes). Pour pouvoir satisfaire les demandes des fabricants locaux du verre le CTMCCV devra être muni d'un laboratoire équipé avec les appareils permettant de déterminer l'origine des défauts du verre, de spécifier les principales caractéristiques du travail des fours de fusion et de recommander les mesures à prendre. On a assisté le CTMCCV dans la formulation des demandes d'assistance technique dans le domaine de création du laboratoire en question, de formation de chef du laboratoire, d'amélioration des systèmes de contrôle et régulation et d'entretien des moules. L'assistance au CTMCCV devrait possiblement être réalisée par l'intermédiaire de l'ONEDI. En dehors du cadre de l'activité requise on a même discuté les possibilités de fabrication d'autres types d'articles en verre.

C. RESULTATS OBTENUS

1. Paramètres physico-chimiques des matières premières
2. Analyse de la consommation actuelle et prévisionnelle du verre creux.
3. Identification des projets.

1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES MATIERES PREMIERES UTILISEES POUR LA PRODUCTION DU VERRE CREUX, DU CRISTAL ET DU VERRE BOROSILICATE A FAIBLE COEFFICIENT DE DILATATION.

LE SABLE

Le sable est utilisé pour introduire dans le verre la silice (SiO_2) qui est une des composantes les plus importantes du verre auquel elle confère des propriétés physiques et chimiques (résistance chimique ; résistance mécanique, élasticité etc;...) désirables.

La majorité des verres produits à l'échelle industrielle contiennent de 50 à 80 % SiO_2 ; la disponibilité des sables locaux ayant les propriétés requises par la fabrication du verre est donc un des facteurs principaux du développement de l'industrie du verre en Tunisie.

Etant bien conscient de cette importance primordiale l'Office National des Mines a entrepris une prospection systématique des gisements de sable sur tout le territoire de la Tunisie (Annexe 3.1.).

Les échantillons prélevés sur les sites examinés ont été analysés par procédés chimiques et granulométrique. Les oxydes suivants ont été déterminés : SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , CaO , MgO , TiO_2 .

Au total, 24 sites dans les diverses régions du territoire tunisien ont été étudiés. La teneur en SiO_2 oscille entre 95 et 98,5, celle de Fe_2O_3 varie de 0,2 à 0,8 %. La majorité des sables sont de couleur blanche. L'étude de la granulométrie des sables provenant des gisements examinés a permis d'identifier les sites de sable fin et relativement propre. Les données préliminaires obtenues montrent que la région à l'Ouest de Kairouan (Henchir Chogafia, Batene, Cherichira, El Ala-Kaffouz, El Gouzine Zlass etc...) est particulièrement riche en sables constitués essentiellement par les grains de quartz; il s'agit donc des sables siliceux appréciés par les fabricants du verre. (Annexe 3.2.).

Néanmoins, l'aptitude des sables à l'utilisation dans l'industrie du verre dépend dans une large mesure de leur composition chimique et la plupart des sables doivent être traités par procédés physiques et chimiques. Les possibilités d'épuration des sables bruts sont nombreuses et dépendent essentiellement de la nature du produit, de son évolution géologique, de la présentation minéralogique des impuretés à éliminer. Les sables sont traités par les techniques habituelles de lavage (pour éliminer les particules fines souvent plus impures que le reste, et pour répondre aux normes sur la ré-

partition granulométrique), criblage, attrition - classification hydraulique, flottation.

Le procédé technologique de traitement des sables comprend les phases suivantes :

1. Criblage (séparation des grains gros)
2. Classification par hydrocyclones, tamis vibrants, etc...
3. Attrition dans les cellules d'attrition
4. Traitement par ultra-son
5. Séparation électromagnétique
6. Séparation électrostatique
7. Flottation
8. Lessivage par HCl, HF avec ou sans agents réducteurs, à la température normale ou à la température élevée, généralement 60 - 80°C)
9. Traitement par HCl gazeux ou NH_4Cl (élimination de Fe par volatilisation de Fe Cl_3)
10. Egouttement
11. Séchage

Grâce aux analyses réalisées par l'Office National des Mines on peut identifier deux gisements de sable offrant de bonnes perspectives du point de vue de leurs caractéristiques physico-chimiques :

	Perte au feu	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	TiO_2
CHOGAFIA (S ₃)	0,21	98,2	0,2	0,33	0,015	0,14	0,31	0,027	0,03
Bled Merghet (S ₉)	0,34	98,3	0,25	0,27	0,11	0,4	0,045	0,01	0,05
R	0,2	98,3	0,2	0,77	0,01	0,25	0,12	0,03	0,1

Le pourcentage de Fe_2O_3 (0,20 - 0,25), le contaminant principal des sables tunisiens, exigera certainement une combinaison des techniques physiques et chimiques du traitement des sables ci-dessus mentionnés.

Ce fait est corroboré par les résultats des essais préliminaires de lavage des sables locaux effectués par l'Office National des Mines.

Les essais n'ont pas permis d'abaisser effectivement la teneur en Fe_2O_3 parce que la majorité des oxydes de fer se trouve à l'intérieur des grains de quartz.

Néanmoins, les essais de traitement effectués par la Société Belge BASSE-SAMBRE ERI dans les laboratoires de l'Université Catholique de Louvain au début de 1984 avec les 3 échantillons (S 3, S 9 et R) fournis par la Société Minière et Métallurgique de Tunisie ont montré que la teneur en Fe_2O_3 peut être réduite de manière sensible par tamisage, attrition et la séparation électromagnétique à haute intensité.

On a constaté que les fractions supérieures à 0,6 mm et inférieures à 0,15 mm sont les plus contaminées par les composés de fer ; la fraction de 0,15 à 0,6 mm préférée par l'industrie du verre est relativement propre (S 3 : 0,14 - 0,17 % Fe_2O_3 ; R : 0,065 - 0,086 % Fe_2O_3 ; S 9 : 0,44 - 0,071 % Fe_2O_3)

Le traitement par les techniques ci-dessus mentionnées a permis d'obtenir les résultats suivantes :

Echantillon	Teneur en Fe_2O_3			Rendement poids de la fraction utile
	Sans attrition, sans sép. élec.	Sans attrition, avec sép. élec.	Avec attrition, avec sép. élec.	
S 3	0,14	0,096	0,042	67 %
R	0,083	0,063	0,034	46 %
S 9	0,064	0,050	0,029	59 %

On peut remarquer que les meilleurs résultats ont été obtenus en combinant l'attrition et la séparation électromagnétique (la teneur en Fe_2O_3 a été réduite à 0,029 %).

Les essais en question ont été réalisés dans le but de déterminer la possibilité d'emploi des sables locaux pour la fabrication du verre plat ; le sable S 9 traité par les techniques recommandées pourrait même servir pour la fabrication du verre creux. Dans la prochaine étape des essais on devrait

essayer d'arriver aux teneurs en Fe_2O_3 encore plus basses en ajoutant au traitement du sable le lessivage par l'acide à température plus élevées.

Les essais consécutifs avec le traitement du sable retenu (S 9) devraient être effectués à l'échelle pilote par les entreprises qui peuvent fournir l'équipement, le savoir-faire et toutes les garanties.

Cependant, avant de prendre la décision finale concernant l'installation d'une usine pour le traitement du sable local il sera nécessaire d'élaborer une étude de pré-faisabilité et d'analyser les besoins du marché local. La SOTUVER le consommateur tunisien le plus important du sable (approx. 15 000 tonnes par an) semble être satisfaite soit avec la qualité du sable extrait dans sa carrière et contenant approx. 0,2 % Fe_2O_3 , soit avec la couleur (déli-blanc) des bouteilles et gobelets. La substitution du calcaire à teneur élevée en Fe_2O_3 utilisé actuellement par la SOTUVER par un autre calcaire plus pur et l'emploi des décolorants (Se + CoO) pourraient contribuer à une certaine amélioration de la couleur des articles sans que la SOTUVER se sent obligée à recourir à l'emploi du sable plus pur (et plus coûteux). Le prix de revient du sable traité devrait donc être le plus bas possible pour être attractif pour la SOTUVER.

Les usines pour la fabrication de gobelets et articles de ménage (Verrerie de Tunis) Verrerie de Naasen, Verrerie de Solimon) achètent le sable avec la teneur en Fe_2O_3 de 0,012 % (Belgique, Hollande). Leur consommation annuelle de sable est approx. 3 500 tonnes. Avec une usine pour la production du verre plat la consommation totale de l'industrie du verre tunisienne serait approx. 45 000 tonnes/an. L'unité de traitement du sable devrait être capable de produire 3 types de sable :

1. Sable avec la teneur en Fe_2O_3 au max. 0,1 %
approx. 20 000 tonnes/an , fabrication du verre plat
2. Sable avec la teneur en Fe_2O_3 au max. 0,03,
approx. 20 000 tonnes/an , fabrication des bouteilles
3. Sable avec la teneur en Fe_2O_3 au max. 0,015 %
approx. 5 000 tonnes/an , fabrication de gobelets.

../..

Estimation des paramètres technico-économique d'une usine de traitement

Capacité	45 000 Tonnes/an
Coûts d'investissement	1 000 000 Dinars
Personnel	12 ouvriers 3 techniciens
Consommation	
énergie électrique	16 - 20 kwh/Tonne
Consommation d'eau	
- lavage et attrition	5 - 10 m ³ /Tonne
- flottation	2 - 4 m ³ /Tonne
Coûts des agents de flottation	1 Dinar/Tonne

Paramètres physico-chimiques des sables employés pour la fabrication du verre

Composition granulométrique

(La même pour tous les types de verre)

Teneur en grains supérieurs à	0,85 mm	∅ %
Teneur en grains supérieurs à	0,55 mm	max. 1%
Teneur en grains inférieurs à	0,15 mm	max. 15%

Composition chimique

1. Sable pour la production des bouteilles ; bœaux , etc...

	<u>Verre blanc</u>	<u>verre coloré</u>
SiO ₂	98,8 ± 0,2 %	97,0 ± 0,3 %
Fe ₂ O ₃	0,03 ± 0,003 %	0,2 - 2,3 %
Cr ₂ O ₃	max. 0,0005 %	-
Al ₂ O ₃	0,2 - 1,2 %	0,2 - 0,3 %

../..

2. Sable pour la fabrication de gobelets :

SiO_2	$99,6 \pm 0,1 \%$
Fe_2O_3	$0,015 \pm 0,005 \%$
Cr_2O_3	max. $0,0002 \%$
Al_2O_3	$0,1 - 0,3 \%$
TiO_2	max. $0,05 \%$

3. Sable pour la fabrication du verre borosilicaté à faible coefficient de dilatation

SiO_2	$99,6 \pm 0,1 \%$
Fe_2O_3	max. $0,01 \%$
Cr_2O_3	max. $0,0002 \%$
Al_2O_3	$0,1 - 0,3 \%$

4. Sable pour la fabrication du cristal

SiO_2	$99,6 \pm 0,1 \%$
Fe_2O_3	max. $0,01 \%$
Cr_2O_3	max. $0,0002 \%$
Al_2O_3	$0,1 - 0,3 \%$

5. Sable pour la fabrication des briques en verre

SiO_2	$98,8 \pm 0,2 \%$
Fe_2O_3	$0,03 \pm 0,003 \%$
Cr_2O_3	max. $0,0005 \%$
Al_2O_3	$0,2 - 1,2 \%$

6. Sable pour la fabrication du verre plat

SiO_2	$98,8 \pm 0,2 \%$
Fe_2O_3	max. $0,2 \%$
TiO_2	max. $0,1 \%$

..//..

LE CALCAIRE

Le calcaire se décompose à hautes températures de fusion et introduit CaO au verre, ce composant est nécessaire pour une bonne stabilité et résistance chimique du verre obtenu.

Ce sont surtout les calcaires purs et dolomitiques, la craie et parfois la poudre de marbre qui sont utilisés comme les sources de CaO dans l'industrie du verre.

Les résultats de la prospection effectuée par l'Office National des Mines montrent que le territoire national est riche en calcaires et marbres avec la composition chimique correspondant aux exigences de la fabrication du verre. Les travaux d'inventaire des calcaires réalisés dans le cadre du projet des usines à chaux hydrauliques (Prospection des matières premières, ONM, 1977) permettent de caractériser les qualités des calcaires disponibles dans les diverses régions de Tunisie de la manière suivante :

Région	Qualité	Teneur en	
		Fe ₂ O ₃	CaO
Bizerte	pas très bonne	approx. 1,3 %	43 %
Tunis	moyenne	0,16 - 3,6 %	40 - 50 %
Grombalia	rélat. bonne	0,07 - 2 %	40 - 50 %
Kairouan	moyenne	0,1 - 0,9 %	43 - 54 %
Kasserine	moyenne	0,2 - 0,7 %	40 - 55 %
Sfax	pas très bonne	0,4 - 1,4 %	18 - 53 %
Gabès	excellente-bonne	0,01 - 0,8 %	41 - 52 %
Mednine	excellente	0,04 - 0,1	36 - 51 %
Sidi Bouzid	excellente	0,02 - 0,1	37 - 55 %

../..

Les calcaires utilisés dans l'industrie du verre doivent présenter certaines caractéristiques : avoir la teneur maximum en CaO et le pourcentage minimum de Fe_2O_3 . Telles exigences pourraient être satisfaites par ex. par les calcaires provenant des gisements suivants :

G I S E M E N T	Teneur en		
	Fe_2O_3	CaO	MgO
Morana Khange el Hajej	0,08	48,6	
Djebel Ressas	0,07	54,8	
Djebel Ech Chegaga	0,08	32,4	18,9
Ouled Khelifa BEn Mahmoud	0,01	33,6	20,8
Recifa (Mdou)	0,06	55,0	
EL Harma	0,05	32,5	19,0
Sidi Mosbah	traces	33,0	18,0
Soleb (Ben Garden)	0,04	50,5	
Djebel Chemsî	0,04	55,0	
Dj. Rous Laalek	0,04	53,2	
El Magataa	0,02	53,1	2,0
Hachana	0,06	55,2	
Metlaoui	0,08	33,5	18,6

La prospection effectuée par l'Office National des Mines dans le cadre de l'identification des matières premières pour la fabrication des ciments blancs en Tunisie a aussi permis de trouver des gisements des calcaires avec faibles teneurs en Fe_2O_3 (0,02 - 0,04 %) et le pourcentage élevé de CaO (55 %).

Etant donnée la qualité excellente des calcaires locaux on peut constater qu'ils peuvent être utilisés même pour la fabrication de gobelets. Néanmoins l'unité de traitement des calcaires destinés à l'industrie du verre doit être équipée d'un système de séparation électromagnétique pour éliminer les particules de fer dues à l'usure des parties métalliques des concasseurs et broyeurs.

La consommation actuelle estimée des calcaires, est approx. 6 000 Tonnes par an.

Paramètres physico-chimiques des calcaires employés pour la fabrication du verre

Composition granulométrique

(la même pour tous les types de verre)

Teneur en grains supérieurs à 0,8 mm ϕ %

Teneur en grains inférieurs à 0,15 mm max. 20 %

Composition chimique

1. Calcaires pour la fabrication des bouteilles, bocaux, etc...

CaO + MgO	min.	54 %
Fe ₂ O ₃	max.	0,1 %

2. Calcaires pour la fabrication de gobelets :

CaO	min.	55 %
Fe ₂ O ₃	max.	0,03 %

3. Calcaires pour la fabrication du cristal

CaO	min.	55 %
Fe ₂ O ₃	max.	0,03 %

4. Calcaires pour la fabrication des briques en verre

CaO + MgO	min.	54 %
Fe ₂ O ₃	max.	0,1 %

5. Calcaires pour la fabrication du verre plat

CaO + MgO	min.	54 %
Fe ₂ O ₃	max.	0,1 %

../..

La DOLOMIE

La dolomie est utilisée pour introduire au verre les oxydes de calcium et magnésium en même temps. L'oxyde de magnésium - s'il est présent dans le verre simultanément avec CaO - influence favorablement le façonnage du verre fondu par les machines automatiques en facilitant en même temps le processus de fusion du mélange vitrifiable.

La teneur en MgO dans les verres creux peut varier de 0,3 à 5 % mais généralement elle ne dépasse pas 3,5 %.

MgO est habituellement ajouté au mélange vitrifiable sous la forme de dolomie, de calcaires dolomitiques ou $MgCO_3$.

Les spécialistes de l'Office National des Mines ont constaté après la prospection du territoire national que les gisements de dolomie pure sont relativement rares en Tunisie. En tout cas, les calcaires dolomitiques (par ex. provenant du gisement de Metlaoui) possèdent les paramètres aptes à satisfaire les exigences des fabricants tunisiens du verre.

Paramètres physico-chimiques des dolomies employées pour la fabrication du verre

Composition granulométrique

Teneur en grains supérieurs à 0,8 mm	Ø %
Teneur en grains inférieurs à 0,15 mm	max. 20 %

Composition chimique

CaO + MgO	Min. 54 %
Fe_2O_3	max. 0,1 %

../..

LE FELDSPATH

Jusqu'à maintenant, aucun gisement de feldspath n'a été découvert en Tunisie.

Le feldspath est utilisé dans la fabrication du verre creux, verre plat, verre borosilicaté, des briques en verre, etc... pour introduire au verre l'oxyde d'aluminium qui a un effet favorable sur la résistance chimique du verre. En même temps, les alcalis sont introduits au verre de façon que la quantité de soude nécessaire pour la fusion du verre peut être réduite (le mélange vitrifiable revient moins coûteux). Au lieu de feldspath on peut aussi utiliser Al_2O_3 , Kaolin, $Al_2O_3 \cdot 3 H_2O$ etc...

Paramètres physico-chimiques des feldspaths employés pour la fabrication du verre

Composition granulométrique

Teneur en grains supérieurs à 0,6 mm	0 %
Teneur en grains inférieurs à 0,15 mm	max. 25 %

Composition chimique

Al_2O_3	min. 19 %
$K_2O + Na_2O$	min. 11 %
Fe_2O_3	max. 0,1 %
H_2O	max. 0,5 %

..//..

LE CARBONATE DE SOUDE

La soude n'est pas produite en Tunisie ; le coût de la soude importée est approx. 120 Dinars par tonne.

La soude joue le rôle de fondant pendant la fusion du verre, elle augmente la vitesse de formation du verre et améliore le façonnage du verre fondu.

L'industrie du verre utilise le carbonate de soude calciné (Na_2CO_3) pour éviter la formation de l'écume au cours de la fusion observée en cas d'emploi de la soude contenant l'eau de cristallisation.

Paramètres physico-chimiques de la soude employée pour la fabrication du verre

Composition granulométrique

Teneur en grains supérieurs à 1mm	Ø %
Teneur en grains supérieurs à 0,55 mm	max. 3 %
Teneur en grains inférieurs à 0,075 mm	max. 3 %

Composition chimique

Na_2CO_3	min. 99%
Na Cl	max. 0,5 %
Fe_2O_3	max. 0,001 %
Na_2SO_4	max. 0,05 %
Matière insoluble	max. 0,03 %
perte au feu	max. 0,3 %

..//..

LE CARBONATE DE POTASSIUM

La potasse (carbonate de potassium) est utilisée pour améliorer la brillance et les autres propriétés optiques du cristal ordinaire du verre pressé et du cristal au plomb.

On a constaté que les verres contenant K_2O peuvent être décolorés plus facilement (par ex. par sélénium), que les verres contenant Na_2O , résistent mieux à la cristallisation et aux effets du milieu humide (ils ne perdent pas leur brillance).

Dans la fabrication du verre on préfère utiliser le carbonate de potassium hydraté ($K_2CO_3 \times 1,5 H_2O$) parce qu'il peut être stocké pour une période de temps plus longue sans perdre ses propriétés (teneur en eau, granulométrie).

A présent le carbonate de potassium n'est pas produit en Tunisie ; il doit être importé. Son prix approximatif est 4 - 5 fois plus élevé que celui de la soude.

Paramètres physico-chimiques du carbonate de potassium employé pour la fabrication du verre

Composition granulométrique

Teneur en grains supérieurs à 1 mm	Ø %
Teneur en grains inférieurs à 0,1 mm	max. 5%

Composition chimique

K_2CO_3	min.	98,5 %
Na_2CO_3	max.	0,6 %
KCl	max.	0,15 %
K_2SO_4	max.	0,2 %
Fe_2O_3	max.	0,014 %
Cr_2O_3	max.	0,0005 %
V	max.	0,002 %

../..

LE CARBONATE DE BARIUM

BaO, introduit au verre par les composés de barium (BaCO_3 , BaSO_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$), augmente la densité du verre et améliore ses paramètres optiques (brillance, indice de réfraction).

Généralement les verres contenant BaO sont plus faciles à affiner et travailler.

Dans la fabrication du verre et, particulièrement, dans la production du verre pressé on utilise le carbonate ou nitrate de barium.

L'emploi du nitrate de barium est particulièrement avantageux parce que $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ se décompose aux températures élevés et contribue de cette façon à l'intensification du processus d'affinage du verre fondu.

Paramètres physico-chimiques du carbonate de barium employé dans la fabrication du verre

Composition granulométrique

à grains fins (poudre)

Composition chimique

BaCO_3	min. 98 %
H_2O	max. 1 %

..../..

LE BORAX

Les composés du BORE introduisent B_2O_3 au verre.

Les verres contenant B_2O_3 sont généralement divisés en deux groupes : verres borosilicatés avec une teneur élevée en B_2O_3 et les verres à faible teneur en B_2O_3 . En ce qui concerne le deuxième groupe l'oxyde de BORE est ajouté dans le but d'améliorer la brillance des articles en verre. Dans les verres borosilicatés, la présence de B_2O_3 influence favorablement presque toutes les propriétés physico-chimiques du verre (résistance aux chocs thermiques, résistance chimique, fusion du verre etc...).

Au lieu de borax ($Na_2B_4O_7 \times 10 H_2O$) on peut utiliser aussi l'acide borique (H_3BO_3) ou des matières premières naturelles (colémanite, raserite).

Les composés du BORE ne sont pas produits en Tunisie et ils doivent être importés.

Paramètres physico-chimiques du borax employé pour la fabrication du verre

Composition granulométrique

Teneur en grains supérieurs à 1 mm max. 2 %

Composition chimique

$Na_2B_4O_7$	Min.	51,7 %
Na_2CO_3	max.	0,7 %
Na_2SO_4	max.	0,4 %
NaCl	max.	0,1 %
Fe_2O_3	max.	0,005 %
Matière insoluble dans l'eau	max.	0,3 %

../..

LE MINIMUM DE PLOMB

Le minium de plomb est utilisé dans la fabrication des verres au plomb pour y introduire l'oxyde de plomb qui améliore effectivement les propriétés optiques du verre (dispersion de la lumière, indice de réfraction etc...). Le cristal de plomb contient de 12 à 30 % PbO.

Les fournisseurs offrent diverses qualités de minium et il faut choisir la meilleure pour éliminer le danger de la contamination du verre par les impuretés.

Le CNEI a élaboré en 1983 une étude de rénovation de l'atelier de minium de plomb et il faudra vérifier si la qualité du minium fabriqué en Tunisie correspond aux spécifications ci-dessous mentionnées :

Paramètres physico-chimiques du minium de plomb employé pour la fabrication du verre

Composition granulométrique

Teneur en grains supérieurs à 0,063 mm max. 0,5 %

Composition chimique

PbO	min.	97,5 %
PbO ₂	min.	30 %
Fe ₂ O ₃	min.	0,003 %
CuO	max.	0,001 %
Pb métallique		0 %
Cr ₂ O ₃	max.	0,005 %
CoO	max.	0,0008 %
NiO	max.	0,001 %
H ₂ O	max.	1,5 %

../..

L'OXYDE DE ZINC

ZnO est ajouté au verre avec le but d'améliorer son comportement au cours du moulage. On a constaté que le dessin du moule est reproduit avec plus de précision et fidélité si le verre contient un petit pourcentage de ZnO. (approx. 1 %).

Dans la fabrication du verre on préfère l'emploi de l'oxyde de zinc plombeux.

Paramètres physico-chimiques de l'oxyde de zinc employé pour la fabrication du verreComposition granulométrique

Poudre

Composition chimique

ZnO	min.	99 %
Cu	max.	0,002 %
Mn	max.	0,005 %
Fe	max.	0,1 %

SUGGESTIONS

1. Sur la base des analyses chimiques et granulométriques et des essais préliminaires effectués par l'Office National des Mines faire une pré-sélection des sables aptes au traitement.
2. Envoyer les échantillons des sables sélectionnés aux sociétés spécialisés dans le traitement du sable, dans le but d'obtenir proposition d'une technologie optimale de traitement garantie par le fournisseur de l'équipement.
3. Elaborer une étude de pré-faisabilité d'une unité de traitement de sable avec la capacité de 100 tonnes par jour de sable traité.
4. Remplacer les calcaires à haute teneur en Fe_2O_3 par les calcaires plus purs. Vérifier la possibilité d'emploi des calcaires dolomitiques disponibles en Tunisie.

2. ANALYSE DE L'EVOLUTION DE LA CONSOMMATION LOCALE DE VERRE CRU ET DURANT
LA PERIODE : 1976 A 1983 ET PREVISIONS JUSQU'A L'HORIZON 1990

A. ARTICLES EN VERRE A FAIBLE COEFFICIENT DE DILATATION

Les verres borosilicatés à haute teneur en B_2O_3 sont employés pour la fabrication des articles à faible coefficient de dilatation. Ils contiennent approx. 80 % SiO_2 , 2,3 % Al_2O_3 , 13 % B_2O_3 , 4 % Na_2O , 0,5 % K_2O et 0,1 % $CaO + Fe_2O_3$.

Généralement deux procédés technologiques principaux sont recommandés pour la fabrication des articles à faible coefficient de dilatation :

1. Soufflage (fabrication des articles à parois mince)
2. Pressage (fabrication des articles à parois épaisse)

ARTICLES PRODUITS PAR SOUFFLAGE

Les articles de ce type sont utilisés dans les ménages pour servir les boissons chaudes (thé, café, chocolat, etc...).

Ils résistent bien aux chocs thermiques mais ils sont plutôt fragiles et, pour cette raison, peu recommandables pour les restaurants, cafés, etc... qui préfèrent servir les boissons chaudes dans les verres pressés plus robustes.

Donc, seulement un secteur très limité du marché local s'intéresse à ce type de produits. Cette situation est d'ailleurs corroborée par le volume relativement faible des importations durant ces dernières années, avec un maximum de 66 tonnes en 1983.

On a prévu une lente évolution de la demande locale durant la période de 1984 à 1990 avec un taux de croissance de 2 tonnes par an. Le volume d'articles importés en 1990 devrait atteindre 34 tonnes. Le taux de croissance dépendra du développement économique du pays et du pouvoir d'achat de la population. On ne prévoit pas de grands changements dans le style de vie des ménages tunisiens qui pourraient avoir des répercussions significatives sur la consommation de ce type d'articles.

La quantité d'articles à faible coefficient de dilatation absorbée par le marché local est trop petite pour qu'on puisse envisager leur fabrication en Tunisie. La capacité économique d'une unité industrielle pour la fabrication des gobelets à parois minces en verre borosilicaté est approx. 3 tonnes par jour, c'est-à-dire 1000 tonnes par an (approx. 14 millions de gobelets avec la

contenance de 250 ml).

La consommation locale actuelle de l'ordre de 25 tonnes/an est trop petite pour garantir une fabrication lucrative à l'échelle industrielle de ce type d'articles.

ARTICLES PRODUITS PAR PRESSAGE

Les articles pressés en verre borosilicaté à faible coefficient de dilatation sont destinés à la préparation des plats chauds, au service des liquides chauds, etc... Ils résistent bien aux chocs thermiques considérables et leur entretien ne présente pas de difficultés.

Le volume des articles pressés à faible coefficient de dilatation importés en Tunisie durant les dernières années a presque doublé et actuellement il correspond à 300 tonnes par an. L'évolution des importations révèle bien l'intérêt croissant du consommateur local à ce type d'articles. Il est permis de supposer que la saturation du marché local n'a pas été encore atteinte et que la demande évoluera de façon uniforme durant la période de 1984 à 1990 pour atteindre environ ^{400 Tonnes} (une croissance moyenne prévue : 15 tonnes par an).

La capacité économique d'une unité industrielle pour la fabrication du verre pressé borosilicaté est approx. 3 300 tonnes par an (approx. 2,6 millions de bols avec couvercles).

Cette capacité permet déjà l'installation d'une ligne pour le renforcement des articles par air froid (trempage).

Il est avantageux de combiner la fabrication des articles pressés et soufflés en utilisant un seul four de fusion dont la capacité journalière peut varier de 14 à 30 tonnes selon nécessité.

CONCLUSION

La consommation locale des articles en verre à faible coefficient de dilatation est trop petite pour créer des conditions favorables à leur fabrication en Tunisie.

Les articles de ce type devront être importés même dans l'avenir.

MARCHE LOCAL : ARTICLES EN VERRE A FAIBLE COEFFICIENT DE DILATATION

(Importations)

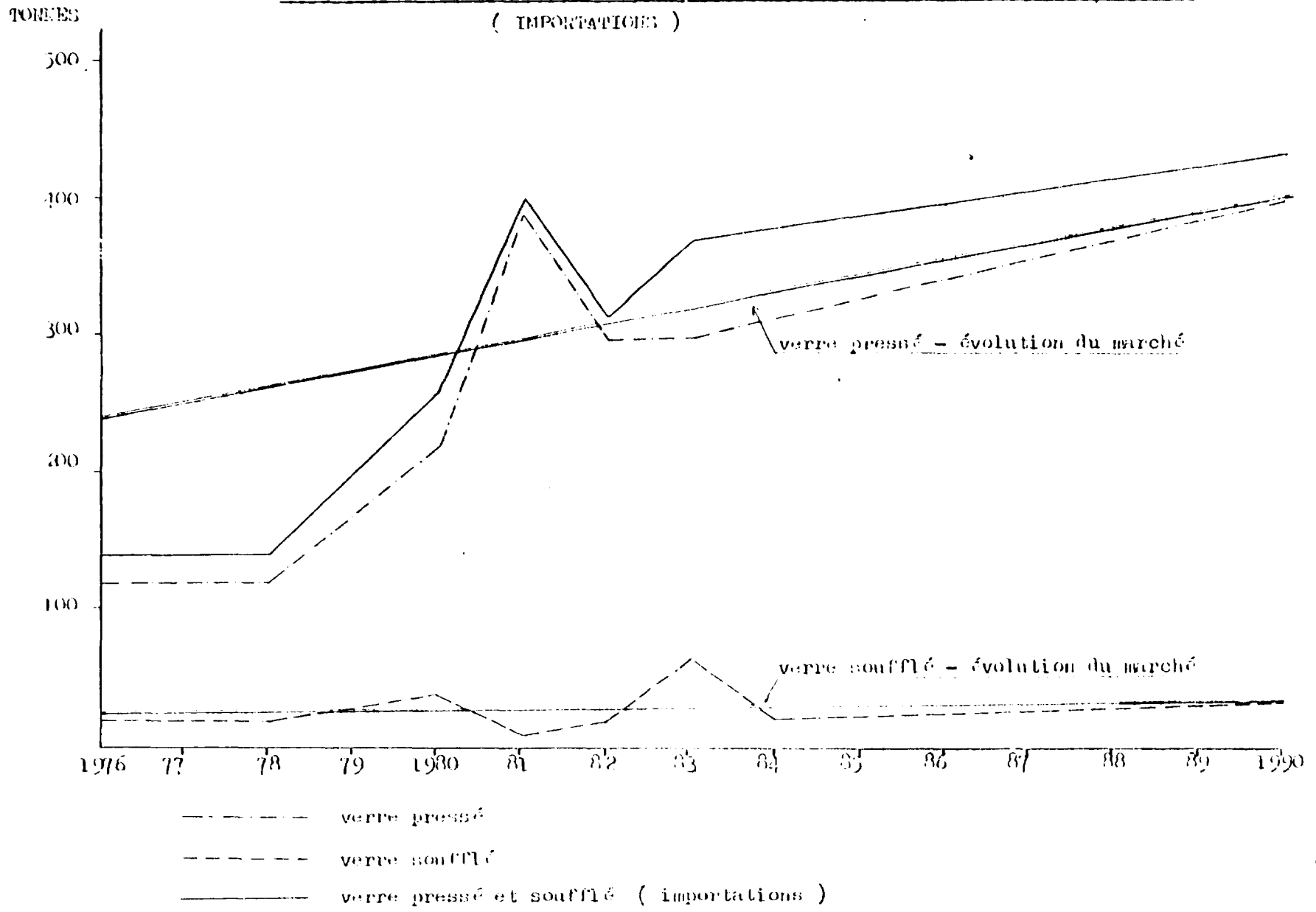
	Tonnes														
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
VERRE SOUF- FLE	20	20	20	28	41	11	20	66	22	24	26	28	30	32	34
VERRE PRES- SE	121	119	120	160	219	390	296	302	315	330	345	360	375	390	400
TOTAL	141	139	140	188	260	401	316	368	337	354	371	388	405	412	434

Prix unitaire moyen : 1,1 D.T/kg

Source : I.N.S.

•

MARCHE LOCAL : ARTICLES EN VERRE A FAIBLE COEFFICIENT DE DILATATION
 (IMPORTATIONS)



B. ARTICLES EN VERRE SODOCALCIQUE

1. ARTICLES EN VERRE PRESSE

Le volume des importations d'articles en verre pressé a triplé durant la période 1976 à 1982 (1976 : 1000 tonnes ; 1982 : 3000 tonnes) pour faire face à la demande croissante de la population. En 1983, l'impact de la production locale des gobelets (1982 : 1550 tonnes) commence à se manifester et les importations d'articles de ménage ont diminué approx. de 6 %.

Sur la base des données disponibles on peut estimer la demande en 1983 du marché tunisien autour de 4 750 tonnes d'articles pressés de petite et grande taille par an dont au moins les deux tiers correspondent à des gobelets (verres à boire pressés).

Il s'agit d'articles de petites dimensions avec le poids de 50 à 350 g au maximum. Cette tranche la plus importante du marché local de gobelets a attiré l'attention de tous les fabricants du verre pressé en Tunisie (verrerie "Bellar de Soliman, verrerie de Maassen, verrerie de Tunis ; SOTUVER) qui ont installé (ou sont en train d'installer) l'équipement automatique pour la fabrication d'une grande quantité d'articles similaires (avec le poids de 350 g au maximum).

La production nette de ces 4 verreries correspondrait en 1984 à 5 200 tonnes, tandis que le pouvoir d'absorption du marché en 1983 se situe autour d'approx. 5000 tonnes ménagers.

Il y a donc une légère disproportion entre la demande (approx. 5 000 tonnes par an) et l'offre (5 200 tonnes) de l'ordre de 200 tonnes en 1984 sans compter les importations d'articles ménagers durant la même année. La situation pourrait devenir encore plus critique en 1985 quand la Verrerie de Tunis sera en pleine production et quand toutes les verreries seront capables de produire 6300 tonnes d'articles ménagers.

Le marché local ne pourra pas absorber ce volume d'articles pressés même si les autorités locales décident de réduire sensiblement le volume d'importations.

../..

Les entretiens et les visites aux verreries ont montré que les directeurs des usines sont conscients des difficultés que rencontrent leurs produits au moment de leur mise en vente (il y a des stocks importants d'articles invendus dans les usines). Certains envisagent l'exportation des articles pressés ; d'autres voient une voie de sortie dans la limitation des importations.

L'exportation de gobelets peut être considérée comme une solution mais ses répercussions ne seront pas immédiates. Il faut tenir compte des facteurs suivants :

- La Tunisie se trouve dans une région exposée aux flux intenses de marchandises provenant des pays développés où les articles en verre pressé sont produits en grandes séries de façon entièrement automatique.
- Les exportateurs européens connaissent bien le marché dans les pays méditerranéens. Ils ont des contacts commerciaux établis et fonctionnant depuis longtemps tandis que de tels contacts seraient à créer et développer par les exportateurs tunisiens.
- La qualité actuelle des articles en verre produits en Tunisie ne facilitera pas l'accès au marché des pays qui sont habitués d'acheter les articles en verre pressé en France, Italie, Espagne etc...
- La crise mondiale a exacerbé les relations parmi les exportateurs des articles en verre (réduction des prix, dumping etc...). La concurrence est actuellement très vive et le moment pour entrer aux marchés étrangers n'est pas actuellement très propice.

Mesures à prendre

- - Améliorer la qualité

Il semble que les verreries pour la fabrication du verre pressé ont accordé peu d'attention surtout à la préparation du mélange vitrifiable et à l'entretien des moules.

Les verreries devraient utiliser des moules avec des dessins très riches et employer les techniques de décoration permettant de couvrir la surface des

articles par le décor de façon à masquer certains défauts du verre. Jusqu'à présent les verreries ont négligé un peu cette possibilité et elles préfèrent utiliser les moules à parois lissés qui sont plus faciles à fabriquer et à nettoyer. Il faut néanmoins affirmer que les articles à parois lisses sont généralement produits à partir du verre ayant la meilleure qualité.

L'amélioration de la qualité du verre pressé ne peut pas être réalisée sans l'assistance technique acquise auprès des entreprises étrangères ayant une tradition de longue date dans ce domaine.

Les verreries locales devraient identifier leurs besoins, choisir un partenaire jouissant d'une grande expérience et signer un contrat d'assistance technique pour une durée de 3 ans au minimum. Il faut éviter les contrats sur la base individuelle entre les experts et la verrerie, et donner la préférence au contrat au niveau des entreprises car dans l'étape actuelle du développement de l'industrie du verre il faut assurer une assistance technique complexe, pluri-disciplinaire.

Ce n'est que plus tard qu'on pourra recourir à l'assistance d'experts individuels pour certains domaines de la fabrication du verre.

En plus, l'entreprise étrangère offrant son assistance technique garantit en même temps le résultat final.

Vu le surplus de capacité de production du verre pressé en Tunisie les autorités locales devraient considérer avec une grande attention toute nouvelle demande de création de verreries pour la gobeletterie.

- Le Ministère de l'Economie Nationale devrait convaincre les verreries existantes de réserver un certain pourcentage de leurs chiffres d'affaires à la création d'un fonds qui servirait au financement des analyses et études de marché à réaliser par les instituts spécialisés dans ce domaine.

Les études de marché permettraient de déterminer avec précision les préférences de la population, les tendances de consommation, etc... et de faire des prévisions valables pour le développement de la fabrication du verre pressé en Tunisie.

- Le marché local du verre pressé est très exigü et toute concurrence inutile parmi les fabricants locaux de gobelets devrait être évitée. Il serait extrêmement avantageux si les verreries pouvaient arriver à une sorte d'accord sur la répartition du marché. Tel accord de "spécialisation" devrait prendre en considération l'équipement installé dans les verreries, l'expérience acquise jusqu'à présent, le niveau technique de la main-d'oeuvre, qualité du verre produit, etc...

L'accord pourrait être complété par des plans de diversification, par ex :

- Verrerie de Tunis - articles en verre pressé de petites dimensions produits en grandes séries
- Verrerie de Naassen - fabrication automatique des verres à pied, décorés par machines semi-automatiques ou automatiques
- Verrerie Bellar - articles en verre pressé avec un poids supérieur à 0,5 kg (pots, bols, saladiers, assiettes, vases, cendriers etc...),
- alimentation des presses semi-automatiques par cueillage à la main, rebrülage et façonnage à la main ; l'introduction de la production du verre soufflé ; la fabrication d'articles par centrifugation ; la fabrication d'articles en verre coloré.

- Une collaboration plus étroite entre les verreries locales créerait les conditions favorables pour la rationalisation de la production dans les usines individuelles dans plusieurs domaines, par ex. :

- le sable et les autres matières premières importés pourraient être achetés en commun (prix d'achat et coût de transport plus avantageux),
- exploitation commune des gisements locaux de matières premières (calcaires, dolomie),
- une politique commune d'exportation,
- organisation de cours de formation etc...

Quelques suggestions pour l'amélioration de la qualité de produits du verre pressé :

- confection du mélange vitrifiable

. utiliser les machines et équipements développés spécialement à l'étranger dans le but de satisfaire au maximum les exigences de la fabrication du verre (homogénéité parfaite du mélange vitrifiable, composition correcte, etc...).

C'est seulement de cette manière qu'on peut assurer l'homogénéité du mélange conforme aux normes,

. introduire les méthodes permettant de déterminer, la qualité des matières premières et l'homogénéité du mélange,

- entretien des moules

. équiper les ateliers avec les machines et dispositifs pour le nettoyage et polissage des moules ,

. élaborer les procédés technologiques d'entretien des moules .

SUGGESTIONS

- Elaborer une étude de marché avec le but de déterminer la demande effective des articles en verre pressé et son évolution jusqu'à l'horizon 1990.
- Améliorer les techniques de marketing des articles en verre pressé en Tunisie.
- Modifier les programmes de fabrication des verreries existantes.
- Déterminer les quotas d'importation des articles en verre pressé pour une période allant au moins jusqu'à 1988.
- Créer les conditions favorables à l'exportation des produits tunisiens (rédaction de catalogues, assistance des sections commerciales auprès des ambassades tunisiennes à l'étranger, etc...).
- Faciliter les contacts entre les verreries locales et les fournisseurs potentiels de savoir-faire à l'étranger dans le but d'améliorer la qualité des produits locaux et de créer des conditions favorables pour leur exportation.

2. ARTICLES EN VERRE SOUFFLE

Le volume des articles en verre soufflé importé en Tunisie (verre à boire à paroi mince, verre à pied etc...) n'est pas indiqué spécifiquement dans les statistiques de l'Institut National des Statistiques mais on a estimé que le pourcentage de ces articles correspondrait approx. à 20 % du volume total des importations. C'est surtout le secteur de l'hôtellerie qui achète d'importantes quantités de verres à boire.

Partant de l'hypothèse ci-dessus mentionnée on peut arriver à la conclusion que les importations du verre soufflé ont doublé durant la période de 1976 à 1978 pour se maintenir plus ou moins constantes au cours des dernières six années (700 tonnes/an).

La consommation des articles en verre soufflé évoluerait très lentement durant la période de 1984 à 1990 et elle pourrait atteindre 900 tonnes en 1990. Telle quantité justifierait déjà la création d'une ligne automatique pour la fabrication de verres à pied par une machine de soufflage et une presse automatique.

Les verres à pied sont produits en grandes séries et ils sont décorés par diverses techniques (gravure à l'acide, taille par outils diamantés, sablage etc...) pour leur donner un aspect plus individuel. On peut même envisager l'exportation d'une grande partie des produits vers les marchés des pays arabes parce qu'aucune unité de fabrication de tels articles ne travaille hors de l'Europe méditerranéenne.

Néanmoins, il faut vérifier par une étude de marché détaillée si les hypothèses précédentes sont valables. Dans l'affirmative il sera nécessaire d'élaborer une étude de pré-faisabilité d'une unité pour la fabrication automatique de verres à pied avec la capacité annuelle de 700 tonnes environ.

Jusqu'à présent, le verre soufflé n'est pas produit en Tunisie à l'échelle industrielle. L'art de souffler le verre est enseigné à l'Office National de l'Artisanat et à l'Institut Technologique d'Art, d'Architecture et de l'Urbanisme. L'objectif final de cet enseignement dans les deux organismes est de former une génération de maîtres-verriers pour le travail artistique et artisanal du verre mais il faudra attendre plusieurs années avant que les effets commencent à se manifester.

Le niveau d'enseignement de l'Art verrier est nettement supérieur à l'Institut Technologique et les fabricants locaux du verre pressé (surtout la verrerie Bellar à Soliman) devrait s'intéresser plus au travail de cet atelier pour éventuellement engager les diplômés comme spécialistes pour la formation des ouvriers choisis pour la fabrication du verre soufflé à l'aide des moules.

SUGGESTIONS

- Elaborer une étude détaillée du marché pour vérifier les hypothèses ci-dessus mentionnées.
- Elaborer une étude de pré-faisabilité d'une unité pour la fabrication automatique de verres à pied avec la capacité de 700 tonnes/an.
- Envisager la fabrication du verre soufflé à la main dans une verrerie locale en profitant de l'expérience des diplômés de l'Institut Technologique d'Art, d'Architecture et d'Urbanisme, de Tunis.

MARCHE LOCAL : ARTICLES DE MENAGE COBLETERIE - VERRE SOCIALIQUE

PRIX UNITAIRE IMPORTATION
0,63 DIN./KG (1983)

Tonnes

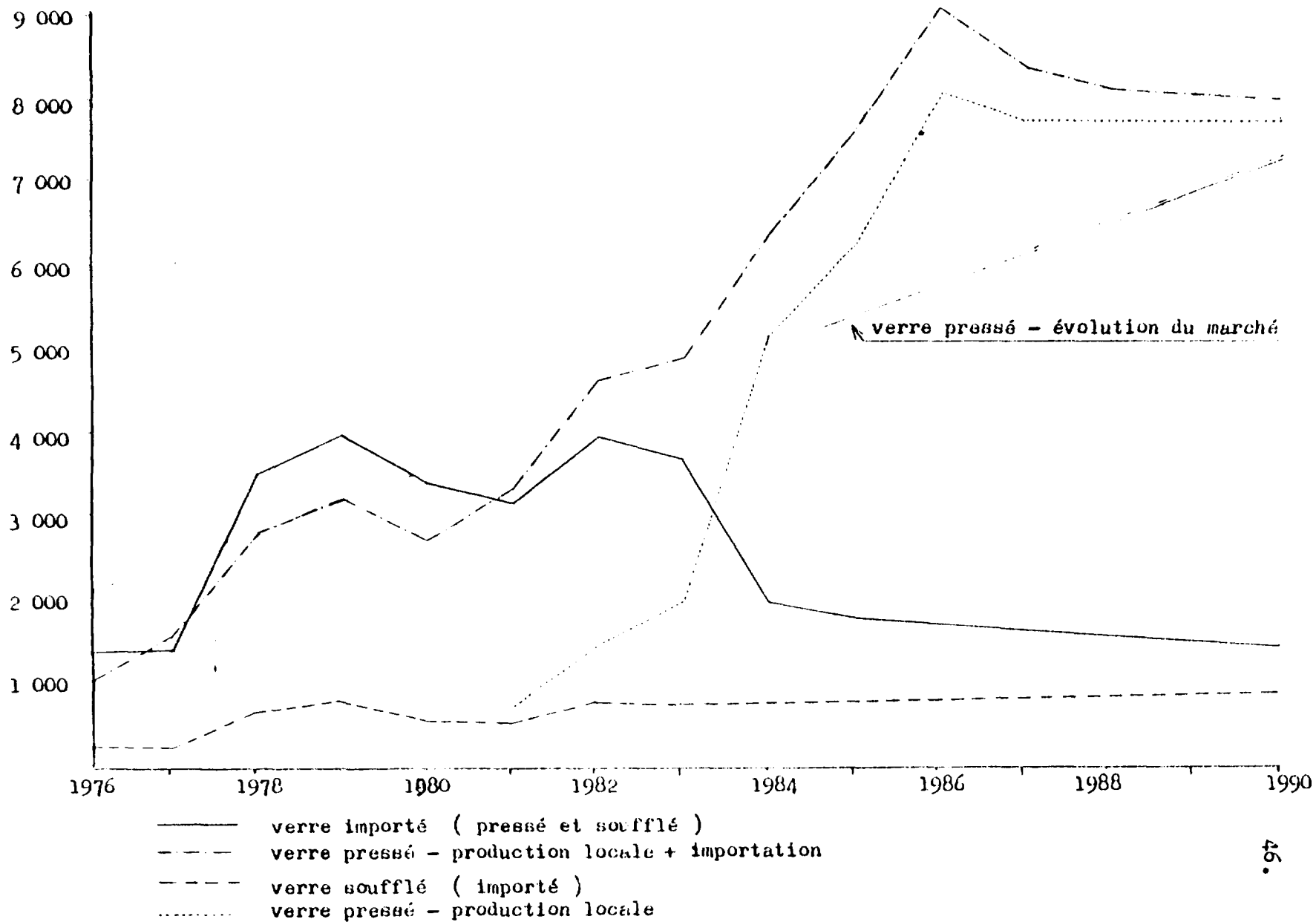
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1. IMPORTATION ⁺	1334	1341	3531	4000	3430	3256	3934	3693	2000	1900	1820	1740	1630	1580	1500
2. PRODUCTION LOCALE NETTE		569				700	1550	1950	5200	6300	8100	7500	7500	7500	7500
SOTUVER		569					600	600	600	600	600				
VERREterie DE TUNIS									1100	2200	3300	3300	3300	3300	3300
VERREterie DE NAASSEN						700	700	900	2300	2300	3000	3000	3000	3000	3000
VERREterie DE SOLIMAN							250	450	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
TOTAL 1 + 2	1334	1910	3531	4000	3430	3955	5484	5643	7200	8500	9920	9240	9130	9080	9000
VERRE PRESSE	1074	1650	2831	8200	2750	3305	4694	4903	6435	7710	9105	8400	8265	8200	8100
VERRE SOUFFLE	260	260	700	800	680	650	790	740	765	790	815	840	865	880	900

+ Estimation: 20 % de l'importation en verre soufflé (jusqu'à 1983)

IMPORTATIONS DU VERRE DE MENAGE

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	Prix unitaire (1983) D.T/kg
Verre à boire de table, verre à faible coeff.					41	11	20	66	0,76
Services de table en verre à faible coeff.	141	139	140	188	122	249	155	189	1,27
Objets pour cuisine en verre à faible coeff.					97	141	141	113	1,05
Verre à boire de table en cristal	5	27	7	5	1	3	2	6,5	2,53
Autres objets en cristal					2,5	4	5	1,8	4,45
Verre à boire de table, taillé, dépoli, gravé ou décoré autrement que par simple moulage					151	56	9	9	2,67
Services de table en ver- re taillé, dépoli...	339	152	217	179	70	36	82	57	1,54
Autres objets pour cuisini- ne décorés					37	36	40	24	2,37
Verre à boire de table non taillé, décoré autrement que par simple moulage					939	642	600	1656	0,59
Services de tables non taillé décoré autrement...	995	1289	3314	3850	676	1205	1022	913	0,66
Autres objets en verre non taillé non décoré					1708	1336	2190	1043	0,67

MARCHE LOCAL : VERRE PRESSE ET SOUFFLE (ARTICLES DE MENAGE)



C. VERRE D'EMBALLAGE (BOUTEILLES, FLACONS, BOCAUX, ETC...)

Le volume des bouteilles produites en Tunisie durant la période de 1976 à 1983 a presque doublé (1976 : 12 000 tonnes, 1983 : 22 500 tonnes).

Les importations reflètent que la SOTUVER n'arrive pas encore à produire les articles d'emballage à col large (bocaux, pots etc...), les flacons et le verre creux utilisé par l'industrie pharmaceutique.

Probablement aussi une partie des bouteilles en verre coloré (ambre, verte) doit être importée parce que la SOTUVER est capable de les produire seulement à la fin de la campagne du four de fusion.

La consommation des boissons (boissons gazeuses, bière, eau minérale) a le caractère saisonnier en Tunisie avec un maximum pendant les mois d'été.

La SOTUVER produit à présent seulement les bouteilles et doit stocker une grande quantité de bouteilles parce que les usines de boissons n'achètent les bouteilles qu'au moment de leur utilisation. Cependant, il n'est pas économique de stocker les articles pour une période de temps supérieure à 2 - 4 semaines et les contrats avec les acheteurs de bouteilles devraient assurer le prélèvement de la marchandise durant cette période ou paiement de charges de stockage progressives.

Prévisions pour la période de 1984 à 1990

Le four de fusion installé à la SOTUVER alimente actuellement 2 machines de type IS - 6 mais sa capacité de fusion est suffisante pour alimenter 3 machines IS - 6.

La SOTUVER prévoit l'installation de la 3^e Machine IS - 6 (ou IS - 8) après la modification du four existant (augmentation de la partie d'enfournement) pendant la prochaine réparation générale du four (en 1986). De cette façon le volume de production du verre creux (d'emballage) pourrait s'élever durant la période 1984 à 1990 de 26 % et atteindre 29 000 tonnes en 1990.

L'intensification de la production et l'introduction de la 3^e machine IS permettraient de maintenir les importations presque au même niveau durant la période indiquée (approx. 4500 à 5000 tonnes par an).

La SOTUVER devrait accorder une attention particulière surtout à la promotion de l'utilisation du verre comme matériau d'emballage pour :

- Les confitures, conserves de fruit, marmelades, miel, légumes, plats cuisinés etc...
- Les produits alimentaires pour les petits enfants (baby food).
- L'huile de table , ketchups , jus de tomates , piments etc...
concentrés .

La politique de vente dans ces domaines doit être agressive, l'emploi du verre comme matériau d'emballage de substitution doit être stimulé (par ex. par crédits aux fabricants des confitures pour l'achat d'équipement moderne garantissant le remplissage des bocaux dans des conditions hygiéniques correspondant par ex. au normes de la CEE, etc...). Toute l'initiative doit partir de la société SOTUVER dont le rôle doit être actif et caractérisé par de nouvelles idées (par ex. un groupe de bocaux avec les confitures locales préparés pour les touristes de l'étranger, les échantillons des épices locaux dans petits flacons avec mode d'emploi, tout avec étiquettes parfaitement exécutées, dessins attractifs etc...)

La demande actuelle et son évolution dans l'avenir seront déterminées avec précision au cours de l'étude de marché qui sera élaborée par le CNEI en 1984. L'objectif de l'étude sera de vérifier s'il y a des conditions favorables en Tunisie pour la création d'une seconde bouteille.

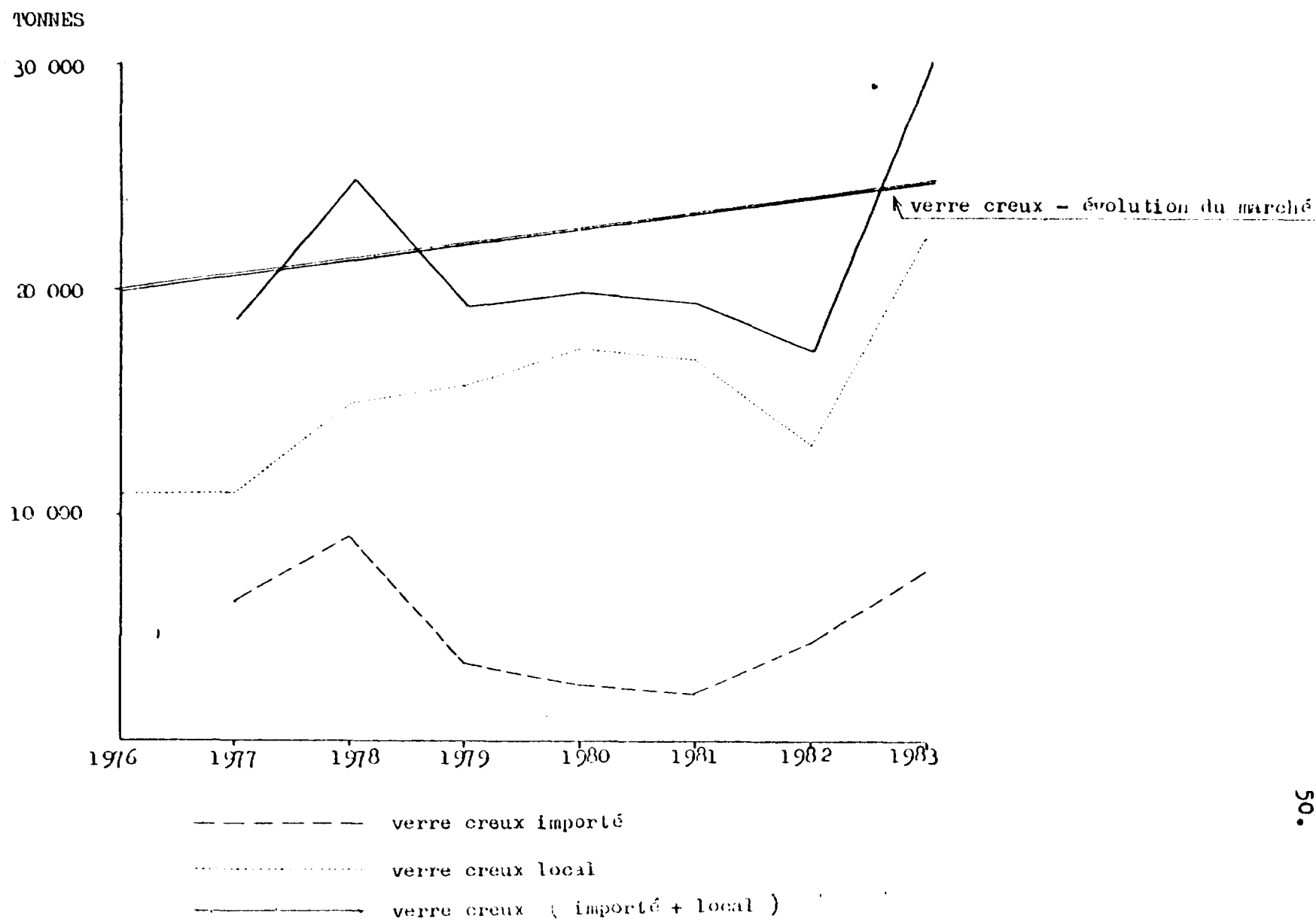
Observation/ Une étude de marché du verre d'emballage est programmée au CNEI. Elle permettra de préciser la demande prévisionnelle jusqu'à l'horizon 1990, et de dégager éventuellement toute opportunités d'investissement dans le secteur.

MARCHE LOCAL : BOUPEILLES, DOCAUX, POTS, FLACONS ETC...

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
IMPORTATION		6570	9160	3379	2676	2540	4389	7791
PRODUCTION LOCALE (SOTUVER)	12000	12000	14763	15900	17600	17100	13400	22500
TOTAL		18750	23923	19279	20276	19649	17789	30291

Prix unitaire d'importation : 0,4 D.T/kg

MARCHE LOCAL : VERRE CREUX D'EMBALLAGE



D. BRÍQUES ET CARREAUX EN VERRE :

Les importations des briques et carreaux en verre ont oscillé considérablement durant la période de 1977 à 1981 (quantité moyenne de 235 tonnes par an) mais elles ont commencé à augmenter les années suivantes (1982, 1983) et ont atteint 762 tonnes l'année passée.

Cette tendance montre un vif intérêt de l'industrie locale du bâtiment à ce type d'articles. La consommation dans l'avenir suivra le développement de l'industrie de la construction en Tunisie et on suppose qu'elle atteindra approx. 1000 tonnes en 1990.

Les briques et carreaux en verre sont produits dans les pays industriels à l'aide de presses rotatives automatiques.

L'unité économique de production se compose d'un four de fusion équipé de deux presses automatiques dont la capacité annuelle est approx. 13 000 tonnes (approx. 5 millions de briques).

Les briques et carreaux peuvent être fabriqués par le pressage à l'aide de presses sémi-automatiques alimentées à la main avec les gobes de verre. Dans ce cas, une unité de fabrication comprenant un four équipé de 3 ouvreaux de cueillage, 3 presse sémi-automatiques, 3 soudeuses et d'une arche de récuison aurait la capacité annuelle approximative de 900 tonnes. (En tablant sur 300 jours de marche par an).

Suggestions

1. Etablir la viabilité d'un projet de fabrication de carreaux et briques par pressage sémi-automatique avec la capacité annuelle de 900 tonnes.

BRIQUES ET CARREAUX EN VERRE : DEMANDE ACTUELLE ET PREVISION DU MARCHÉ

Tomes:

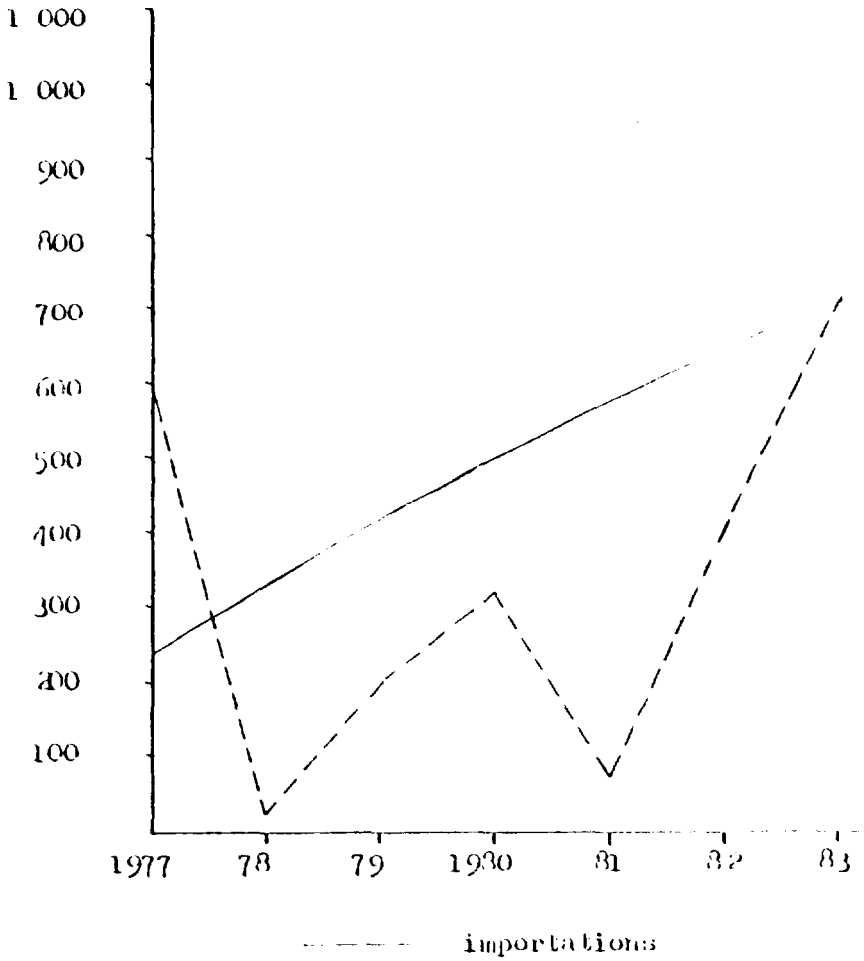
Années	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Quantité	597	12	206	322	36	414	762	780	830	870	910	950	980	1000

Prix unitaire importation : 0,28 DT/kg (1982, 1983)

Source : I.N.S.

MARCHE LOCAL : CARREAUX

TONNES



ET BRIQUES ET VERRE

↙
évolution du marché

84 1985 86 87 88 89 1990

E. VERRE CRISTAL

Les produits en verre cristal sont considérés comme des articles de luxe et seulement de très petites quantités (7 à 8 tonnes par an) sont importés en Tunisie. Dans la majorité des cas il s'agit d'articles fabriqués et décorés à la main qui sont vendus généralement dans les meilleurs magasins de Tunis aux prix exorbitants qui dissuadent les acheteurs potentiels.

Néanmoins le marché tunisien est très évolué et il doit y avoir un intérêt caché pour ce genre d'articles. En comparaison avec les autres pays en développement, le marché local en Tunisie doit satisfaire des clients toujours plus exigeants. L'industrie touristique, le pouvoir d'achat croissant, l'apparition d'une couche de population relativement aisée, un bon niveau d'instruction des nouvelles générations, la publicité etc..., vont exercer une pression croissante sur les fabricants tunisiens de toutes de toutes sortes d'articles de consommation y compris les produits en verre.

Il sera donc nécessaire soit d'améliorer la qualité des produits fabriqués en Tunisie, soit d'introduire la production d'articles considérés jusqu'à présent comme objets de luxe, mais qui ne le sont plus, grâce aux procédés de fabrication mécanisés et à la large consommation.

L'industrie du verre en Tunisie devra s'en occuper dans l'avenir afin d'être capable d'offrir aux consommateurs les articles en verre de qualité supérieure (verre cristal). De tels articles sont souvent achetés comme cadeaux pour - diverses occasions (anniversaires, mariage, etc...). Les magasins offrent généralement deux catégories d'articles en cristal :

- verre cristal pre-pressé sans aucune décoration ou avec un décor très simple (prix inférieur à 5 US \$),
- articles en verre cristal avec des décors très riches (prix autour de 20 US \$).

Il est difficile d'envisager la création d'une unité de fabrication de cristal très décoré parce qu'il n'y a pas d'ouvriers très qualifiés pour l'exécution des décors très élaborés. Cependant on peut supposer qu'une petite unité pour

la fabrication du cristal pré-pressé décoré par de simples techniques et ayant la capacité approximative de 600 à 700 tonnes par an serait viable en Tunisie.

La cristallerie pourrait produire toutes les sortes d'articles pressés (cendriers, salediers, bols, vases, gobelets, assiettes etc...), de qualité supérieure.

Suggestion

1. Elaborer une étude de pré-faisabilité d'une petite unité pour la fabrication du cristal au plomb (avec 18 % PbO) avec la capacité de 600 - 700 tonnes/an.

3. IDENTIFICATION DES PROJETS

Les statistiques sur les importations d'articles en verre durant la période de 1975 à 1983 ont été analysées dans le but d'identifier de nouveaux projets potentiels de fabrication des produits en verre qui sont jusqu'à présent importés.

Les projets suivants ont été retenus :

- 3.1. Fabrication automatique de verres à pied
- 3.2. Fabrication des carreaux et briques en verre
- 3.3. Fabrication des articles en cristal par pressage à la main.

FABRICATION DES VERRES A PIED :

Les verres à pied sont fabriqués à partir du verre avec la composition suivante : 71% SiO_2 , 6,5% CaO , 11,5% Na_2O , 5,5% K_2O , 3% BaO , 1,5% B_2O_3 et 1,5% Al_2O_3 .

Description du procédé technologique :

Les matières premières utilisées pour la fabrication des verres à pied (sable, potasse hydratée, soude, calcaire, carbonate de barium, borax etc.....) sont stockées dans les silos équipés de dispositifs de dosage dans leurs parties inférieures facilitant de cette façon le procédé de pesage. Les matières premières sont pesées à l'aide d'une bascule-chariot ayant la possibilité de se déplacer au-dessous des silos. Le récipient de pesage contenant toutes les matières premières pesées, est déchargée dans le mélangeur à l'aide d'une benne culbutante (skip) ou d'un palan. Un mélangeur de conception spéciale assurant une bonne homogénéité du mélange est utilisé pour la préparation du mélange vitrifiable. Le mélange est humidifié avec une petite quantité d'eau au cours du malaxage pour réduire les émissions de poussière pendant la manutention. La teneur en eau dans le mélange varie de 3 à 4%. Le groisil broyé aux dimensions maximales de 25 à 30 mm est ajouté au mélange dans la dernière étape du malaxage ou pendant le déchargement du mélange dans le récipient de transport.

Le mélange est transporté dans le hall du four dans les récipients qui sont déchargés dans la trémie de réception de l'enfourneuse à l'aide de divers dispositifs (palan, benne culbutante). Le volume de la trémie fusion est choisi de manière à donner la possibilité d'alimenter le four de fusion avec le mélange pendant approximativement 10 heures. L'opération enfournement du mélange est couplée avec le dispositif de mesure de niveau de bain du verre dans le four.

Le verre est fondu dans le four continu à récupération chauffé au gaz naturel. Le bassin de travail du four est équipé de deux avant-corps chauffés au gaz naturel et de deux alimentateurs mécaniques (feeders). Le premier feeder alimente la presse automatique avec les gouttes de verre fondu transformées ultérieurement en parties inférieures des articles (pieds). Les pieds pressés sont acheminés immédiatement après leur sortie de la presse vers la machine automatique de soufflage. C'est le deuxième feeder qui alimente cette machine avec les gouttes.

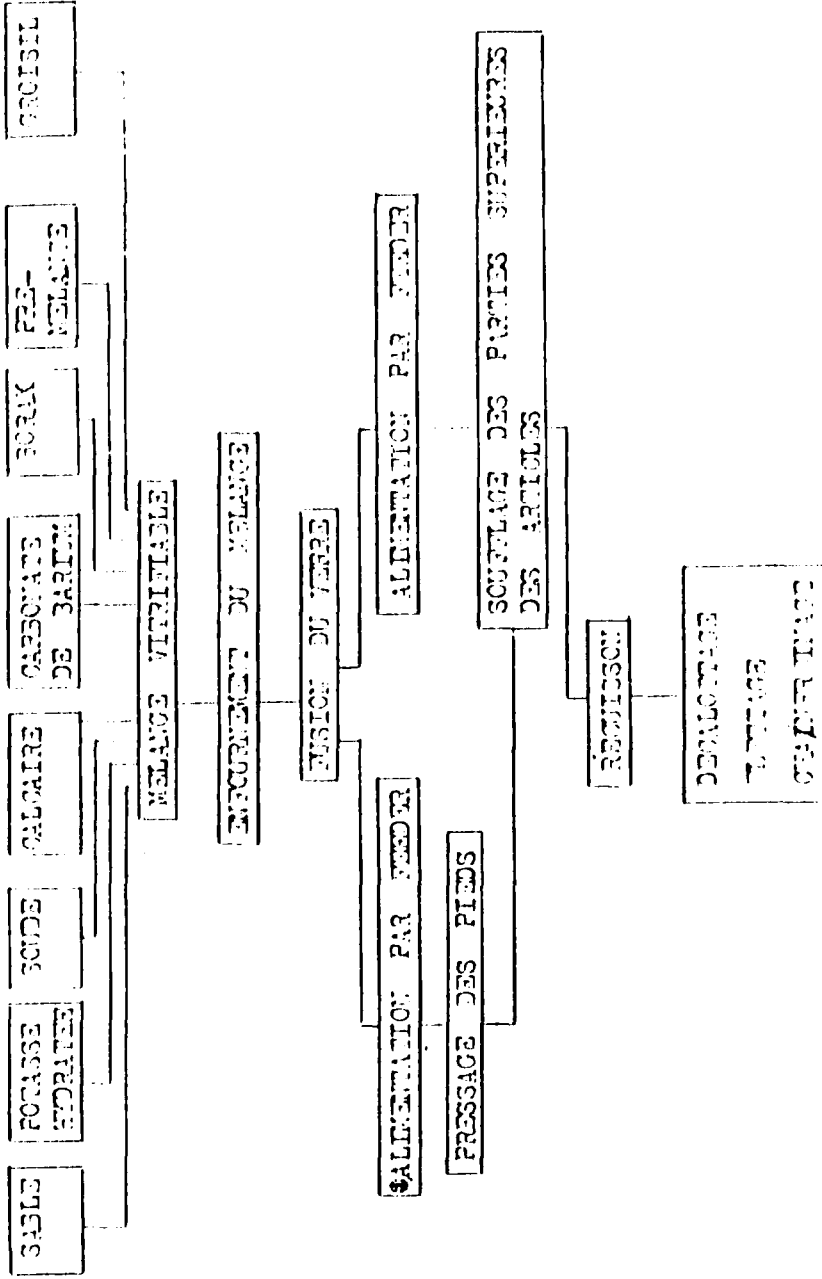
Les parties supérieures des articles sont soufflées directement sur les pieds de façon que les deux parties soient intimement soudées. Les articles finis sont transférés à l'arche de recuisson par un système de tapis et par le stacker.

Le premier contrôle de qualité a lieu à la sortie de l'arche de recuisson. Les articles de bonne qualité sont acheminés vers la machine de décalottage, flettage et chanfreinage (travail à froid des bords des parties supérieures des articles). Les articles sortant de cette machine doivent passer par une ligne de lavage et séchage car seulement les articles lavés et séchés peuvent entrer dans la rébrûleuse qui finit les bords travaillés par les outils mécaniques (disques abrasifs) en les exposant à l'effet de la chaleur concentrée.

Le contrôle final de la qualité des articles à la sortie de la rébrûleuse est suivi par l'emballage dans les cartons pré-confectionnés.

Le procédé technologique peut être complété par la décoration des articles par diverses techniques : taille automatique, gravure, revêtement avec de l'or, etc.... Ce sont surtout les techniques de décoration qui augmentent considérablement le prix des articles.

SCHEMA TECHNOLOGIQUE : FABRICATION DES VERRES A PIED



LAUNCE

RESEARCH

CONTROL OF QUALITY

REPAIRS AND MAINTENANCE

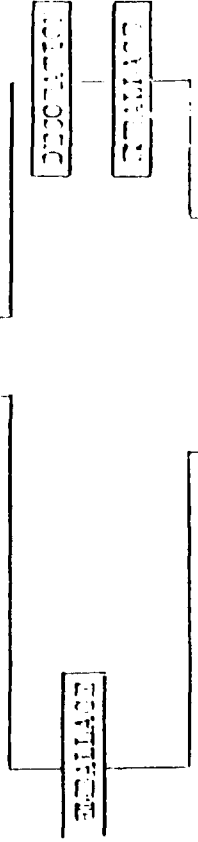
CONTROL OF QUALITY

RESEARCH

RESEARCH

RESEARCH

STOCKS AND BOND
STOCKS



ABRICATION AUTOMATIQUE DES VERRÉS A PIED

CAPACITE : 530 — 900 TONNES / AN

POIDS NET D'ARTICLE g	POIDS BRUT DE PARTIE SOUFFLEE g	POIDS BRUT DE PARTIE PRESSEE(PIED) g	ARTICLES PAR JOUR (NET)	KG/JOUR (NET)	ARTICLES/AN (NET)	KG/AN (NET)
95	150	50	17.000	1.615	5.610.000	533.000
150	220	60	14.000	2.100	4.620.000	693.000
185	260	70	13.000	2.405	4.290.000	793.000
225	320	70	12.000	2.700	3.960.000	891.000
240	365	70	9.000	2.160	2.970.000	712.000

Nombre de jours de travail par an : 330 jours (usine à feu continu)

]- FABRICATION DES VERRES A PIED : APERCU SUR LES PRINCIPAUX
PARAMETRES

PARAMETRES	VALEUR
Production nette par an	530 à 900 Tonnes
Consommation des matières premières (pour la production de 700 Tonnes/an):	
Sable	520 Tonnes/an
Soude	150 " "
Potasse hydratée	80 " "
Calcaire	90 " "
Carbonate de barium	30 " "
Borax	30 " "
Alumine	15 " "
Consommation d'énergie électrique	1.800.000 kWh/an
Consommation du gaz naturel	2.500.000 Nm ³ /an
Consommation d'ait comprimé	22.000.000 Nm ³ /an
Consommation d'air à faible pression	100.000.000 Nm ³ /an
Consommation d'eau normale	100.000 m ³ /an
Consommation d'eau traitée	50.000 m ³ /an
Consommation d'O ₂	50.000 Nm ³ /an
Surface du terrain	10.000 m ²
Surface couverte	3.000 m ²
Prix de vente sortie usine H.T (article non décoré)	1 S/
Coûts d'investissement (sans génie-civil)	12.000.000 \$

FABRICATION DES VERRES A PIED : LISTE DES PRINCIPAUX EQUIPEMENTS

1. Atelier de Composition

Equipement	- Silos, bascule-chariot, benne culbutante, mélangeur, broyeur, récipients de mélange
Régime de travail	- Semi-automatique
Dosage et pesage	- Manuël
Malaxage	- Par mélangeur de conception spéciale
Alimentation du mélangeur	- par benne culbutante
Capacité	- 10 Tonnes/8 heures.

2. Four de fusion

Type	- Four continu à récupération
Capacité	- 10 Tonnes/ 24 Heures
Chauffage	- Gaz naturel
Type de verre fondu	- Verre sodo-potassique pour la fabrication des verres à pied

Four complet avec le système d'enfournement, de combustion, de refroidissement, cheminée, système de contrôle et régulation, etc.....

Bassin de travail	- Avec deux feeders chauffés au gaz naturel pour alimenter la presse et la machine à souffler.
-------------------	--

3. Presse automatique pour la fabrication des pieds :

Capacité	- approximativement 25.000 articles/ 24 heures
Nombres de station	- 16
Complet avec refroidissement, tapis pour le transport des pieds vers la machine à souffler, etc.....	

4. Machine à souffler

Emploi	- fabrication des parties supérieures des verres à pied
Capacité	- approximativement 25.000 articles/ 24 heures
Nombre de stations	- 20
Régime de travail	- Soufflage des articles dans les moules tournants.

5. Arche de cuisson

Emploi	- cuisson des verres à pied
Largeur	- 1.800 mm
Longueur	- 20.000 mm
Chauffage	- Gaz naturel

6. Décalotteuse, fletteuse, chanfreineuse

Emploi	- Séparation des calottes, travail à froid des bords des articles
Capacité	- 30.000 articles/ 24 heures
Nombre de station	- 40.

7. Laveuse-sécheuse

Emploi	- Lavage des articles avec l'eau normale et l'eau traitée avant le rebrûlage des bords
Capacité	- 30.000 articles / 24 heures.

8. Rebrûleuse

Emploi	- Finition des bords d'articles par rebrûlage
Capacité	- 30.000 articles/ 24 heures
Chauffage	- Gaz naturel + O ₂

Ventilation des coûts d'investissements : (En \$)

Atelier de composition	100.000
Four + feeders	1.500.000
Presse	1.000.000
Machine à souffler	1.500.000
Arche de cuisson	100.000
Décalotteuse, fletteuse, chanfreineuse	1.000.000
Laveuse - sécheuse	80.000
Rebrûleuse	80.000
Moules	500.000
Services auxiliaires	500.000
Savoir-faire, training, montage, mise en marche, etc.....	2.500.000

FABRICATION DES BRIQUES ET CARREAUX EN VERRE

Les briques et carreaux en verre sont fabriqués à partir du verre contenant approximativement 73 % SiO_2 , 14,5 % Na_2O , 6,5 % CaO , 4,5 % MgO et 1,5 % Al_2O_3 .

DESCRIPTION DU PROCÉDE TECHNOLOGIQUE

Les matières premières utilisées pour la fabrication des briques en verre (sable, soude, dolomie, sulfate etc ...) sont stockées dans des silos équipés de dispositifs de dosage dans leurs parties inférieures facilitant ainsi le procédé de pesage.

Le procédé est analogue à celui utilisé dans la fabrication des verres à pied, jusqu'à la phase "enfournement du mélange".

Le verre est fondu dans un four du type Unit Melter permettant un changement relativement rapide de la couleur du verre. Le four, chauffé au gaz naturel, est équipé de deux récupérateurs métalliques (à radiation de chaleur) qui permettent de récupérer une partie de la chaleur des gaz brûlés avant leur évacuation par la cheminée. Le bassin de travail du four est muni de 3 ouvreaux de cueillage pour pouvoir prélever les gouttes de verre fondu avec un poids allant de 0,8 à 2 kg. Les gouttes sont cueillies à la main par les ferrets de cueillage et elles sont transférées au-dessus des moules. L'opérateur de la presse découpe la quantité requise de verre et met en marche la presse.

Les carreaux et briques sont fabriqués à l'aide de 3 presses pneumatiques semi-automatique. Les articles pressés sont transportés manuellement aux 3 soudeuses à une station, chauffées au gaz naturel. Les deux parties formant la brique sont préchauffées avant leur soudage. Les briques soudées sont transportées manuellement vers l'arche de cuisson.

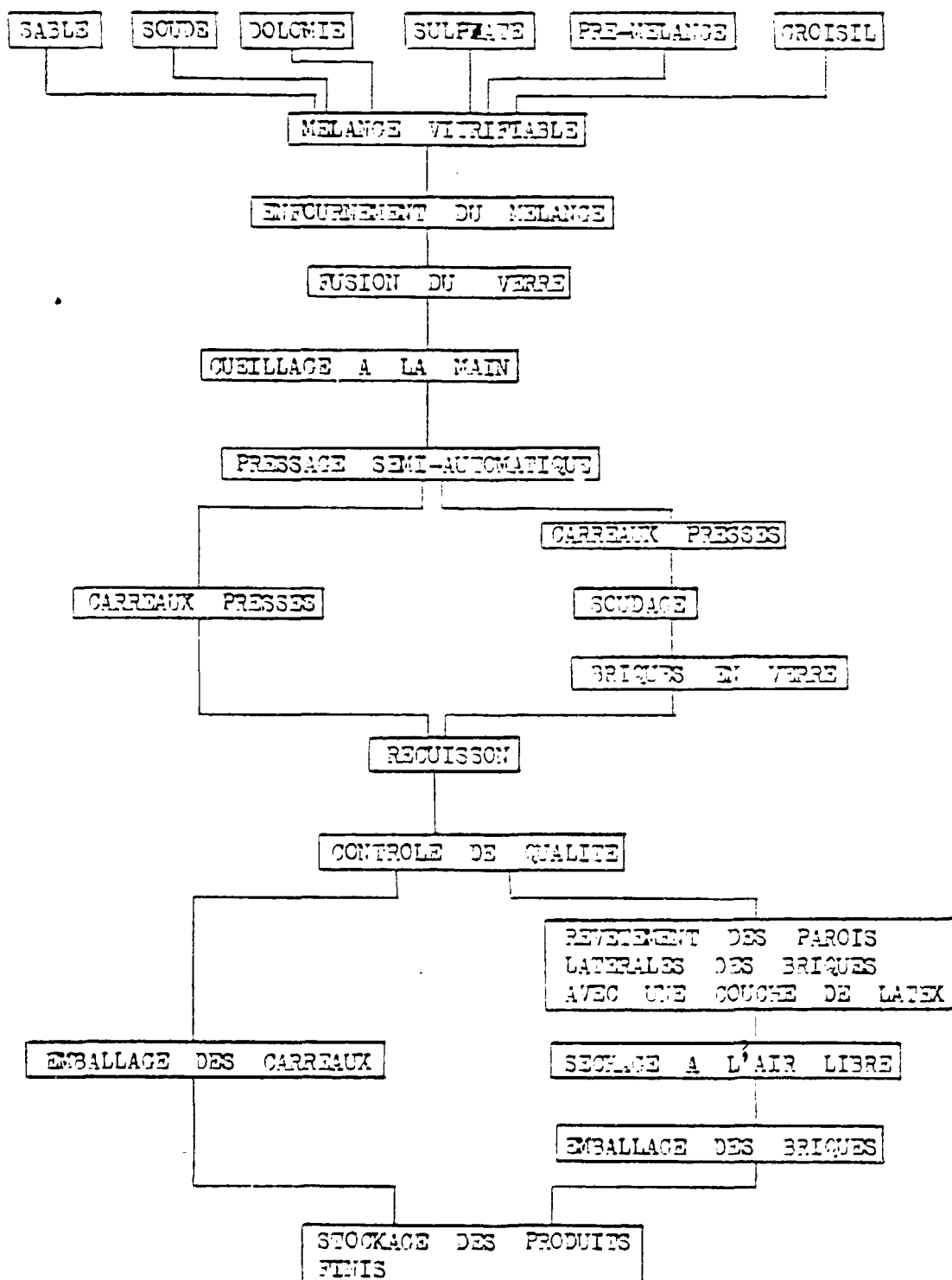
L'arche de cuisson chauffée au gaz naturel doit garantir une lente diminution de la température des briques et carreaux et l'élimination

de toutes tensions dangereuses pour la résistance mécanique des articles.
La durée du procédé de récuissou est de 3,5 heures au minimum.

A la sortie de l'arche de récuissou, les articles sont contrôlés et les briques sont acheminées vers un dispositif où une dispersion de latex est appliquée aux parois latérales des briques (pulvérisation par pistolet).

Les produits finis sont emballés dans des cartons pré-confec-
tionnés.

SCHEMA TECHNOLOGIQUE : FABRICATION DES CARREAUX ET BRIQUES EN VERRE



FABRICATION DE CARREAUX ET BRIQUES EN VERRE

CAPACITE : 800 — 980 TONNES/AN

TYPE	CARREAUX					BRIQUES				
	Poids g	ART/JOUR	KG/JOUR	ART/AN	KG/AN	Poids g	ART/JOUR	KG/JOUR	ART/AN	KG/AN
240 x 240 MM	1300	2520	3276	756000	983000	2600	1140	2964	342000	889000
240 x 120 MM	900	3300	2970	990000	891000	1800	1500	2700	450000	810000

Nombre de jours de travail par an : 300 jours

FABRICATION DES BRIQUES ET CARREAUX : APERÇU SUR LES PRINCIPAUX PARAMÈTRES

P a r a m e t r e	V a l e u r
Production nette par an	800 à 1.000 tonnes
Consommation des matières premières :	
(pour la production de 900 tonnes/an)	
- sable	700 tonnes/an
- soude	250 tonnes/an
- dolomie	200 tonnes/an
- Sulfate	10 tonnes/an
- pré-mélange (alumine, nitrate de sodium, arsenic)	10 tonnes/an
Consommation d'énergie électrique :	500.000 kWh/an
Consommation du gaz naturel	2.200.000 Nm ³ /an
Consommation de l'air comprimé	1.500.000 Nm ³ /an
Consommation de l'air à faible pression	40.000.000 Nm ³ /an
Consommation d'eau	2.000 m ³ /an
Surface du terrain	10.000 m ²
Surface couverte	1.500 m ²
Effectif	65 personnes
Prix de vente sortie usine (Europe), H.T. :	
brique 240 x 240 mm, 2,5 kg	0,77 \$
Coûts d'investissement (sans génie civil)	900.000 \$

FABRICATION DES CARREAUX ET BRIQUES : LISTE DES PRINCIPAUX EQUIPEMENTS1. ATELIER DE COMPOSITION

Equipement : - silos, bascule, chariot, benne culbutante, mélangeur, récipients de réception du mélange, broyeur.

Régime de travail - semi-automatique

Dosage et pesage - manuel

Malaxage - par mélangeur de conception spéciale

Alimentation du mélangeur - par benne culbutante

Capacité - 10 tonnes de mélange/8 heures.

2. FOUR DE FUSION

Type : - four continu du type Unit-Melter, avec deux récupérateurs métalliques ;
- complet avec le système de combustion du gaz naturel, enfournement, évacuation des gaz brûlés, contrôle et régulation, etc.

Chauffage : - gaz naturel

Type du verre fondu - verre sodocalcique pour la fabrication des briques

Capacité - 8 tonnes/24 heures

Bassin de travail - avec 3 ouvreaux de cueillage.

3. PRESSES PNEUMATIQUES, SEMI-AUTOMATIQUES

Régime de travail - alimentation à la main

Emploi - pressage des carreaux et de moitiés des briques

Dimensions maximales d'articles - 240 x 240 mm

Equipement - complet avec refroidissement des moules, 20 jeux de moules

Nombre de presses - 3

4. SOUDEUSES

Régime de travail - alimentation à la main

Emploi - soudage des briques

Dimensions maximales des briques - 240 x 240 mm

Chauffage - gaz naturel

Capacité - aprox. 30 briques/heure
 Nombre de soudeuses - 3

5. L'ARCHE DE RECUISSON

Emploi - récuisson des carreaux et briques
 Chauffage - gaz naturel, avec recirculation à l'intérieur
 Largeur - 1.200 mm
 Longueur - 25.000 mm

VENTILATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT (en \$)

Atelier de composition	60.000
Four	500.000
Presses (3)	50.000
Moules (20 jeux)	25.000
Soudeuses (3)	30.000
Arche de récuisson	80.000
Divers	150.000

FABRICATION DU CRISTAL AU PLOMB PRESSE

Le cristal pressé à la main est fabriqué à partir du verre contenant 18% PbO.

DESCRIPTION DU PROCEDE TECHNOLOGIQUE

Les matières premières utilisées pour la fabrication du cristal (sable, minium de plomb, potasse hydratée, soude, etc) sont stockées dans des silos équipés de dispositifs de dosage dans leurs parties inférieures facilitant ainsi le procédé de pesage. Le Procédé est analogue à celui utilisé dans la fabrication des verres à pied, jusqu'à la phase "enfournement du mélange".

Le verre au plomb est fondu dans un four du type Unit Melter chauffé au gaz naturel. Le four de fusion est équipé de deux récupérateurs métalliques (à radiation de chaleur) qui permettent la récupération d'une partie de la chaleur des gaz brûlés (préchauffage de l'air de combustion) avant leur évacuation par la cheminée.

Le bassin de travail du four est doté de 3 ouvreaux de cueillage permettant le prélèvement des gouttes du verre fondu avec le poids allant de 0,4 à 2,5 kg. Le verre est cueilli à la main par les ferrets de cueillage et est transféré au-dessus des moules. L'opérateur de la presse découpe la quantité requise de verre et met en marche la presse.

L'article pressé est transféré sur une plateforme tournante où sa forme est rectifiée manuellement à l'aide de simples outillages. Une fois rectifié, l'article est transporté à la main à l'arche de récuison.

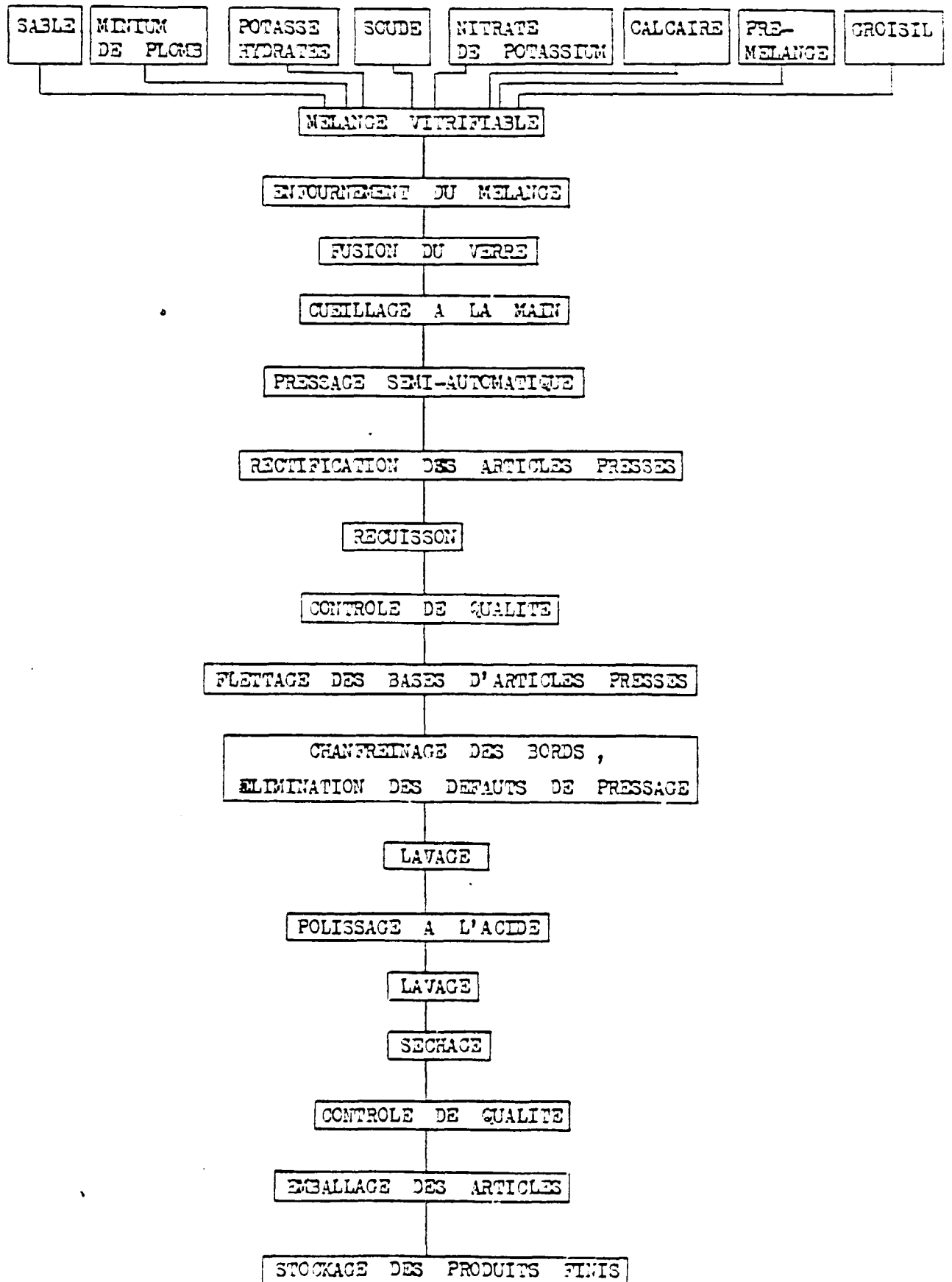
Les articles sortant de l'arche sont contrôlés et les produits de bonne qualité sont acheminés vers les machines de travail à froid.

Le travail à froid des articles pressés comprend le flettage des bases, le chanfreinage des bords supérieurs et l'élimination des défauts.

de pressage par disques abrasifs. Ces opérations sont effectuées par des machines à disques abrasifs dans la position verticale et horizontale.

Les articles lavés sont rangés dans des corbeilles spéciales fabriquées de fil de cuivre résistant à la corrosion par les acides. Le polissage est effectué dans un bain d'acides fluorhydrique et hydrosulfurique. Il permet de dissoudre une couche mince sur la surface du verre améliorant de cette manière la brillance des articles. Après le polissage, les articles sont lavés, séchés et emballés dans des cartons pré-confectionnés.

SCHEMA TECHNOLOGIQUE : FABRICATION DU CRISTAL AU PLOMB



FABRICATION DES ARTICLES EN CRISTAL

CAPACITE : 650 - 800 TONNES/AN

Type d'articles	POIDS MOYEN g	ART/JOUR	KG/JOUR	ART/AN	KG/AN
PETITS ARTICLES	450	4.800	2.160	1.440.000	648.000
ARTICLES DE TAILLE MOYENNE	1.200	2.100	2.520	630.000	756.000
ARTICLES DE GRANDE TAILLE					
- ASSIETTES	1.300	1.800	2.340	540.000	702.000
- VASES	1.700	1.500	2.550	450.000	765.000
- BOLS	2.400	1.100	2.640	330.000	792.000

Nombre de jours de travail par an : 300 jours

FABRICATION DU CRISTAL AU FLCMB : APERÇU DES PARAMÈTRES PRINCIPAUX

P a r a m e t r e s	V a l e u r
Production nette par an	650 à 800 tonnes
Consommation des matières premières (pour la production de 650 tonnes/an) :	
- sable	500 tonnes/an
- minium de plomb	140 tonnes/an
- potasse hydratée	170 tonnes/an
- soude	23 tonnes/an
- nitrate de potassium	23 tonnes/an
- calcaire	7 tonnes/an
- arsenic	7 tonnes/an
Consommation d'énergie électrique	700.000 kWh/an
Consommation du gaz naturel	2.100.000 Nm ³ /an
Consommation d'air à faible pression	40.000.000 Nm ³ /an
Consommation d'eau	15.000 m ³ /an
Consommation d'acide hydro-sulfurique (96 ‰)	150.000 kg/an
Consommation d'acide fluo-rydrique (75 ‰)	50.000 kg/an
Consommation d'hydroxyde de calcium (70 ‰)	200.000 kg/an
Consommation de vapeur, 150 °C	1.150.000 kg/an
Surface du terrain	10.000 m ²
Surface couverte	2.000 m ²
Effectif	170 personnes
Prix de vente sortie usine H.T., environ	2 \$/kg
Coûts d'investissement	1.500.000 \$

FABRICATION DU CRISTAL AU PLOMB : LISTE DES PRINCIPAUX EQUIPEMENTS

1. ATELIER DE COMPOSITION

Equipement : - silos, bascule, charoit, benne culbutante, mélangeur, broyeur, récipients de mélange

Régime de travail - semi-automatique

Dosage et pesage - manuel

Malaxage - par mélangeur de conception spéciale

Alimentation du mélangeur - par benne culbutante

Capacité - 10 tonnes/8 heures

2. FOUR DE FUSION

Type : - four continu du type Unit Melter, avec deux récupérateurs métalliques ;
complet avec le système de combustion du gaz naturel ;
enfournement, évacuation des gaz brûlés, contrôle et régulation etc

Chauffage - gaz naturel

Type du verre fondu - verre au plomb, 18 % PbO

Capacité - 8 tonnes/ 24 heures

Bassin de travail - avec 3 ouvraux de cueillage et le système d'homogénéisation du verre par mélangeur.

3. PRESSES HYDRAULIQUES, SEMI-AUTOMATIQUES

Régime de travail - alimentation à la main

Emploi - pressage des articles en cristal

Dimensions maximales des articles - diamètre 450 mm, hauteur 350 mm

Poids d'articles - 400 - 2.500 g

Equipement - complet avec refroidissement des moules, l'unité hydraulique et 20 jeux de moules

Nombre de presses - 3

4. ARCHE DE RECUISSON

Emploi :	- récuisson des articles en verre cristal
Chauffage	- gaz naturel avec récirculation
Largeur	- 1.800 mm
Longueur	- 2.500 mm

5. FLETTEUSES

Emploi	- flettagé des bases des articles
Type	- disque abrasif horizontal, axe de rotation vertical
Vitesse de rotation du disque	- 450 à 600 tours/min.
Nombres de machines	- 6

6. CHANFREINEUSES

Emploi	- travail à froid des bords des articles, élimination des défauts de pressage
Type	- disque abrasif vertical, axe de rotation horizontal
Disques abrasifs	- carbure de silicium
Vitesse maximale de rotation	- 6.000 tours/min.
Nombre de machines	- 6

7. LAVEUSES

Emploi	- lavage des articles après leur travail à froid - lavage à la main, brosses de lavage motorisées.
Nombre de laveuses	- 2

8. UNITE DE POLISSAGE A L'ACIDE

Type	- polissage par immersion des corbeilles contenant les articles de cristal dans le bain de $\text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4$
Régime de travail	- sémi-automatique avec pré-programmation du cycle de polissage.

Capacité	- 3 tonnes/16 heures
Équipement	- complet avec les systèmes d'évacuation des émissions et de leur absorption ; système de neutralisation des eaux résiduaires etc

9. LAVEUSE - SECHEUSE

Emploi	- lavage des articles après polissage à l'aide
Longueur	- 2 m
Largeur	- 0,6
Nombre	- 1

VENTILATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT (en \$)

Atelier de composition	60.000
Four de fusion	550.000
Presses (3)	80.000
Arche de recuisson	80.000
Fletteuses (6)	10.000
Chanfreineuses (6)	20.000
Unité de polissage	100.000
Laveuse-sécheuse	5.000

II. EMPLOI DES RESULTATS OBTENUS

Le dépouillement des données sur les analyses des matières premières locales a permis d'identifier les gisements de calcaire et dolomie avec les compositions chimiques convenables aux exigences de la fabrication des articles de ménage en verre pressé.

L'emploi des matières premières indiquées contribuera à l'amélioration de la qualité du verre et à l'élimination des importations (par ex. la dolomie utilisée par la Verrerie de Naassen a été jusqu'à présent importée de l'Espagne).

Les paramètres physico-chimiques très détaillés des matières premières comprenant une partie de savoir-faire verrier permettront aux utilisateurs actuels et futurs de spécifier avec précision les conditions de livraison.

L'analyse des importations du verre pressé en Tunisie et les visites aux usines existantes ont permis de constater un surplus d'articles en verre pressé sur le marché local (stocks importants dans les verreries). Les données obtenues serviront à :

- la détermination des quotas d'importation (protection de l'industrie locale),
- l'élaboration de mesures permettant la spécialisation des verreries existantes,
- la construction d'une base de coopération parmi les verreries tunisiennes dans le domaine des matières premières, de la commercialisation de leurs articles, etc...

Pendant les visites aux verreries plusieurs suggestions d'amélioration ont été formulées dont les fabricants n'ont pas été toujours conscients.

Il s'agit surtout de la préparation du mélange vitrifiable à l'aide de méthodes et machines garantissant une composition homogène du mélange ; de l'entretien des moules etc... Le Centre Technique des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre tâchera de remédier à cette situation et envisage pour ce faire, de recourir à une assistance technique étrangère dans la mesure où il peut s'assurer un financement de l'O.N.U.D.I.

Les opportunités de créer de nouvelles usines pour la fabrication des articles en verre ont été identifiées sur la base de l'analyse des données disponibles ; il s'agit de la fabrication de briques et carreaux en verre, des verres à pied et du cristal. La faisabilité de ces projets sera vérifiée par des études plus profondes dans un prochain avenir.

CONCLUSIONS

L'industrie du verre creux en Tunisie a de bonnes perspectives pour son développement futur grâce au niveau de vie croissant de la population et aux possibilités d'exportation de produits agro-alimentaires ou d'articles en verre.

Néanmoins, l'industrie du verre comme toute industrie répondant aux besoins du marché doit jouer un rôle actif, elle doit s'attaquer aux domaines conquis par les autres matériaux et présenter de nouvelles solutions plus esthétiques et en même temps plus économique au niveau du consommateur ou de l'économie nationale.

Le rapport ne se limite pas à la constatation de la situation actuelle de l'industrie du verre en Tunisie, mais il fait aussi des suggestions surtout dans le domaine de l'amélioration du niveau de fabrication du verre et de la qualité des produits.

On peut constater que - grâce à l'organisation parfaite de l'activité du consultant par le CNEI - toutes les tâches spécifiées dans la description du poste ont pu être remplies.

ANNEXE 1 : COLLABORATEURS AU C.N.E.I.

M. Néjib CHAABANE, Ingénieur Chimiste DIRECTEUR

ANNEXE 2 : VISITES AUX USINES, SOCIETES ET INSTITUTS

- 6 Avril 1984 CENTRE TECHNIQUE DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION;
8 Mai 1984 DE LA CERAMIQUE ET DU VERRE, TUNIS
- M. KOHCUK, PRESIDENT DIRECTEUR GENERAL
- Thèmes de discussion :
- l'activité de l'Institut dans le domaine de l'Industrie du verre,
 - assistance technique pour le développement du Centre, (laboratoire de verre, contrôle et régulation, entretien des moules),
 - rapport verbal sur les visites aux verreries.
- 10 Avril 1984 VERRERIE DE TUNIS, BOU ARGOUB
- M. BACCOUCHE, Promoteur
M. DJERBI , Directeur Technique
- Thèmes de discussion :
- construction de l'usine, programme de production, visite de la verrerie
- 16 Avril 1984 SOTUVER, Tunis
- 3 Mai 1984 M. DJAIT, Président Directeur Général
- Thèmes de discussion :
- fabrication des bouteilles et gobelets,
 - développement de l'usine dans l'avenir,
 - problèmes de fabrication.
- 17 Avril 1984 OFFICE NATIONAL DES MINES, TUNIS
- 7 Mai 1984 M. BEN CHARRADA, Ingénieur-Géologue, Div. substances utiles
- Thèmes discutés :
- inventaire des matières premières pour l'industrie du verre (sable, calcaire, dolomie)
 - traitement des argiles locales.

ANNEXE 2 : (suite)

- 18 Avril 1984 VERRERIE DE NAASSEN, NAASSEN
30 Avril 1984 M. KACEM, Président Directeur Général
- Thèmes de discussion :
- fabrication des articles en verre pressé,
 - problèmes actuels de fabrication et de commercialisation des articles,
 - développement futur de la verrerie.
- 19 Avril 1984 OFFICE NATIONAL DE L'ARTISANAT, TUNIS
- visite de l'atelier verrier.
- 19 Avril 1984 MINISTERE DE L'ECONOMIE NATIONALE, TUNIS
M. AMROUNI, Sous-Directeur des Industries des Matériaux de Construction, de la Céramique et du Verre à la D.G.I. (Direction Générale de l'Industrie)
- Thèmes de discussion :
- problèmes actuels de l'industrie du verre en Tunisie,
 - nouveaux projets dans le domaine du verre.
- 23 Avril 1984 INSTITUT TECHNOLOGIQUE D'ART, D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME, TUNIS
M. POSPICHAL, Professeur en Art Verrier
- Thèmes de discussion :
- formation des étudiants dans le domaine du travail du verre.
 - visite de l'atelier verrier.
- 25 Avril 1984 VERRERIE BELLAR, SOLIMAN
M. JOUINI, Président Directeur Général
- Thèmes de discussion :
- fabrication des articles en verre pressé par machines semi-automatiques,
 - problèmes actuels de fabrication.

ANNEXE 2 : (Fin)

9 Mai 1984

GLAMIVER, TUNIS

M. TOUZANI, Président Directeur Général

Thèmes de discussion :

- fabrication du verre trempé et des miroirs,
- problèmes actuels de fabrication,
- possibilité d'assistance technique.

9 Mai 1984

SOCIETE MINIÈRE ET METALLURGIQUE DE TUNISIE, TUNIS

M. DJERBI, Président Directeur Général

Thèmes discutés :

- projet de création d'une usine pour la fabrication du verre plat,
- sélection des matières premières,
- assistance technique.

16 Mai 1984

SOCIETE TUNISO-SAUDIENNE D'INVESTISSEMENT ET DE DEVELOPPEMENT, TUNIS

M. PACHA, Directeur du Département Etudes

Thèmes de discussion :

- projet de création d'une bouteille,rie,
- problèmes de préparation d'une étude de marché (verre creux d'emballage).

ANNEXE 3.1. : COMPOSITION CHIMIQUE DES SABLES QUARTZIFERES

Site	Composition chimique %								Granulométrie
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂	
Khélidia 25km de Tunis	97,4	0,55	0,60	0,14	0,06	0,18	0,03	0,18	moyen à fin
Testour	97,0	0,53	0,70	-	-	0,34	-	-	moyen à fin
R'mida Bou Arada	97,8	0,40	0,45	0,15	0,02	0,2	0,03	0,3	moyen à gros- sier
Sacuef, carr. Sotuver	96,2	0,60	1,0	0,32	0,06	0,11	0,05		moyen à fin
Jezza Tajérouine	98,2	0,3	0,3	0,2	0,05	0,2	0,03	0,03	moyen à fin.
S 1 Haffouz	95,3	0,46	1,9	0,8	0,15	0,25	0,04	0,1	blanc et fin
S 3 Shikha	98,2	0,20	0,33	0,14	0,015	0,30	0,3	0,03	blanc et fin.
S 4 Ouslatia	97,44	0,22	1,05	0,5	0,02	0,16	0,02	0,1	blanc et fin
S 5 El Ala, 5 km	96,5	0,44	0,9	0,27	0,02	0,16	0,03	0,07	fin
S 6 Kairouan, 12 km	96,9	0,28	0,67	0,27	0,03	0,45	0,06	0,06	fin
S 7 El Ala, 10 km	97,8	0,22	0,32	0,11	0,007	0,4	0,008	0,04	fin
S 8 Haffouz, 13 km	98,0	0,23	0,28	0,11	0,011	0,045	0,01	0,02	fin et blanc
S 9 Haffouz, 15 km	98,3	0,25	0,27	0,11	0,001	0,13	0,07	0,06	fin et blanc
S 10 Kairouan, 25 km	97,55	0,48	0,48	0,017	0,007	0,34	0,07	0,06	fin et blanc
S 11 Kairouan, 10 km	97,55	0,36	0,26	0,10	0,035	0,15	0,12	0,025	fin et blanc
S 16 Haffouz 8 km	97,2	0,28	0,63	0,33	0,003	0,1	0,015	0,07	fin et blanc
S 17 Haffouz 10 km	96,8	0,41	1,02	0,18	0,110	0,3	0,040	0,10	fin et blanc
Haydra	97,0	0,33	1,2	0,75	0,06	0,2	0,05	0,15	moyen à gros- sier
Gmata, Kasserine	98,5	0,35	0,05	-	-	0,33	-	-	blanc et fin
Khammouda (Ain) kasserine	97,7	0,4	0,55	0,35	0,01	0,15	0,02	0,06	moyen à gros- sier
Agab Chambi	97,45	0,42	1,51	-	-	0,40	-	-	moyen à gros- sier
Kasserine	96,2	0,4	1,1	0,5	0,2	0,18	0,02	0,04	moyen à gros- sier
Sned	95,5	0,8	1,2	0,1	0,1	0,2	0,08	-	Moyen à gros- sier
Douiret	97,3	0,53	0,43	0,1	0,02	0,23	0,05	0,04	moyen à gros- sier

ANNEXE 3,3 : FOURNISSEURS DE L'INDUSTRIE DU VERRE

Vittorio Barbini & Co.

Via Giuliano 4

M e s t r e

ITALIE

CARBONATE DE POTASSIUM, MINIMUM DE PLOMB , SELENIUM

Eurominerali

Via Gasparini, 14

42100 Reggio Emilia / ITALIE

ALLUMINE, CARBONATE DE BARIUM, CARBONATE DE POTASSIUM,
SULFATE DE SOUDE, NITRATE DE SODIUM

G. E. Giulini & Co.

Via Correggio 1

20149 M i l a n o / ITALIE

ACIDE FLUORHYDRIQUE, BORAX, OXIDE DE ZINC, MINIMUM DE PLOMB

Sibelco Italiana SpA

Via G. da Procida, 36

20 149 M i l a n o / ITALIE

SABLES SILICEUX POUR LA CRISTALLERIE

Ditta E. Lucchini & Co.

Via Cenisio, 73

20 154 M i l a n o / ITALIE

ALLUMINE, ARSENIC, BORAX, CARBONATE DE POTASSIUM, NITRATE DE
SODIUM ET POTASSIUM, MINIMUM DE PLOMB

Solvay et Cie

Via del Vecchio Politecnico 3

20 121 M i l a n o / ITALIE

SOLDE

Loro et Parisini
 Via Savona 129
 20 144 M i l a n o / ITALIE
 EQUIPEMENT POUR LE TRAITEMENT DES SABLES

Sismey & Linforth Ltd.
 1631, Coventry Road
 Birmingham B 26 1 DD / UK
 FOURS DE FUSION

Karl Horn KG
 6591 Ploesberg, Opf. / RFA
 FOURS DE FUSION

EMHART ZURICH SA
 Seefeldstr. 224
 CH - 8008 Z u r i c h / SUISSE
 FOURS DE FUSION UNIT MELTER, FEEDERS, ENFOURNEUSES,
 MACHINES IS, LIGNES DE CONTROLE DES ARTICLES

BRITISH HARTFORD - FAIRMONT
 Rockware Ave.
 Greenford, Middlesex UB6 0AG / UK
 FEEDERS

Zippe GmbH & CO;
 Postfach 370
 A.-Zippe-Str.
 D-6980 Wertheim / Main / RFA
 ATELIERS DE COMPOSITION, TRAITEMENT DU CALCIUM

Bizerba
 Mosetiggasse 1
 A - 1232 W i e n / AUTRICHE
 ATELIERS DE COMPOSITION

Maschinenfabrik G. Eirich
 Postfach 1160
 D - 6969 Hardheim / RFA
 ATELIERS DE COMPOSITION

Toledo-Werk
 Stolberger Str. 7 - 11
 5 K o e l n 41 / RFA
 ATELIERS DE COMPOSITION

Nikolaus Sorg GmbH & CO.
 P;O. Box 520
 D - 8770 L o h r / RFA
 FOURS DE FUSION, EQUIPEMENT POUR LA FABRICATION AUTOMATIQUE
 DU VERRE A PIED

H. Putsch GmbH & Co.
 Postfach 4221
 5 800 Hagen 1 / RFA
 PRESSES POUR LA FABRICATION DU VERRE

Walter Poeting GmbH & Co.
 Meanderstr. 38
 Postfach 147
 D - 4006 Erkrath 1 / RFA
 PRESSES POUR LA FABRICATION DU VERRE (CARREAUX ET BRIQUES),
 SOUDEUSES (BRIQUES), TOURS POUR TAILLER LE VERRE

Walter & CO;
 Postfach 780
 Ziegelwinkel 12
 D - 8640 Kronach , Ofr. / RFA
 PRESSES POUR LA FABRICATION DU CRISTAL ET VERRE PRESSE,
 REBRULEUSES, MOULES

F. G. Bode
 Schlossmuehlendam 11
 Hamburg - Harburg / RFA
 PRESSES HYDRAULIQUES, REBRULEUSES, FLEUTEUSE-CHANFREINEUSES

Guilhon-Barthélemy
 18, Route de Montfavet
 84 000 Avignon / FRANCE
 PRESSES POUR LA FABRICATION DU VERRE, DECALOTTEUSES,
 FLETTEUSES, CHANFREINEUSES, REBRULEUSES

Armytage Bros.
 Foundry Lane
 Knottingley, Yorkshire / UK
 PRESSES, MACHINES POUR POLISSAGE DES MOULES

Olivotto SpA
 Via C. Capelli 85
 10146 Torino / ITALIE
 MACHINES POUR SOUFFLER LE VERRE (FABRICATION DES ARTICLES
 A PAROIS MINCE)

Glassworks Equipment Ltd.
 Park Lane
 Hales Owen, West Midlands, B3 2 QS / UK
 PRESSES, REBRULEUSES, MACHINES A LAVER, CANNES ET FERRETS
 DE CUEILLAGE

Biebuyck
 Chaussée P. Hutart 160
 B - 7070 Houdeng - Coegnies / BELGIQUE
 DECALOTTEUSES, FLETTEUSES, CHANFREINEUSES, REBRULEUSES,
 MACHINES A TAILLER

Inglass SA

47, rue Montoyer

1040 Bruxelles / BELGIQUE

MACHINES POUR LA FABRICATION AUTOMATIQUE DES VERRES A PIED

Johnson Radley

Grangefield Ind. Estate Pudsey

LS 28 7 XN / UK

MOULES POUR LA FABRICATION DU VERRE

OMCO

Industriepark

9880 Aalter / BELGIQUE

MOULES POUR LA FABRICATION DU VERRE

Antonini

50057 Ponte a Elsa (FI) / ITALIE

ARCHES DE RECUISSON

ROLEC Furnaces BV

P.O. Box 68

6500 AB Nijmegen / PAYS BAS

ARCHES DE RECUISSON

Cobelcomex SA

Rue Montoyer 47

1040 Bruxelles / BELGIQUE

ARCHES DE RECUISSON

Linn Industrieofenbau & Co.

Postfach 349

D - 8562 Hersbruck / RFA

ARCHES DE RECUISSON

Cnud
Rue des Palais, 59
1030 Bruxelles / BELGIQUE
ARCHES DE RECUISSON

Cleanaglass
Farnborough, Hants / UK
MACHINES. A LAVER (CRISTAL)

Achthal - Maschinenbau GmbH
R.-Diesel-Str. 17 - 19
D - 8012 Ottobrunn b. Muenchen / RFA
MACHINES POUR POLISSAGE DU VERRE A L'ACIDE

Colin Meyers Ltd.
Gloucester Road
Littlehampton, Sussex BN 17 7 BS / UK
MACHINES AUTOMATIQUES POUR TAILLER LES ARTICLES EN VERRE



1.09.19

AD 05 00 00
