



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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.

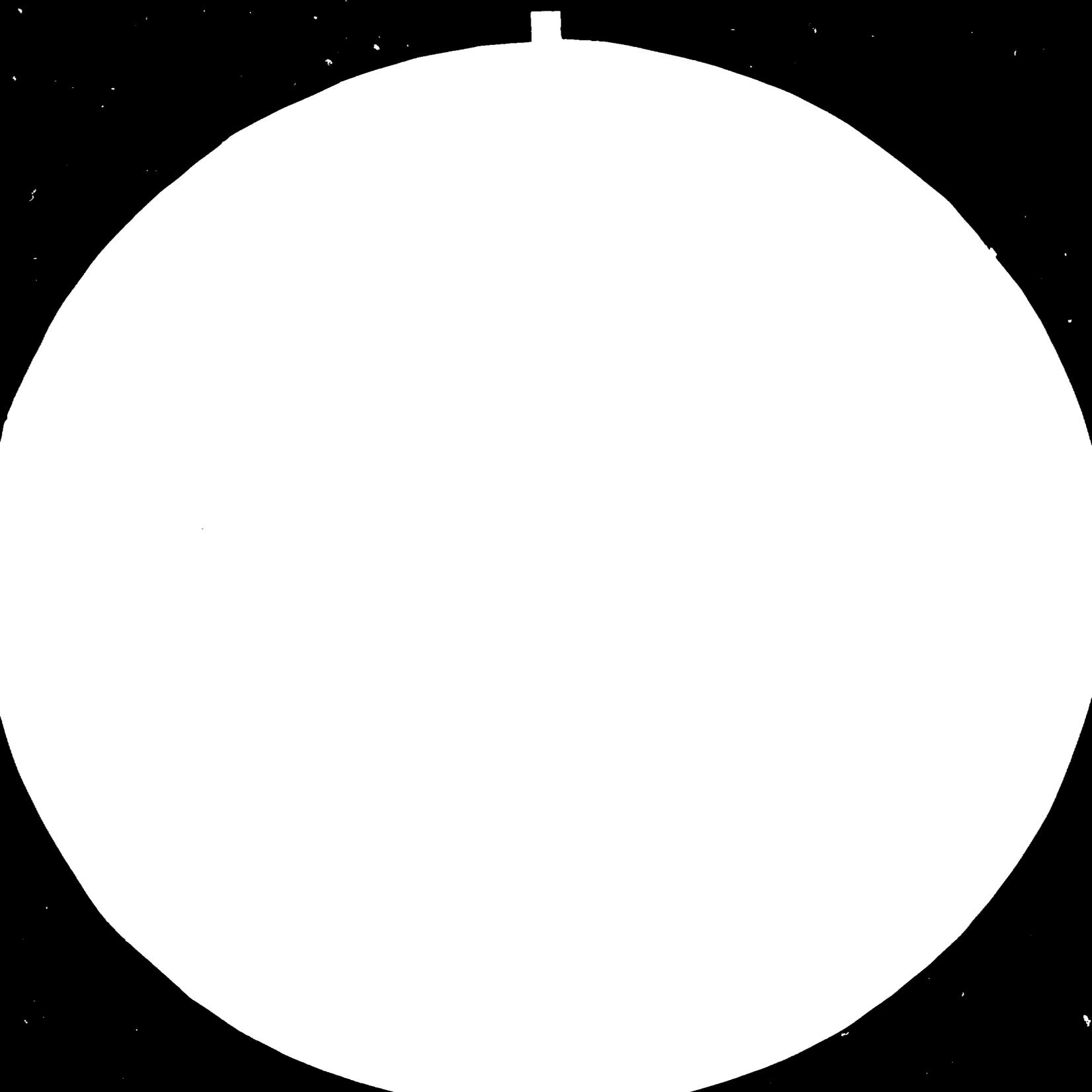
## FAIR USE POLICY

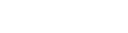
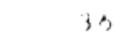
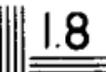
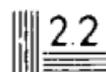
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS  
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010  
APR 1963 EDITION TEST CHART NO. 1

# 13860

Distr. RESTREINTE

UNIDO/IO/R.131  
3 mai 1984

ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

FRANCAIS

---

ASSISTANCE A LA FORMULATION D'UN PROGRAMME D'INTERVENTION  
POUR L'INTEGRATION INDUSTRIELLE DES PAYS DE LA CEAO

UC/RAF/82/254

Rapport de mission : Fabrication de verre creux  
dans les pays membres de la CEAO

Etabli pour la Communauté économique de l'Afrique de l'Ouest  
par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

D'après l'étude de M. Pierre Matnelot,  
expert en fabrications verrières

Notes explicatives

Sauf indication contraire, le terme "dollar" (\$) s'entend du dollar des Etats-Unis d'Amérique.

Les unités monétaires des pays dont il est question dans ce rapport sont pour la Côte d'Ivoire, la Haute-Volta, le Niger et le Sénégal, le franc CFA (FCFA); pour le Mali, le franc malien (FM) pour la Mauritanie l'ouguiya (UM). Durant la période sur laquelle porte le présent rapport, la valeur du dollar des Etats-Unis d'Amérique était en moyenne : 1 \$ =

|      |       |
|------|-------|
| FCFA | 420   |
| FM   | 840   |
| UM   | 56,60 |

Les sigles suivants ont été utilisés dans le présent rapport

|         |   |
|---------|---|
| BUVOGMI | Bureau voltaïque de la géologie et des mines                    |
| SODEMI  | Société d'Etat pour le développement minier de la Côte d'Ivoire |
| SONEPI  | Société nationale d'études et de promotion industrielle.        |

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.

## RESUME

Dans le cadre du projet UC/RAF/82/254, intitulé "Assistance à la formulation d'un programme d'intervention pour l'intégration industrielle des pays de la CEAO", une mission a été réalisée, du 20 janvier au 8 mai 1984, dans les pays de la CEAO. L'objectif de la mission était d'étudier les possibilités de fabrication de verre creux à partir de sable siliceux.

L'expert a procédé à une étude des matières premières (sable, calcaire, dolomie, feldspath, kaolin), dans les différents pays membres de la CEAO, ainsi qu'à une étude des marchés et a pu ainsi établir que le marché total de l'Afrique de l'Ouest absorberait environ 20 000 t de verre creux par an et que la construction d'une usine de fabrication de verre creux serait donc envisageable.

L'expert a fourni les spécifications d'une verrerie dont la capacité de production serait de 20 000 t par an, faisant une description détaillée des installations et équipements et des services ainsi que des ouvrages de génie civil qui seraient nécessaires. Il a également étudié quels seraient les coûts d'investissements et de production et recommandé une étude de faisabilité ainsi que le choix d'un site d'implantation.

La fabrication artisanale de récipients en verre a ainsi été envisagée à l'échelle nationale.

PAGE BREAK

TABLE DES MATIERES

|   | <u>Page</u> |
|---|-------------|
| Introduction .....  | 6           |
| Conclusions et recommandations .....  | 7           |
| <br><u>Chapitre</u>   |             |
| I. ETUDE DES MATIERES PREMIERES .....   | 9           |
| A. Côte d'Ivoire .....  | 9           |
| B. Haute-Volta .....  | 10          |
| C. Mali .....   | 11          |
| D. Mauritanie .....   | 12          |
| E. Niger .....  | 13          |
| F. Sénégal .....  | 13          |
| G. Conclusions .....  | 14          |
| II. ETUDES DES MARCHES .....  | 15          |
| A. Le marché ivoirien .....   | 16          |
| B. Le marché voltaïque .....  | 18          |
| C. Le marché malien .....   | 19          |
| D. Le marché mauritanien.....   | 20          |
| E. Le marché nigérien .....   | 20          |
| F. Le marché sénégalais .....   | 21          |
| G. Ensemble du marché de la CEAO .....  | 22          |
| III. SPECIFICATIONS POUR UNE VERRERIE .....   | 24          |
| A. Description des installations et équipements .....   | 24          |
| B. Description des installations auxiliaires .....  | 26          |
| C. Description des ouvrages de génie civil .....  | 28          |
| IV. ETUDE DE PREFAISABILITE ET MANDAT POUR UNE ETUDE DE .....                                 |             |
| FAISABILITE .....   | 32          |
| A. Eléments techniques et financiers .....  | 32          |
| B. Résumés des études entreprises dans le passé .....   | 33          |
| C. Mandat pour une étude de faisabilité .....   | 35          |
| V. CHOIX D'UN SITE .....  | 37          |
| VI. FABRICATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE DE CONTENEURS<br>OU RECIPIENTS EN VERRE ..... | 38          |

## INTRODUCTION

De nombreuses études ont été effectuées dans les pays membres de la Communauté économique de l'Afrique de l'Ouest (CEAO) en vue de la construction d'une usine de fabrication de verre creux (ou verre d'emballage) qui est un projet prioritaire de la CEAO. Aucune de ces études n'a abouti car les marchés nationaux sont trop limités pour justifier une usine de dimension industrielle susceptible d'être compétitive sur le marché. C'est pour démontrer que la construction d'une usine communautaire serait viable que la CEAO a demandé à l'ONUDI de préparer conjointement l'étude qui fait l'objet du rapport technique réalisé dans le cadre du projet UC/RAF/82/254, intitulé "Assistance à la formulation d'un programme d'intervention pour l'intégration industrielle des pays de la CEAO".

Cette étude préparatoire, dont le résultat est positif comme on le verra dans la suite, devra être suivie d'une étude de faisabilité et, une fois la décision prise par les autorités compétentes et le financement assuré, d'un appel d'offres pour la construction de l'usine et les diverses prestations associées.

La mission de l'expert a duré du 30 janvier au 8 mai 1984.

Les objectifs du projet étaient les suivants :

- Etudier les possibilités de fabrication de verre creux à partir des matières premières disponibles dans les pays membres de la CEAO.

- Effectuer une étude de marché dans les pays membres de la CEAO en tenant compte des besoins des industries utilisant du verre creux.

- Formuler des recommandations pour les 10 années à venir en ce qui concerne le nombre d'unités à créer, les sites d'implantation, ainsi que leur taille optimale; proposer un programme à moyen terme qui prévoit des actions immédiates pour satisfaire les besoins du marché de la CEAO en verre creux, et préparer dans ce cadre une étude de préfaisabilité d'une unité de fabrication de verre creux qui puisse intéresser plusieurs pays membres de la CEAO.

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

1. Les matières premières utilisables pour les fabrications verrières existent dans les pays de la communauté. Sous réserve d'un inventaire plus exhaustif, elles existent en Côte d'Ivoire (sables) en Haute-Volta (sable, dolomie, feldspath) au Mali (sable, calcaire) et, semble-t-il, au Niger.

Les matières premières les plus importantes en verrerie sont le sable (en raison des quantités) et le carbonate de sodium (en raison de son prix) parce que ce sont celles qui influencent le plus les coûts de fabrication. Le carbonate de sodium, rare à l'état naturel, devra être importé. Quant aux sables, les plus abondants parmi les meilleurs sont ceux de la Côte d'Ivoire et du Mali.

D'un autre point de vue, la meilleure concentration de gisements de matières premières utilisables est une zone centrale qui englobe la partie sud du Mali et la partie ouest de la Haute Volta.

2. L'ensemble du marché de la CEAO qui est de l'ordre de 20 000 t/an pourrait se stabiliser autour de ce chiffre, compte tenu d'une conjoncture économique difficile qui rend toute prévision aléatoire. Il serait en tout cas dangereux de faire des prévisions optimistes en appliquant au marché des taux de croissance tout à fait arbitraires. Les estimations erronées des études qui ont été faites dans les dernières années sont là pour en témoigner.

Dans ces conditions, le seul chiffre que l'on puisse valablement retenir est celui dont les consommations des dernières années garantissent que celles des prochaines années ne seront pas, dans une conjoncture difficile, sensiblement différentes. C'est ce chiffre de 20 000 t/an, qui correspond d'ailleurs à la capacité de production minimum pour qu'une unité industrielle soit rentable, qui sera crédible pour les investisseurs potentiels.

3. La possibilité de construire une usine communautaire de 20 000 t/an de capacité existe.

La possibilité d'accroître cette capacité de production par l'installation d'une deuxième ligne assure une certaine souplesse pour l'avenir.

Toute unité de production nationale, qui, par conséquent, ne serait pas communautaire, n'aurait pas de chances de succès, hormis peut-être mais à long terme dans le cas de la Côte d'Ivoire.

Enfin, de petites unités nationales de production de récipients en verre de faible capacité restent envisageables dans ce contexte.

4. Le choix d'un site pour l'implantation de cette usine est capital.

Deux paramètres peuvent être considérés : la localisation des matières premières; la localisation du marché.

Trois sites peuvent être envisagés : la région d'Abidjan en Côte d'Ivoire; la région de Bobo-Dioulasso en Haute-Volta; Koulikoro au Mali.

La région d'Abidjan offre l'avantage d'un grand marché et de bons gisements de sable avec, en plus, des facilités portuaires.

La région de Bobo-Dioulasso offre l'avantage d'être très centrale en Afrique de l'Ouest et de bénéficier de toutes les matières premières nécessaires.

Le site de Koulikoro offre l'avantage d'être très central en Afrique de l'Ouest et de bénéficier de bonnes matières premières transportables par voie d'eau.

## I. ETUDE DES MATIERES PREMIERES

Des recherches et des études sur les matières premières disponibles ont été réalisées dans les six pays de la CEAO.

Il convient de rappeler tout d'abord les conditions requises pour l'utilisation des matières premières en verrerie : la composition chimique et la granulométrie doivent être sinon constantes, du moins régulières; l'homogénéité des gisements est, de ce point de vue, capitale; les teneurs en oxydes métalliques doivent être réduites, particulièrement la teneur en minéraux lourds et la teneur en oxyde de fer, responsable de la coloration verte.

En ce qui concerne les sables utilisés en verrerie d'emballage, les teneurs acceptables sont les suivantes : 98,5 %  $\text{SiO}_2$ ; 0,02 %  $\text{TiO}_2$ ; 0,025 à 0,25 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  voire davantage selon la coloration désirée.

Naturellement des sables dépassant de peu ces limites théoriques peuvent être traités de sorte à les rendre acceptables, mais ces traitements augmentent d'autant les coûts de production.

### A. Côte d'Ivoire

La Société d'Etat pour le développement minier de la Côte d'Ivoire (SODEMI) a fait des études approfondies des gisements de sable disponibles dans trois zones côtières.

Dans la zone de Port-Bouet, proche d'Abdijan, on a pu noter les teneurs moyennes de 98 %  $\text{SiO}_2$  et de 0,07 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  avec des réserves reconnues de l'ordre de 640 000 t.

Dans la zone de Mossou, proche de Grand Bassam, on a pu noter les teneurs moyennes de 97,44 %  $\text{SiO}_2$ , 0,47 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,20 %  $\text{TiO}_2$  avec des réserves reconnues de l'ordre de 160 000 t.

Dans la région de Bingerville, une analyse des sables lagunaires a donné des teneurs de 99,45 %  $\text{SiO}_2$ , 0,04 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,04 %  $\text{TiO}_2$ .

Du point de vue chimique et granulométrique, c'est le gisement de Port-Bouet qui paraît le meilleur. L'homogénéité de ce gisement semble acceptable mais devrait être confirmée.

En ce qui concerne les autres matières premières, peu de recherches et d'études ont été menées à bien. L'existence de gisements de calcaire et de dolomie n'est pas prouvée. L'utilisation des faluns (calcaires coquilliers) est à exclure en verrerie. Du feldspath serait accessible en surface dans le centre du pays.

D'autres zones pourraient être explorées, comme celle de Grand Lahou, surtout si du gaz naturel utilisable à des fins industrielles y était disponible.

## B. Haute-Volta

Le Bureau voltaïque de la géologie et des mines (BUVOGMI) a fait des études très approfondies des gisements de matières premières utilisables en verrerie; ils se trouvent tous dans la région de Bobo-Dioulasso.

### 1. Les sables de Bobo-Dioulasso

Les analyses chimiques se sont révélées très satisfaisantes, avec les teneurs moyennes suivantes (sables blancs) : 98,66 % SiO<sub>2</sub>; 0,82 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,03 % FeO<sub>3</sub>, 0,037 % TiO<sub>2</sub>.

Les résultats de l'analyse montrent une assez faible dispersion pour ces sables blancs, ce qui permet d'espérer une bonne homogénéité.

En revanche, les sables jaunes et rouges sont beaucoup moins satisfaisants, avec des teneurs nettement plus élevées en oxydes métalliques. Si ces sables devaient être utilisés, ils devraient donc être traités.

Les analyses granulométriques donnent les résultats suivants :

50 % des grains de 160 à 250 microns; 75 % des grains de 125 à 315 microns; 90 % des grains de 125 à 200 microns.

En travaillant dans la tranche 125-500 microns, il est donc possible de conserver 90 % des grains de sable.

Le sable clair se présenterait sous forme de couches de 3 à 4 m d'épaisseur. Compte tenu des surfaces explorées, le BUVOGMI estime que les réserves prouvées sur le site étudié sont d'au moins 170 000 t.

### 2. La dolomie de Souroukoudinga

Des affleurements de dolomie sont connus à proximité de Bobo-Dioulasso, notamment celui de Souroukoudinga.

La composition chimique moyenne constatée sur quatre échantillons relativement homogènes est la suivante : 27,82 % CaO; 20,96 % MgO; 5,92 % SiO<sub>2</sub>; 0,24 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,32 % FeO<sub>3</sub>; 0,02 % TiO<sub>2</sub>. Cette composition est acceptable malgré une forte teneur variable en silice et une proportion trop élevée d'oxyde de fer.

Il est clair qu'avant d'utiliser cette dolomie, il faudrait la traiter.

L'estimation des réserves est de l'ordre de 25 000 t en se limitant aux couches les plus voisines de la composition dolomitique idéale.

### 3. Les feldspaths de Kotedougou

Des filons de pegmatites ont été observés à proximité de Bobo-Dioulasso, sur le site de Kotedougou.

La composition chimique moyenne des feldspaths est la suivante : 74,11 % SiO<sub>2</sub>; 13,73 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3,04 % Na<sub>2</sub>O; 7,92 % K<sub>2</sub>O; 0,34 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,02 TiO<sub>2</sub>.

L'échantillonnage traduit une assez bonne homogénéité du gisement. Ces feldspaths pourraient donc être utilisés en surveillant la teneur élevée en oxyde de fer.

#### 4. Le kaolin de Koreba

Des roches kaoliniques ont été découvertes dans la région de Bobo-Dioulasso, sur le site de Koreba.

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur deux échantillons sont mauvais : 41,40 % et 95,40 % SiO<sub>2</sub>; 34,20 et 1,43 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 9,30 et 1,75 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,70 et 0,036 % TiO<sub>2</sub>.

A l'évidence, ces kaolins sont impropres à l'utilisation en verrerie.

D'autres sites ont été signalés mais n'ont pas été explorés.

### C. Mali

La Direction nationale de la géologie et des mines a procédé à des recherches et études approfondies concernant les matières premières utilisables en verrerie allant jusqu'à des essais semi-industriels de fabrication d'échantillons de verre.

#### 1. Les sables du Lac Faguibine

Ces sables encore appelés "sables de M'Bouna", du nom du dépôt le plus important, sont des sables alluvionnaires situés au nord de la boucle du Niger, à l'ouest de Tombouctou.

Leurs caractéristiques, ainsi que les possibilités d'exploitation ont été étudiées. Les teneurs sont de : 99,05 % SiO<sub>2</sub>; 0,137 % FeO<sub>3</sub>; 0,105 % TiO<sub>2</sub>; 0,48 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Après traitement, on obtient les teneurs suivantes : 99,43 % SiO<sub>2</sub>; 0,063 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,036 TiO<sub>2</sub> ; 0,302 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> qui permettent d'exploiter en verrerie ces sables qui paraissent relativement homogènes (ce qui reste toutefois à vérifier). D'après les analyses réalisées en laboratoire, la granulométrie est satisfaisante.

Les réserves de sables paraissent extrêmement importantes; elles dépassent sans doute le million de tonnes. L'accessibilité au port fluvial de Touka est assurée par une piste de 80 km.

#### 2. La dolomie de Dolta

Le gisement dolomitique de Dolta, situé à environ 240 km de Bamako, a été reconnu à diverses reprises.

La composition chimique de cette dolomie est la suivante :

|                                  | <u>Moyenne</u> | <u>Maximum</u><br>(En pourcentage) | <u>Minimum</u> |
|----------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|
| SiO <sub>2</sub> =               | 35,97          | 62,89                              | 8,88           |
| TiO <sub>2</sub> =               | 0,20           | 0,85                               | 0,03           |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = | 4,18           | 14,40                              | 0,55           |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = | 1,78           | 5,48                               | 0,53           |
| MgO =                            | 19,08          | 23,58                              | 12,84          |
| CaO =                            | 16,04          | 30,70                              | 0,19           |

Ces résultats ne sont pas très encourageants : forte teneur en silice et en oxyde métalliques et surtout une grande variabilité qui dénote une grande hétérogénéité du gisement dont les réserves n'ont pas été estimées.

D'autres sites dolomitiques existent, mais ils sont difficiles d'accès et peu explorés.

### 3. Les calcaires de Goundam

Des affleurements de calcaires ont été reconnus à Bab-El-Fri et Mekore dans la région de Goundam.

La composition chimique, si elle était confirmée par des analyses plus approfondies, serait tout à fait acceptable pour une utilisation en verrerie.

Bab-El-Fri : 50,90 % CaO; 2,60 % MgO; 0,30 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,30 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;  
4,20 % SiO<sub>2</sub>.

Mekore : 49,80 % CaO; 2,60 % MgO; 1 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;  
4 % SiO<sub>2</sub>.

Les réserves n'ont pas été estimées.

### D. Mauritanie

Aucune recherche n'a été effectuée en ce qui concerne les matières premières utilisables pour l'industrie verrière. Toutefois, dans une étude de l'ONUDI, DP/MAU/80/003 datée de 1981, effectuée pour le Ministère de l'industrie à propos des matériaux de construction, on peut lire que des sables dunaires de la région sud de Nouakchott (Tiguent) ont été reconnus.

Deux échantillons analysés ont montré respectivement 92,35 et 96,87 % de SiO<sub>2</sub>. Les grains seraient de très petites dimensions. Les réserves sont estimées a priori à 500 000 t. Calcaire (calcaires coquilliers ou faluns de la région de Nouakchott et calcaires massifs de la région du fleuve), dolomie et feldspath existeraient, mais on n'en sait pas davantage.

Tout cela demanderait de nombreuses études et recherches avant de pouvoir conclure quoi que ce soit.

### E. Niger

Les recherches et études concernant les matières premières utilisables en verrerie ont été développées ces derniers temps dans le cadre de coopération Niger-Nigeria.

D'après les informations que l'expert a pu recueillir auprès de la Commission mixte Niger-Nigeria, toutes les matières premières nécessaires à la fabrication du verre auraient été trouvées sur le territoire du Niger et leur qualité aurait été considérée comme acceptable. Malheureusement, le rapport de la société KHD sur les matières premières n'a pas été soumis à l'expert pour examen et selon les responsables locaux, il n'y aurait pas eu d'études qualitatives et quantitatives en dehors de ce rapport.

Deux sites auraient été identifiés dans la région de Maradi en ce qui concerne des sables alluvionnaires. Un gisement de kaolin dont les réserves sont estimées à 600 000 t existe à proximité de Niamey. Deux gisements de feldspath mêlés à du quartz auraient été reconnus respectivement à 90 km et 150 km de Niamey.

La situation en ce qui concerne le calcaire a été beaucoup mieux étudiée du fait de son utilisation actuelle au profit des cimenteries. Les gisements de Malbaza et de Keita sont des gisements importants situés à proximité de la frontière du Nigeria. La composition chimique moyenne des gisements de Malbaza selon l'emplacement est la suivante : 54,37 % et 50,56 CaO; 0,45 et 1,37 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,54 et 0,84 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,05 et 4,81 SiO<sub>2</sub>.

La teneur en oxyde de fer est importante et exigerait un traitement approprié dans le cas d'un emploi en verrerie. Les réserves sont estimées à plus d'un million de tonnes à Malbaza. Elle seraient encore plus importantes à Keita.

### F. Sénégal

Les projets d'implantation de verrerie qui ont été envisagés au Sénégal ont conduit la Direction des mines et de la géologie à faire des recherches sur les sables siliceux. Les sables étudiés sont des sables éoliens situés dans la région de Saint-Louis et le désert de Ferlo et en arrière du cordon littoral entre Dakar et Saint-Louis.

Les dunes rouges de la région des Niayes dont les premières analyses sont tout à fait négatives, du fait de l'hétérogénéité, d'une granulométrie trop dispersée et de teneurs en oxyde de fer trop élevées, ne peuvent être exploitées.

Les dunes jaunes et blanches qui s'étendent derrière le littoral, semblent meilleures que les précédentes sans pour autant répondre aux normes acceptables en verrerie et à peu près pour les mêmes raisons : hétérogénéité, répartition granulométrique dispersée, teneur en oxyde de fer trop élevée.

La composition chimique moyenne sur cinq échantillons est la suivante :

|                                |         | <u>Minimum</u>   | <u>Maximum</u> |
|--------------------------------|---------|------------------|----------------|
|                                |         | (En pourcentage) |                |
| SiO <sub>2</sub>               | = 96,29 | 94,94            | 97,86          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | = 1,02  | 0,27             | 1,67           |

Ces résultats ne sont pas très encourageants et n'incitent pas à des recherches plus poussées dans cette direction. Les sables éoliens sont d'ailleurs, en règle générale, d'une qualité douteuse du fait d'une hétérogénéité beaucoup plus grande que celle des sables alluvionnaires.

Aucune information concernant l'existence d'autres matières premières n'a pu être obtenue.

Cependant, il existerait des sables, sous-produit de l'extraction de la tourbe, entre Dakar et Saint-Louis; une dolomie très pure, sous-produit de l'extraction des phosphates dans la région de Matam, et des calcaires dolomitiques près de Saint-Louis.

#### G. Conclusions

Des études approfondies ont été entreprises dans trois pays de la Communauté : Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Mali avec des résultats probants. L'expert n'a pas pu avoir connaissance d'études récentes effectuées au Niger. Il est intéressant de noter, qu'il existe des sables exploitables dans ces trois pays, les réserves les plus importantes se trouvant en Côte d'Ivoire et au Mali. Les autres matières se trouvent toutes réunies au Mali (calcaire) et en Haute-Volta (dolomie, feldspath). Il est clair, comme on le verra par la suite, que le choix du site d'implantation d'une verrerie devra tenir compte de la situation géographique de ces gisements.

A l'heure actuelle, il serait utile de compléter les connaissances sur ces gisements en cherchant à savoir si en Côte d'Ivoire d'autres matières premières que les sables sont disponibles et de vérifier en Haute-Volta l'homogénéité des gisements et d'approfondir les connaissances des matières premières du Mali en contrôlant les résultats déjà obtenus et en déterminant les conditions pratiques d'exploitation (sable, calcaire).

## II. ETUDES DES MARCHES

Pour avoir une appréciation correcte des marchés dans le domaine du verre creux, il faut étudier, d'une part, le marché des bouteilles en verre ordinaire, d'autre part, le marché des autres récipients ou conteneurs en verre. Il y a à cela trois raisons :

- Les bouteilles en verre ordinaire utilisées par les fabricants de boissons gazeuses et les brasseries doivent répondre aux normes précises exigées par l'embouteillage mécanique. L'arrêt d'une chaîne d'embouteillage est en effet inacceptable s'il devient chronique en raison d'un non respect des normes de fabrication en verrerie.

- Il n'en est pas obligatoirement de même pour les autres récipients en verre qui n'exigent pas les mêmes soins. On peut donc utiliser au moins deux lignes de fabrication différentes :

- . Fabrication de bouteilles et accessoirement de récipients en verre dans une usine à caractéristiques tout à fait industrielles (bouteillerie) donc de grande capacité.
- . Fabrication de bouteilles dans une bouteille comme précédemment de grande capacité et fabrication de récipients en verre dans une usine à caractéristiques artisanales ou semi-industrielles de petite capacité.

- Les bouteilles représentent la plus grande part du marché (90 % dans certains cas).

Il existe sur ce sujet trois sources d'information principales : les statistiques d'importation; les chiffres de consommations; les études de marché antérieures.

Seule une approche comparée utilisant ces trois sources d'information peut permettre d'appréhender la réalité de façon pertinente et fiable.

Les statistiques sont plus ou moins bien établies. Elles sont parfois biaisées. Elles sont presque toujours anciennes, et ne permettent pas d'obtenir des données concernant les deux ou trois années précédant l'étude en cours.

Les visites effectuées chez les consommateurs (les industries qui embouteillent les boissons) ne sont pas toujours intéressantes quantitativement parce que les consommateurs ne donnent pas toutes les informations souhaitables dans certains cas, observent des règles de réapprovisionnement parfaitement aléatoires en fonction de la conjoncture économique, et pratiquent des taux de consigne variables qui influent très fortement sur les consommations; mais, elles sont toujours intéressantes qualitativement parce qu'elles permettent une appréciation du marché susceptible d'éviter les erreurs grossières constatées dans certaines études.

Les études de marché antérieures peuvent être des sources intéressantes d'information à condition de les considérer avec un esprit critique, car elles sont très souvent orientées dans le but de justifier un projet. Elles sont la plupart du temps optimistes parce que basées sur des taux de croissance qui ne peuvent être extrapolés sur de longues périodes, parfois pessimistes pour les mêmes raisons.

A. Le marché ivoirien

1. Les statistiques d'importation

Les statistiques d'importation fournissent les données suivantes pour les bouteilles en verre ordinaire :

|                   | <u>Quantités</u><br>(en tonnes) | <u>Valeur</u><br>(en millions de francs CFA) |
|-------------------|---------------------------------|--|
| 1980              | 8 486                           | 873  |
| 1981              | 12 452                          | 1 464  |
| 1982              | 9 768                           | 1 331  |
| 1983<br>(10 mois) | 5 790                           | 985  |

2. La consommation

Les principaux consommateurs sont :

|                  |                        |             |
|------------------|------------------------|-------------|
| BRACODI )        |                        |             |
| ( Groupe SOGEPAL | )                      |             |
| SOBOCI )         |                        |             |
| (                | )                      |             |
| SOLIBRA )        | Groupe STELLA-ARTOIS   | (           |
| (                | )                      |             |
| IRAN             | (Boissons gazeuses)    | ( à Abidjan |
|                  |                        | )           |
| SICODIS          |                        | (           |
| SOVINCI          | (Embouteillage de vin) | (           |
| EDWAKD           |                        | (           |
| SBB              | Groupe SOGEPAL         | )           |
|                  |                        | à Bouake    |
| SOLIBRA          |                        | )           |
| SOLIBRA          |                        | ) à Bouafle |
| BRACODI          |                        | ) à Daloa   |

Les informations obtenues auprès des consommateurs confirment que le marché ivoirien est un marché de l'ordre de 10 000 t/an, mais qu'il est actuellement en régression. SOLIBRA, qui a acheté pour l'exercice écoulé 6 millions de cols pesant 3,3 millions de tonnes s'est approvisionné pour l'exercice en cours en achetant 3 millions de cols pesant 1,8 million de tonnes - soit une diminution de près de la moitié de la consommation en un an.

BRACODI, principale entreprise ivoirienne de brasseries, a l'intention d'arrêter ses achats de bouteilles pendant les prochaines années.

La rotation des bouteilles permet, si l'on peut dire, de compenser la casse par la diminution de la consommation.

### 3. Les études de marché

Plusieurs études de marché ont été effectuées en 1976, 1978, 1980 et 1982 par divers organismes avec des prévisions pour la décennie 1980-1990. Il est intéressant de comparer les résultats obtenus.

La détermination théorique des besoins est basée sur les quantités conditionnées l'année précédente et l'année en cours ( $q_0$  et  $q_1$ ), un taux de croissance estimé ( $t$ ), un nombre de rotations par an ( $r_1$ ), et un nombre total de rotations ( $r_2$ ), les contenances ( $C$ ).

La formule mathématique utilisée pour ces estimations est la suivante :

$$Q = \frac{p}{10^6 C} \left[ \frac{Q_0 t}{r_1} + \frac{Q_1 t}{r_2} \right]$$

Q = besoin en tonnes

p = poids des bouteilles en grammes

Les résultats des calculs sont fonction des valeurs attribuées aux différents paramètres.

L'étude SGE 76 a donné les résultats suivants :

|      |  |
|------|--|
| 1982 | 5 687 t de bouteilles de bière             |
|      | 2 678 t de bouteilles de boissons gazeuses |
|      | 2 241 t de bouteilles de vins et alcools   |

soit un total de 10 606 t de bouteilles en verre ordinaire.

L'étude de SFI 78 a donné les résultats suivants, en utilisant un taux de croissance fonction de l'évolution probable du produit national brut :

|      |  |
|------|--|
| 1982 | 6 390 t de bouteilles de bière             |
|      | 4 002 t de bouteilles de boissons gazeuses |
|      | 1 104 t de bouteilles de vins et alcools   |

soit un total de 11 496 t de bouteilles en verre ordinaire.

L'étude BDI 80 a donné les résultats suivants en utilisant une relation entre la consommation de boissons et le revenu par habitant.

|      |   |
|------|---|
| 1982 | 21 696 t de bouteilles en verre ordinaire |
| 1985 | 32 140 t de bouteilles en verre ordinaire |

L'étude SGE 32 est une actualisation qui aboutit aux résultats suivants :

|      | Récipients |                      |         | Total  | Autres récipients<br>en verre |
|------|------------|----------------------|---------|--------|-------------------------------|
|      | Bière      | Boissons<br>gazeuses | Alcools |        |                               |
| 1982 | 18 793     | 3 786                | 2 149   | 14 728 | 1 390                         |
| 1984 | 11 323     | 4 415                | 2 598   | 18 336 | 1 550                         |
| 1986 | 14 585     | 5 149                | 3 131   | 22 865 | 1 630                         |
| 1988 | 18 790     | 6 002                | 3 795   | 28 587 | 1 680                         |
| 1990 | 24 204     | 7 005                | 4 595   | 35 804 | 1 730                         |

#### 4. Conclusions

On constate une grande dispersion dans toutes ces estimations, celles des études de marché étant exagérément optimistes - ce qui est souvent le cas quand on veut convaincre les investisseurs potentiels. (En particulier, les taux de croissance utilisés dépassent de loin la réalité.)

Ainsi pour l'année 1982, on obtient les chiffres de consommation suivante :

| <u>En tonnes</u> |        |
|------------------|--------|
| SGE 76           | 10 606 |
| SFI 78           | 11 496 |
| BDI 80           | 21 696 |
| SGE 82           | 14 728 |

Les statistiques d'importation indiquent 9 768 t.

La prudence en situation économique instable recommande de s'en tenir aux consommations constatées, soit un marché de 10 000 t/an.

Notons, en outre, que le marché des autres récipients en verre est de l'ordre de 10 % du marché des bouteilles en verre ordinaire.

#### B. Le marché voltaïque

##### 1. Les statistiques d'importation

|      | Bouteilles en verre<br>ordinaire<br>(en tonnes) | Valeurs<br>(bouteilles seulement)<br>(en millions de<br>francs CFA) | Autres récipients<br>en verre<br>(en tonnes) |
|------|---|---|--|
| 1979 | 2 594   | 64  |  |
| 1980 | 1 686   | 139   |  |
| 1981 | 2 713   | 314   |  |
| 1982 | 1 746   | 121   | 430  |

## 2. La consommation

Les principaux consommateurs sont :

BRAVOLTA            )  
                      (       à Ouagadougou  
SOVOBRA            )  
  
BRAVOLTA            )  
                      (       à Bobo-Dioulasso  
VOLTAVIN            (  
(embouteillage  
de vin)

Les informations obtenues auprès des consommateurs confirment que le marché est actuellement en régression.

Ainsi SOVOBRA a une consommation actuelle de 1,2 million de bouteilles/an, soit 700 t de verre par an seulement.

Le marché voltaïque est un marché de l'ordre de 2 000 t/an en régime de croisière.

## 3. Les études de marché

Le rapport de l'ONUDI SI/UPV/78/804, daté de 1980, fait état d'une consommation, pour l'exercice 1978/79, de 2 488 t de bouteilles et d'une estimation pour 1982 de 2 875 t de bouteilles.

L'étude SGE 82 estime de son côté les besoins de verre d'emballage en Haute-Volta comme suit :

|      | <u>En tonnes</u> |
|------|------------------|
| 1982 | 1 420            |
| 1984 | 1 542            |
| 1986 | 1 658            |
| 1988 | 1 784            |
| 1990 | 1 907            |

## 4. Conclusions

Les chiffres ne concordent pas, mais l'ordre de grandeur du marché voltaïque se situe bien autour de 2 000 t/an. C'est la valeur qu'on retiendra.

## C. Le marché malien

Les statistiques d'importation ne sont pas à jour.

Elles indiquent pour les années passées des consommations très faibles :

|      | <u>En tonnes</u> |
|------|------------------|
| 1977 | 140              |
| 1978 | 94               |
| 1979 | 277              |

Les principaux consommateurs sont :

SOMALIBO )  
et bientôt ( (Groupe SOGEPAL) à Bamako  
)  
BRAMALI ( )  
LE LIDO (Boissons gazeuses)

Des consommateurs potentiels existent pour le lait et les jus de fruits.

Des projets existent pour les boissons gazeuses et l'eau minérale.

SOMALIBO importe environ 400 000 bouteilles/an, ce qui correspond à un marché annuel de l'ordre de 250 t/an.

Avec l'entrée en fonction de BRAMALI, le marché pourrait doubler et atteindre environ 500 t/an en 1986.

#### D. Le marché mauritanien

Les statistiques d'importation fournissent les résultats suivants :

|      | Bouteilles en verre<br>ordinaire<br>(en tonnes) | Autres récipients<br>en verre<br>(en tonnes) |
|------|---|--|
| 1980 | 25  | 50   |
| 1981 | 48  | 26   |
| 1982 | 178   | 70   |

Le principal consommateur est SOBOMA qui embouteille 25 000 hl/an de boissons gazeuses à Nouakchott.

On peut recenser d'autres consommateurs potentiels actuellement programmés : deux laiteries, une huilerie, une deuxième unité d'embouteillage de boissons gazeuses.

On retiendra pour le proche avenir que le marché mauritanien est un marché de l'ordre de 250 t/an.

#### E. Le marché nigérien

Les statistiques d'importation ne permettent pas d'obtenir des données fiables.

Le principal consommateur est BRANIGER installé à Niamey et à Maradi.

L'étude SGE 82 estime les besoins en verre d'emballage au Niger comme suit :

|      | <u>En tonnes</u> |
|------|------------------|
| 1982 | 427              |
| 1984 | 506              |
| 1986 | 601              |
| 1988 | 714              |
| 1990 | 850              |

On retiendra pour le marché nigérien un ordre de grandeur de l'ordre de 500 t/an.

#### F. Le marché sénégalais

##### 1. Les statistiques d'importation

Les statistiques d'importation fournissent les données suivantes :

|      | Bouteilles en verre<br>ordinaire<br>(en tonnes) | Valeurs<br>(en millions de<br>francs CFA) | Autres récipients<br>en verre | Valeurs<br>(en millions de<br>francs CFA) |
|------|---|---|-------------------------------|---|
| 1979 | 3 882   | 390                                       | 964                           | 252                                       |
| 1980 | 1 486   | 174                                       | 452                           | 155                                       |
| 1981 | 1 348   | 206                                       | 1 044                         | 364                                       |

Notons l'importance du marché des autres récipients en verre au Sénégal.

##### 2. La consommation

Les principaux consommateurs sont :

|                         |   |                      |
|-------------------------|---|----------------------|
| SODEC                   | ) |                      |
|                         | ( |                      |
| LESIEUR Afrique         | ) |                      |
|                         | ( | Huileries            |
| PETERSEN                | ) |                      |
|                         | ( |                      |
| SEIB                    | ) |                      |
|                         | ( |                      |
| SOBOA                   | ) |                      |
| le principal producteur | ) |                      |
|                         | ( |                      |
| TONIC AFRIC             | ) | Boissons gazeuses    |
|                         | ( | et bière             |
| SEVEN UP BOTTLING CY    | ) |                      |
|                         | ( |                      |
| SIBRAS                  | ) |                      |
|                         | ( |                      |
| SIMAVIN                 | ) |                      |
|                         | ( |                      |
| SOFRAVIN                | ) | Embouteillage de vin |
|                         | ( |                      |

Les informations obtenues auprès des consommateurs permettent d'estimer que le marché sénégalais est actuellement un marché de l'ordre de 2 500 t/an mais qu'il est en régression.

### 3. Les études de marché

L'étude de la SONEPI - Société nationale d'études et de promotion industrielle (SONEPI) est ancienne (février 1975).

A cette date, les besoins de bouteilles neuves à partir de 1980 étaient estimés être de 3 à 4 millions de bouteilles.

L'étude SGE 82 estime les besoins en verre d'emballage au Sénégal comme suit :

|      | <u>En tonnes</u> |
|------|------------------|
| 1982 | 3 037            |
| 1984 | 3 499            |
| 1986 | 4 055            |
| 1988 | 4 642            |
| 1990 | 5 366            |

Une autre étude effectuée en 1980 conduit à un marché de 2 850 t en 1977 et prévoit 6 200 t en 1982, 8 400 t en 1984 et plus de 10 000 t en 1986.

Ceci montre à quel point il est facile de se laisser entraîner à des conclusions totalement aberrantes.

Rappelons que le marché, d'après les statistiques d'importation, était déjà de 1 308 t en 1966; il est passé à 5 212 t en 1974 pour revenir à 1 348 t en 1981.

Ces chiffres incitent à la prudence en matière d'estimation.

### 4. Conclusions

Toutes les estimations divergent.

Il semble raisonnable de retenir un chiffre moyen pour les dernières années qui reste en conformité avec la consommation actuelle.

L'ordre de grandeur que l'on retiendra pour le marché sénégalais est de 2 500 t.

### G. Ensemble du marché de la CEAO

On a retenu les ordres de grandeur suivants :

|               | <u>En t/an</u> |
|---------------|----------------|
| Côte d'Ivoire | 10 000         |
| Haute-Volta   | 2 000          |
| Mali          | 500            |
| Mauritanie    | 250            |
| Niger         | 500            |
| Sénégal       | 2 500          |
|               | <hr/>          |
| Total         | 15 750         |

Si on ajoutait à ces marchés ceux du Bénin et du Togo, il faudrait tenir compte de 3 000 t/an supplémentaires.

Si on admet que la conjoncture économique sera plus favorable de 1985 à 1990, on peut espérer dépasser 20 000 t/an avant la fin de la décennie en cours.

On peut donc considérer que le marché total de l'Afrique de l'Ouest est de l'ordre de 20 000 t/an.

La consommation en kg de verre par habitant peut être évaluée comme suit :

|               |      |
|---------------|------|
| Côte d'Ivoire | 1,6  |
| Haute-Volta   | 0,2  |
| Mali          | 0,07 |
| Mauritanie    | -    |
| Niger         | 0,07 |
| Sénégal       | 0,5  |

Si ces estimations s'avèrent pessimistes à l'usage, elles auront au moins le mérite de permettre d'envisager la construction d'une usine de fabrication de verres creux sur des bases saines et acceptables pour tout le monde.

### III. SPECIFICATIONS POUR UNE VERRERIE

Les présentes spécifications concernent les installations et équipements constitutifs d'une verrerie dont la capacité de production annuelle de bouteilles serait de l'ordre de 20 000 t.

Les caractéristiques indiquées ci-après pourront être éventuellement modifiées dans le projet définitif. En aucun cas, ces modifications n'affecteront les principes de fonctionnement.

#### A. Description des installations et équipements

##### 1. Production

Les installations et équipements devraient permettre la fabrication des bouteilles de différentes teintes destinées à contenir essentiellement des boissons gazeuses et de la bière.

La production de plusieurs teintes de verre : mi-blanc, jaune et vert serait assurée en campagnes alternées suivant les besoins.

La production effective de l'usine et calculée sur 330 jours/an pour tenir compte des arrêts dus aux changements de teintes et à l'entretien.

La capacité nominale de production serait de 80 t/j de verre fondu soit, en 330 jours de marche, 26 400 t de verre fondu par an.

La capacité théorique de l'installation sur 365 j/an serait de 29 200 t/an de verre fondu.

Si l'on tient compte d'un rendement de production compris entre 0,75 et 0,80, la production annuelle de verre commercialisable serait comprise entre 19 800 et 21 100 t/an

##### 2. Equipements

Les équipements décrits ci-après correspondent aux différentes phases de la production, à savoir :

- La fusion du verre;
- La fabrication des bouteilles;
- La cuisson;
- Le contrôle;
- Le décor.

###### a) Fusion

Le four proprement dit serait un four à boucle de 32 m<sup>2</sup> de surface de fusion équipé de récupérateurs en réfractaires. Sa tirée spécifique serait de 2,5 t/m<sup>2</sup>.

Le chauffage serait assuré par combustion de fuel-oil.

L'ensemble four/récupérateur serait constitué de réfractaires de haute qualité, doublés en certains points d'isolants. L'ensemble réfractaire serait bloqué par des armatures en profilés acier et le four lui-même serait supporté par des piliers en maçonnerie et/ou en profilés. Sur ces armatures viendrait prendre appui l'ensemble des passerelles de service et de circulation. Le bassin de travail alimenterait deux "feeders".

Le four serait entièrement équipé de ses annexes comprenant :

- . une enfourneuse dont le débit serait asservi à un ensemble de détection du niveau de verre;
- . un dispositif d'inversion automatique des fumées;
- . une alimentation en air de combustion (air secondaire), avec régulation et asservissement du débit d'air au débit de fuel;
- . une cheminée à tirage induit avec son ventilateur (ou une cheminée à tirage naturel, plus délicate à construire);
- . Une alimentation en air primaire de pulvérisation;
- . Un ensemble de refroidissement de la cuve;
- . un ensemble de chauffage au fuel comprenant le groupe de préparation et les pulvérisateurs complets;
- . un ensemble de contrôle-régulation de la pression du four,
- . un ensemble de pyrométrie;
- . un ensemble de bouillonneurs;
- . un tableau de contrôle général sur lequel seraient ramenés tous les enregistreurs, les régulateurs et l'instrumentation en général.

b) Ligne de production

L'usine serait équipée de deux lignes de production étudiées pour permettre de produire toute la gamme des bouteilles. On a vu que le bassin de travail alimenterait deux "feeders". Les deux machines seraient des IS 6 sections équipées en procédé soufflé-soufflé double paraison et simple paraison permettant de fabriquer des articles de 20 à 66 cl en DP et de 66, 75 et 100 cl en SP.

Les deux lignes de production seraient équipées d'arches identiques de 1 800 de largeur de tapis.

L'enfournement des bouteilles dans l'arche serait effectué par un "stacker" à barre de poussée, synchronisé avec la machine de production.

Les systèmes de chauffage utiliseraient le gaz propane (ou butane), voire l'électricité.

Le contrôle et la régulation automatique des températures s'effectueraient par un ensemble de capteurs pyrométriques et de régulateurs électroniques.

Il serait prévu sur chaque ligne à la sortie de l'arche :

- 1 aligneur;
- 1 convoyeur équipé d'un poste de visite au défilé;
- 1 table d'accumulation;
- 1 convoyeur à calcin;
- 1 machine automatique de contrôle dimensionnel.

Enfin, tout ou partie de la production palettisée pourrait être houssé et les housses rétractées dans un four de rétraction.

Néanmoins, en un premier stade, une solution faisant appel à des caisses palettes ou aux casiers des embouteilleurs, moins onéreuse et plus simple de mise en oeuvre, serait prise en compte.

c) Equipements annexes

Les lignes de fabrication seraient complétées éventuellement par une ligne de décor pour la décoration d'une partie de la production.

Enfin, à ces équipements viendraient s'ajouter obligatoirement :

- 1 atelier d'entretien des moules et des machines équipé d'un ensemble de machines-outils et outillages;
- 1 laboratoire de contrôle adapté au contrôle de fabrication du verre et des articles produits.

B. Description des installations auxiliaires

1. Réception et stockage des matières premières

a) Sable

Le sable pourrait être stocké en vrac sur une aire bitumée et repris ensuite pour être mis en loge couverte.

b) Calcaire-dolomie-feldspath

Le calcaire, la dolomie et le feldspath seraient livrés à l'usine et stockés en vrac dans des loges couvertes.

c) Autres matières

Les autres matières premières seraient livrées en sac de 50 kg sur palette et stockées dans un bâtiment prévu à cet effet.

Un poste de dessachage serait prévu notamment pour le carbonate de soude.

d) Calcin

Le calcin serait récupéré dans des bennes métalliques et stocké sur une aire revêtue.

2. Atelier de composition

L'atelier de composition serait essentiellement composé d'un ensemble de silos situés au-dessus de la salle de pesage et de mélange.

Les divers compartiments seraient alimentés à leur partie supérieure par une bande navette réversible, elle-même alimentée à partir d'un convoyeur venant du bâtiment de stockage des matières premières.

Ils se décomposeraient environ comme suit :

|                     | <u>En m<sup>3</sup></u> |                  |
|---------------------|-------------------------|------------------|
| - Sable             | 2 x                     | 50               |
| - Carbonate         | 1 x                     | 35               |
| - Réserves          | 1 x                     | 35               |
| - Calcaire          | 1 x                     | 18               |
| - Dolomie/Feldspath | 1 x                     | 18 compartimenté |

Ils correspondraient à une capacité de stockage de trois jours environ, auxquels viendraient s'ajouter :

- Un atelier de préparation des petits produits et additifs et ses trémies mobiles;
- Deux silos de 35 m<sup>3</sup> pour le calcin. Chaque silo serait équipé d'un extracteur vibrant alimentant trois trémies péseuses (une pour le sable, une pour les additifs et petits produits et une pour les autres matériaux),

déchargeant aussi par l'intermédiaire d'extracteurs vibrants sur une bande transporteuse alimentant une bande réversible amenant les produits pesés à l'une ou l'autre de deux mélangeuses à axe vertical.

Après mélange, les compositions seraient envoyées à la trémie d'enfournement par une bande transporteuse inclinée sur laquelle le calcin serait ajouté après dosage par extraction temporisée.

L'ensemble du cycle serait commandé automatiquement.

3. Services

L'alimentation en eau devrait être prévue par branchement sur le réseau d'eau de ville à une pression de 2,5 à 3 bars. Les eaux perdues seraient évacuées directement à l'égout. L'eau de refroidissement du four et des diverses machines est une eau traitée recyclée et refroidie puis redistribuée par pompage.

Un réseau à une pression de 3,5 bars devrait fournir l'air primaire au four et l'air comprimé aux machines de fabrication et équipements annexes. L'air comprimé serait produit par compresseurs identiques fonctionnant

alternativement deux par deux (un de secours). Chacun de ces compresseurs serait alimenté (un seul à la fois) par un groupe électrogène de secours en cas de coupure de courant.

Le fuel lourd servant au chauffage du four serait stocké dans un réservoir de 100 m<sup>3</sup>. Le gas-oil nécessaire à l'alimentation du groupe électrogène et à celle des moteurs des engins de manutention serait stocké dans une citerne de 20 m<sup>3</sup>. Le propane (ou butane) utilisé pour le chauffage des "feeders" des arches et de divers postes auxiliaires serait stocké dans des réservoirs équipés de moyens de pompage et de régulation de pression.

Les équipements électriques comprennent obligatoirement :

- Des équipements haute tension : Poste de livraison; deux transformateurs de 630 kVA installés en parallèle; protection réseau;
- Des équipements basse tension : distribution et protection; des câbles de liaison et d'alimentation;
- Un groupe électrogène.

Les tensions de service devraient être les suivantes :

- . Force motrice : 380 V triphasés - mise à la terre directe, 50 Hz
- . Eclairage : 220 V monophasés - 50 Hz alimentés par transformateur 380/220
- . Contrôle : 110 V alternatifs.

Il est prévu un groupe électrogène de secours à démarrage manuel d'une puissance de 650 kVA entraîné par un moteur diesel.

Ce groupe pourrait être conçu pour une marche de 500 à 1000 h/a si la fiabilité du réseau est élevée. Si ce n'est pas le cas, il serait prudent d'envisager un matériel capable de fonctionner en permanence, voire d'assurer l'autonomie électrique des installations.

### C. Description des ouvrages de génie civil

#### 1. Bâtiment de stockage des matières premières en vrac

Ce bâtiment comporterait :

- Trois loges en maçonnerie pour le sable;
- Une loge double en maçonnerie pour le calcaire;
- Une loge pour la dolomie;
- Une loge pour le feldspath;
- Une couverture en auvent.

Les loges seraient constituées par des murs en béton armé et un dallage de sol en béton armé également. La couverture serait en aluminium ou en amiante-ciment.

## 2. Bâtiment de stockage des matières premières en sac

Ce bâtiment abriterait :

- Le stockage des matières premières en sacs;
- La trémie de reprise des matières premières en vrac associée au poste de désachage.

Il serait constitué de :

- Un dallage en béton armé;
- Une charpente métallique (ou en béton);
- Une couverture en aluminium ou amiante-ciment.

## 3. Atelier de traitement du calcin

Cet atelier serait constitué d'une charpente métallique (ou en béton) supportant une couverture en aluminium ou amiante-ciment et abriterait le matériel de broyage et de traitement du calcin.

## 4. Atelier de composition

Cet atelier serait composé de :

- Une partie basse abritant le pesage et le mélange des matières premières ainsi que la salle de contrôle;
- Un ensemble de silos;
- Une partie haute couverte et abritant les dispositifs de remplissage des silos.

## 5. Bâtiment de fabrication

Ce bâtiment abriterait :

- Le four et son environnement;
- Les lignes de fabrication,
- L'atelier de décor;
- Le stockage d'une partie des produits finis;
- La salle de contrôle;
- Les bureaux techniques;

- Les laboratoires;
- Les toilettes et les vestiaires;

a) Halle four - Machines

Cette halle de 30 x 22 m et de 10 m de hauteur environ, comporterait :

- Une cave qui recevrait les régénérateurs supportés par un radier en béton armé;
- Un dallage général en béton armé calculé en fonction des charges à supporter localement;
- Les assises, poteaux et massifs de support du four, des machines et des annexes;
- La structure de bâtiment : charpente métallique ou en béton.

La couverture serait réalisée en aluminium et comporterait un lanterneau d'aération.

Les façades et pignons seraient constitués, d'une part, de parpaings creux et, d'autre part, de bardages.

b) Halle de recuit, bout-froid, décor et atelier

Cet ensemble serait constitué d'une halle centrale de 22 m et de deux halles latérales de 5 m.

Ces halles seraient indépendantes de la halle four et comporteraient :

- Un dallage général en béton armé;
- Les structures porteuses de couverture en charpente métallique ou en béton;
- Une couverture en aluminium ou amiante-ciment avec bandes d'éclairage zénithal;
- Une fermeture par murs en parpaings creux et bardages.

Les halles latérales abriteraient, d'un côté : le magasin à moules, l'atelier d'entretien, le magasin général; de l'autre : l'atelier de décor; le laboratoire, les toilettes, les vestiaires, les bureaux techniques.

c) Magasin de stockage des produits finis

Ce magasin ferait suite à la halle précédente et sa construction serait similaire à celle décrite ci-dessus.

Ses dimensions dépendraient essentiellement du marché impliquant ou non un stockage important à l'usine.

#### 6. Centrale électrique et air comprimé

Ce bâtiment serait destiné à recevoir les équipements électriques de haute et basse tension, le compresseur d'air et le groupe diesel de secours.

Il serait composé d'une zone en béton armé pour la partie électrique et d'une zone en construction métallique ou charpente béton pour la partie air comprimé et diesel.

La toiture serait réalisée en aluminium ou en amiante-ciment.

#### 7. Stockage du fuel

Le fuel lourd serait stocké dans une citerne verticale de 100 m<sup>3</sup> et le fuel léger dans une citerne horizontale de 20 m<sup>3</sup> de capacité.

Le bassin de rétention réglementaire serait constitué d'un radier en béton et d'un muret en parpaings pleins.

Le local de pompage jouxterait la cuvette de rétention.

#### 8. Stockage du propane (ou butane)

Ce gaz liquéfié serait stocké dans une ou plusieurs citernes cylindriques de 55 m<sup>3</sup> de capacité.

Il serait entouré d'un muret de rétention délimitant un volume de capacité égale à 20 % de la capacité en eau de la citerne. Le sol serait recouvert de mâchefer ou de gravier.

L'ensemble serait entouré d'une clôture légère en grillage.

#### 9. Traitement des eaux

Cet ensemble serait constitué de :

- Un bassin d'eau chaude en béton;
- Un bassin d'eau froide en béton;
- Une ossature en béton supportant le réfrigérant;
- Un petit bâtiment abritant les pompes et les équipements de traitement d'eau.

#### 10. Bureaux

Un bâtiment abriterait : les bureaux de la direction et les services administratifs et sociaux.

Il serait construit en parpaing creux, fondation sur semelles filantes et dallage sur hérisson avec couverture en charpente légère en aluminium ou en amiante-ciment.

IV. ETUDE DE PREFAISABILITE ET MANDAT  
POUR UNE ETUDE DE FAISABILITE

On considère dans cette étude la mise en place d'une usine d'une capacité de production de 20 000 t/an. Les principales caractéristiques de cette usine ont été identifiées au chapitre III. Les prix sont ceux d'avril 1984.

A. Eléments techniques et financiers

1. Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement sont répartis sur sept postes.

|  | <u>En millions de<br/>francs CFA</u> |
|--|--------------------------------------|
| <u>Ingénierie</u>  | 1 150                                |
| Savoir-faire   |                                      |
| <u>Equipements</u>   | 2 450                                |
| Tout le matériel est emballé<br>non livré<br>10 séries de moules   |                                      |
| <u>Transport</u>   | 500                                  |
| Jusqu'au site retenu pour la<br>construction de l'usine, en<br>un point central de l'Afrique<br>de l'Ouest |                                      |
| <u>Supervision et mise en service</u>  | 800                                  |
| <u>Travaux de génie civil</u>  | 1 650                                |
| Fournitures et montages,<br>assurance chantier, etc.   |                                      |
| <u>Pièces de rechange</u>  | 110                                  |
| Calculées pour deux années<br>de fonctionnement  |                                      |
| <u>Recrutement et formation</u>  | 120                                  |
| Hors frais de séjour<br>150 hommes/mois pour<br>15 à 20 personnes environ                                  |                                      |
| Total  | 6 780                                |

Soit près de 7 milliards de francs CFA

auxquels il faut ajouter les installations de traitement des matières premières et les imprévus.

Le total des investissements à envisager semble donc être au maximum de 8 milliards de francs CFA.

## 2. Coût de production

Le four envisagé est un four de 32 m<sup>2</sup> de surface de fusion tirant approximativement 2,5 t de verre au m<sup>2</sup>.

Les principales consommations prévisibles permettant le calcul des coûts de production sont alors :

135 g de fuel lourd par kg de verre fondu  
50 kg/h de gaz liquéfié  
20 m<sup>3</sup>/h d'eau à usage industriel  
1 400 à 1500 kW/h (avec des arches électriques)

## B. Résumés des études entreprises dans le passé

On citera essentiellement :

- Le projet IPS pour la Côte d'Ivoire;
- Le rapport de l'ONUDI SI/UPV/78/804
- Le projet de la Commission mixte Niger-Nigeria.

D'autres études ont été effectuées, en particulier au Sénégal et au Mali. Si on ne cite que les trois précédentes, c'est qu'elles sont celles qui permettent d'apprécier l'étude présentée ici et qui, en même temps, risquent d'influencer les décisions à prendre.

### 1. Le projet IPS pour la Côte d'Ivoire

Industrial Promotion Services S.A. a présenté en 1980 un projet au Gouvernement ivoirien. Ce projet n'a pas eu de suite.

Ses principales données techniques et financières étaient les suivantes :

#### Capacité de production :

|                              | <u>En t/jour</u> |
|------------------------------|------------------|
| Avec 2 chaînes de production | 25 900           |
| Avec 3 chaînes de production | 38 300           |

Ce qui fait des tirées de :

En t/jour

|                |    |
|----------------|----|
| 74 t/j x 80 %  | 59 |
| 109 t/j x 80 % | 87 |

pour une surface de fusion de 40 m<sup>2</sup>.

La production est envisagée avec deux "feeders" et deux, puis trois, machines Roirant R7.

Puissance installée :

1 000 kW avec 2 chaînes  
2 200 kW avec 3 chaînes

Groupe électrogène de 350 kVA

Consommations prévues :

300 kW/t avec 2 chaînes  
600 kW/t avec 3 chaînes

210 kg/t de fuel oil avec 2 chaînes  
140 kg/t de fuel oil avec 3 chaînes

Effectif : environ 160 personnes.

Prix de vente moyen par tonne estimé à 143 360 francs CFA.

Investissement initial prévu :

3,6 milliards de francs CFA  
+0,4 milliards de francs CFA pour la 3ème chaîne.

Ce projet relativement bon marché était beaucoup trop ambitieux pour être crédible, ce qui explique son échec.

## 2. Le rapport de l'ONUDI pour la Haute-Volta

Ce rapport présenté en 1980 suggère la construction d'une usine de fabrication de bouteilles et récipients en verre à technologie intermédiaire d'une capacité de production de 5 000 t/an environ.

L'usine proposée comprendrait un four à bassin avec cinq sorties de cueillage de verre aboutissant à :

- Une section automatique
- Trois sections semi-automatiques
- Une section artisanale.

L'investissement total prévu est inférieur au milliard de francs CFA.

On ne reprendra pas ici la description technique complète de l'usine, qui figure dans le rapport ONUDI, parce que ce projet diffère trop de celui que l'expert envisage. Cette étude a pourtant l'intérêt de montrer que de petites unités locales de fabrication sont parfaitement envisageables à côté d'une usine communautaire véritablement industrielle.

Ces petites unités semi-industrielles, voire artisanales pourraient avoir des capacités de production très inférieures et se spécialiser dans la production des récipients en verre de toute nature, la fabrication des bouteilles étant réservée à l'usine communautaire.

### 3. Le projet de la Commission mixte Niger-Nigeria

Ce projet a été étudié par la Société polonaise Polymex Cekop pour le compte de la Commission mixte Niger-Nigeria.

L'étude des matières premières n'ayant pas été faite par Polymex, elle a été entreprise par la suite par la société allemande KHD.

Bien que les rapports n'aient pu être consultés, on sait qu'il s'agirait d'une usine d'une capacité de production annuelle de deux fois 30 000 t soit 60 000 t, que deux sites ont été envisagés : Maradi et Niamey, et qu'elle devrait approvisionner le marché du Nigeria-Nord à plus de 95 %

Il est clair que si cette usine devait être construite, elle hypothèquerait totalement la participation du Niger à une usine communautaire envisagée dans le cadre de la CEAO.

Il est d'ailleurs difficile de comprendre l'intérêt du Niger et du Nigeria dans cette opération, compte tenu du déséquilibre qui existe entre les marchés des deux pays.

#### C. Mandat pour une étude de faisabilité

Compte tenu des éléments contenus dans le présent rapport, l'étude de faisabilité pourra demander environ deux mois de travail. Il sera nécessaire de recueillir les éléments suivants :

- Les coûts de main-d'oeuvre et de personnel en général;
- Les coûts de transport prévisibles compte tenu de l'amélioration du réseau routier et du réseau ferré, et des voies nouvelles qui seront ouvertes au trafic, ainsi que les coûts de transport maritime;
- Les frais financiers, compte tenu des crédits qui pourraient être obtenus et dans l'hypothèse de montages financiers dont il sera judicieux d'explorer les possibilités.

Il conviendra ensuite de :

- Confirmer les coûts d'investissement dans le détail;
- Calculer les coûts de production;
- Etablir enfin les comptes d'exploitation prévisionnels de sorte à démontrer :
  - . qu'il s'agit d'une opération dont la rentabilité est probable sinon certaine au bout d'une certaine période;

- . que la bouteille produite et livrée au consommateur sera, à qualité égale, vendue à un prix au plus égal au prix actuel et naturellement, si possible, inférieur.

L'étude devra être faite dans un contexte précis qui supposera le choix d'un site pour l'usine communautaire et le choix des gisements de matières premières à exploiter.

## V. CHOIX D'UN SITE

On a envisagé trois sites d'implantation possibles en indiquant les raisons qui ont conduit à ces résultats.

Comme il faudra bien choisir un site parmi ces trois, il a semblé utile pour les décideurs de bâtir un argumentaire comparatif se présentant sous la forme d'un tableau.

| Arguments                                    | Région d'Abidjan   | Région de Bobo-Dioulasso  | Région de Bamako<br>(Koulikoro)  |
|--|--|---|--|
| Position géographique au sein de la CEAO     | Excentrée  | Très centrale   | Très centrale  |
| Situation par rapport aux marchés            | Situation favorable au coeur du marché le plus important de la CEAO, celui de la Côte d'Ivoire (plus de 50 % du marché). | Situation assez favorable, pas trop éloignée du marché le plus important et proche des marchés moyens (Haute-Volta, Sénégal). | Situation assez favorable, pas trop éloignée du marché le plus important et proche des marchés moyens (Haute-Volta, Sénégal) |
| Situation par rapport aux matières premières | Proche des bons gisements de sable, mais très éloignée des autres matières premières.                                    | Toutes les matières premières disponibles à proximité.  | Proche de bons gisements de sable et peu éloignée des autres matières premières.   |
| Réserves prouvées à proximité                | Gisements de sable abondants.  | Gisements relativement peu abondants  | Gisements de sable très abondants.   |
| Acheminement des matières premières          | Par route ou chemin de fer   | Par route   | Principalement par voie d'eau (pour le sable et le calcaire) et par route.   |
| Acheminement des produits (bouteilles)       | Par route<br>Par chemin de fer et bateau   | Par route et chemin de fer  | Par route et chemin de fer.  |

101

Enfin, il conviendra de tenir compte de l'environnement logistique, en ce qui concerne les services (fournitures d'eau, d'électricité, etc.) et le soutien d'autres industries comme l'industrie mécanique par exemple.

V. FABRICATION ARTISANALE OU SEMI-INDUSTRIELLE  
DE CONTENEURS OU RECIPIENTS EN VERRE

Il est envisagé d'étudier pour certains pays de la CEAO (Côte d'Ivoire, Haute-Volta ou Mali, et Sénégal) la fabrication de verreries artisanales ou semi-industrielles de conteneurs ou récipients en verre.

Il est clair que les bouteilles qui représentent le grand marché du verre creux et dont la consommation est en 1984 de l'ordre de 20 000 t/an pour l'ensemble des six pays de la CEAO doivent être produites de façon industrielle dans une usine telle que celle qui est recommandée dans le rapport de la présente mission. Cette usine pourrait d'ailleurs produire aussi des conteneurs ou récipients en verre autres que les bouteilles.

Cela dit, de petites unités de production pourraient être bien adaptées pour répondre à la demande des marchés locaux en conteneurs ou récipients en verre. Ces petites unités, au nombre de deux ou trois, pourraient avoir des capacités de production de l'ordre de 1 000 t/an et utiliser des techniques de fabrication artisanales ou semi-industrielles.

Le mandat pour une ou plusieurs études d'expertise pourrait être le suivant :

1. L'expert devra faire une étude de marché prospective très détaillée basée sur la consommation réelle et les besoins estimés des consommateurs qui sont principalement les industries agro-alimentaires.
2. L'expert devra définir complètement l'unité de production souhaitable d'un point de vue technique.
3. L'expert devra en conséquence évaluer les coûts d'investissement, de production et faire une étude de faisabilité simplifiée mais convaincante pour des investisseurs potentiels.

Dans les quatre pays précités les matières premières existent ou peuvent être importées d'un autre pays de la CEAO.

