

**III.1. PROCESSUS DE FABRICATION D’UN PARE-BRISE**

C’est dans le bâtiment N°6 de l’entreprise AFRICAVER, que le verre sécurité (verre trompé, verre feuilleté) est produit. Il est à noter que le verre feuilleté est fabriqué à la commande et il englobe une large gamme de produits, tel que : vitrage pour automobile, verre anti-balle pour véhicules blindés, verre pour bâtiment, etc ... (Fig.III.1). Pour le processus de fabrication de ce genre de verre, on dispose de deux machines de production haute technologie spécialement dédiée aux vitrages automobile mais aussi pour produire des formes compliquées. (Fig.III.2) (Fig.III.6).

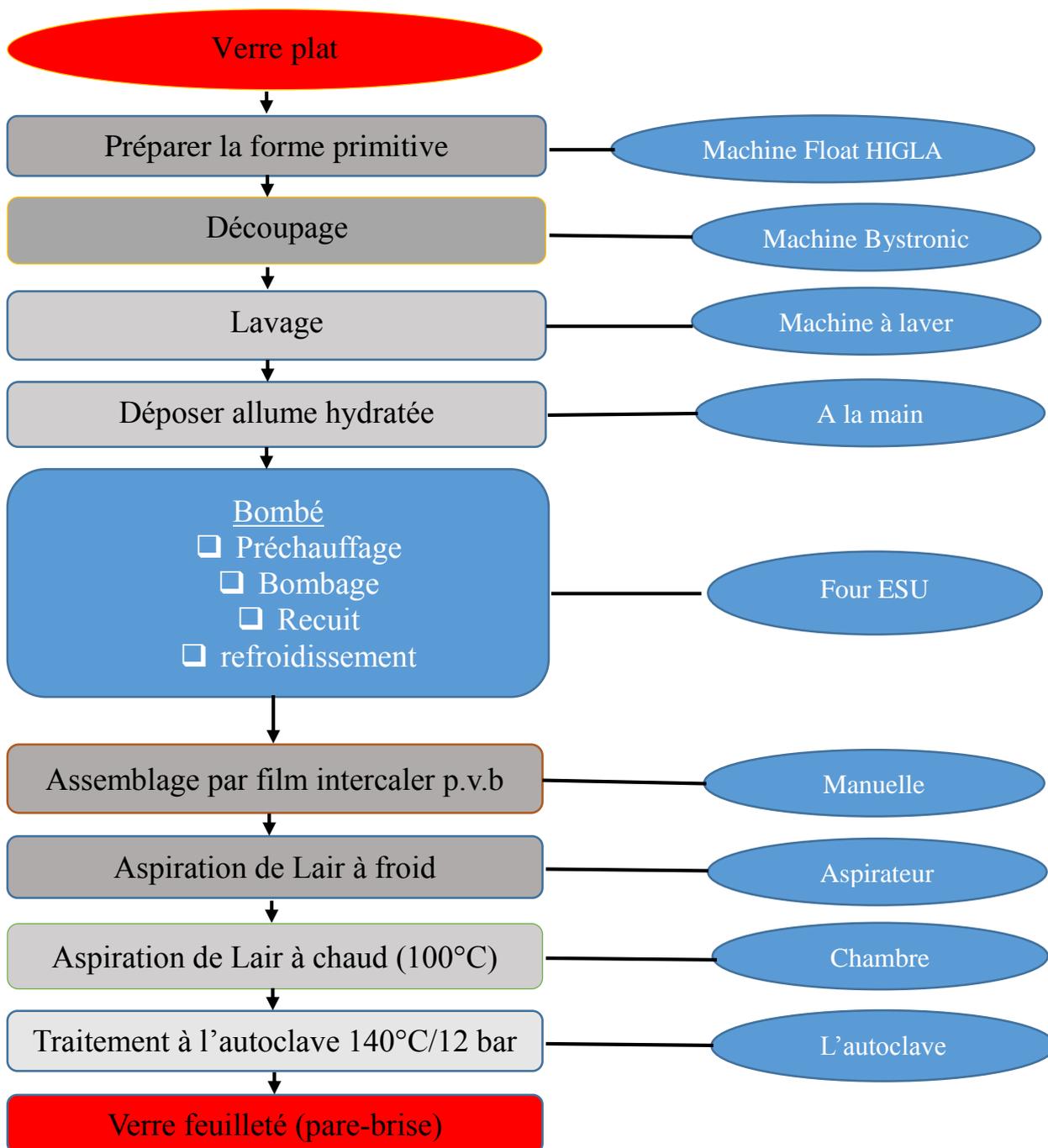
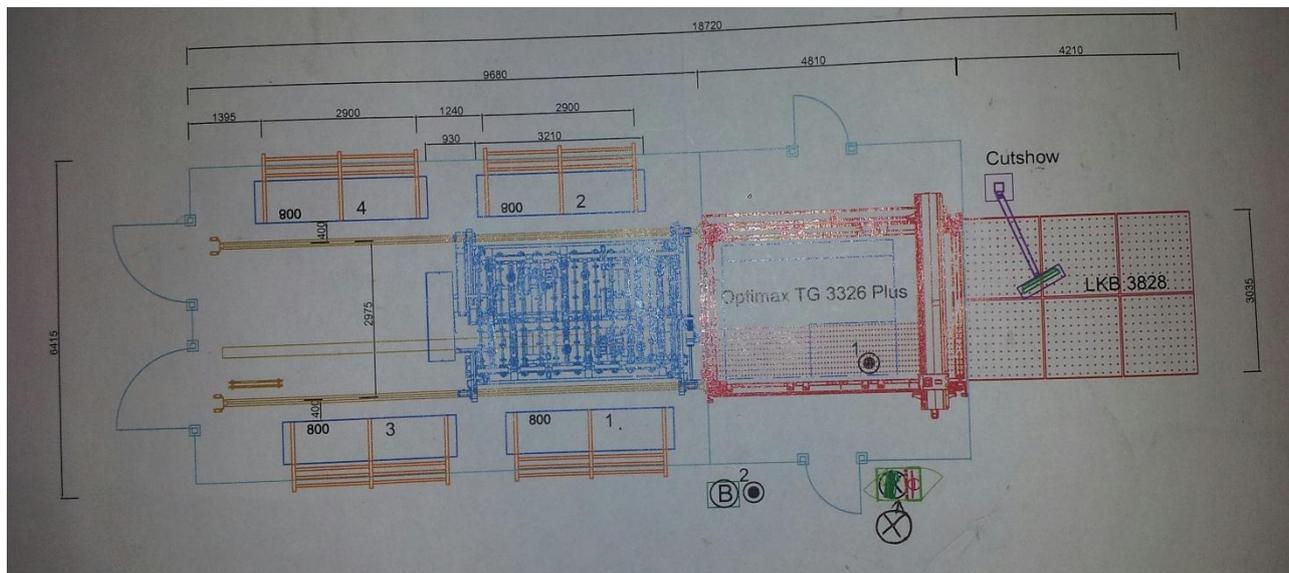


Fig.III.1. Organigramme de processus de fabrication

### III.2. MACHINE FLOAT HIGLA (RAPIDE LOADER BSL 3828 + Optimax TG 3326)



*Fig.III.2. Schéma de la machine ligne de coupe*

#### III.2.1. Châssis de stockage type TL 50/3/3-800

Châssis en L pour le stockage et la mise à disposition de plateaux de verre.

- ❖ possibilité de chargement d'un seul coté
- ❖ 3 installations et 3 supports
- ❖ installation avec rembourrage en caoutchouc
- ❖ profondeur de chargement **800 mm**
- ❖ charge admissible **12 t**
- ❖ hauteur de support **200 mm**

#### III.2.2. Dépileuse au sol à réception des deux côtés type «RAPID LOADER BSL-M »

Chargement automatique par une dépileuse au sol mobil à réception des deux côtes avec 4 position de chargement (2 de chaque côté). (Fig.III.3)

##### 1°. Caractéristiques de l'équipement

- 2X3 bras aspirants à guidage trapézoïdal équipés de ventouses, pour le pelage du verre par le bas
- Ventouse, en fonction des dimensions de verre, pouvant être désactivées séparément au moyen de robinets d'arrêt 0
- Ventouse pouvant être positionnées manuellement
- Barres de convoyeur à galets motorisées
- Châssis longitudinal sur rails au sol
- 2 positions de démarrage /positions de chargement



*Fig.III.3. Châssis de stockage et Dépileuse au sol*

### III.2.3. Installation de découpe de formes automatique type Optimax TG 3326 PLUS

L'installation de découpe de formes CNC sert à la découpe de bandes, rectangles, carrés et formes dans du verre float et des miroirs. (Fig.III.4)

#### 1°. Caractéristiques de l'équipement

- Bâti de base massif, à faible transmission de vibration, avec guidages de précision et crémaillères pour le pont de coupe.
- Pont de coupe résistant à la torsion avec guidages précis et crémaillères pour le porte-outil.
- Table de support massif, plane.
- 2 tête de coupe pneumatique à poursuite tangentielle (axe c), dans une tête de coupe pour la découpe de formes et l'autre pour les découpes auxiliaires.
- système d'exploitation **WINDOWS**.
- Réalisation de plans de coupe par le biais d'un logiciel entièrement graphique performant.
- Gabarits selon le catalogue de formes **HEGLA**.



**Fig.III.4. Optimax TG 3326**

## 2°. Equipements supplémentaires pour Optimax TG

### a. Optimisation de table Cut Opti

Logiciel basse sue **Windows** pour la l'optimisation de l'exploitation du matériau.

Ce logiciel crée des plans de coupe à papetier des gabarits saisis pour une exploitation optimale du matériau. La position restantes issues de travaux de coupe précédents prouvent être intégrée dans la planification.

Le programme s'exécuté sur l'ordinateur de la machine, un pc supplémentaire est inutile.

### b. Fonctions

- Saisie manuelle des données des commandes, de la position standard et des dimensions de remplissage.
- Représentation graphique à l'échelle l'écran de toutes les formes standard **HEGLA**.
- **99** groupes d'optimisation max. avec jusqu'à **200** positions (**10 000** positions max. au total).
- Prise en compte de.
- Jusqu' à **5** dimensions de stockage par type de verre.

Télémaintenance via internet par **VPN**, inclus (un linge de donnée correspondante est nécessaire au début de l'installation).

Visionneur de rompage **Cut Show** complet avec écran plat **32** (logiciel pour l'affichage graphique des plans de coupe).

Colonne pivotante mécanique avec flèche orientable, montée sur le sol de la salle.

## III.2.4. Table de rompage à coussin de l'équipement

### Caractéristiques de l'équipement

- Création d'un coussin d'air par une soufflante et clapet d'étranglement pneumatique.
- Surface de la table revêtue de feutrine.
- 1barre longitudinale de rompage avec actionnement par respectivement une vanne à levier actionné par le genou du coté opérateur et coté frontal.
- Eléments de commande au milieu de la table, encastrés. (**Fig.III.5**)



*Fig.III.5. Table de rompage*

### III.2.5. l'équipement de sécurisé

- Respecter les consignes.
- Porte un masque respiratoire.
- Porter une tenue de protection.
- Porter un casque de sécurité.
- Porter une protection auditive.
- Porter des gens avec protection du poignet.
- Porter des gants de protection.
- Dispositifs anti-incendie Premiers secours.

## III. 3. MACHINE BYSTRONIC (VITRAGE AUTOMOBILE)

### III.3.1. Définition

La machine **bystronic** est une ligne de découpe automatique de vitrage automobile fait la découpe, rompage, le façonnage et le perçage.

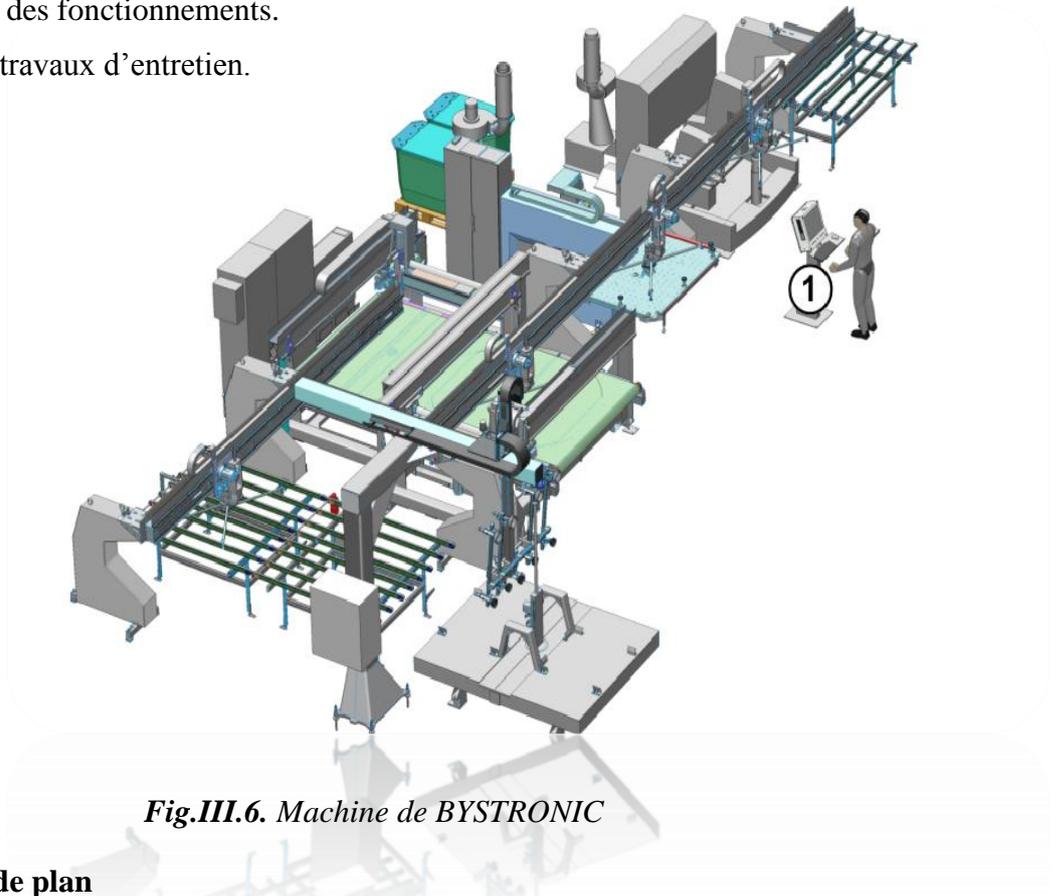
Le mode de fonctionnement de cette machine est on deux cas : mode automatique ou manuel.

**Fonctionnement automatique :** les processus se déroulent de manière entièrement automatique tant que la réserve de plaque de verre est suffisant et qu'aucun défaut n'est présent.

**Fonctionnement manuel :** certaines opérations des composants de l'installation peuvent être exécutées individuellement alors que le système est à l'arrêt.

Ce mode de fonctionnement sélectionné :

- ❖ pour procéder à des réglages éventuels de la machine.
- ❖ pour éliminer des fonctionnements.
- ❖ pour certains travaux d'entretien.

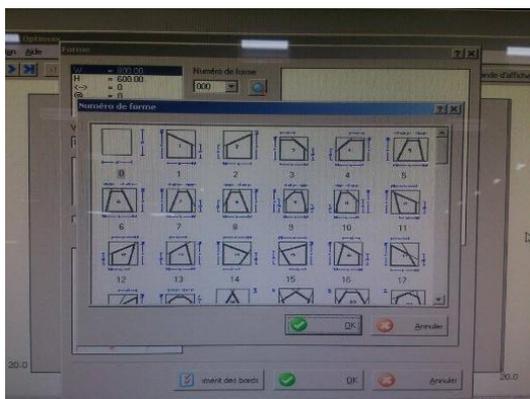


*Fig.III.6. Machine de BYSTRONIC*

### III.3.2. Réalisation de plan

La réalisation d'un plan sur le logiciel A+W ou la digitalisation, elle a crié un plan manuellement sur une table ou choisi des formes standard.

La norme **IZO 9001** la bonne qualité.



*Fig.III.7. Les formes standard et la digitalisation*

Préparation de verre primitif à la machine de ligne de coupe, après déplacer à la machine bystronic.

### III.3.3. Le mode fonctionnement de la ligne

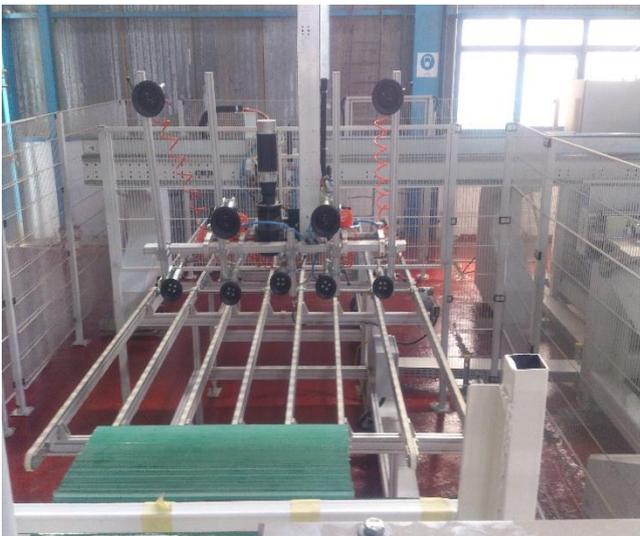
On débute La dépileuse prendre le verre primitif puis lui poser sur le convoyeur, il Ya trois capteur proximité pour centré le primitive en **X** ainsi le transporteur prendre le verre jusqu'au tapis suivant pour centré en **Y** par un capteur laisser très sensible détecté la bordure du verre, le centre **Y** calculer par le programme de la machine, le verre est bien centré sur le tapé de découpe, la découpeuse fait la découpe auxiliaire. Le tapis transporte le verre jusqu'à la table de découpe de forme exacte, la deuxième découpeuse tracer la forme, la roulette brise verre. Le transporteur prendre le verre à la table de polissage (façonnage), le centrage de la table totalement automatisé par un logiciel de la société **A+W**, la meule fait le façonnage avec la rotation de la table. (Fig.III.8)(Fig.III.9) (Fig.III.10)(Fig.III.11)

Le transporteur déplacer le verre à la table de perçage :

- ❖ la vitesse d'outil max **10000 t /min** (outil diamant).
- ❖ le refroidissement par un liquide spécial (**acecoole 5679**)

L'avantage de liquide :

- ❖ Anti coursaient
- ❖ Organiquement
- ❖ Un bon conducteur thermique



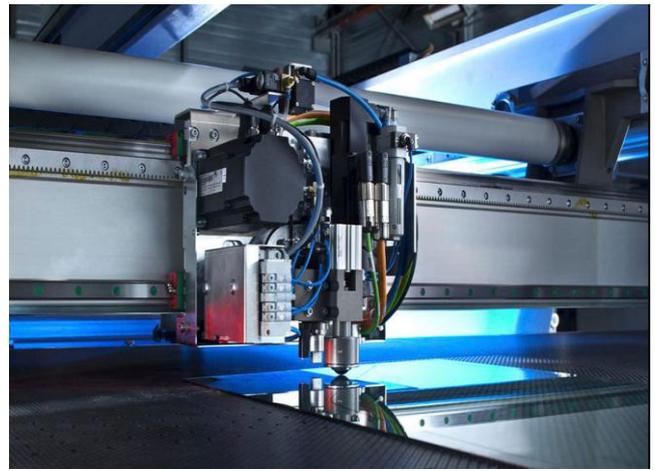
*Fig.III.8. La dépileuse*



*Fig.III.9. La table de façonnage*



*Fig.III.10. Transporteur*



*Fig.III.11. Outil de découpe*

#### **III.4. LAVAGE**

Les primitifs découpés et façonnés, sont ensuite lavés et séchés dans la machine à laver, puis par paire reçoivent sur leur face de contact respective petite quantité de poudre dans la machine à poudré. Cette poudre est destinée à empêcher que les deux volumes constitutifs du pare-brise ne se collent l'un sur l'autre.

#### **III.5. BOMBAGE**

On pourra alors procéder au bombage dans le four de bombage par déformation naturelle du verre (chauffé pour l'amener dans le domaine viscoélastique). La forme finale étant obtenue par le contact du pourtour de la feuille de verre ramollie avec un « moule » à la forme désirée. Pour ce faire, chaque paire préalablement constituée est déposée sur un moule appelé squelette, lui-même fixe sur un chariot roulant qui le supportera pendant toute l'opération de bombage.

Chaque modèle de pare-brise aura son modèle de squelette.

L'opération de bombage proprement dite est réalisée dans les séquences suivantes :

- ❖ 3 phases de préchauffage.
- ❖ 1 phase de bombage.

- ❖ 1 phase de recuit.
- ❖ 5 phases de refroidissement.

Le four sera donc divisé en **10** zones : chacune de ses zones d'une longueur égale à celle des chariots support de squelette, est chauffé électriquement et régulée individuellement. Les chariots méthode du pas à pas, grâce à des vérins de poussé, chaque chariote poussant d'un pas celui qui le précédé. Les paires ainsi bombées sont déposées sur pupitres en attendant d'être assemblées pour construire le pare-brise proprement dit. (**Fig.III.12**)(**Fig.III.13**)



*Fig.III.12. bombage*



*Fig.III.13. Squelette*

### III.6. CHAMBRE D'ASSEMBLAGE

Les deux volumes constituant une paire seront collés l'un sur l'autre grâce à un film de **P.V.B.** (**PolyVinyle Butyral**) entre elles voir la figure. (**Fig.III.14**)



*Fig.III.14. Film intercalaire p.v.b*

### III.7. ASPIRATION DU L'AIR

Pour aspirer l'air il Ya trois étapes :

- ❖ aspirer à froid de l'air et poussière existant entre les deux plaques.
- ❖ aspirer à chaud de température **100°C**. (**Fig.III.15**)
- ❖ mettre dans l'autoclave (traitement final) à température de **140°C** et pression de **12 bars**. (**Fig.III.16**)



*Fig.III.15. pris coulage*



*Fig.III.16. L'autoclave*



*Fig.III.17. Stockage de pare-brise*

### III.8. ANALYSE DE DEROULEMENT

#### III.8.1. Objectif

L'outil appelé « Analyse de déroulement » est une méthode pour l'étude de l'amélioration des processus de transformation.

#### III.8.2. désignations similaires

- ❖ simplification du travail
- ❖ étude de poste
- ❖ analyse de procédé
- ❖ graphique de procédé

#### III.8.3. Méthodologie

- 1- délimiter la structure étudiée
- 2- analyser le flux traversant la structure de la solution actuelle
- 3- critique la solution actuelle
- 4- proposer une nouvelle solution
- 5- faire le bilan de la solution proposée
- 6- Symboles d'analyse de déroulement :

**Tab.III.1** : Symboles d'analyse de déroulement

<i>Désignation de l'étape du processus</i>	<i>Symbole</i>
1- opération	
2- contrôle	
3- transfert	
4- attente	
5- stockage	
6- frontière	
7- source	
8- puit	
9- ordre	
10- flux	

### III.8.4. Fiche d'analyse de déroulement d'un pare-brise

Il étudie toutes les étapes de fabrication (la préparation, la découpe, bombage, précollage). (Voir la fiche). Le tableau de l'analyse de déroulement est un document technique fait pour décrire le déroulement d'un processus industriel. Il est constitué principalement de quatre zones à savoir :

**a. Zone 01 : Entête**

Il comprend les informations relatives à :

- Le titre du document
- Désignation de l'atelier
- Désignation de l'objet

**b. Zone 02 : Indications de processus**

- Désignation du poste de travail
- Unité
- Méthode
- Désignation de l'opération
- Désignation de la tâche transport entre les postes
- Désignation de la tâche contrôle
- Désignation de la phase d'attente
- Désignation de la phase stockage
- Symbole utilisés
- Désignation du descriptif des tâches
- Désignation de l'agent ou de l'opérateur
- Désignation des quantités matières véhiculées
- Désignation du temps alloué (opération, attente, stockage, contrôle et transport)
- Observation à porter sur le déroulement
- Spécification des décisions à prendre au cours du déroulement du processus

**c. Zone 03 : Détail des opérations relatives au processus**

- Numérotation de chaque pas
- Représentation graphique du déroulement
- Explication du déroulement de chaque pas
- Valeurs des unités
- Décisions prises pour chaque stade

**d. Zone 04 : Bilan**



L'analyse de déroulement du processus de fabrication du verre feuillé à partir duquel on obtient des pare-brise est décrite sur la feuille d'analyse (**Fig. III.20**).

- Le processus débute par la sortie la matière première du stock.
- Manutention du verre en destination du premier poste de travail qui est la machine de transformation HIGLA au niveau de laquelle se fait la préparation des formes primitives.
- Les formes primitives sont déplacées vers le deuxième poste de travail qui est la machine BYSTRONIC au niveau de laquelle se réalise le découpage des primitives pour obtenir les formes souhaitées. Ces dernières sont présentées au lavage pour y être nettoyés.
- Les pièces lavées sont couvertes manuellement par une couche d'allumine hydratée.
- Un fois un lot de pièces couvertes d'allumine est prêt, il est posé sur un squelette courbe et introduit dans un four thermique pour lui donner sa forme bombée.
- Déplacement vers la chambre d'assemblage afin y recevoir le dépôt du film en PVB et aspiration à froid de l'air présent entre les feuilles.
- En suite une deuxième opération d'aspiration est effectuée à l'air chaud pour parachever le précollage des feuilles avec le film PVB.
- Au terme de ce processus l'ensemble des feuilles est asséchés dans un autoclave et le produit final sera stocké pour être livré.

Atelier : unité de verre sécurité						Analyse de déroulement				Objet : Préparation de primitif					
Poste : la machine HIGLA						Unités				Méthode :					
						min				m					
O	t	c	a	s	Y	Désignation				o	q	t	f	d	d
p	r	o	t	t	Y					p	u	e	r	i	é
e	r	n	t	e	Y					r	n	p	q	t	Observations
a	s	r	n	k	Y					t	t	s	u	a	c
t	p	o	t	a	Y					e	i		e	n	s
i	o	r	l	e	Y					u	t		e	n	i
o	r	e	e	e	Y					r	é		e	c	o
n	t				Y								e		n
1					Y	sortie de stocke									
2															
3						Manutention par transpalette mécanique des paquets de verre plat vers la machine HIGLA.				c	10		10	0	
4						Dépôt du paquet de verre plat sur le châssis de stockage				c	5		4		
5						La dépileuse au sol transporte le verre sur le convoyeur					0,3		2		
6						Le convoyeur transporte le verre vers la table de découpe					0,3		2		
7						L'outil de découpe trace la forme primitive					1				
8						Déplacement du verre à la table de rempage par le biais de la table de découpe					0,2		1		
9						Soulèvement de la feuille de verre plat par coussin d'air									
10						Superviser la découpe du primitif sur écran d'affichage				t					
11						Rupture du la feuille de verre plat par l'opérateur				t	2				
12						Manutention du verre a forme primitive vers pupitre				t	2		3		
13															

bilan		○	⇒	□	▷	▽	☺	Q	T	F	D <sub>m</sub>	
	actuel	3	5	1	0	1	5		20,8		112	
	proposé	3	5	1	0	1	5		20,8		112	
	gains	0	0	0	0	0	0		0		0	

--- limite d'étude	== flux	Y entrées	□ sorties	⊗ ordre
--------------------	---------	-----------	-----------	---------

<u>légende</u>	<u>décision</u>
t : technisai	
c : conductor	

Atelier : unité de verre sécurité						Analyse de déroulement			Objet : la découpe exacte				
Poste : machine bystronic						Unités			Méthode :				
						min			m				
o	t	c	a	s	Y	Désignation	o	q	t	f	d	Observations	d
p	r	o	t	t			p	u	e	r	r		
r	a	n	t	e	∞		r	é	a	m	q		
a	s	r	n	k	∞		t	t	P	s	u	a	
t	p	o	t	a	∞		e	i	e	n	e	n	c
i	o	l	e	g	∞		u	t	n	c	e		
o	r	e		e	∞		r	é	c	e			
n	t				∞								
1						sortie de stock							
2													
3						Le conducteur transporte le primitif au transpalette	c	5		8			
4						Monté au châssis de stockage	c	3					
5						L'opérateur démarre la machine	t						
6						La dépileuse transporte le verre sur le convoyeur		0,3		2			
7						Le convoyeur transporte le primitif à la table de centrage (x. y)		0,3		3			
8						la découpeuse fait la découpe auxiliaire		0,3					
9						la table de découpe transfère le primitif		0,1		2			
10						2 <sup>eme</sup> découpeuse trace la forme exacte		0,3					
11						Roulette brise verre		0,1					
12						Transport du verre à la table de façonnage		0,2		3			
13						Façonnage de la bordure du verre à l'aide d'une meule		0,5					
14						Transport du verre vers le convoyeur		0,1		3			
15						Le convoyeur transport le verre à la machine à laver		0,1		2			
16						Lavage du verre		1		2			
17						L'opérateur dépose le verre sur le pupitre	t	0,5		2			
18													

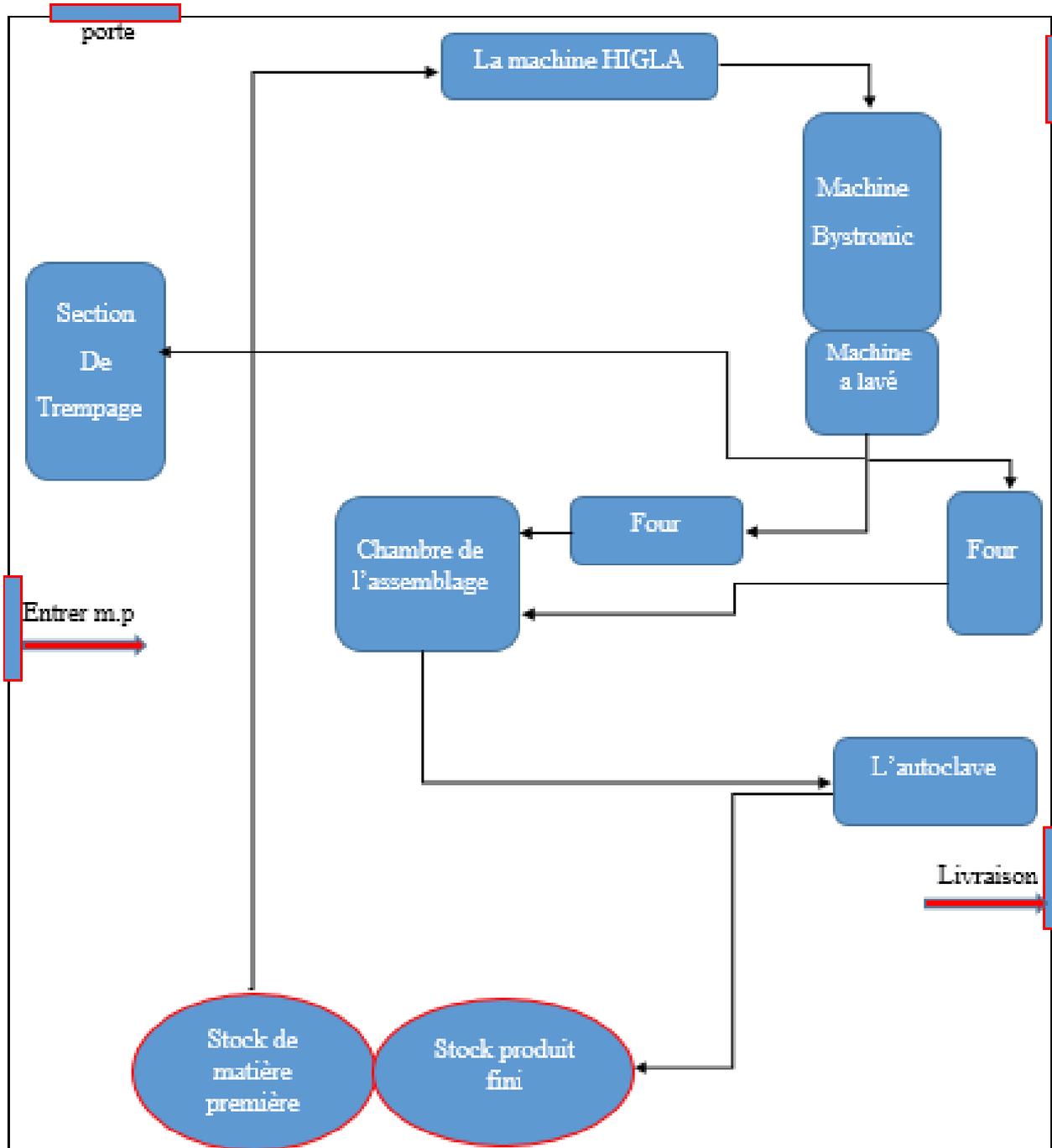
												<u>légende</u>		<u>décision</u>			
												c :		conducteur			
												t :		technisai			
bilan		○	→	□	D	▽	☺	Q	T	F	D <sub>m</sub>						
	actuel	5	8	0	0	2	2		28		27						
	proposé	5	8	0	0	2	2		28		27						
	gains	0	0	0	0	0	0		0		0						
- - - - - limite d'étude		==== flux				Y entrées		□ sorties		X ordre							

Atelier : unité de verre sécurité						Analyse de déroulement				Objet : verre bombé																																																															
Poste : <b>bombage</b>						Unités				Méthode :																																																															
						min																																																																			
<i>o</i>	<i>t</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>s</i>	<i>Y</i>	Désignation				<i>o</i>	<i>q</i>	<i>t</i>	<i>f</i>	<i>d</i>																																																											
<i>p</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>o</i>	<i>t</i>	<i>o</i>					<i>p</i>	<i>u</i>	<i>e</i>	<i>r</i>	<i>d</i>																																																											
<i>r</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>e</i>	<i>c</i>	Observations				<i>r</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>t</i>																																																											
<i>a</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	<i>o</i>	<i>t</i>	<i>k</i>					<i>t</i>	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>e</i>	<i>n</i>																																																											
<i>t</i>	<i>p</i>	<i>o</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>g</i>	sortie de stock				<i>u</i>	<i>t</i>	<i>e</i>	<i>n</i>	<i>c</i>																																																											
<i>i</i>	<i>o</i>	<i>r</i>	<i>e</i>	<i>e</i>	<i>e</i>					<i>r</i>	<i>é</i>	<i>r</i>	<i>é</i>	<i>c</i>																																																											
<i>o</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>e</i>	<i>e</i>	<i>e</i>	sortie de stock				<i>e</i>	<i>n</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	<i>n</i>																																																											
<i>o</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>e</i>	<i>e</i>	<i>e</i>					<i>r</i>	<i>é</i>	<i>r</i>	<i>é</i>	<i>c</i>																																																											
1						sortie de stock																																																																			
2						-----																																																																			
3						Transporte les feuilles du verre à la main au squelette				t	5		7																																																												
4						Mettre l'allumine hydratée entre les feuilles				t	5																																																														
5						Mettre les feuilles dans le four de courbage ESU				t	5		5																																																												
6						préchauffage					60																																																														
7						Déplacement automatique à la chambre de bombage					1																																																														
8						bombage					60																																																														
9						Contrôle automatique																																																																			
10						Recuit et refaroidissement					60																																																														
11													5																																																												
-----						-----				-----																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>b</i></th><th><i>o</i></th><th><i>→</i></th><th><i>□</i></th><th><i>D</i></th><th><i>▽</i></th><th><i>☺</i></th><th><i>Q</i></th><th><i>T</i></th><th><i>F</i></th><th><i>D<sub>m</sub></i></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>i</i></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td><i>l</i></td><td>actuel</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>96</td><td></td><td>17</td><td></td></tr> <tr> <td><i>a</i></td><td>proposé</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td><td>1</td><td>96</td><td></td><td>17</td><td></td></tr> <tr> <td><i>n</i></td><td>gains</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0</td><td></td></tr> </tbody> </table>						<i>b</i>	<i>o</i>	<i>→</i>	<i>□</i>	<i>D</i>	<i>▽</i>	<i>☺</i>	<i>Q</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>D<sub>m</sub></i>		<i>i</i>												<i>l</i>	actuel	1	3	1	3	1	1	96		17		<i>a</i>	proposé	1	3	1	3	1	1	96		17		<i>n</i>	gains	0	0	0	0	0	0	0		0		<p><u>Légende</u>  <i>t</i> : technisai  <i>c</i> : conducteur</p>				<p><u>décision</u>  <i>E</i>:éliminer  <i>C</i>:combine  <i>P</i>:permuter  <i>A</i>:améliorer</p>			
						<i>b</i>	<i>o</i>	<i>→</i>	<i>□</i>	<i>D</i>	<i>▽</i>	<i>☺</i>	<i>Q</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>D<sub>m</sub></i>																																																									
						<i>i</i>																																																																			
						<i>l</i>	actuel	1	3	1	3	1	1	96		17																																																									
<i>a</i>	proposé	1	3	1	3	1	1	96		17																																																															
<i>n</i>	gains	0	0	0	0	0	0	0		0																																																															
----- limite d'étude						==== flux				Y entrées																																																															
						□ sorties				⊗ ordre																																																															

Atelier : unité de verre sécurité						Analyse de déroulement		Objet : traitements								
Poste : assemblage et précollage						Unités						Méthode :				
o	t	c	a	s	Y	Désignation						Observations				
p	r	o	t	t		o	q	t	f	d						
e	a	n	e	o		p	u	e	r	i						
r	a	n	n	c		é	a	m	é	s						
a	s	r	n	k		r	n	p	q	t						
t	p	o	t	a		t	t	s	u	a						
i	o	l	e	g		e	i	e	e	n						
o	r	e		e		u	t	e	n	c						
n	t					r	é	c	e							
1					□	sortie de stock										
2																
3						Transporte les feuilles bombées à la chambre d'assemblage										
4						Mettre le film PVB entre les feuilles après le nettoyage										
5						Aspirer l'air à froid										
6						Transport manuel à la chambre de précollage										
7						Aspirer l'air à chaud 100°C										
8						Emmener le pare-brise à l'autoclave										
9						Aspirer l'air à chaud 140°C (traitement finale)										
10						Recuit et refaroidissement										
11						Contrôle										
12																
												<u>Légende</u>				
												<u>décision</u>				
bilan		○	➔	□	▷	▽	☺	Q	T	F	D <sub>m</sub>					
	actuel	2	3	1	3	1										
	proposé															
	gains															
- - - - - limite d'étude												===== flux				
												Y entrées				
												□ sorties				
												⊗ ordre				

Plan indicatif de bâtiment (6) à réaliser pour assurer un flux des produits conforme (pare-brise) dans l'entreprise AFRICAVER.

*Plan actuelle :*



*Fig.III.19. Plan actuelle*

Plan proposée :

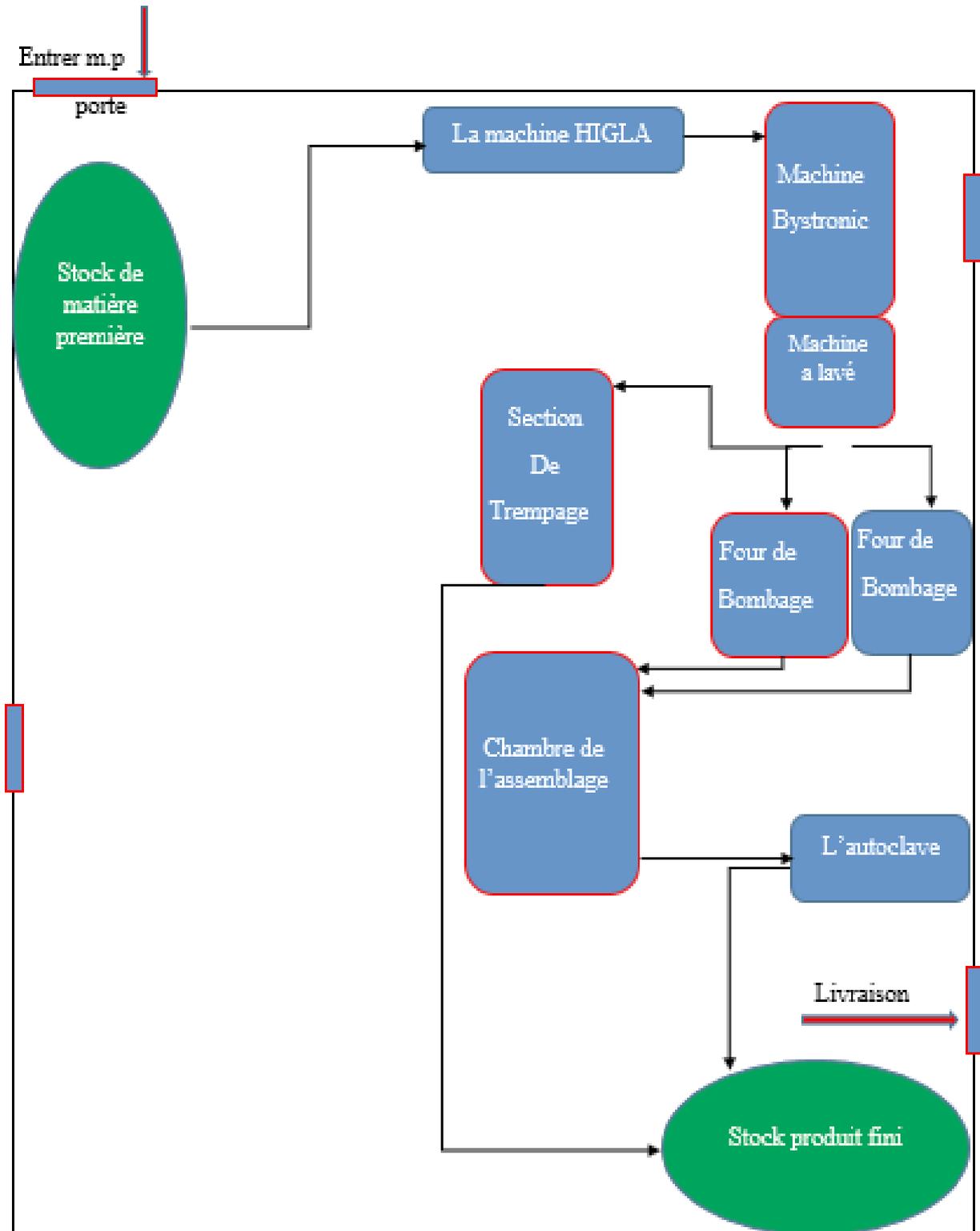


Fig.III.20. Plan proposée