

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de
La Recherche Scientifique
Centre Universitaire de Jijel
Institut des Sciences de la Nature

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم و البحث العلمي
المركز الجامعي جيجل
معهد العلوم الطبيعية

0907/2002

02/02



Mémoire de Fin d'Etudes

En Vue De l'Obtention Du Diplôme d'Etude
Universitaire Appliquée (**DEUA**)

Option :
**CONTROLE DE QUALITE
ET ANALYSE**

Intitulé :
**CONTROLE DE QUALITE DU
VERRE PRODUIT PAR
AFRICAVER – Spa –**

Devant le Jury Composé Par :

M. ROULA M. Président
Melle KAOULA S. Rapporteur
M. B. JUROUIS Z Examineur

Présenté par :

KEROUAZ Nacéra
BOUCHELIT Samiha
KAHLESSENANE Loubna



Année 2001 / 2002

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

«الحمد لله فاطر السموات و الأرض جاعل الملائكة رسلا أولى
أجنحة ثننى وثلاث و رباع يزيد في الخلق ما يشاء إن الله على
كل شيء قدير»

(الآية 01 من سورة فاطر)

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم :

«اللهم علمني ما ينفعني ، وإنفعني بما علمتني إنك أنت
العليم الحكيم»

وصلى الله وسلم على سيدنا محمد
وآله ومحبيه أجمعين

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, nous tenons à remercier vivement :

M^{elle} KAOULA Sonia notre encadreur qui nous a beau coup aidée.

Mr ROULA M., pour avoir accepter de présider le jury.

Mr BOUROUIS Z., qui a bien voulu nous consacrer une partie de son temps afin de juger notre travail.

Tout le personnel du service Laboratoire et les cadres de la société AFRICAVER pour leur aide et encouragements.

Mr BOUSSEBT Mahfoud, qui nous a beau coup aidé.

Melle MENIA Chafia, qui nous a beaucoup aidée et encouragée.

Tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.

ABREVIATIONS

m	=	mètre
cm	=	centimètre
mm	=	millimètre
m ²	=	mètre carré
cm ³	=	centimètre cube
g	=	gramme
kg	=	killogramme
mg	=	milligramme
ml	=	millilitre
h	=	heure
m.n	=	minute
t	=	température
°C	=	dégré celsius
%	=	pourcentage
N	=	normalité
Σ	=	la somme

ABBREVIATIONS

HF	=	acide fluorhydrique
HCl	=	acide chlorhydrique
H ₂ SO ₄	=	acide sulfurique
KOH	=	hydroxyde de potassium
NaOH	=	hydroxyde de sodium
NaCl	=	chlorure de sodium
EDTA	=	éthylène diamine tetracétique
MTBC	=	méthyle thymol bleu complexes.
KHSO ₄	=	hydrogènesulfate de potassium

Sommaire

I. INTRODUCTION.....	-
LE BUT DU TRAVAIL.....	-
II. LA SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	2
II.1- Définition.....	2
II.2- Les constituants du verre.....	2
1) Les vitrifiants.....	2
2) Les modificateurs.....	3
3) Les secondaires.....	3
II. 3 – L'élaboration du verre.....	3
II. 4- Les propriétés du verre.....	5
a) Les propriétés texturales du verre.....	5
b) Les propriétés optiques du Verre.....	5
c) Les propriétés mécaniques du Verre.....	6
d) Les propriétés chimiques du verre.....	6
e) les propriétés électriques.....	7
f) Les propriétés thermiques du Verre.....	7
II.5- Les types de verre.....	7
III. MATERIEL ET METHODES.....	8
III.1- Matériel.....	8
III.2- Méthodes.....	8
III. 2.1 -Le verre imprimé.....	9
a) L'Épaisseur.....	9
b) La découpe mécanique.....	10
c) Le contrôle visuel.....	11
d) La composition chimique.....	12
III. 2.2 -LE VERRE SILICATE DE SOUDE.....	20
a) la composition chimique.....	20
III. 2.3 -LE VERRE FEUILLETE.....	22
1- Essai de distorsion optique.....	23
2- Essai de transmission de la lumière.....	25
3- Essai de résistance à haute température.....	25
4- Essai de résistance à l'humidité.....	25

5- Essai d'impact d'une bille.....	26
5.1 Essai à la bille 2260 g.....	26
5.2 Essai à la bille 227 g.....	26
<i>III. 2.4 -LE VERRE TREMPE.....</i>	<i>27</i>
1- Essai de transmission de la lumière.....	27
2-Essai d'impact d'une bille 227 g	27
3- Essai de fragmentation.....	27
<i>IV. RESULTATS ET COMMENTAIRES.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.1- Le verre imprimé.....</i>	<i>29</i>
<i>IV.2- Le verre silicate de soude.....</i>	<i>31</i>
<i>IV.3- Le verre feuilleté.....</i>	<i>32</i>
<i>IV.4 - Le verre trempé.....</i>	<i>33</i>
<i>V. CONCLUSION.....</i>	<i>-</i>

Chapitre 1

INTRODUCTION

I. INTRODUCTION :

Le verre est un des plus anciens matériaux connus par l'homme. Sa découverte est attribuée à des marchands phéniciens, aux environs de 4000 ans avant Jésus Christ.

Stoppés sur les rives du Bellus, ces derniers déposèrent leurs marmites sur des blocs de carbonate (calcaire), sous l'action du feu, ceux-ci fondirent et se mélangèrent au sable du rivage. Après refroidissement, ce mélange se transforma en *VERRE*.

Le verre, protège contre les influences atmosphériques et procure, en même temps, le contact direct avec la nature. Très vite, après sa découverte, l'homme s'est familiarisé avec ce matériau et a promotionné son utilisation, dans tous les domaines.

Bien que le verre soit un matériau fabriqué, il existe aussi à l'état naturel, c'est le verre volcanique, « l'obsidienne » qui était déjà utilisé par les hommes préhistoriques pour fabriquer leurs outils.

LE BUT DU TRAVAIL

Notre travail consiste à apprendre comment se fait le contrôle de qualité des verres produits par la société AFRICAVER?

Dans ce cadre nous nous sommes déplacées au niveau de la société AFRICAVER, pour effectuer un stage de 45 jours, afin d' apprendre comment :

1. on élabore , le verre imprimé, le verre silicate de soude, le verre feuilleté, et le verre trempé ?
2. on contrôle ces verres ?
3. on établis les normes de qualité de ces verre ?

les informations obtenues, nous ont beaucoup appris sur le verre et nous ont permis de rédiger ce mémoire.

Chapitre II

LA SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

II. LA SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette synthèse résulte d'une recherche bibliographique basée essentiellement sur les documents de F.J. Terence Maloney (1967), Saint Gobain vitrage (1984), P. Minnen (1997), S. Kaoula (2000), E. Sovoy (1989), J. Zarzycki (1982) et de nombreux sites sur Internet, qui seront indiqués dans la partie bibliographie.

II.1- Définition

Le mot « verre » a reçu diverses interprétations, il désigne par exemple l'état vitreux d'une matière ou bien un objet (un verre à boire) ou bien encore un matériaux fonctionnel (le vitrage).

Haase (1956) et l'American Society for Testing Materials ont respectivement donné du verre les définitions suivantes :

- « On désigne par verre un liquide sous refroidi figé »
- « Glass is an inorganic product of fusion that has cooled to a rigid condition without crystallising »

On peut ainsi dire que le verre est un matériau, solide, amorphe qui prend naissance par figeage d'un liquide surfondu, lors d'un refroidissement, sans cristallisation.

II.2- Les constituants du verre

La plus part des composants du verre sont des oxydes. On se basant sur le rôle joué par chacun lors de l'élaboration du verre, on distingue essentiellement :

1) **Les vitrifiants** : Ce sont les formateurs du réseaux vitreux et peuvent être soit SiO_2 , B_2O_3 ou P_2O_5 . Le plus utilisé est SiO_2 (l'oxyde de silicium), trouvé abondamment dans la nature sous forme de sable.

2) **Les modificateurs** : Ils transforment les propriétés du verre et incluent :

→ **les fondants** qui abaissent la température de fusion du verre, comme les oxydes alcalins Na_2O et K_2O introduit par les produits industriels de carbonates et de sulfates,

→ **les stabilisants** qui rendent le verre plus résistant, comme MgO , CaO , Al_2O_3 , BaO et PbO . Les plus utilisés sont CaO et MgO , respectivement introduits à partir des produits naturels suivants : calcaire et dolomie.

3) **Les secondaires** : Ils permettent d'obtenir des caractéristiques précises et peuvent être soit :

→ **des affinants** qui accélèrent la vitrification avec Na_2SO_4 , CaSO_4 , ect...,

→ **des colorants** qui teintent le verre comme par exemple Fe_2O_3 , Au , ect...,

→ **des décolorants** qui permettent de supprimer les teintes résiduelles dans un verre, on utilise souvent As , NaNO_3 , ect...,

→ **des opacifiants** qui colorent le verre en blanc comme F et P_2O_5 .

II. 3 – L'élaboration du verre

Elle commence par l'élaboration d'une charge pulvérulente homogène (mélange vitrifiable), qui apportent, dans les proportions voulues, tous les éléments recherchés dans la composition finale du verre que l'on veut élaborer.

Les principaux éléments sont généralement apportés de la façon suivante :

la silice sous forme de sable, l'oxyde de sodium sous forme de carbonate (avec un complément éventuel de sulfate), les éléments alcalino-terreux sous forme de calcaire ou de dolomie (oxyde double naturel de calcium et de magnésium).

On peut se demander pourquoi on ajoute d'autres corps à la silice qui, seule possède la particularité de passer par l'état vitreux ?

- ① Une première raison est la température de fusion: la silice fond vers 1800°C, si on ajoute du carbonate de soude ou plus généralement des oxydes alcalins, on abaisse la température de fusion vers 1500°C mais le verre obtenu a la fâcheuse tendance à être soluble dans l'eau. On contrarie cette tendance, en ajoutant de la chaux ou plus généralement des oxydes d'alcalino-terreux, on obtient ainsi, le mélange ternaire, à la base des verres usuels: les silico-sodo-calciques
- ② On y ajoute les autres additifs éventuels sous forme d'intermédiaires élaborés, et l'on complète le rôle de fondant des oxydes alcalins par incorporation d'une quantité minimale de déchets de verre recyclé, finement broyés (calcin).
- ③ Ensuite on enfourne ce mélange vitrifiable dans un four, pour qu'il subissent une fusion, une homogénéisation et un affinage.
- ④ A la fin , les procédés de coulage, de laminage," float, ou d'autres techniques particulières aux verres spéciaux (verre feuilleté, verre trempé) prennent la relève pour élaborer le verre. Si on prend le procédé de :

☞ **coulage** : il consiste à amener, le verre en fusion, sur un déversoir ou sur une "lèvre de coulée", pour soit le laminé par procédé de laminage soit le refroidir directement, afin de produire un verre spécial, comme le **silicate de soude**.

☞ **laminage** : il consiste à conduire le verre en fusion, entre deux rouleaux lamineux, en fonte ou en acier spécial, refroidi intérieurement, par une circulation d'eau. Généralement l'un des rouleaux est gravé, de façon à imprimer un dessin sur l'une des faces de la feuille. Il en résulte un vitrage translucide mais non transparent.

☞ **float** : il consiste à étaler le verre en fusion sur une couche d'étain fondu. Il est le meilleur moyen pour obtenir un verre parfaitement plat.

☞ **la trempe** : le verre est chauffé juste en dessous de la température de fusion et ensuite très rapidement refroidi avec de l'air. De par ce procédé, la résistance mécanique du verre est améliorée.

☞ **la fabrication du verre feuilleté** : on met sous haute pression dans un autoclave chauffé à 145°C deux ou plusieurs feuilles de verre collées entre elles à l'aide du PVB. Ce PVB va fondre et l'assemblage ne formera qu'un seul élément transparent.

II. 4- Les propriétés du verre

Il y a une quinzaine de propriétés qui caractérisent le verre. Certaines jouent un rôle important dans l'élaboration du verre, d'autres ont une grande importance pour le verre transformé.

Nous n'allons pas aborder toutes ces propriétés, mais seulement les propriétés texturales, optiques, mécaniques, chimiques, thermiques et électriques, importantes pour le contrôle de qualité du verre transformé (produit fini).

a) Les propriétés texturales du verre

Le verre se présente généralement sous la forme d'un solide homogène et isotrope.

L'isotropie est la caractéristique commune à un grand nombre de verres. Elle est due à leur nature amorphe, non cristalline, ce qui implique l'absence d'ordre des atomes au moins à moyenne et longue distance.

b) Les propriétés optiques du Verre

la plupart des verres sont transparents, mais tous interagissent avec la lumière.

La propriété optique la plus connue est l'indice de réfraction ainsi que toutes les notions de transmission et réflexion qui en découlent. Si l'on y ajoute l'absorption, la diffusion et la dispersion de la lumière, on a une description assez complète de l'interaction entre le verre et la lumière

Certains composants du verre peuvent absorber sélectivement une ou plusieurs longueurs d'onde de la lumière blanche : la conséquence en est la couleur des verres.

Par exemple dans un verre silico - sodo – calcique l'introduction du :

- (Co^{2+}) colore le verre en bleu
- (Cr^{2+}) colore le verre en vert
- (Fe^{2+}) colore le verre en vert bouteille
- précipité d'Or ou de Cuivre colore le verre en rouge

c) Les propriétés mécaniques du Verre

Le verre, à température ambiante se comporte comme un solide parfaitement élastique mais non ductile. Le verre ne peut supporter que des contraintes de traction et de flexion très faibles, d'où sa réputation de fragilité. Alors que la résistance théorique est de l'ordre de plusieurs milliers de kg/mm^2 (forces de cohésion inter-atomiques), de minimes défauts (fissures submicroscopiques) de surface font descendre la résistance à quelques kg/mm^2 .

d) Les propriétés chimiques du verre

La réputation, de grande durabilité, du verre, vis-à-vis de presque tous les produits chimiques, aux températures normales est imméritée ; car, même très lentement, le verre s'altère au contact d'une solution aqueuse.

L'altérabilité chimique des verres dépend fortement de la composition du verre d'une part, et de la solution altérante d'autre part (un verre standard ne résiste pas à l'acide fluorhydrique).

e) les propriétés électriques

A température ambiante le verre est un excellent isolant. Quand on augmente la température le verre devient bon conducteur d'électricité. C'est également un bon diélectrique et il résiste bien aux forts champs électriques.

f) Les propriétés thermiques du Verre

La conductibilité thermique relativement faible du verre, fait de lui, un bon isolant thermique.

II.5- Les types de verre

Les verres constituent un ensemble extrêmement varié de produits. On ne citera que, les verre produit par l'AFRICAVER car, se sont les verres dont on a besoin, pour notre contrôle de qualité.

AFRICAVER est une société située dans la zone industrielle de Taher à 17 Km du chef lieu de la Wilaya de Jijel et les verre qu'elle produit sont :

1. le verre imprimé,
2. le verre silicate de soude,
3. le verre feuilleté,
4. le verre trempé.

Avant, de commercialiser ces produits, ils doivent être conformes aux Normes internationales. C'est dans ce cadre qu'un contrôle de qualité s'impose.

Chapitre III

MATERIEL ET
METHODES

III. MATERIEL ET METHODES

III.1- Matériel

Les produits de l'AFRICAVER sont le verre imprimé, le verre silicate de soude, le verre feuilleté et le verre imprimé.

Ces produits doivent répondre aux Normes internationales, alors, ils subissent des contrôles au laboratoire de l'AFRICAVER.

Le matériel qui permet de réaliser ces contrôles est le suivant :

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1. Pipettes | 9. Bec benzène |
| 2. Burettes | 10. Etuve |
| 3. Béchers | 11. Spectrophotomètre |
| 4. Fioles | 12. Trantest |
| 5. Balance | 13. Cuve |
| 6. Broyeur | 14. Déssicateur |
| 7. Bain de sable | 15. Projecteur |
| 8. Marteau | 16. Bille en acier trempé |

III.2- Méthodes

Les essais de contrôle, de la qualité du verre sont spécifiques à chaque type de verre. Dans notre cas, il faut contrôler :

- l'aspect, l'épaisseur, la composition chimique et la résistance mécanique du verre imprimé,
- la composition chimique du verre silicate de soude,
- les caractéristiques optique, la résistance mécanique et thermique du verre feuilleté,
- caractéristiques optiques et la résistance mécanique du verre trempé.

Le contrôle de qualité du verre est normalisé. Il se fait suivant des normes internationales.

Avant d'aborder ces normes, nous allons étaler pour chaque type de verre, les différents essais de contrôle qui le concerne.

III. 2.1 -Le verre imprimé

Le verre imprimé est un verre plat, translucide, clair ou coloré, qui porte un motif (mauresque, cathédrale, granit, fleur chardon.), sur l'une de ces faces.

Particulièrement destiné au vitrage des bâtiments, il est élaboré à partir de sable, de calcaire, de dolomie, de carbonate de sodium et de sulfate de soude, qu'on mélange et on fond, pour après refroidir par coulage et laminage.

Concernant les méthodes de contrôle des différent essais du verre imprimé , elles sont tirées du manuel de qualité de Saint-Gobain vitrage, utilisé par le laboratoire de AFRICAVER. Ce sont essentiellement les essais de :

a) L'Épaisseur

L'épaisseur d'une feuille est calculée comme étant la moyenne des mesures effectuées au 1/100 mm de précision et relevées au milieu des 04 cotés.

Cet essai est calculé comme suite :

On a pesé le poids d' un échantillon de verre de longueur et de largeur déterminées, puis on a calculé son épaisseur, selon la méthode suivante, en se basant sur sa densité (d) et son volume (V),

Soient :

P = le poids de l'échantillon exprimé en Kg

L = longueur de l'échantillon, exprimé en m



l = largeur de l'échantillon, exprimé en m

E_p = épaisseur de l'échantillon, exprimée en mm

Sachant que :

$$d = \frac{P}{V}$$

Et que :

$$V = L \cdot l \cdot E_p$$

Donc :

$$E_p = \frac{P}{L \cdot l \cdot d}$$

b) La découpe mécanique

C'est une ligne sinueuse, effectuée sur la longueur de la feuille du verre, à l'aide d'un coupe verre.

c) contrôle visuel

La qualité de l'aspect du verre est contrôlée, pour détecter, les défauts ponctuels (bulles, bouillons), les défauts linéaires ou étendus (égratignures, griffes) et les défauts de dessin.

d) La composition chimique

la composition chimique, nous permet de déterminer les proportions massiques de SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO , SO_3 et Na_2O , qui sont les principaux composants du verre.

L'analyse chimique est réalisé après le broyage du verre, la préparation de sa solution mère et le dosage de ces constituants.

⊙ la solution mère

Afin de préparer la solution mère, on a pesé dans une capsule de platine, 2g de verre broyé, quant a humecté avec un peu d'eau distillée froide.

Ensuite, on a ajouté 25 ml de HF, quelques gouttes de H₂SO₄ concentré et chauffé dans un bain de sable jusqu'à évaporation à sec,

Par après on a ajouté au résidu sec des grains de KHSO₄, puis tout en chauffant sur bec benzène jusqu'à dissolution complète du résidu sec,

Après refroidissement on a transvasé le contenu de la capsule dans un bûcher, en rinçant avec l'eau distillée, puis on a ajouté 10 ml de H Cl et chauffé jusqu'à dissolution complète,

Une fois refroidit, on a versé le contenu du bûcher dans une fiole jaugée de 500 ml en complétant le volume avec de l'eau distillé.

La solution obtenue est dite « solution mère »

⊙ Les dosages des composants du verre

Maintenant que la solution mère est préparée on peut faire le dosage des constituants du verre.

→ Fe₂O₃

Le dosage de Fe₂O₃ passe par une prise d'essai, puis un essai a blanc et enfin la mesure de la concentration.

① La prise d'essai

On a introduit 10 ml de la solution mère dans une fiole de 100 ml, a laquelle on a mit un morceau de papier rouge Congo, qui devient bleu dans le milieu acide.

Puis, on a ajouté 2 ml d'hydroxylamine et 2 ml d'orthophénoltroline.

Ensuite, on a ajouté la solution tampon d'acétate d'ammonium, goutte à goutte jusqu'à ce que le papier rouge Congo devient rouge.

Après, on a ajusté avec de l'eau distillée, le volume jusqu'à 100 ml et on a laissé reposer pendant une demi-heure.

② *l'essai à blanc.*

C'est les mêmes étapes que la prise d'essai, mais sans l'addition d'orthophénochrome.

③ *La mesure de la concentration*

La concentration du complexe fer- orthophénochrome (PH \simeq 2,9 – 3) se fait à l'aide de spectrophotomètre.

Soit :

C = lecture de la concentration en « mg » de 10 ml.

P = la prise d'essai diluée dans 500 ml (P = 2g)

La teneur de fer, exprimé en % en masse de Fe₂O₃, est donnée par l'expression

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \% = \frac{\text{« C » en « g »} / 500\text{ml}}{P} \times 100$$

→ Al₂O₃

le dosage de Al₂O₃ passe aussi, par une prise d'essai, puis un essai à blanc et enfin la mesure de la concentration.

① *la prise d'essai.*

On se basant sur le mode opératoire on a :

On a introduit 5 ml de la solution mère dans une fiole jaugée de 250 ml, à la quelle on a ajouté 3 gouttes de rouge de méthyle et 1 ml de la solution de fer,

Ensuite, on l'a neutralisé avec la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à la coloration jaune et on a immédiatement, réacidifié, par l'addition de H Cl jusqu'à la coloration rose,

Puis, on ajouté 10 ml d'acide ascorbique (L^+), en laissant reposer pendant 20 minutes.

Par après, on a ajouté dans l'ordre, 50 ml de solution tampon, 10 ml de chromazol - « S », et de l'eau distillée pour compléter jusqu'à 250 ml. On a homogénéisé et laissé reposer pendant 10 minutes.

② *Essai à blanc*

On a effectué un essai à blanc, en mettant en œuvre toutes les modalités opératoires de la prise d'essai, sauf à la place de la solution mère, on a ajouté un peu d'eau distillée.

③ *La mesure de la concentration*

la concentration du complexe rouge Al - chromazol - « S » en milieu tampon acétique ($pH \simeq 5,5$) est mesurée à l'aide du spectrophotomètre.

Soit :

C = lecture de la concentration en « mg » de 5 ml,

P = la prise d'essai diluée dans 500 ml (P = 2g)

la concentration est exprimé en % en masse d'alumine est donnée par l'expression :

$$Al_2O_3 \% = \frac{\text{« C » en « g »}}{P} \times 100$$

Remarque.

Le complexe Al - chromazerol - « S » est stable pendant 1 heure environ après son développement, cependant il est préférable d'effectuer les mesures entre 10 à 30 minutes après l'addition du chromazerol « S », le complexe a tendance à se décomposer avec le temps.

→ TiO₂

Comme pour les dosages de Fe₂O₃ et Al₂O₃ on effectue, une prise d'essai, un essai à blanc et enfin la mesure de la concentration.

① La prise d'essai

On a prélevé 50 ml de la solution mère dans une fiole jaugée de 100 ml, à la quelle, on a ajouté 1 ml d'acide phosphorique, puis 20 ml de H₂O₂,

On a ensuite, complété le volume jusqu'à 100 ml, avec de l'eau distillée en laissant reposer pendant 15 minutes.

② L'essai à blanc

C'est les mêmes étapes que la prise d'essai, mais sans l'addition de H₂O₂.

③ La mesure de la concentration

La mesure de la concentration se fait à l'aide du spectrophotomètre.

Soit :

C = lecture de la concentration en « mg » de 50 ml,

P = la prise d'essai diluée dans 500 ml (P = 2g).

la concentration est exprimé en % en masse de titane est donnée par l'expression :

$$\text{TiO}_2\% = \frac{\text{« C » en « g »} / 500 \text{ ml} \times 100}{P}$$

→ CaO et MgO

On doit déterminé l'acidité avant de doser CaO et MgO

① Détermination de l'acidité

On a prélevé 10 ml de la solution mère, on la diluer avec 100 ml d'eau distillée, puis on a ajouté quelques gouttes de phénolphaléine et de KOH jusqu' à ce que la solution devient rouge (mauve).

$$\text{L'acidité} = V_{\text{KOH}} + 5 \text{ à } 6 \text{ ml de KOH en excès}$$

→ CaO

On a introduit 10 ml de la solution mère dans un bêcher de 250 ml, à la quelle on a ajouté 100 ml d'eau distillée, du KOH (4N) (le volume de l'acidité est déterminé), 5 ml de triéthanolamine et l'indicateur calcéine (quelques « mg »).

On a placé un fond noir sous le bêcher, on a agité , puis titré la solution obtenue, par « EDTA » (0,05 N) jusqu'à coloration rose.

Soit :

V_{EDTA} = Volume en ml d'EDTA

N_{EDTA} = La normalité d'EDTA = 0,05 N

V_{fiolle} = Volume de la fiole

E_{CaO} = Equivalent de CaO

P = La prise d'essai = 2g

$V_{\text{P.E}}$ = Volume de la prise d'essai

Le pourcentage de CaO est calculé par la formule suivante :

$$\% \text{ CaO} = \frac{V_{\text{EDTA}} \times N_{\text{EDTA}} \times V_{\text{fiolle}} \times E_{\text{CaO}} / 1000}{P \times V_{\text{P.E}}} \times 100$$

→ MgO

On a prélevé 10 ml de la solution mère dans un bêcher, à la quelle on a ajouté 100 ml d'eau distillée, 5 ml de NH_4OH (hydroxyde d'ammoniaque) et 5 ml de a solution tampon.

On a additionné l'indicateur (MTBC couleur bleue), ensuite titré la solution obtenue par EDTA, jusqu'à ce qu'elle devient incolore.

Le volume d'EDTA pour titrer MgO est :

$$V_{\text{MgO}} = V_{\text{EDTA totale}} - V_{\text{EDTA CaO}}$$

Sachant que :

$V_{\text{EDTA totale}}$ = le volume totale pour titrer la somme MgO+CaO.

V_{EDTA} = volume en ml d'EDTA

N_{EDTA} = la normalité d'EDTA = 0,05 N

V_{fiolle} = volume de la fiole

E_{MgO} = équivalent de MgO

P = la prise d'essai = 2g

$V_{\text{P.E}}$ = volume de la prise d'essai

le pourcentage de MgO est déterminé par la formule :

$$\% \text{ MgO} = \frac{V_{\text{EDTA totale}} \times N_{\text{EDTA}} \times E_{\text{MgO}} \times V_{\text{fiolle}}}{P \times V_{\text{P.E}} \times 1000} \times 100$$

→ SO₃

On a introduit dans une capsule de platine 1g du verre broyé, humecté à l'eau distillée, puis on a ajouté 25 ml de HF, 1 ml de HNO₃ et 10 ml de HClO₄.

Après chauffage dans un bain de sable jusqu'à évaporation à sec et l'ajout de 20 ml d'eau distillée chaude, on l'a laissé une deuxième fois, au bain de sable pendant 15 à 20 minutes à température 50 à 60°C.

Après, on a fait transvasé le contenu de la capsule dans un bêcher en rinçant avec de l'eau distillée pour obtenir « la solution A ».

On a ajouté quelques gouttes de rouge de méthyle à la solution « A », puis on l'a neutralisé par l'ammoniaque, jusqu'à coloration jaune de l'indicateur, puis à la teinte rose par l'addition de quelques gouttes de HCl et un excès de 4 à 5 ml d'HCl.

Ensuite, on a chauffé jusqu'à l'ébullition sur un bec benzène, puis on a versé doucement 10 ml de BaCl₂ sur la solution bouillante obtenue, en agitant énergiquement, avant de l'a porter une deuxième fois à l'ébullition, pour quelques minutes, jusqu'à ce que la liqueur surnageante soit parfaitement limpide.

Enfin on a filtré sur le papier filtre (bande bleue), puis laver plusieurs fois à l'eau bouillante jusqu'à disparition des chlorures dans le filtrat.



BaSO₄ = précipité blanc insoluble dans l'eau.

On a continué en mettant le filtre et le précipité dans une capsule de platine et on a incinéré doucement le papier sans le faire brûler sur bec benzène.

Ensuite, on a calciné le précipité pendant 30 minutes dans le four à moufle à 1000°C et on a peser après refroidissement dans un dessiccateur.

Soit :

P1 = la masse de la capsule vide

P2 = la masse de la capsule et de précipité ensemble.

M = la masse du précipité

$$M = P2 - P1$$

La teneur en sulfate soluble dans l'acide chlorhydrique dilué de l'échantillon broyé exprimé en % en masse de SO_3 se détermine comme suite :

$$\% \text{SO}_3 = 34,30 \times M$$

→ Na_2O et K_2O

Afin de doser Na_2O et K_2O , il faut au préalable préparer une solution.

① *Préparation de la solution.*

Dans une capsule de platine on a pesé 1g du verre broyé, humecté avec un peu d'eau distillée, puis on a ajouté 1ml de NH_3 , 10 ml de HClO_4 et 20 ml de HF.

Après, on a évaporé à sec dans un bain de sable, ajouter 5 ml de HClO_4 et évaporer encore une fois.

Ensuite, on a ajouté 20 ml d'eau distillée et on a encore chauffé dans le bain de sable pendant 15 minutes ($T^\circ = 60^\circ\text{C}$).

Par après, on a transvasé le contenu de la capsule dans un bûcher de 350 ml, auquel on a ajouté 5 ml de HCl concentré, puis on a chauffé sur un bec benzène jusqu'à dissolution complète des sels solubles.

Enfin, après refroidissement on a transvasé la solution dans une fiole jaugée de 100 ml et compléter le volume de 100 ml avec de l'eau distillée.

La solution obtenue est dite « la solution B ».

→ Na_2O

On a prélevé 10 ml de la solution « B » dans un bêcher de 100ml, qu'on a concentré par évaporation dans un bain de sable, jusqu'à l'obtention d'environ 1ml de la solution.

Après refroidissement, on a ajouté lentement, en agitant 20ml de la solution double acétate de zinc et Uranyle acétate et on a laissé reposer 20 minutes.

On a filtré sur un creuset de verre fritté taré, puis rincer avec l'alcool éthylique et on a mit le précipité dans l'étuve à 100°C pendant 15minutes.

Enfin, après séchage et refroidissement dans un dessiccateur, on a pesé le précipité.

La teneur en sodium exprimé en % en masse de Na_2O est donnée par l'expression

Soit :

P = la masse en g du précipité

$$\text{Na}_2\text{O}\% = p \times 20,15$$

→ K_2O

K_2O n'a pas été dosé, car son pourcentage est très faible dans le verre.

→ SiO_2

La teneur en silice est exprimé en % en masse de SiO_2 et elle est déterminée par différence.

$$100\% - \Sigma \text{ des éléments déterminés}$$

III. 2.2 -LE VERRE SILICATE DE SOUDE

Le verre silicate de soude est un verre soluble dans l'eau, anhydre de couleur blanche ou vert et qui est utilisé comme inhibiteur de corrosion dans les détergents.

Il est élaboré à partir d'un mélange de sable et de carbonate de sodium, qu'on fait fondre, puis refroidir par coulage.

Le silicate de soude se caractérise par :

- sa formule chimique = $n \text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O}$ ($n > 1$),
- sa masse moléculaire = 122,
- sa densité apparente = 0,76 - 0,86 gr / cm^3
- son point de fusion = 750°C à 1000°C.

a). la composition chimique

le silicate de soude, ne subit ni plus ni moins, qu'un essai de contrôle de la composition chimique.

Dans l'essai de contrôle de la composition chimique, on se limite au dosage du composant essentiel qui est Na_2O . les autres composants comme SiO_2 , Fe_2O_3 , et les insolubles en Na_2O sont calculés seulement à la demande du client.

→ Na_2O

Avant de doser Na_2O , il faut le broyer et le mettre en solution.

① *La mise en solution*

On a introduit dans un bêcher de 600 ml, 10 g de silicate de soude broyé, auquel on a ajouté environ 200 ml d'eau distillée, puis on a chauffé la solution, sur brûleur bunsen, jusqu'à dissolution complète du silicate de sodium.

Après, avoir filtré les insolubles sur papier filtre (bande blanche), on a transvasé la solution dans une fiole jaugée de 500 ml, qu'on a complétée avec de l'eau distillée.

On a obtenu une solution qui contient (10g/500 ml) et qui servira pour le dosage de Na_2O .

② *Le dosage*

On a introduit 10 ml de la solution dans un bêcher de 250 ml, au quel on a ajouté 2 à 3 gouttes d'hélianthine, puis on a agité la solution à l'aide de l'agitateur magnétique.

Après on a dosé avec la solution titrée de HCl 0,2 N jusqu'à virage du jaune au rose.

Soient :

V = le volume en ml de HCl 0,2 N, utilisé pour le dosage,

10g = la prise d'essai,

10ml = le volume de la prise aliquote prélevé pour le dosage,

0,006g = l'équivalence en Na_2O de 1 ml de HCl 0,2 N,

500ml = la dilution de la solution

La teneur en Na_2O est exprimé en % en masse de Na_2O , elle est donnée par l'expression :

$$\text{Na}_2\text{O} \% = \frac{0,0062\text{g} \cdot V \cdot 500 \text{ ml}}{10 \text{ g} \times 10 \text{ ml}} \times 100$$

$$\text{Na}_2\text{O} \% = V.3,1$$

III. 2.3 –LE VERRE FEUILLETE

Le verre feuilleté est un verre constitué d'au moins deux feuilles de verre maintenues par un ou plusieurs intercalaires en matières plastique PVB.

Le PVB

C'est un film de polyvinyle de butyrale, qui se liee au verre, sous l'action de la chaleur et de la pression, pour former le verre feuilleté. Il peut être clair ou coloré, d'épaisseur variable suivant l'usage (0,76 mm pour l' automobile et 0,38 mm pour le bâtiment)

Le verre feuilleté peut être clair ou coloré, plat ou bombé et son épaisseur varie de 6 à 60 mm suivant les types.

Le verre feuilleté peut être de deux types :

a) **Le simple** : Il est constitué uniquement de deux feuilles liées par un intercalaire de film de PVB. Son usage est particulier aux Pare brises pour véhicules de tout genre et au vitrage architectural

b) **Le multi-feuilleté** : Il est constitué de plus de deux feuilles de verre collées par des intercalaires de film de PVB. Son utilisation est spécifique aux Pare-brises pour véhicules spéciaux (transport de fonds, engins militaires etc. ...) et aux Vitrages anti-effractions.

Le contrôle du verre feuilleté suit les instructions de contrôle du règlement R43 des Nation Unis et de la procédure 82-05 de l'AFRICAVER. L'essentiel des essais sont les suivants :

1- Essai de distorsion optique

L'essai de distorsion optique a pour but de vérifier que la déformation des objets vus à travers le pare-brise n'atteigne pas des proportions qui risquent de gêner le conducteur

Afin de réaliser cet essai, on a projeté une diapositive formée, par un réseau de cercles clairs sur fond sombre, de telle manière que les dimensions de ces cercles, en l'absence de la vitre en essai, forment sur l'écran un réseau de diamètre.

Ensuite, on a monté le pare brise sur un support qui permet à ce dernier de s'incliner suivant son inclinaison spécifique, puis on a projeté la diapositive d'essai à travers le pare brise (fig.1).

La modification de forme des cercles projetés, provoquée par l'insertion du pare-brise sur le trajet lumineux, donne une mesure de la distorsion optique

Notre examen s'est effectué sur deux surfaces :

- La zone de vision directe (Z.V.D)

- La zone périphérique.(Z.P)

On a mesuré le changement de diamètre des cercles avec ou sans le pare brise.

La relation entre le changement de diamètre des cercles projetés Δd et le changement de déviation angulaire α est donnée par la formules suivante :

$$\Delta d = 0,29 \cdot \Delta \alpha R_2$$

soit :

Δd = la différence de diamètre avec ou sans par brise, exprimée en mm.

$\Delta \alpha$ = la déviation angulaire, exprimée en minute d'arc.

R_2 = la distance entre le pare brise et l'écran de projection exprimée en m et ou $R_2 = 4$ m.

$$\Delta \alpha = \frac{\Delta d}{0,29 \times R_2} = \frac{\Delta d}{0,29 \times 4} = \frac{\Delta d}{1,16}$$

$$\Delta \alpha = \frac{\Delta d}{1,16}$$

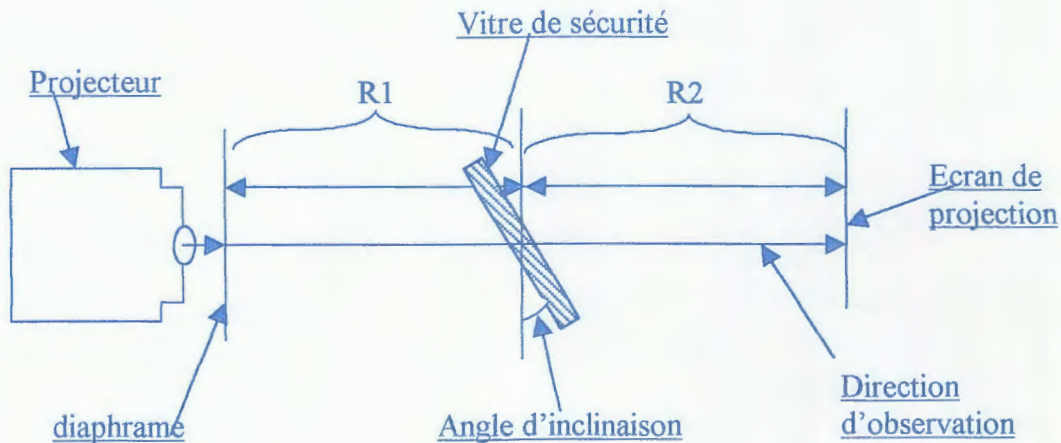


Fig : 1 –schéma montrant le dispositif de l'essai de la distorsion optique

2- Essai de transmission de la lumière

Cet essai a pour objet de déterminer si la transmission normale du verre feuilleté est supérieure à une valeur déterminée.

On a placé l'échantillon dans le trantest, qui est l'appareil de mesure de transmission de la lumière et on a lu directement la valeur affichée en pourcentage du coefficient de la transmission

3- Essai de résistance à haute température

Cet essai a pour objet de vérifier qu'au cours d'une exposition prolongée à des températures élevées, aucune bulle ou autre défaut n'apparaît dans l'intercalaire du verre feuilleté.

On a réalisé cet essai, en plaçant dans une cuve à eau, un échantillon carré, d'au moins 30 X 30 cm, dont un des bords, correspond au bord supérieur d'un pare brise.

Ensuite, on a chauffé jusqu'à 100 °C pendant 2 heures et à la fin on a laissé refroidir l'échantillon à T° ambiante.

4- Essai de résistance à l'humidité

Cet essai a pour objet de déterminer si une vitre en verre feuilleté soumise à une exposition prolongée à l'humidité atmosphérique, peut résister sans présenter d'altération

Afin de réaliser cet essai, on a mis dans une cuve, un échantillon carré, d'au moins 30 X 30 cm, dont un des bords, correspond au bord supérieur d'un pare brise.

Après, on a maintenu l'échantillon dans la cuve, pendant 2 semaines, dans des conditions de température de 50°C et d'humidité de 95 % ± 4 %.

5- Essai d'impact d'une bille

5.1 Essai à la bille 2260 g

Cet essai a pour but d'évaluer la résistance du verre feuilleté à la pénétration d'une bille.

On a pratiqué cet essai, en plaçant sur un support, la face interne d'un échantillon de verre feuilleté, de 30 cm x 30 cm et on laissant tomber, en chute libre, d'une hauteur de 4 m, une bille en acier trempé de masse 2260 ± 20 g et de diamètre 82 mm.

Afin que, l'essai soit pratiqué correctement, il faut que :

- l'emplacement du point d'impact soit à une distance maximale de 25 mm du centre géométrique de l'échantillon.
- la bille produisent qu'un seul impact.
- pression soit entre 680 et 1080 mbar .
- l'humidité relative soit $60 \% \pm 20 \%$.
- la température soit de l'ordre de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

5.2 Essai à la bille 227 g

Cet essai a pour objet d'évaluer l'adhérence de la couche intercalaire (PVB) du verre feuilleté .

Cet essai est réalisé en plaçant sur un support, la face externe d'un échantillon de verre feuilleté, de 30 cm x 30 cm et en laissant tomber, en chute libre, d'une hauteur de 11m, une bille en acier trempé de masse 227g et de diamètre 38 mm environ.

Les conditions d'essai sont les mêmes que pour la bille 2260

III. 2.4 –LE VERRE TREMPÉ

Le verre trempé est un verre, qui est constitué d'une seule feuille ayant subi un traitement spécial (la trempe thermique) destiné à accroître sa résistance mécanique et à contrôler sa fragmentation lorsqu'il se brise.

Il peut être clair ou coloré, plat ou bombé et son épaisseur varie de 4 à 10 mm.

Son utilisation la plus courante se situe dans la fabrication de lunettes arrières et vitres latérales pour automobiles, vitrages pour fours cuisinières, projecteur etc. ...

Le contrôle de qualité du verre trempé comporte les essais suivants :

1- Essai de transmission de la lumière

Cet essai a pour objet de déterminer si la transmission normale du verre trempé est supérieure à une valeur déterminée.

Cet essai est réalisé de la même façon que pour le verre feuilleté.

2-Essai d'impact d'une bille 227 g

Cet essai a pour objet d'évaluer la résistance mécanique du verre trempé. Il est réalisé de la même manière que le verre feuilleté, sauf pour la hauteur qui est de l'ordre de 6 m.

3- Essai de fragmentation

Cet essai a pour objet de vérifier que les fragments et éclats résultants du bris du verre trempé sont tels que le risque de blessure est réduit à un minimum.

Afin de réaliser cet essai, on a fixé un échantillon du verre trempé sur une table, de façon non rigide, puis on lui a appliqué un impact avec un marteau d'une masse d'environ 7,5g.

Chapitre IV

RESULTATS ET
COMMENTAIRES

IV. RESULTATS ET COMMENTAIRES

Les résultats des essais de contrôle qu' on a appliqué aux produits verriers de l'AFRICAVER sont les suivants :

IV.1- Le verre imprimé

1- L'épaisseur

L'essai de contrôle sur l'épaisseur, que nous avons réalisé sur une feuille de verre d'une épaisseur prévu, comme étant 4 mm, nous a donné le résultat suivant : $E_p=4,16\text{mm}$.

Sachant que la norme ISO 9001 – 2000 , admet une tolérance de (+-0,5mm) , pour un verre imprimé d'épaisseur 4mm, on peut alors dire que l'essai de contrôle de l'épaisseur est conforme au normes.

2- la découpe mécanique

la ligne sinueuse, effectuée sur la longueur d'une feuille de verre a cassée cette dernière le long de cette ligne.

Sachant, que selon ISO 9001 – 2000, l'essai de découpe mécanique est considéré conforme, si la feuille de verre se casse le long de cette ligne, on peut dire, que d'un point de vue propriété mécanique le verre imprimé est dans les normes.

3- l'aspect

On n' a pas détecté des défauts ponctuels (bulles, bouillons), des défauts linéaires ou étendus (égratignures, griffes) et des défauts de dessin (photo n°1)

Les normes ISO 9001 – 2000 pour l'aspect du verre sont que ce dernier ne présente aucun défaut, mais si c'est le cas, ils sont admissibles si :

le diamètre des défauts ponctuels est :

$\leq 1\text{mm}$, mais pas en groupe,

$\leq 3\text{mm}$, mais pas 8 pièces / m^2 .

les défauts linéaires ou étendus ne sont pas réparables à une distance de 1 mètre.

La déformation de dessin n'abîme pas l'expression d'ensemble et ne change pas son caractère.

En prenant en considération les résultats et les normes, on peut dire que l'aspect du verre imprimé est conforme aux normes.

4- la composition chimique

les proportions massiques de SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO , SO_3 et Na_2O , déterminées lors, de l'essai du contrôle chimique est représenté dans le tableau (fig.2) suivant :

Composants chimiques	Les résultats (%)	Les normes (%)
SiO_2 : Oxyde de silicium	72,61	71,5 - 72,5
Al_2O_3 : Oxyde d'aluminium	0,24	1,0 maximum
Fe_2O_3 : Oxyde de fer	0,15	0,1 maximum
TiO_2 : Oxyde de titane	/	/
CaO : Oxyde de calcium	9,45	9,5 - 10,5
MgO : Oxyde de magnésium	2,75	2,5 - 3,00
Na_2O : Oxyde de sodium	14,5	13,5 - 14,5
SO_3 : anhydride sulfurique	0,3	0,50 maximum

Fig: 2- Tableau qui rassemble les résultats et les normes chimiques.

L'analyse des résultats montrent que la composition chimique du verre est conforme aux normes ISO 9001- 2000, pour Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , CaO , SO_3 et Na_2O , par contre elle n'est pas totalement conforme pour SiO_2 car, la valeur de la silice dépasse un peu la norme admise.

Sachant que, le pourcentage de SiO_2 est calculée par différence, la valeur élevée de SiO_2 représenterait alors, d'autres composants comme TiO_2 qui a une valeur très faible ou K_2O qui n'a pas été dosé.

IV.2- Le verre silicate de soude

Le résultat du dosage du composant essentiel du verre silicate de soude qui est Na_2O (fig. 3), nous a donné la valeur exprimé au tableau suivant .

les autres composants comme SiO_2 , Fe_2O_3 , et les insolubles en Na_2O n' ont pas été calculés, car d'une part, ils se font seulement à la demande du client et d'autre part lors du contrôle, lorsque le résultat de Na_2O est dans les normes, c'est automatiquement le cas pour les autres.

Composants chimiques	Les résultats (%)	Les normes (%)
Na_2O : Oxyde de sodium	32,41 %	32,5 % \pm 0,5 %
SiO_2 : Oxyde de silicium	Pas réalisé	66,6 % \pm 0,5 %
Insolubles en Na_2O	Pas réalisé	4,5 % (max.)
Fe_2O_3 : Oxyde de fer	Pas réalisé	6,10 % (max.)
SiO_2 R : ——— Na_2O	Pas réalisé	R = 2,05 \pm 0,05

Fig :3-Tableau des résultats et des normes du verre silicate de soude

En prenant en considération tout ce qu'on vient de dire plus haut, on dira que le verre silicate de soude est conforme aux normes.

Mais, si on ne prend pas en considération ces précisions, on dira que le verre silicate de soude a seulement son Na_2O qui est dans les normes.

Les normes de références du verre silicate de soude sont ISO 9001 – 2000.

IV.3- Le verre feuilleté

Les différents essais appliqués sur le verre feuilleté et leur résultats (fig. 4), sont représenté dans le tableau suivant :

ESSAIS	RESULTATS
Distorsion optique	$\Delta\alpha$ de la zone de vision directe (ZVD) = 1,29'd' arc $\Delta\alpha$ de la zone de vision périphérique (ZP) = 2,15'd' arc
Transmission de la Lumière	T = 88,7 %
Essai à la bille 227 g	La bille ne traverse pas l'échantillon Le poids des fragments = 2,7 g
Essai à la bille 2260 g	Il n'y a pas de déchirure (photo n°)
Essai de résistance à hauts t°	Pas de bulles dans le bord coupé et non coupé
Essai de résistance à l'humidité	Pas de bulles dans le bord coupé et non coupé

Fig :4 -Tableau des résultats des essais appliqués au verre feuilleté.

Les normes de contrôle du verre feuilleté sont tirées, du règlement R43 des Nations Unis et de la procédure de contrôle 82-05 de l'AFRICAVER.. On peut dire que :

☞ La distorsion optique d'un pare brise est dans les normes si :

- $\Delta\alpha$ de la zone de vision directe (Z.V.D) = 2' d'arc maximum.
- $\Delta\alpha$ de la zone de vision périphérique (Z.P) = 6' d'arc maximum.

☞ La transmission de la lumière est conforme si elle est :

- >= 75 %

☞ L'essai à la bille 227g est considéré comme conforme si :

- La bille ne traverse pas l'échantillon,
- Le poids des fragments ne dépasse pas La valeur de 20g pour le pare brise.

☞ L'essai à la bille 2268 g est considéré comme conforme si :

- La bille ne traverse pas le vitrage dans un temps de cinq secondes à partir de l'instant d'impact (photo n°2 et 6)

☞ L'essai de résistance à haute température est considéré comme conforme si :

- aucune bulle ne s'est formée au centre de l'échantillon (photo n°4 & 5),
- aucune bulle ne s'est formée à plus de 15 mm du bord non coupé,
- aucune bulle ne s'est formée à plus de 25 mm du bord coupé,
- aucune bulle ne s'est formée à plus de 10 mm de toute fissure, pouvant se produire pendant la préparation de l'échantillon.

☞ L'essai de résistance à l'humidité est considéré comme dans les normes si :

- aucune bulle ne se forme au centre de l'échantillon.
- aucune bulle ne se forme à plus de 10 mm des bords non coupés.
- aucune bulle ne se forme à plus de 15 mm des bords coupés.

En comparant les normes exigées et les résultats obtenus pour les différents essais de contrôle que nous avons réalisé pendant notre stage , on peut dire que le verre feuilleté est conforme aux normes.

IV.4 - Le verre trempé

Les essais de contrôle et les normes du verre trempé (fig.5) sont :

ESSAIS	RESULTATS	NORMES
Transmission de la Lumière	T = 82 %	$\geq 70 \%$
Fragmentation	Nombre des fragments = 70	Nombre de fragments N: $40 < N \leq 400$
Essai à la bille 227 g	Poids des fragments = 3,5 g	La bille ne doit pas traverser l'échantillon

Fig :5-Tableau des résultats et des normes du verre trempé.

L'analyse des résultats des essais réalisé montrent qu' ils sont conformes aux normes et que le verre trempé est de bonne qualité.

Les normes du verre trempé sont aussi tirées de la R43 des Nation-Unis et de la procédure de contrôle 82-05 établit par l'AFRICAVER.

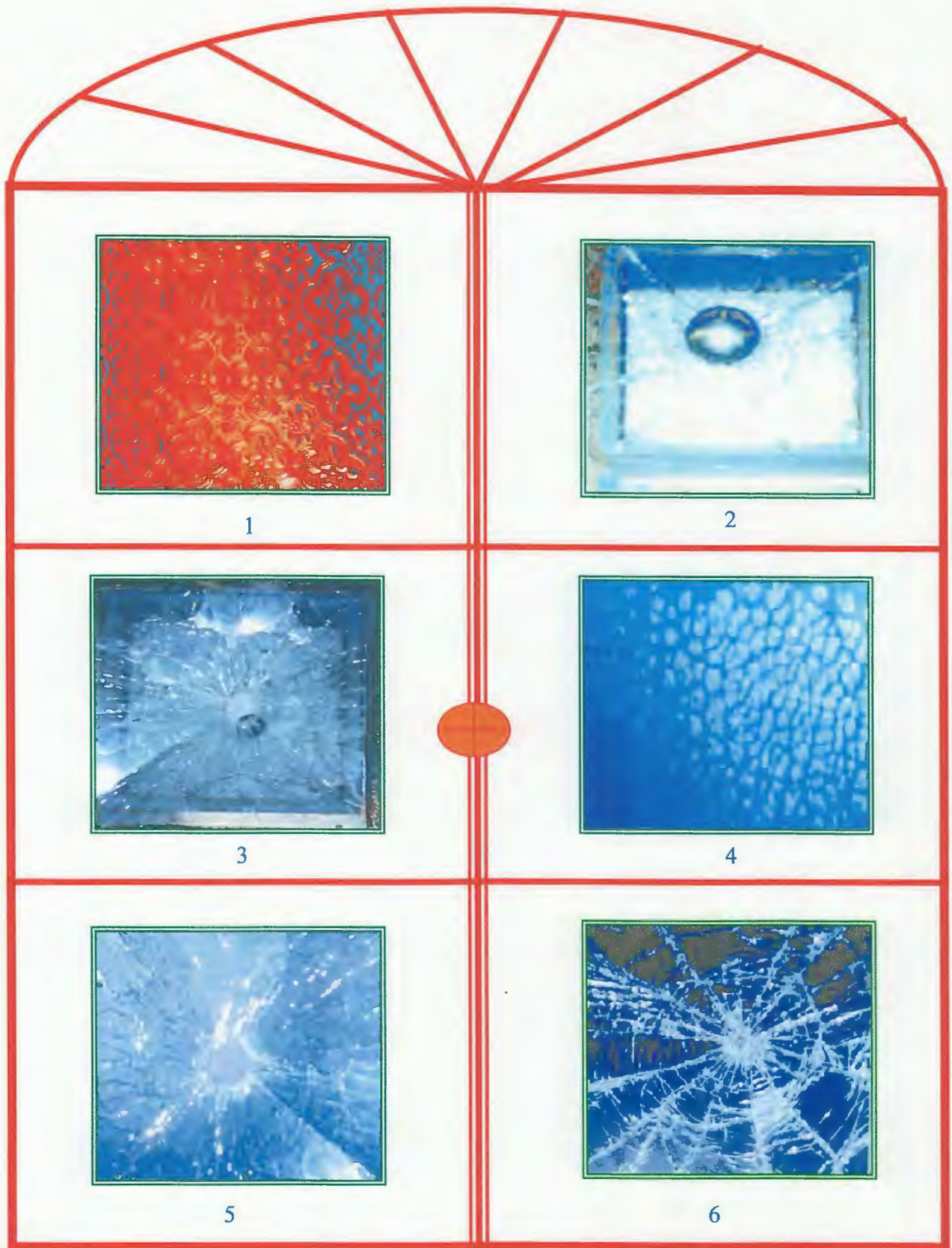


Photo n°1:- Verre imprimé mauresque avec un aspect conforme aux normes.

Photo n°2 :-Essai de la bille 2260g, conforme . la bille ne traverse pas l'échantillon.

Photo n°3 :- Essai de la bille 227g, non conforme. La bille traverse l'échantillon.

Photo n°4 :- Essai de résistance à haute température non conforme, à cause de la formation des bulles au centre de l'échantillon.

Photo n°5 :-Essai de la bille 227g, non conforme . la bille traverse l'échantillon.

Photo n°6 :-Essai de la bille 2260g, conforme . la bille ne traverse pas l'échantillon.

Chapitre V

CONCLUSION

V.CONCLUSION

Lors de notre stage dans la société AFRICAVER, nous avons appris, comment on élabore le verre imprimé, le verre silicate de soude, le verre feuilleté et le verre trempé.

Nous avons pratiqué des essais de contrôle, sur ces quatre types de verre.

Par après, nous avons comparé les résultats obtenus avec les normes exigées et on a conclut que :

Les différents essais réalisés sur les produits verriers de l'AFRICAVER, sont conformes aux normes internationales qui sont:

La R43 des Nation-Unis pour le verre feuilleté et trempé,
L'ISO 9001-2000 Exigences et valorisation.

Le fait que l'AFRICAVER est actuellement en voie de certification prouve qu'elle est vraiment concernée par produire des produits verriers qui répondent aux normes exigées.

Bibliographie



LIVRES

- ☐ AFRICAVER.-2002- Procédure 82-05 de contrôle des produits verres de sécurité. inédit
- ☐ KAOUA, S. – 2000 – Influences des étapes de purification d'un sable siliceux sur sa composition minéralogique. Mém. Univ.Liège.50p
- ☐ MINNEN,P.A. – 1997- Aspect scientifiques et technologique de la fabrication des minéraux silicatés. Syl. Fac. Sci. App. Univ. liège. Inédit
- ☐ REGLEMENT. R43. Nations –Unis.
- ☐ SAINT GOBIN VITRAGE – 1984- Le verre. DIT/ OPEX- GS/ND n°2106. Inédit
- ☐ SAINT GOBIN VITRAGE – 1984- Le verre. Manuel de qualité. Inédit
- ☐ SAVOY, E. – 1989 – Traité technique du verre du verre. Livre,301p.
- ☐ TERENCE MALONEY,F.J.-1967- Glass in modern world. Livre,192p. London.
- ☐ ZARZYCKI , J. -1982- Les verres et l'état vitreux. Livre, 379p Paris



INTERNET

- ☐ www.primeverre.com/caracterisation.htm
- ☐ www.primeverre.com/elaboration.htm
- ☐ www.primeverre.com/presentation.htm
- ☐ www.primeverre.com/usinage.htm
- ☐ www.primeverre.com/observation.htm
- ☐ www.primeverre.com/qualite.htm
- ☐ www.primeverre.com/carachim.htm
- ☐ www.primeverre.com/camec.htm
- ☐ www.primeverre.com/carastruc.htm

-  www.primeverre.com/caratex.htm
-  www.primeverre.com/carathem.htm
-  www.primeverre.com/caraoptique.htm
-  www.primeverre.com/verre.htm
-  www.primeverre.com/définition.htm
-  www.primeverre.com/propriétés.htm
-  www.primeverre.com/usinage.htm
-  www.primeverre.com/fabrication.htm
-  www.prelco.qc.ca/vttrempe.htm
-  www.prelco.qc.ca/lamine.htm
-  www.prelco.qc.ca/efrac.htm
-  www.prelco.qc.ca/parballe.htm
-  www.prelco.qc.ca/parbrise.htm
-  www.espaceerre.qc.ca/cfs21_introverre.htm
-  www.espaceerre.qc.ca/cfs21_verrecoulé.htm
-  www.bseri.com/fglass.htm
-  www.africaver-dz.com
-  www.africaver-dz.com/societe.html
-  www.africaver-dz.com/unites.html
-  www.africaver-dz.com/produitsl.html
-  www.ceruleum.ch/travaux_elev_stag/WD_mai01/SKASTL/skastlF/verres.htm
-  www.ceruleum.ch/travaux_elev_stag/WD_mai01/SKASTL/skastlF/histoire.htm
-  perso.club-internet.fr/hdelboy/chimie_alchemy.htm
-  www.iso.ch/iso/fr/CatalogueListPage.CatalogueList
-  www.saint-gobain.com.br/frances/sg_mundo.htm
-  www.soliver.be/fr/architecture/veiligheidsglas.html
-  www.soliver.be/fr/architecture/getemperd.html
-  www.toughglass.com/french/quality.html
-  www.vanlooveren.be
-  www.arcon-glas.de
-  www.schott.com/french/ddéfinition/
-  www.schott.com/french/products/
-  www.schott.com/french/applications/

Nom et prénom :

- KEROUAZ Nacéra
- BOUCHELIT Samiha
- KAHLESSENANE Loubna

Date de soutenance

Le : 09/10/2007

Thème
**Le Contrôle de Qualité du Verre produit
Par AFRICAVER**

Nature du Diplôme
**Diplôme d'Etude Universitaire Appliquée
(DEUA)**

الملخص :

إعتمدت دراستنا على مراقبة نوعية زجاج الشركة الإفريقية
للزجاج (AFRICAVER)
النتائج المتحصل عليها والمطابقة للمعايير الدولية تدل على أن
هذا الزجاج ذو نوعية جيدة .

Résumé :

Notre travail rentre dans le cadre du contrôle de qualité du verre produit par AFRICAVER.

Les résultats des essais de contrôle effectués, montre que le verre produit est conforme aux normes internationales.