

UNIVERSITE DES SCIENCES
ET TECHNOLOGIES DE LILLE.

LABORATOIRE DE
GEOGRAPHIE HUMAINE.

**L'INDUSTRIE FRANCAISE DU VERRE:
ETUDE GEOGRAPHIQUE.**

Xavier LONG.
(P.R.A.G. de Géographie
à l'Université P. Mendès-France,
Grenoble II).

Thèse de Doctorat de Géographie sous la direction
de Monsieur Le Professeur **Michel BATTIAU**
(Université des Sciences et Technologies de Lille).



A Andrée, Bruno
et Dan.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à Monsieur Michel Battiau, pour les encouragements et les conseils avisés qu'il nous a prodigués tout au long de ce travail, et plus encore dans l'ultime étape de la rédaction.

Que les nombreux acteurs de l'industrie verrière qui nous ont aidé soient remerciés de leur concours et, tout particulièrement, Monsieur Gérard Chambard (Directeur Général d'Eurofloat), Monsieur Maurice Hamon (Compagnie de Saint-Gobain), Monsieur Bernard Savaète (Directeur Qualité Europe pour l'entreprise P.P.G.), les dirigeants de la Verrerie Cristallerie d'Arques, les cadres de la Verrerie d'Albi, les Conservateurs de l'Institut du Verre et toutes les personnes qui nous ont soutenu dans la phase difficile et passionnante de visite et de travail au sein des divers établissements.

Enfin, Madame Michèle Philip sait combien nous lui devons, à la fois pour la qualité de son intervention et pour la patience et l'énergie dont elle a fait preuve: sans elle, ce travail n'aurait peut-être pas pu être mené à son terme.

TABLE DES MATIERES

TOME I

INTRODUCTION GENERALE.	9
SYNOPTIQUE INTRODUCTIF : L'INDUSTRIE VERRIERE A L'AUBE DU TROISIEME MILLENAIRE: ENJEUX, ACTEURS, LOCALISATIONS.	13
I - Les enjeux de l'industrie du verre à l'échelon mondial, l'exemple du verre plat:	14
A - Nature de la demande et localisation de la production de verre plat dans le monde:	
1) Les grands types de marchés de verre plat.	
2) Géographie de la production mondiale du verre plat.	21
B - Les acteurs mondiaux du verre plat:	31
1) Structures de l'industrie du verre plat.	34
2) Stratégies de concurrence.	40
C - La consommation mondiale demain: catalyseurs et freins.	48
1) Tendances générales et facteurs d'évolution.	
2) Immobilisations de moyen et de long terme: les investissements en biens d'équipement et de production.	54
3) Les réglementations sur la pollution.	58
II - Les enjeux de l'industrie du verre à l'échelon national:	67
A - La France dans l'Europe, premier continent verrier:	
1) Des marchés aux identités fortes.	69
2) Une géographie contrastée, au travers de quelques exemples significatifs.	74
3) Réalités stratégiques de fin de siècle en Europe.	78
B - Le verre français: état des lieux et thèmes clés.	83
1) Bilan de la production verrière française.	88
2) Les échanges extérieurs de produits verriers.	94
C - Acteurs et localisation de la production verrière française:	102
1) Les industriels français du verre.	
2) Les principaux sites verriers français.	113

PREMIERE PARTIE: LES TECHNIQUES DE FABRICATION DES PRODUITS VERRIERS.	123
I - Transformation des procédés de fabrication: une lente évolution et des fractures marquées:	128
A - Le verre: un corps composé.	
1) Les constituants fondamentaux.	129
2) Les composants secondaires.	131
3) La récupération du verre.	132
B - Les procédés de fabrication contemporains:	136
1) L'élaboration du verre.	
2) La réalisation du verre plat.	140
3) La réalisation du verre creux.	144
II - Le contenu de la modernisation, des choix et des ruptures majeures:	156
A - Le lent cheminement vers la période industrielle:	
1) La composition et la fusion.	157
2) Le formage.	158
3) La verrerie d'Art.	159
B - L'adoption de nouveaux intrants:	162
1) Les modifications de la composition.	
2) Les modifications dans le domaine énergétique.	166
C - L'adoption de nouveaux procédés:	176
1) La modernisation de la fusion.	
2) Les innovations en glacerie.	179
3) La mise en œuvre de nouvelles techniques pour la réalisation du verre à vitre.	187
4) La mécanisation de la bouteillerie.	194
III - Effets de la modernisation technique sur les potentialités offertes aux entreprises:	204
A - Un processus productif profondément transformé:	
1) Le passage d'une industrie traditionnelle à une industrie taylorienne.	205
2) D'une industrie taylorienne à une industrie de process.	211
B - De nouvelles potentialités stratégiques:	217
1) La baisse des coûts de production.	
2) La diversification fonctionnelle.	223
3) La technique comme élément stratégique.	229
C - Les effets spatiaux de la modernisation des procédés de fabrication:	238
1) Les mouvements: recherche d'un approvisionnement à meilleur coût?	239
2) La relative stabilité contemporaine.	245
3) Caractères fondamentaux de l'industrie verrière au regard de ses procédés de fabrication.	247

TOME II

SECONDE PARTIE : LES CHAMPS DE LA STABILITE: L'ESPACE, L'ENTREPRISE ET LE PRODUIT.	256
---	------------

**LE CHAMP SPATIAL COMME CADRE D'ANALYSE
DES LOCALISATIONS INDUSTRIELLES:**

I - Questions à propos de "l'espace industriel":	261
A - Espace économique / espace géographique:	262
B - Les approches globales de "l'espace industriel":	266
1) L'espace homogène.	
2) L'espace polarisé.	267
3) L'espace du rapport social.	270
C - L'approche non euclidienne de l'espace:	275
1) Les notions d'espace perçu et d'espace vécu.	
2) L'espace territoire.	279
II - La localisation des activités: les controverses théoriques.	285
A - De l'espace à l'entreprise:	
1) La problématique des facteurs de localisation.	
2) Les modèles théoriques néoclassiques.	288
3) La prise en compte de la distance dans les modèles mathématiques contemporains.	293
B - De l'entreprise à l'espace:	298
1) Le renouveau de l'analyse de l'entreprise isolée.	
2) La démarche critique.	304
3) Le behaviourisme.	309

**LE CHAMP STRATEGIQUE COMME CADRE D'ANALYSE
DE L'ENTREPRISE ET DE SES PRODUITS.**

I - L'entreprise: le siège de la prise de décision.	319
A - Industrie et stratégie: modèles d'analyse et perspectives d'approche.	
1) Modes de découpage et problématiques systémiques.	
2) L'approche par le "produit" comme coordination d'offre et de demande.	328
B - Entreprise et stratégie: étude fonctionnelle et examen de la concurrence.	341
1) L'entreprise vue du dedans: la perspective fonctionnelle.	
2) L'entreprise replacée dans son environnement concurrentiel: la perspective de la branche.	343

II - La branche: le moyen d'évaluer la concurrence autour du produit.	346
A - Les concurrents en place ou la ligne d'horizon élémentaire:	
1) L'expression de la concurrence.	347
2) La diversité des concurrents.	355
3) Dynamiques d'évolution et freins à l'échelon des concurrents en place: concentration, collusion, état d'équilibre.	365
B - Les entrants possibles ou les risques potentiels:	373
1) Nature des barrières à l'entrée.	
2) Menace potentielle réduite, concurrence entre firmes en place et gestion de l'oligopole.	382
3) Maximisation des parts de marché et gestion de l'espace.	389
III - Filière et secteur verriers:	395
A - L'intégration de la branche dans son système industriel: les filières verrières.	396
1) La concurrence et le système fournisseurs-entreprise-clients.	
2) L'intégration verticale: une réponse de long terme.	403
B - Le champ concurrentiel global: arène et système stratégiques.	409
1) Arène et système stratégiques des entreprises: substituts, métiers connexes, recherche d'expansion.	410
2) Croissance, diversification, recentrage du Groupe Saint-Gobain.	418
 TROISIEME PARTIE: L'ENTREPRISE, SES ACTEURS, LEURS ESPACES: QUELQUES CAS DEMONSTRATIFS DU CHOIX STRATEGIQUE.	 428
 I - Des relations de l'entreprise à l'espace local:	 431
A - La Verrerie Cristallerie d'Arques: 1825 - 1997...	432
1) Hériter: l'enracinement comme stratégie de croissance.	
2) Croître: la taille comme facteur inertiel.	439
3) Durer: l'ancrage d'une firme comme facteur de modification des structures locales.	444
B - La Verrerie d'Albi: 1895 - 1997; des coopératives au C.D.R.	448
1) La Verrerie Ouvrière d'Albi, produit d'un milieu et d'une époque.	
2) La Verrerie d'Albi: un outil adapté à son marché.	453
3) De la Verrerie Ouvrière d'Albi à la Verrerie d'Albi: que reste-t-il du passé?	459
 II - De la question des logiques spatio-industrielles:	 469
A - Comment la firme gère-t-elle son "territoire de production"?	470
1) Où installer un nouveau procédé de fabrication?	
2) Comment préparer l'avenir: 1939 - 1945?	472
3) De la réflexion à l'action: l'élaboration d'un "modèle de recherche opérationnelle" pour des investissements dans la bouteillerie.	475

B - Comment l'établissement participe-t-il à la mécanique oligopolistique globale?	478
1) La localisation sous influence d'un établissement verrier au début du XX ^{ème} siècle: l'usine Saint-Gobain de Chantereine (Thourotte, Oise).	
2) La localisation sous influence d'un float glass à la fin du XX ^{ème} siècle: l'usine Saint-Gobain de Salaise-sur-Sanne (Roussillon, Isère).	490
III - Epilogue: une lecture du "métier" de l'industriel comme explication des mutations du méso-système. L'exemple de B.S.N.	500
A - Les logiques du méso-système et les choix de B.S.N.: la phase du verre plat (1968 - 1982).	
B - Les choix de l'entrepreneur: entre nécessités de la firme et mutations de son secteur d'exercice:	506
1) Les logiques de l'entreprise et les transformations du méso-système: l'axiomatique verre creux.	
2) Les choix de l'entrepreneur et les portes de sortie du méso-système: métier de l'emballage et diversification.	510
CONCLUSION GENERALE.	513
SOURCES.	517
BIBLIOGRAPHIE.	518
ANNEXES.	525

TABLE DES CARTES HORS TEXTE

• Les usines verrières en activité au 1/1/1997.	I	113-bis
• Les filiales de transformation et de distribution des grandes entreprises du verre plat en France.	II	113-ter
• La Verrerie Cristallerie d'Arques: localisation des différents établissements.	III	438-bis
• Les sites successifs de la verrerie albigeoise.	IV	452-bis
• Provenance des matières premières à destinées à la Verrerie d'Albi.	V	452-ter
• La situation de Chantereine dans "l'espace proche de l'entreprise".	VI	479-bis
• Les glaciers en Europe vers 1920.	VII	486-bis
• Les glaciers de l'axe Oise - Sambre.	VIII	487-bis
• Les floats européens de Saint-Gobain en 1997.	IX	492-bis
• Provenance des matières premières destinées à l'usine Eurofloat de Salaise-sur-Sanne.	X	494-bis
• B.S.N. Emballage et ses concurrents.	XI	507-bis

TABLE DES CARTES HORS TEXTE

- Les usines verrières en activité au 1/1/1997. **I 113-bis**

- Les filiales de transformation et de distribution des grandes entreprises du verre plat en France. **II 113-ter**

- La Verrerie Cristallerie d'Arques: localisation des différents établissements. **III 438-bis**

- Les sites successifs de la verrerie albigeoise. **IV 452-bis**

- Provenance des matières premières à destinées à la Verrerie d'Albi. **V 452-ter**

- La situation de Chantereine dans "l'espace proche de l'entreprise". **VI 479-bis**

- Les glaceries en Europe vers 1920. **VII 486-bis**

- Les glaceries de l'axe Oise - Sambre. **VIII 487-bis**

- Les floats européens de Saint-Gobain en 1997. **IX 492-bis**

- Provenance des matières premières destinées à l'usine Eurofloat de Salaise-sur-Sanne. **X 494-bis**

- B.S.N. Emballage et ses concurrents. **XI 507-bis**

TABLE DES TABLEAUX

• Demande mondiale en verre plat.	15
• Production de verre plat par continents.	21
• Les installations de verre flotté en 1993.	23
• Présence européenne des cinq grands verriers mondiaux.	25
• Firmes de dimension mondiale: pays d'origine et activités.	31
• Les automobiles dans le monde.	55
• Production annuelle d'automobiles en millions d'unités (1983, 1993, 2003).	56
• Immobilisations en capital fixe en 1993 et prévisions pour 2003.	56
• Réglementation concernant les émissions de poussières par l'Industrie du Verre (flux spécifique, concentration).	60
• Réglementation concernant les émissions d'oxydes de soufre par l'Industrie du Verre (flux spécifique, concentration).	61
• Réglementation concernant les émissions d'oxydes d'azote par l'Industrie du Verre (flux spécifique, concentration).	62
• Réglementation concernant les émissions de métaux par l'Industrie du Verre (flux spécifique, concentration).	63
• Etat des principaux marchés du verre en France (1995).	88
• Production du verre creux mécanique en 1995.	90
• Part des différentes destinations agro-alimentaires du verre d'emballage en 1995.	91
• Production de contenants pour l'emballage en France (en volume).	92
• Evolution du commerce extérieur du verre creux français de 1990 à 1995.	95
• Le commerce extérieur verrier français en 1995.	97
• Silice: données nationales pour la fin du XX ^{ème} siècle.	118
• Production et consommation de verre à vitre en 1896.	121
• Les constituants fondamentaux.	129

• Le recyclage du verre en France.	134
• Le recyclage du verre en Europe.	134
• Les gros consommateurs d'énergie dans l'industrie.	139
• Les achats d'énergie selon les secteurs industriels en 1989.	166
• Les différents postes de dépense dans l'industrie du verre plat.	167
• Parts des différentes sources énergétiques dans l'industrie du verre en 1973, 1982, 1990.	169
• Taux d'évolution de la consommation énergétique unitaire de 1830 à 1990.	170
• L'efficacité énergétique en France de 1973 à 1989 dans l'industrie du verre.	174
• La capacité des fours de recuit de 1800 à 1900.	180
• Temps passé à la finition de la glace de 1800 à 1900.	184
• Production horaire et productivité du travail dans la fabrication du verre à vitre de 1800 à 1970.	191
• Production horaire et productivité du travail dans la fabrication des bouteilles de 1800 à nos jours.	197
• Gains obtenus dans la productivité du travail pour la fabrication du verre à vitre et du verre creux (1800 - 1980).	220
• Structure de l'industrie française du verre creux en 1995.	357
• Concentration des diverses branches industrielles en France en 1981.	370
• Structure de l'emploi à la Verrerie Cristallerie d'Arques de 1970 à 1990.	436
• Croissance spatiale de la Verrerie Cristallerie d'Arques.	439
• Embauche 1990: distance domicile - travail à la Verrerie Cristallerie d'Arques.	444
• Production journalière de bouteilles à la Verrerie d'Albi en millions de cols de 1988 à 1995.	454
• L'emploi à la Verrerie d'Albi.	459
• Répartition de l'emploi par postes à la Verrerie d'Albi.	460

- Structure de l'outil de production à la Verrerie d'Albi en 1985 et en 1995. 462
- Rapports distances-coûts dans diverses usines de la Compagnie de Saint-Gobain en 1940. 471
- Parts nationales de la production européenne de glace au début du XX^{ème} siècle. 487
- Part des fabrications selon leur épaisseur dans l'établissement Eurofloat de Salaise-sur-Sanne en 1992. 493
- Destinations des livraisons depuis l'établissement Eurofloat de Salaise-sur-Sanne en 1992. 496
- Ventes de B.S.N. par divisions au milieu de la décennie 90. 510
- Parts de B.S.N. dans le marché français de l'alimentaire en 1975. 511

TABLE DES GRAPHIQUES

• Tendances de la demande mondiale en verre plat pour les décennies 80 et 90.	49
• Immobilisations en capital fixe prévues pour 2003.	57
• Le commerce extérieur du verre européen dans les décennies 80 et 90.	68
• La production européenne de verre de 1980 à 1995.	69
• La production verrière européenne au début de la décennie 90.	74
• La production verrière française de 1972 à 1995.	83
• Consommations d'énergie et de carbonate de soude pour l'industrie verrière française de 1972 à 1995.	85
• Effectifs et salaires dans l'industrie française du verre de 1972 à 1995.	87
• Taux de couverture des importations de verre en France par les exportations (en valeur).	94
• Provenances et destinations des flux de verre plat français en 1995.	99
• Provenances et destinations des flux de verre creux français en 1995.	100
• Les entreprises du verre creux en France: effectifs et chiffres d'affaires.	106
• Marché de la glace polie: consommation de quatre grands pays européens de 1912 à 1962.	351
• La filière du verre plat.	400
• La distribution du verre plat.	405
• Eurofloat dans la Compagnie de Saint-Gobain.	492

INTRODUCTION GENERALE:

Objets:

L'intitulé de notre travail: "L'industrie française du verre, étude géographique", ne doit pas troubler le lecteur, il ne s'agira pas de composer la monographie d'une branche d'activité au sein d'un espace enfermé dans d'étroites limites nationales. Au contraire, d'emblée nous avons tourné notre réflexion vers les perspectives générales d'évolution des firmes verrières qui ont pour cadre l'échelon mondial car pour l'essentiel elles sont des multinationales. Ce titre signifie plutôt notre volonté de replacer les acteurs français de cette production dans les mécanismes locaux, nationaux et globaux qui animent la "géographie du verre". Une géographie qui sera tout d'abord comprise dans son acception courante, la localisation des établissements dans l'espace national, puis très vite comme l'étude de l'ensemble des rapports de l'activité verrière aux différents échelons spatiaux de son fonctionnement et enfin comme l'analyse des interrelations des divers acteurs de la production verrière. Nos efforts ont donc porté sur des objets multiples: la fabrication, les échanges, les réactions des différents protagonistes vis-à-vis de mouvements généraux de leur branche ou vis-à-vis des choix, le cadre économique et institutionnel local et global, les comportements du milieu d'accueil des établissements...

Au-delà du contenu factuel, notre postulat de départ est né d'un constat: il existe une similitude étrange et forte entre la carte de la production contemporaine du verre en France et celle de la fin de la Révolution Industrielle. Nous en ferons l'élément récurrent de notre questionnement: quelle est l'origine de la relative stabilité de la localisation de la production verrière française? Nous avons tenté d'apporter une première réponse selon les modèles d'explication classiques; on trouvera dans notre développement les mots "héritage" ou "localisation imposée": il s'agissait pour nous de comprendre ces phénomènes par un premier pas en direction de la nature de l'activité verrière. Le verre n'a-t-il pas certaines spécificités matérielles ou ne repose-t-il pas sur certaines spécialisations de savoir-faire qui expliqueraient ces caractères inertiels?

Cependant, notre cheminement nous a très vite conduit vers une problématique plus complexe dont l'axe repose sur les choix stratégiques des entreprises comme facteur explicatif de l'immobilisme et ce pour une première raison de nature objective: le secteur verrier dispose d'une structure très concentrée qui rend les firmes interdépendantes dans l'élaboration de leurs décisions fondamentales. La seconde raison répond à une décision (qui n'est pas totalement dénuée

d'objectivité...): aborder l'activité verrière sous l'angle des stratégies des industriels nous permettait de concevoir les rapports des entreprises entre elles et ceux de l'activité à l'espace comme un système global, ce qui donnait une tout autre dimension au contenu de notre enquête et en enrichissait le débat.

Méthode:

Conduire cette problématique en deux temps, de la stabilité spatiale aux jeux stratégiques des acteurs nous a offert une grande liberté vis-à-vis du choix d'une méthode de travail. On ne trouvera pas en exergue de cet ouvrage la référence à un paradigme fondateur qui nous amènerait à concevoir, par exemple, l'espace productif "comme la matérialisation de la recherche du profit par les entreprises" ou la localisation comme "le produit de la concurrence pure et parfaite sur un espace support". Notre thèse n'est pas, en effet, conçue sur la base de la reproduction d'une méthode de travail établie a priori pour assurer la justification d'une théorie quelconque, mais sur la volonté d'analyser l'industrie française du verre selon une démarche hypothético-déductive, c'est-à-dire d'avancer dans notre enquête pas à pas en ne nous privant du secours d'aucun apport théorique (car la spéculation intellectuelle ne peut pour nous reposer sur une seule perspective, fût-elle le paradigme dominant du moment).

Réfléchir sur le système verrier, c'était l'examiner dans son entier comme dans ses composantes, c'était faire apparaître les interactions qui l'animent, les portes par lesquelles il s'ouvre sur l'extérieur et non pas présenter de façon linéaire des éléments juxtaposés dans un style méthodologique imposé. Aussi trouvera-t-on dans ce travail des sections reposant sur un principe idiographique, d'autres sur des modes nomothétiques; le questionnement l'exigeait, nous ne l'avons pas refusé. Par contre, l'ensemble de cette composition est construit dans le but d'apporter des réponses aux interrogations majeures amenées par l'observation du fonctionnement de l'industrie verrière sur le court et le long terme, à partir de plusieurs hypothèses de travail que nous avons conduites successivement jusqu'à leur limite.

Contenus:

Peu à peu s'est donc confirmée chez nous l'idée d'une géographie de la production verrière, fruit du choix des entrepreneurs et de leurs stratégies complexes de développement ou de réponse à la concurrence, beaucoup plus qu'une simple conséquence de déterminants factuels (localisation des matières premières, situation et nature de la main-d'œuvre, fonctionnement du marché). De là est née notre volonté de mettre en perspective les enjeux plutôt que d'établir une liste plus ou

moins ordonnée de facteurs de localisation. La suite logique a consisté en une recombinaison de ces enjeux dans la mise en évidence du système de déterminants stratégiques auxquels chaque entreprise est confrontée: lesquels peuvent être baptisés les "facteurs de choix" car ils intègrent toutes les données qui agissent sur la prise de décision.

Le lecteur y trouvera des éléments de nature technique tout autant qu'organisationnelle, propres à chaque firme, mais rencontrera aussi des caractères plus généraux correspondant à la branche, voire même à l'industrie en général comme des facteurs conjoncturels (technologiques, politiques, économiques). Il y verra surtout apparaître des éléments concurrentiels qui ont pu générer de véritables affrontements mais qui sont le plus souvent à l'origine de subtiles avancées dans le camp de l'adversaire; nous pensons que la concurrence est le moteur par excellence de la prise de décision et ferons, de son examen, un des contenus fondamentaux de notre thèse.

Cet aller et retour du général au particulier (de la fabrication du verre, commune à tous les industriels concernés, aux situations spécifiques des entreprises visant tel ou tel marché ou trop fragiles pour sortir de leur créneau d'évolution), s'effectuera toujours selon la méthode exposée plus haut. Nous pensons ainsi pouvoir nous placer dans la perspective de l'entreprise pour comprendre les réactions de ses dirigeants, de ses ouvriers et parvenir à rédiger plus "objectivement" une géographie de la branche: éclairer la discipline par le regard porté par l'entreprise sur son activité et non l'inverse nous paraît être le bon moyen d'en comprendre tous les contenus.

Aussi a-t-il fallu accepter l'idée selon laquelle la première question qui se pose à un entrepreneur n'est pas: "Où produire?" Mais, "Quoi et Comment produire?" Ajoutons simplement qu'un industriel avisé se demande en même temps: "Pour qui produire?"... Dès lors qu'un groupe étroit de concurrents s'interroge simultanément sur ces mêmes thèmes, se mettent en place des mécanismes de convergence et de divergence entre les choix de toutes les entreprises. En effet, si elles doivent répondre aux mêmes besoins globaux elles s'efforcent, chacune de leur côté, de se différencier pour gagner des parts de marché ou conserver leur place. Elles peuvent aussi adopter des positions d'attente que nous pensons devoir correspondre plus à des stratégies d'Entente qu'à un immobilisme subi; nous en ferons une étape de notre analyse car le mot "quote" de marché a été longtemps l'élément fédérateur des entrepreneurs de la branche en Europe.

Le plan de notre exposé a été donc conçu pour satisfaire les exigences que nous nous étions fixées: partir de la réalité globale du marché du verre et de ses acteurs à l'échelon mondial, comprendre les nécessités techniques de cette activité et les efforts des industriels pour en effacer les archaïsmes, approcher par la théorie les mécanismes concurrentiels et analyser par différentes échelles d'observation la validation ou l'invalidation de nos hypothèses de départ.

De manière plus liminaire, notre thèse s'articulera en trois parties précédées par un synoptique introductif:

- ∞ - **Les enjeux:** L'industrie verrière à l'aube du Troisième Millénaire.
- ∞ - **Partie I :** Les techniques de fabrication des produits verriers.
- ∞ - **Partie II:** Les champs de la stabilité: l'Espace, l'Entreprise et le Produit.
- ∞ - **Partie III:** L'Entreprise, ses Acteurs, leurs Espaces: quelques cas démonstratifs du Choix Stratégique.

Nous espérons que notre volonté de démonstration et notre souci de curiosité pourront contribuer à la mise en place de quelques pistes de réflexion plus larges à l'usage des pratiquants de la Géographie de l'activité. C'est aussi le sens de notre effort, une exigence de méthode mais surtout de recours à des éléments théoriques appliqués à la réalité comme manifestation de l'attachement à notre discipline.

SYNOPTIQUE INTRODUCTIF

L'INDUSTRIE VERRIERE

A L'AUBE DU TROISIEME MILLENAIRE:

ENJEUX, ACTEURS, LOCALISATIONS.

I Les enjeux de l'industrie du verre à l'échelon mondial: l'exemple du verre plat.

A - Nature de la demande et localisation de la production de verre plat dans le monde:

1) Les grands types de marchés de verre plat:

En moyenne dans les années 90, les quatre cinquième de la production de verre plat ont été destinés à deux débouchés fondamentaux, la construction pour environ 60% et l'automobile pour 25 à 30%; les autres destinations, appelées marchés spécialisés, représentent 10% du total depuis plus de 30 ans maintenant. Cette structure implique que les fluctuations de la production verrière, à un échelon global, sont liées aux commandes de ces deux marchés puisqu'aucun substitut sérieux ne dispute au verre plat ses fonctions essentielles de fermeture et d'éclairage.

Au-delà de la croissance démographique, qui évidemment pèse sur la consommation, les mécanismes d'évolution de la construction et de l'automobile sont caractérisés par des tendances cycliques où périodes d'euphorie et de récession se succèdent selon des rythmes inférieurs à la dizaine d'années. Ce phénomène est à relier à des facteurs macro-économiques qui placent au premier rang l'augmentation du pouvoir d'achat mais font aussi intervenir les taux d'intérêts, les politiques gouvernementales... Pour ce qui concerne les marchés spécialisés (miroiterie, ameublement, électroménager...) se surimposent à cette série de déterminants, des phénomènes sociaux et culturels comme le rythme de formation des ménages (au sens économique) qui conditionne les ventes au détail. Deux derniers aspects généraux de la demande peuvent être rapportés: sur le long et moyen terme, les achats de verre plat sont en hausse régulière (en liaison avec ceux des trois marchés présentés plus haut) selon une pente de 5% en moyenne annuelle. Cette tendance de fond est elle-même relayée par des éléments plus conjoncturels mais tout autant favorables: premièrement, par unité de "produit final" (véhicule ou unité d'habitation) les superficies de verre utilisées se sont accrues en relation avec les canons de l'esthétique contemporaine et, deuxièmement, la naissance de nombreux produits nouveaux renouvelle les gammes de vitrages et autres glaces et, par là, entretient la demande.

a) Les tendances contemporaines du marché du verre plat:

Nous étudierons successivement les trois grands types de marchés pour en présenter les lignes de force et en aborder les enjeux essentiels.

Demande mondiale en verre plat	1983	1988	1993	1998
Marché de la construction (millions de m ²)	737	988	1 029	1 315
Marché du transport (millions de m ²)	380	458	464	591
Marchés spécialisés (millions de m ²)	87	124	140	178
Surface totale (millions de m ²)	1 204	1 570	1 633	2 084

Source: Freedonia Group Inc.¹

α - La destination principale du verre plat est donc *la construction* selon une répartition de 60% pour les immeubles "commerciaux" et "publics" (bureaux, usines, universités, bâtiments religieux ou administratifs) et de 40% pour le résidentiel (maisons individuelles, immeubles collectifs). Il s'agit, dans un cas comme dans l'autre, d'un marché cyclique, ainsi Europe et Japon ont connu durant les années 80 une récession dans le secteur de l'immobilier qui a fait diminuer la part de la demande en vitrage pour le neuf, au profit de celle de la rénovation (lato sensu). On estime, pour l'avenir (fin de siècle et début du XXI^{ème} siècle), que la demande devrait croître de 5% par an offrant donc au secteur verrier des débouchés solides (à l'échelon mondial).

Le marché de l'habitat est en croissance forte 5,3% par an (on attend 530 Millions de m² en 1998) en liaison avec l'engouement pour la maison individuelle et des considérations esthétiques qui font des produits verriers des acteurs fondamentaux de l'architecture contemporaine². Vérandas, solarium, grandes baies sont autant de destinations nouvelles pour le verre plat qui ont provoqué un accroissement important de la demande par habitant en cette fin de siècle. Durant les phases de récession de la construction (par exemple les années 80 en Europe, les années 70 aux U.S.A.), le marché de la rénovation (lato sensu) a constitué un ballon d'oxygène en devenant la destination première et ce, grâce aux interventions gouvernementales (ou des pouvoirs publics locaux) dans bien des pays. Ainsi les politiques de réhabilitation de l'ancien, conjuguées à des choix d'urbanisme comme "le retour au centre" en Europe, ou de "rénovation", des immeubles construits hâtivement dans les années 60 ont fortement augmenté les commandes en matériaux de vitrage.

¹ The Freedonia Group, Inc. Cleveland, Ohio, 1995.

Pour l'ensemble de cette section nous nous sommes appuyés sur des sources d'origine professionnelle: publications des organismes verriers européens (C.P.I.V. , Comité permanent des industries du verre de l'Union Européenne, G.E.P.V.P., Groupement européen des producteurs de verre plat...) et sur divers articles spécialisés dont: "Giants in Glass" (Staff Report) dans Ceramic Industry, Août 1995 et "Glass markets, added value impetus" de M. O'Driscoll, Industrial Minerals. Août 1987.

_Le marché de la construction à destination commerciale ou publique connaît actuellement un tassement (4,8% de croissance annuelle) après l'expansion fulgurante des années 70 aux U.S.A. et de la première moitié des années 80 en Europe et au Japon. Le développement des C.B.D., des immeubles de bureaux ou des zones commerciales à la périphérie des grandes villes, cède la place actuellement à un engorgement du marché dont les exemples parisiens et londoniens du début des années 90 sont assez significatifs. Par contre, en Asie (sur la frange Pacifique), la tendance est à la construction forcée de tours de bureau, de centres commerciaux, de zones de commerce de détail dont Hong Kong, et désormais Shanghai, sont les porte-drapeaux. Le marché de la rénovation est moins abondant pour le commercial que pour le résidentiel en matière de vitrage car les zones commerciales abandonnées ou en déclin sont le plus souvent reconstruites entièrement. Néanmoins, une région du monde connaît actuellement une remise en état partielle de ses immeubles "commerciaux" et recourt aux services des verriers: l'Europe Orientale. La raison est l'effort généralisé de remise à niveau des infrastructures et des immeubles commerciaux pour correspondre au standard "occidental".

β - Le secteur des transports est le second usage des produits plats pour le verre, avec 464 millions de m² il représentait 28% du volume global du verre plat commercialisé. Au sein des modes de circulation très divers (par route, par fer, par eau et par air) c'est l'automobile avec 78% de la consommation du secteur qui était, en 1993, le vecteur essentiel de la demande avec une croissance actuelle de 5% par an. On distingue deux marchés pour les produits verriers automobile (verre feuilleté pour pare-brise, verre trempé pour vitres latérales et lunettes arrières): le marché de l'équipement d'origine pour 78% des ventes, le marché de remplacement ou de "2^{ème} monte" pour 22% des ventes.

_Le marché de l'équipement d'origine était estimé à 374 millions de m² pour un total de 464 millions de m² en 1993; il est actuellement en croissance de 4,2% par an, la surface moyenne de vitrage par véhicule stabilisée depuis une décennie autour de 9,4 m² est passée à 9,8 m² et devrait atteindre les 10,2 m² en 1998 (tout type de véhicule de transport confondu, c'est-à-dire voiture particulière et bus par exemple). Deux facteurs expliquent cette croissance: l'arrivée sur le marché de nouveaux véhicules comme les monospaces, gros consommateurs de verre, et la fin de "l'ostracisme" vis-à-vis des produits verriers considérés comme générateurs de poids excédentaire dans les années 80. Le goût pour de plus larges surfaces vitrées dans l'automobile s'est développé de manière cyclique (que l'on se remémore les voitures "américaines" et leurs copies européennes des années 50 et 60): ainsi à la fin des années 70, la tendance était à nouveau à la hausse. Pour

² Guiheux J.: "Le verre matière d'Architecture", Revue "Réalités Industrielles". Editions ESKA (Annales des Mines), Février 1993.

illustrer le phénomène, on peut citer un exemple français: la Renault 21 a une surface vitrée de 30% supérieure à celle de la Renault 16, pour un poids de verre inférieur. Ainsi, pour des raisons de lutte contre la surconsommation de carburant, les constructeurs ont fait porter leurs efforts sur la diminution du poids des véhicules par l'adoption d'autres composants, la mise en œuvre d'autres techniques de construction; or le verre ne pouvait, pour des raisons de sécurité, être allégé de manière trop importante. Les verriers ont offert alors un autre type de réponse, en premier lieu par une étroite collaboration avec les designers, ils ont conçu des pare-brise et autres glaces latérales qui contribuent à l'amélioration de la sécurité du véhicule et permis ainsi un abaissement supplémentaire du poids des autres composants. En second lieu, les nouveaux verres pour l'automobile améliorent le rendement énergétique des véhicules en réduisant les dépenses relatives à la régulation thermique (vers le chaud et vers le froid) qualité qui compense largement le poids supplémentaire³.

Le marché de remplacement représentait, en 1993, 100 millions de m² de verre plat ce qui peut apparaître surprenant car la casse d'un pare-brise devient aussi rare qu'une crevaison. Selon les régions du monde, le taux de remplacement est très inégal; pour le monde développé, la consommation est, dans ce secteur, la plus élevée aux U.S.A. puis en Europe et enfin au Japon, par exemple. Les raisons invoquées tiennent à l'état des routes (gravillonnage), au kilométrage effectué (recours à l'automobile ou aux transports en commun), à l'âge moyen des véhicules et au nombre global des véhicules en circulation à un moment donné. En 1993, près de 600 millions de véhicules parcouraient le monde pour moins de 450 millions dix ans auparavant; une telle croissance ne pourra donc qu'augmenter la surface de vitrage destinée au remplacement qui atteindra vraisemblablement 130 millions de m² en fin de siècle.

γ - Le secteur des marchés spécialisés concerne toutes les applications du verre plat autres que la construction et l'automobile: il est donc difficile de globaliser facteurs et mécanismes d'évolution pour des produits aussi divers que les miroirs, les verres d'aquarium ou les panneaux solaires. Néanmoins, le taux d'augmentation moyen de la demande vers ce segment est de 4,9%, en liaison directe avec celui des biens d'équipements ménagers; c'est un marché de 140 millions de m² en 1993. Les éléments favorables à la consommation d'équipement ménager sont un haut niveau de vie qui oppose pays en voie de développement et pays riches dans ce domaine comme dans d'autre; une culture favorable à l'expansion du nombre des ménages (au sens économique): la décohabitation parents/enfants est ainsi un facteur puissant d'expansion des ventes d'électroménager.

³ De fait, il est peu rationnel de n'analyser qu'un facteur dans ce type de problème qui se pose en termes systémiques. Ainsi les économies d'énergie générées par les nouvelles motorisations (plus souples, plus efficaces)

b) L'innovation de produit comme facteur de croissance:

α - Dans le secteur de la construction, l'élément déclenchant de la diffusion de nouveaux produits a été la crise pétrolière, le renchérissement de l'énergie qui a marqué durablement les mentalités et les incitations gouvernementales qui ont entretenu le phénomène. Dans le secteur de l'automobile, c'est plutôt une considération esthétique, l'augmentation de la surface vitrée des véhicules et sa conséquence directe, la nécessité d'un contrôle plus important de l'élévation de température qu'elle provoque qui a suscité la naissance de produits plus performants et à plus forte valeur ajoutée. Cette dernière remarque a son importance, si les facteurs initiaux sont conjoncturels ou externes à l'industrie du verre, l'effort de renouveau est venu des entreprises qui ont saisi l'occasion pour effectuer une transformation assez remarquable; pour reprendre l'idée de François Caron *le matériau crée désormais le produit* alors que la dynamique du système précédent était tout à fait l'inverse⁴. Toutes les grandes firmes ont désormais des gammes très larges de verre contrôlant la pénétration lumineuse: Koolvue chez A.F.G. (Asahi), Azulite chez P.P.G., Cool lite chez Saint-Gobain, Sunglass Reflective chez Ford Glass, rien que pour le marché étatsunien (les mêmes produits sous des noms différents existent dans tous les pays du monde, exemple Sumbalance d'Asahi au Japon ou Stopsol pour P.P.G. en France...). Il s'agit de verres à couches, c'est-à-dire de feuilles verrières recouvertes (par dépôt sous vide ou procédé pyrolitique) d'oxydes métalliques qui n'altèrent pas la transparence du verre mais lui confèrent des propriétés d'isolation thermique conjuguées à un filtrage du rayonnement solaire; pour le verre de façade s'ajoute un effet décoratif en liaison avec la couleur proposée.

Pour se protéger du froid et diminuer les frais de chauffage, ont été développés les verres incolores à basse émissivité (comme matériau de base) et bien sûr les vitrages isolants (deux ou plusieurs feuilles de verre séparées par un volume d'air déshydraté et reliées entre elles par un joint plastique pour l'assemblage et l'étanchéité)⁵. Le principe de la "basse" ou faible émissivité est de réduire les déperditions calorifiques tout en assurant une bonne transmission lumineuse (les chiffres fournis par les entreprises sont une amélioration de 40% des performances d'isolation dans le cas d'un vitrage isolant, c'est-à-dire de plusieurs feuilles de verre...). Peuvent être cités, pour le marché étatsunien, Comfort E² pour A.F.G. Industries (Asahi), Energy advantage pour Libbey-Owens-Ford (c'est-à-dire Pilkington), Sungate pour P.P.G. Industrie et EKO Plus pour

ont réduit l'intérêt d'une focalisation exclusive sur le poids des véhicules.

⁴ Caron F.: "Le matériau crée le produit", L'Usine Nouvelle, Novembre 1991; voir aussi dans le même numéro spécial: "La drôle de guerre des matériaux" sous la plume d'A. Pauche.

⁵ Dans le verre plat, il est nécessaire de distinguer les produits verriers bruts (issus aujourd'hui pour l'essentiel des floats), des produits transformés réalisés par assemblage ou formage. Comme il sera présenté plus loin, les premiers sont fabriqués par les grandes firmes du secteur, les seconds, par des transformateurs qui peuvent être indépendants ou affiliés aux grandes entreprises.

Saint-Gobain, (en France, Saint-Gobain commercialise le même produit sous la marque EKO et P.P.G., anciennement Boussois, sous la marque Diaplus). Comme il a été signalé, ces produits "de base" sont ensuite transformés en vitrage isolant utilisés pour l'essentiel dans la construction neuve ou de rénovation mais aussi dans des applications industrielles, comme les vitrages des trains (T.G.V.), ou des armoires frigorifiques...

Pour la protection contre les effractions et l'augmentation de la sûreté en général des produits plats, les verriers ont depuis longtemps développé des procédés dont le principal a été la trempe, c'est-à-dire un traitement thermique (réchauffement à 600° et refroidissement rapide) qui permet d'augmenter la résistance des feuilles à la flexion, aux chocs thermiques et mécaniques. La seconde technique consiste en la juxtaposition de plusieurs feuilles de verre, désormais assemblées entre elles par un ou plusieurs film(s) de plastique (P.V.B., Butyral de Polyvinyle) dans le but d'augmenter la résistance du vitrage aux chocs⁶. Là encore, tous les grands industriels, ou plutôt leurs filiales et quelques transformateurs spécialisés commercialisent des produits de plus en plus sophistiqués: aux U.S.A., Apogee Enterprises, spécialisée à l'origine sur des créneaux très spécifiques comme la sécurité civile publique et militaire (prisons, ambassades...), développe des produits pour toutes destinations: vitrage de toiture, oculi de portes et cloison, vitrerie de bâtiment accueillant du public, garde-corps de balcon, rampant d'escalier, vitrines de protection... Pilkington, P.P.G., Saint-Gobain, Asahi... en font de même par l'intermédiaire de leurs filiales⁷. On peut rajouter comme dernier type important de vitrage de sécurité, les vitrages pare-flammes; ils sont constitués d'un assemblage de feuilles séparées par un intercalaire spécial qui foisonne sous l'effet de la chaleur et devient un bouclier thermique coupe-feu en cas d'incendie. Leurs composants sont du verre classique ou du verre borosilicate trempé, c'est-à-dire très résistant aux hautes températures.

β - La destination automobile n'est pas en reste d'innovations tant vis-à-vis de la réduction de la température intérieure du véhicule que de l'absorption du rayonnement ultra-violet et des rayons infrarouges en liaison avec l'augmentation de la surface vitrée par véhicule présentée plus haut. D'autres éléments plus conjoncturels sont rentrés en ligne de compte depuis cinq ans aux U.S.A. et demain en Europe: en liaison avec le souci de réduction des émanations gazeuses néfastes vis-à-vis de la couche d'ozone, les constructeurs automobiles étatsuniens ont modifié le

⁶ Un excellent argument de vente de ce type de produit a été fourni à la Compagnie de Saint-Gobain, par Georges Clémenceau, à son corps défendant, lorsqu'il a échappé en Février 1919 à un attentat au pistolet grâce à la protection d'un pare-brise en Triplex (marque Saint-Gobain). Sa dédicace "Au verre Triplex qui m'a sauvé la vie" sur une photo de son véhicule devant l'usine Triplex, elle-même photographiée sous un verre percé d'une balle est restée célèbre dans les milieux de la sécurité!

⁷ Les anciennes "glaces sans tain" sont désormais des verres revêtus de polycarbonate qui sont spécifiquement destinés à toutes les applications de surveillance: exemple, Lof's Mirropane Ep de chez Guardian.

système de climatisation des véhicules. Ainsi, le fréon a été abandonné au profit de fluides caloporteurs moins efficaces, lesquels induisent une plus forte consommation d'énergie des climatiseurs pour suppléer cette faiblesse. Aussi, très récemment aux U.S.A., les "équipementiers" de l'automobile ont introduit des vitrages réfléchissants et absorbants: Guardian produit le Solar Management, Libbey-Owens-Ford, le Privasee, le Ez-Kool et le Galaxsee, quant à P.P.G. ses filiales commercialisent le Solextra, le Sungate et le GL-20. On a vu apparaître des pare-brise équipés de contrôle automatique d'humidité qui déclenchent les essuie-glaces et les systèmes de désembuage mais aussi des produits expérimentaux qui permettent l'affichage de données sur le pare-brise selon des procédés holographiques ou à cristaux liquides.

On peut citer comme dernier exemple d'innovation les rétroviseurs "intelligents" de la firme Donnely (leader mondial dans ce domaine) qui associent des capteurs vidéo à un verre électrochromique: ils permettent de réduire l'éblouissement en cas d'éclairage intempestif par l'arrière sans action du conducteur (marque Intelligent Vision pour l'automobile, Glare Stopper pour les poids-lourds, commercialisation vers 1998).

Tout au long de cette section, nous avons vu apparaître les tendances de fond du marché qui associe des destinations traditionnelles à un intense effort de renouveau sur tous les continents et dans toutes les entreprises. Nous avons cité le nom des marques associées à ces matériaux ou à ces produits pour en faire apparaître la composante commerciale plus que technologique, laquelle sera traitée dans la partie I; le produit est ici considéré comme le "bien" de l'économiste. Il nous semble qu'un des enjeux de l'industrie du verre plat mais aussi du verre en général est *le passage de la satisfaction de besoins simples à l'offre de produits complexes*, laquelle génère des besoins nouveaux; en arrière-plan se déroule une lutte de titans qui a certes décuplé les solutions techniques, mais a surtout exacerbé les rivalités.

Le passage en un siècle de la "prédestination" de la matière utilisée pour fabriquer un produit, au "fonctionnalisme" des matériaux qui doivent correspondre aux exigences de fabrication d'un produit est le moteur de cette mécanique concurrentielle que nous allons maintenant observer du côté de la géographie de l'offre.

2) Géographie de la production mondiale du verre plat:

a) Situations et tendances globales:

Production de verre plat par continents:		(en millions de tonnes)		
	1983	1988	1993	1998 (estim.)
Europe	4,3	5,3	4,8	5,3
Afrique - Proche et Moyen Orient	0,3	0,3	0,4	0,5
Asie	1,5	2,8	4,7	6,4
Amérique du Nord	3,3	4,4	4,2	4,9
Amérique Latine	0,4	0,4	0,5	0,7
Production Totale de verre flotté	9,8	13,2	14,6	17,8

Source: Freedonia Group Corporation.

Le nombre total de lignes de verre flotté au milieu de la décennie 90 était de 160 pour une capacité nominale totale de 25 millions de tonnes, laquelle est à comparer aux 14,5 millions de tonnes de production réelle de 1993 ou aux 18 millions de tonnes de 1998 (estimation); le pourcentage atteint par la production est donc inférieur aux 75% de la capacité. Les raisons de cet écart tiennent tout autant à des nécessités techniques de remise en état des fours (tous les cinq à dix ans au maximum)⁸ et donc à l'arrêt total de certains d'entre eux à un moment donné et à des périodes de plus faibles productions. Un four peut même être éteint en cas de difficultés liées à une récession de la consommation; ainsi une ligne float de P.P.G. Industries a été arrêté de 1991 à 1995 dans l'usine de Mount Zion (Illinois) en raison de la récession aux U.S.A.. Plus profondément, comme il sera présenté en partie I et analysé en partie II, l'industrie verrière, par ses caractères d'industrie lourde connaît des désajustements cycliques de l'offre et de la demande car les capacités des floats sont ajustées pour correspondre à une demande de fortes eaux, lesquelles connaissent parfois des étiages désastreux.

La production mondiale de verre plat prend place encore essentiellement dans les zones développées puisque les deux tiers sont issus de l'Europe, du Japon et de l'Amérique du Nord. Dix ans en arrière la domination aurait été encore plus écrasante, puisqu'en 1983 à peine 12,5% de la production mondiale échappait à ces trois continents. En fait, l'Asie est le seul bénéficiaire de cette nouvelle donne qui lui accorde aujourd'hui un quart de la capacité totale des lignes en verre flotté (Japon non compris); l'Amérique Latine et l'Afrique sont par contre encore largement sous tutelle.

Pour finir avec cette situation générale, une image permet de recadrer le jeu des acteurs sur la scène mondiale: si le marché du verre plat est de plus en plus *spatialement desserré*, il devient de plus en plus *économiquement concentré*: cinq compagnies multinationales, tout à la fois concurrentes et partenaires au sein de joint-ventures se partageaient 64% du marché en 1993,

tant pour les matériaux de base que pour les produits transformés. Jamais l'examen des localisations n'aura plus nécessité de *relativiser* (au sens de mettre en relation) *les positions des uns et des autres...*

Concernant les tendances actuelles, la production mondiale de verre flotté a crû de 4,1% par an de 1983 à 1993 pour atteindre 14,5 millions de tonnes; aujourd'hui, il ne reste plus que 5% des produits plats qui soient fabriqués selon le procédé d'étirage tombé en désuétude depuis la fin des années 70 (se reporter à la partie I). Comme il a déjà été signalé, si les années 80 ont été favorables à la croissance, le début des années 90 a été marqué par une récession sur tous les continents. L'exception est l'Asie du Sud-Est qui a connu, et connaît encore, un taux de développement exceptionnel dans le secteur des biens destinés à la construction; le verre n'a pas échappé à la règle provoquant la naissance de nouveaux floats destinés à servir ces jeunes marchés. Deux raisons expliquent l'absence d'hésitation des verriers à s'installer en Asie, le coût du transport bien sûr, mais surtout la certitude de se trouver face à une tendance de long terme: l'Asie est le pôle de la croissance mondiale de demain. Les chiffres parlent d'eux-mêmes: entre 1983 et 1993, la production des floats "asiatiques" et du Pacifique a augmenté de 20% par an sous l'effet de la mise en fabrication de nouveaux outils en Inde, Thaïlande, Indonésie, Malaisie, Chine et Australie. Les autres régions d'avenir, mais dans une moindre mesure, sont à la fois les pays d'Europe Orientale et quelques pays d'Amérique Latine; ainsi, de nouvelles lignes sont apparues en Tchécoslovaquie, Hongrie et Pologne, de même qu'au Chili et au Brésil. En conséquence, les plus grands verriers continuent actuellement à investir dans la réalisation de nouveaux floats pour ces régions souvent sous la forme de joint-ventures avec des firmes locales. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que Asahi (le premier verrier japonais) ait lancé aux Philippines, en Inde et en Chine quatre projets majeurs pour la fin de ce siècle: il s'agit à chaque fois de proposer savoir-faire, licences, capitaux aux travers de joint-ventures avec des producteurs locaux. Il y a là un autre enjeu très fort pour demain, le temps des industriels de pays riches, dominants et conquérants semble aujourd'hui révolu; tous les pays émergents, et d'autant plus s'ils sont dirigés de manière forte, acceptent un partenariat mais refusent une domination extérieure.

En Amérique Latine, les rapports de force sont d'une autre nature: les verriers européens y sont installés depuis une cinquantaine d'années et y travaillent en partenariat étroit. La porte est donc relativement fermée aux autres acteurs qu'ils soient étatsuniens ou Japonais: Saint-Gobain et Pilkington (en joint-venture) contrôlent le verre plat brésilien, chilien et argentin par

⁸ Trois à quatre mois d'arrêt pour une usine de grande taille, tous les huit ans en moyenne.

l'intermédiaire de leurs sociétés communes, Cebrace au Brésil et Vidriera Argentina (qui a pris une part majoritaire dans le seul producteur chilien Vidrios Lirquen).

Les tendances lourdes sont donc à la croissance de moyen terme avec des périodes de surcapacité, un avenir prospère mais partagé, et un horizon nettement plus oriental qu'aujourd'hui. Qu'en est-il de la répartition actuelle à l'échelon continental ?

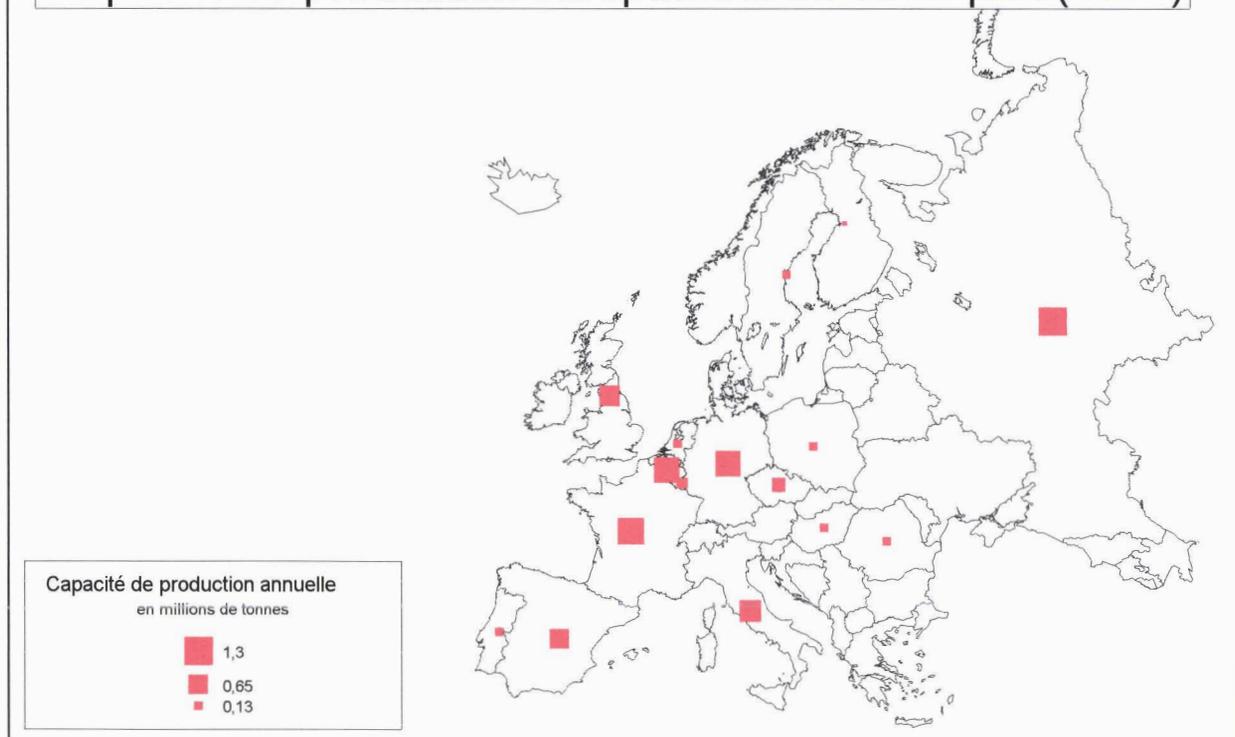
b) Le verre plat au travers des cinq continents:

	Les installations de verre flotté en 1993:		
	Nombre de floats	Capacité en Millions de tonnes	Capacité en pourcentage
Europe	53	8,3	33
Afrique - Proche et Moyen Orient	5	0,7	2,8
Asie	59	8,4	33,4
Amérique du Nord	39	7,0	28
Amérique Latine	4	0,7	2,8
TOTAL	160	25,1	100

Sources: C.P.I.V., Freedonna Group, Ceramic Industry...

* L'Europe désormais réunifiée connaît une situation paradoxale, cet espace central, anciennement équipé et constamment modernisé dispose, depuis le début de la décennie, d'une marge ou, pour employer une terminologie naguère à la mode, d'une périphérie de plus en plus intégrée qui a remplacé un ancien isolat. Cela signifie qu'à son marché traditionnel en croissance régulière car alimenté par un niveau de vie moyen toujours plus fort, s'ajoute un marché jeune, c'est-à-dire caractérisé par des besoins importants (voir plus haut).

Capacité de production européenne en verre plat:(1995)



La carte de 1995 nous fait apparaître la domination d'un espace, avec 38 floats et 6,2 millions de tonnes de capacité, dont le cœur est Aix-la-Chapelle ou Charleroi, c'est selon...⁹. L'Europe du Nord-Ouest est à la fois le centre névralgique de la production et de la vente de verre plat pour l'ensemble du continent grâce à la présence des deux plus anciens verriers européens Saint-Gobain et Pilkington, de repreneurs d'entreprises locales, P.P.G. Industries Glass (anciennement Boussois), Asahi (anciennement Glaverbel) et de nouveaux venus, Guardian et Euroglass.

Plus à l'Est, existaient en 1993 quinze lignes float pour une capacité totale de 2,1 millions de tonnes qui, pour l'essentiel, se trouvaient en Russie (10); cependant aujourd'hui, c'est en Europe Centrale que la croissance est la plus forte: ex-Tchécoslovaquie, Hongrie, Pologne ont bénéficié de livraisons "clefs en mains" d'usines de verre plat, de la part des grands verriers européens, japonais et américains. L'ex-Tchécoslovaquie, par exemple, est désormais sous le contrôle de Glaverbel (Asahi) par sa filiale locale Glavunion qui possédait en 1994 un float de 700 tonnes/jour et un second float de 350 tonnes/jour dont la capacité a du être portée à 500 tonnes/jour en 1997 ce qui assure à ce pays une capacité annuelle de plus de 430 000 tonnes! On peut signaler que les liens financiers et industriels tissés entre l'Est et l'Ouest Européen profitent largement aux entreprises occidentales à l'image des filiales de transformation de Glaverbel qui

supplément les déficits de production des usines orientales...¹⁰. La Pologne est désormais dans l'aire de production Pilkington depuis la mise en place d'un joint-venture (Pilkington Sandoglass) avec l'Etat polonais et divers investisseurs (ouverture d'un float de 400 tonnes/jour en Octobre 1993). Ce même pays fera l'objet d'un investissement important de la part de Saint-Gobain à la fin du siècle avec la réalisation d'un float prévue vers 1997. Guardian, le nouveau venu en Europe, s'est installé en Hongrie en 1991 en ouvrant une ligne float de 150 000 tonnes de capacité annuelle, là aussi sous la forme d'un joint-venture détenu à 80%...

Le tableau ci-dessous nous dresse la liste des pays européens où sont présents les cinq plus grands:

	Saint-Gobain	Pilkington	P.P.G.	Guardian	Asahi
Allemagne	xxx	xxx			
Belgique	xx				xxxx
Espagne	xx			xx	
Finlande		x			
France	xxxx		xx		
Hongrie				x	
Italie	x	x	xx		
Luxembourg				xx	
Pays-Bas					x
Pologne		x			
Portugal	x				
Royaume-Uni		xxxxx			
République tchèque					xx
Suède		x			

(Le nombre de x correspond au nombre de floats en 1995)

Source: Comité Permanent des Industries du Verre Plat dans l'Union Européenne.

* L'Afrique, le Proche et Moyen Orient ne sont pas des régions verrières puisque l'ensemble des pays concernés ne disposaient en 1993 que d'une capacité annuelle de 0,7 millions de tonnes répartie de l'Iran à l'Afrique du Sud. En fait, l'essentiel de l'outil verre plat flotté se concentre en Turquie, au Proche et Moyen Orient, l'exception africaine dans ce domaine comme pour d'autres étant l'Afrique Australe où existe un float de 130 000 tonnes de capacité. Cet état de fait correspond aux principes énoncés plus haut, les investissements lourds à consentir pour un float et les installations connexes, 150 millions de dollars (dans cette décennie), ne peuvent reposer que sur la certitude de trouver des débouchés suffisants. Ceux-ci s'expriment en termes

⁹ Les verriers ont sur ce point des avis quelque peu différents selon l'entreprise à laquelle ils appartiennent...

¹⁰ L'exemple est très particulier puisque désormais cette firme belge est détenue par des capitaux japonais!

démographiques, de pouvoir d'achat, de perspective de croissance des immobilisations... mais, à moyen terme, il s'agit surtout de disposer de circuits commerciaux, de transformateurs et autres structures professionnelles qui assurent la diffusion et la vente des produits. C'est justement ce qui manque dans les pays les moins avancés et qui commence à se mettre en place dans les pays en voie de développement; en outre, si les quantités concernées sont faibles et si les circuits commerciaux sont aux mains de distributeurs liés aux principaux "majors", l'inertie est telle que l'installation d'une usine pourvoyeuse en "matériaux de base" est difficile.

Pour élargir un petit peu le débat, nous pourrions opposer deux types de firmes verrières ou deux types de comportements de la part des firmes verrières: *les firmes "établies"* qui disposent d'un accès à une architecture globale achevée (du sable, à la fenêtre, pour donner dans la caricature), qu'elle soit intégrée ou pas et *les firmes "incertaines"* qui disposent de capitaux et de savoir-faire de fabrication mais pas ne maîtrisent pas forcément les réseaux commerciaux. Si les premières ont des assises solides dans les pays développés et des tissus de relation dans les pays en croissance, les secondes s'inscrivent à leurs marges et donc profitent des structures existantes; elles investissent donc prioritairement dans les zones bien pourvues en réseaux de distribution. Leur stratégie, comme il sera vu plus loin, consiste à offrir moins cher des produits de base pour s'attirer une clientèle, quitte à évoluer ensuite vers des créneaux plus pointus. Ces mêmes entreprises peuvent parfois, sur des marchés très spécifiques, faire office de "généralistes" en particulier dans le cadre de grands contrats avec des gouvernements qui recherchent l'installation, dans leur pays, d'industries de base¹¹.

Dans le détail, c'est au Proche et Moyen-Orient que la situation évolue le plus aujourd'hui, l'Iran produit du verre plat (Ghazuin Glass, entreprise locale avec une participation de 6% de Nippon Sheet Glass) pour une capacité de 115 000 tonnes par an. La Turquie dispose de deux lignes float avec une capacité totale de 310 000 tonnes par an, Israël d'une ligne de 150 000 tonnes de capacité annuelle. Deux projets majeurs devraient prendre corps avant la fin du siècle: le premier en Egypte pour un petit float d'environ 100 000 tonnes de capacité annuelle (Société El Nasr Glass et Crystal, en association avec Pilkington), le deuxième en Arabie Saoudite (Jubail) pour environ 130 000 tonnes de capacité annuelle à destination de l'ensemble des états du golfe persique (joint-venture Guardian 40%, National Compagny for Glass Industry saoudienne 40% et 20% d'apport en capital local).

¹¹ Depuis peu, on observe le même comportement de la part d'entreprises établies qui répondent à cette stratégie par les mêmes tactiques, d'où l'apparition de nombreux joint-ventures au cours de cette décennie.

* L'Asie est donc aujourd'hui le grand continent verrier avec une soixantaine de floats représentant 8,4 millions de tonnes de capacité en 1993; comme il a été signalé plus haut, la croissance présente et à venir a attiré tous les grands verriers du monde et, bien sûr, plus particulièrement les japonais qui étendent aujourd'hui fortement leur aire d'influence. Asahi Glass, Nippon Sheet Glass ou Central Glass sont présents dans tous les pays producteurs de la zone sauf en Australie où le souvenir de la Seconde Guerre Mondiale et les attaches culturelles profitent tout autant à l'Angleterre qu'ils nuisent au Japon. Pour ce pays-continent, deux lignes float d'une capacité totale de 300 000 tonnes par an fournissent le marché intérieur mais peuvent aussi alimenter le marché-export, c'est Pilkington, le verrier britannique, qui en est le propriétaire et l'exploitant. Le Japon est le second pays "riche" de la zone. Avec treize lignes float en 1993 et une puissance installée de 2,4 millions de tonnes, il fait office de géant: Asahi détenait six floats, Nippon Sheet Glass, quatre et Central Glass, trois. Cette dernière entreprise est exclusivement tournée vers le marché intérieur tandis que Nippon Sheet Glass est présente en Malaisie et Corée du Sud sous la forme de joint-venture. Asahi est la puissance dominante (tant pour le matériau brut que pour les produits transformés): 1,1 millions de tonnes de capacité au Japon même, une présence en Thaïlande à 40% dans deux entreprises (160 000 tonnes¹² de capacité), aux Philippines (44 000 tonnes de capacité, joint-venture avec entreprise d'état), en Indonésie sur trois floats (environ 260 000 tonnes de capacité), en Inde sur un float (75 000 tonnes de capacité), en Chine avec P.P.G. (110 000 tonnes de capacité) soit en globale approximation: 1,7 millions de tonnes de capacité.

En matière d'infrastructure verrière, la Chine est le grand chantier par excellence car, sur les 3,4 millions de tonnes de capacité, seulement 0,5 millions de tonnes environ étaient assurés en 1993 par des floats modernes (joint-venture Asahi-P.P.G. ou Pilkington et capitaux asiatiques); tout le reste du parc de production est à moderniser totalement car il repose sur des procédés d'étirage (on évalue à 2,5 ou 3 millions de tonnes ce potentiel de fabrication détenu par l'état chinois sur des systèmes désuets).

* En 1993, la capacité de production en Amérique du Nord (Mexique compris) était au troisième rang mondial après l'Europe (l.s.) et l'Asie (y compris le Japon); ce marché se caractérise par sa maturité et la relative brutalité des à-coups auxquels il est soumis. La capacité totale était

¹² Ces chiffres "tiennent compte" du pourcentage de participation au capital: par exemple une capacité de 110 000 tonnes correspond dans le cas d'un joint-venture de 50% à une capacité réelle de 220 000 tonnes. Ce calcul est une approximation qui permet de rapporter la puissance théorique aux investissements en infrastructures consentis mais pas aux chiffres d'affaires nets qui sont fonction de beaucoup d'autres paramètres comme les revenus de licence, les opérations liées à la transformation aval...

de 7 millions de tonnes en 1993, 39 floats en fonctionnement; mais à l'image de deux des floats de P.P.G. arrêtés alors (Chehalis, Etat de Washington et Mont Zion, Etat d'Illinois) et dont un a redémarré depuis, l'activité verrière évolue beaucoup plus vivement qu'en Europe. Une des raisons est certainement liée au nombre des acteurs et à la concurrence qui anime cette zone; tous les grands verriers, sauf Saint-Gobain (présent seulement dans le verre textile)¹³ s'y affrontent. S'ajoutent à eux un producteur mexicain, Vitro S.A. (en partenariat avec Pilkington), un transformateur étatsunien, Cardinal Industry Glass qui s'est récemment développé vers l'amont par le rachat à A.F.G. (désormais Asahi Glass), en 1993, d'un float situé à Menomonie (Wisconsin) et surtout un constructeur automobile, Ford, qui possède cinq lignes float pour une capacité voisine de un million de tonnes par an. L'autre verrier géant de l'automobile, Chrysler, ne produit pas de matériaux verriers de base mais par son activité de transformateur, Mc Graw Glass Division, répond à 80% de ses besoins en équipement¹⁴. Si le Mexique ne dispose que d'un industriel du verre plat, Vitro S.A. avec ses trois petits floats et ½ millions de tonnes de capacité, la production de verre plat au Canada repose aussi sur trois floats avec 550 000 tonnes de capacité dont deux appartiennent à Asahi (A.F.G. Industries) et une à P.P.G. (180 000 tonnes). Pour illustrer les mouvements importants de cette décennie sur ce continent, nous pouvons en présenter quelques lignes de force:

- Des usines ont changé de propriétaire. Ainsi, l'usine Ford de Scarborough (Ontario) a été rachetée par A.F.G. dans les années 80. L'Usine A.F.G. de Menomonie (Wisconsin) appartient depuis 1993 à Cardinal Industry Glass.
- Des firmes ont changé d'actionnaires: A.F.G. Industries et Glaverbec en 1992 au profit, toutes deux, d'Asahi qui a pris pied ainsi en Amérique du Nord.
- Des transformateurs souvent de grande taille, comme Apogee Enterprises qui est une holding, Cardinal Industry Glass Compagny (qui dispose d'un float), Donnelly Corporation... sont aujourd'hui en mesure de tenir tête aux producteurs de matériaux de base et par leur présence modifient la donne économique et spatiale locale.

* A côté de sa voisine septentrionale, l'Amérique Latine fait office de nain dans le secteur verrier (0,7 millions de tonnes de capacité au Sud, 7 millions de tonnes de capacité au Nord...); les

¹³ Les mésaventures de la compagnie française sur le difficile marché Nord Américain seront présentées plus loin; pour faire bref, la porte de l'Outre-Atlantique Nord lui a été fermée par Pilkington dans les années 60 par refus de concession de la licence float. Depuis le début des années 90, cette question reste en suspens.

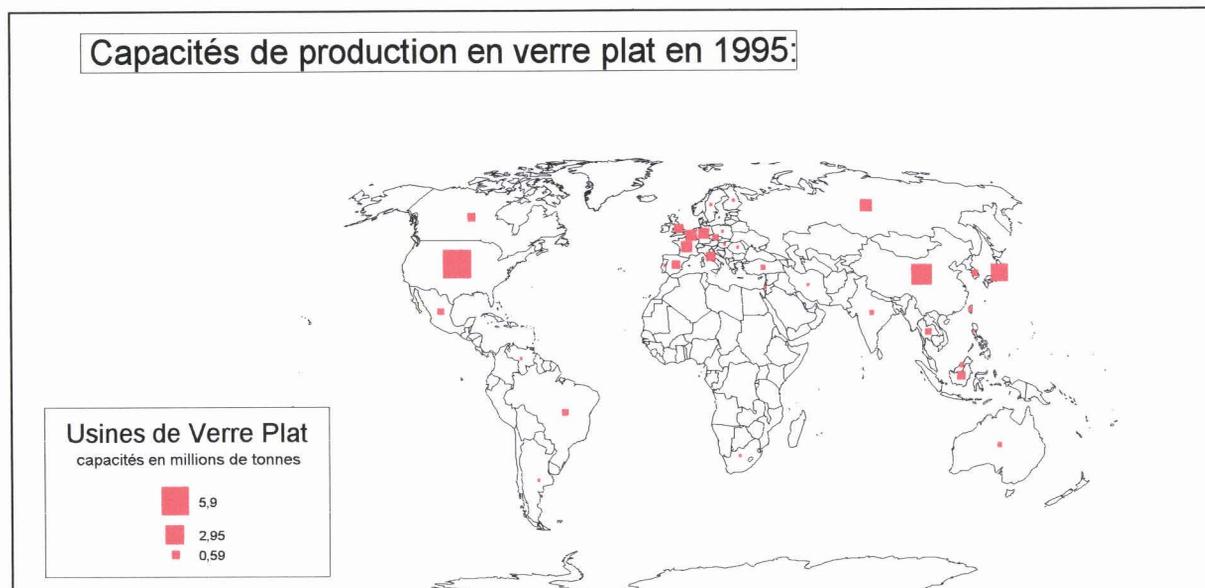
¹⁴ L'emploi de ce mot devrait être banni pour les produits verriers car les transformateurs et, a fortiori les producteurs-amont de verre plat, ne sont pas considérés comme des équipementiers; tant pour des raisons de taille que de logique industrielle. S'ils sont soumis, comme les autres pourvoyeurs de demi-produits pour l'automobile, à

raisons ont été largement évoquées: le marché, malgré les promesses des années 60, n'est pas porteur et l'offre, depuis un demi-siècle aux mains de Pilkington et de Saint-Gobain et désormais de Guardian (au Venezuela) suffit largement à la demande actuelle. Au milieu de la décennie, les quatre floats sud-américains, situés en Argentine (un), au Venezuela (un) et au Brésil (deux) atteignaient péniblement les 670 000 tonnes de capacité. Deux projets majeurs vont augmenter d'environ 300 000 tonnes l'offre de ce continent: un float de 180 000 tonnes au Brésil, un float de 110 000 tonnes au Chili; il s'agit dans les deux cas de joint-ventures Pilkington-Saint-Gobain¹⁵. Au Chili, c'est la Société Vidriera Argentina, société détenue à 60% par Pilkington et à 40% par Saint-Gobain, qui a réalisé dernièrement un float à Concepcion, de 300 tonnes de tirée journalière (soit une puissance deux fois inférieure aux floats européens).

Cette localisation à l'échelon régional correspond à des besoins globalement techniques et commerciaux: Concepcion est un port situé au Sud de Santiago et peut donc très bien alimenter le marché local qui est le plus important du Chili, l'énergie y est abondante grâce aux raffineries de pétrole, enfin des aides locales liées à des reconversions industrielles n'ont pas été négligeables. A l'échelon continental, le choix peut surprendre: le Chili tourne le dos à l'Amérique Latine car si la liaison Buenos Aires-Santiago est facile, Concepcion est distante de cette dernière de plus de 500 Km. En fait, pour comprendre l'ensemble des enjeux, il faut observer cette situation à un échelon encore supérieur: se positionner sur le rebord oriental de l'océan Pacifique correspond à un jeu planétaire d'occupation de l'espace avec, pour motivation essentielle dans ce cas, de faire barrage aux mouvements japonais...

des cahiers des charges stricts, leur ouverture vers d'autres activités comme la construction (voir plus haut) en fait des acteurs "autonomes".

¹⁵ Un troisième projet de float devrait voir le jour au Mexique sous la tutelle de Saint-Gobain en 1997; il s'agit de suivre les constructeurs d'automobiles qui se sont développés en cette fin de siècle sur les marges méridionales des U.S.A..



Un autre déterminant des localisations, mais surtout de l'affrontement stratégique dans cette industrie est ce petit nombre d'entreprises qui, partout présentes, poussent leurs pions dans les marchés laissés vides par leurs concurrents ou en direction de ceux qu'elles espèrent voir croître. Nous allons maintenant présenter les plus grands industriels du verre plat dans le monde, pour découvrir un peu mieux les acteurs de cet *oligopole*: tout l'objet de notre développement ultérieur sera d'analyser et de tenter de comprendre les mécanismes profonds qui l'animent.

B - Les acteurs mondiaux du verre plat:

Le tableau ci-dessous nous donne un aperçu des rapports de force dans le secteur verre plat à l'échelon mondial: sur les dix-neuf acteurs principaux, dix-sept sont à capitaux privés, deux correspondent aux entreprises d'état chinoises et russes (en Inde, en Arabie Saoudite existent des solutions mixtes qui intègrent des capitaux d'état et la participation d'un ou plusieurs grands verriers).

Noms des firmes de dimension mondiale:	Pays d'origine:	Activités:
Apogee Enterprises Incorporated	U.S.A	Transformateur et distributeur
Asahi	Japon	Producteur, transformateur, et distributeur
Cardinal I.G. Company	U.S.A.	Transformateur et producteur depuis 1992
Central Glass Company Limited	Japon	Producteur, transformateur et distributeur
Chrysler Corporation	U.S.A.	Transformateur
C.R.H.	Irlande	Transformateur, marchand de matériaux
Donnelly Corporation	U.S.A.	Transformateur automobile et non automobile
Ford Motor Company	U.S.A.	Producteur et transformateur automobile et non automobile
Guardian Industries	U.S.A.	Producteur, transformateur et distributeur
Hankuk Glass Industry	Corée du Sud	Producteur
Heywood Williams Group	Royaume-Uni	Distributeur et transformateur
Nippon Sheet Glass Company	Japon	Producteur, transformateur et distributeur
Pilkington	Royaume-Uni	Producteur, transformateur et distributeur
P.P.G. Industries	U.S.A.	Producteur, transformateur et distributeur
Saint-Gobain	France	Producteur, transformateur et distributeur
Heywood Williams	Royaume-Uni	Transformateur et distributeur
Vitro Corporation S.A.	Mexique	Producteur et transformateur
<u>Entreprises de l'Etat russe</u>	Ex-URSS	Producteur, transformateur, distributeur
<u>Entreprises de l'Etat chinois</u>	Chine	Producteur, transformateur, distributeur

Les noms soulignés correspondent aux fabricants de verre "matière première", les noms en caractères gras et soulignés correspondent aux cinq plus grands verriers mondiaux.

Même si nous aborderons, dans notre étude de l'industrie française du verre, la structure du système verrier de manière approfondie, nous voulons en souligner ici deux des traits principaux:

* Trois grands types d'intervenants se succèdent tout au long de la "filère-verre" (dont la nature, les principes et la validité terminologique seront analysés en partie II): les *producteurs* de verre, matériau de base, livré désormais sous la forme de "plateaux" de dimension standard pour

répondre aux exigences du transport par route, rail ou voie d'eau (6m x 3,2m soit 19 m²)¹⁶. Les *transformateurs* qui, à partir de la matière première, réalisent des produits à destination des différents marchés (automobile, bâtiment...); ils peuvent être indépendants, l'avoir été... ou n'exister que parce que les industriels de l'amont se sont diversifiés à l'intérieur de filiales qui leur assurent, sinon la maîtrise totale des débouchés, du moins un droit de regard et un bras de levier sur la distribution. Justement, la troisième composante est constituée par des *distributeurs*, indépendants ou pas, dont la fonction de nature commerciale consiste désormais tout autant à écouler un produit et le "transformer" en bien de consommation ou en bien intermédiaire, qu'à tenir le ou les réseaux par lesquels les grandes firmes agissent sur le marché¹⁷.

* Le deuxième point fondamental de la structure globale du secteur est son caractère oligopolistique (nous reviendrons largement sur cette idée pour en tirer les contenus conceptuels, plus loin dans notre démonstration). Un rapide état des lieux impose ce constat: 63% de la capacité de production totale en verre plat dans le marché est détenue par cinq firmes géantes (pour une valeur estimée à 72% des ventes globales qui avoisinaient les 17 milliards de dollars en 1993). Sur dix producteurs de verre plat, cinq ont une part de capacité de production supérieure ou égale à 10% (deux dépassent 15%: Asahi environ 20%, Pilkington environ 15%; les autres voisinent les 10%: P.P.G., Saint-Gobain, Guardian). Le sixième, Nippon Sheet Glass, est au-dessous du seuil des 5%; les autres sont voisins de 1% (sauf Ford qui représente 4%). Une autre grande différence entre les cinq premiers et les autres producteurs est leur caractère généraliste et multinational tandis que les plus "petits" verriers, qui possèdent néanmoins souvent plusieurs usines, se destinent à leur marché national ou à des créneaux spécifiques, ainsi par exemple Central Glass axé vers le seul Japon de même que Vitro S.A. pour le Mexique; ou bien encore Ford spécialisé dans le verre pour l'automobile, même si cette entreprise transforme aussi du verre plat pour la construction.

Ces chiffres sont néanmoins trompeurs; lorsque Saint-Gobain se prévaut d'être le plus gros verrier mondial, c'est en fonction de la prise en compte de la totalité des activités exercées en son sein autour du *métier* du verre (si Saint-Gobain n'est que quatrième pour la fabrication dans le verre plat, cette firme est aussi puissante dans le verre creux, en meilleure place pour les fibres d'isolation et d'armature et présente dans la transformation ainsi que dans la commercialisation...).

¹⁶ Tous les industriels font aussi de "la découpe" pour des produits spécifiques, plus épais ou plus minces que la feuille classique de 6 mm d'épaisseur, semi-transformés... Bien entendu, il ne s'agit pas de vendre au détail, mais de répondre aux besoins particuliers de leurs clients principaux, sur de grosses commandes, par une offre dédiée.

¹⁷ Nous verrons que le réseau est à la fois un moyen d'écouler des produits mais aussi de maintenir le contact, de faire savoir, d'échanger (de l'amont vers l'aval et de l'aval vers l'amont): toute la problématique résiliaire ne peut donc pas être réduite à la seule perspective de la vente.

Nous diviserons cet exposé sur les différents acteurs et leur rôle, en deux sections juxtaposées dont l'articulation devra être soigneusement étudiée dans la seconde partie, les structures et les stratégies en usage.

Une image de la puissance des géants du verre: le siège de P.P.G. à Pittsburgh.



1) Structures de l'industrie du verre plat:

a) Une concentration extrême:

Les chiffres parlent d'eux-mêmes: au milieu de la décennie 90, cinq entreprises disposent de 16 millions de tonnes de capacité sur 25 millions de tonnes de capacité au total, soit 95 floats sur 160 et surtout sont partout présentes dans le monde (Pilkington, vieux souvenir de l'Empire Britannique?, peut s'enorgueillir de ne jamais voir le soleil se coucher sur ses lignes de float glass...). Ce bilan tenant compte de la totalité des productions de verre plat (y compris de celles des entreprises d'état chinoises et russes fonctionnant encore avec des procédés d'étirage), cela signifie que près de 80% de la capacité de production mondiale des zones de marché ouvert est en réalité détenue par les cinq grands... Nous devons en étudier les facteurs dans le détail mais nous pouvons d'ores et déjà en rapporter les quelques raisons fréquemment invoquées:

_ Un float, mais en fait l'ensemble de l'usine (four, float, infrastructures amont et aval) coûte cher, environ 150 millions de dollars; l'investissement nécessite donc une très forte solidité financière, laquelle est souvent l'aboutissement de très longs processus de développement.

_ Les coûts d'exploitation sont lourds et les investissements ne rapportent que sur le long terme, l'industrie verrière est une industrie fermée aux spéculateurs de très court terme.

_ La grande taille de l'outil est génératrice d'économies d'échelle (que nous discuterons plus loin) seules capables d'assurer un revenu suffisant dans les industries lourdes pourvoyeuses en demi-produits; celle-ci a accéléré le processus de concentration.

_ Une installation de verrerie est un tout (et non une chaîne composée d'éléments juxtaposés): elle est périodiquement totalement remise à neuf (tous les sept à huit ans) et donc connaît une période d'extinction. Cela entraîne deux conséquences, il faut pouvoir passer ces caps difficiles et surtout ne pas perdre la clientèle: disposer de plusieurs usines (ou de plusieurs lignes dans la même usine) est indispensable.

_ Plus important encore, à notre avis, et devant être étudié spécifiquement, l'antériorité permet de dresser des barrières à l'entrée efficaces vis-à-vis d'éventuels postulants; il faut en effet tenir les réseaux pour espérer subsister. Le cas des réseaux de commercialisation fermés à l'échelon d'une région ou d'un état est excessivement rare; nous développerons à la fin de cette section le "contre-exemple" japonais que des distributeurs américains et anglais ont enfin réussi à intégrer et qui était verrouillé de l'intérieur jusqu'au début de 1995. Par contre, la mise en place de liens avec les transformateurs, grossistes et autres points de passage de la chaîne technico-commerciale que constitue une filière au sens commun¹⁸ est beaucoup plus difficile et varie selon les régions du

¹⁸ Nous définirons plus loin les différents modes de "lecture" de l'activité industrielle.

monde. C'est cet ensemble de relations qui compose la clé que seules les grandes entreprises détiennent pour les espaces qu'elles contrôlent.

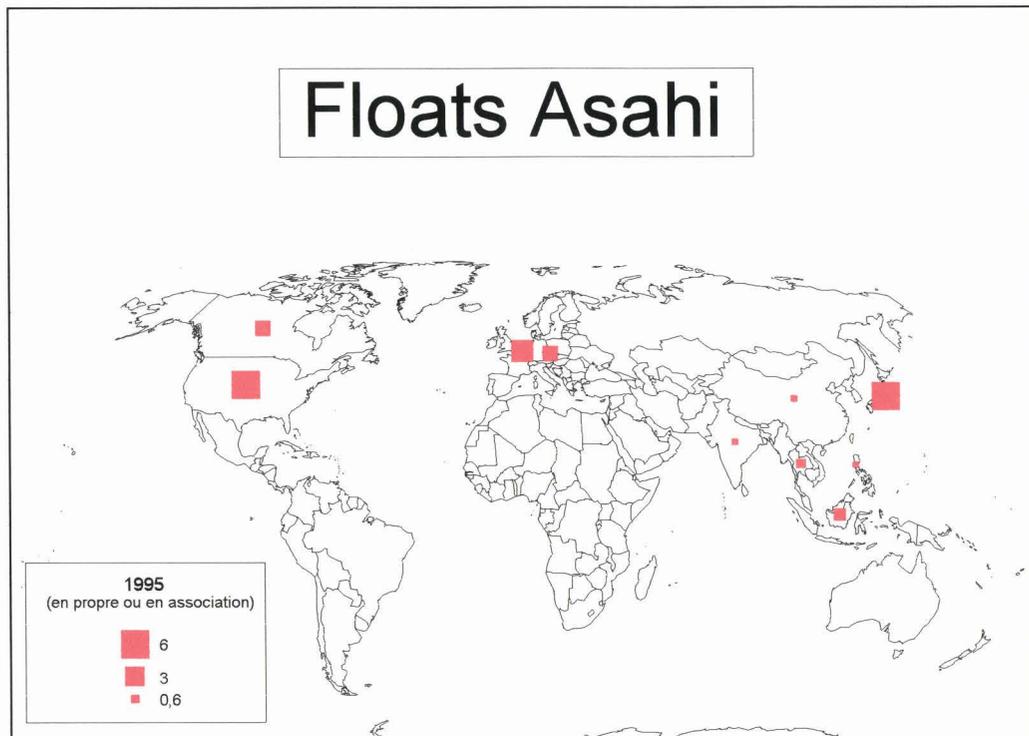
Pour mieux comprendre, il est nécessaire de présenter un exemple parmi les différents modes de distribution et de commercialisation: les verriers sont placés devant une alternative, vente directe à des fabricants de produits finis ou vente à des grossistes qui eux-mêmes revendent à des transformateurs. En fonction du type de marché visé mais aussi des structures locales du moment... (voir dans la troisième partie), le nombre d'intervenants dans la filière est plus ou moins grand. Pour la construction de grands immeubles, les verriers vendent directement des produits spécifiques à des "façadiers" avec qui ils sont en relation pour de grandes quantités de verre. Dans la branche de l'automobile, la liaison est aussi très courte: les verriers transforment les produits et sont liés par contrat aux constructeurs à qui ils offrent produits finis et aide technique... Si pour des cas très rares, c'est le constructeur qui produit (Ford) ou qui transforme (Chrysler), le plus souvent il existe une collaboration étroite entre verrier et industriel de la voiture établie sur le moyen et long terme.

Nous analyserons plus loin les autres options et les mécanismes qui conduisent à la mise en place de ces liens de partenariat mais, en un mot, il faut signaler que la logique économique devrait inciter le consommateur, c'est-à-dire en l'occurrence les grands constructeurs automobiles, à rechercher une offre très large. Donc le marché du pare-brise de première monte devrait être plus ouvert qu'il ne l'est aujourd'hui (c'est sur cette option que misent les nouveaux venus sur ce créneau); depuis peu les verriers sont entrés dans une période de turbulences qui a conduit les uns à raffermir les liens avec leurs principaux clients et les autres à essayer de rompre les maillons de la chaîne technico-commerciale existante. De toute façon on est très loin du schéma théorique du marché ouvert où règne la libre concurrence et qui permet la fixation de prix correspondant au jeu de l'offre et de la demande: seules une ou deux entreprises de taille suffisante essaient de s'introduire sur tel ou tel créneau détenu par leur concurrent, dans tel ou tel espace "réservé"... Toujours pour l'automobile, le marché de la seconde monte connaît aussi des mouvements actuellement: les entreprises verrières y procèdent à des intégrations vers l'aval pour développer leur propre réseau de distribution (cas de P.P.G. aux U.S.A. qui a créé plus d'une centaine d'entreprises de remplacement de pare-brise...). Le système verrier semble être caractérisé par une très faible ouverture, une mobilité qui joue en faveur des plus grands et sur le long terme par une grande inertie: il faudra donc essayer d'en comprendre les raisons.

b) Les espaces contrôlés par les grandes firmes:

Sans étudier toutes les firmes, ni établir de monographie exhaustive sur chacune d'elles, nous pouvons rapidement évoquer les aires que les cinq plus grandes d'entre elles dominent (selon un classement fondé sur leur capacité de production et, dans le cas de Pilkington et Saint-Gobain, notre volonté de mettre en parallèle deux anciens verriers européens) pour tracer les grandes lignes du champ de bataille.

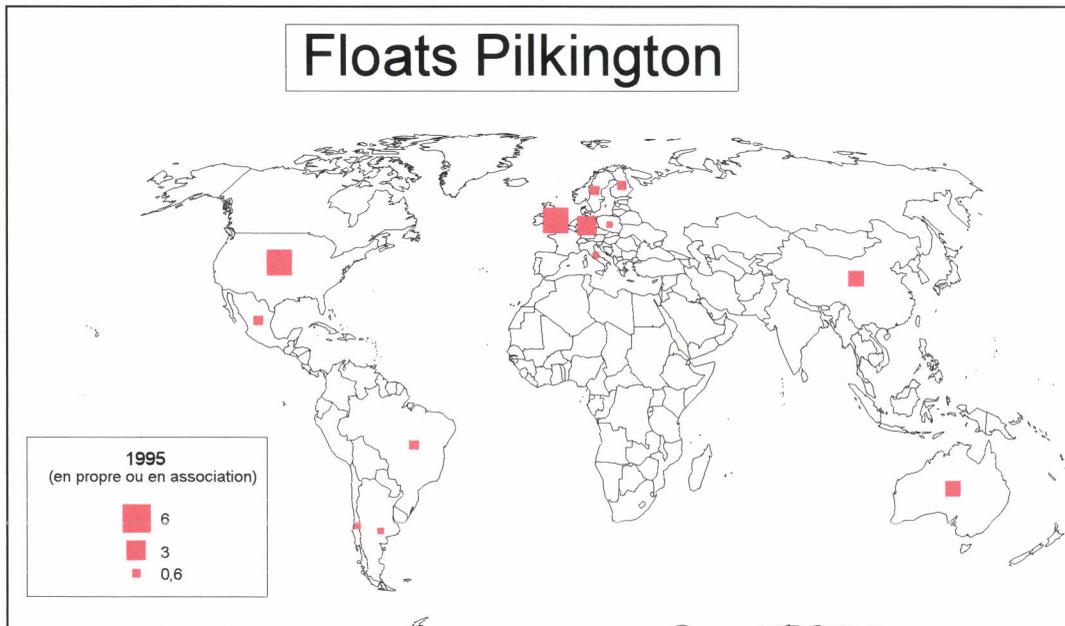
* Asahi Glass : il s'agit d'une immense entreprise japonaise aux ramifications très étendues tant à l'intérieur du secteur verrier qu'en direction de nombreux secteurs économiques de son pays d'origine. En 1993, elle disposait de 20 % de la capacité mondiale sur 28 lignes float, plus un joint-venture avec P.P.G. (en Chine); cette firme est la grande gagnante de la redistribution qui s'est opérée dans les années 70 à travers le monde (nous présenterons plus loin les "valse-hésitations" de Saint-Gobain à la même époque...). En effet, se focalisant sur le créneau du verre plat pour un développement extérieur à ses bases, Asahi a racheté deux grands verriers: Glaverbel en Europe (une entreprise belge et un réseau de transformateurs) et A.F.G. Industries en Amérique du Nord (même logique). Dans sa sphère d'influence traditionnelle, cette multinationale était déjà dominante au Japon et dans les pays voisins, elle s'est récemment installée en Chine, Inde et Thaïlande: l'Asie, terrain d'avenir, lui semble largement ouverte.



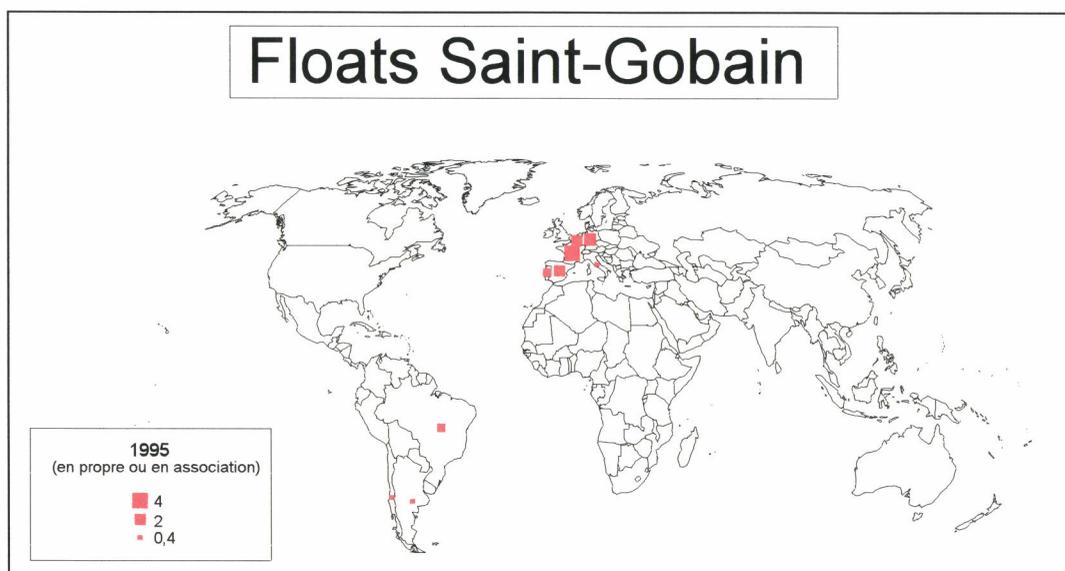
* Pilkington: très vieille compagnie britannique, cette firme représente la tradition, la compétence et l'extrême modernité puisqu'elle a développé le procédé float glass. C'est la seule firme à exister sur presque tous les continents puisqu'on la trouve seule ou en association en Europe, Asie, Australie, Amérique du Nord, Amérique du Sud; l'Afrique, dépourvue d'installations¹⁹ de production, ne lui échappe pas (car ce sont les producteurs européens qui ont en mains les

¹⁹ Sauf l'Afrique du Sud qui dispose d'une verrerie d'origine locale, avec des participations étrangères.

réseaux de distribution). Pilkington représente 15 % de la capacité mondiale sur 24 floats, ses extensions passées: Amérique Latine, Amérique du Nord²⁰, Europe Orientale et récentes: Asie dont Chine, en font un acteur essentiel de la maîtrise de l'espace verrier global.



* Saint-Gobain dispose d'une capacité plus faible (10% de la puissance mondiale, 14 floats) mais surtout la géographie de sa production est plus resserrée: Belgique, France, Espagne, Allemagne, Italie, Portugal sont ses points forts. Depuis un demi-siècle, la compagnie est présente en Amérique Latine (en partenariat avec Pilkington) avec qui elle assure la quasi-totalité de la production. (Nous développerons plus loin les diverses logiques de croissance de Saint-Gobain).

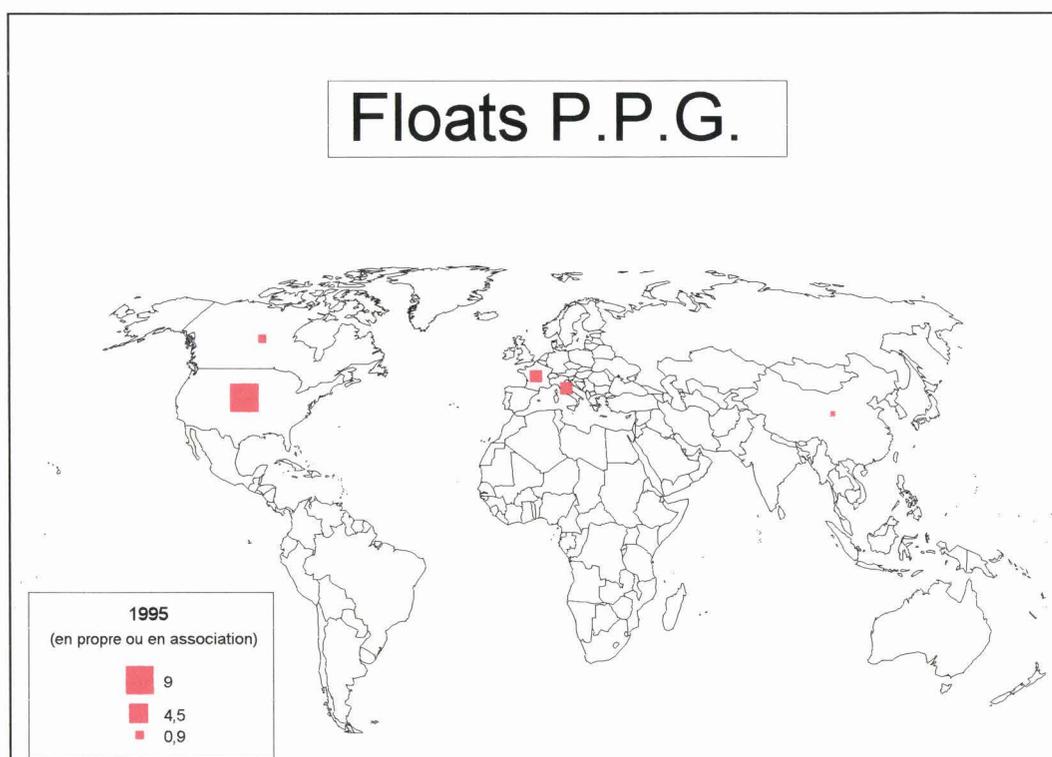


* P.P.G. est un grand verrier nord américain qui dispose de 9 floats aux U.S.A. et d'un float au Canada; cette firme était déjà présente en Europe dès le début du siècle. Mais c'est après le rachat

²⁰ Rachat de Libbey-Owens-Ford, très vieux verrier étatsunien, éponyme d'un procédé d'étirage du verre plat.

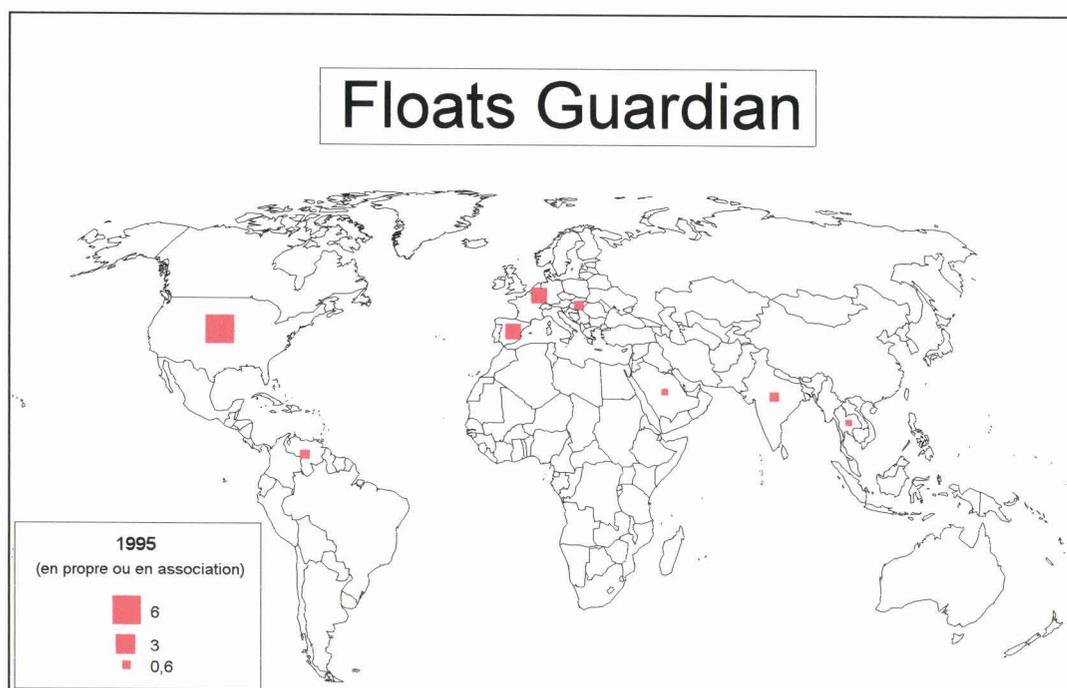
en Avril 1992 de l'entreprise française Boussois, que la porte du marché européen lui a été largement ouverte. Aujourd'hui son extension est planétaire, un joint venture avec Asahi puis avec d'autres partenaires lui ont permis une installation en Chine (du Sud et du Nord), une autre en Amérique Latine (Vénézuéla). Cependant pour l'essentiel, cet ensemble (qui assure à P.P.G. 10% environ de la capacité de production mondiale) reste inscrit dans la géographie de la consommation des pays développés.

Cette firme est à la fois une entreprise de l'industrie chimique (depuis les composants fondamentaux, soude, chlore, acide sulfurique, jusqu'aux produits dérivés complexes, résines, peintures, fixateurs...) et une entreprise verrière intégrée qui maîtrise des domaines aussi divers que la production de base, la transformation pour l'automobile, le bâtiment ou l'avion (hublots des 777 de chez Boeing...). Si P.P.G est partenaire d'Asahi et d'autres entreprises japonaises sur des associations asiatiques, elle s'est depuis peu placée en situation d'affrontement direct avec elles dans sa récente installation au Japon (activités commerciales de vente de produits transformés...).



* Guardian est le dernier grand, toujours pour 10% des capacités mondiales et 14 floats; même si l'essentiel de sa puissance est Nord-Américaine, cette entreprise est connue pour son "agressivité" industrielle à l'échelon global: lors de son installation au Luxembourg, puis en Espagne et désormais en Hongrie, les verriers "européens" Pilkington, Saint-Gobain et P.P.G. ont été quelque peu malmenés. Guardian est présente en Inde et en Thaïlande ainsi qu'au Vénézuéla, donc sur les marchés qui semblaient jusqu'alors réservés aux autres grands. Un tiers environ de ses productions sont transformées dans ses propres filiales à destination de la construction et de l'automobile, le reste étant diffusé au travers d'un réseau de partenaires indépendants des grands majors. C'est là l'origine de bien des tensions, car Guardian a une politique commerciale très active à l'extérieur de ses bases étatsuniennes. En effet, si c'est aux U.S.A. que cette firme dispose de filiales pour le bâtiment (Floride, Ohio, Californie, Arkansas, Michigan et état de Massachussets) ou pour l'automobile (Indiana, Ohio), c'est dans les autres pays développés qu'elle diffuse sa production par l'intermédiaire de transformateurs et (ou) de distributeurs indépendants. De plus, elle n'a pas

hésité à viser des circuits "captifs" sur les terres de ses concurrents et en particulier le marché de l'automobile: lorsqu'en 1991, Guardian s'est installée en Hongrie, dès l'ouverture de ce pays aux investisseurs étrangers, le jeu industrialo-commercial dans lequel Saint-Gobain et Pilkington étaient les mieux placés en l'Europe médiane (grâce à leurs usines allemandes), s'en est trouvé sérieusement éprouvé. En effet, l'usine de Hongrie puis les deux floats du Luxembourg ont été orientés vers des marchés où prospéraient les verriers locaux; c'est ainsi que Guardian a créé, toujours au Luxembourg, une usine de transformation pour fabriquer pare-brise, vitres latérales et lunettes arrière... On était là au cœur de la zone de consommations de tels "équipements" d'où une série de réactions en chaîne qui ont accru les tensions sur les marchés. En Octobre 1993, fidèle à sa politique, Guardian a développé une autre usine pour l'automobile, cette fois en Espagne, pour écouler une partie du verre plat de ses floats espagnols, mais surtout en adéquation totale avec la géographie de la production de ce secteur qui s'est largement ouvert aux pays méditerranéens (tant pour des raisons de débouchés qu'en relation avec la recherche de meilleurs avantages corporatifs). Cette démarche semble correspondre à une stratégie d'ensemble puisqu'à l'image de P.P.G. et en relation avec les accords américano-japonais, Guardian est désormais présente au Japon par une filiale de distribution.



2) Stratégies de concurrence:

Les modes principaux de recherche de succès dans l'industrie ne seront abordés ici que de manière générale et dans une perspective descriptive car l'analyse théorique du fonctionnement d'une branche, l'examen des mécanismes concurrentiels qui l'animent feront l'objet de très larges développements dans la seconde partie. Dans l'industrie verrière, aujourd'hui comme hier semble-t-il, l'amélioration de la performance d'une entreprise passe par trois axes fondamentaux: la recherche de la meilleure compétitivité-prix possible, l'offre de produits de qualité et répondant aux besoins de la clientèle et enfin l'habileté à faire connaître ses produits et son sérieux. Chaque entreprise dispose vis-à-vis de ces trois voies de la réussite de marges de manoeuvre liées à l'activité qu'elle exerce, à la structure globale du secteur où elle opère, à ses propres capacités et à celles de ses concurrents. Pour en rester au stade de l'évocation des enjeux, nous aborderons successivement *la question du prix* et celle de *l'innovation de produit* associée à des efforts de différenciation par le marketing, en relation avec l'actualité récente des grandes firmes verrières; pour finir, nous évoquerons brièvement "l'autre" stratégie: *s'associer* pour ne pas s'épuiser dans un vain combat.

a) Quelle logique de prix, pour quels enjeux?

En fonction de ce qui précède et selon le principe fondamental de l'économie de marché, la compétitivité-prix devrait être dans le verre plat appréciée à l'échelon mondial. En effet, les grands acteurs du secteur sont peu nombreux, tous présents sur les mêmes marchés (dans les grandes lignes) et ont tous développé des efforts de maîtrise des coûts dans des directions voisines: coûts du travail, coûts d'entretien, coûts de gestion, coûts d'information. En fait, depuis une vingtaine d'années, la question du coût du travail est de moins en moins essentielle (comme il sera expliqué plus loin) car aujourd'hui une usine de float glass est un établissement vide d'hommes (il en est de même pour l'ensemble de la chaîne technique qui nécessite par unité de produit un nombre d'interventions humaines dérisoire. La diminution des coûts de production liés à la gestion et à l'accès à l'information semble être une des raisons de la concentration, mais, en fait, plus que la grande taille c'est le fonctionnement le mieux ajusté possible aux fluctuations des marchés qui permet d'optimiser les capacités de production. Quatre voies s'ouvrent aux verriers pour s'approcher de cet optimum d'ajustement: *être présents sur différents marchés dans un même lieu, être en même temps dans différentes zones, se focaliser sur un créneau porteur et enfin s'intégrer verticalement* (surtout vers l'aval).

La première solution a été suivie par certains verriers qui ont opté pour un élargissement de leur gamme de produits, à l'intérieur du verre plat, puis vers d'autres produits verriers et, nous

le verrons, à l'extérieur de la branche par une diversification qui les a conduits parfois très loin. Saint-Gobain en est l'exemple type: quatrième producteur de verre plat mais premier mondial tous produits confondus, sa diversification semble être la réponse à la fragilité de ses bases géographiques comme le laisse deviner la carte de ses implantations (voir plus haut).

Etre présent dans différentes régions du monde, c'est compenser les pertes de bénéfice sur une zone en déclin par des gains dans une zone en croissance: l'industrie verrière, par les immobilisations lourdes en capital qu'elle suppose, connaît des désajustements cycliques entre offre et demande dans un lieu donné. La "diversification spatiale", comme Pilkington ou Asahi la conduisent, paraît être un bon moyen pour une multinationale de gérer au mieux ces dysfonctionnements, d'autant que transporter sur de grandes distances (pour compenser la diminution d'un marché local par des exportations) un produit dont la valeur est inférieure à 2 francs le kg est bien peu valide²¹.

La focalisation sur un secteur est un moyen pour de petites entreprises mais aussi pour les firmes de grande taille soucieuses de bénéficier de toutes les opportunités, de contrer les aléas de la conjoncture. En effet, elle permet d'ajuster au mieux les capacités de production à la demande, d'autant plus si elle s'accompagne d'une volonté d'être le leader ou l'offreur unique sur le segment en question²². Nous pouvons à ce sujet prendre un exemple américain: aux U.S.A., Apogee Enterprise s'est focalisée sur la transformation du verre plat à destination de deux marchés spécifiques, à l'intérieur des circuits du bâtiment et de l'automobile. Ainsi, pour la construction, c'est le créneau "commerce et immeubles administratifs" qui est visé, tandis que pour la voiture ce sont les segments "remplacement" et "véhicules étrangers" qui ont été choisis. Il est évident que cette démarche ne repose pas sur un besoin de spécialisation d'ordre technique (un savoir-faire consacré à une matière, une technologie spécifique orientée vers un produit...), c'est un choix de nature commerciale et stratégique: l'entreprise a opté pour des circuits de diffusion de ses produits dans lesquels elle est seule à pouvoir prétendre à une envergure nationale et, en l'occurrence, continentale.

La quatrième "option lourde" consiste en un effort d'intégration verticale qui peut être compris, en première analyse, comme le moyen de réduire de nombreux coûts et donc les prix de vente. En effet, maîtriser l'approvisionnement permet de réduire les coûts des intrants tandis que tenir la distribution offre au verrier un meilleur savoir-faire dans la prévision des fluctuations de la demande et donc, au-delà, un ajustement optimal des investissements. Tous les grands du verre

²¹ Cette remarque nous fait pressentir qu'un autre moyen de réagir est d'augmenter la valeur ajoutée des produits qui, de ce fait, peuvent être transportés avec plus de profits.

²² Le contre-point de la focalisation sur un créneau en l'absence de domination est le risque d'embouteillage qui menace toujours les axes prétendus porteurs dans lesquels s'engouffrent tous les concurrents à la fois.

plat se sont diversifiés vers l'aval et/ou vers l'amont; nous présenterons plus loin leurs filiales opérant sur le territoire national, aussi nous ne citerons ici qu'un récent exemple européen de diversification. En 1993, Pilkington a racheté certaines des activités d'Heywood Williams, spécialiste anglais et irlandais de la transformation et de la commercialisation du verre plat à destination de la construction et de l'automobile. Si l'entreprise Heywood Williams s'est maintenue sur le marché de la seconde monte automobile et de produits très spécialisés pour la construction (vérandas, articles de salle de bains...) à forte valeur ajoutée et donc a opté comme Apogee pour la focalisation, Pilkington a racheté une cinquantaine de ses filiales généralistes à destination de l'habitat. La grande firme disposait déjà d'un solide réseau de distributeurs et leur assurait un approvisionnement depuis ses usines de transformation, son but n'a donc pas été celui que la théorie présente: maîtrise des ventes et meilleure lecture des marchés. Nous penchons plutôt pour une autre orientation très classique dans cette décennie: racheter une marque et un réseau de distributeurs, c'est d'abord empêcher les concurrents directs de le faire et, dans le cas d'espèce, tenir fermement le marché britannique. Pilkington est la seule firme à y produire du verre et le Royaume-Uni est encore une île... Mais, en second lieu, multiplier le nombre des firmes, comme nous le verrons pour la France, a un effet de réduction mécanique sur le potentiel des parts de marchés que pourrait espérer un éventuel entrant. Dans de nombreux domaines d'activités, la pratique de la multiplication des marques par les entreprises dominantes est effectuée dans ce sens: au-dessous d'un certain seuil, d'une quantité minimale, entrer dans un nouveau marché n'est pas rentable; dans ce cas, la diversification et/ou l'intégration aval consiste d'abord à élever de solides barrières à l'entrée (nous en ferons la démonstration en partie II).

Ces différents développements nous ont fait entrevoir le caractère "global" de la stratégie industrielle; pour des raisons de commodité intellectuelle, il est fréquent d'isoler les différents termes de la problématique mais, dans la réalité, la recherche des prix les meilleurs gagne à s'adjoindre une maîtrise de la distribution ou celle de créneaux "réservés"...

b) Les nouveaux produits: concurrence entre firmes, politiques de marketing et réponses à des demandes culturelles.

Au-delà de la proposition de nouveaux produits à la clientèle pour accroître la demande et surtout inciter à la consommation d'articles à plus forte valeur ajoutée, quels sont les buts visés par les stratégies de recherche-développement? Et à quels besoins répondent-elles? Quelques exemples nous en dévoileront la philosophie.

α - A l'échelon de chaque entreprise l'un des rôles dévolus à la recherche correspond à une stratégie de différenciation: il s'agit d'offrir un produit dont les caractéristiques l'identifient par rapport à l'offre disponible sur le marché. Cette démarche est difficile, voire peu spontanée dans l'activité industrielle; en effet, l'habitude, les procédés, les nécessités techniques et commerciales ont conduit plutôt à une homogénéisation de l'offre. En fait, pour le verre (comme nous le verrons dans le détail en partie I), l'évolution de l'artisanat vers l'industrie ne s'est pas opérée de façon "linéaire", le produit n'a pas été débarrassé peu à peu de toutes ses caractéristiques identitaires pour devenir en final une matière banale et générique. Depuis toujours, au sein des entreprises a coexisté un cheminement vers l'homogénéisation dans le but d'atteindre "la qualité industrielle" et au contraire une recherche de spécification afin que la clientèle reconnaisse à la firme "une qualité originale". Tout est question de proportions, les entrepreneurs se sont efforcés pour la fabrication de masse à être évalués selon des critères partagés par tous (la même qualité, sur le long terme, en est un), tout en cultivant certaines spécificités pour de courtes séries ou pour des produits "de luxe". Aujourd'hui, l'effort se poursuit et, à côté des gammes de base, toutes les entreprises réalisent des matériaux de prestige ou répondant à des besoins très spécifiques: au milieu des années 80, Saint-Gobain a créé, par exemple, la "Ligne Master Glass"²³. Il s'agit d'un verre à motifs ("Master Carré", "Master Ligne", "Master Point") aux effets particulièrement décoratifs qui correspondent au caractère artistique de la matière et non plus strictement fonctionnel. Voilà des siècles que les produits verriers sont partagés entre ces deux destinations: la fenêtre peut être close par du vitrage ou par du vitrail, le miroir peut être objet utilitaire ou pièce de mobilier.

Chaque période de recrudescence de la concurrence voit naître une exacerbation de la recherche, actuellement la diffusion rapide des nouvelles technologies ne fait qu'amplifier le phénomène lui donnant une expression globale (même si l'application, la mise en œuvre des innovations restent spécifiques à certains créneaux ou à certaines aires). Du côté de l'offre, nous pouvons donc souligner le caractère stratégique de la recherche et son passage plus rapide et plus généralisé au développement de nouveaux produits.

β - Il faut aussi regarder du côté de la demande pour comprendre la signification profonde de cette mobilisation en direction des nouvelles technologies dans l'industrie du verre: le désir de la clientèle pour des produits différenciés et plus évolués correspond à la fois, nous semble-t-il, à des besoins conjoncturels et à une tendance de fond de nature culturelle. Nous ne reviendrons pas sur les développements antérieurs: la crise de l'énergie, les modifications des véhicules ont

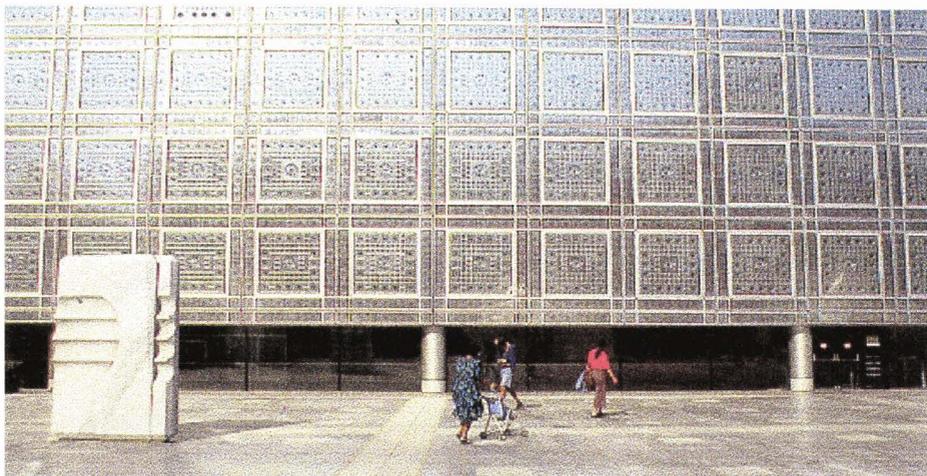
²³ On peut noter à la fois l'emploi de l'anglais, reçu comme moderne et du mot ligne en référence à la haute couture.

entraîné des besoins en matériaux plus sophistiqués que les verriers ont reçus très favorablement car leur valeur ajoutée était beaucoup plus forte. Nous pouvons par contre présenter rapidement quelques exemples d'applications architecturales du verre dans les années 80 et 90 qui répondent à d'autres nécessités.

Trois réalisations parisiennes symbolisent cette expression contemporaine:

_ L'Institut du Monde Arabe, achevé en 1987 à l'angle du quai Saint-Bernard et du boulevard Saint-Germain a été voulu, par son architecte Jean Nouvel, comme l'expression de la communication entre l'intérieur et l'extérieur: il s'agit de faire connaître la civilisation d'un monde souvent perçu comme refermé sur lui-même. Grâce à la technologie du "mur rideau", à l'association de matériaux qui permettent une esthétique à la fois épurée et brillante (marbre, verres sérigraphiés, aluminium) et à une conception d'ensemble qui fait de la façade une enveloppe et non une barrière, le bâtiment correspond pleinement au projet qui lui a donné vie. Au plan technique, les novations sont fortes: citons les vitrages isolants (à faible émissivité) du patio ou les vitrages à couches réfléchissantes des terrasses; mentionnons les 350 vitrages sérigraphiés qui offrent deux perspectives différentes selon qu'ils sont regardés depuis l'intérieur ou depuis l'extérieur; rapportons encore la façade Sud entièrement revêtue de diaphragmes en aluminium emprisonnés entre deux feuilles de verre qui font entrer plus ou moins de lumière selon un mécanisme photoélectrique... La nuit, le bâtiment "s'ouvre" aux regards des passants qui peuvent en découvrir l'architecture intérieure.

L'institut du Monde Arabe à Paris:



_ La Pyramide du Louvre qui recouvre le hall d'accueil souterrain du grand musée est tout sauf une verrière classique, tant par la qualité des matières utilisées (verre extra-blanc) que par son principe esthétique qui allie les trois composantes fondamentales du bâtiment: la façade, la fenêtre, la toiture. De l'extérieur, elle est un miroir sur lequel se reflètent les cieux parisiens tandis que de l'intérieur, elle permet au visiteur de contempler les façades classiques des pavillons Richelieu et Denon grâce à sa parfaite transparence. Le hall est ainsi accueillant et, en même temps, appartient à "un autre monde", c'est celui de la culture, du retour dans soi... . Grâce aux qualités techniques des matériaux (86 tonnes de verre tout à fait particulier qui se présentent sous la forme de 603 losanges et de 70 triangles, soit 1800 m² de vitrage feuilleté) et à son immense talent, l'architecte Pei a conjugué classicisme et modernité: le bâtiment abrite mais aussi laisse découvrir à chacun ce qu'il est disposé à trouver; n'est-ce pas là, la fonction essentielle d'un musée?

_ L'Arche de la Défense est la troisième réalisation parisienne majeure de la décennie 80, son volume d'ensemble répond à ce souci d'ouverture et ses façades qui associent verre, aluminium et marbre (facteurs réels et symboliques d'éternité) opposent en face interne des vitrages réfléchissants, à des vitrages très peu réfléchissants en façade externe. Pour ce projet, l'architecte Von Spreckelsen a choisi de laisser découvrir l'ossature interne et d'utiliser au maximum les potentialités des matériaux verriers (feuilleté 8-10-2, vitrage isolant à couches, vitrage réfléchissant...), selon les conceptions actuellement en vigueur qui consistent en fait en un retour à des préceptes architecturaux plus anciens comme nous allons rapidement l'évoquer.

Chacun a à l'esprit les façades lisses et réfléchissantes des immeubles nord-américains des années 60 et désormais de tous les C.B.D. de la planète (le cœur de La Défense a été baptisé "Les Miroirs"). Cette conception oppose l'intérieur et l'extérieur, le bâtiment est hermétique, il renvoie au passant sa propre image et lui refuse l'entrée. On dénote ici une antinomie totale avec les conceptions inaugurées au milieu du 19^{ème} siècle en Angleterre par J. Paxton et son *Crystal Palace* ou avec *Le Bon Marché*, de Eiffel, en 1876 pour lequel le verre commence à être utilisé massivement parce qu'il offre lumière et pénétration du regard; les premières réflexions sur la mise en œuvre pratique de ce matériau date aussi de ce moment: ainsi pour limiter la condensation Eiffel pense à intercaler, entre deux couches de verre, une lame d'air ventilée (c'est pour nous un signe de la volonté de faire passer le verre d'un usage d'appoint, à un emploi plus étendu). Un peu plus tard, le mouvement Bauhaus (après la Première Guerre Mondiale) conceptualise l'usage du verre comme le moyen de donner aux bâtiments une grande transparence et dont on connaît l'exemple parisien, la "Maison de Verre" de Pierre Chareau, conçue selon ces principes.

Nous n'irons pas plus avant dans cette présentation des usages du verre en architecture et surtout des cheminements cycliques qui lui ont conféré tour à tour un rôle d'exclusive ouverture sur l'extérieur ou, au contraire, d'entrée sélective aux regards du monde. Il nous faut simplement constater que le verre est actuellement un matériau très prisé en architecture, est-ce en raison de ses qualités physiques, esthétiques, de son inaltérabilité qui lui confère un peu d'éternité ou de sa fragilité qui en fait un rempart tout en nuances?²⁴ A celui qui regarde la façade de trancher²⁴!

Ensemble immobilier à Los Angelès (U.S.A.).



En guise d'épilogue sur les stratégies contemporaines des grands acteurs verriers, nous devons mentionner les accords récemment mis en œuvre dans le but d'accroître l'espace contrôlé par chacun, non pas indépendamment mais en partenariat. En moins de dix ans, une trentaine de joint-ventures ont été passés entre les grandes compagnies et divers partenaires faisant naître de

²⁴ Par référence au mot célèbre: "une façade appartient à celui qui la regarde"; le vitrage est pour l'architecte ainsi que pour son client, le moyen de faire passer un message lequel correspond à la culture d'une époque, tout autant qu'aux intentions de ses maîtres d'oeuvre.

nouvelles formes d'expansion géographique. Deux types principaux d'associations se rencontrent: des alliances entre grandes firmes pour créer des usines nouvelles dans les pays qui en sont démunis ou des ententes entre une ou plusieurs firmes de pays riches et un partenaire de pays en voie de développement (parfois l'Etat, souvent des sociétés plus ou moins puissantes présentes sur le marché local des matériaux).

Dans le second cas, de nombreux mariages de raison ont été signés par les états désireux de développer les industries de base de leur pays: on peut citer le joint-venture d'Asahi avec Associated Cement Companies et Telco and Tata Export en Inde pour la création d'un float glass, celui de Guardian avec la National Company for Glass Industries en Arabie Saoudite (toujours pour un float), ou encore Guardian avec Siam Cement (en Thaïlande), pour un float, celui enfin de Ford avec Shanghai Yao Hua pour la fabrication de verre à destination de l'automobile.

Le premier type d'entente permet à deux grandes entreprises de ne pas se disputer un marché ou de s'épuiser dans la création séparée de deux usines concurrentes, tout en respectant la législation anti-collusion. La liste en est très longue aussi nous ne citerons que les exemples les plus récents: Au Brésil, les deux "frères-ennemis" européens Saint-Gobain et Pilkington ont réalisé une usine de verre plat destinée à alimenter cet état et plus largement le Nord de l'Amérique Latine. Au Japon, P.P.G. et Itochu Corporation se sont associés dans une filiale de distribution de produits plats transformés et pour finir Asahi et P.P.G. ont conclu un accord afin de réaliser un float glass à Hong Kong: l'origine géographique des partenaires nous semble significative de ce que l'on peut baptiser aujourd'hui *la globalisation* des stratégies²⁵.

Certes, des raisons conjoncturelles expliquent la floraison de ces joint-ventures: à la fois l'assouplissement de l'octroi de la licence float par Pilkington, la proposition par P.P.G. d'un procédé concurrent et enfin un arrangement amiable entre verriers étatsuniens et Pilkington pour l'installation sous licence européenne de ces mêmes verreries à l'étranger. Mais, plus profondément, il s'agit selon nous de la version contemporaine d'un comportement traditionnel que nous étudierons longuement: l'oligopole a ses règles, qui parfois conduisent les acteurs à l'affrontement mais souvent leur autorisent des gentlemen agreements garants d'une stabilité de long terme.

²⁵ Pour une définition de "la globalisation" (versus "la mondialisation") se reporter à: Veltz P. "Mondialisation, Villes et Territoires". Economie en Liberté. PUF. 1996.

C - La consommation mondiale demain: catalyseurs et freins.

1) Tendances générales et facteurs d'évolution:

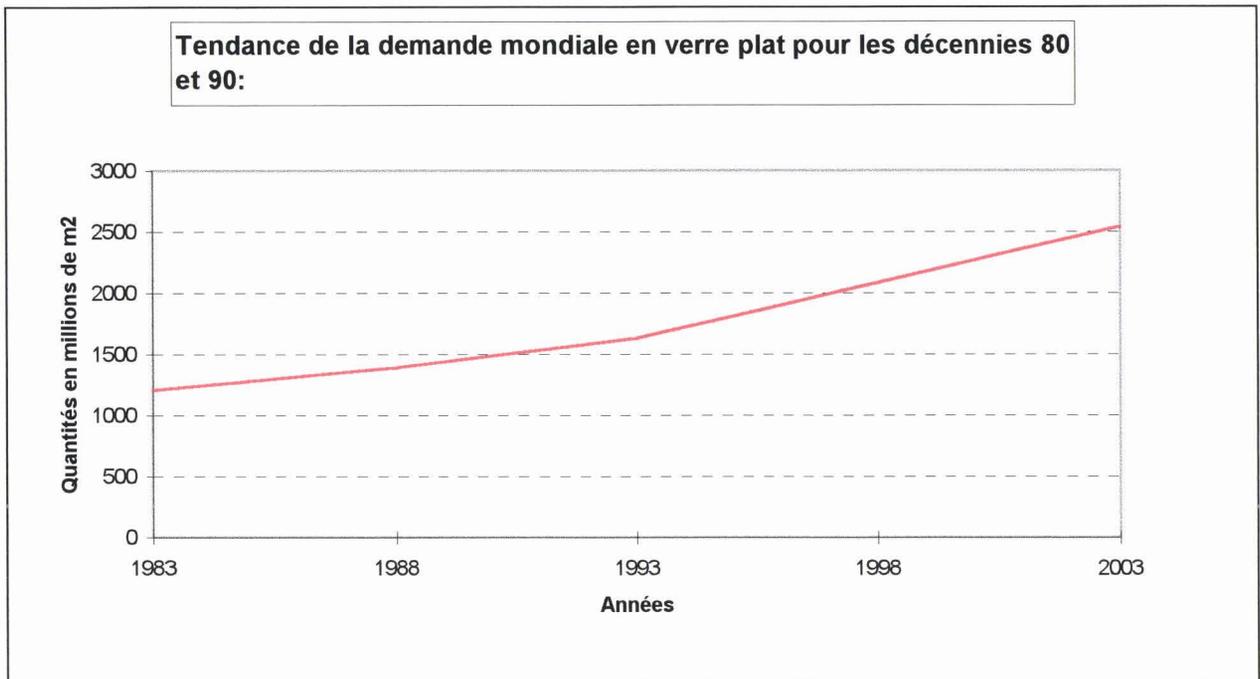
Dans les dix dernières années, la demande mondiale du verre plat s'est accrue d'environ 5% par an parallèlement à la croissance de ses marchés principaux; sur le très long terme, il s'agit d'une constante suffisamment originale pour être soulignée. A la différence d'autres "matériaux", d'autres demi-produits, le verre plat connaît toujours une demande en expansion et constitue donc une activité pourvoyeuse de revenus et d'emplois (ces deux derniers éléments seront bien sûr à rapporter aux transformations internes de cette industrie, car là comme ailleurs, la recherche d'une plus forte productivité signifie des suppressions d'emplois). Les facteurs directs de cette croissance sont l'expansion du secteur du bâtiment (son débouché principal) et celle de la construction automobile (pour 1/3 environ de la consommation mondiale de verre plat); les autres destinations sont à la fois éparpillées et très spécialisées (miroiterie, ameublement...). L'effet immédiat de cette euphorie est une augmentation moyenne de 5,6% par an des profits du secteur (4,2% environ pour le verre destiné à l'automobile), laquelle a suscité de nombreux investissements en particulier destinés à la mise au point de nouveaux produits (verres filtrants, réfléchissants, à basse émissivité...) qui devraient assurer dans l'avenir le relais des matériaux traditionnels.

a) Régions et marchés porteurs de la croissance de demain:

En relation avec ce qui précède, les grands foyers de consommation (zones à haut niveau de vie et, dans une bien moindre mesure, zones à forte croissance démographique) sont les espaces prometteurs pour les investissements futurs: Amérique du Nord, Europe au sens large, pays d'Asie à forts taux de croissance, pays de l'Océan Pacifique... Pour ce qui concerne la croissance démographique (souvent synonyme de faible niveau de vie), les tendances de long terme se maintiennent et incitent les verriers à se tourner de plus en plus vers l'Orient puisque l'Europe et l'Amérique du Nord n'offrent plus de perspectives favorables dans ce domaine.

Au plan économique, les tendances contemporaines sont depuis la fin des années 80 orientées vers une reprise soutenue (après la morosité et l'évolution en dents de scie des années 70 et 80). Tandis que les U.S.A. sont sortis de la dépression en 1991, le Japon et l'Europe après 1993, il semble que cette logique se confirme actuellement partout: en Amérique Latine (Brésil surtout), en Asie du Sud-Est (Corée, Chine, Pays de l'Océan Indien) se construisent de nouveaux floots pour satisfaire la demande. Il en est de même en Europe Orientale, laquelle connaît à la fois une hausse importante de la consommation et un afflux d'investissements de la part d'entreprises

européennes et japonaises, en particulier dans l'ex-Tchécoslovaquie, en Hongrie, en Pologne, et dans une moindre mesure, en Russie.



Le marché du verre, comme celui des demi-produits, est soumis aux déterminants généraux de la conjoncture économique et, en particulier, à ceux qui affectent ses deux principaux marchés: l'automobile et le bâtiment, soit le niveau de l'inflation, des taux d'intérêt, des dépenses de consommation ou l'état du commerce extérieur. A l'échelon de l'activité verrière elle-même, coûts de production (du travail, des matières premières, de l'énergie...), mais aussi évolution des goûts, des préceptes architecturaux sont autant de facteurs structurels qu'une étude de la branche pourra nous aider à préciser...

Si le début des années 80 a été morose, la demande mondiale s'est accrue à partir du milieu de la décennie tant aux U.S.A. qu'en Asie du Sud-Est. Le mouvement s'est poursuivi, en Europe de l'Ouest tout d'abord, sous l'influence de l'intégration grandissante des économies nationales dans le Marché Unique, en Europe de l'Est ensuite (y compris dans les pays issus de l'ex-U.R.S.S.) à la suite des événements politiques. Par contre, les Pays en Voie de Développement (Afrique, mais aussi Amérique Latine et Centrale) sont restés relativement à l'écart de cette expansion, en liaison avec la diminution des entrées de devises consécutive à l'effondrement des prix de nombreuses matières premières pour l'Afrique, de la forte inflation pour l'Amérique Latine. A la fin des années 80, une période de ralentissement a stoppé quelque peu la demande, entraînant des tensions dans le secteur verre plat sur lesquelles nous reviendrons plus précisément à l'échelon européen et français; (les causes étaient liées au niveau mondial, mais les manifestations de la

récession furent accentuées par une série d'éléments "nationaux": forts taux d'intérêts aux U.S.A., spéculation et instabilité financière au Japon, politiques monétaires en Europe...). A partir de 1993, la situation s'est améliorée aux U.S.A. et au Canada tout en restant morose en Europe et au Japon; au même moment, Pays en Voie de Développement et Europe Orientale partaient d'un nouveau pied grâce aux investissements d'origine extérieure encouragés par les plans de rigueur qui leur étaient appliqués. La fin de siècle devrait donc présenter une généralisation de la croissance et surtout voir s'achever cette succession d'à-coups cycliques, générateurs de tensions vives sur les demi-produits. La question de l'échelle d'observation est une fois de plus déterminante: les tendances globales sont souvent peu perceptibles à l'échelon des nations. Quelle sera l'influence du chômage dans certains pays riches ou des politiques sociales vis-à-vis de la construction immobilière? Comment les "investisseurs étrangers", les multinationales verrières vont-elles interpréter l'instabilité politique et les difficultés d'adaptation de l'économie de la plupart des pays d'Europe Orientale? Toutes ces questions sont déterminantes en matière de localisation: la tendance est encore à la prudence si l'on en croit les choix effectués jusqu'à présent, lesquels signifient un renforcement des positions acquises plus qu'une bousculade pour la conquête...

Un autre facteur important vis-à-vis de la hausse prévisible de la production est la globalisation du marché en relation avec des mécanismes liés aux stratégies des quelques grandes entreprises du secteur (qui seront longuement analysés plus loin) mais aussi avec l'ouverture du commerce mondial et, plus largement, avec ce qui a été appelé la "dérégulation". Dans le domaine verrier on a vu ainsi s'ouvrir le marché japonais aux autres pays exportateurs (à la suite d'un accord U.S.A./Japon dans le cadre du G.A.T.T.), mais aussi se "simplifier" les modalités d'accès à la licence du Float Glass, détenue par Pilkington et qui jouait par bien des aspects un rôle de régulateur.

b) Eléments conjoncturels:

En cette fin de siècle, sous l'effet des transformations des législations douanières comme de l'intensification des flux commerciaux à grande distance, la plupart des marchandises sont touchées par des dynamiques d'échange extra-nationales et extra-continentales. Ce n'est pas pour le verre une véritable nouveauté puisque, comme il sera montré plus loin, à la fin du siècle dernier les productions de certains pays européens (Belgique surtout, Angleterre aussi, France dans une moindre mesure) était largement destinées à un marché extérieur, essentiellement il est vrai pour le cas de la glace²⁶. Au contraire, pour ce qui concerne le verre plat, un pondéreux fragile à basse

²⁶ Au 17^{ème}, 18^{ème} et 19^{ème} siècle d'intenses courants d'échange de produits emballés dans des contenants en verre existaient déjà, en relation avec la colonisation. Ce n'est que vers la fin du 19^{ème} siècle que du verre creux

valeur ajoutée, les courants d'échanges sont relativement limités pour les grandes distances: la "norme" est une portée limite d'environ 500 km pour une usine de float glass actuelle mais, dans la réalité, le problème majeur du transport de nos jours est moins la distance que le nombre de ruptures de charge. C'est donc une question difficile à aborder dans une approche généraliste car si dans les années 70 on pouvait encore opposer deux cas types: les pays développés bien pourvus en usines où les échanges étaient limités en distance et les pays en voie de développement qui pouvaient recevoir leur verre de vitrage depuis l'autre extrémité de la planète, les choses sont plus complexes aujourd'hui. Certaines usines françaises, comme par exemple Salaise sur Sanne en Isère du groupe Saint-Gobain, expédient leur verre plat jusqu'en Scandinavie tant par wagons que par camions spéciaux grâce à la facilité actuelle du transport continental longue distance.

Trois facteurs font de la question du commerce international du verre un sujet d'actualité malgré la faible proportion du verre plat transporté sur une longue distance: en premier lieu, certaines régions du monde en forte croissance ne disposent pas d'un approvisionnement local suffisant et donc reçoivent des produits de très loin. Le cas chinois est très caractéristique: du verre plat "classique" est fabriqué en grande quantité, mais les produits qui répondent aux besoins les plus contemporains, comme la réalisation de façades par exemple, sont peu disponibles et sont donc importés... Le second élément est lié à une mécanique conjoncturelle qui n'est pas nouvelle sur la longue durée, mais que l'on avait vu s'estomper durant les "30 Glorieuses": la récession ou les évolutions cycliques (dans certaines régions du monde) entraînent des besoins en exportation depuis les zones excédentaires vers les zones déficitaires. Ce phénomène est d'autant plus accusé que, comme il sera vu de manière plus théorique en partie II, des structures sectorielles caractérisées par la recherche d'économies d'échelle génèrent par la grande capacité des équipements des phénomènes de surabondance et donc d'engorgement des marchés de proximité. En dernier lieu, les produits verriers connaissent des mutations profondes, ils se sont sophistiqués, deviennent plus difficiles à réaliser et sont parfois très spécialisés: toutes les régions du monde ne disposent pas de la possibilité (à cause de l'étroitesse des marchés dédiés) d'obtenir à courte distance la gamme totale des produits plats commercialisés actuellement; d'où des expéditions de marchandises sur de longues distances, certes en quantité limitée, mais intéressantes par rapport à leur valeur ajoutée.

C'est ainsi que durant ces cinq dernières années sont apparues des tensions sur le marché international du verre essentiellement sur le thème de l'ouverture des marchés à la concurrence extérieure et dans le cadre des débats récents autour de la réactualisation des accords du

d'emballage commença à être exporté vide pour satisfaire les besoins en conditionnement des régions dépourvues de verrerie. Voir à ce propos les actes du colloque "Centenaire de la verrerie ouvrière d'Albi", de 1996, à paraître.

G.A.T.T. L'exemple le plus connu est constitué par les démêlés américano-japonais sur le thème du protectionnisme déclaré ou rampant de ce dernier marché. Comme il a été vu, il existe trois compagnies japonaises du verre plat (Asahi, Nippon Sheet Glass et Central Glass); il semblerait que le contrôle qu'elles exercent sur le marché nippon soit peu conforme avec les canons du libre échange. Déjà naturellement protégé par des barrières culturelles, le commerce du verre au Japon serait réparti sur une base de 5/3/2 avec comme leader Asahi et suiveurs Nippon Sheet Glass (30%), Central Glass (20%)²⁷. Ces trois firmes sont propriétaires de tous les floats installés au Japon (et de la quasi totalité de ceux qui se trouvent dans "l'aire de coprosperité japonaise"); par l'intermédiaire de filiales, elles ont la main-mise sur la transformation des produits plats et surveillent de près la distribution. C'est sur ce point qu'au début des années 90 les producteurs verriers étatsuniens ont entamé une procédure devant les instances internationales chargées de veiller à la libre concurrence.

En Janvier 1992, un premier accord a été signé par le président Bush et le premier ministre Miyazawa pour "un partenariat et une action volontaire globale" à propos de quatre produits: le papier, les ordinateurs, l'automobile et le verre. Après deux années de tergiversations diverses, devant le peu d'avancement de la situation, deux verriers étatsuniens, Guardian et P.P.G., ont déposé un nouveau recours face aux pratiques commerciales déloyales japonaises. Enfin, en Décembre 1994, U.S.A. et Japon ont signé un nouvel accord dont le principe repose sur l'ouverture du marché japonais. Il est relativement consensuel puisqu'aucune mesure de rétorsion n'a été retenue à l'encontre des entreprises japonaises (surtaxes...) et qu'aucun quota d'importation n'a été fixé de part et d'autre (les européens, dans le cadre du G.A.T.T., avaient alors manifesté leurs craintes). Cette convention repose (dans le cas du verre) sur quatre dispositions:

- _ Les distributeurs et transformateurs japonais doivent accepter des produits fabriqués à l'étranger.
- _ Des statistiques précises des échanges sont désormais effectuées et publiées... par le ministère de l'industrie et du commerce extérieur japonais.
- _ Les achats à l'extérieur devront être encouragés par ce même ministère.
- _ Le ministère de la construction, dans le cadre de programmes de construction d'état, promouvra les fabrications extérieures et en particulier les verres spéciaux américains.

Cependant, à y regarder de plus près, ces accords correspondent tout à fait à des besoins de circonstance de part et d'autre de l'Océan Pacifique car ce "partenariat" profite exclusivement

A.F.A.V.

²⁷ Le conditionnel est de rigueur, car les accords illégaux sont rarement diffusés sur le Web.

aux U.S.A. et au Japon, même si les arguments utilisés étaient de portée mondiale (libre échange, accords du G.A.T.T. ...). En effet, ils sont une réponse aux difficultés profondes connues par le Japon et au besoin de renouveau exprimé par les U.S.A. en cette fin de siècle. Chacun a ainsi "poussé ses pions" dans les secteurs susceptibles de relancer la croissance et ce pour ses marchés intérieurs et extérieurs respectifs: premièrement l'affrontement conduisait les deux pays à une limitation de leurs échanges (par le biais de la surenchère douanière), ce qui était tout à fait contraire à leurs intérêts à un moment où l'Europe semblait être en voie d'améliorer la fluidité de ses échanges extérieurs. Ensuite, la situation qui s'était installée finissait par contraindre fortement le fonctionnement global des économies: si "le néolibéralisme reaganien", la dérégulation... ont été prônés comme vertu cardinale, c'est tout autant en fonction de principes que vis-à-vis des réalités. Ainsi, le marché japonais du verre (nous nous en tiendrons là, mais la démonstration vaut pour bien des secteurs, dans bien des pays: voir l'exemple célèbre d' A.T.T.) fonctionnait sur un pied tout à fait artificiel. La récession que ce pays a connue a fait prendre conscience de bien des dysfonctionnements aux transformateurs, distributeurs et autres "façadiers" au niveau des prix, voire de la qualité qui pouvait être exigée. La fermeture, le contrôle exercé par les trois firmes a artificiellement maintenu les prix intérieurs bien au-dessus de ceux du marché mondial (d'où les tentatives de la part des verriers étrangers), et ce pour une qualité identique pour les produits classiques et inférieure pour les verres spéciaux. Nous pouvons appuyer notre démonstration sur l'annonce effectuée en Septembre 1994 (après les premiers accords sans suite et avant ceux de Décembre) par Mitsubishi gros transformateur verrier (tant pour la construction que l'automobile) de recourir aux importations. Malgré ses liens étroits et traditionnels avec Asahi, cette firme a clairement affirmé que pour baisser ses propres coûts, il lui était nécessaire de recourir au marché international (en l'occurrence à Pilkington²⁸ et Guardian); ce faisant, un verrou très fort a été levé et il n'est pas étonnant que deux mois après un accord global ait pu être trouvé.

Au même moment, les U.S.A. ont aussi conduit une politique agressive vis-à-vis de l'Europe du Verre; nous ne rapporterons que très rapidement un exemple des récriminations étatsuniennes à l'encontre d'une firme, Pilkington (pour ce qui concerne les prix, les normes, les facilités d'importation, l'Europe est plutôt un "modèle" ou du moins connaît une régulation de ses marchés sur d'autres bases qui seront rapportées en partie II). Pilkington, depuis la géniale innovation de Sir Alastair Pilkington dans les années 50 (voir partie I), dispose des brevets du float glass devenu le moyen de fabriquer du verre plat. Sa politique d'accord de licence (par

²⁸ Et non P.P.G. et Guardian: était-ce là une manière de dire que l'ouverture devait être réelle et totale, c'est-à-dire tout autant américaine que britannique?... ou était-ce purement conjoncturel ? (Des accords encore plus globaux entre constructeurs automobiles japonais et européens étaient en voie d'être conclus); la réponse est certainement un peu des deux...

régions géographiques) et en fonction de choix stratégiques (que nous analyserons en partie II) a contribué à mettre en place une organisation interne à la branche que certains verriers "plus récemment" arrivés sur le marché, Guardian en particulier, ont violemment combattue. Après une plainte déposée contre elle pour pratique collusoire en vertu des lois américaines anti trust , l'entreprise Pilkington a été obligée de composer: en échange d'une plus grande diffusion de sa licence, le marché étatsunien a été ouvert plus largement aux verriers étrangers. Depuis, la tension est vive car les freins classiques à la réalisation de nouveaux floats sur les marchés extérieurs aux U.S.A. par des entreprises américaines ont été levés. On ne sait quelles en seront les conséquences réelles car, au-delà du libéralisme présenté comme but et méthode d'action, les pratiques réelles comme nous le démontrerons sont quelque peu plus régulées au sein de l'oligopole verrier. Au-delà de ces considérations d'ensemble, il est nécessaire de développer les deux éléments touchant aux facteurs directs de modification de la demande en verre plat: les orientations en matière d'investissement durable et celles relatives au marché de l'automobile.

2) Immobilisations de moyen et de long terme: les investissements en biens d'équipement et de production.

a) L'euphorie du marché de l'automobile:

A destination de la consommation finale, c'est le marché de l'automobile qui est l'indicateur le plus précis des évolutions de la demande sur le court et moyen terme, d'autant qu'il se place au second rang en volume pour les usages du verre plat. Deux marchés sont juxtaposés, la fourniture comme équipement initial aux constructeurs, le circuit de la réparation (dit "seconde monte"): dans le premier cas, la demande correspond au niveau de l'activité de la construction automobile alors que dans le second, elle est indexée sur le nombre de véhicules en utilisation et l'âge moyen du parc automobile. Sur ce point, les estimations annoncent environ 660 Millions d'unités (dans le monde) vers 1998 (avec une croissance de 2,5% par an): une baisse ou un ralentissement de la croissance donc si l'on compare à la décennie précédente qui a connu une hausse de 3% par an (582 Millions de véhicules en 1993). En fait, la situation est très contrastée selon les continents tant pour les valeurs absolues que pour les taux de croissance, et les tendances le sont également entre la décennie 83-93 et 93-2003: (voir tableau ci-joint).

Les automobiles dans le monde:						
	Nombre d'unités automobiles en circulation (en millions)			Taux d'évolution en pourcentage		
	1983	1993	2003	1983 à 2003	1983 à 1993	1993 à 2003
Europe occidentale	130	176	211	+ 60	+ 35	+ 20
Europe orientale	27	40	60	+ 120	+ 48	+ 51
Afrique, Proche et Moyen-Orient	16	26	42	+ 160	+ 59	+ 60
Asie, Océanie	61	98	153	+ 150	+ 61	+ 55
Amérique du Nord	176	212	247	+ 40	+ 20	+ 15
Amérique Latine	23	28	39	+ 70	+ 23	+ 37
Monde entier	434	582	753	+ 173	+ 134	+ 129

Source: O.N.U. (Statistical Yearbook)

A l'évidence, sur la longue période, s'opposent les régions du monde où les taux de croissance sont à deux chiffres: pays développés déjà équipés et ceux qui sont à trois chiffres: pays en voie de développement. Pour les perspectives à venir, alors que pour les premiers, y compris pour l'Asie (dans laquelle le Japon représente 48% du total pour 2003), la croissance sera plus faible dans la décennie 93-2003 qu'elle ne l'a été dans la décennie précédente, les forts taux se maintiennent pour les régions du monde en développement.

La construction automobile suit une autre logique en matière de répartition spatiale (pour l'instant encore) puisqu'il s'agit toujours d'une spécialité de pays riches ou de quelques pays en développement, le monde étant animé par d'intenses courants d'échanges: selon le tableau ci-joint environ 85% des véhicules étaient produits en 1993 dans trois zones (selon les mêmes proportions, soit environ 13 à 15% de la production globale) l'Amérique du Nord, L'Europe de l'Ouest et le Japon avec son "satellite" Sud-Coréen.

Production annuelle d'automobiles en millions d'unités:			
	1983	1993	2003
Europe Occidentale	13,2	13,2	19,1
Europe Orientale	2,4	2	3,6
dont ex-U.R.S.S.	1,5	1,3	2,3
Afrique - Proche et Moyen Orient	0,7	0,9	1,4
Asie - Océanie	12,2	15,3	24,1
dont Chine	0,15	0,5	2,7
Japon	11	11,1	14,4
Corée du Sud	0,2	1,9	3,6
Amérique du Nord	11	13,7	18
Amérique Latine	1,1	1,8	2,9
dont Brésil	0,8	1,3	2
Monde entier	40	47	69

Source: O.N.U. (Statistical Yearbook)

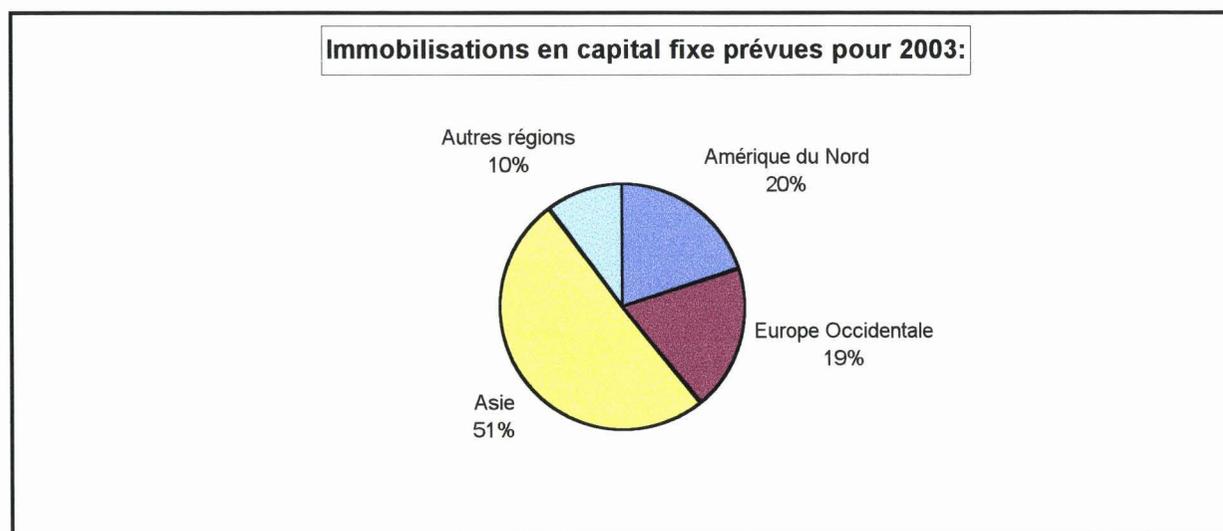
Le marché de l'automobile a connu une formidable expansion (+ 4,2% par an) dont ont été bénéficiaires les trois zones présentées ci-dessus, grâce à une augmentation globale de l'utilisation de l'automobile et ce malgré la morosité de la situation économique. Cependant, l'avenir semble appartenir plutôt aux états émergents d'Asie, d'Amérique Latine, voire d'Afrique. Quelques pays en particulier connaîtront, grâce à l'économie en expansion, un accroissement notable de leur classe moyenne et donc de leur marché automobile: il s'agit de la Corée du Sud, de Taïwan, de la Chine, de l'Indonésie, de la Malaisie et de la Thaïlande en Asie, mais également du marché américain avec l'Argentine, le Brésil, le Chili et le Venezuela. Pour les pays développés, le marché de renouvellement sera accentué par la multiplication de nouveaux produits comme les monospaces aux importantes surfaces vitrées (pour tous les véhicules modernes la tendance est à l'accroissement de celle-ci et à l'utilisation de produits beaucoup plus sophistiqués: teintes, traitements de surface, intégration d'antenne...).

b) Les prévisions en matière de capital fixe:

Immobilisations en capital fixe (en milliards de dollars)	1993	2003
Europe Occidentale	1332	1876
Asie	2694	4933
Amérique du Nord	1282	1938
Autres régions	662	998
Ensemble du Monde	5970	9745

Source: O.N.U. (Statistical Yearbook)

A côté des tendances du marché de l'automobile, un bon indicateur en matière de prévision pour le verre plat est le taux de croissance de l'investissement dans la construction, les dépenses pour la production de biens d'équipements durables. Actuellement le taux de croissance moyen des immobilisations est de 5,4% par an dans le monde; cependant ce chiffre ne doit pas faire illusion car il est pour l'essentiel dû à deux phénomènes: les privatisations liées aux choix économiques des pays industrialisés et les investissements massifs en infrastructures dans les pays d'Asie en forte croissance. Néanmoins, il semble que les tendances perçues à propos de l'automobile se confirment: c'est en Asie que l'on investit et investira le plus au début du 21^{ème} siècle: pour un montant total des immobilisations de 5970 Milliards de dollars en 1993, 1282 Milliards ont été enregistrés en Amérique du Nord, 1332 Milliards en Europe Occidentale et 2694 Milliards en Asie. Les projections pour 2003 tablent sur un total de 9745 Milliards de dollars dont 1938 Milliards pour l'Amérique du Nord; 1876 Milliards pour l'Europe Occidentale et 4933 Milliards pour l'Asie: si le 19^{ème} siècle a été celui des verriers européens, le 20^{ème} siècle celui des américains, le 21^{ème} siècle sera certainement "asiatique", quoique les multinationales du verre plat contrôlent encore bien la situation comme nous le verrons par l'intermédiaire de *joint venture*...



3) Les réglementations sur la pollution

En première approche, les réglementations en matière de réduction de la pollution peuvent être abordées de deux manières antinomiques selon que les préoccupations aillent vers des soucis environnementaux ou des perspectives comptables: rendre les règles de fonctionnement de l'industrie plus draconiennes permet d'espérer une vie plus saine mais a pour effet de renchérir les produits en augmentant les coûts de production. Si l'on s'en tenait à ce type d'analyse, l'industrie verrière risquerait de connaître des changements profonds pour la décennie à venir: les surcoûts généreraient une tendance à la relocalisation vers des espaces moins protégés comme cela a pu être le cas pour l'industrie de l'aluminium par exemple. Mais justement en prenant cet exemple, on sait l'impact des autres données sur les choix de situation d'installation et l'usine Péchiney de Dunkerque témoigne, comme d'autres sites dans le monde développé, que des déterminants très divers peuvent inciter une multinationale à revenir dans les régions industrialisées du vieux monde. Il semble donc que pour la production verrière les dés ne soient pas encore jetés, d'autant que l'image du verre "produit propre" a conduit les industriels à intégrer une approche "environnementale" dans leur démarche de recherche et de développement. En prenant quelques libertés avec notre plan, nous présenterons au niveau mondial l'état de la question et en préciserons quelques éléments par des exemples français (replacés dans le cadre juridique de l'Union Européenne). Il nous semble en effet que le thème de la pollution doit être traité à l'échelon du *géosystème*²⁹ quant à ses effets "environnementaux" (quitte à préciser par quelques études de cas son contenu réel) mais surtout que, compte tenu de l'internationalisation des législations, ses effets "économiques" sont à considérer selon une perspective globale à la branche³⁰.

a) Les rejets de l'industrie verrière:

L'activité verrière génère des déchets solides, liquides et gazeux de nature très diverse que la nomenclature répertorie de façon plus analytique qu'en relation avec leur réel degré de toxicité (à la fois parce que les contrôles en sont encore peu développés et parce que les études d'impact sont assez imprécises). Trois modes de pollution principaux sont séparés: les émissions atmosphériques de gaz carbonique, d'oxydes de soufre, d'oxydes d'azote, mais aussi de chlore et de nombreux autres oxydes métalliques; les rejets liquides et les déchets solides. La liste des

²⁹ Bertrand G.: "La nature en géographie, un paradigme d'interface". Géodoc, U.F.R. Toulouse Le Mirail, 1991. Voir aussi Bertrand G. et C. : "La géographie et les sciences de la nature". Encyclopédie de la Géographie. Economica, 1992.

polluants issus de la fusion, de la transformation ou du fonctionnement des matériels est très longue: amiante, antimoine, arsenic, chrome, cobalt, nickel, plomb, sélénium se retrouvent aussi bien dans les airs ou dans les eaux que dans le sol sous des formes diverses³¹...

Le premier constat qui peut être effectué sur la législation et donc à propos de la mesure, du contrôle et du traitement (abouti ou partiel) de la pollution, est l'extrême variabilité des cas d'espèce selon les régions du monde. Néanmoins, depuis le dernier quart de siècle, on assiste à une convergence des points de vue sur la base des conclusions des grandes conférences (comme celle de Rio³²) qui amènent une "normalisation" des réglementations: pour l'avenir, la séparation se fera entre ceux qui appliqueront une législation relativement consensuelle et ceux qui lui tourneront le dos. En vertu de ce qui précède, certains pays connaîtront encore longtemps les effets de la pollution liée à des processus de fabrication archaïques, mais compte tenu des efforts menés par les industriels dans les régions sous contrôle (le monde développé), le facteur économique sera de moins en moins discriminant. En effet, les expériences menées en Europe sur ce point (nous y reviendrons plus bas) rapprochent de plus en plus les coûts de production des "procédés propres" de ceux des méthodes traditionnelles.

Les réglementations existantes mettent l'accent pour l'essentiel sur les émissions de fumée des fours de fusion. Dès lors, ce sont les oxydes d'azote, les oxydes de soufre et le gaz carbonique que l'on cherche actuellement à réduire, essentiellement par l'introduction de "nouveaux" mélanges pour assurer la fusion en remplacement de l'association fuel-air et (ou) par l'utilisation massive de combustibles à basse teneur en soufre. La législation américaine, par exemple, repose sur les *Clean Air Act Amendments* de 1990 qui visent les effluents gazeux dangereux et prévoient une articulation en deux étapes successives: les principaux pollueurs³³ doivent mettre en œuvre des technologies de contrôle de la pollution c'est-à-dire, en pratique, des filtres (Programme

³⁰ Nous séparons les effets "environnementaux", des effets "économiques" pour des raisons de commodité et dans un souci de positionnement vis-à-vis du point de vue de l'entrepreneur. Les réflexions sur le "développement durable" ont amplement démontré le caractère artificiel d'une telle conception...

³¹ Les rejets effectués librement depuis l'origine de la mise en œuvre de l'industrie furent stockés dans des crassiers, (à proximité même des usines, se trouvent aujourd'hui encore des espaces très "suspects" que nous avons eu le loisir de parcourir). Il furent et sont encore rejetés dans les eaux des rivières et des canaux (considérés comme moyen de transport ou pourvoyeur en eau, matière première, dans les tables de facteur de localisation) ceux-ci doivent être aussi envisagés selon cette fonction... Enfin, les cheminées ont émis et émettent encore avec les gaz de combustion des carburants et comburants, de nombreux éléments chimiques issus de la formidable réaction qui s'opère à l'intérieur d'un four à partir des composants nécessaires à l'élaboration du verre.

³² "Deuxième Conférence des Nations-Unies sur l'Environnement et le Développement" (Juin 1992); elle faisait suite à la Conférence de Stockholm de 1972 (prolongement du Rapport du Club de Rome, lui-même mis en place en Avril 1968, et dont les conclusions ont été publiées en Mars 1972).

³³ Depuis 1990, les "gros" pollueurs aux U.S.A. se scindent en deux catégories: ceux qui émettent plus de 10 t/an d'un seul agent polluant et ceux qui émettent plus de 25 t/an de plusieurs polluants. Donc, à la différence de l'Europe (avant 1993), toutes les sources de pollution étaient visées depuis la trémie de mélange des composants jusqu'aux zones de transformation des produits (recuit, argenture) en passant par les dispositifs de cueillage ou les feeders. (Pour les termes techniques et les procédés se reporter à la partie I).

M.A.C.T.: Maximum Achievable Pollution Control Technologies). Secondairement, les entreprises doivent passer à une logique de "prévention amont" par la mise en œuvre de procédés moins polluants (Programme B.A.C.T.: Best Available Pollution Control Technology).

En Europe, avant les directives récentes, chaque pays disposait d'une législation particulière; l'Allemagne étant un modèle pour la rigueur de ses lois (les plus sérieuses du monde dans ce domaine), tous les grands verriers européens qui y sont installés semblent bien préparés aux échéances à venir. Par contre, depuis le début de 1993³⁴ sont appliquées à la verrerie européenne des directives beaucoup plus strictes et identiques partout vis-à-vis de l'ensemble des polluants, tout en intégrant les spécificités du secteur, en particulier les étapes nécessaires à la transformation de l'outil. Chaque pays a pris ensuite des arrêtés d'application (en France, deux: 1^{er} Mars et 14 Mai 1993) qui fixent des seuils en matière de flux spécifiques, de concentration, de méthode d'observation.

*Concernant les poussières, la plupart des fours français devront être équipés d'installations de dépoussiérage dans une échéance assez rapide (celles-ci étant techniquement simples à mettre en œuvre et relativement peu coûteuses car déjà beaucoup utilisées dans d'autres secteurs).

Arrêté du 14 Mai 1993: les émissions de poussières.			
	Flux spécifique (en kg/tv)	Concentration (en mg/Nm ³)	Surveillance continue
Cas Général	0,2	50	F>25kg/h gravimétrie
Verres spéciaux	0,35	50	5<F<25kg/h opacimétrie

Niveaux moyens d'émission observés:		
	Flux spécifique (en kg/tv)	Concentration (en mg/Nm ³)
Cas Général et verres spéciaux	0,15 à 2,1	80 à 400

* Pour les oxydes de soufre, le législateur a fixé des normes qui obéissent à une modulation correspondant aux contraintes imposées aux verriers par les procédés et les sources d'énergie qu'ils utilisent. Par exemple, les valeurs retenues pour les flux spécifiques d'oxydes de soufre s'étalent de 0,5 à 3,6 kg (d'oxyde de soufre/tonne de verre) selon que le four soit chauffé à

³⁴ Sources utilisées: Colloque G.D.F. du 25 Avril 1995 (Lyon-Villeurbanne) "Le Gaz dans l'industrie verrière" au cours duquel une dizaine de communications ont porté sur la réduction de la pollution et sur l'utilisation d'autres sources d'énergie (que le fuel) et d'autres systèmes de fusion. Une partie des textes a été reproduite dans "Verre", Mai/Juin 1993, Publication de l'Institut Prover, Versailles.

l'électricité ou au fuel. Le but de l'arrêté est à la fois de ne pas placer les industriels devant des exigences impossibles à résoudre tout en les incitant à changer leurs méthodes de fabrication.

Arrêté du 14 Mai 1993: les émissions d'oxydes de soufre.		
	Flux spécifique (en kg/tv)	Concentration (en mg/Nm ³ d'équivalent SO ₂)
Verres non oxydés		
Gaz	1	500
Fuel	3	1500
Verres oxydés aux sulfates		
Gaz	1,5	750
Fuel	3,6	1800
Electricité	0,5	250

Niveaux moyens d'émission observés:		
Verres non oxydés et verres oxydés aux sulfates		
	Flux spécifique (en kg/tv)	Concentration (en mg/Nm ³ d'équivalent SO ₂)
Gaz	0,65 à 2,1	190 à 750
Fuel	5 à 11	2400 à 3500
Electricité	<0,5	<250

Le secteur verrier français est sur ce plan un peu en retard ou plutôt moins bien orienté: aux U.S.A., en Allemagne, le gaz naturel domine le marché énergétique pour la fusion du verre alors qu'en France la situation est inversée (35% de part de marché au gaz naturel pour 60% de fuel à haute teneur en soufre). Les transformations à venir consisteront à utiliser des combustibles moins soufrés (en remplacement du fuel lourd) ou par la mise en place de désulfuration de fumées.

* Pour les oxydes d'azote, la législation est encore plus complexe puisque pas moins de 14 classes de normes ont été définies en tenant compte des contraintes de procédé, des types de four, de l'énergie utilisée, des types de verre... Les valeurs retenues (1 à 8 kg de rejet/tonne de verre) sont assez ambitieuses compte tenu des émissions actuelles (jusqu'à 11 kg pour la fusion au fuel de verres oxydés au sulfate). En fait, elles ont été conçues pour obliger les industriels à adopter des "mesures primaires" plus saines, c'est-à-dire à opter pour des procédés (au sens large) tout à fait moins polluants: le but affiché est d'atteindre 1 kg/t de verre...

Arrêté du 14 Mai 1993: les émissions d'oxydes d'azote.			
Fours	Combustible	Flux spécifique (en kg/tv)	Concentration (en mg/Nm ³)
A boucle	Gaz	3	1500
	Liquide	2,6	1300
Transversaux	Gaz	4	2000
	Liquide	3	1500
UM et à pots	Gaz	2,7	900
	Liquide	2,1	700
Electrique	Electricité	1	500

Niveaux moyens d'émission observés:			
Fours	Combustible	Flux spécifique (en kg/tv)	Concentration (en mg/Nm ³)
A boucle	Gaz	4,2	2000
	Liquide	3	1550
Transversaux	Gaz	9,1	2550
	Liquide	3,9	1650
UM et à pots	Gaz	1,3	600
	Liquide	2	650
Electrique	Electricité	<1	<500

* Pour les autres polluants, l'approche est assez voisine avec cependant pour différence majeure que nombre d'entre eux sont générés par les producteurs de "verres spéciaux" qui constituent donc une catégorie "à part" au sein de la profession. Les composés du Chlore, du Fluor et de l'Ammoniac sont donc surveillés ainsi que les métaux selon une norme générale pour les productions de verre plat ou verre creux classiques. Par contre, la fabrication de Cristal au Plomb, de verres spéciaux a exigé des contrôles spécifiques (chaque métal est ainsi isolé) de même qu'une attention précise aux procédés de transformation (les postes de travail à froid pour le cristal nécessitent une utilisation d'acide fluorhydrique, par exemple).

Arrêté du 14 Mai 1993: les émissions de métaux.		
Verres spéciaux et cristal au plomb		
Polluants	Flux spécifique (en kg/tv)	Concentration (en mg/Nm ³)
Antimoine	21	3
Arsenic	Gazeux	35
	Particulaire	7
Cadmium	1,4	0,2
Chrome total	35	5
Chrome VI	7	1
Cobalt	7	1
Nickel	7	1
Plomb	35	5
Sélénium	7	1
Vanadium	35	5

b) Coûts d'intervention et conséquences probables:

A partir des travaux réalisés au sein des bureaux d'étude des industriels du verre et des industriels de l'énergie, quelques prospectives peuvent être tracées sur le thème des moyens de réalisation de la fusion dans ce nouveau cadre institutionnel³⁵.

Les techniques d'élimination ou plutôt de diminution des émissions polluantes ont un coût, c'est en fonction de celui-ci qu'à court et moyen terme les options seront effectuées en direction de tel ou tel système. Nous verrons que si deux niveaux théoriques sont souvent séparés, l'amont d'un côté, et l'aval de l'autre (c'est-à-dire l'utilisation de produits et de procédés "propres" et le traitement des effluents dégagés), dans la réalité les décisions à venir reposent sur un tout qui intègre l'ensemble de ces paramètres. A très court terme il est plus facile de filtrer les rejets que de transformer totalement un outil de production; mais à moyen terme les procédés de filtration étant assez onéreux et surtout ne diminuant pas la quantité des effluents à éliminer en phase finale, la mise en œuvre de nouveaux procédés toujours associée à une filtration aval peut être plus intéressante...

Que coûte la diminution de la teneur des rejets en soufre? Trois techniques de désulfuration (lavage, atomisation et absorption à sec) existent actuellement, leur coût d'investissement est très différent (pour un four de 600 t/j de tirée): lavage 40 Millions de francs (1994), atomisation 35 millions de francs, absorption à sec 4 à 5 millions de francs. Le choix est difficile: si le lavage est très lourd sur le plan de l'installation, il consomme très peu de réactif et

³⁵ Source: Crémailh Th. (Bossard Consultants): "Impact sur la fusion du verre des réglementations sur les émissions polluantes. Sox, Nox, poussières". Cité dans "Verre", Mai Juin 1995.

génère moins de déchets. Par contre, les débits de fumée étant moyens pour le verre technique ou le verre creux en relation avec des tirées de four inférieures à 400 t/j, l'absorption à sec semble plus adaptée... Au-delà, il faut traiter les déchets concentrés: le coût de traitement est plus qu'approximatif puisqu'il dépend de la manière dont ils sont transformés et donc en pratique de la réglementation: la fourchette va de 275 francs la tonne (en décharge contrôlée de type 2) à 1500 francs la tonne (en décharge contrôlée de type 1, avec un véritable travail de transformation et de sécurisation...). Donc moins la quantité finale de déchet est abondante, plus le coût de désulfuration sera bas; ainsi, selon que le verrier emploiera du fuel à basse teneur en soufre ou du fuel lourd moins bien raffiné, les coûts finaux de désulfuration s'étageront pour le verre creux de 15 francs la tonne (de verre produit) à 25 francs la tonne³⁶. Compte tenu de ce qui a été signalé plus haut, l'alternative actuelle fuel lourd/gaz naturel (et toutes ses variantes) devrait très vite céder la place, en France, à une alternative fuel à basse teneur en soufre/gaz naturel (la situation, rappelons-le, est très différente en matière de coût des différentes énergies selon les pays).

Que coûte la diminution de la teneur des rejets en oxydes d'azote? Il faut tout d'abord préciser que quelle que soit l'énergie utilisée, la fusion dégage des oxydes d'azote en quantité comparable, donc la question d'un éventuel changement de source d'énergie ne se pose pas. Par contre, selon le procédé de fusion ou de traitement, il sera nécessaire d'employer de l'énergie en supplément (en l'occurrence semble-t-il plutôt du gaz naturel). Trois méthodes coexistent au plan semi-expérimental, elles reposent toutes sur la mise en œuvre de techniques "primaires"³⁷ destinées à diminuer la formation des oxydes d'azote: elles permettent d'abaisser les émissions à 1300 mg de Nox/m³ de fumées pour le verre plat et à 1000 mg pour le verre creux; la norme à atteindre étant de 500 mg/m³. Les trois méthodes diffèrent fortement tant par la technologie, la solidité et l'efficacité des résultats que par leur coût: le moins cher et le moins efficace (50% de réduction des Nox et 15 à 20 francs par tonne de verre pour un four de verre creux de 300 t/j) est le S.N.C.R. (Selection Non Catalytic Reduction) par injection d'ammoniac ou d'urée dans des fumées à haute température. Sa mise en œuvre est difficile même si son coût d'exploitation est faible. Le plus cher et le plus sûr (80% à 100% de réduction des Nox et 30 à 40 francs par tonne de verre plat) est le S.C.R. (Selective Catalytic Reduction), il s'agit toujours d'injecter de l'ammoniac mais dans des fumées à 400° et donc selon un procédé catalytique. Une inconnue de taille demeure: la tenue dans le temps de l'efficacité du catalyseur (tout comme pour les automobiles)... La voie médiane (50 à 70% de réduction pour 15 à 25 francs par tonne pour le

³⁶ Utiliser du fuel à basse teneur en soufre permet de "réinjecter" les déchets de désulfuration dans le four de fusion, dès lors le coût de traitement des résidus est nul puisqu'il n'en reste pas.

³⁷ Ces technologies-amont sont variées, elles consistent à améliorer la combustion par l'utilisation de brûleurs spéciaux, l'emploi d'une recirculation des fumées...

verre plat) est représentée par le G.R. (Gaz Reburning) qui consiste, par injection de gaz naturel dans les fumées, à brûler les Nox. Cette dernière solution en usage dans les usines d'incinération des ordures ménagères sera peut-être utilisée demain chez les verriers.

A la fois moyen de réduire les Nox et d'abaisser la consommation d'énergie, voire de réduire les investissements, l'oxycombustion est selon l'Air Liquide³⁸ la panacée... Actuellement, un peu plus de 100 fours dans le monde en sont équipés, surtout pour le verre technique; c'est-à-dire des verres nécessitant de fortes températures pour la fusion en liaison avec le type de composants utilisés et des fours de petite taille. Pour ce qui concerne la taille des fours, on peut citer par exemple Holophane réalisant dans l'Eure des verres pour les équipementiers de l'automobile (Valéo, Bosch...), et qui dispose de trois fours de 70 tonnes, 50 tonnes et 20 tonnes de tirée journalière (à comparer aux 500 à 800 tonnes/jour pour un four de verre plat). P.P.G. et Saint-Gobain possèdent quelques fours à oxycombustion pour les fibres, B.S.N pour le verre creux mais c'est Corning pour ses verres spéciaux (exemple: Pyrex) qui est le verrier le mieux équipé au monde dans ce domaine avec 50 fours. Le four à oxygène ne nécessite pas de régénérateur (voir partie I): il est plus économique; les économies de combustible qu'il procure vont de 2 à 5% pour le verre plat jusqu'à 45% pour le verre technique. Par contre, son utilisation est fonction du prix de l'oxygène liquide, selon les spécialistes, au-dessous de 30 centimes pour un m³ le système serait rentable dans le verre creux (valeur 1996). Les équipements à venir seront diversement diffusés dans le monde; aux U.S.A., aux Pays-Bas, des fours de grande taille fonctionnent actuellement à l'oxycombustion, en France et en Allemagne, la question est en suspens. Il en est de même pour le combustible qui lui sera associé puisque gaz et fuel ont chacun une répartition spatiale particulière (voir plus haut).

L'exemple français est révélateur de l'évolution à venir dans tous les pays du monde développé, Etats-Unis y compris; même si la législation à l'échelon fédéral est plus souple qu'en Europe, les divers règlements "locaux", spécifiques à chaque état, ont pour effet de durcir les contrôles et de rapprocher les procédures de celles connues en Europe. Dans les dix ans à dater de Mars 1993, échéance maximale en France, toutes les installations seront mises en conformité; durant cette période, des bilans annuels, des opérations de suivi réalisées en partenariat avec les industriels entretiendront la dynamique lancée en cette fin de siècle. La question de la réglementation et de l'établissement des normes en matière de pollution comme ailleurs est toujours très complexe car les catégories d'acteurs concernés sont multiples et leurs intérêts contradictoires. Les pouvoirs publics (à quelque échelon que ce soit) sont pressés par l'opinion: il faut agir vite et fort; à l'inverse les industriels et leurs divers lobbies sis à Bruxelles (A.P.F.E.,

C.P.I.V., F.E.V.E., G.E.P.V.)³⁹ poussent à l'établissement de moratoires... Si l'on rencontre diverses "familles" d'intervenants autour de la filière (industriels du verre, fabricants de four, fournisseurs en énergie, en matières premières...), chaque groupe est composé de quelques très grandes entreprises (le jeu oligopolistique et ses règles seront étudiés en partie II), la pression est donc très forte pour que la loi évolue peu... Les contraintes sont importantes, les surcoûts sérieux mais il semble que l'approche "technico-économique" de la question des rejets choisie par les "institutions" et les verriers soit à la source d'une nouvelle démarche industrielle globale qui n'influencera pas radicalement les localisations: car la technologie peut compenser les surcoûts générés par la réglementation.

³⁸ Bruchet P., Lepoutre E.: "Conversion des fours de verrerie à la fusion oxygène". (Air Liquide), Ibidem.

³⁹ Association des Producteurs de Fibre de Verre de l'Union Européenne, Comité Permanent des Industries du Verre dans l'Union Européenne, Fédération Européenne du Verre d'Emballage, Groupement Européen des Producteurs de Verre plat.

II Les enjeux de l'industrie du verre à l'échelon national:

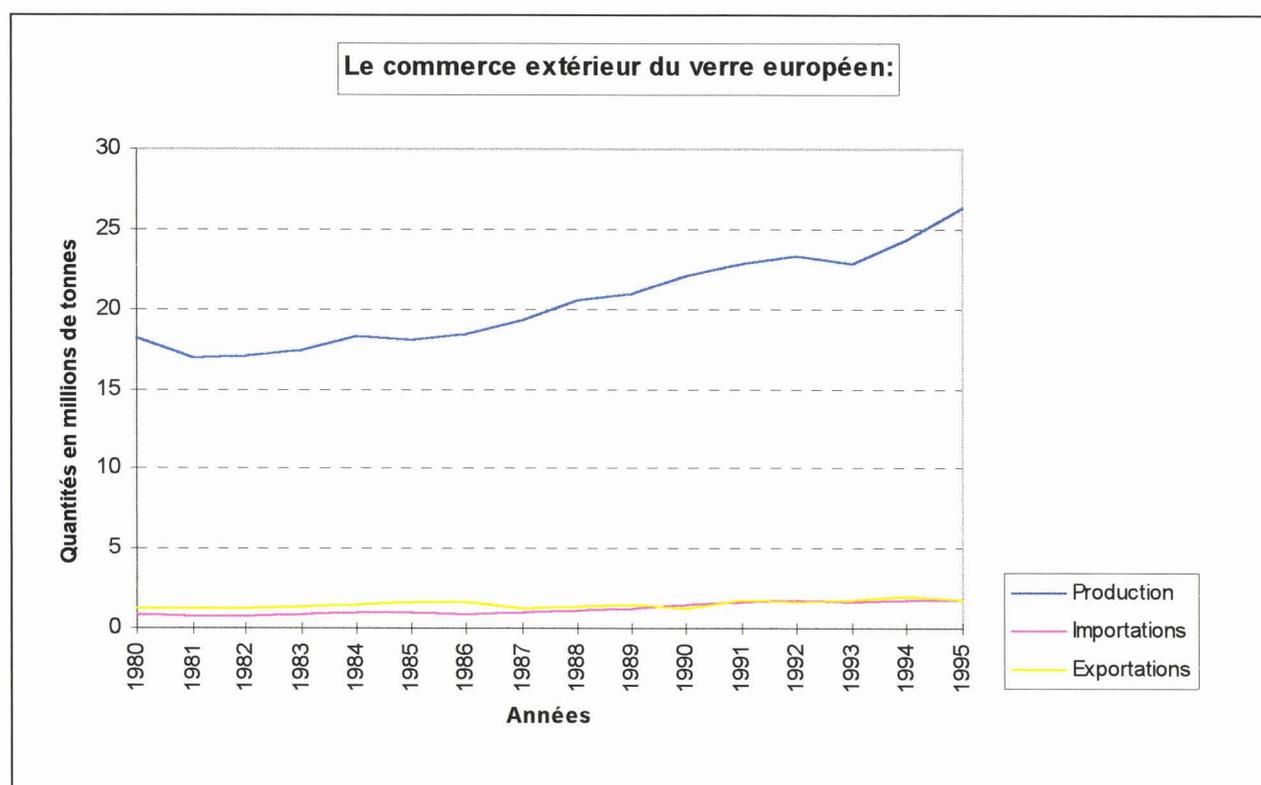
A - La France dans l'Europe, premier continent verrier:

L'échelon européen offre un cadre d'analyse intéressant pour l'industrie française du verre, à la fois par son *caractère de proximité* (nous verrons que pour cette activité, comme pour les autres, les échanges sont préférentiellement effectués au sein de l'Union Européenne) et en tant que *champ d'intervention privilégié des acteurs hexagonaux* du secteur (si l'Allemagne est le premier "site" de production, les groupes français ont une position hégémonique pour l'ensemble du continent dans le verre creux et Saint-Gobain demeure l'entreprise de référence en Europe continentale pour le verre plat).

Quelques chiffres⁴⁰ permettent d'évaluer rapidement la puissance européenne: avec une production totale de 22,9 millions de tonnes en 1993, soit 21,1 milliards d'écus, le vieux continent passe largement devant les U.S.A. (15,5 milliards d'écus) et le Japon (14,2 milliards d'écus); on doit cependant rapporter ce bilan à une évolution sur le moyen terme (1984-1993): U.S.A., -12%; Japon, +62%; Europe, +71%. La base de référence étant en 1984 l'Europe des Dix, la progression est artificiellement majorée par l'entrée de l'Espagne et du Portugal dans la Communauté en 1986; à nombre d'habitants identique entre les deux périodes, c'est le Japon qui a connu le dynamisme le plus fort de 1984 à 1993. Si l'on se remémore les taux de croissance du verre plat à l'échelon mondial qui avoisinaient les 5% par an, on est en Europe nettement en-dessous: 2,1% par an en moyenne pour la production et 2,7% par an en moyenne pour la consommation, toujours pour la période 1984-1993. En fait ce taux, médiocre mais positif, cache une évolution très hachée: en 1993, consommation et production ont été inférieures à celles de l'année précédente, tandis que depuis 1994, la hausse est au moins de 4,5% par an. Les moments de plus forte consommation ont, en outre, plus profité aux importations qu'à la production intra-communautaire: en 1984, le volume des importations représentait 5,7% du verre produit par la Communauté Européenne tandis qu'elles se montaient à 6,5% en 1995. Cette détérioration, peu dramatique, du bilan est la rançon de la forte consommation européenne mais aussi une conséquence de la conjoncture (au plus fort de la crise en 1992, les importations ont atteint 6,7% du volume tout en restant

⁴⁰ Les sources statistiques de cette section émanent des publications du C.P.I.V. (Comité Permanent des Industries du Verre de l'Union Européenne), des travaux effectués pour les diverses administrations européennes (en particulier les "études Nace" 247, Verre). Différents articles ont été mis à contribution dont: "Overview of EC Glass Industry Performance" Revue Glass Août 1993. "The Glass Industry In Europe" J.L. Barton et A. Merlin Ceram.Eng.Proc 14 (3-4) 1993; ainsi que les bilans publiés chaque année dans la revue "L'Industrie Céramique".

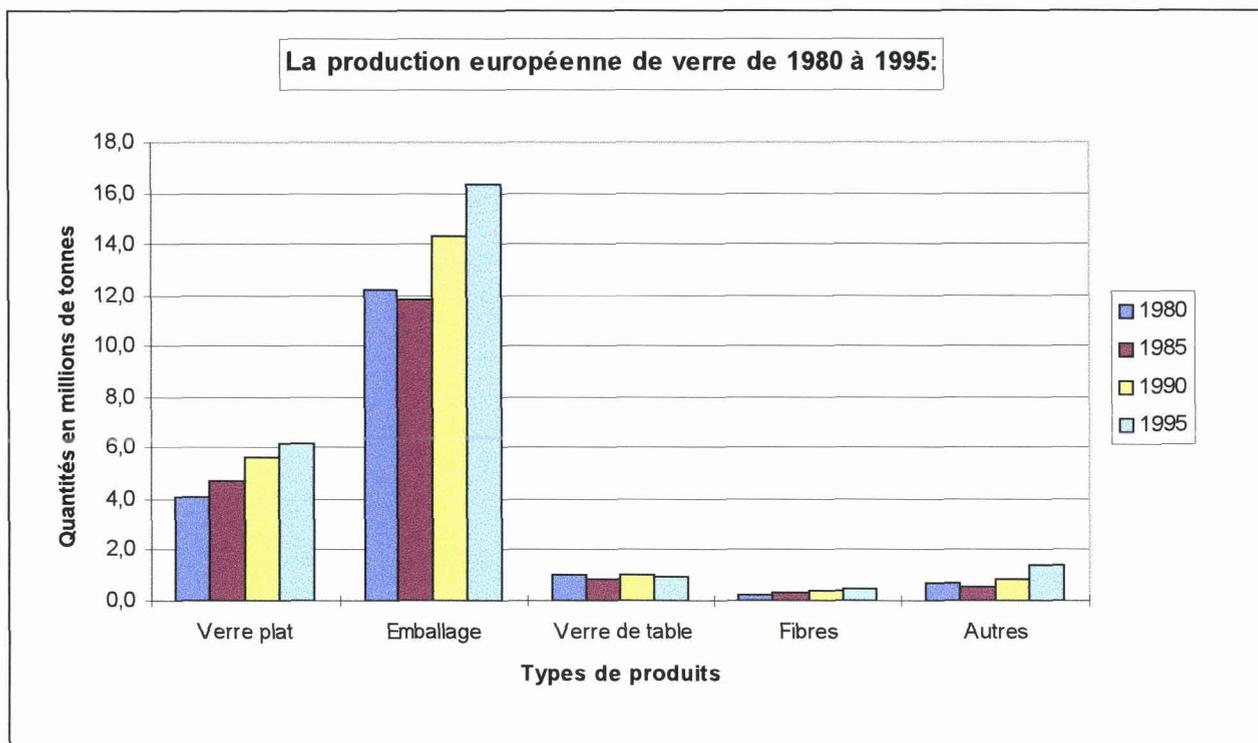
inférieures de 46,5% aux exportations en valeur⁴¹); les relations nouvelles avec l'Europe Orientale ont favorisé les exportations, depuis ces pays, de produits aux prix plus faibles que ceux pratiqués en Occident mais surtout à basse valeur ajoutée. Ainsi, plus de 50% de la totalité des importations de l'Union Européenne sont, depuis le milieu de la décennie, issues de Pologne, de la République Tchèque, dans une moindre mesure de la Slovaquie, de la Hongrie, de l'ex-Yougoslavie ou de la Turquie (cela nous permet de mieux comprendre les mouvements à l'échelon mondial présentés plus haut). Nous pouvons rapporter encore un ratio significatif: en 1984, la couverture des importations par les exportations était de 69%, en 1995 de 2% !, après être passée par un déficit de 11% en 1990. Les prévisions tablent sur une reprise liée à l'élargissement du marché et à des perspectives plus encourageantes, qui inciteront les verriers européens à des investissements destinés à des augmentations de capacité dans l'Union Européenne après une fin de décennie 80 assez morose; tous les européens de l'Ouest pensent toucher bientôt les dividendes de l'ouverture à l'Est...



⁴¹ 1992: Importations: 6,7% de la production en volume, pour un montant de 1,7 milliards d'écus; Exportations: 6,2% en volume et 2,6 milliards d'écus en valeur.

1) Des marchés aux identités fortes:

Pour faire un bilan précis du marché verrier intra et extra-communautaire, il est nécessaire de distinguer les cinq sous-secteurs qui le composent:



a) Le verre d'emballage: (connu aussi sous l'expression verre creux) représente 65% de la production verrière globale, il est consacré aux emballages alimentaires et non-alimentaires mais son évolution est très liée à celle du marché des comestibles (produits laitiers, aliments pour bébés...) et des boissons. Respectivement sur la décennie 90, les tonnages de verre creux se répartissent en Europe selon les pourcentages suivants: 77% pour les boissons, 18% pour de la nourriture et 5% pour des produits cosmétiques et pharmaceutiques. Il s'agit donc d'un secteur très concurrencé par les autres matériaux (plastiques, métaux, cartons...). On sait le rôle essentiel de l'emballage dans la vente qui fait aujourd'hui passer au second plan la "fonction contenant", après "la fonction marketing": aussi a-t-on assisté à une vive concurrence entre les matériaux tout au long des décennies 80 et 90. En moyenne pour les années 90, le papier carton est le plus utilisé (30% des ventes), viennent ensuite le plastique 25%, le verre 14%, le métal 14%, le bois 8%. Bois et carton ne sont pas en concurrence directe avec le verre (sauf pour les cartons destinés aux semi-liquides ou liquides comme les boîtes de lait...); par contre, le plastique est un challenger très menaçant qui a crû de 6% par an en moyenne tandis que le verre semble stagner avec 2% par an (nous verrons que sur ce point aussi, les pays européens s'opposent par leurs habitudes culturelles...).

L'interprétation des statistiques doit être effectuée avec prudence, données en tonnage elles n'expriment que très mal la réalité: en 20 ans le poids d'une bouteille, d'un pot de yaourt en verre a diminué de moitié; exprimées en valeur, verre et plastique sont à égalité (tant en valeur absolue qu'en tendance d'évolution). Et en fait les producteurs de verre semblent, sur le moyen terme, être gagnants pour les marchés de l'alimentaire: ils ont réduit le poids, supprimé la consigne, gagné une image "écologique" en valorisant le recyclage et surtout très bien maintenu la perception de propreté, de conservation optimale de l'emballage verrier. Sur ce point, les mesures prises depuis une dizaine d'années dans l'Union Européenne en matière d'environnement et surtout de recyclage des emballages (notamment la directive 85-339) favorisent le verre, d'autant que tous les industriels sont depuis toujours partenaires du système de collecte (nous verrons pourquoi dans la partie I). L'évolution sur la période 1980-1995 est en moyenne identique pour le verre plat et le verre d'emballage, soit 2,5% par an; par contre si la régularité est l'apanage du verre plat, les évolutions du verre creux sont assez chaotiques (en 1993 par exemple, avec 14,9 millions de tonnes, on assistait à une diminution de 3% par rapport au maximum de 1991). Les facteurs premiers en sont les fluctuations de la demande (dépression du début des années 90); mais il semble que d'autres spécificités de ce sous-secteur aient été à la source de fortes tensions en cette fin de siècle.

Deux logiques se sont opposées, d'un côté le facteur prix de revient de la main-d'œuvre (plus élevé dans le verre creux que dans le verre plat) a pu générer des mouvements depuis des pays à plus bas coût; de l'autre, la géographie traditionnellement dispersée de la production semble avoir limité les velléités de relocalisation (les efforts constants de modernisation et de satisfaction des besoins de la clientèle font de la bouteille européenne un produit de qualité bien supérieure à celle des concurrents pour un prix assez voisin)⁴². Il existe 130 usines de verre creux pour l'Union Européenne actuellement, cette faible concentration est liée, en première analyse, au morcellement de la consommation (vignobles, agglomérations,...): déplacer des bouteilles vides est peu rentable d'où l'effort de rapprocher offre et demande (mais d'autres raisons de nature concurrentielle existent aussi). A l'inverse, les coûts de main-d'œuvre sont pour des raisons techniques plus élevés dans le verre creux que dans le verre plat au stade de la production élémentaire (transformation non comprise); en France en 1995 pour une production de 3,6 millions de tonnes soit 70% du volume total, le verre creux employait 60% des verriers tandis que

⁴² Nous verrons plus loin que les vigneronns n'emballent plus leurs productions dans n'importe quel contenant et que cette attente est très bien comprise par les verriers. Un des derniers produits de B.S.N. s'appelle "la sommelière"; en voici la présentation commerciale: "Avec la gamme des Sommelières, B.S.N. Emballage offre aux vins les plus nobles une bouteille qui traduit toutes les qualités méritées par les grands crus: l'élégance et l'authenticité des formes, mais aussi grâce à l'épaisseur du verre, la filtration des teintes et la hauteur du col un parfait vieillissement du vin."

le verre plat n'en employait que 6% pour 18% de la quantité totale. Cela signifie que du verre creux issu de pays "voisins" à plus bas coût de main-d'œuvre (toutes choses égales par ailleurs) peut être plus intéressant que du verre creux européen: d'où les fortes importations venues des pays de l'Europe Orientale.

b) Le verre plat: c'est 25% de la production communautaire globale, une évolution régulière de 2,5 à 2,7% par an depuis une quinzaine d'années, une moindre fragilité quant à l'attaque de substituts, mais une concurrence interne (installation de verriers japonais et américains sur le territoire de l'Union Européenne) et externe (importations) plus vives. Ainsi, en 1993, la balance commerciale du verre plat était excédentaire de 33700 tonnes et déficitaire de 10000 tonnes. Ce déficit est faible, il est largement compensé, la même année, par un excédent de 17000 tonnes de verre plat transformé, mais il est significatif des difficultés à venir; d'autant que si à la fin des années 80 les capacités étaient bien utilisées dans la Communauté Européenne, la situation actuelle est très tendue (surcapacité) avec la réalisation des nouveaux floats en Pologne, Espagne et France (il existe environ 35 unités de production en Europe aujourd'hui)⁴³.

La question de la géographie des floats est encore en suspens puisque l'on a pu constater un égal développement des usines dans l'Ouest et l'Est Européen au cours de cette décennie: toutes les remarques effectuées plus haut sur la tendance à la hausse de la valeur ajoutée du vitrage plaident en faveur d'une fixation occidentale au moins pour le moyen terme (c'est là que se situe le potentiel de consommation aisée). A l'inverse, si une usine de float glass est peu coûteuse en main-d'œuvre, la filière s'intègre de plus en plus (on voit apparaître des trains d'argenteure en sortie de float, procédé Pilkington): il sera bientôt intéressant de transporter depuis un float et son usine de transformation, des produits "finis" sur une plus longue distance. Selon les sources (industrielles ou administratives) 18 à 25% du verre plat est destiné à l'automobile dans l'Union Européenne; en fait, en comptant le marché de la seconde monte, quasiment le quart de la production verrière européenne a cette orientation. En cette fin de siècle, pour leurs débouchés, les professionnels sont plus optimistes tant vis-à-vis de la construction que de l'automobile qui, ici comme ailleurs, est de plus en plus vitrée: les statistiques européennes pour des voitures particulières (et non plus tous véhicules comme pour le tableau effectué en I) sont de 3,3 m² en 1984, 3,7 m² en 1990 et plus de 4 m² actuellement et c'est dans l'Union Européenne que la consommation par habitant est encore la plus forte.

⁴³ 1987: 90% d'utilisation de la capacité; 1992: 85%, 1995: environ 80%.

c) Le verre domestique: (ou verre de table ou gobeletterie) représentait selon le C.I.P.V. environ 4% de la production européenne (en tonnage) au début des années 90; c'est ce sous-secteur qui enregistrait la balance commerciale la meilleure (13 1000 tonnes en 93 à comparer au 33000 tonnes du verre d'emballage) et un ratio exportations/importations très favorable puisque voisin de deux (un pour le verre plat). Or, l'année 1993 fut particulièrement difficile pour le verre de table, la récession entamée en 1991 et qui s'est maintenue jusqu'en 1993 a fortement touché le verre domestique, tant pour le marché du luxe (cristal et "demi-cristal" réalisés mécaniquement) que pour le marché courant, au point de voir plusieurs entreprises fermer en Europe de l'Ouest. La déprise économique aux U.S.A. avait déjà affaibli le secteur alors qu'au même moment on assistait à un renchérissement des coûts en liaison avec une série de décisions sur l'environnement et la réglementation sanitaire au sein des usines.

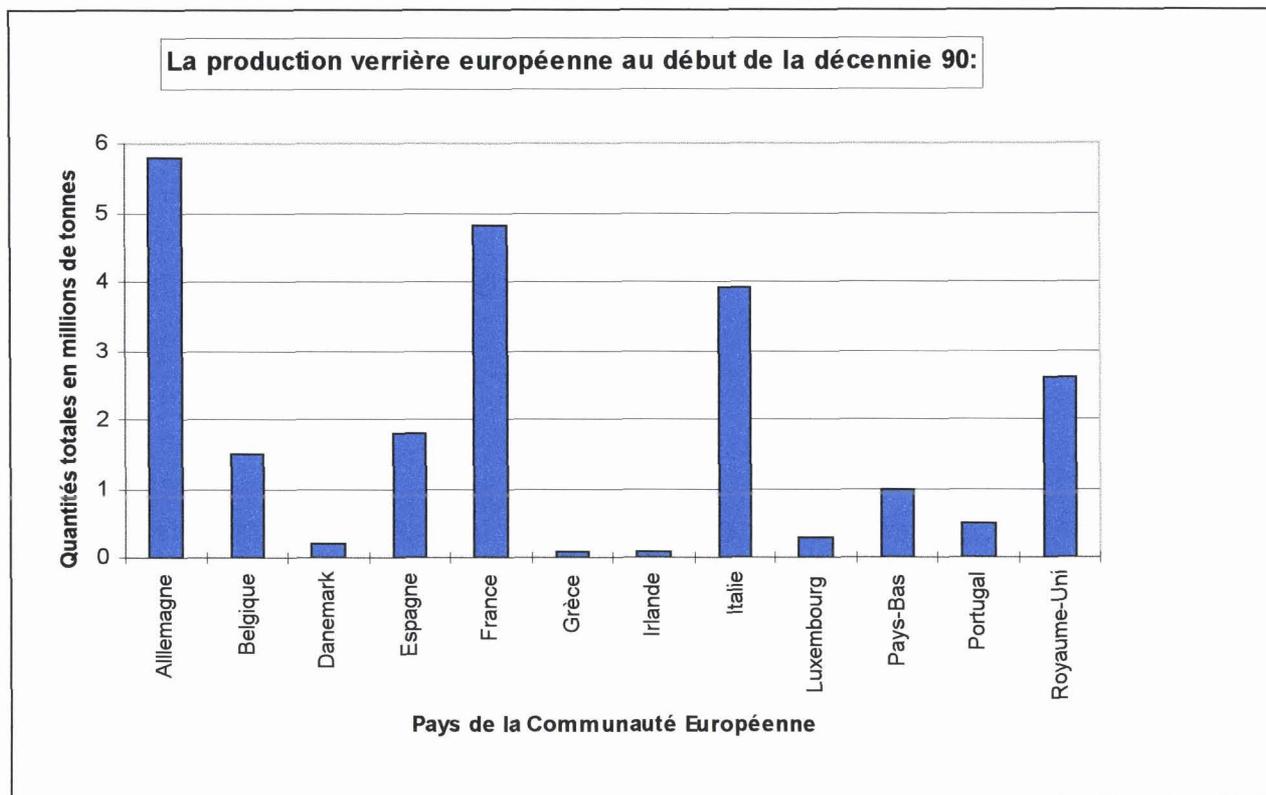
Les entrepreneurs spécialisés dans cette production (et en particulier en France) ont tous insisté sur la très forte concurrence à laquelle ils étaient soumis depuis des pays "voisins" comme la Turquie (Entreprise Pasabache), ou même depuis l'Extrême Orient (produits asiatiques de bas de gamme) et l'ex-U.R.S.S. (où des joint-ventures entre Britanniques et Russes ont affaibli encore un peu plus les positions européennes).

d) Le secteur des fibres de renforcement et des fibres d'isolation: correspond à 4% de la production, laquelle est très concentrée et aux mains de quelques entreprises (Saint-Gobain par sa filiale d'Isover produit 75% des fibres d'isolation de l'Union Européenne). Par leur nature d'encombrants, les produits destinés à l'isolation voyagent peu (en outre, ils reviennent cher en stockage). Par contre les fibres de structure, dont les applications sont en constant développement, rencontrent beaucoup plus de concurrence, d'autant que l'étatsunien Owens-Corning (installé en Belgique, France et Allemagne) est, dans ce domaine, le leader mondial. Dans un cas comme dans l'autre, pour la destination finale bâtiment, la fabrication des fibres suit de près la conjoncture de la construction mais aussi, pour les fibres d'isolation, la législation et les aides affectées à la cause des économies d'énergie. Les fibres de verre (plus chères mais dotées d'un meilleur pouvoir d'isolation) sont concurrencées par des fibres ou des flocons d'origine minérale ou céramique. Aussi, en début des années 90, alors que la consommation totale des matériaux d'isolation diminuait, des industriels du verre ont éteint des fours destinés à cette production. Actuellement, les industriels fonctionnent à nouveau à une capacité proche de celle de leur équipement (tous les fours étant en fonctionnement).

On peut donner un exemple de la concurrence vive sur les matières destinées à l'isolation en comparant les quantités de laine de verre produites aux U.S.A. et dans l'Union Européenne au

milieu des années 90: 1,5 million de tonnes aux U.S.A. pour 0,6 million de tonnes en Europe (soit 1,7 kg/habitant d'un côté et 5,7 kg de l'autre). La raison en est simple: à la différence des U.S.A. il existe en Europe d'excellents produits d'isolation d'autres origines qui, depuis la crise pétrolière de 1973, ont pris une forte part de marché (au même moment 0,7 millions de tonnes de laine de roche étaient produites en Europe tandis qu'aux U.S.A. à peine 3% du marché de l'isolation est couvert par la même matière). La question des fibres de renforcement est différente, là encore les U.S.A. sont plus en pointe (environ 1,5 fois plus: 600000 tonnes pour 360000 tonnes en Europe pour 1994); or ce produit se transportant mieux, eu égard à sa forte valeur ajoutée, l'Europe risque d'être fortement malmenée dans l'avenir (une étude de 1993 estimait à 10% du prix final les frais de transport entre l'Extrême-Orient et l'Europe pour les fibres de renforcement). Cela signifie que pour les produits verriers qui peuvent être transportés sur de longues distances, un des enjeux pour l'Europe est encore et toujours le coût de production: dans le match Europe/U.S.A., coûts de travail, de matières premières, d'énergie sont toujours en faveur du Nouveau Monde et à ceux-ci s'ajoutent les fluctuations négatives du dollar...

2) Une géographie contrastée, au travers de quelques exemples significatifs:



Le graphique montre, à l'orée de la décennie 90, l'écrasante domination de trois pays, l'Allemagne, la France, l'Italie qui représentent 65% du verre européen. Elles ont retrouvé les valeurs de production et de consommation dont elles disposaient à la fin des années 80, surmontant ainsi le passage difficile des années 92 et 93. Nous présenterons rapidement quelques cas types de situation verrière européenne:

a) L'Allemagne est le premier pays verrier européen avec près de 7 millions de tonnes en 1995, la période de récession économique et le coût de la réunification l'ayant fortement éprouvée en 1991 et 1992. Pour les verriers, la disparition de la R.D.A. a signifié des mutations importantes dont les effets ne sont pas encore totalement éclaircis: de nombreuses usines ont été fermées, Vegla (filiale de Saint-Gobain) a repris le combinat de Torgau qui nécessitera un coût de modernisation d'au moins 150 millions d'écus (soit la valeur d'un float...). Glaverbel a racheté Spiegel et Flachglas pour produire du verre plat (Glaverim aujourd'hui). Les principaux acteurs d'Allemagne (jusqu'au rachat de Glaverbel par Asahi) étaient européens:

Dans le verre creux, trois acteurs totalisaient 25% de la production européenne de ce secteur:

- _ Gerresheimer Glas A.G. (30% de la production allemande)
- _ Saint-Gobain: 19 fours (Oberland Glas, Ruhrglas, Westerwahdag)
- _ Nienburger Glas et Hermanheye : 7 fours sur trois sites pour 500000 tonnes par an.

Dans le verre plat, deux géants se partagent 80% de la production:

- _ Flachglas (filiale de Pilkington) : 4 usines, 3000 tonnes par jour !
- _ Vegla (filiale de Saint-Gobain): 3 lignes floats, environ 1500 tonnes par jour.

Dans les fibres, Saint-Gobain a une position dominante (par l'intermédiaire de Grunzweig-Hartmann et Vetrotex). Dans ce dernier secteur, la compagnie française est confrontée à Owens-Corning, l'acteur le plus puissant du monde.

Dans le verre technique, apparaît le leader européen et mondial Schott Glaswerke (verre optique, industriel...).

Les verriers "allemands" ont ressenti fortement la tendance négative qui a affecté l'ensemble de l'économie du pays à laquelle s'est ajoutée la conjoncture défavorable aux exportations en 1992 et 1993; en effet, la réunification leur avait fait escompter une hausse importante de la consommation et les investissements avaient été ajustés en conséquence. Les premières années ont été extrêmement favorables (+6% en valeur de 1990 à 1991, +9% en quantité...); la tendance pour l'année suivante, 1992, est restée très positive dans le secteur du bâtiment: +8,7% pour la fibre d'isolation, +9,5% pour le verre plat, la plus forte croissance avait concerné le verre creux, +17% de 1990 à 1991. Mais à partir de 1993, ce taux n'était plus que de 0,5% et de nombreux sous-secteurs comme le verre technique ont connu une réduction en quantité absolue. Cet exemple est peut-être spécifique, tous les pays européens n'ont pas eu à financer une réunification, néanmoins il présente un caractère exemplaire quant aux mouvements brutaux de court terme que peut connaître l'industrie du verre, laquelle nécessite des paris sur l'avenir et des investissements lourds que des périodes de récession rendent difficiles à amortir.

b) Belgique et Luxembourg: Ces deux pays expriment un trait supplémentaire de la production européenne, non pas en relation avec la quantité qu'ils produisent (aux environs de 1,7 millions de tonnes) mais avec la distribution spécifique de ses composantes: ils fabriquent essentiellement du verre plat soit 70% du volume total (25% verre creux et 5% fibres et verres techniques). Il s'agit d'une spécialité wallonne (85% du verre plat belge est produit autour de Charleroi), même si la Flandre dispose aussi de float glass; l'inertie spatiale de cette production est son second caractère important et à celle-ci, se conjugue une orientation centenaire vers l'exportation (plus de 70% des tonnages produits sont exportés). Les facteurs explicatifs fréquemment invoqués tiennent tout autant aux matières premières (gisements de sable extra-siliceux), aux facilités des communications (autrefois par voie d'eau, aujourd'hui par rail et par route), qu'à la position "centrale" au sein de l'Europe Occidentale, qui feraient de l'industrie du verre une activité rémunératrice et caractérisée par une bonne compétitivité. Nous verrons que la stabilité spatiale "apparente" peut être le fruit de biens d'autres mécanismes et qu'en particulier les choix stratégiques des firmes y sont pour beaucoup...

Quels sont les intervenants actuels dans le verre belge et luxembourgeois? Le verre creux est partagé entre deux acteurs, Verlipack (7 fours sur trois sites pour 500000 tonnes par an), les Nouvelles Verreries de Momignies (4 fours qui avoisinent en tout 150 tonnes par jour). Ce dernier cas est significatif de l'alliance contemporaine entre tradition et modernité pour une destination très spécifique, le flaconnage et les produits cosmétiques; ces orientations concernent de faibles volumes mais génèrent une très forte valeur ajoutée, en outre une bonne partie de leurs liens à "l'espace" repose sur la qualification détenue par des ouvriers ou des cadres de telle ou telle ville ou de telle ou telle vallée...

Le verre plat "belge et luxembourgeois" est désormais contrôlé par des firmes étrangères, comme Asahi (Glaverbel); cette dernière entreprise dispose de quatre lignes float dont une ligne spécialisée dans du verre ultra-fin pour l'électronique. L'américain Guardian est installé au Luxembourg depuis peu (voir I) et y fait fonctionner deux lignes float, tandis que le français Saint-Gobain possède trois floats (par sa filiale Glaceries de Saint-Roch). La tirée au four journalière belge est de 5500 tonnes pour le verre plat qui sont à comparer aux 2400 tonnes de la France ou 4700 tonnes en Allemagne... Comme c'était déjà le cas au début du siècle, la Belgique est donc le grand pays européen du verre plat, sans être un constructeur automobile ni un pays fortement demandeur en verre pour le bâtiment; nous pouvons à la fois remarquer que le verre de vitrage, tout produit simple qu'il était et pondéreux qu'il demeure, peut être exporté à une certaine distance et donc que le marché dans ce secteur n'est pas à considérer à une échelle trop étroite. De

plus, si une telle situation s'est maintenue, c'est que d'autres caractéristiques que des facteurs physiques ou économiques (très marqués par la conjoncture) interviennent...

c) Le dernier cas européen que nous voulions traiter dans cette présentation "englobante" des enjeux **est le Royaume-Uni**: un grand pays producteur, moins par les quantités, environ 3 millions de tonnes dont près de 2 millions de tonnes de verre creux, que par la présence du géant européen Pilkington. C'est le seul producteur local de verre plat, avec quatre lignes de verre flotté plus d'autres lignes de verre coulé pour des fabrications spécifiques au bâtiment (brique et pavés de verre...). Au milieu des années 90, une ligne avait été arrêtée (les faux espoirs suscités par une "citisation généralisée" de Londres ont ruiné bien des investisseurs du secteur construction commerciale ou de bureaux après 1990); depuis, grâce à l'installation de constructeurs automobiles japonais, la production s'est à nouveau accrue. Le verre creux a connu un recul sans précédent, essentiellement parce que la mode est à l'emballage aluminium pour la bière, principale issue de ce secteur (les entreprises principales sont Rockware P.I.M. et United Glass, filiale de Owens Illinois U.S.A., pour 85% de la production; mais sept compagnies se divisent quatorze sites). Si Pilkington est absent du verre creux, l'entreprise possède cinq usines de fibres en concurrence avec P.P.G. et Owens-Corning: les fibres de renforcement et même d'isolation sont largement exportées (dans un cas comme dans l'autre, de 50 à 60% des ventes totales...). Ce caractère nous paraît essentiel, le marché du verre à l'échelon continental est désormais très concurrencé: Pilkington étant la seule entreprise implantée sur cette zone de distribution, il serait plausible d'imaginer que sa capacité serait étroitement ajustée à celle d'un marché fermé, à l'image de la situation japonaise avant 1995 (voir plus haut). En fait, l'Union Européenne, pour le verre comme pour les autres produits, fonctionne désormais comme un marché totalement intégré (nous présenterons le cas d'exportations sur de très longues distances ne répondant pas aux canons théoriques qui présentent comme portée maximale environ 500 km...).

Même au pays de l'inventeur du float glass l'ouverture est de règle: ainsi de 1989 à 1995, les exportations britanniques de verre plat ont été comprises entre 13 et 18% de la production tandis que les importations étaient d'à peu près 30%; à cette situation désormais structurelle s'ajoute un facteur de conjoncture, les tensions qui ont généré une forte baisse des prix. Aujourd'hui l'Europe et le monde occidental sont en surcapacité: les prix en 1994 sont, par exemple, tombés au niveau de 1982 soit 30% au-dessous de ceux de 1989-1990...

Désormais plus que la distance, les différentiels de taux de change entre l'Europe et les U.S.A. ou l'Extrême-Orient sont les facteurs décisifs dans l'orientation des courants d'échange entre les diverses régions du Monde, lesquels se sont, par exemple, inversés à plusieurs reprises dans cette décennie de part et d'autre de l'Atlantique, entamant une tendance nouvelle dans le marché verrier. La logique voudrait donc que toutes les firmes qui le pourront développent une politique de globalisation pour se préparer à d'éventuels renversements; essayer d'être chez soi partout et de surveiller de près les autres chez eux pourrait être le principe des mouvements spatiaux à venir. Nous verrons que pour certains produits cette logique est loin d'être nouvelle, ainsi les producteurs de glace au début du siècle raisonnaient déjà en ces termes; c'est donc plus à une homogénéisation des pratiques qu'à une révolution stratégique que nous assistons aujourd'hui. Une donnée cependant a changé: si les firmes opèrent à un échelon global, chaque "grande région" nécessite une approche spécifique, laquelle, dans le cadre européen, a dépassé le stade de la simple alimentation par des multinationales de marchés indifférenciés auxquels seraient fournis des produits banals: s'enraciner, construire une image, répondre à des besoins précis, telle est aujourd'hui la démarche des industriels qui sont soucieux de conserver leurs positions.

3) Réalités stratégiques de fin de siècle en Europe⁴⁴:

Globalisation des enjeux, identification aux besoins nationaux et aux spécificités des firmes sont les deux caractères les plus contemporains des évolutions de l'industrie verrière européenne. Nous avons vu dans la section précédente qu'à l'échelon mondial, la mécanique concurrentielle est animée par un intense effort de recherche de nouveaux marchés, à destination de continents ou de pays prometteurs (Chine, Amérique Latine, Inde, Corée, Europe Orientale). En Europe Occidentale, les verriers sont placés face à d'autres challenges. Le marché de l'automobile, comme celui de l'emballage, est instable, la demande est très voisine des capacités installées; le bâtiment, ou la verrerie de ménage, ne sont pas mieux orientés: c'est à l'évidence vers d'autres vecteurs de croissance que la seule quantité que doivent se tourner les industriels. Toutes les grandes firmes s'efforcent de développer de nouveaux produits; il semble que pour les marchés matures en Europe, cette manière de procéder soit la seule viable car la diminution des consommations en volume est prévisible à moyen terme (voir plus haut l'exemple allemand). Schématiquement, on peut rappeler que poser du double ou du triple vitrage, c'est consommer

⁴⁴ Analyse librement inspirée des propos de Messieurs Jean-Noël Chevreau, Président de la Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre, Jean-Jacques Daguette, Directeur Marketing et Développement de Saint-Gobain, Jean-Claude Fourgnard, Manager Marketing Flat Glass Europe et Communication Glass Europe de chez P.P.G. et de Jean-Yves Abbruzini, Directeur Marketing de Pilkington France (Cités dans Verre Volume 2, Octobre 1996).

deux à trois fois plus de verre et si celui-ci s'accompagne de traitements spéciaux ce sont de potentielles augmentations de bénéfices en perspective. Actuellement sur le vieux continent, le suréquipement rend la réalité difficile car il provoque une guerre des coûts au moment même où les autres marchés nécessitent de gros investissements: la situation des entreprises est donc très fragilisée. L'ensemble des réponses évoquées précédemment reste valide, partout se développe une gestion draconienne, tous font des efforts pour la productivité et comme les effets de la réglementation sont identiques dans toutes les firmes la rupture de l'équilibre n'est pas en vue. Chacun se porte au-devant de la clientèle avec les mêmes armes: qualité, service, délais, quitte à aller au-delà des souhaits du marché et à devancer la demande par des produits du Troisième Millénaire⁴⁵.

A ces données conjoncturelles s'ajoutent des facteurs structurels qui semblent en voie d'évolution mais demeurent des repères fixes sur le moyen terme: ainsi le transport reste une part importante du coût, ce qui a pour conséquence de maintenir un marché "régional" pour bien des produits. Il n'est donc pas envisageable de s'installer en Chine, où les coûts de production sont très bas, pour une autre raison que de fournir le marché "local"; cependant, la donne évolue un peu, une installation en Europe Orientale afin d'en alimenter les régions proches n'interdit pas d'exporter à destination de l'Ouest. D'autres éléments que les coûts de la main-d'œuvre sont différenciés spatialement; le prix de l'énergie est fonction de choix politiques (taxes...) qui accentuent les disparités nationales ou entre grands ensembles intégrés (Union Européenne versus autres régions du Vieux Monde par exemple). A ces éléments "externes" se superposent des logiques propres au fonctionnement des firmes; la production d'un float est gérée par "campagnes" successives pour des raisons techniques et commerciales. Pendant plusieurs semaines (en fait souvent plusieurs mois), sort d'une ligne fusion-formage le même produit, en particulier pour la couleur; il s'agit là de la rançon de la fabrication en continu qui impose de faibles variations des données fondamentales (qualité des intrants, réglage de la fusion, de l'écoulement de la nappe de verre...). En conséquence, les firmes gèrent leurs différents floats (répartis sur plusieurs pays) comme un système, telle unité peut élargir son rayon d'action pour répondre aux besoins spécifiques d'une autre zone si l'usine qui s'y trouve n'est pas en mesure, à ce moment là, de les satisfaire. Pour nous résumer, l'aspect "régional" de la production de matière verrière de base issue des floats demeure, mais l'amélioration des conditions de transport autorise

⁴⁵ Le verre, qui a longtemps servi à remplir les vides, s'est fait cloison depuis déjà longtemps. Mais aujourd'hui celles-ci sont opacifiables à volonté (verres électrochromes), s'adaptent aux caractéristiques thermiques et lumineuses de l'environnement (verres thermochromes ou photochromes). Au-delà, le verre deviendra élément du décor intérieur (revêtements muraux) ou extérieur (poteaux électriques...), mais aussi structure porteuse (poutres, poteaux de soutènement): la maison de verre n'est plus tout à fait un rêve...

les entreprises à faire fonctionner leur outil de production de manière globale; jusqu'à atteindre une distance-limite, qui correspond à de multiples facteurs (types de produits; choix des firmes: par exemple, éviter de perdre un marché; différentiel de change...).

Toujours au niveau de la fabrication, les grandes firmes (du verre plat) sont placées face à une alternative, se concentrer sur des produits pour lesquels la demande est importante ou développer une gamme large à la fois pour répondre à la demande et maîtriser les techniques de fabrication. Schématiquement en Europe, P.P.G., Guardian et, dans une moindre mesure Glaverbel, ont opté pour la première solution tandis que Pilkington et Saint-Gobain se caractérisent par leur métier de généralistes (les dividendes des licences qu'ils détiennent et certains avantages liés à la position de "price-makers" (voir en partie II) l'expliquaient jusqu'à présent. On peut simplement noter que le verre est un domaine où les produits nouveaux sont de plus en plus rapidement accessibles, mais n'est-ce pas le cas de très nombreuses productions aujourd'hui? Dès lors, l'attente sur des produits de base est une stratégie commerciale excellente et nullement suicidaire quant aux risques d'une éventuelle obsolescence. Ainsi en dix ans, a-t-on pu voir des produits de transformation spécifiques devenir des "commodités" réclamées par la plupart des distributeurs. Or dans toutes les firmes la recherche a permis de s'adapter très vite, on sait désormais fabriquer en ligne ce que l'on devait, il y a peu, transformer à partir de plateaux et qui n'existait pas encore il y a deux décennies... (procédé Kglass de verre à couches de chez Pilkington, par exemple)⁴⁶. Il est trop tôt pour faire un bilan entre ces deux manières de conduire un développement sur un marché donné: tout au plus, pouvons-nous remarquer que pour les multinationales l'alternative qui existe à l'échelon local, n'en est pas une au niveau mondial. Elles ont toutes opté pour les deux conduites, dans leur aire d'extension d'origine, et passé des accords pour les marchés nouveaux avec leurs concurrents dominants.

Pour la commercialisation, coexistent aussi deux options en Europe et en France; l'intégration vers l'aval (par création ou rachat de transformateurs) qui correspond au choix de Pilkington, Saint-Gobain et Glaverbel et, à l'inverse, un rapprochement avec des distributeurs indépendants comme l'ont choisi P.P.G. et Guardian. A y regarder de plus près, ces deux démarches entérinent plus des états de fait qu'elles ne constituent des stratégies originales; les trois entreprises européennes présentes depuis longtemps disposaient depuis les années 70 (voir à ce sujet la réorganisation de la distribution française en partie II) d'un double circuit de distribution, intégré et non intégré. Dans certains cas, elles ont élargi leur réseau et opté pour une politique de relations publiques pour mieux se faire connaître loin de leurs bases. Le cas de

Pilkington sur le marché français est assez exemplaire: l'entreprise britannique n'y dispose pas de float, aussi irrigue-t-elle par camions (chargés d'un vingtaine de tonnes d'un même produit) son réseau de transformateurs et de distributeurs; Pilkington écoule ainsi 4 millions de m² par an de verre de vitrage pour le bâtiment dans dix usines réparties sur tout le territoire français. Glavelbel fait de même au travers de huit unités commerciales et de transformation (Vertal et I.V.B.) et accentue actuellement son orientation bâtiment car en France le marché de l'automobile, auquel elle participe activement, est relativement saturé (vitrage automobile de marque Splintex pour Renault ou Opel). Ce type d'option repose sur la seule maîtrise de la distribution, laquelle peut être renforcée par des opérations ponctuelles et spectaculaires et optimisée par un travail de fond auprès de la demande. Pilkington a ainsi valorisé son image par la fourniture de vitrage pour Air France à Roissy ou pour l'Aérogare de Bordeaux, tout en se rapprochant des architectes et des professionnels indépendants pour faire connaître les spécificités de ses produits. Cette procédure repose sur une structure très légère, facile à mettre en œuvre⁴⁷, qui chapeaute des filiales bien enracinées. Le choix est clairement défini comme *l'association étroite du local au global*: "Nous préservons l'identité locale associée à l'entité Pilkington globale... L'identité locale est un capital comme celui d'appartenir à une groupe mondial"⁴⁸. Une telle organisation caractérise bien ce qu'est devenu le marché verrier: un réseau de communication entre deux extrémités opérationnelles; l'une inscrite dans un système global tant par son fonctionnement que par les enjeux qui l'animent, l'autre qui s'enracine de plus en plus à l'échelon local en profitant d'une image de marque mondialisée.

Au milieu de la décennie 80, les industriels européens du verre plat étaient entrés dans une nouvelle ère concurrentielle, l'offre dépassait alors la demande et les mécanismes commerciaux correspondaient mieux aux logiques de l'économie de marché. La situation prépondérante de la production que l'on connaissait dans le système précédent n'était plus de mise surtout depuis l'arrivée en Europe de nouveaux acteurs (américains et japonais). Une forte inquiétude sur l'avenir s'exprima alors, laquelle a été démentie depuis par la bonne santé des entreprises: il apparaît depuis cinq ans, et ce malgré la forte récession du début des années 90, qu'aucun effondrement comparable à ceux que d'autres industries lourdes du vieux monde avaient connu ne soit à craindre dans ce secteur.

⁴⁶ Nous aborderons plus loin la stratégie d'innovation; aujourd'hui les modernisations s'accélèrent, certaines entreprises en détiennent les clés qu'elles monnayent sous la forme de licence aux firmes qui se positionnent comme "followers".

⁴⁷ 14 personnes font fonctionner la holding Pilkington France.

⁴⁸ J.Y. Abruzzini, Directeur Marketing de Pilkington France. Août 1996.

La raison fondamentale nous semble devoir être recherchée dans la structure de la branche qui repose sur cinq acteurs mondiaux, présents "ensemble" sur tous les marchés anciens et en concurrence sur les marchés nouveaux; une architecture productive qui n'a donc rien de comparable avec celle des secteurs en crise des années 70, quand des entreprises "nationales" étaient confrontées à des logiques mondiales auxquelles elles n'étaient pas préparées. Peut-être aussi qu'au-delà des facteurs strictement structurels, il est plus facile d'établir un dialogue entre une demi-douzaine d'acteurs habitués aux nécessités de la globalisation, qu'entre plusieurs dizaines de champions nationaux, artificiellement soutenus par leurs Etats respectifs...

De fait, après une période de baisse des prix de 1991 à 1994 (d'environ 20 à 30%), les marges se redressent depuis 1995; de nouveaux fours ont été programmés selon un calendrier qui ne risquera pas de provoquer de déséquilibres, même avec l'arrivée récente d'un outsider (Euroglas, société suisse, installée depuis 1995 en Alsace).

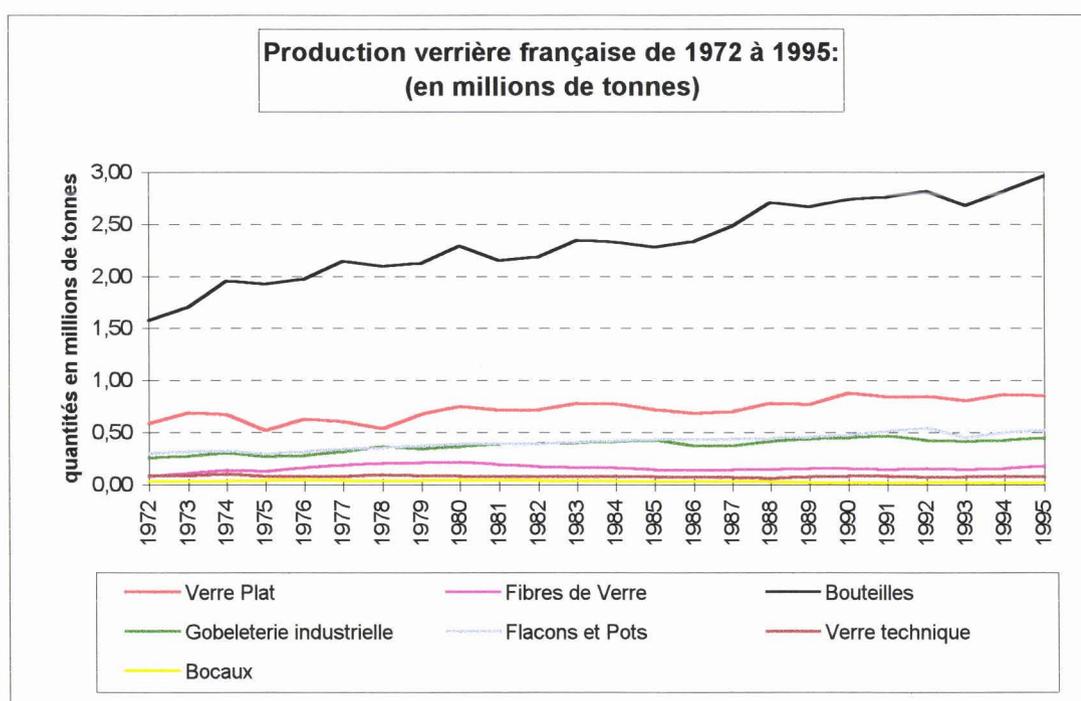
Peut-on évoquer l'existence d'une régulation interne au système? Selon quels mécanismes? Les faits montrent un réajustement du binôme *capacités-consommation* à l'échelon d'une grande "région"⁴⁹ Europe; une étude théorique nous permettra peut-être d'en apprécier les facteurs. Mais auparavant, nous allons nous rapprocher de la demande et de cette "offre dédiée", par l'examen de la situation verrière dans la France contemporaine.

⁴⁹ Nous employons à dessein ce "semi-barbarisme géographique" pour nous placer dans la perspective des firmes verrières qui fonctionnent selon des principes de globalisation: l'appréhension qu'elles ont des découpages spatiaux correspond aux marchés sur lesquels elles s'affrontent. Mais n'est-ce pas là justement la bonne définition de la région: un sous-ensemble spatial isolé des autres et de son support selon une problématique particulière de découpage...?

B - Le verre français: état des lieux et thèmes clés.

Parmi l'ensemble des données afférentes à l'industrie verrière française, nous utiliserons les seules ressources nécessaires à l'illustration des enjeux nationaux en présentant en préalable un bilan de la production par grandes catégories de produits, puis les tendances actuelles et à venir des marchés dans cette activité.

Comme point de départ, nous pouvons observer le graphe de la production verrière française de 1972 à 1995 par grands types de produits:



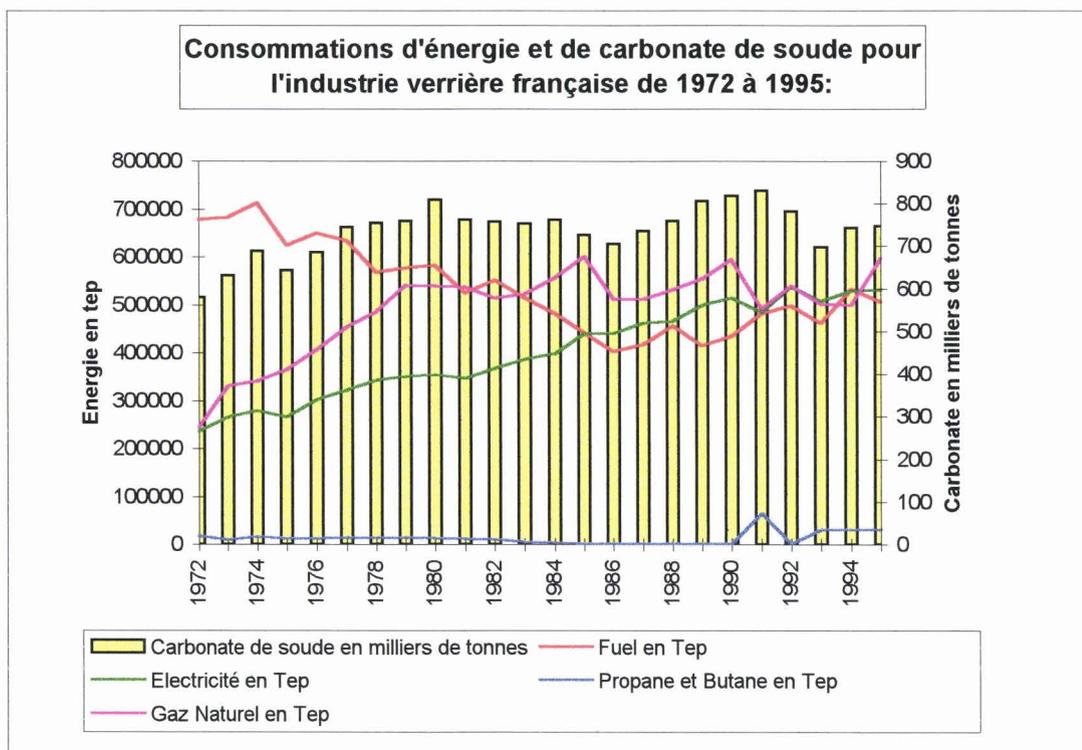
Sur la période, la tendance générale est à la croissance (exprimée ici en tonnages), ainsi pour le verre plat observe-t-on 586000 tonnes en 1972, 853000 tonnes en 1995, pour les bouteilles 1600000 tonnes en 1972, 2900000 tonnes en 95; par contre, pour certains produits comme le verre technique (85000 tonnes en 1972, 90000 tonnes en 1995, 110000 tonnes en 1996) on assiste à une quasi-stagnation.

Sur le même graphique apparaissent aussi les écarts considérables entre les différents biens que commercialisent les verriers qui, en tonnage, vont de 1 à 30 (nous verrons plus loin que considérées en valeur, certaines productions perdent leur caractère marginal). A l'évidence, la grande masse des produits verriers est constituée par les bouteilles (près de 3 millions de tonnes en 1995) suivie, à bonne distance, par le verre plat (850000 tonnes): sur la période, flaconnerie, gobeletterie industrielle et bouteilles ont doublé en tonnage (mais en fait à peu près quadruplé en nombre, si l'on considère que le poids d'une bouteille a été divisé par deux sur la période). Les

fibres de verre (renforcement et isolation) ont connu aussi une forte croissance (près de 2,5 fois: 78000 tonnes en 1972, 184000 tonnes en 1995), par contre le bocal ne semble pas un produit d'avenir...

Le profil de détail de la courbe apparaît plus intéressant à commenter. La plupart des produits sont affectés par des mouvements cycliques, très nets pour le verre plat qui n'enregistre qu'une hausse assez lente et dont l'amplitude est, dans ce cas, de trois à quatre années en début de période et plus courte ou plus hachée en fin de période; nous avons déjà évoqué les effets de la transformation des échanges extérieurs à l'échelon européen, il semble qu'une des raisons de cette modification soit à rechercher dans une nouvelle donne, plus complexe, du marché. Pour la production de verre creux, on obtient la même tendance cyclique, avec des pics de production tous les trois ou quatre ans: en début de période (jusqu'en 1983) la régularité est quasi-parfaite alors que de 1983 à 1995 les cycles s'allongent (1983-1988), se brisent (1989-1992 avec une remontée en 1990) ou connaissent des à-coups brutaux (1992-1995, avec un effondrement déjà observé à l'échelon européen en 1993). Hausse de moyen terme et tendance cyclique, plus perturbées aujourd'hui qu'hier, sont des traits qu'il conviendra d'explicitier et de prendre en compte dans une étude globale de l'industrie verrière française.

Il nous paraît nécessaire, pour cadrer notre sujet, de mettre en parallèle dans ce même préambule les consommations d'énergie et de carbonate de soude durant la même période (l'étude détaillée de ces deux intrants sera effectuée en partie I; simplement pouvons-nous rappeler que l'industrie verrière est une industrie du feu grosse consommatrice d'énergie et que le carbonate de soude est un "fondant" destiné à abaisser la température de fusion du verre).



Le carbonate de soude est une bonne base de référence quant à l'évolution des intrants en masse, en effet si la production totale a augmenté fortement sur la période (du simple au double pour les bouteilles en volume)⁵⁰, les quantités des intrants "coûteux" ont proportionnellement diminué grâce aux efforts des industriels. Les verriers utilisent désormais moins de fondant parce qu'ils introduisent dans la composition plus de calcin (verre récupéré) comme nous l'établirons plus loin; cette donnée est essentielle au plan économique, mais aussi quant à l'image de marque du verre creux dont la récupération est associée en France à la Lutte contre le Cancer. L'énergie consommée (essentiellement pour la fusion) qui est l'autre base du système de production repose sur quatre sources: l'électricité, le gaz naturel, le fuel et, très marginalement pour des utilisations d'appoint (chauffe lors de certaines opérations de formage dans le verre creux notamment), le propane ou le butane. Les courbes parlent d'elles-mêmes: d'une situation de domination écrasante du fuel (2,5 fois les autres usages) on est passé à une quasi parité après une période de suprématie nette du gaz naturel et de l'électricité (1985-1991); aujourd'hui les courbes fluctuent autour d'une tendance médiane qui demeure stable, preuve des économies d'énergie réalisées alors que la production est à la hausse. Cette parité est le fruit d'une politique: les fours fonctionnent aujourd'hui à diverses énergies, selon des procédés qui permettent de "commuter" de l'une à l'autre en fonction des cours respectifs de chacune d'entre elles. Ce graphique illustre le chemin parcouru en un quart de siècle en matière de rationalisation de la production, laquelle

⁵⁰ Rappel: en nombre de cols, la production a augmenté de près de quatre fois suite à l'allégement du produit.

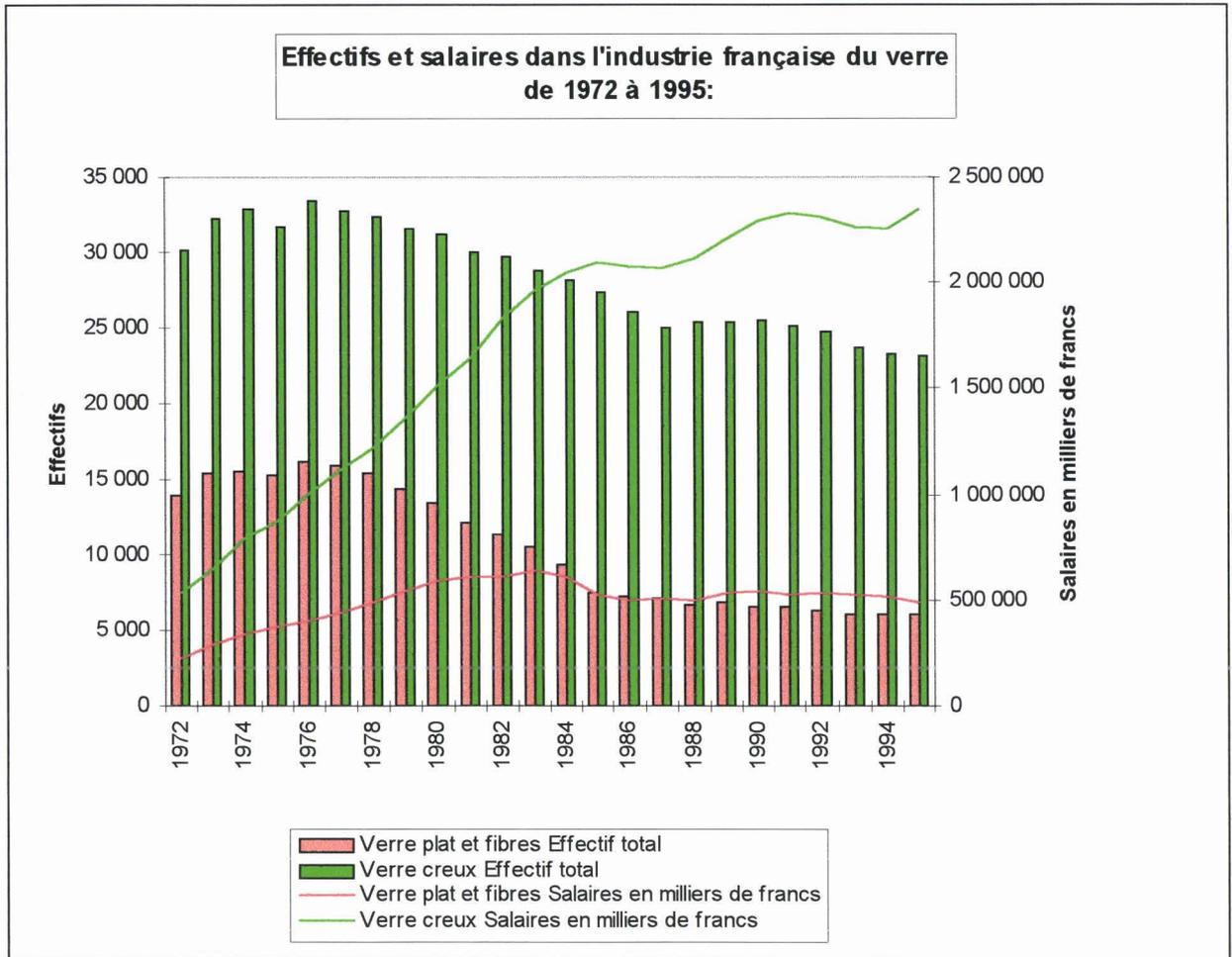
place actuellement l'industrie verrière française au premier rang mondial des performances énergétiques⁵¹, tout autant bénéfique vis-à-vis de la compétitivité extérieure que sur le plan environnemental (réduction des émissions de gaz à effet de serre).

La dernière donnée fondamentale que nous voulions présenter dans cette introduction concerne l'emploi, considéré ici sous une perspective strictement comptable, lequel a été relativement mieux préservé dans l'industrie verrière que dans les autres secteurs. En 1995, 30000 personnes environ étaient employées dans les usines verrières aux stades de la production et de la transformation (ce chiffre atteignant 51000 avec le recensement de l'ensemble des salariés de la filière). Les ouvriers représentent à peu près 70% de l'effectif total soit une proportion plus importante que pour les autres secteurs des biens intermédiaires (en moyenne 50 à 60% pour la décennie 90, SESSI). Les ouvriers non qualifiés atteignent près de 1/3 de l'effectif (28%), ce qui est beaucoup en comparaison des 20% de l'ensemble des activités de biens intermédiaires. L'emploi féminin est très faible puisqu'il ne s'élève qu'à 7% pour la filière verre en général, alors qu'il atteint 34% dans la spécialité verre technique⁵²; si l'on compare aux 20 à 25% pour les biens d'équipement et aux 40 à 50% pour les biens de consommation, on mesure la distance qu'il reste à parcourir dans l'industrie du verre pour atteindre la parité.

Si pour l'ensemble de la filière, l'emploi est stabilisé depuis 1990 (avec à l'époque 52000 salariés environ), comme le montre le graphique (page suivante), il n'en est pas de même pour les stades production et transformation. Sur les vingt cinq dernières années peuvent être distinguées quatre phases: années 1970/1975: croissance régulière; années 1975/1985: chute brutale (-30%); années 1985/1990: stabilisation et depuis, légère diminution. Ces quatre périodes sont évidemment liées à la conjoncture générale de la production dans les pays développés, la diminution de l'emploi correspondant aux efforts d'augmentation de la productivité; nous verrons dans la première partie que cette dernière phase s'inscrit dans une tendance séculaire dont les rythmes sont à analyser en relation avec ceux de l'introduction de l'innovation (à la fois cause et conséquence...).

⁵¹ D'après les travaux de La Chambre Syndicale des Verreries Mécaniques de France.

⁵² Traditionnellement, l'emploi féminin est réservé à des activités délicates d'emballage ou de décoration dans le verre creux. Dans le verre plat, les femmes ont disparu, aux cours de ce siècle, des usines de fabrication alors qu'à la fin du siècle passé leur étaient réservées des tâches faiblement rémunérées, difficile et peu qualifiées, le portage des manchons en particulier. (Voir partie I, les manchons étaient des cylindres de trente centimètres de diamètre environ pour un mètre de long et correspondaient à un stade intermédiaire de la fabrication du verre à vitres).



Source: Chambres Syndicales des Industries du Verre.

Sur le court terme, il est nécessaire de séparer l'analyse des deux sous-segments verre plat et verre creux: depuis le milieu des années 80, les "restructurations" sont achevées pour le verre plat, une ligne float comme une usine de transformation pour l'automobile ou le bâtiment reposent désormais sur un personnel très réduit. A l'inverse, la production de verre creux est encore fortement utilisatrice de main-d'œuvre, aussi voit-on dans la décennie 90 et verra-t-on dans la décennie 2000 une régression de l'emploi, avec l'automatisation et la recherche de plus bas coût de production. Sur ce point, le différentiel de masse salariale entre les deux activités est énorme, le verre creux qui emploie environ 61% des actifs du secteur distribue cinq fois plus de salaires que le verre plat avec, en plus, une tendance à la hausse durant ces dernières années (il y a une différence évidente de qualification entre les deux activités, au profit des ouvriers du verre creux, qui repose sur une logique de long terme).

Pour conclure, nous pouvons souligner qu'un des enjeux actuels de l'industrie verrière française, mais aussi de l'industrie du verre des pays développés, se trouve dans cette question de l'emploi sur le segment verre creux. Une partie des mouvements actuels et à venir de la géographie de la production est liée à ce déterminant avec, comme logique probable, la recherche

de meilleurs coûts de production dans les pays ou régions où la main-d'œuvre est peu protégée (division spatiale du travail). Si cette question est encore à régler dans le verre creux, la donne est faite pour le verre plat depuis le milieu des années 70 avec l'automatisation généralisée; les choix de localisation n'obéissent donc pas aux mêmes règles dans un secteur et dans l'autre sur le plan de l'emploi, mais nous devons, une fois encore, insister sur le caractère global de la problématique et récuser toute focalisation sur un seul facteur explicatif...

1) Bilan de la production verrière française.

Ainsi que nous l'avons vu, l'industrie du verre repose sur la fabrication de trois catégories principales de produits: le verre creux pour 77,9% en tonnage, le verre plat pour 16,8%, les fibres pour 3,6% et d'une quatrième catégorie, le verre technique pour 1,6% (chiffres de 1995). Cette répartition doit être rapportée à celle des chiffres d'affaires et surtout de la valeur ajoutée de chaque catégorie (tableau ci-dessous) afin de faire apparaître les rapports de force.

Etats des principaux marchés du verre en France (1995):

	Valeur ajoutée hors taxes (en milliards de francs)	Chiffre d'affaires hors taxes (en milliards de francs)
Verre plat	1,512	4,063
Transformation	2,563	7,601
Verre creux	10,362	22,178
Fibres	0,986	2,991
Verre technique	1,611	3,403
Total	17,034	40,236

Source: Chambres Syndicales des industries du verre.

Comme il sera détaillé plus bas, si un peu plus de la moitié du chiffre d'affaires de la branche est réalisé dans le verre creux, c'est la verrerie d'emballage (pour les deux tiers) qui en est le point fort. Pour le verre plat, qui regroupe produits bruts (issus du float et donc vendus en l'état) et produits transformés (verre trempé, feuilleté, à couches...), l'essentiel de la valeur ajoutée est obtenu au stade de la transformation.

a) Le verre plat:

Avec 4,5 milliards de francs de chiffre d'affaires en 1995 (hors T.V.A., marché intérieur et extérieur), le verre plat représente 17% des facturations de la branche dont les trois quart sont commercialisés sous une forme transformée. En 1994, une reprise s'est manifestée sur le marché français grâce au renouveau de la construction automobile (+25% des quantités livrées à ce

secteur par rapport à 1993: 16,3 millions de m² de vitrage pour automobile). Sur ce total, 50% est fourni par une entreprise française, Saint-Gobain, le reste par P.P.G. (ex Boussois) et par S.I.V. (depuis l'Italie, aujourd'hui filiale de Pilkington); comme il a été vu précédemment, cet équilibre risque de changer avec le développement par Guardian au Luxembourg d'un outil à destination automobile et avec la création en 1995 d'un four en Alsace par la société Euroglas (Suisse), lequel sur la base de 400 tonnes fondues par jour, représente 15% de la capacité française totale. Le marché de l'automobile, en France comme ailleurs, est toujours porteur (pour les raisons présentées plus haut); même en période de recul du nombre d'unités produites, en 1992 et 1993 alors que les constructeurs français ont vendu moins de véhicules, les livraisons des verriers ont augmenté de 4%. Après trois années difficiles, la branche vitrage connaît depuis 1994 une reprise (environ 4% entre 1994 et 1995) surtout grâce au marché de la rénovation (autour de 50% du total en moyenne) car la reprise de la construction neuve se fait attendre. Or, les vitrages plus sophistiqués sont destinés prioritairement aux immeubles neufs, ce qui signifie que les espoirs de renouveau fondés sur les produits innovants sont encore maigrement réalisés dans la réalité. Dans le détail, le vitrage isolant (de bas de gamme) progresse remarquablement, autour de 10% de plus chaque année au milieu de la décennie, tandis que verre trempé ou verre feuilleté (à destination des bâtiments publics ou du commerce...) sont en baisse; aujourd'hui, 65% du vitrage utilisé en France est du double vitrage.

Sur le court terme, l'évolution de la production du verre plat en France se manifeste selon cette tendance désordonnée que nous avons déjà signalée: +7% entre 1993 et 1994 (60000 tonnes supplémentaires avaient fait rêver au record de 1990), suivi par une baisse de 2% entre 1994 et 1995 (- 14000 tonnes); mais en aucune manière cela ne fait courir de risques sérieux aux entreprises qui peuvent compenser cette réduction par des ventes à l'extérieur ou depuis d'autres régions du monde.

b) Le verre creux:

Avec 3,9 millions de tonnes en 1995 et 17,2 milliards de francs de chiffre d'affaires hors taxes, soit respectivement 78% de la production totale de la branche et 68% des facturations, le verre creux est le poids lourd de l'activité. Cette domination est confirmée par le volume des investissements qui y sont effectués, lesquels représentent plus de la moitié de l'effort consenti dans le verre français; les quatre cinquième en sont réalisés pour les installations, le matériel et l'outillage qui font de la gobeletterie ou de l'emballage des sous-secteurs bien intégrés dans le système industriel global.

Le verre creux s'adresse à trois marchés principaux et repose sur trois logiques de production distinctes:

_ Le marché de l'emballage de produits agro-alimentaires (dont 60% correspond à des boissons alcoolisées) est aux mains d'entreprises qui se sont efforcées depuis longtemps (voir en partie I) de diminuer leurs coûts de production et qui sont désormais confrontées à la concurrence de produits de substitution (plastique et métal).

_ Le marché de la verrerie de ménage (produits courants) est également pourvu par des firmes disposant de machines et d'une organisation qui fait une part de plus en plus réduite à l'intervention humaine (nous nuancerons ce point de vue en C: le verre creux est le principal employeur du secteur). Pour les verres à boire, la concurrence externe à la branche est minime, mais les efforts des entreprises (par exemple du leader mondial, Verrerie Cristallerie d'Arques) pour pénétrer le marché de la platerie et des assiettes se sont heurtés à la résistance des matériaux plus traditionnels comme la porcelaine ou la faïence. Même si ses résultats en terme de croissance absolue des ventes sont parfois en dents de scie, l'innovation que les entrepreneurs y manifestent fait de la verrerie de ménage une activité des plus dynamiques actuellement.

_ Le marché de la verrerie cristallerie "à la main", c'est-à-dire reposant sur une très forte utilisation de la main-d'œuvre et conservant un caractère très artisanal, est à la fois marginal par son chiffre d'affaires (878,6 millions de francs en 1994 pour les cinq plus grandes entreprises, soit 4,5% du chiffre d'affaire du verre creux) et par les stratégies qui l'animent: il est peu intégré dans la mécanique industrielle globale et fonctionne selon les principes de l'industrie du "luxe". Néanmoins, certaines grandes entreprises verrières s'y intéressent pour des productions très particulières comme la réalisation de flacons destinés à la parfumerie de luxe; il s'agit pour elles de maintenir en parallèle d'une activité de flaconnage industriel, un savoir-faire et une image d'artisan sur lesquels nous reviendrons dans notre présentation des grands acteurs français du verre creux.

L'industrie du verre creux mécanique était, en 1995, pourvoyeuse de quatre grands types de produits, bouteilles, flacons, gobeletterie, bocaux, dont les tonnages se répartissaient comme suit:

Production du verre creux mécanique en 1995 (en millions de tonnes):

Bouteilles et bonbonnes	2,9	76%
Flacons et pots industriels	0,5	13%
Gobeletterie	0,4	10,5%
Bocaux	0,02	0,5%
Total	3,8	100%

Source: Chambre Syndicale des Verreries Mécaniques.

Le premier débouché est donc l'emballage dont la croissance est tout entière subordonnée au dynamisme de l'activité de l'agro-alimentaire, lequel représente 75% des achats de verre creux d'emballage; nous verrons un peu plus loin que les verriers résistent mieux à la concurrence sur le segment des alcools que sur d'autres... En 1995, la ventilation des différentes destinations du verre d'emballage pour l'agro-alimentaire était la suivante:

Part des différentes destinations agro-alimentaires du verre d'emballage en 1995:

Bières	36%
Vins et Champagnes	33%
Denrées alimentaires	18%
Eaux et boissons sans alcool	7%
Apéritifs et liqueurs	6%

Source: Chambre Syndicale des Verreries Mécaniques.

A côté de ce segment essentiel coexistent deux autres grands marchés, la parfumerie-cosmétologie et la pharmacie (pour 25% des tonnages). Si les quantités sont relativement faibles (dans la décennie 90, entre 240000 tonnes et 270000 tonnes par an en moyenne) et si des tensions vives peuvent faire décroître brutalement la production (- 17% entre 1992 et 1993)⁵³, la très forte valeur ajoutée des articles rend ce sous-secteur très attractif. Investir dans la production de flaconnage pour la parfumerie et la cosmétologie est très rentable: hausse de 30% des facturations de 1988 à 1992 pour une somme finale de 3 milliards de francs. Aussi trouve-t-on sur ce très petit créneau des acteurs très divers, Saint-Gobain Desjonquères, Pochet (Verrerie du Courval) qui ont une position dominante à l'échelon mondial sur le marché du flaconnage de luxe avec 80% de la production totale! mais aussi de très nombreuses P.M.I. qui satisfont des besoins plus étroits. Pour le flaconnage pharmaceutique, l'autre entreprise qui partage la fabrication avec Saint-Gobain Desjonquères est la Verrerie de Manières (aujourd'hui Bormioli-Rocco), tandis que pour le flaconnage à destination des produits chimiques Saint-Gobain Desjonquères est la seule productrice de l'hexagone.

Ce secteur essentiel évolue favorablement sur le moyen terme avec des taux de croissance supérieurs à ceux du produit intérieur brut puisque compris entre 3 et 4,5% depuis 1992 en dépit de la vive concurrence des autres matériaux, laquelle est le facteur explicatif de l'état actuel des interrogations des verriers. Le tableau ci-dessous résume cette lutte entre les matériaux:

⁵³ Pour le marché des flacons et pots industriels, l'année 1993 est l'exception très accusée de la première moitié de la décennie: 1989/1990: +4%, 1990/1991: +7%, 1991/1992: +6%, 1992/1993: -17%, 1993/1994: +10%, 1994/1995: +5%.

Production de contenants pour l'emballage en France (en volume):

Indice base 100 en 1990

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Plastique	100	103	111	115	121	140
Métal	100	98	101	100	104	108
Verre	100	102	103	97	102	107

Source: d'après recensions sectorielles du SESSI.

Ainsi, malgré une augmentation des cours des matières premières et un ralentissement de la consommation des ménages en 1993, l'emballage plastique est en hausse continue sur la première partie de la décennie tandis que la progression du verre est la plus faible pour la même période. On comprend que le prix du verre d'emballage soit resté quasiment stable et donc que les marges bénéficiaires des producteurs soient très étroites sur ce seul marché: la nécessité de recourir à des ventes extérieures comme nous le verrons dans la sous-section suivante est donc forte. L'autre solution est comme pour le verre plat de procéder à des augmentations de valeur ajoutée en profitant de l'image positive du matériau ou de son caractère dominant pour certaines destinations, d'où les efforts portés vers les marchands de boissons alcoolisées. Cela explique que malgré le maintien de prix assez serrés pour les produits de bas de gamme (hausse de 2% depuis 1993) et une consommation quasi-stable, le marché intérieur du verre creux ait globalement augmenté en valeur de 3% entre 1992 et 1993, de 4,5% entre 1993 et 1994 et de 4,2% entre 1994 et 1995.

c) Le marché des fibres d'isolation et des produits de consommation intermédiaire:

Peu importants par les quantités, 184000 tonnes de fibres (isolation et renforcement), 82000 tonnes de verres techniques, ces marchés sont néanmoins intéressants pour les entreprises, soit par leur taux de croissance, soit par la valeur ajoutée qu'ils dégagent. Les statistiques regroupent de manière indifférenciée fibres d'isolation et fibres de renforcement qui, sur le plan des quantités, sont à peu près équivalentes (moins de 100000 tonnes de part et d'autre) mais qui sur le plan des valeurs ajoutées et de la destination finale, sont soumises à des logiques très différentes.

Les fibres de renforcement ont pour débouchés les matériels de transport (automobile et aéronautique) pour 50%, le bâtiment pour 16%, les industries électriques et électroniques (15%), les sports et loisirs (13%) et un certain nombre d'usages particuliers, soit d'autres secteurs industriels. Deux sous-catégories s'y distinguent: les fibres non tissées (destinées au renforcement des matières plastiques) pour 75% et les fibres tissées pour le textile (25%). L'une et l'autre destination est en croissance forte: +55% sur dix ans, rendant ce segment particulièrement

attractif d'où les efforts d'une entreprise comme Saint-Gobain pour s'y développer. Leader européen, numéro deux mondial avec des implantations en France, Allemagne, Italie, Espagne, Canada, U.S.A. et Argentine, Saint-Gobain est en concurrence à l'étranger mais aussi sur le territoire national, avec European Owens Corning (le leader mondial), usine de l'Ardoise et avec P.P.G. ainsi que Bayer en Europe.

La fibre d'isolation (laine de verre) n'est pas un bien de consommation intermédiaire, puisque pour 90% de la production, sa destination est le bâtiment (isolation des murs ou des plafonds), les 10% restants étant du calorifugeage de citernes, bacs de stockage et de tuyaux. C'est encore Saint-Gobain qui est dominant dans ce domaine tant en Europe que dans le monde (leadership incontesté); confortée par un marché en croissance (essentiellement à l'étranger), la fabrication des fibres d'isolation a augmenté de 13% de 1994 à 1995 par exemple, même si la demande française pour le marché du neuf est encore atone et que la rénovation n'est qu'un peu plus dynamique (+4%).

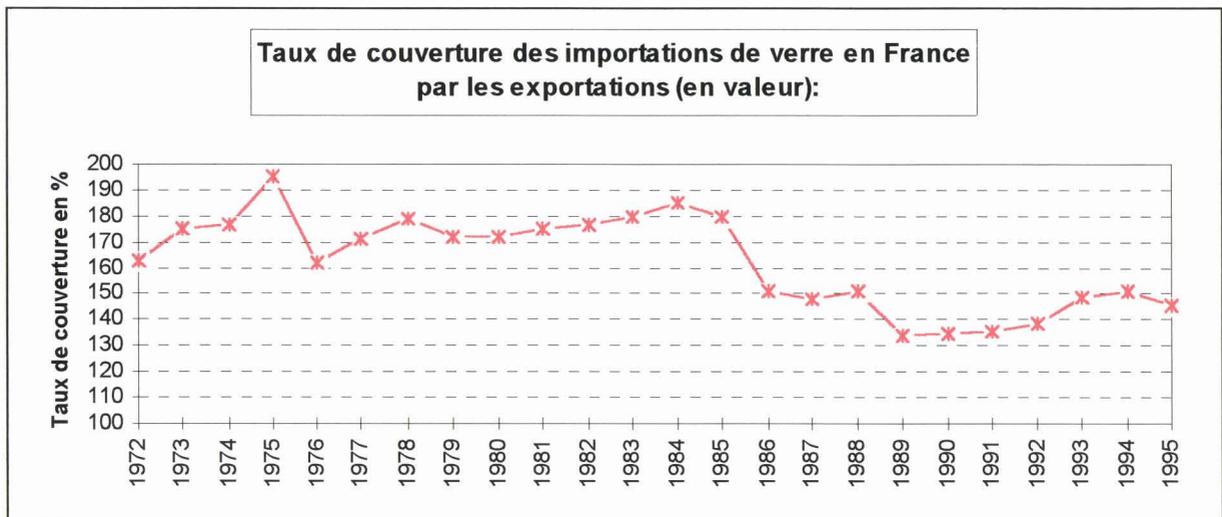
A côté de ces productions qui sont dominées par des grands groupes verriers se trouve le verre technique (toujours pour la même quantité d'environ 100000 tonnes) mais pour un chiffre d'affaires beaucoup plus élevé (2 milliards de francs en 1995); sont regroupées sous cette formulation aussi bien des productions à destination de l'optique, de l'éclairage, de la fabrication des téléviseurs, que des verres spéciaux pour les laboratoires ou bien les isolateurs. La moitié du tonnage correspond à des produits intégrés dans des matériels divers (exemple: tube pour les téléviseurs) qui sont fabriqués et mis en œuvre par des entreprises de l'électronique et de l'électricité et, qui à ce titre, échappent aux firmes verrières. Sur les autres marchés, on rencontre les filiales de grandes entreprises comme Quartz et Silice (usine de Saint-Pierre les Nemours, Ile de France), société du Groupe Saint-Gobain, des filiales de commercialisation d'entreprises étrangères spécialisées comme Schott (verres spéciaux pour tous les secteurs industriels) ou des entreprises étrangères implantées en France comme Corning (Usine de Bagneaux pour l'optique, diverses applications militaires...) et enfin un certain nombre de petites ou moyennes entreprises comme Holophane (Usine des Andelys pour l'automobile, la signalisation...). Ces secteurs sont très surveillés car les recherches qui y sont effectuées tout autant que la qualité des produits qui en sont issus sont potentiellement très importantes pour le devenir ou la diversification des grandes entreprises. C'est aussi sur ces créneaux que les mouvements sont les plus nombreux, Holophane par exemple appartient désormais à la société Sediver, elle-même intégrée au Groupe Santavaleria (Milan) et dont les réalisations dans le verre technique sont assez variées (en France, fabrication d'isolateurs dans l'usine de Saint-Yorre).

Après cet examen des différentes productions, des rapports de force et tendances des divers segments verriers, nous allons évoquer maintenant les pressions liées aux échanges internationaux.

2) Les échanges extérieurs de produits verriers:

a) Un bilan globalement positif:

Le solde des échanges commerciaux de produits verriers s'élevait en 1995 à 4,818 milliards de francs, avec 10,424 milliards de francs d'importations pour 15,242 milliards de francs d'exportations; le taux de couverture atteignait donc 146% en 1995 tandis qu'il s'élevait à 135% en 1990 ou à 180% en 1985. L'industrie verrière française se caractérise donc par une tendance excédentaire quasi-structurelle, même si celle-ci s'est quelque peu dégradée depuis le milieu de la décennie 80 comme le montre le graphique suivant:



Source: Chambres Syndicales des Industries du Verre

Avec un taux de couverture toujours supérieur à 130%, l'industrie verrière française s'illustre par rapport aux autres secteurs industriels pourvoyeurs en biens intermédiaires qui, en moyenne cumulée, sont déficitaires⁵⁴. Hormis les exceptions de 1975 (taux de 195%): due à une chute brutale des importations (-12%) alors que l'année 1974 avait été à l'inverse fortement importatrice (+29%) et de 1976: très forte hausse des importations (+58%), la période 1972-1985 se caractérisait par un taux moyen de 170%. De 1986 à 1995, cette moyenne tombe à 144% et, après avoir connu une phase très difficile de 1989 à 1992, remonte lentement depuis 1993; nous

⁵⁴ Sidérurgie, première transformation de l'acier, fonderie, chimie organique et industrie du caoutchouc sont les autres exceptions au sein des secteurs des biens intermédiaires dont le taux de couverture durant la décennie passée était en moyenne de 90% (Source Sessi).

avons évoqué plus haut le renversement de tendance du milieu des années 80 quant au rapport consommation/production à l'échelon européen, lequel s'est manifesté en France par des difficultés évidentes à exporter dans un contexte global de surabondance. Ce taux de 146% en 1995 cache des écarts importants: il n'est que de 16% pour le verre coulé (briques de verre) alors qu'il s'élève à 424% pour la lunetterie, en passant par l'équilibre pour l'optique et par un taux de 159% pour la glace polie. Si l'on considère les quantités, sur vingt types de produits, quatre dépassent les 100000 tonnes pour les importations (calcin: 140000 tonnes; fibres: 150000 tonnes; glace polie: 320000 tonnes; bouteilles: 910000 tonnes) et, côté exportations, se retrouvent les mêmes articles avec un classement un peu différent: (calcin: 110000 tonnes; fibres: 110000 tonnes; bouteilles: 420000 tonnes; glace 530000 tonnes) plus un sous-secteur particulier, la gobeletterie qui avec 360000 tonnes dispose d'un taux de couverture exceptionnel de 520%! Le bilan en valeur est encore plus net: les exportations de gobeletterie représentaient 5,5 milliards de francs en 1995 pour un milliard de francs d'importations soit 4,5 milliards d'excédent et un taux de couverture en valeur de 543% (rappelons que la même année, le solde global était de 4,8 milliards de francs. Parmi les cinq secteurs évoqués, c'est, de loin, le meilleur résultat puisque l'on trouve, dans l'ordre croissant, les bouteilles: 0,1 milliard de francs, les fibres: 0,2 milliard de francs et la glace polie: 0,5 milliard de francs.

Pour le sous-segment du verre creux en général les exportations représentaient en 1995 près de 40% des facturations, on peut observer sur le tableau ci-dessous que cette proportion est en croissance régulière (par rapport au marché intérieur) de 34 à 38% de 1990 à 1995 et ce malgré la crise de 1993; par ailleurs en valeur, les résultats sont en croissance absolue: 7,2 millions en 1990, 8,2 millions en 1995. Les importations oscillent entre 1/4 et 1/5 du marché intérieur, elles sont relativement stables en valeur sur le moyen terme; cependant, depuis 1994, elles semblent en plus forte croissance (+8,8% de 1994 à 1995).

Evolution du commerce extérieur du verre creux français de 1990 à 1995:

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Exportations						
En milliers de tonnes	667	695	715	717	790	787
En milliards de francs	7,2	7,5	7,5	7,5	8,1	8,2
Evolution en %	-	4	0	0	8	1,5
En % du marché intérieur	34	35	35	38	38	38
Importations						
En milliers de tonnes	934	878	789	899	964	978
En milliards de francs	3,3	3,4	3,2	3,2	3,4	3,7
Evolution en %	-	3	5,9	1	6,2	8,8
En % du marché intérieur	22	22,1	21	22,7	22,8	23,5

Sources: SESSI, Douanes.

Les deux facteurs conjoncturels qui expliquent ce phénomène ne semblent pas devoir menacer la situation d'équilibre qui s'est établie depuis une quinzaine d'années:

_ Depuis 1993 des différentiels monétaires plus avantageux pour les produits venus d'Italie ou de la péninsule Ibérique ont favorisé leur entrée en France.

_ De plus, une baisse momentanée de la production française a été compensée par des fournitures venues de l'extérieur dont une partie importante est issue des activités extérieures d'entreprises françaises.

A l'inverse et ce que montrent mal les chiffres fournis par les chambres syndicales, les fibres de verre d'isolation (qui ne sont pas séparées des fibres de renforcement) sont très déficitaires: 1/3 des fibres d'isolation consommées en France étaient importées en 1995. Pour comprendre un peu mieux le mécanisme des importations et des exportations et, en particulier, le jeu des firmes, nous pouvons maintenant analyser les deux grands marchés extérieurs du verre creux et du verre plat à la fois au plan quantitatif et spatial.

b) Mécanisme de fonctionnement des flux verriers "régionaux":

L'Europe, on l'a vu, est un marché ouvert où s'affrontent toutes les grandes entreprises mondiales et, de ce fait, la production et le commerce extérieur français sont tributaires des opérateurs internationaux qui oeuvrent sur un sol ou à "proximité". Nous allons beaucoup nuancer le point de vue fréquemment exprimé d'une limitation des échanges de produits à faible valeur ajoutée qui seraient contraints par les coûts de transport: 1/3 des importations et 1/5 des exportations sont des échanges intra-groupes qui trouvent leur compte dans les mouvements de marchandises entre leurs différents établissements malgré la distance. Dans ce monde très petit, la géographie des flux exprime tout d'abord la politique des firmes: qu'un four soit momentanément arrêté dans un pays et aussitôt arrivent des marchandises issues de la même entreprise mais d'une usine située dans un pays voisin. De même, une tendance à la spécialisation se développe partout pour de courtes périodes ("une campagne": une usine fournit ainsi tout le réseau contrôlé par le groupe (ou des réseaux alliés) en produits obéissant à une demande déterminée. Cette organisation explique pourquoi un produit comme la glace peut être en même temps importé (320000 tonnes en 1995) et exporté (530000 tonnes) en masse; les filiales des différents groupes, présentes en France, travaillent le verre de leurs firmes respectives tandis que les usines françaises productrices de verre brut alimentent d'autres réseaux de transformation à l'étranger. Néanmoins, si l'on observe pour 1995 les échanges en quantité et en valeur pour quelques produits, on voit

apparaître que les flux entrants et sortants ne correspondent pas tout à fait aux mêmes produits ou obéissent à des logiques plus complexes que le seul jeu de l'offre et de la demande:

Année 1995	Importations			Exportations		
	Quantité	Valeur totale	Valeur/kg	Quantité	Valeur totale	Valeur/kg
Glace polie	321 898	819 673	2,54	536 018	1 301 581	2,42
Verre plat travaillé	13 667	173 039	12,66	12 461	110 652	8,87
Bouteilles, flacons	908 346	2 694 512	2,96	422 258	2 757 171	6,52
Gobeletterie	70 403	1 013 335	14,39	364 663	5 506 011	15,09

Source: Publications annuelles des Chambres Syndicales de l'Industrie Verrière Française.

Ces chiffres soulèvent une question fondamentale: comment expliquer que l'on exporte des produits dont la valeur "unitaire" est moins élevée que celle des produits qui sont importés en même temps, alors que la France est excédentaire, dispose du savoir-faire de transformation nécessaire à l'augmentation de la valeur ajoutée et peut répondre à ses besoins? En l'absence de réponse des verriers nous pouvons seulement émettre des hypothèses (rappelons que pour 1/3, les échanges effectués de part et d'autre des frontières, le sont au sein des mêmes firmes):

_ Sous la même dénomination (exemple "Glace Polie") seraient comptabilisés des produits différents: la notion de "commodités", vocable très à la mode, varie d'une firme à l'autre mais surtout d'une période à une autre. Aujourd'hui, un verre à couches devient une commodité (surtout s'il sort d'une ligne float, déjà "pré-transformé"); les entreprises qui le fabriquent dans un pays l'exportent plus volontiers dans le pays voisin pour le faire transformer (stricto sensu) et commercialiser par leurs filiales présentes sur place. Pilkington, qui n'est pas "floatier" en France, de même que Glaverbel fonctionnent ainsi; mais Saint-Gobain ou P.P.G. peuvent avoir intérêt aussi à faire rentrer sur le territoire national du verre à plus forte valeur ajoutée que celui qu'elles exportent, à la fois pour des raisons "industrielles" et comptables.

_ Les entreprises gèrent, comme il a déjà été souligné, leur outil de production en globalité, comme un système: telle usine serait donc spécialisée dans tel ou tel type de produit pour un laps de temps plus ou moins long durant lequel elle fournirait toutes les zones de commercialisation de sa firme. Cette logique industrielle de spécialisation défavoriserait en l'occurrence le commerce extérieur national selon les chiffres de 1995: seraient entrés en France des produits à forte valeur ajoutée et ne seraient sortis, toujours pour des raisons techniques, que des produits à faible valeur ajoutée.

_ Des raisons de nature comptable ou facteurs commerciaux peuvent aussi être invoqués pour expliquer ces mouvements, même si les bilans précis ne sont pas disponibles... Exporter à bas prix (ou à plus bas prix) est un élément classique de la lutte commerciale en Europe, espace désormais

intégré dans sa totalité. Les raisons peuvent en être la volonté de tenir ou de gagner un marché et donc de favoriser ses filiales étrangères au détriment de ses filiales nationales. Aucune tarification disponible ne permet de vérifier si le fonctionnement du marché s'effectue selon les canons de la concurrence pure et parfaite, mais on peut aussi supposer que la détention d'un solide réseau de filiales de distribution permet de vendre chez soi, les mêmes produits à des prix plus élevés. Nous nous appuyons sur l'exemple japonais présenté dans le I, dont les récentes études du Ministère de Commerce étatsunien et des services du G.A.T.T. ont montré l'ambiguïté. Serait-il alors possible qu'une firme exporte à plus bas prix le même produit que celui que ses usines étrangères vendent à ses filiales nationales à un prix plus élevé? Rien n'autorise à l'affirmer ni n'interdit de le penser. Les deux autres exemples respectent mieux la logique: le coût unitaire des biens exportés est plus élevé que celui des biens importés; les flux obéissent vraisemblablement à des différences de nature: exportations de qualité (exemple du flaconnage) d'un côté et importations de plus bas de gamme de l'autre (exemple de la bouteille). Pour la gobeletterie, les quantités en jeu sont très peu comparables, les produits qui entrent sont de niveau un peu inférieur (en qualité et en prix) que ceux qui sortent et correspondent donc à un segment différent.

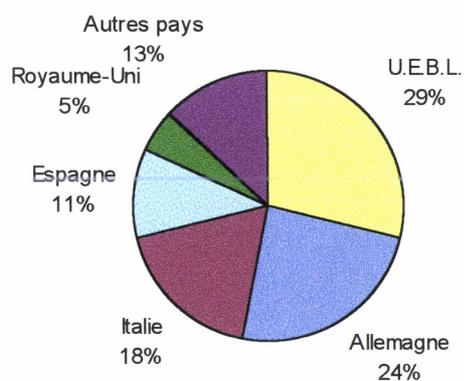
c) L'Europe, principale destination et source des flux verriers français:

L'Union Européenne est à la première place pour les échanges extérieurs des produits verriers; en 1995, 84% des importations françaises ont été fournies par d'autres pays membres, tandis que 59% des exportations y aboutissaient (toutes productions confondues, l'Allemagne est notre premier client et notre premier fournisseur). Verre plat et verre creux diffèrent sur ce plan aussi, 89% des importations et 83% des exportations ont été le fait de membres de l'Union pour le verre plat, tandis que pour le verre creux importations et exportations proviennent et aboutissent parfois de très loin (les U.S.A. apparaissent ainsi comme un client de premier plan car les exportations à forte valeur ajoutée voyagent loin). Le taux de couverture global dans le verre plat est excédentaire (voisin de 150%), il est presque de 100% dans les échanges avec les autres pays de l'Union (après une période beaucoup plus difficile où il voisinait les 90%). Plus encore que la distance-coût, c'est la distance-temps qui importe car la plupart des industriels du verre, et surtout lorsqu'ils fournissent les constructeurs automobiles⁵⁵, fonctionnent en flux tendus: d'où une organisation selon les axes de communication majeurs (par route essentiellement) qui permettent de convoier, dans les meilleurs délais, les produits demandés

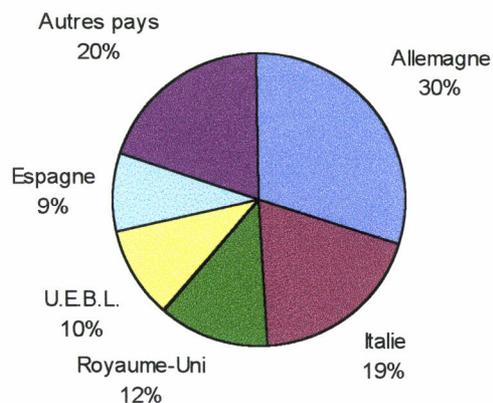
⁵⁵ Dans les exportations globales, la part du vitrage pour véhicules est de 37% des importations et 32% des exportations (45% des exportations pour le verre destiné au bâtiment et 35% pour les importations: le reste étant du verre à transformer.

Pour le verre plat, les graphiques à secteurs font apparaître que l'Allemagne est le premier client de la France devant l'Italie et le Royaume-Uni; à l'inverse, la Belgique est le principal fournisseur devant l'Allemagne et l'Italie.

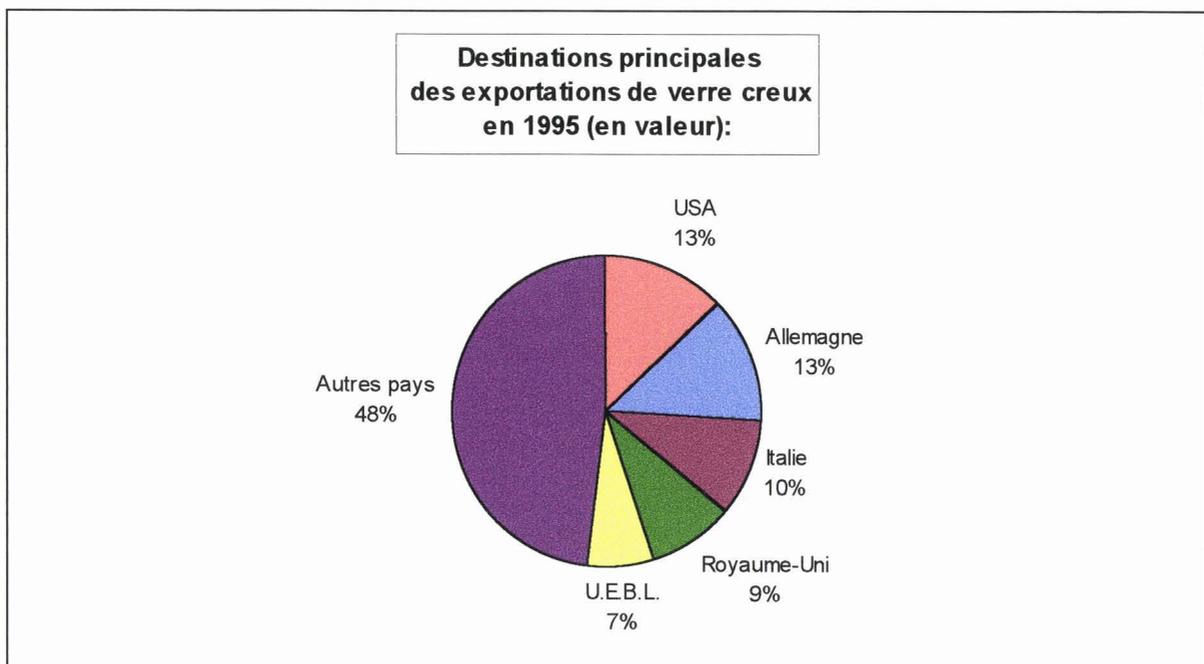
**Provenances principales
des importations de verre plat
en 1995 (en valeur):**



**Destinations principales
des exportations de verre plat
en 1995 (en valeur):**

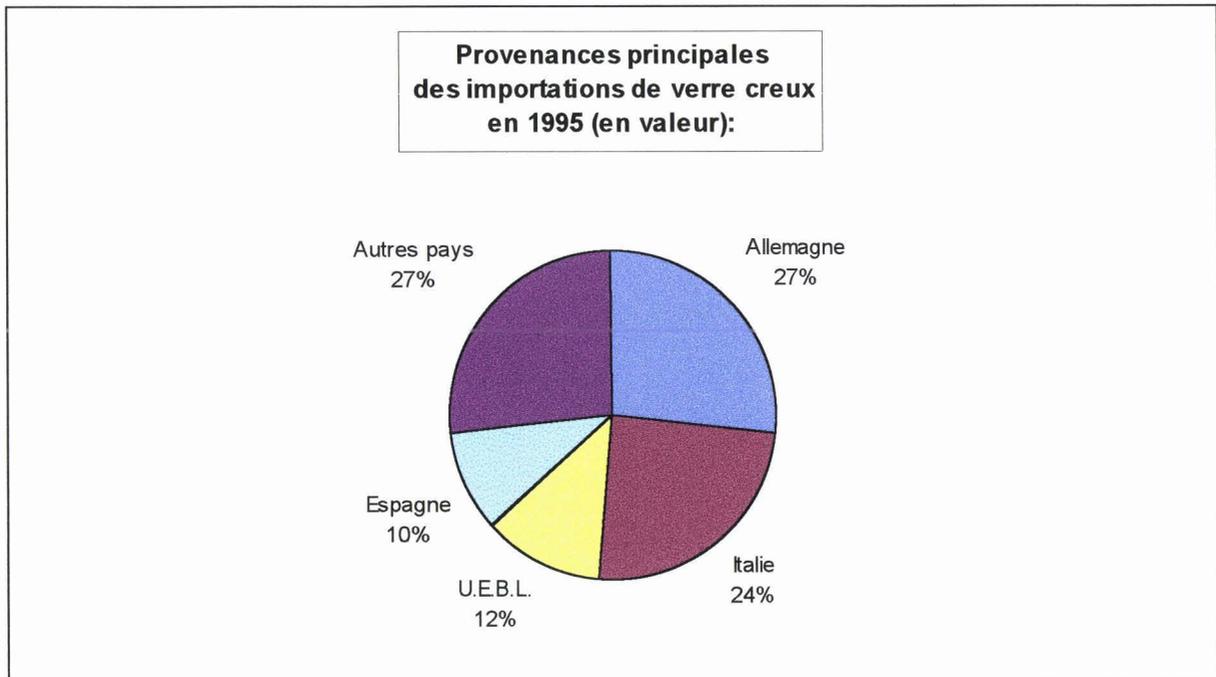


Pour le verre creux, l'hégémonie française sur le vieux continent est d'abord celle de ses entreprises: Saint-Gobain représente 1/4 des parts du marché européen, quant à la firme Danone (B.S.N. Emballage) elle contrôle 15% de la production totale; si l'on rajoute le fait que la Verrerie Cristallerie d'Arques est le leader mondial de la verrerie de ménage, il est normal que ce segment soit animé par de nombreux échanges (dont le bilan a été présenté plus haut). Comme pour la plupart des secteurs industriels, les verriers exportent majoritairement vers l'Europe surtout pour le verre creux d'emballage, tandis que le verre de ménage, la cristallerie s'exportent à beaucoup plus grande distance. Ainsi l'Union représente plus de 50% des exportations françaises en valeur (60% et plus en volume), tandis que les U.S.A., par exemple, sont le premier débouché (non par les quantités, quatrième, mais par les devises) grâce à la qualité des fabrications françaises.



Pour ce qui concerne les importations, qui correspondent tout de même à 1/5 ou à 1/4 du marché intérieur (voir plus haut), leur évolution est liée aux parités des taux de change et leur origine peut donc évoluer assez rapidement en fonction de celles-ci. Pour ce qui concerne le premier fournisseur de la France, l'Allemagne (entreprise dominante Guerresheimer Glas, 10% du marché européen), les importations sont assez variées (aussi bien de l'emballage que de la gobeletterie) car la proximité autorise les échanges de produits à basse valeur ajoutée. On peut raisonnablement affirmer que le marché du verre creux est mondial pour la verrerie de ménage et la flaconnerie, et national ou même régional pour la bouteillerie, la fabrication de pots et de

bocaux; évidemment des contre-exemples existent: les bocaux de la Verrerie Cristallerie d'Arques sont désormais exportés très loin, eu égard à leur qualité; et à titre anecdotique, nous pouvons citer le cas d'un chargement de bouteilles languedociennes parti, vide, alimenter le marché australien.



Néanmoins sur le court terme (depuis 1993), la donne semble changer, les achats effectués à l'Allemagne connaissent une baisse légère tandis que les exportations espagnoles à destination de la France ont crû de 50% (en volume) et celles venues d'Italie de 17% (entreprise principale Avir, 10% du marché européen).

L'examen dans la section suivante des acteurs du verre creux français nous permettra de présenter les derniers déterminants stratégiques que nous n'avons pas encore évoqués; mentionnons cependant, pour clore ce chapitre commerce extérieur, que l'avenir est certainement à la concentration, laquelle peut profiter aux groupes français dominants dans le verre creux. En effet, comment ne pas faire de parallèle avec les mécanismes rencontrés dans les échanges de verre plat où les produits voyagent de région à région en fonction des stratégies des firmes (même si la naissance de la monnaie unique supprimera bientôt toute possibilité de jouer sur les taux de change, du moins pour les pays qui feront partie de la future "zone Euro")...?

C - Acteurs et localisation de la production verrière française:

Pour conclure ce tableau introductif, nous voulons présenter en parallèle firmes verrières et sites industriels pour signifier le sens que nous donnons à notre analyse de la géographie du verre en France: la mise en perspective des unes et des autres, laquelle nous est apparue être un axe d'étude intéressant; l'examen des localisations par le biais de celui des stratégies des acteurs, telle sera notre démarche même si nous présenterons les autres déterminants pour en mesurer toutes les incidences.

Cette section repose sur la même ambition que les précédentes, il s'agira seulement de décrire pour esquisser les enjeux et non pas d'analyser (ce qui sera fait plus loin grâce à un outillage conceptuel approprié); de même cette description n'est pas conçue comme exhaustive et définitive, son seul but étant de nous permettre de cadrer au mieux notre propos. Les acteurs du verre plat seront très rapidement rappelés à notre mémoire puisqu'ils ont déjà été rencontrés dans la présentation de la production à l'échelon mondial, tout au plus insisterons-nous sur quelques traits de leur filiation. Par contre, l'essentiel de ce qui va suivre sera consacré aux industriels du verre creux, beaucoup plus nombreux car la concentration y est plus faible⁵⁶ (encore un enjeu pour demain...) et parce que les spécialisations y laissent la place à des petites entreprises à côté de géants mondiaux.

1) Les industriels français du verre:⁵⁷

La filière verrière au sens large concerne 532 entreprises depuis l'artisan vitrailiste et le souffleur de verre jusqu'à la multinationale aux multiples ramifications; on y rencontre en fait 197 entreprises industrielles de plus de 20 salariés, soit 21 firmes à l'effectif supérieur à 500, le plus gros employeur étant la Verrerie Cristallerie d'Arques avec plus de 12 000 employés. Si deux groupes dominent le secteur: Saint-Gobain (Numéro Un mondial du verre d'emballage, Numéro Deux mondial du verre plat), et B.S.N. Emballage (Danone), la Verrerie Cristallerie d'Arques, de statut S.A.R.L., qui est le plus gros fabricant mondial de verre de table ou Pochet, le leader incontesté du flaconnage de luxe, sont là pour nous rappeler que les mouvements dans l'industrie peuvent être générés par d'autres sociétés que les seules firmes internationales multilocalisées. La France dispose d'un marché intéressant, sa situation au sein de l'espace européen est favorable aux exportations, il y existe des sites riches d'une solide culture verrière: les entreprises étrangères y sont donc fortement présentes dans des activités de fabrication, de transformation et de

⁵⁶ Rappel: à l'échelon européen, on rencontre cinq grands acteurs dans le verre plat et un quinzaine d'industriels dans le verre creux.

distribution. On trouve ainsi 42 firmes à participation étrangère qui emploient au total 15 000 salariés; c'est dans le verre plat que le taux de pénétration est le plus fort (30%). Il s'agit, pour l'essentiel, des filiales de transformation et de distribution des entreprises déjà évoquées, même si apparaissent d'autres groupes pour des activités spécifiques comme les fibres (avec Owens Corning), la gobeletterie (Bormioli) et surtout le verre technique (avec pour les plus grandes Schott, Corning, Wheaton)⁵⁸.

a) Le verre plat: deux fabricants "locaux", les filiales des grands groupes étrangers et encore quelques entreprises indépendantes:

Jusqu'en 1995, la production de verre plat était en France en situation de duopole, héritage du passé comme nous le verrons plus loin, mais surtout fruit d'une active politique de concentration conduite dès le début du siècle. En effet, Saint-Gobain (usines d'Aniche et de Thourotte-Chantereine, ainsi que celle de sa filiale Eurofloat à Salaise-sur-Sanne), entreprise de la glace à l'origine, s'est diversifiée vers le verre à vitre au début du XX^{ème} siècle par des prises de participation (dans la Compagnie d'Aniche en 1908), ou par des créations de filiales (Chalon-sur-Saône, 1912); deux sites verriers encore actifs aujourd'hui même si l'orientation du second n'est plus au verre plat. L'autre acteur du secteur est P.P.G., repreneur de Boussois (usines d'Aniche, de Boussois et de Donchery); cette entreprise est l'héritière du riche passé de producteur de verre à vitre et de glace de la Société des Glaces de Boussois, elle-même issue d'une compagnie belge originaire de Charleroi (la Sambre a été aussi un puissant vecteur de capitaux...). Sa "naissance" remonte à 1908, lors de la fusion de la Compagnie des Glaces et Verres Spéciaux du Nord de la France et de la Compagnie des Glaces et Verres Spéciaux de France (usines situées sur les bords de la Sambre à Jeumont, Recquignies et Boussois). Après 1914, seul l'établissement de Boussois est reconstruit et ce n'est qu'au seuil de la Seconde Guerre Mondiale que l'entreprise effectua son premier élargissement avec une prise de participation dans le groupe belge Glaver (49%), (usines en France de Wingles et de Saint-Etienne) ainsi que dans diverses petites compagnies situées à Aniche. Après la Seconde Guerre Mondiale, Boussois absorbe la Société Franco-Belge pour la Fabrication Mécanique du Verre et devient propriétaire de Wingles et de Saint-Etienne, c'est alors le plus gros producteur de verre à vitre en France⁵⁹.

⁵⁷ Le sujet de notre travail ne nous fera pas détailler la cristallerie et l'artisanat verrier dont les mécanismes spatiaux et économiques obéissent à d'autres lois.

⁵⁸ Nous publions en annexe la liste des firmes étrangères, leur activité principale et la localisation de leurs usines.

⁵⁹ Cependant les enjeux devenaient européens: durant l'Entre-Deux-Guerres s'était constitué en Belgique (par fusion et rachat) un duopole: Mécaniver (devenu Glaver) et Univerbel. Ces deux entreprises fusionnèrent en 1955 sous le nom de Glaverbel, groupe dans lequel Boussois détenait 25% des participations. De même, à la fin des

Usine P.P.G. (ex B.S.N.) à Boussois-sur-Sambre:



Boussois/Sambre

Depuis 1995, l'équilibre s'est modifié avec l'installation d'Euroglas en Alsace à Hombourg (entre Mulhouse et le Rhin); la position de cette usine est exceptionnelle: à proximité du Grand Canal d'Alsace, de la centrale hydroélectrique d'Ottmarsheim, au pied de l'échangeur autoroutier Mulhouse/Autoroute A5 (Bâle - Fribourg) et à moins de dix kilomètres des Usines Peugeot... Il s'agit d'un float de taille moyenne (capacité maximale de 410 tonnes/jour) officiellement destiné à la fabrication de verre flotté clair mais pouvant être adapté pour la fourniture du marché du bâtiment comme pour celle de l'automobile. L'usine emploie 150 personnes environ et peut approvisionner 15% du marché français; de plus sa localisation en fait une exportatrice potentielle, tout autant qu'une désormais interlocutrice obligée des producteurs français et allemands d'automobiles. Ses promoteurs ne sont pas des industriels de l'oligopole verrier puisqu'il s'agit d'une filiale d'un verrier suisse, lequel, pour atteindre la masse critique suffisante, s'est associé à des transformateurs européens indépendants: est-ce un signe de la volonté des utilisateurs-aval de voir se diversifier les sources d'approvisionnement ? Le fait est que cette localisation, à l'évidence très favorable, n'a pas été le choix de promoteurs "classiques", il est vrai déjà présents à proximité, comme pour Saint-Gobain ou Pilkington en Allemagne⁶⁰...

années 60, après rachat du producteur allemand Detag et fusion avec sa propre filiale germanique Delog, Boussois, devenu B.S.N. (en 1966), pouvait s'enorgueillir de satisfaire 45% des besoins européens.

⁶⁰ Nous verrons que la localisation d'un établissement fait souvent l'objet d'arbitrages entre des points de vue opposés au sein d'une entreprise multinationale; les intérêts des "nationaux" de tel ou tel territoire étant parfois contraires à la logique industrielle dans le pays voisin...

Saint-Gobain et P.P.G. n'ont pas les mêmes stratégies depuis leurs bases françaises tout autant à cause de la structure de leur appareil industriel national que de leur mode d'implantation à l'échelon européen. Ainsi, pour le marché de l'automobile, Saint-Gobain fournit les industriels du Vieux Continent à partir des floats et des filiales de transformation dont elle dispose dans de très nombreux pays (marque unique Sekurit Saint-Gobain): ses exportations sont donc très faibles depuis la France⁶¹. A l'inverse, P.P.G., installé seulement dans deux états européens la France et l'Italie, est un gros exportateur "national" de produits de base ou de produits transformés pour l'automobile depuis les trois sites français; Boussois sur Sambre et Donchery-Sedan sont pourvoyeurs en verre trempé, glaces latérales et lunettes arrière tandis que l'usine de transformation d'Aniche produit les pare-brise feuilletés. Le marché français du pare-brise était, en 1996, assuré par trois intervenants: Saint-Gobain pour 50%, S.I.V. (anciennement entreprise italienne, désormais détenue par Pilkington) et P.P.G. pour l'autre moitié.

Pour le marché du bâtiment, les mêmes entreprises (S.I.V. exclue) se partagent les livraisons avec Pilkington et Glaverbel à leurs propres filiales ou à des transformateurs indépendants. Ainsi peut-on classer en trois groupes les diverses firmes qui oeuvrent pour le bâtiment:

_ Les filiales des groupes produisant en France: une dizaine pour P.P.G., une trentaine pour Saint-Gobain⁶², réparties de façon à alimenter l'ensemble du territoire; par une politique très ancienne (P.P.G. a hérité des efforts de Boussois), les deux firmes ont obtenu ainsi un débouché relativement solide à leurs produits de base (on estimait en 1995 la part cumulée de ces filiales à 40% du marché national du "transformé-bâtiment" dont les $\frac{3}{4}$ pour Saint-Gobain).

_ Les filiales des grands groupes "floatiers" en Europe hors du territoire français, c'est-à-dire jusqu'à présent Glaverbel et Pilkington (puisque Guardian ne s'est pas encore diversifié vers l'aval en France). Pilkington dispose d'une dizaine de filiales tandis que Glaverbel, par l'intermédiaire de Vertal (quatre usines) et d'I.V.B. (une usine) est un peu moins bien représenté, à elles deux ces entreprises fournissent environ 20% du marché français.

_ Les "indépendants", transformateurs ou miroitiers selon leur taille et leur capacité technique, tiennent encore 40% du marché français pour lesquels les grandes firmes s'affrontent selon des modes que nous étudierons de façon plus théorique en partie II. Certains de ces indépendants sont des entreprises solides, nous pouvons citer la Société Macocco S.A. (Bagnolet) qui emploie 200 personnes environ sur cinq sites de transformation (en Ile-de-France, Midi-Pyrénées, Languedoc-

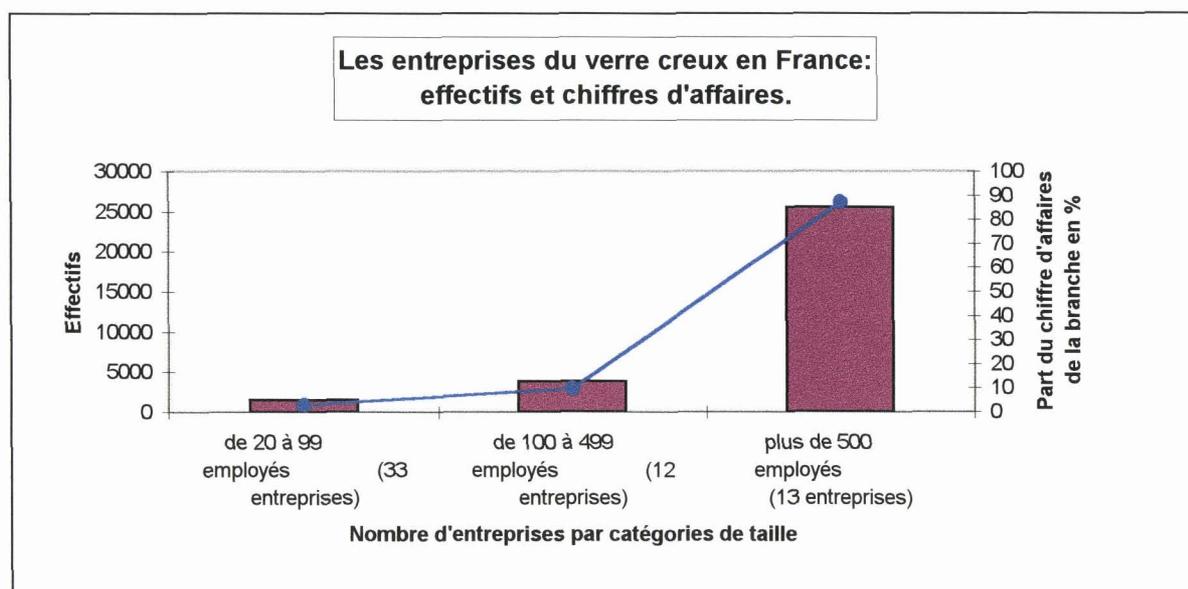
⁶¹ Il en est désormais de même pour le marché du bâtiment, la commercialisation par Saint-Gobain des produits transformés est désormais assurée par une unique filiale pour l'Europe : "Vitrage Bâtiment Europe".

⁶² Saint-Gobain Vitrage posséderait actuellement plus de 300 filiales de transformation en Europe, y compris depuis peu au Royaume-Uni (traditionnellement desservi par le concurrent Pilkington).

Roussillon et Pays de la Loire). Elle commercialise des produits sous ses propres marques (Plastofloat, V.I.M., Panoramic, Plus, Diaplus...) et peut répondre à des commandes de prestige (vitrage isolant de l'Opéra Bastille, verre feuilleté Plastofloat de l'escalier monumental de la Pyramide du Grand Louvre); sa qualité "d'importateur" (signe de sa capacité d'achat en masse) lui offre en outre une certaine liberté vis-à-vis des fournisseurs nationaux.

b) Le verre creux: "trois leaders, quelques outsiders et une trentaine de followers":

Une lecture rapide de la structure productive française peut faire affirmer que le secteur verre creux est très concentré: le verre d'emballage est contrôlé par les filiales des groupes Saint-Gobain et B.S.N., tandis que la Verrerie Cristallerie d'Arques règne sur le verre de ménage. Mais en fait, 58 entreprises industrielles réparties sur tout le territoire emploient 31 000 personnes en cette fin de siècle et réalisent une vingtaine de milliards de francs de chiffre d'affaires ainsi que plus de huit milliards de francs d'exportations... Le graphique ci-dessous fait apparaître cependant que les 13 premières entreprises du secteur réalisent 87% du chiffre d'affaires total et emploient plus de 80% de l'ensemble des salariés, les 34 plus petites entreprises ne représentent que 3% du total du chiffre d'affaires.



Ce mouvement de concentration est ancien, puisqu'il prend sa source au début du siècle selon des processus qui seront détaillés plus loin mais qui reposent sur une double nécessité, d'ordre technique d'une part (la mécanisation puis l'automatisation ont réclamé des capitaux de plus en plus lourds), d'ordre stratégique ensuite quand de grosses entreprises de segments

différents (verre plat) ou de secteurs différents (agro-alimentaire) ont opté pour une diversification.

Les petites entreprises qui fonctionnent encore aujourd'hui sont spécialisées dans des créneaux particuliers: verrerie cristallerie (parfois très proche de l'artisanat) ou, au contraire, verre technique pour lesquels les enjeux sont désormais internationaux; aussi dans ce dernier cas, les usines ont fait l'objet d'une politique de rachat par des filiales de groupes spécialisés dont de très nombreux sont étrangers (exemple du verre creux à destination de la pharmacie, voir annexes).

Pour présenter encore quelques caractéristiques spécifiques aux entreprises du segment de l'emballage de luxe, nous pouvons développer un peu les exemples de Pochet et de Saint-Gobain Desjonquères déjà rencontrés plus haut: il s'agit de firmes fortement exportatrices (la moitié de leur production à l'état "vide", mais en fait plus des 2/3 des flacons de parfums partent à l'exportation). Leurs usines (au moins celle de Mers les Bains pour Saint-Gobain Desjonquères et Le Courval pour Pochet) sont situées dans une très ancienne région verrière spécialisée dans le flaconnage de qualité: la vallée de la Bresle entre Haute-Normandie et Picardie; savoir-faire et secrets de fabrication s'y transmettent sans risques... Dans les deux cas, la raison sociale exprime le caractère familial de leur origine (famille Pochet, famille Desjonquères) et, en même temps, le rachat par des groupes puissants selon les facteurs évoqués ci-dessus. La verrerie Henri Desjonquères a fait l'objet d'une prise de participation majoritaire de Saint-Gobain en 1969, tandis que l'histoire de Pochet a été plus complexe puisque cette société détient une partie du capital de Cristal Lalique (9%) et des Cristalleries de Saint-Louis. Cependant aujourd'hui celle-ci est désormais contrôlée par la famille Colonna di Giovellina à 60% et la Compagnie de Navigation Mixte à 30% (le reste du capital étant détenu par un actionnariat familial). Ces deux entreprises ont un effectif important: 1700 pour Pochet, 2400 pour Saint-Gobain Desjonquères, (usines de Mers-les-Bains et de Sucy-en-Brie ainsi que siège parisien), lequel reflète à la fois le caractère dynamique de cette activité et ses gros besoins en main-d'œuvre. Saint-Gobain Desjonquères dispose aussi de deux filiales de fabrication en Allemagne (flaconnage, S.D.G. 250 personnes) et en France (décor verre creux: Verreries de l'Orne, 218 personnes à Ecouches, Basse Normandie) ainsi que des sociétés commerciales en France (V.G. Emballage), en Italie (S.G.D. Italia) et aux U.S.A. (S.D.G. Glass Inc). Si cette activité se présente au plan de la production comme artisanale, la face commerciale de son développement est tout autant internationale et complexe que pour d'autres produits verriers... Les firmes dans le domaine de la parfumerie ont ainsi constitué des collections (au sens classique de la muséologie) d'échantillons en tout genre, parfois uniques et très anciens, qui leur servent de référence pour la création de nouveaux produits. De la même

manière, elles ont développé de gros efforts pour la coloration, le formage, dont une partie est du domaine scientifique et théorique et l'autre de celui de la réalisation pratique.

A côté des entreprises de verre creux "d'emballage" de luxe existent dans le sous-secteur de la verrerie cristallerie des maisons très anciennes. Leur actionnariat est le plus souvent familial, cependant comme dans le cas précédent, on assiste depuis une quinzaine d'années à des prises de participation de groupes très diversifiés comme Hermès (Cristallerie de Saint-Louis à 43%, en 1995) ou le Groupe du Louvre (Baccarat à 49%, en 1995). Ce mouvement illustre deux phénomènes, cette activité détentrice d'un très haut niveau de savoir-faire et fortement exportatrice attire les investisseurs dans une logique de diversification de leur portefeuille autour du marché "du luxe" au sens large (leurs motivations ne seraient pas de nature "industrielle", encore que nous discuterons la validité de cette terminologie un peu plus loin). Le second phénomène est qu'une entreprise doit désormais atteindre une taille suffisante pour fonctionner à un niveau "global" (continental ou presque toujours mondial); dès lors, elle doit se fonder sur un partenariat pour intégrer un réseau de distribution; d'où ces associations de "grappes de produits" destinés à une même clientèle, sans origine industrielle commune. Nous reviendrons sur cette logique, fondamentale aujourd'hui, du marché qui "fait" le produit et organise les réseaux de distribution, voire les regroupements de producteurs sur d'autres bases que celles du savoir-faire technique de fabrication.

Pour les entreprises de grande taille, le cas très original de la Verrerie Cristallerie d'Arques mis à part, c'est encore une situation de duopole qui prédomine avec, d'un côté, les filiales de Saint-Gobain Emballage et de l'autre, celles de B.S.N. Emballage.

Saint-Gobain Emballage et B.S.N. représentent 85% de la production de bouteilles, 100% de celle des pots et bocaux mais n'interviennent pratiquement plus dans le marché de la gobeletterie avec, par exemple, la récente vente des Verreries de Saint-Gobain (La Chapelle Saint-Mesmin, Loiret, marque Duralex) à Bormioli Rocco et le recentrage plus ancien sur le métier de l'emballage chez B.S.N. Saint-Gobain Emballage dispose de six établissements en France (Chalon-sur-Saône, Cognac, Lagnieu, Oiry, Saint-Romain-le-Puy, Vauxrot); du fait de la nature de corps creux (volume) et de la faible valeur unitaire des produits d'emballage a été privilégiée depuis longtemps une recherche de la proximité des marchés (vignobles ou zones de brasserie pour la bière). Au cours du siècle, on a assisté chez Saint-Gobain à une rationalisation de la production par concentration sur les sites les plus productifs. Durant l'Entre Deux Guerres, la firme disposait d'usines sur tout le territoire: à Carmaux (usines d'Arlac, du Bousquet d'Orb), à Cognac (verreries Claude Boucher), à Vauxrot et Escaupont (verreries à Bouteilles du Nord), à Angers, à Genlis et à Saint-Romain-le-Puy. Dans les années 60, la quasi totalité de la production est concentrée sur

deux sites (par la construction d'une usine entièrement nouvelle à Cognac et par l'agrandissement de Vauxrot (1961/1962). L'année 1969 marqua le début d'une nouvelle croissance quand l'usine de Chalon-sur-Saône fut partiellement reconvertie à la bouteillerie (deux fours en 1970), qu'il en fut de même à Livourne en Italie la même année, et que les autres établissements français reçurent de nouveaux investissements. Les années 70, caractérisées par un affrontement direct avec B.S.N., seront consacrées à l'expansion, jusqu'à connaître la situation actuelle où à chaque site B.S.N. "correspond" un site Saint-Gobain...

Côté B.S.N., l'héritage est celui de Souchon-Neuvesel, une entreprise d'origine lyonnaise à capitaux familiaux qui, dans les années 50, avait initié un mode de développement original: partant du constat de l'existence dans la branche verre creux d'une structure encore relativement dispersée, les dirigeants d'alors avaient incité les producteurs régionaux à des associations techniques et commerciales (à l'image de ce qui s'était fait après la Première Guerre Mondiale dans le verre à vitre belge). En 1953, s'était mise en place une organisation de développement entre douze sociétés locales, dont Souchon-Neuvesel était le pivot, forte de ses trois usines et de ses participations (contrôle total de cinq usines et partiel de cinq autres). En 1958, face au défi européen, le choix est fait d'une concentration réelle par fusion et "accords" avec Nord Verre, la Verrerie de Vals, les Verreries Mécaniques de Bretagne, la Verrerie de Gironcourt et les Verreries Hemain Frères: chacune des huit usines est spécialisée, un comité de direction centralisé est mis en place, lequel modernise les méthodes. En 1964, sont absorbées Nord Verre, la Verrerie de Vals, les Verreries Mécaniques de Bretagne, la Verrerie Bordelaise, l'Ancienne Maison Fleury, les Verreries de Folembay, mais surtout sont signés des accords techniques avec le groupe américain Owens-Illinois.

Concentration de la production, croissance financière et recherche d'une meilleure capacité technologique sont les trois voies du développement des années 60, auxquelles il faut rajouter des participations dans les eaux minérales d'Evian et de Saint-Galmier-Badoit. En 1966, c'est la fusion avec Boussois (voir plus haut) et l'affirmation d'une intense volonté de croissance: "naissance" de l'usine de Rive-de-Gier (absorption des Verreries Hemain Frères), ou de celle de Gironcourt (absorption des Verreries de Gironcourt): B.S.N. dispose en France de huit usines d'emballage. En 1970 (après l'échec de l'O.P.E., voir parties II et III), B.S.N. absorbe Evian, la Brasserie de Kronembourg et s'assure du contrôle de l'Européenne de Brasserie⁶³. Les rapports avec Saint-Gobain se "simplifient", des nombreuses filiales communes seules Triplex (transformation du verre plat), Sovis (verre technique), Clarit et Sécuriglaze (commercialisation) sont maintenues tandis

⁶³ A cette époque, le chiffre d'affaires était distribué selon les proportions suivantes: alimentaire 35%, verre plat 40%, verre d'emballage 25%.

que Seprosy (plastique) passe chez B.S.N., alors que Saint-Gobain s'allie avec Carnaud (plastique). Et l'orientation mi-verrière, mi-emballage, se confirme avec la vente du verre plat (Boussois) à P.P.G. en 1982. Actuellement, la division Emballage de B.S.N. est propriétaire, en France, de six usines à Gironcourt, Labegude, Reims, Vayres, Veauche et Wingles (12 fours, 44 lignes de production soit 40% du marché français...), par sa participation majoritaire dans V.M.C. (Verreries Mécaniques Champenoises), elle dispose en outre d'usines à Givors, Reims et Rive-de-Gier (pour les pots, c'est-à-dire les articles à large ouverture).

B.S.N. s'est faite la spécialiste de la technologie de la production du verre d'emballage à grande vitesse sur des séries très longues; faire tourner les installations au coût le plus bas, à la plus grande vitesse possible, c'est évidemment jouer la carte de l'économie d'échelle et de la production maximale. Le meilleur exemple pour cette firme est son usine de Gironcourt sur Vraine (Vosges) qui est spécialisée dans la production de bouteilles pour la bière (1,8 milliards de cols de 25 cl par an sur trois fours). Quatre machines I.S. à dix sections (voir partie I) fonctionnent en quadruple paraison et fabriquent 600 bouteilles à la minute. Les autres usines, bien que fortement spécialisées, conservent une flexibilité de marché qui offre une autre stratégie que la seule spécialisation sur de grandes séries: B.S.N. sait répondre à des commandes dédiées sur des spécifications assez pointues de forme, de teinte... Wingles est aussi focalisée sur des bouteilles à bière à partir d'un seul four mais, grâce à l'exploitation de machines Roirant S10 (dont le fonctionnement sera explicité plus loin), la production n'est pas cantonnée dans la seule logique des grandes séries générée par les machines sectionnelles.

A Reims, sont fabriquées des "champenoises" et des bouteilles pour le vin, à Vayres deux fours sont consacrés au vin et au cognac, Labegude réalise des bouteilles à vin (toujours partiellement avec des Roirant). C'est l'usine de Veauche qui est la plus flexible, trois fours alimentent des machines variées (dix lignes de production) pour des marchés très divers (vin, bière, eau, cognac...) pour lesquels teintes et formes doivent être spécifiquement adaptées...

Nous avons insisté sur ces exemples pour mettre en garde vis-à-vis d'une lecture trop rapide de la liaison production-marché-localisation (à base de déterminisme technique): les usines sont souvent installées sur des lieux de production qui génèrent des spécifications précises pour les grandes séries (les bouteilles de Bourgogne, de Bordeaux, de Côte de Provence ont chacune leur originalité). Mais les verriers doivent aussi pouvoir répondre à des commandes différentes pour des emballages à plus forte valeur ajoutée, des séries plus courtes: aussi certaines usines sont structurées pour répondre en souplesse à une demande qui n'est pas d'origine "locale". Les bouteilles, si elles ont une valeur élevée (même vides...), peuvent voyager loin: Veauche fournit le

Cognacais... et les français commencent à songer aux marchés spécialisés d'autres régions européennes.

A côté du duopole, se trouve une très grande entreprise jalouse de son indépendance, la Verrerie Cristallerie d'Arques (même si des accords techniques ont parfois été passés avec eux ou si, après l'O.P.E. sur Saint-Gobain, s'est manifesté un certain partenariat financier). Sur cette firme repose le dynamisme de la verrerie de ménage française, surtout vis-à-vis du marché-export qui en représente les $\frac{3}{4}$ de la production (avec des fluctuations en plus ou en moins de l'ordre de 5% selon l'état de la conjoncture internationale). La Verrerie Cristallerie d'Arques réalise 80 à 90% de la production française, laquelle correspond à la moitié de ce que fabrique l'Europe ! Nous traiterons de façon plus précise le cas de cette entreprise dans notre troisième partie, tout au plus pouvons-nous en donner ici quelques-unes des caractéristiques majeures. En matière de localisation tout d'abord, cette entreprise est installée dans le département du Pas-de-Calais près de Saint-Omer sur plusieurs sites dont le principal est à Arques. Il n'y a pas eu de volonté de se rapprocher des grands centres de consommation et le facteur transport semble donc relativement secondaire quant à la localisation. Nous insisterons un peu plus sur l'héritage qui, dans ce cas, est manifeste et dont il faudra expliciter le contenu: Arques est un centre verrier depuis longtemps et le savoir-faire à l'époque de la transmission orale a été un atout maître. Il faudra aussi, s'interroger sur le rôle de l'entrepreneur quant aux questions de localisation, d'autant plus visible qu'il est ici incarné dans des personnalités fortes; l'industriel fut ici libre de ses choix car si la Verrerie Cristallerie d'Arques est la première entreprise de la branche verre creux en termes de chiffre d'affaires (5,427 milliards de francs en 1994), elle repose sur un actionnariat entièrement familial. Cette entreprise s'est agrandie sur place (ou du moins à proximité) mais aussi à l'étranger (Espagne: Lamiaco et U.S.A.: Milleville) pour des raisons tout autant pratiques (se rapprocher d'un marché) que stratégiques (le faire à un moment donné, en réponse à une situation précise pour s'affirmer face à la concurrence). Ainsi, l'inertie spatiale apparente est-elle peut-être en fait le fruit d'un choix dont les résultats actuels de l'entreprise garantissent la validité: aucun des grands groupes du secteur n'a pu réellement attaquer Durand sur ses marchés, tout au plus certaines niches leur ont été laissées (comme les vitrocéramiques pour Corning par exemple).

Les années 90 ont été difficiles pour les industriels français du verre creux: les tensions sur les prix des matières premières, l'atonie de certains marchés comme l'agro-alimentaire, mais aussi la diminution de la consommation des ménages et la réduction des exportations à destination des pays voisins ont fait souffrir l'ensemble de la branche. Structurellement handicapée par de lourdes charges salariales (en comparaison du verre plat), cette industrie a entrepris un gros effort de rentabilisation de son outil, à la fois en direction de l'augmentation de la productivité et vers une

amélioration de la rapidité de réponse aux demandes du marché. Nous verrons plus loin que la réponse ne passe plus forcément par des suppressions d'emplois par milliers et l'instauration de systèmes productifs d'autant plus efficaces qu'ils seraient plus rigides. Une des réponses est aussi dans les relations avec la main-d'œuvre, d'autant plus si celle-ci est incontournable (c'est aussi le cas dans le verre plat même si les effectifs extrêmement ténus nous le font oublier). Cet élément humain ne devra pas être exclu a priori de l'analyse car il s'avère récurrent dans l'histoire de la verrerie et transparaît dans bien des choix stratégiques.

Nous avons vu que certains produits à très haute valeur ajoutée (flaconnage pour la parfumerie) ont des localisations très spécifiques et très anciennes, ainsi l'ancrage de l'industrie verrière du luxe dans la vallée de la Bresle ou dans les Vosges n'est certainement pas le seul fait du hasard. Nous réfléchissons plus loin sur cette notion de localisation héritée, tant au plan technique, économique et humain, nous voulons cependant en souligner ici un caractère. Il est fait souvent référence dans la verrerie au savoir-faire alors que la phase de mécanisation est désormais dépassée et que l'automatisation est presque partout de règle. Ce savoir-faire ne consiste plus en des tours de main ou des secrets transmis de bouche à oreille, mais plutôt en une série de référentiels communs internes à l'entreprise et partagés par les sous-traitants sur lesquels l'industriel sait pouvoir compter. Cet enracinement, dont nous présenterons la nature "conventionnelle", ne correspond plus tout à fait à celui que Marshall a pu décrire car il est désormais accouplé à une dimension globale qui correspond aux besoins et aux réalités du fonctionnement des grandes firmes. Celles-ci, pour répondre aux exigences de leur clientèle, mettent en œuvre un intense effort de recherche-développement qui dépasse totalement ce qu'un espace particulier, un système productif localisé, pourrait leur fournir. Ainsi la fabrication peut s'ancrer dans un territoire où savoir-faire et conscience d'appartenance commune permettent un fonctionnement optimal, tandis que recherche, commercialisation, marketing sont du domaine du global qui repose sur une logique résiliaire.

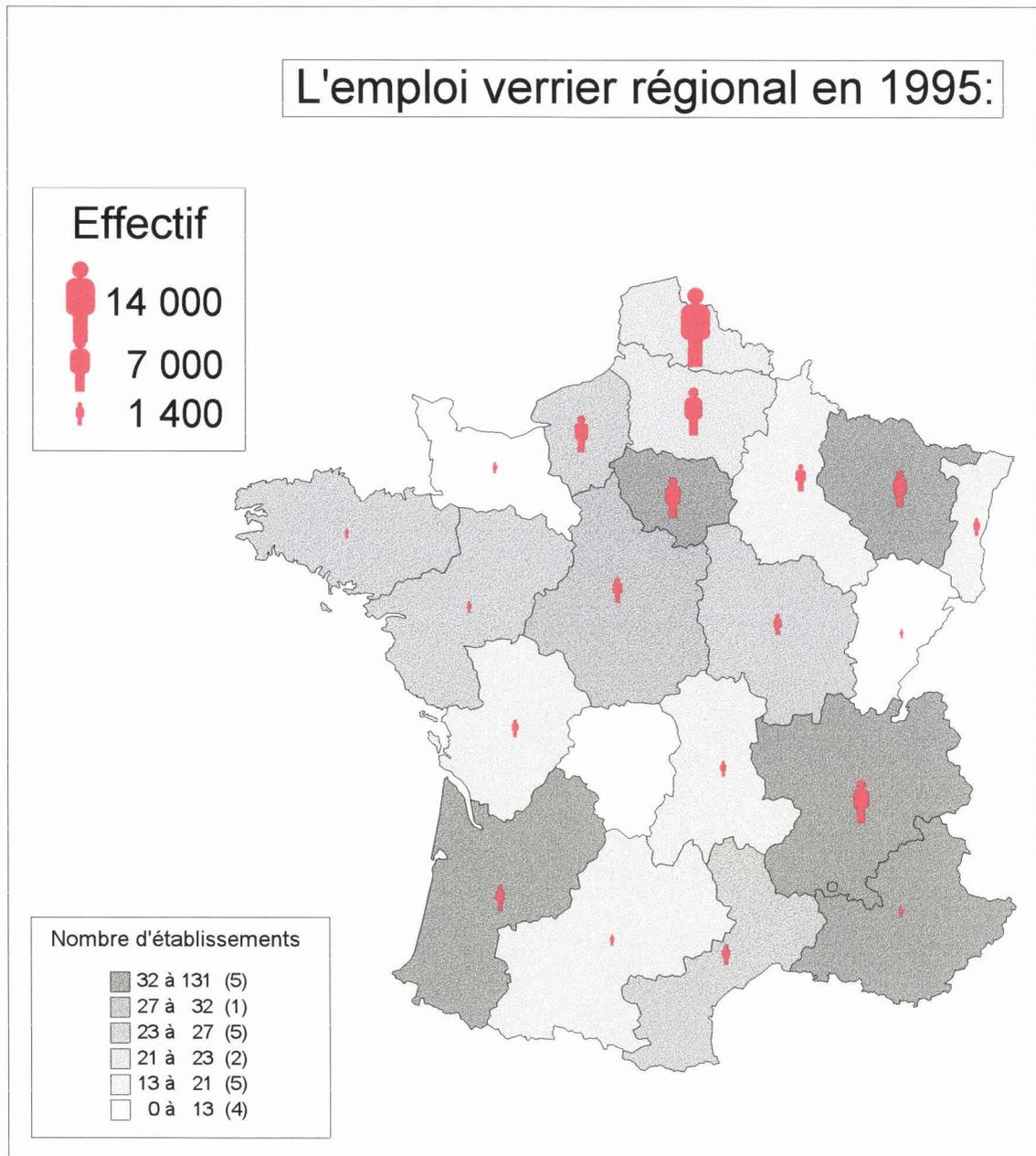
Ainsi devons-nous à la fois analyser ce fonctionnement industriel territorialisé d'une part et en réseau d'autre part, selon un principe d'ancrage à la fois technique et conventionnel de la réalisation et une mécanique beaucoup plus souple pour la conception et les choix de développement; le premier élément et facteur de localisation étant du domaine des lieux tandis que le second est du domaine des stratégies industrielles.

2) Les principaux sites verriers français:

a) Quelques cartes de la production verrière d'aujourd'hui:

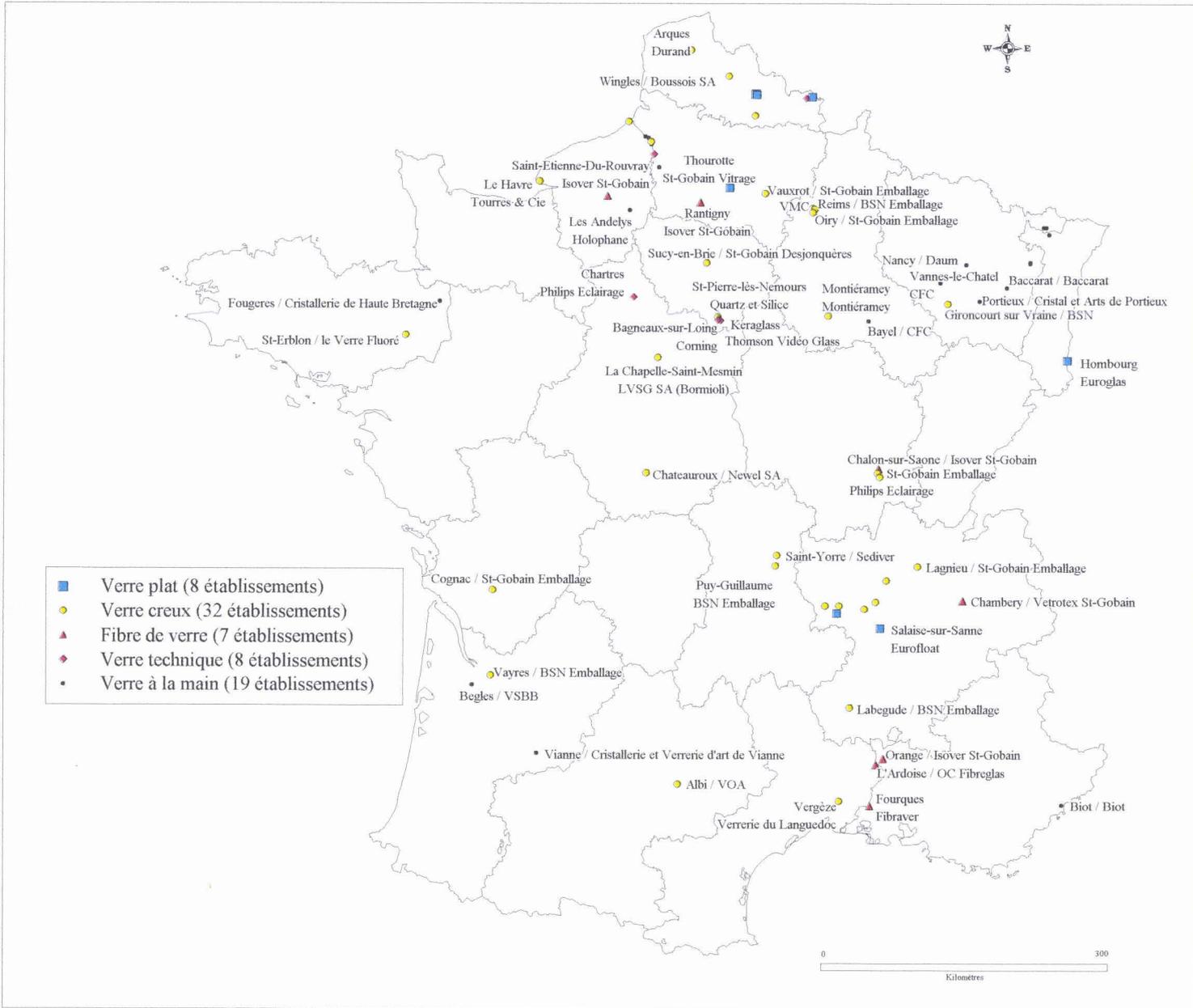
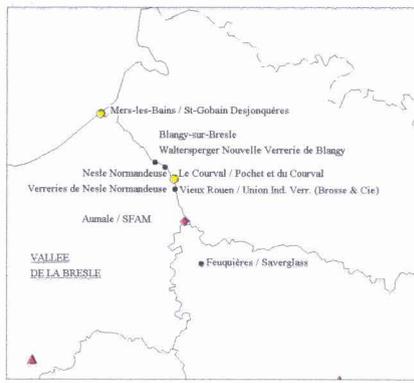
La répartition spatiale de la verrerie industrielle en France peut se lire en rapportant le nombre d'employés et d'établissements à un échelon régional (carte n° 1), en consultant la carte des usines en activité en 1997 (carte hors texte I) et celles des filiales de transformation et de distribution des grandes firmes (carte hors texte II).

Carte n° 1:

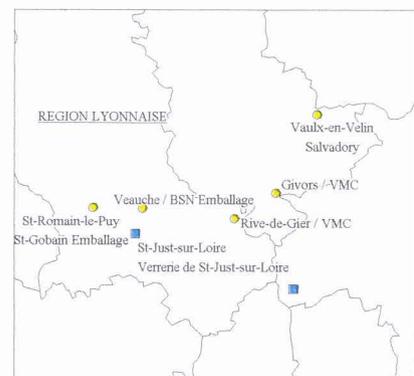
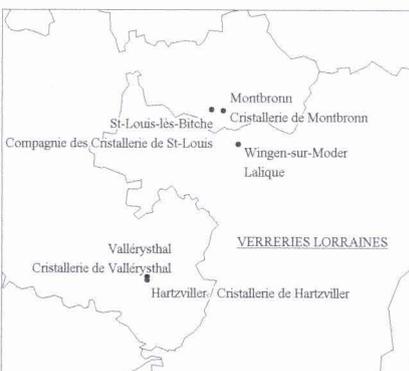


Sources: SESSI "Les Chiffres Clés de l'Industrie". Dunod, Paris, 1996.
Annuaire de l'Industrie du Verre. Prover. Ed. Septima, Paris, 1997.

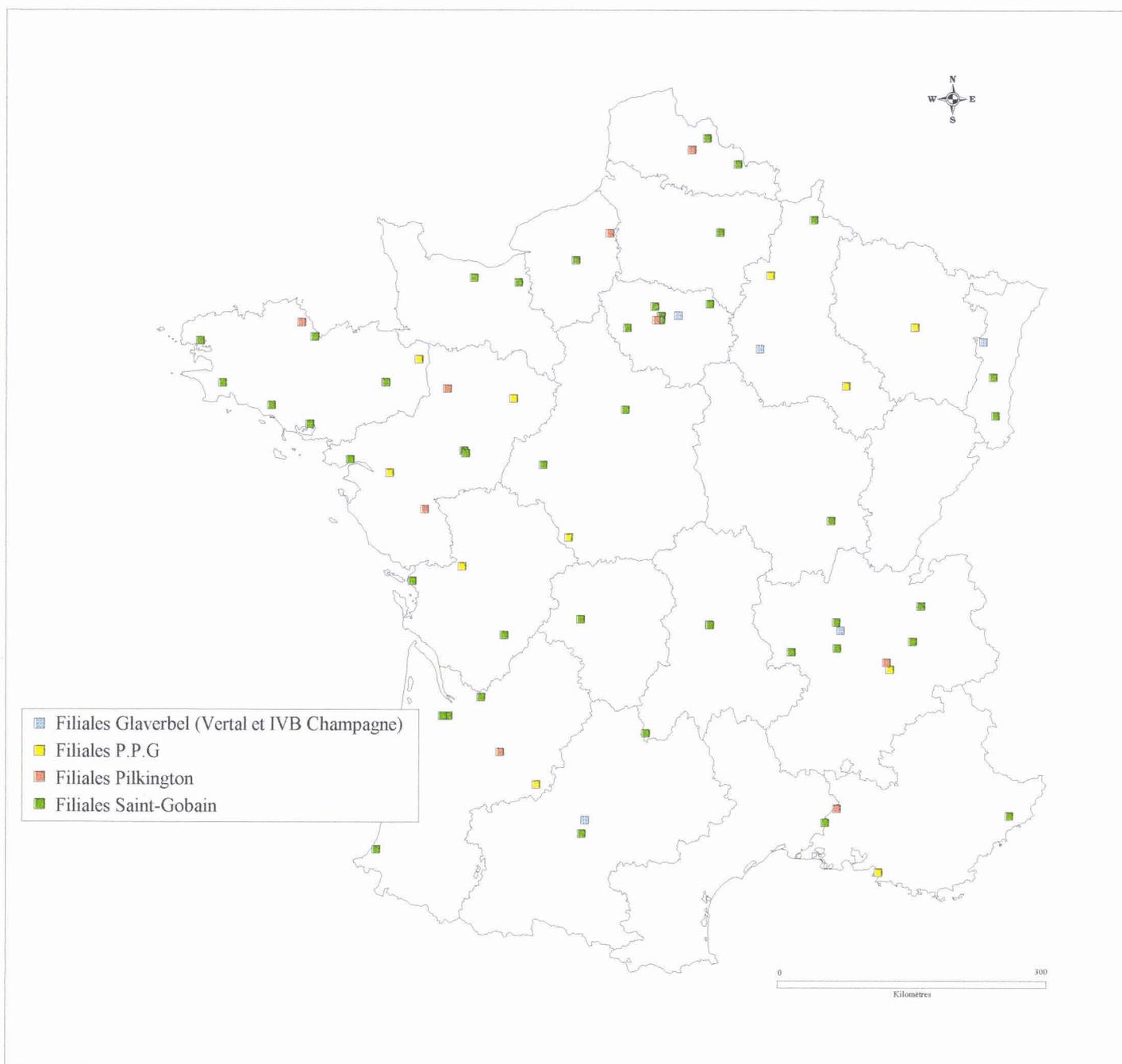
Les usines verrières en activité au 01/01/97



Source : Fédération des Chambres Syndicales
de l'industrie du verre



Les filiales de transformation et de distribution des grandes entreprises de verre plat



Source : Fédération des Chambres Syndicales
de l'industrie du verre

Nous avons déjà rencontré les principales localisations et vu quelques-uns des principes essentiels de l'activité verrière: la fabrication du verre plat est spatialement concentrée, bien plus que celle du verre creux où cependant les usines sont aujourd'hui beaucoup moins nombreuses; dans les deux cas les principaux sites existent depuis longtemps, signe d'une relative inertie. La carte de l'emploi verrier régional fait apparaître le Nord-Pas-de-Calais comme première région verrière française avec plus de 14000 employés (soit près du tiers de la main-d'œuvre sectorielle). Beaucoup plus loin derrière se trouvent les régions de Haute-Normandie (7% de l'effectif), de Picardie, de Lorraine, de Rhône-Alpes (pour 4 à 7% de l'effectif) et enfin, au-delà, on voit des régions dans lesquelles l'emploi total est inférieur à 1400 verriers (1 à 2% de l'emploi français du secteur). En nombre d'établissements, ce sont l'Ile-de-France, Rhône-Alpes, la Lorraine et Provence-Alpes-Côte-d'Azur qui distancent deux types de régions: celles qui disposent de quelques gros établissements où se concentre toute l'activité (comme l'Auvergne), et celles qui sont quasiment dépourvues de verriers comme le Limousin ou la Corse. En fait, cette carte régionale exprime mal la réalité d'une industrie, comprise comme la production et la transformation du verre matière première par des entreprises de taille importante. En effet y sont aussi intégrées les données concernant la transformation de détail, lesquelles reposent avant tout sur la taille du marché local (d'où l'effet de sur-représentation des régions peuplées ou de celles qui disposent d'un fort marché de la construction neuve), les localisations des activités-amont sont donc assez mal exprimées.

Pour comprendre les choix des grandes firmes, il vaut mieux consulter à la fois la carte des usines en activité et celle des filiales des grands groupes, lesquelles expriment plus directement les besoins et stratégies industriels en matière de localisation. La carte de la production nous montre qu'en fait la production verrière française se concentre sur quelques sites dont les noms sont évoqués depuis longtemps, même si, comme il a été vu, la nature des fabrications a parfois beaucoup changé.

b) Produire du verre en France en 1896:

Nous allons maintenant prendre la mesure de cette stabilité par un retour en arrière d'un siècle exactement grâce à la consultation de la carte de la "verrière et de la cristallerie en France" éditée par M. Damour en 1896⁶⁴. Ce spécialiste du verre (ancien ingénieur de Folembroy et, à l'époque, Chef des Travaux Chimiques à l'Ecole Supérieure des Mines) insistait en cette fin du XIX^{ème} siècle sur l'héritage en matière de localisation et sur le caractère original de la répartition spatiale des verreries: "A l'inverse de la plupart des grandes industries, la verrerie semble avoir échappé en partie à la loi de centralisation et de groupement autour des grands centres".

Carte de la production verrière en 1896:



⁶⁴ Damour. E.: "Etat actuel de la Verrerie et de la Cristallerie en France" - Revue Générale des Sciences Pures et Appliquées - Paris, 1896. Les citations entre guillemets qui suivent sont de lui.

Après un exposé préliminaire sur les origines de la verrerie en France, placées sous le double sceau de choix régaliens (décisions seigneuriale, princière et parfois royale) et de mécanismes de diffusion spatiale (par migration des familles de verriers), il dresse une typologie des différents sites productifs en 1896. Quatre groupes de verreries sont distingués relativement à leur origine et indépendamment de leur fabrication:

_ Les verreries les plus anciennes sont forestières: il s'agissait de Saint-Gobain, Baccarat, Folembray, La Vieille Loye. Leur localisation est le fruit d'un mécanisme simple, pour une unité (de poids) de verre produite, il fallait cinq unités de bois: les usines étaient installées préférentiellement au centre des forêts pour rationaliser les transports (d'où les sites forestiers des Vosges, de Normandie, de Coucy, de Saint-Gobain ou du Jura)⁶⁵.

A partir du XVIII^{ème} siècle (pour la France) et jusqu'au début du XX^{ème} siècle naissent trois autres types de localisations sous l'effet de l'emploi de la houille pour la fusion avec, en premier lieu:

_ Les verreries des bassins houillers: le Nord disposait ainsi de trente usines; Montceau-Les-Mines, du centre de Blanzay; le bassin de la Loire, de Rive-de-Gier et de Gisors; Decazeville, de Carmaux...⁶⁶ Les raisons conjoncturelles sont très bien exprimées par Damour: pour une compagnie minière une verrerie est un client de premier ordre (10 à 15 tonnes de charbon par jour sont nécessaires à une petite usine d'un ou deux fours à l'époque du chauffage direct, voir partie I). Dès lors, on assista à des naissances de verreries subventionnées par les houillères qui s'assuraient ainsi un très bon débouché.

_ Les ruptures techniques ont provoqué l'apparition d'usines sur les centres de consommation (grâce à la réduction des 2/3 des quantités de houille consommées): le poids de charbon utilisé s'abaisse au-dessous du poids de verre produit, il est donc rentable de s'installer à proximité des zones d'embouteillage (comme Saint-Galmier, ou Reims).

_ Enfin, naissent des verreries dans les faubourgs des très grandes villes car elles récupèrent comme matière première les débris de verre; leur production est faible, peu stable techniquement, cependant quelques-unes ont acquis un renom (par exemple la verrerie Appert à Clichy).

⁶⁵ Il faudrait, sur ce plan, distinguer les verreries de taille importante (glaceries, grosses manufactures de verre à plateau) qui sont le fait de décisions "politiques", des verreries à bouteilles ou autres contenants qui furent plus spontanées (d'autant qu'elles étaient originellement itinérantes et donc soumises au seul bon vouloir d'un pouvoir local).

⁶⁶ Colloque d'Albi de Novembre 1996: "La verrerie en France du XVIII^{ème} à la fin du XIX^{ème} siècle. Actes à paraître.

Cette manière de classer les sites est intéressante car elle exprime le point de vue d'un contemporain de la première grande mutation connue par la verrerie avec l'amélioration des procédés de fusion, mais comme nous le soulignerons bientôt, elle se place avant la seconde rupture que fut la mécanisation; aussi dans la démonstration, l'élément humain prend la place fondamentale. Si l'activité est marquée par une très forte inertie, c'est d'abord à cause d'un recrutement malaisé des verriers en-dehors des sites où l'habileté nécessaire au travail du verre et où "l'hérédité" sont très fortes. Cet argument a été maintes fois retrouvé dans nos lectures: l'importance de la tradition, de la transmission du savoir-faire ont été longtemps les facteurs décisifs en matière de situation spatiale (jusqu'à l'affaiblissement du rôle de l'homme dans le processus de fabrication par le jeu de l'augmentation de celui de la machine).

Les autres facteurs classiques de fixation pour une industrie de demi-produits comme celui de la matière première ou des adjuvants chimiques sont, pour cet auteur, très secondaires et, comme en témoigne le fonctionnement de l'activité depuis un siècle, semblent réellement l'avoir été. Les sables vulgaires, utilisés en bouteille banale, se trouvent en maintes régions et dans le cas particulier du Nord de la France, qui en est relativement dépourvu, la voie d'eau (avec fret de retour) fournit un approvisionnement stable, suffisant, et tout à fait rentable. Cependant en contrepartie, les verriers du Nord disposaient de sables riches en magnésie (Cuise-La-Motte) qui pouvaient alimenter certaines usines grâce à leur bonne qualité. Les sables blancs (extra-siliceux) sont plus rares: avant 1914, toutes les usines les faisaient venir par chemin de fer; nous verrons que pour Chantereine (établissement créé par Saint-Gobain en 1919), il y eut un rapprochement vers les carrières de l'Oise. De fait, toutes les verreries semblaient à égalité sur le plan du coût des intrants vitrifiables, y compris vis-à-vis des composants secondaires de forte valeur ajoutée comme les "sels de soude". Dans ce cas, les industriels de la Chimie, pour développer leurs débouchés, ont proposé des prix "marchandises rendues" sans compter véritablement la distance de transport pour bénéficier de la clientèle de tous les verriers.

Ce sont donc uniquement les questions du transport du combustible, des produits finis et de l'emploi qui, en cette fin de XIX^{ème} siècle, semblaient être les facteurs de différenciation spatiale les plus radicaux quant aux choix de localisation d'une verrerie (la situation héritée occultant, en quelque sorte, la question du choix).

Nous profitons du tableau présenté par M. Damour quant à la géographie des matières premières pour dresser un rapide état des lieux des principaux sites d'extraction actuels; si la géologie est restée la même, certains paramètres ont quelque peu évolué: les transports sont plus

faciles, les exigences des verriers quant à la qualité des sables se sont accrues, la structure de la branche extractive s'est transformée.

_ Les sables communs se trouvent partout (jusqu'au début du siècle, la plupart des verreries à bouteilles les prenaient à proximité); tous les sables sont vitrifiables si le verrier en connaît la composition et en corrige les déséquilibres par adjonction de silice ou de chaux. Néanmoins le plus important est la stabilité de leur composition chimique surtout aujourd'hui avec la fabrication en longue série, d'où la recherche des carrières les plus homogènes.

_ Les sables purs (sans fer et "sables communs"), comme le sable de Fontainebleau, sont plus rares et transportés jusqu'à très grande distance; en France, on en trouve dans des terrains tertiaires (Pont-Sainte-Maxence), dans le Jurassique (sables champenois) ou dans les terrains anciens (sables meusiens).

Aujourd'hui, seuls les gisements de sable extra-siliceux font l'objet d'une exploitation industrielle à partir de carrières où la silice se présente en grains (pour 90% du tonnage) ou en roche pour le reste (les progrès dans le concassage ont rendu intéressante "l'extraction secondaire"). Les gisements utilisés en cette fin de siècle se rencontrent en Picardie (Oise, Aisne), Ile-de-France (Seine et Marne, Essone), en Aquitaine et Poitou-Charente (Gironde, Charente) ainsi que dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (département de Vaucluse). Sur 9000 carrières recensées, une vingtaine ont une importance significative et ont pour débouchés la verrerie à 45%, la fonderie à 40% et diverses destinations pour 15%.

Silice (Si O₂), quelques données nationales pour la fin du XX^{ème} siècle:

Production nationale	7 millions de tonnes
Consommation nationale	6 millions de tonnes
Importations	0,5 millions de tonnes (Belgique)
Exportations	1,2 millions de tonnes
Chiffre d'affaires des grandes entreprises de la branche	500 à 600 millions de francs

Source: Annales des Mines, éditions ESKA, Février 1993.

L'ensemble de la branche représente un millier d'emplois directs (non comptés les fabricants d'engins de concassage ou d'extraction) soit 45 entreprises, mais les quatre premières extraient 90% du tonnage. Il s'agit de la Sifracco (45% du marché), de la Samin (Saint-Gobain), des entreprises Bervialle et Cateau-Langlois. A l'échelon européen, l'Allemagne, la Grande-Bretagne et surtout la Belgique sont les autres principaux producteurs; cette dernière est le premier exportateur européen et possède les plus grandes ressources de sable extra-siliceux avec

la France. Les entreprises européennes de niveau international, en "partenariat" avec les verriers, sont actuellement: la S.C.R. Sibelco S.A. (Belge), (Sablières et Carrières des Compagnies Belges des Silices Réunies), la Quartzwerke Gmbtl en Allemagne (affiliée à la Sibelco) et B.I.S. (British Industries Sand) en Grande-Bretagne. Cette liste confirme en premier lieu le haut degré de concentration de la branche extractive et avec elle, les désormais nécessaires démarches stratégiques vers l'amont (partenariat, participation, fusion) que nous présenterons plus loin. En second lieu transparaît une logique "continentale" pour les échanges de produits de base, grandement facilités en Europe par la densité des réseaux divers (la S.N.C.F. est actuellement, pour la France, tout aussi compétitive sur les grands axes que la voie d'eau pour les matières de base, et évidemment beaucoup plus pour les produits finis, lesquels sont transportés par camions); aujourd'hui, plus que le canal c'est le rail et l'autoroute qui animent les flux verriers.

Pour en revenir à la fin du XIX^{ème} siècle, nous démontrerons qu'au-delà de la question du coût des intrants, d'autres paramètres intervenaient déjà et interviendront longtemps⁶⁷: pour la glacerie en particulier (ou pour les industries du verre de luxe en général), la nécessité de se protéger vis-à-vis des concurrents incitait à se maintenir dans des lieux où les secrets de fabrication pouvaient être bien gardés (la concentration urbaine, voire le simple contact avec des concurrents potentiels, furent longtemps considérés comme les dangers les plus graves dans une situation de faible demande quantitative).

L'approche de la question de la main-d'œuvre par les industriels était un peu ambiguë: d'un côté, ils s'accommodaient fort bien de la perception dominante chez les ouvriers de détenir un "art", qui était bien plus qu'un vague savoir-faire technique, laquelle générait de très forts sentiments d'appartenance à un "métier" spécifique et oeuvrait dans le sens d'une très grande application au travail. De l'autre, les coûts élevés de cette main-d'oeuvre et la faible productivité imposaient la mécanisation, laquelle, nous le verrons, déqualifia la profession de verrier et supprima cet attachement de l'ouvrier à son usine: aussi le tournant du siècle est partagé entre la tradition qui plaide pour le maintien sur place et la volonté de renouveau. N'oublions pas non plus le contexte politique et social, c'est la période des grandes grèves qui, dans la verrerie, peuvent être catastrophiques pour l'outil (nous verrons que les fours à bassin qui naissent alors doivent fonctionner en continu). A Pantin, Montluçon, Rive-de-Gier, Charleroi, Carmaux éclatent des

⁶⁷ La nécessité de protéger certains secrets de fabrication est toujours active dans l'industrie verrière mais, curieusement, elle s'est déplacée vers la gobeletterie industrielle (en fait les procédés de fabrication dans le verre plat sont désormais sous licences voisins dans le monde entier). Par contre, fabriquer du cristal industriellement, réaliser des moules de façon optimale pour un rendu impeccable n'est pas du domaine commun. C'est pour cela qu'une entreprise comme la Verrerie Cristallerie d'Arques se protège beaucoup vis-à-vis d'éventuels concurrents et que l'Audomarois est peut-être un site privilégié en ce qui concerne les rapports à la main-d'œuvre.

révoltes qui, pour certaines, feront naître des expériences nouvelles (Verrerie aux Verriers d'Albi)⁶⁸, mais qui surtout effraient les investisseurs. Aussi, la grande ville, les régions d'extraction charbonnière et leur prolétariat, où les revendications nées sur un carreau de mine ou dans une usine textile se propagent vers les autres corps de métiers, ne sont pas considérées comme les meilleures localisations.

Nous plaçons donc pour une lecture moins mécaniste de la question de l'emploi que celle classiquement effectuée en termes de coût de facteurs: il a toujours existé une "approche qualitative des lieux" dans laquelle la culture du métier (aujourd'hui culture d'entreprise), tant du côté employeur que du côté salarié a compté comme un déterminant fondamental pour la bonne marche des entreprises.

c) Exporter et soutenir la concurrence: du caractère international de l'activité verrière dès 1896:

Les diverses archives, mais surtout les événements de l'époque, trahissent une situation de crise à l'échelon européen en cette fin de XIX^{ème} siècle, laquelle est révélatrice de l'intégration du marché du verre au grand commerce international, bien avant d'autres produits. Prix de vente (même si les droits de douane servent de barrière), salaires des ouvriers mais aussi modèles de production (par le biais de l'adoption de certains procédés) sont déjà très largement multinationaux. De même, le marché se présente pour le verre à vitre, pour la glace et pour certains produits creux comme fonctionnant à un échelon global: continental au moins, et même mondial parfois.

α - En France, on importe déjà le verre à vitre depuis le bassin de Charleroi en Belgique où tradition verrière, capitaux, charbon et aptitude commerciale sont les facteurs explicatifs de la bonne marche de l'activité (pour faire dans la caricature). La fin du siècle dernier est marquée par la surproduction (nous en donnerons les diverses raisons en partie I) dans tous les pays, aussi chacun tente d'exporter comme en témoigne le tableau suivant:

⁶⁸ La dénomination de l'entreprise est un peu différente (Verrerie Ouvrière d'Albi) de la réalité et des principes juridiques de son fonctionnement comme nous le verrons plus loin.

Production et consommation de verre à vitre en 1896 (millions de m²):

Pays	Nombre d'usines	Capacité de production	Production réelle	Consommation
Belgique	22	29	26	2,7
France	20	13	6	6,8
Italie	8	4	1,8	2,3
Allemagne	-	-	8	8
Angleterre	-	-	0,6	13,8
Suède	9	1,3	1	1,1
Total (pour l'Europe)	59	47,3	43,4	34,7
U.S.A.	24 fours à bassin 126 fours à pots	19,5	15	17,5

Source: Damour et Guérout (Opus cité).

β - Pour la glace, le marché français était bien contrôlé par les quatre fabricants de l'époque qui étaient, en outre, de forts exportateurs; mais, là encore, du fait de la crise de la fin du siècle, la consommation était plus réduite que la capacité de production et donc les tensions s'exacerbaient. Les entreprises productrices étaient:

- _ Saint-Gobain (site originel et Saint-Quirin, association de 1858).
- _ La Société des Glaces et Verres Spéciaux du Nord (Recquignies et Jeumont).
- _ La Manufacture d'Aniche (Aniche).
- _ La Société des Glaces de Maubeuge (Assevent).

Les exportations pour le Nouveau Monde étaient acheminées par voie ferrée jusqu'à Anvers (le coût du fret était plus bas qu'en France et le personnel plus compétent...); lorsque l'on cumule tous les facteurs, on comprend l'intérêt d'une localisation septentrionale pour la France, et Nord-Occidentale pour l'Europe. La concurrence s'exprimait dans les mêmes termes qu'aujourd'hui, avec une compétitivité-prix (en particulier pour la main-d'œuvre, de 20% moins chère en Belgique qu'en France), avec des freins aux échanges internationaux qui pouvaient perturber les flux (droits de douane qui renchérisaient les glaces d'environ 10% à l'époque; taux de change aujourd'hui dans un monde "libéré"...), avec enfin, une différenciation objective qui favorisait telle ou telle origine de la production (procédés de fabrication légèrement différents selon les pays, selon les entreprises...).

γ - Pour la verrerie à bouteilles, la fin du siècle apparaissait plus favorable, tant pour les anciennes verreries (Lorraine, Bourgogne, Champagne) que pour les plus récentes nées de l'engouement pour les eaux minérales par exemple (doublement du nombre de cols produits en France de 1850 à 1900, pour atteindre environ 200 millions de cols annuels). Dans la même période sous l'effet de la mécanisation, le prix unitaire du contenant baissait de 40% environ. Pour

illustrer la problématique de l'emballage, on peut rapporter l'exemple suivant: pour les liquides de peu de valeur comme l'eau minérale, l'effort essentiel porte alors sur l'abaissement des prix de vente du contenant (par la modernisation des procédés de fabrication). A Saint-Galmier (Source Badoit) est créée l'usine la plus moderne de l'époque (aux coûts de production les plus bas), le prix de revient est de 7 centimes l'unité pour l'emballage verre, le contenu étant estimé à 4 centimes, soit un prix total de 11 centimes; la bouteille pleine est vendue alors 20 centimes par les détaillants. Baisser le prix de la bouteille, c'est vendre plus d'eau mais aussi plus de bouteilles...

Cette liaison est essentielle: vendre du verre, c'est vendre de l'eau; mais c'est aussi surveiller de près la liaison prix de détail du commerce - coût de fabrication du verre; rajoutons encore: vendre du verre, c'était aussi vendre l'image de l'eau; une problématique somme toute très actuelle...

En guise de prologue⁶⁹:

A l'issue de ce tableau introductif dans lequel nous avons tenté de faire apparaître les principaux enjeux industriels de la production verrière, nous n'insisterons plus sur les similitudes et les différences, à un siècle d'intervalle, dans la distribution spatiale de l'activité en France. Les noms des sites de fabrication parlent d'eux-mêmes, il y a une forte inertie dans les localisations; par contre de nombreux paramètres ont changé tout autant pour le producteur que pour les mécanismes de commercialisation, même si certaines tendances lourdes demeurent.

Nous allons maintenant essayer de passer *le spatial* au crible de *l'industriel* selon les axes problématiques présentés en introduction. Ainsi, nous aborderons des thèmes très "géographiques", d'autres moins (technique, stratégie, concurrence) car notre ambition est de montrer toutes les articulations sociales, économiques, spatiales de l'activité verrière. En effet, il s'agit d'une affaire d'hommes (et de femmes) qui prend place dans un cadre commercial et qui est inscrite sur des espaces qui ne sont pas neutres.

Oublier cette pluralité serait non seulement nier la réalité du fonctionnement de la production industrielle mais aussi se priver de la découverte de ses ressorts fondamentaux. Abordons donc maintenant la question de la fabrication du verre comme matière première, et celle plus complexe de la réalisation du produit à commercialiser, pour comprendre un peu mieux les contraintes auxquelles le métier de verrier est soumis.

⁶⁹ Au sens classique de l'histoire littéraire. avant que l'intrigue se noue.

PREMIERE PARTIE

LES TECHNIQUES DE FABRICATION

DES

PRODUITS VERRIERS

Introduction

Place de l'analyse des techniques de production dans une recherche en géographie

Au commencement d'une étude théorique et d'une analyse pratique des liens existants entre les sites de production, l'espace économique dans son ensemble et les stratégies des entreprises, nous ne pensons pas que l'étude des transformations des procédés de fabrication puisse être ignorée. Depuis longtemps, un débat a été ouvert pour savoir si l'examen des phénomènes économiques devait se faire à partir du point de vue du producteur ou du consommateur. Les conclusions de ces discussions illustrées par quelques courants de pensée fondamentaux peuvent être rappelées:

Jusqu'à la fin du XVIII^{ème} siècle, la problématique centrale des premiers économistes regroupés sous la bannière du Mercantilisme était l'échange. Les producteurs n'avaient pas les faveurs de la recherche ni celles des premières tentatives d'intervention de l'Etat dans la marche des affaires, tant la circulation des biens accaparait les esprits éclairés de l'époque¹. L'entrée dans la période contemporaine et le grand XIX^{ème} siècle initiaient un changement de perspective radical: ainsi, Adam Smith² plaçait la division du travail au cœur du développement économique en démontrant qu'elle était à l'origine de la croissance de la productivité. Ce faisant, comme la plupart des auteurs du XIX^{ème} siècle, il insistait sur le rôle moteur du producteur. Il en fut de même chez Ricardo ou Marx avec bien sûr l'expression de problématiques différentes.

A l'inverse, à la fin du siècle passé les "Néoclassiques" abandonnaient à nouveau le producteur pour un retour vers l'espace de circulation en liaison avec le développement de la consommation. Les Néoclassiques consacraient le consommateur comme l'agent essentiel du système économique et renonçaient à une analyse des phénomènes techniques. Or, dès le milieu du XX^{ème} siècle, était élaborée la théorie du "cycle des affaires" qui, à partir d'une globalisation de

¹ Nous devons rappeler que La Compagnie de Saint-Gobain, une des plus illustres entreprises de notre secteur d'étude, a été créée en 1665 par Colbert dans cette optique de maîtrise des flux d'échanges.

² Smith A.: "Essai sur la nature et les causes de la richesse des nations". 1776.

l'évolution économique, fondait les mouvements de longue période sur les rythmes de l'innovation technologique³.

Plus tard, en ce dernier quart de siècle, avec la conceptualisation de la théorie du "cycle du produit"⁴, la place de la production et donc de la technique dans l'organisation d'ensemble de l'espace économique est à nouveau réaffirmée. Il y a là plus qu'une tentative de redonner un certain lustre au rôle du producteur car la division spatiale du travail est expliquée par l'enchaînement d'étapes de nature différente dans la vie d'un produit. Cette théorie, bien adaptée à l'étude des phénomènes industriels, postule que chaque type de fabrication traverse successivement trois phases: l'innovation, la croissance, la diffusion. A chacune correspondent une logique économique, une logique industrielle et une logique spatiale différentes. Ainsi durant la phase d'innovation s'expriment surtout des besoins en capital-risque et en main-d'oeuvre très qualifiée. Lors de la phase de croissance la part de l'emploi dans les fonctions de recherche-développement diminue au profit de l'emploi de fabrication, tandis que les investissements en capital sont consacrés à un intense effort d'augmentation de la productivité (mécanisation et standardisation...). Sur le plan spatial les deux premières phases se caractérisent par la juxtaposition en un même lieu de toutes les fonctions des entreprises, en général dans des zones où préexiste un savoir-faire technologique. Pendant la phase de diffusion sont recherchées des réductions des coûts de production: la solution est le plus souvent une relocalisation de la production dans des régions disposant d'une main-d'oeuvre sans formation mais peu chère. Sans adopter toutes les conclusions de ce courant de pensée, nous pensons comme ces auteurs ne pas pouvoir réduire la technique au rang de facteur inclus dans la fonction de production, elle même, simple donnée a priori. Au contraire, il nous faut en faire une des orientations de notre recherche car nous considérons que les transformations des procédés de fabrication sont à la source des restructurations connues par l'appareil productif, par l'organisation du marché et plus largement par l'espace économique dans son ensemble.

Au-delà de cette position de principe, notre analyse du secteur verrier français nous a conduit à privilégier cette approche pour les trois raisons suivantes:

Notre réflexion porte sur une branche industrielle ancienne dont il nous est apparu opportun d'éclairer le rapport ambigu qui fait coexister tradition et innovation. Pour mieux apprécier le poids du passé et le nombre des héritages, il convient de connaître les métiers du verre et leurs exigences. L'étude des techniques de fabrication permettra ainsi d'explicitier d'apparentes contradictions: l'industrie du verre est marquée par des traditions tenaces, un fort

³ Schumpeter J.A. "Business Cycles" (1939).

ancrage historique mais elle a fait l'objet de modernisations permanentes, d'une lutte acharnée pour l'innovation. Les mutations se sont effectuées in situ, sans relocalisation, dans un savant dosage de respect des héritages et de poursuite d'une nécessaire modernisation. Or des éléments de réponse sont apportés par l'analyse des rapports du verrier à son travail et au-delà, à son milieu⁵: certaines logiques du métier ont joué dans le sens d'une inertie des implantations. L'intérêt d'un rappel de l'évolution des techniques d'élaboration du verre repose aussi sur le maintien au travers des âges des étapes de préparation du produit: fusion, affinage, formage; une continuité illustrée par l'emploi toujours vivace de termes très anciens, comme celui de "braise"⁶ hérité de la fusion au bois. Cet héritage technique fait de la profession de verrier un métier où l'attachement au passé est très fort. Il permet ainsi à certaines entreprises de présenter une image de marque prestigieuse et de faire partager à tous leurs membres un ensemble de valeurs communes, enracinées dans une très longue histoire.

La seconde raison qui nous pousse à analyser les techniques de production est la nécessité de mettre en évidence la ligne directrice des transformations des procédés afin d'en comprendre la signification. Une étude des mutations sur la longue durée nous permettra de mettre à nu les logiques de fond qui ont sous-tendu et sous-tendent encore la prise de décision à l'intérieur des entreprises. Ainsi il apparaît que les multiples transformations des procédés se sont effectuées selon une seule ligne directrice qui est celle des industries de process: la recherche de l'enchaînement des phases le plus parfait. La préoccupation essentielle de la recherche en laboratoire mais surtout des responsables de la production au sein des usines a été d'obtenir la démarche la moins fractionnée, la plus harmonieuse possible. En cela, l'industrie verrière rejoint la grande affaire de notre époque: la recherche de la "fluidité". Cette fluidité que M. François Vatin définit comme "la continuité sans à-coup des mouvements"⁷ concerne bien sûr les procédés de fabrication, la dimension économique de la production, mais aussi les relations de l'homme à son travail. Cependant, l'industrie verrière ne répond pas dans son ensemble à cette nécessité de "la production fluide". Il y aura des distinctions à faire au sein de la branche, entre verre creux et verre plat par exemple. Dans le premier cas, tout repose sur l'utilisation de procédés où domine la segmentation qui est le contraire de la fluidité; le verre creux résulte d'une série de phases

⁴Vernon R. (1966); Norton, Rees(1979).

⁵ Milieu est ici pris au sens commun.

⁶ Braise: étape de refroidissement lent durant laquelle le "pot" contenant le verre en fusion était placé sur des braises de charbon de bois dans l'attente du "cueillage".

⁷ Vatin F.: "La fluidité industrielle". Collection Réponses Sociologiques. Ed. Méridiens Klincksieck. Paris 1987.

additionnées et répond aux principes de la production taylorienne. Par contre, le verre plat s'apparente beaucoup mieux aux principes "post-fordiens" évoqués par F. Vatin.

La troisième raison, enfin, est à relier au principe même de notre réflexion: la mise en évidence des liens qui unissent stratégies des entreprises et logiques de l'espace économique. Concernant l'innovation technologique nous devons rappeler que le progrès ne va pas forcément de soi: la recherche initiée à l'intérieur des entreprises dans le domaine technologique est un élément de leur stratégie. De la même façon, les rythmes de la création technologique, les changements de procédés de fabrication sont à mettre au compte des choix fondamentaux des entreprises. Aussi pour mieux connaître les stratégies et en mesurer certaines de leurs dimensions spatiales, nous pensons nécessaire la mise en évidence des ruptures-clés qui jalonnent la maturation des procédés de fabrication en cours depuis deux siècles.

La présentation de ces mutations nous apparaît d'autant plus indispensable que notre travail repose sur le constat d'une très grande inertie de la géographie de la production verrière française. Il y aurait là un paradoxe fondamental qu'il nous reviendra d'éclairer: les conditions de la production et en premier lieu les techniques ont connu des bouleversements radicaux tandis que la localisation des établissements productifs est restée stable.

Héritages, continuités, ruptures: trois tendances fortes des techniques d'élaboration des produits verriers qui seront analysées pour une première approche des stratégies industrielles des entreprises du secteur.

I Transformation des procédés de fabrication: une lente évolution et des fractures marquées.

A - Le verre: un corps composé.

Vision profane et vision professionnelle nous amènent presque naturellement à ouvrir une étude de l'industrie verrière par celle des constituants qui entrent en œuvre dans la fabrication des produits verriers. En effet pour le non initié, le terme de verre désigne à la fois une matière et un produit fini, en connaître les composants c'est appréhender les techniques de fabrication d'objets qui forment notre environnement. Du côté des spécialistes, comprendre le métier de verrier c'est d'abord connaître intimement la matière, car le verre est d'une nature originale. Un ancien directeur de verrerie a pu écrire: "pour le verre il n'existe aucune définition, aucune caractéristique précise, comme l'air, le verre est un corps composé"⁸.

Ailleurs, on insiste sur le fait que: "l'état vitreux est une exception, une quatrième forme de la matière après l'état solide, liquide, et gazeux... car si la plupart des corps passent successivement par ces trois états quand on les chauffe et si le passage de l'un à l'autre de ces états se fait pour chacun d'eux brusquement et à une température déterminée, pour le verre le passage du solide au liquide, du liquide au solide ne se fait pas brusquement mais s'étale sur un intervalle de plusieurs centaines de degrés"⁹. Connaître les constituants du verre, c'est bien sûr passer en revue de nombreux éléments spatiaux, car il s'agit pour l'essentiel de matières premières issues de carrières dont la localisation n'est pas sans effet sur celle de la production. C'est enfin comprendre que s'il existe une gamme de produits verriers très variée, chacun n'exprime pas les mêmes besoins: l'industrie verrière est loin d'être uniforme et sera donc étudiée dans sa diversité.

Les produits verriers de toute nature sont obtenus à partir de constituants fondamentaux: sable, soude, calcaire (sous diverses formes); ils font du verre un silicate sodocalcique. A ceux-ci sont ajoutés divers composants secondaires: magnésium, bore, oxydes métalliques... qui en modifient les propriétés. Ces constituants et ces composants sont dénommés par les verriers "la composition" ou "lit de fusion"^{10 11}.

⁸ Givelet J. cité dans "La Verrerie Champenoise, Charbonneaux-B.S.N". La France Industrielle. Edition La Manufacture. Grenoble 1984.

⁹ "La Fabrication du Verre" brochure éditée par PROVER avec le concours de l'Institut du Verre. Paris (édition 1981).

¹⁰ Composition: constitution chimique du verre au sens strict; par extension mélange vitrifiable introduit dans un four de fusion après diverses opérations effectuées dans un atelier ou une zone spécialisée située en amont du four de fusion. (voir plus bas).

C'est lors de la composition du mélange vitrifiable que l'on peut déterminer à l'avance les propriétés du verre que l'on veut obtenir en fonction du type de produit fini recherché.

1) Les constituants fondamentaux:

Le constituant vitrifiable essentiel est la silice contenue dans le sable: le verre est chimiquement un silicate et ce, à près de 70% pour le verre usuel. (Voir tableau ci-dessous):

	Silice	Soude	Chaux	Oxyde de plomb	Anhydride borique
Verre usuel	70%	15%	15%	-	-
Cristal	60%	10%	-	30%	-
Verre optique	40%	15%	15%	15%	15%

Ces proportions sont données à titre indicatif tant elles varient selon les produits désirés; cependant, elles permettent d'illustrer la place tenue dans la composition par la silice. La recherche d'une facilité d'approvisionnement en sable¹², au moins pour la production de verre courant, a toujours été une préoccupation majeure du verrier.

Le verre pourrait d'ailleurs être fabriqué à base de la seule silice, (le quartz est un cristal de silice naturel) mais la température à atteindre pour la fusion de cet élément pris isolément dépasse les 1800°. Cela occasionnerait des difficultés extrêmes (résistance de l'appareillage à de telles températures, consommation excessive de combustible...) ¹³, aussi est employée la soude (en fait des oxydes alcalins: de sodium ou de potassium) dans le but d'abaisser la température de fusion. Ces oxydes sont dénommés fondants¹⁴. (Une proportion de 18 à 25% de soude permet de faire fondre la silice entre 1200° et 1300°).

On peut aussi faciliter la fusion en utilisant du "calcin" ou "croisil", constitué de déchets de verre qui, refondus, viennent en complément de la composition¹⁵. Le mélange vitrifiable peut contenir ainsi 1/3 de débris de verre en provenance de l'usine elle-même (calcin interne) ou d'une

¹¹ C'est la masse des matières premières et leur analyse chimique qui détermine l'analyse théorique du verre et ses propriétés physiques.

¹² Tous les sables n'ont pas les qualités requises: la première est une teneur maximale en silice, la seconde est un minimum d'impuretés. Ainsi les oxydes métalliques fréquents dans les roches et donc dans les sables modifient la couleur du verre: le "vert bouteille" en est l'illustration.

¹³ Cette question sera développée dans le B.

¹⁴ Certaines compositions contiennent une forte proportion de silice qui confère au verre des propriétés de transparence et de résistance exceptionnelles. L'exemple le plus célèbre est celui de La Pyramide du Louvre; le vitrage dont elle est constituée se devait d'être de qualité, aussi un mélange vitrifiable très siliceux a-t-il été utilisé. Cela a impliqué la mise en oeuvre de techniques à la fois traditionnelles et complexes car les températures à atteindre pour la fusion furent beaucoup plus élevées que celles nécessitées par la fabrication du verre plat ou de la glace dans les fours contemporains.

récupération auprès des consommateurs (calcin externe)¹⁶. Le calcin pourrait remplacer toutes les matières premières puisque, par définition, il contient tous les constituants du verre. Mais dans la réalité il est toujours mélangé à des constituants issus de carrière; le pourcentage de calcin introduit dans la composition dépend de sa qualité et surtout des spécificités désirées pour le verre et pour le produit fini.

Le rôle du troisième constituant fondamental qu'est le calcaire (en fait des oxydes de calcium contenus dans le carbonate de chaux) est de stabiliser le mélange silice-soude. Un verre obtenu après fusion de ces deux seuls éléments serait très fragile: par exemple, il pourrait être attaqué par l'eau! La chaux est donc un stabilisant. La seule énumération des constituants fondamentaux fait apparaître le premier caractère de l'activité verrière: il s'agit d'une industrie lourde au sens où elle est une forte utilisatrice de matières premières pondéreuses et donc dépendante de leur localisation.

¹⁵ La composition chimique du calcin doit théoriquement être identique à celle du mélange dans lequel il est introduit, c'est pourquoi les fours d'où sont issus des verres particuliers (verre culinaire, technique...) ne peuvent recevoir de calcin extérieur issu d'une collecte indifférenciée.

¹⁶ Les impuretés du calcin externe posent une série d'autres problèmes: le four peut être endommagé par la présence de métaux dans le verre récupéré; l'existence de débris de céramique au sein de ce même mélange peut entraîner des infondus...

2) Les composants secondaires:

Les composants secondaires sont introduits dans la composition pour en modifier les caractéristiques: ils sont dénommés "affineurs" car ils améliorent le mélange vitrifiable durant les différentes phases de l'élaboration des produits (plasticité) ou apportent aux objets réalisés des propriétés supplémentaires (résistance, coloration). Certains d'entre eux remplissent plusieurs fonctions car ils sont formés de différents composés chimiques: c'est ainsi que la dolomie (composée de carbonate de calcium et de magnésium) sert à la fois de stabilisant grâce au carbonate de calcium et d'affineur car le carbonate de magnésium rend le verre plus facile à travailler¹⁷. Le feldspath apporte aussi plusieurs constituants: la silice qu'il renferme est directement vitrifiable, tandis que l'alumine améliore la résistance du verre à la corrosion. Si le verre usuel est un silicate sodocalcique, le verre à feu est un borosilicate¹⁸, ses constituants essentiels sont silice et anhydride borique.

Les verriers rajoutent aussi à la composition des oxydes métalliques à de faibles doses pour transformer la coloration du verre: cobalt et sélénium décolorent le verre, tandis que chromite de fer, oxyde de nickel le colorent. On obtient les quatre catégories fondamentales de teintes du verre d'emballage grâce aux éléments suivants:

- _ Verre "blanc": oxyde de fer (FeO) décoloré par adjonction de Cobalt.
- _ Verre "demi-blanc": oxyde de fer en petite quantité.
- _ Verre "champagne": oxyde de fer et oxyde de chrome (Cr2O3).
- _ Verre "jaune-brun": sulfures de fer (FeS)¹⁹.

Le cristal est obtenu par adjonction au mélange vitrifiable de minium (ou oxyde de plomb) dans des proportions importantes (24%) qui confère au verre cette admirable brillance en augmentant un pouvoir réfringent que la taille met en valeur.

L'ensemble de ces opérations est effectué dans "l'atelier de composition": calcaire, dolomie et sable qui sont des produits extraits de carrière reçoivent au mieux un traitement de séchage, après leur arrivée sur les sites de fabrication. Ils sont stockés dans des silos à l'abri de l'humidité. Ensuite intervient le pesage qui est l'opération la plus importante puisqu'elle détermine les

¹⁷ Dans un four de fusion, au-delà de 800° la composition devient plastique, vers 1100° le mélange est toujours visqueux mais sa trop grande fluidité limite les possibilités de le travailler. L'apport de dolomie prolonge cette plage de température durant laquelle le verre peut être mis en forme, ce qui a pour effet de faciliter les différents travaux de moulage et de soufflage du verre creux par exemple. (Cf 2).

¹⁸ Le terme "verre à feu" désigne un verre résistant aux chocs thermiques provoqués par une brutale transformation de sa température sous l'effet d'une élévation ou d'un refroidissement rapide. Le plus connu est le Pyrex de la société Corning.

¹⁹ Les sulfures sont produits par l'adjonction de charbon dans la composition.

proportions appropriées des différentes matières qui formeront la composition à enfourner dans le four de fusion²⁰. C'est à ce stade que le calcin finement broyé est éventuellement adjoint aux autres matières premières.

Stockage du calcin et des autres matières premières:



3) La récupération du verre:

a) Des préoccupations récentes:

L'introduction du calcin externe dans la composition est relativement récente; elle traduit un certain nombre de préoccupations nouvelles:

_ La première est celle d'économiser l'énergie; comme les autres "industries du feu", l'industrie du verre s'est lancée depuis le premier choc pétrolier (1973) dans une recherche de meilleurs procédés de fabrication. L'incorporation de calcin dans le mélange vitrifiable en est un: "1 tonne de calcin enfournée économise 100 Kg de fuel"..²¹

_ La seconde est celle d'une meilleure gestion des déchets ménagers: cette préoccupation émane des collectivités locales, partenaires des verriers depuis le lancement de cette opération. On peut estimer que le verre représente plus de 10% du poids des déchets ménagers, soit environ 35 Kg par an et par habitant, en France.

²⁰ Les matières sont aujourd'hui pesées électroniquement au 1/1000^{ème} près.

²¹ "Le recyclage du verre à livre ouvert" Brochure éditée par La Chambre Syndicale des Verreries Mécaniques de France. Octobre 1992.

_ La troisième raison de cette collecte est liée à la volonté de communiquer à la population une certaine image de l'emballage en verre creux. Les plaquettes éditées dans le cadre de cette opération insistent sur la préservation de l'environnement: en récupérant le verre, les industriels protègent la nature par un moindre prélèvement de matières premières et un plus faible rejet. Ce souci est à replacer dans le contexte de l'emballage, un secteur où le verre est soumis à rude épreuve par ses concurrents dérivés des hydrocarbures. Un emballage recyclable offre une image beaucoup plus favorable qu'un emballage à usage unique.

b) Une politique coordonnée:

Cette politique s'est manifestée par un certain nombre d'initiatives: lancé en 1974 par des verriers, le programme de recyclage était officialisé par des accords entre pouvoirs publics et Chambre Syndicale des Verreries Mécaniques²², en 1975. En 1979, un nouveau contrat était signé, alors qu'un département de communication "Verre Avenir" prenait le relais de la commission de recyclage au sein de la chambre syndicale pour promouvoir cette opération auprès du grand public.

D'autres missions incombaient alors à "Verre Avenir":

- _ Coordonner et animer les actions des sociétés verrières en rapport avec le recyclage.
- _ Assurer la promotion du recyclage auprès des collectivités locales.
- _ Organiser par zones la collecte, le transport et le traitement du verre.
- _ Mettre en place une série d'objectifs quantitatifs contractuels qui ont tous été atteints:
 - Recyclage d'une bouteille sur quatre en 1984
 - Recyclage d'une bouteille sur trois en 1989
 - Recyclage d'une bouteille sur deux en 1991.

Pour organiser le recyclage, un réseau de collecte a été mis en place auprès de 21500 communes, il repose sur des délégués régionaux de "Verre Avenir" appartenant au monde de la production et travaillant au sein des usines qui utilisent le calcin. Une vingtaine de stations de récupération trient, retirent les débris métalliques et de céramique (infusibles risquant d'endommager les fours), broient et commercialisent le calcin aux quinze usines qui l'incorporent dans leur composition (Chiffres de 1992).

²² Cette chambre syndicale regroupe les producteurs de verre d'emballage.

c) Un succès patent:

Sur un plan directement quantifiable les résultats sont prometteurs: les tonnages collectés sont en hausse (voir tableau ci-dessous):

1982	1984	1986	1988	1990	1994	2002 (objectif)
480	540	621	687	910	1300	2000

Source: Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre (En milliers de tonnes).

Le taux de recyclage est lui aussi en progrès, quoique la France soit distancée par des pays européens aux habitudes de récupération plus anciennes:

Pays	1991			1994		
	Rang	Taux de recyclage (%)	Tonnage collecté (tonnes)	Rang	Taux de recyclage (%)	Tonnage collecté (tonnes)
Suisse	1	71	199 000	1	84	242 000
Pays-Bas	2	70	360 000	2	77	367 000
Autriche	4	60	156 000	3	76	203 000
Allemagne	3	63	2 295 000	4	75	2 763 000
Norvège	-	-	-	5	72	36 000
Danemark	8	35	60 000	6	67	108 000
Belgique	5	55	223 000	7	67	235 000
Suède	6	44	57 000	8	56	95 000
Italie	-	-	-	9	54	890 000
Finlande	9	31	15 000	10	50	28 000
France	7	41	987 000	11	48	1 300 000
Portugal	10	30	50 000	12	32	71 000
Espagne	-	-	-	13	31	371 000
Irlande	-	-	-	14	31	28 000
Grèce	-	-	-	15	29	37 000
Royaume Uni	-	-	-	16	28	492 000
Turquie	-	-	-	17	22	54 000

Source: Verre Avenir.

Cette collecte est par ailleurs bénéficiaire: une fois déduits les frais de ramassage, d'entretien et d'amortissement des conteneurs, les communes peuvent consacrer des sommes importantes à des causes d'intérêt public après avoir vendu le verre ramassé sur leur territoire. En 1991, dix millions de francs ont été versés à la Ligue de Lutte contre le Cancer grâce à ce principe.

L'amélioration de l'image des produits verriers est plus difficile à mesurer, néanmoins certains sondages d'opinion sont révélateurs de l'impact de cette campagne sur le grand public: en

1991, 94% des Français interrogés par la Sofrès connaissaient les systèmes de récupération et manifestaient un intérêt. D'autres enquêtes montrent que le souci des français s'est déplacé d'une volonté d'économiser de l'énergie: 54% en 1989 (contre 58% en 1984), vers celle de valoriser les déchets: 58 % en 1989 (contre 54% en 1984). Les dotations "sociales" étaient citées en premier par 31% d'entre eux à la même période.

Toutes les brochures éditées par Verre Avenir insistent sur "le plébiscite apporté au verre d'emballage" par rapport à ses concurrents directs, (plastiques et cartons), par une clientèle de plus en plus soucieuse des questions écologiques. On a pu lire que cette politique de récupération manifeste "la prise de responsabilité (de l'industrie du verre d'emballage) face au recyclage de son matériau", une prise de responsabilité rendue nécessaire selon les auteurs de cette brochure²³ "par le développement de la notion de producteur-pollueur qui remplace celle de citoyen-pollueur". Le calcin permet donc d'économiser de l'énergie, de mieux gérer les déchets ménagers, mais plus fondamentalement il offre aux producteurs de verre d'emballage un moyen très efficace de conforter une image d'industriels responsables et soucieux de l'environnement.

²³ Opus cité

B - Les procédés²⁴ de fabrication contemporains:

Fabriquer du verre consiste à suivre depuis très longtemps un enchaînement d'étapes obligées qui peuvent être ramenées à trois phases fondamentales:

- * La formation de la composition.
- * L'élaboration du verre en tant que matériau.
- * La réalisation du produit fini.

La première phase (étudiée dans le A) permet désormais de choisir le type de verre que l'on veut obtenir, les deux autres conduisent au produit que l'on veut commercialiser. Ces deux dernières phases seront abordées successivement, dans une perspective de connaissance des techniques mais aussi des métiers auxquels fait appel la production verrière.

1) L'élaboration du verre:

En premier lieu, la composition doit être chauffée jusqu'à une température voisine de 1500°: c'est la fusion; elle combine les différents composants grâce à des réactions physico-chimiques de mieux en mieux maîtrisées, même si certaines d'entre elles sont encore inconnues²⁵. Le verre présente alors une hétérogénéité maximale: les bulles gazeuses libérées lors de la fusion doivent être lentement éliminées par le maintien de la masse vitrifiée à une très haute température; cette étape se nomme "l'affinage". Enfin la masse en fusion est ramenée progressivement vers une température de 1200° qui permettra une mise en forme de la matière: c'est la braise. (Voir supra). Résumées dans le vocable fusion, ces trois étapes fondamentales se déroulent à l'abri des regards, au cœur de gigantesques fours, qu'il convient de présenter succinctement.

a) Le four à bassin:

Fusion, affinage et braise se déroulent désormais dans des fours parallélépipédiques de capacité variable dépassant toujours la centaine de tonnes et atteignant parfois deux mille tonnes²⁶. Leur durée de vie est d'environ dix ans, période au-delà de laquelle ils sont entièrement reconstruits par des spécialistes des matières réfractaires, souvent extérieurs aux entreprises verrières. Un "entretien" a lieu à mi-parcours (au-delà de quatre ans), il consiste en la réfection

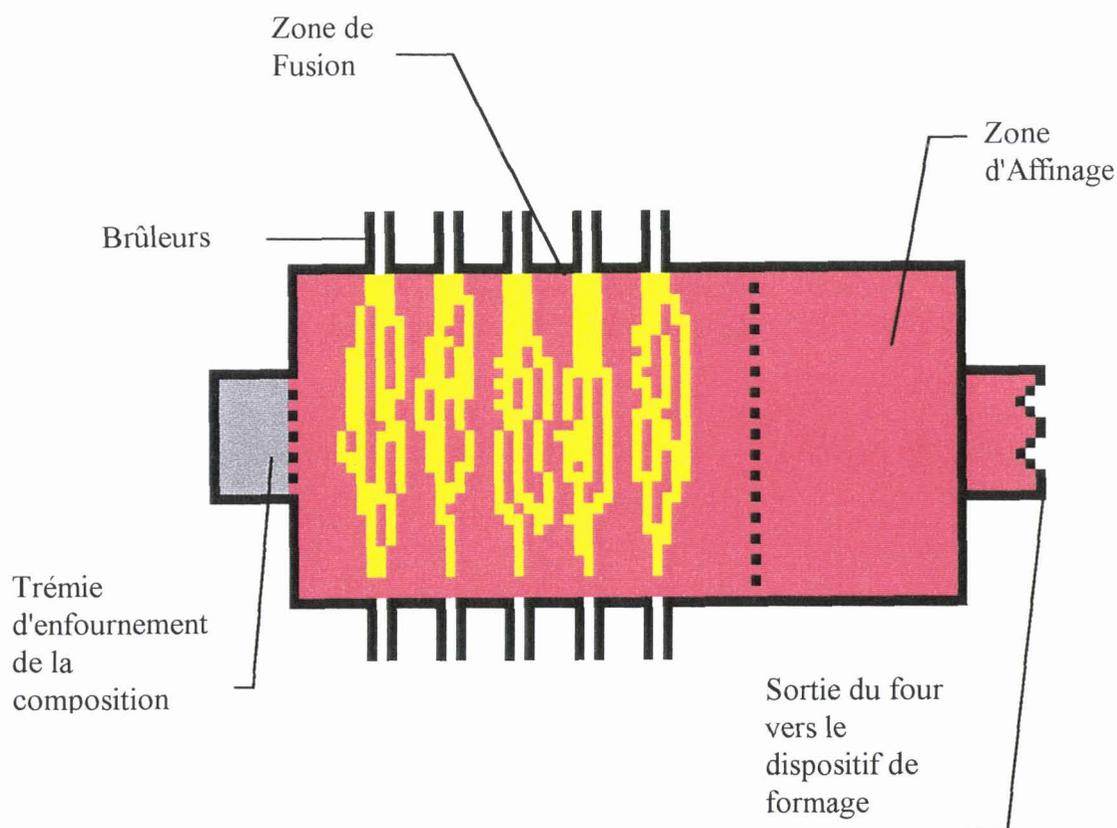
²⁴ Procédé de fabrication: ensemble des techniques, des matériels et des méthodes utilisés pour effectuer la fabrication d'un produit industriel.

²⁵ De telles températures limitent évidemment les investigations car les appareillages de mesure sont difficiles à mettre en oeuvre. Mais de l'avis des nombreux verriers interrogés, la fusion est une étape-clé dans la fabrication, étape sur laquelle la recherche à venir doit encore se pencher.

partielle de certains éléments particulièrement exposés; ce sont souvent des ouvriers du site de production qui effectuent ces tâches²⁷.

Le principe de ces fours est le fonctionnement en continu: à une extrémité est enfournée la composition tandis qu'à l'autre le verre fondu s'échappe vers les différents dispositifs de formage; ainsi progressivement la masse en fusion passe par les trois étapes de fusion, d'affinage et de braise dans un seul et même four. Il s'écoule en moyenne 24 h entre le moment où un grain de silice est enfourné et celui où sous la forme de pâte de verre, il sort du four de "fusion".

Croquis schématique d'un four de fusion: (vu de dessus)



Comme on peut le distinguer sur le croquis, les flammes des brûleurs transversaux surplombent la masse en fusion (autrefois réchauffée par sa base), l'effet étant amplifié par les

²⁶ Il s'agit d'une invention de Friedrich Siemens, verrier à Dresde, qui après divers projets mit au point en 1867 "le four à bassin, à fusion et travail en continu" (selon sa dénomination exacte).

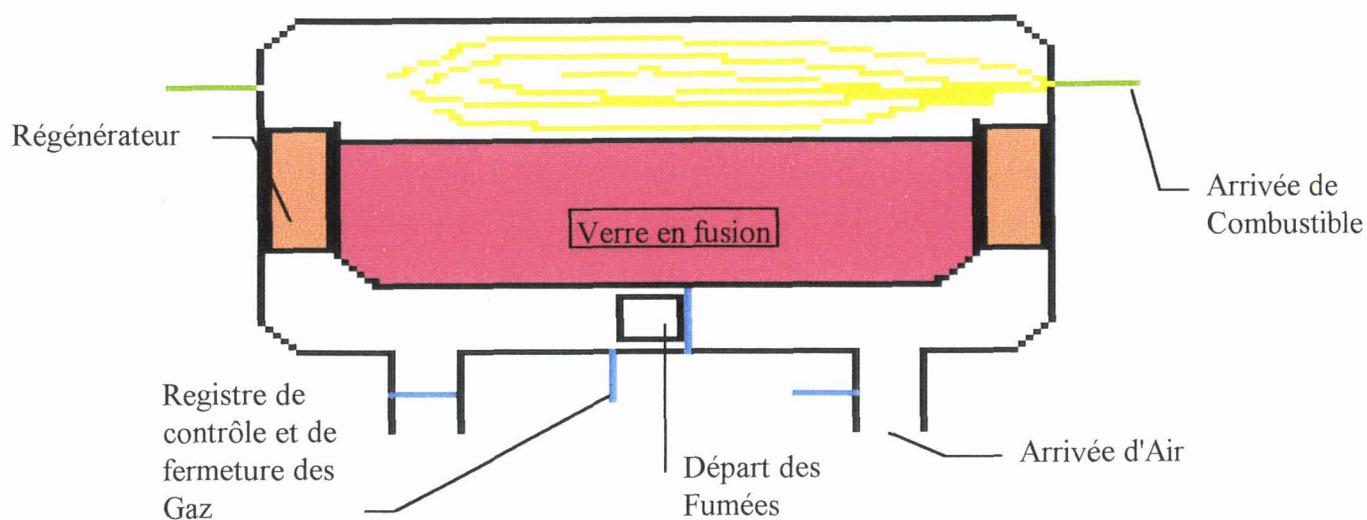
²⁷ Les périodes d'arrêt d'un four sont nécessairement ramenées au strict minimum: il nous a été donné d'observer une intervention de remise en état effectuée par des spécialistes d'une usine de production de verre creux, sous la protection du service d'incendie interne car le four n'avait pas refroidi entièrement, avant d'être réparé...

radiations d'une voûte en berceau. Ces brûleurs sont alimentés au fuel ou au gaz naturel et donnent à un four de 2000 tonnes de capacité un débit journalier de 250 à 600 tonnes de verre²⁸.

b) La question de l'énergie:

Souci fondamental pour un verrier, le meilleur usage possible de l'énergie pour la fabrication de la matière première a connu à la fin du XIX^{ème} siècle un progrès décisif. Il s'agit de la technique, encore usitée aujourd'hui, du four à régénération²⁹ ou à recyclage des calories : son principe est un transfert de la chaleur perdue par radiation externe de la masse en fusion, au mélange de combustible sous forme gazeuse. Air et combustible pénètrent, ainsi, préchauffés sous la voûte du four; ceci permet d'utiles économies d'énergie³⁰.

Croquis schématique d'un four équipé de régénérateurs latéraux: (vu de face)



Le croquis fait apparaître que le four de fusion est bordé par des régénérateurs composés d'empilages de briques réfractaires dans lesquels circulent, selon une alternance d'une demi-heure, gaz de combustion avant leur rejet dans l'atmosphère et air d'alimentation avant son entrée dans le bassin.

Ainsi, l'air nécessaire à la combustion peut passer d'une température ambiante de 15° à une température supérieure à 1000°: les deux tiers des calories autrefois perdues sont régénérées, ce

²⁸ La quantité de verre fondu exprimée en tonnes brutes/jour correspondant à la production journalière est appelée "la tirée du four".

²⁹ Laquelle régénération a permis la naissance du four à bassin (voir plus bas).

qui a permis dès l'origine une économie de 50% du combustible³¹. De la même manière, l'adjonction de calcin permet de ralentir la consommation énergétique: par tranche de 10% de calcin incorporé dans la composition on peut économiser jusqu'à 2,6% d'énergie³². Actuellement, les fours de "fusion" les plus performants consomment 1200 kWh pour la production d'une tonne de verre (étapes de la fusion stricto sensu et de l'affinage)³³. Cette remarque confirme la forte consommation énergétique de cette "industrie du feu", qui, malgré des recherches permanentes dans ce domaine, ne s'est pas totalement affranchie de cette dépendance. Il faut néanmoins relativiser cet élément en établissant une comparaison avec d'autres secteurs industriels:

Industrie française: quelques gros consommateurs d'énergie	
Consommation totale nette	49 323 KTep
Chimie de base, fibres artificielles et synthétiques	10 267 KTep
Minerais et métaux ferreux	9 936 KTep
Industrie du verre	1 454 KTep

Source: Les Chiffres Clés de l'Industrie. SESSI. Dunod. Paris, Edition 1991.

L'industrie française du verre est la douzième consommatrice en France sur dix-neuf secteurs industriels; elle absorbe 7 fois moins d'énergie que la chimie et 6,8 fois moins que les industries qui transforment le fer (respectivement à la première et à la deuxième place dans ce domaine).

A partir de l'étape de la fusion, les techniques divergent en trois directions fondamentales qui ont donné naissance à des métiers différents: le verre plat, le verre creux et le verre textile. Les technologies et les besoins pratiques (en énergie, sur le plan des localisations...) n'y sont pas de même nature, mais plus profondément les stratégies développées ne pourront pas être les mêmes: un examen des procédés de "fromage" dans chacun de ces domaines nous en fera découvrir certaines des raisons.

³⁰ Cette invention (1856) est cette fois de Karl Wilhelm Von Siemens. Il est aussi le père du célèbre procédé d'élaboration de l'acier qui porte son nom et qui fut perfectionné par l'ingénieur français Pierre Martin.

³¹ Boaglio M. : "Evolution des conditions de production dans l'industrie du verre en France de la Révolution à nos jours", Thèse de Doctorat soutenue au CNAM en Mars 1990.

³² Source: documentation BSN "Le Marché de l'Emballage" Mai 1992.

³³ Cette consommation exprimée en KWH/tonne est dénommée "consommation spécifique", elle se situe en moyenne autour de 1400 KWH/t.

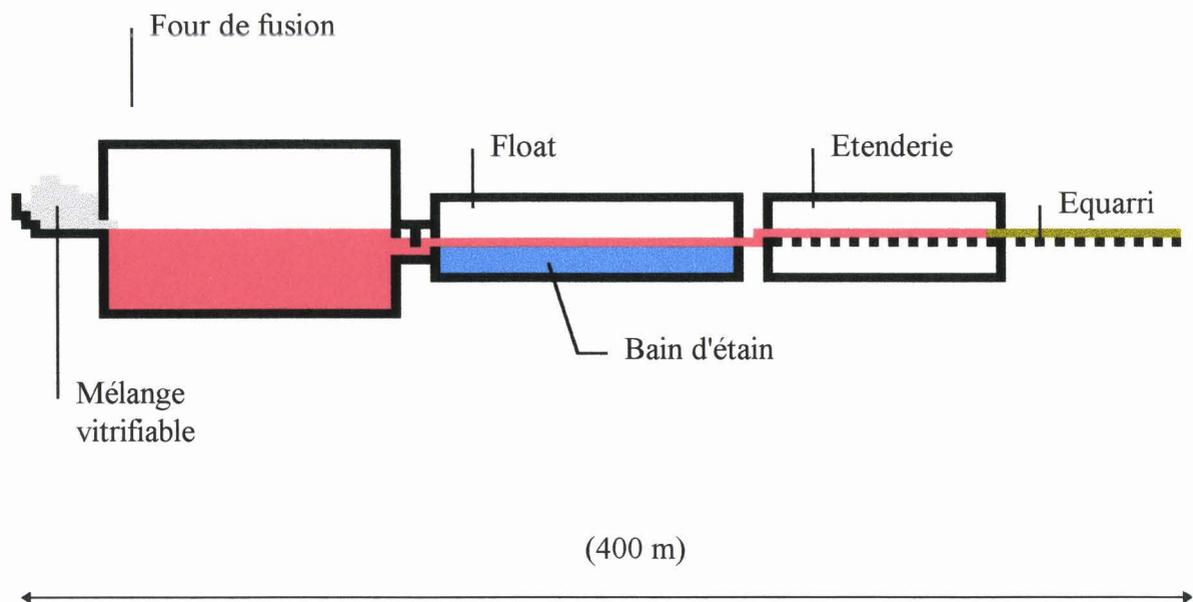
2) La réalisation du verre plat:

Une ligne de fabrication de verre plat (pour la construction ou l'automobile) fonctionne aujourd'hui selon un principe de feu continu, suivant le procédé du "verre flotté"³⁴.

A partir d'un mélange composé pour près de la moitié de "vitrifiants" (sable: 38%, feldspath: 5%), pour un sixième de "stabilisants" (calcaire 5%, dolomie 10%), d'un dixième de "fondants" (Sulfate et carbonate de soude: 10%), "d'affineurs" en proportion variable (aux alentours de 3%) et de près d'un tiers de verre "récupéré" (calcin: 30% au maximum) est réalisé un produit plat, directement après fusion.

Croquis schématique d'une ligne de float glass:

(vu en coupe)



Légende:

* Four de fusion: bassin en matériaux réfractaires de 70 m de long et de 10 m de large (pour cet exemple). Il contient 1500 tonnes de verre en fusion à une température voisine de 1500°.

* Float: bassin contenant de l'étain en fusion sur lequel le verre issu du four de fusion s'écoule à une température d'environ 1100°. Flottant sur une surface liquide parfaitement plane, le verre s'étire librement et ses deux faces se disposent parallèlement.

³⁴ Il s'agit de la traduction littérale de l'anglais "float glass"; l'inventeur de ce mode de fabrication est Sir A. Pilkington, homonyme de la société anglaise Pilkington, chez qui il mena des recherches après 1947 jusqu'à la mise en route du premier "float" en 1957.

* Etenderie: tunnel de recuit dans lequel le ruban de verre est refroidi de manière contrôlée afin de passer de 600° (sortie du float) à une centaine de degrés en éliminant les tensions internes à la feuille.

* Equarri: Zone de refroidissement à l'air libre (train de rouleaux) sur lequel avance le ruban et où s'opèrent contrôle, découpage en plateaux de 6m par 3,21m et débordage de manière automatique. Les volumes sont ensuite pris en charge par des releveuses à ventouses et placés sur des pupitres qui peuvent être directement chargés sur des camions ou dans des wagons.

Le processus de fabrication de la glace flottée:

Le croquis fait apparaître l'ouverture de la face avant du four de "fusion" par laquelle le verre s'écoule librement dans un second four où se réalise le formage. A 1100° la matière vitrifiée s'étale sur la surface plane d'un bain d'étain maintenu à 600° par des résistances électriques situées sous la voûte du four de "flottage". C'est la pesanteur qui assure la planéité de la surface du verre en contact avec le bain d'étain et le parallélisme de son autre face. Le produit reçoit un polissage "au feu" (en terme de verrier), qui lui donne dès sa sortie du "float" une qualité de glace³⁵.

Le four de "flottage" offre une autre particularité: pour éviter que des réactions chimiques ne se produisent, entraînant une détérioration de la surface du verre, l'atmosphère de la partie du four située entre le verre et la voûte est soigneusement contrôlée. Pour empêcher toute oxydation provoquée par l'oxygène de l'air, celui-ci est remplacé par un mélange d'azote et d'hydrogène³⁶. Des rouleaux d'entraînement permettent d'accélérer l'écoulement "naturel" du verre (à composition donnée, voir plus haut) et d'obtenir des épaisseurs très diverses qui varient de un à dix (de 2 à 19mm d'épaisseur)³⁷.

La "tirée du four" d'une ligne de verre flotté oscille entre 150 t/j pour les "mini float" situés aux USA à 750 t/j pour les float européens de la première génération (comme celui de Chanteraine, de la société Saint-Gobain, mis à feu en 1972). Depuis la fin des années 70 (et la crise de la consommation), ont été mis en route des "float moyens" de 400 t/j, comme le dernier-né chez Saint-Gobain à Salaise sur Sanne, en 1989.

³⁵ La différence fondamentale qui séparait jusqu'en ce dernier quart de siècle la fabrication du verre à vitre de celle de la glace reposait sur le traitement subi à la sortie du four: la glace était façonnée selon des procédés très coûteux qui en élevaient le prix et la difficulté de fabrication; deux métiers et deux mentalités s'opposaient. Voir plus bas.

³⁶ Cette nécessité fait intervenir deux intrants supplémentaires dans les matières indispensables à l'élaboration du verre plat: l'azote et l'hydrogène, qui représentent environ 3% du "coût" du verre plat aujourd'hui. (D'après source orale sur site de production).

³⁷ En pratique, les produits plats les plus courants ont une épaisseur de 3 à 8 mm. L'épaisseur obtenue par équilibre "naturel" entre verre et étain est voisine de 6 mm; c'est celle qui est couramment utilisée pour la glace, mais de nombreux produits en nécessitent moins: le vitrage courant fait 4 mm par exemple.

Le procédé du "verre flotté" offre de nombreux avantages: le premier est la production en continu d'un ruban de verre prêt à être découpé, stocké et expédié. La suppression des opérations de finition fait réaliser des économies en matériel, personnel et pertes de matière. Mais surtout un "float glass" permet un accroissement de la capacité de production de l'ordre de trois fois, à capacité identique du four de fusion³⁸. Enfin, la modulation de cette quantité journalière nous semble être l'avantage le plus décisif en cette période de recherche de la plus grande souplesse possible.

A l'issue du bain d'étain, le ruban de verre subit un refroidissement contrôlé et homogène dans "l'étenderie" dont le but est la suppression des tensions internes qui résultent du refroidissement de toute masse vitreuse. Au sein du four de "flottage" et en général durant l'étape du formage, le refroidissement plus rapide en surface qu'au coeur de la feuille de verre, crée des contraintes qui fragilisent le produit. Pour évacuer tout risque de bris, les produits verriers sont recuits. A l'entrée de l'étenderie, la température de "recuisson" voisine les 500°, pour peu à peu descendre en sortie vers 200°: elle doit, à la fois, permettre la disparition des tensions et ne pas affecter la rigidité du produit. Dans la pratique, une "étenderie" est un tunnel en matière réfractaire (chauffé électriquement ou par des brûleurs) à l'intérieur duquel le ruban de verre avance en continu sur des rouleaux entraîneurs, au rythme imposé par le float. Sa longueur est supérieure à 100m, il permet de recuire en moyenne 30 000m² de glace de 6mm d'épaisseur en 24h. (Dans le cas du verre à vitre, l'épaisseur de verre étant moindre, la vitesse de formage et de recuit permet de dépasser 100 000m² en 24h).

La dernière étape est le "façonnage"; elle consiste à adapter la production aux besoins de la clientèle. Dans le cas du verre destiné à l'automobile et aux pare-brise en particulier, les opérations consistent en un découpage des feuilles de verre par paires, selon les gabarits fournis par les constructeurs; puis le bombage est réalisé à chaud (toujours par paires séparées par un intercalaire synthétique), enfin les feuilles sont trempées³⁹. A ce stade, les deux glaces parfaitement symétriques sont assemblées autour d'une feuille de polyvinyle butyral qui constituera l'âme centrale du pare-brise. Ces opérations réalisées par les verriers (et non pas, comme pour le verre destiné au bâtiment, par des intermédiaires) prennent place en bout de chaîne

³⁸ Pour une capacité de production de 600 t/j, la superficie obtenue est de 12500 m² journaliers de 19mm d'épaisseur et 120000 m² journaliers de 2 mm d'épaisseur. Cela représente donc selon M. Boaglio, Opus cité, trois fois plus qu'avant l'introduction du procédé.

³⁹ La trempe d'un verre s'effectue toujours selon le même principe, seuls les procédés diffèrent en fonction du type de fabrication. Il s'agit de réchauffer les produits dans un four électrique jusqu'au stade de ramollissement, puis de les refroidir brutalement par soufflage d'air à leur surface. Ces opérations confèrent au verre une résistance cinq fois supérieure et la propriété en cas de bris accidentel de se fragmenter en une multitude de petits morceaux non coupants. (Documentation Professionnelle).

de production; elles sont intégrées à l'usine de fabrication du verre ou sont effectuées dans des ateliers spécialisés appartenant aux verreries et disposés près des lieux de montage des automobiles. Dans le cas du verre destiné au bâtiment, le façonnage se réduit au découpage du ruban de verre pour permettre son acheminement vers les ateliers des miroitiers qui conditionnent et vendent les produits plats. Après avoir été contrôlé automatiquement⁴⁰, le ruban de verre est découpé soit sous forme de "plateaux" aux dimensions standard (6m par 3,21m), soit sous forme de "travers" (L par 3,21m) en fonction de demandes particulières qui représentent aujourd'hui moins de 20% de la production. Les côtés du ruban sont "débordés" c'est-à-dire ôtés après découpe; (les rouleaux entraîneurs de l'étenderie marquent le bord de la feuille). Ils retourneront en début de chaîne, en "bout chaud"⁴¹, sous la forme de calcin "interne". Les volumes sont alors pris en charge par des releveuses à ventouses, placés verticalement sur des pupitres puis stockés dans des magasins où le degré d'hygrométrie est soigneusement mesuré, pour éviter que les feuilles ne se collent les unes aux autres. Les pupitres sont eux aussi standardisés pour permettre leur enlèvement par camions spéciaux dits "inloaders": la remorque s'abaisse jusqu'au sol grâce à des vérins hydrauliques, elle encadre le pupitre qui se glisse à l'intérieur comme un tiroir. Ainsi, vingt-cinq tonnes de verre plat sont chargées en quelques minutes (il s'écoule en moyenne 20 minutes entre l'arrivée et le départ d'un camion "inloader").

A ce stade de notre étude, l'examen des procédés contemporains de réalisation du verre plat amène quelques remarques:

_ Une ligne de verre plat ou "float glass" nécessite un investissement énorme (600 millions de francs pour un float moyen et à la condition de maîtriser parfaitement la technologie dans d'autres installations; près de 1 milliard de francs pour un float de 700 t/j, sinon...)⁴². Les immobilisations en capital sont importantes, elles jouent certainement dans le sens d'une inertie des localisations: l'industrie verrière est une industrie à très forte intensité capitaliste, par nature peu mobile.

_ Malgré la puissance des installations mises en œuvre et l'importance des besoins en pondéreux qui font de ce secteur une industrie lourde, la souplesse des procédés de fabrication et la capacité d'adaptation aux besoins de la clientèle ont transformé la nature de l'industrie verrière.

⁴⁰ Le contrôle est réalisé automatiquement par des systèmes laser, cependant une fois le défaut repéré, seul un contrôle visuel permet d'en déterminer la nature: "inclusions" (manque d'homogénéité de la pâte de verre), "crasses" (débris divers: souvent de matières réfractaires protégeant l'intérieur du four), "ondulations" (défauts de formage)...

⁴¹ Bout chaud: four de fusion; bout froid: zone de façonnage...

⁴² Source orale...

_ La technologie tient une place clé: les procédés de fabrication reposent désormais sur un principe commun avec l'industrie chimique: l'homme doit intervenir le moins possible dans le process de production.

Ces trois éléments ne sont pas sans conséquences pour les localisations des usines de production et les stratégies menées par les grands groupes industriels qui les possèdent, comme nous le ferons apparaître plus loin. En est-il de même pour le verre creux?

3) La réalisation du verre creux:

Comme une ligne de fabrication de verre plat, une unité de production de verre creux (bouteillerie, flaconnage, gobeletterie, verre de cuisine...) fonctionne désormais à feu continu. La grande différence est liée au formage, étape automatisée aujourd'hui, effectuée de façon ininterrompue par des machines et selon des procédés complexes.

a) Une composition définie par la clientèle:

A la base, la composition se rapproche de celle du verre plat, cependant deux impératifs sont spécifiques au verre creux:

- _ La facilité et la rapidité du travail: le formage impose le choix d'une proportion de constituants adaptée au travail en machine (palier de viscosité important, faible coefficient de dilatation...).
- _ La satisfaction de la clientèle: les séries de production sont souvent courtes, très spécifiques, elles doivent correspondre à des souhaits précis exprimés par des cahiers des charges draconiens.

Ce souci se retrouvait déjà dans "les années trente" pour l'élaboration de la composition: les bouteilles destinées au vin de Champagne n'exigeaient pas le même verre que celles orientées vers d'autres crus et supposaient un effort particulier parfois difficilement compatible avec la modernisation⁴³. Aujourd'hui, les besoins spécifiques foisonnent dans le secteur de l'emballage: la couleur du contenant est un élément décisif lors du choix d'un produit, elle doit être définie de façon précise et réalisée par le verrier. La société B.S.N., grand spécialiste en la matière, a produit

⁴³ On sait que l'apport en soude allonge le palier de viscosité du verre et facilite donc son formage; avec 18% de soude le palier est très court, avec 25% il est beaucoup plus long. Néanmoins le verre destiné au Champagne doit être élaboré avec 18% de soude car l'acidité du vin (extrême au début des manipulations réalisées en bouteille)

récemment le verre "Dom Pérignon" pour une clientèle soucieuse d'améliorer l'apparence des vins de Champagne. Un autre exemple nous est donné par le développement d'un verre filtrant les ultra-violets (particulièrement nocifs au vieillissement du vin): les embouteilleurs se plient ainsi aux nouvelles habitudes des consommateurs qui achètent désormais les grands crus en supermarché, sur des gondoles exposées à une lumière agressive.

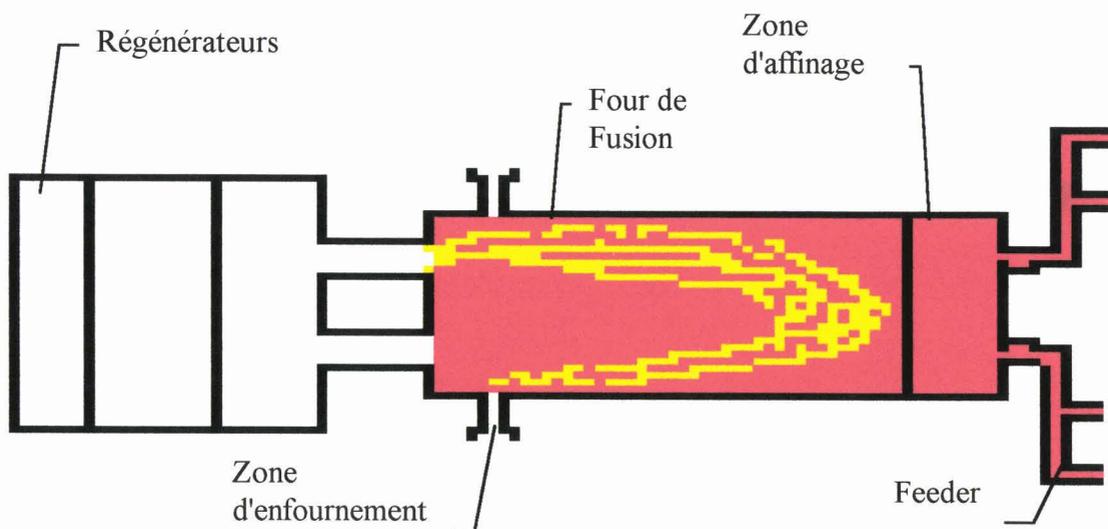
b) Des fours de fusion adaptés:

La plupart du temps fusion et affinage sont réalisés dans des fours à bassin qui ne diffèrent de ceux destinés au verre plat que par leur taille plus modeste et la présence d'un siphon séparant la zone de "fusion" et la zone de "travail". Le siphon constitué d'un élément réfractaire s'enfonce à la surface du verre, empêche tout écoulement libre en surface et donc retient les matières en suspension dans le bassin de fusion, pour éviter leur arrivée vers les machines.

Une variante du four à bassin classique (avec régénérateurs latéraux) a été développée pour la fabrication du verre creux. Il s'agit du "four en U" ou "four à flammes en fer à cheval" ou encore "four à boucle".

Croquis schématique d'un four à boucle:

(vu de dessus)



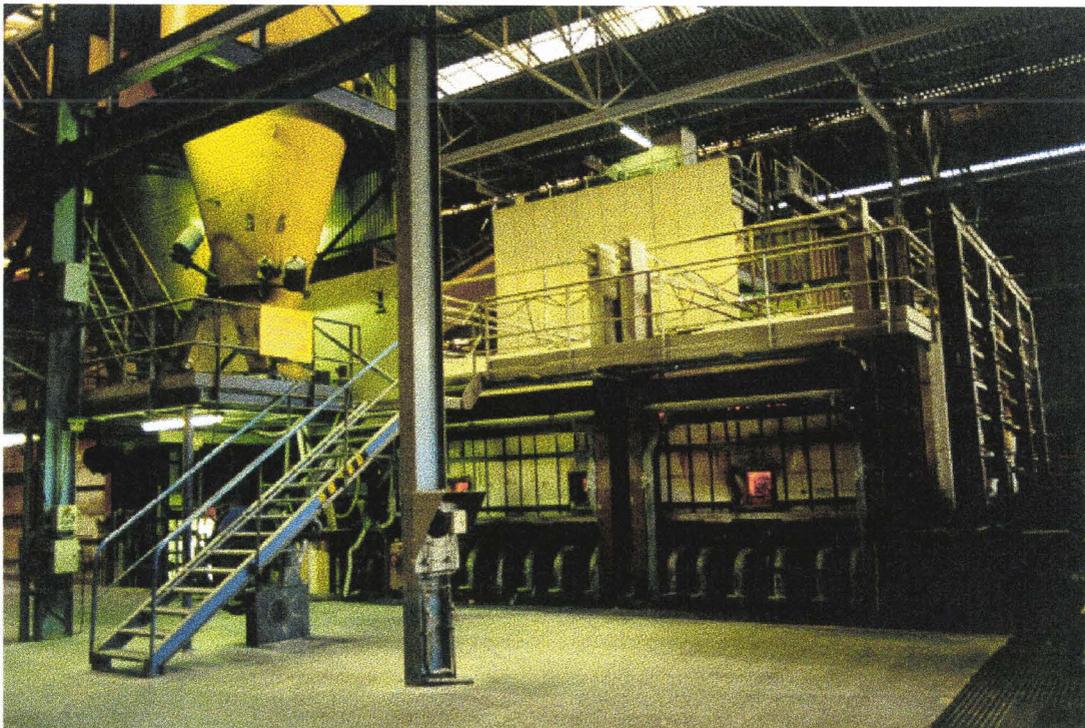
Le croquis nous en montre le principe: les gaz de combustion servent aussi à réchauffer l'air d'alimentation par l'intermédiaire de régénérateurs qui sont disposés à l'amont du four. Les

attaque les bases (donc le carbonate de soude) et risque de rendre inutilisable un vin renfermé par des bouteilles inadaptées.

gaz parcourent donc un cheminement en fer à cheval depuis le brûleur jusqu'à la sortie vers le régénérateur au-dessus de la masse en fusion. (Il y a là aussi, inversion du sens du flux par périodes assez rapprochées)⁴⁴. Ce système offre de meilleurs rendements pour des productions en série courte avec une consommation énergétique modérée.

Cependant, plus que la phase de la fusion c'est l'étape du "formage" qui est la plus riche en spécificités car la fabrication du verre creux impose la mise en oeuvre de procédés particuliers dans deux domaines: l'amenée du verre dans les dispositifs de formage et la réalisation du formage dans des machines qui doivent fonctionner en continu.

Four de fusion dans une usine de verre creux:



c) L'amenée du verre:

L'approvisionnement des machines en verre s'effectue par un chenal qui est un élément fondamental du processus de production; c'est ici, en fonction de chaque type de fabrication, que la goutte de verre est conditionnée en température, en poids, en forme et en cadence de chute. Les verriers ont l'habitude d'utiliser le terme anglais "feeder" pour désigner les deux sous-ensembles qui servent à alimenter les machines:

⁴⁴ Les fours à boucle ont une capacité de 50 à 100 tonnes/jour; au-delà, un seul brûleur serait insuffisant pour assurer la fusion qui s'effectue donc dans des fours à bassins, munis de brûleurs latéraux.

_ La zone de refroidissement est la partie arrière, (la plus rapprochée du bassin de travail), la température du verre diminue grâce à une ventilation supérieure tout en étant contrôlée par un système de réchauffement des banquettes latérales.

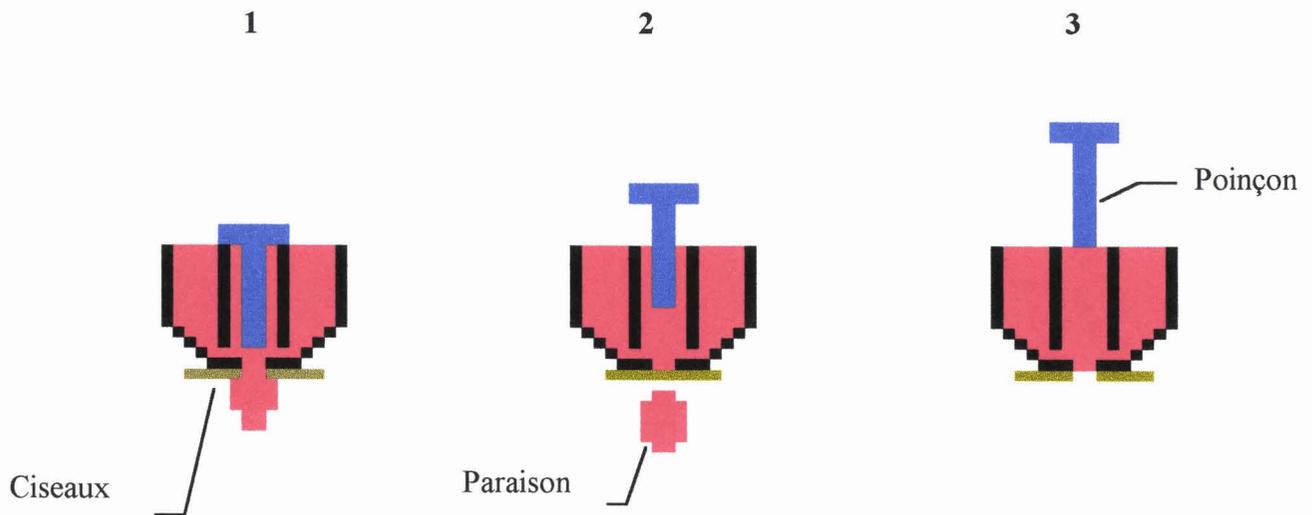
_ La zone de conditionnement (partie avant) comporte une "chemise" qui permet de régler le poids du verre délivré vers les moules et un "plongeur" qui est un poinçon mobile; celui-ci pousse le verre dans sa course descendante et le bloque dans la chemise dans sa course ascendante.

Dans la zone de conditionnement le verre est réchauffé en surface, cette fois, puis conduit à la température exigée pour la fabrication par des dispositifs automatiques. La goutte de verre qui tombe du feeder vers la machine de formage est nommée la "paraison"⁴⁵, elle correspond au poids de l'objet que l'on désire fabriquer.

⁴⁵ Les verriers utilisent aussi le terme de "gob".

Distributeur automatique de paraisons:

(vu en coupe)



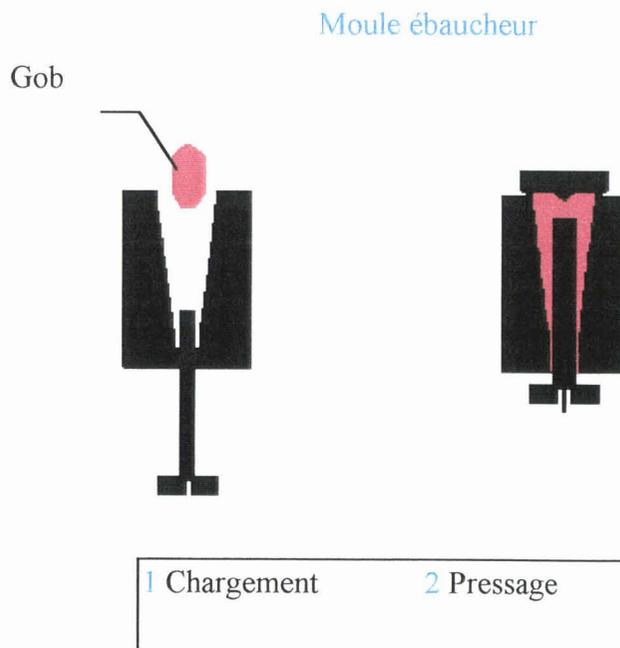
Le mécanisme est le suivant: le plongeur pousse le verre par l'orifice pratiqué au fond de la chemise, qui tourne pour homogénéiser la température du verre. Sous la chemise se trouvent des ciseaux qui coupent le verre à intervalles réguliers afin d'obtenir un poids et une forme de gob en liaison avec l'article désiré. Une action sur la température du verre, le réglage en hauteur de la chemise, la définition de la course du plongeur sont autant de moyens de faire varier les gobs selon le produit fini recherché.

Le cycle opératoire peut être décomposé en six phases successives:

- 1: Chargement: Le gob est déposé dans un moule ébaucheur (soit par présentation du moule sous le feeder soit par amenée du verre au-dessus du moule).
- 2: Compression: De l'air est insufflé dans le moule ébaucheur, cette compression plaque le verre sur le moule de bague (situé en bas).
- 3: Perçage: Le poinçon situé au coeur du moule de bague se retire, par le vide créé est insufflé de l'air qui remplit l'ébauche (la tête de compression ferme le fond du moule).
- 4: Transfert: Maintenu par le moule de bague, l'ébauche passe du moule ébaucheur au moule finisseur.
- 5: Réchauffage: Un système de brûleurs remet en température de travail l'ébauche refroidie durant les phases précédentes; celle-ci se dilate.
- 6: Soufflage final: l'objet est obtenu par une dernière insufflation à l'intérieur du moule finisseur.

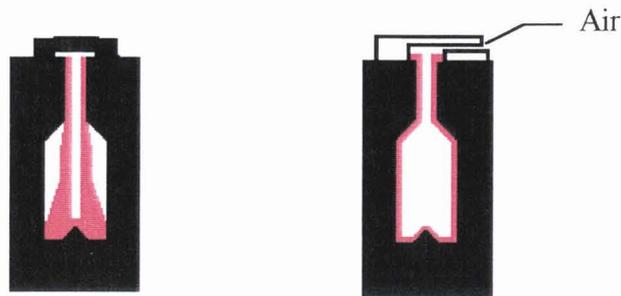
La présentation du cycle de fabrication fait apparaître le caractère fragmenté du process de production dans l'industrie du verre creux. La conséquence essentielle en est l'emploi d'une main-d'œuvre plus abondante que dans le verre plat, car les machines nécessitent beaucoup de surveillance.

Procédé pressé-soufflé:



3 Transfert

Moule finisseur



4 Réchauffage	5 Soufflage final
---------------	-------------------

Le procédé "pressé-soufflé" est généralement destiné à des articles à large ouverture comme les bocaux ou les pots à confitures. Les différences par rapport au procédé précédent concernent le passage dans le moule ébaucheur: le gob est chargé dans un moule dont le poinçon, animé d'un mouvement de va-et-vient, assure la compression nécessaire à la réalisation de l'ébauche. La phase de finition est ensuite la même que pour le procédé "soufflé-soufflé".

Trois types de machines sont actuellement en fonctionnement pour la production d'articles en verre creux: la machine Hartford I.S. (d'origine américaine), la machine Linch (également d'origine américaine, mais plus ancienne), la machine Roirant (d'origine européenne). Ces machines diffèrent par leur forme, (allongée pour la machine I.S.), (en tourelle pour la machine Roirant), (en plateaux juxtaposés pour la machine Linch); elles s'opposent par leur mode d'alimentation, (mobile sur la machine I.S.), (fixe sur les deux autres). Par contre, elles fonctionnent toutes selon les procédés de fabrication décrits précédemment.

La machine Linch 10 est la plus désuète; elle est issue de l'amélioration d'une machine née aux U.S.A. durant La Grande Guerre, mais n'a plus été perfectionnée depuis 30 ans. Le croquis ci-dessous fait apparaître les deux plateaux juxtaposés, tournant tangentiellement en sens contraire. Le premier supporte les moules ébaucheurs, le second les moules finisseurs, le transfert s'effectuant au point de tangence. La capacité de production de la Linch 10 est de 1800 bouteilles

classiques par heure à "simple paraison" ou 3000 bouteilles de 400 grammes, par heure à "double paraison"⁴⁶.

La machine Roirant, dont le modèle le plus récent est la R10⁴⁷, est dotée de 10 séries de moules. Chaque série comporte un moule ébaucheur situé en haut, un moule de bague au milieu, un moule finisseur en bas; la paraison est transférée par rotation du moule de bague. Comme sur la machine Linch, les moules sont positionnés à la périphérie d'une tourelle; celle-ci tourne sur elle-même, disposant à chaque temps de la rotation un moule ébaucheur sous le feeder. La capacité de production de la Roirant R10 est de 2000 bouteilles à l'heure à simple paraison et de 3500 bouteilles à l'heure en double paraison.

La machine Hartford I.S. est d'une conception très différente: quel que soit le procédé utilisé, la réalisation d'un objet s'effectue au sein d'un sous-ensemble (une section) indépendant(e). Les moules ébaucheurs et les moules finisseurs sont placés face à face, à poste fixe; le seul mouvement qui anime le système des moules est celui d'un bras articulé qui transfère la paraison d'un moule à l'autre. Ce système a imposé la mise en œuvre d'une alimentation plus complexe: la paraison est distribuée successivement à chaque section par un feeder dont l'extrémité est mobile. La machine I.S. 10 "double gob" est la plus récente, elle a été introduite chez B.S.N.-Reims au début des années 80; elle dispose de 10 sections fabriquant deux bouteilles à la fois et est conduite par un ordinateur qui remplace les commandes automatiques classiques. Sa capacité est de 10800 bouteilles de 75cl à l'heure, soit 70% de plus que celle des machines I.S. précédentes.

La machine Hartford I.S. est aujourd'hui la plus répandue dans les bouteilleries françaises grâce à deux avantages décisifs:

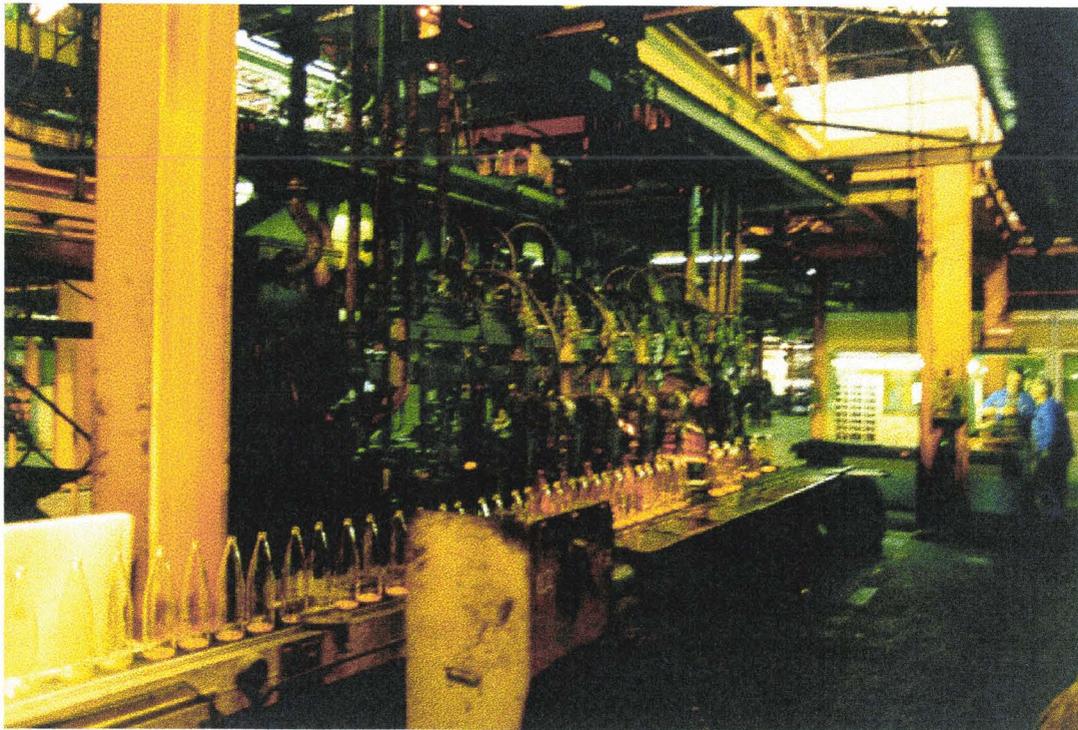
- _ Une consommation énergétique modeste (moins de déperdition de température que dans le cas des machines tournantes).
- _ Une facilité d'adaptation à des fabrication différentes, plus grande (principe de "la section individuelle").

⁴⁶ L'expression "à simple paraison" signifie que la quantité de verre délivrée selon la cadence normale du feeder est affectée à la fabrication d'un seul objet; une machine fonctionnant "à double paraison" grâce à un nombre de moules doublé, produit près de deux fois plus d'unités d'un poids deux fois moindre.

⁴⁷ Roirant R7: introduite dans les bouteilleries françaises vers le milieu des années 50.
Roirant R10: en fonctionnement depuis le milieu des années 70.

Ce dernier point est essentiel, une section peut être affectée à de petites séries tandis que le reste de la machine poursuit sa fabrication classique. En outre, les sections peuvent être arrêtées facilement pour le remplacement d'une pièce défectueuse sans affecter l'ensemble de la machine⁴⁸. Toutes les améliorations apportées aux machines de formage ont permis d'accélérer la cadence de production et de réduire la main-d'œuvre. Même si le processus n'est pas totalement continu, il atteint une telle "fluidité" aujourd'hui que la production de verre creux comme celle du verre plat peut désormais être assimilée à une industrie de "process".

Fabrication de bouteilles:



e) Recuit, traitement de surface et choix:

Après le formage, les produits subissent une "recuisson" pour supprimer les contraintes internes, comme dans le cas du verre plat. Cette opération est effectuée par l'intermédiaire d'un tapis roulant métallique, circulant sous un tunnel à température décroissante. "L'arche de recuisson" chauffée au gaz permet la remontée vers 550° des produits qui avaient refroidi brutalement à la sortie du moule. La température s'abaisse progressivement lors du passage du tapis sous une zone calorifugée mais non chauffée, puis sans isolation et enfin lors de son débouché à l'air libre.

⁴⁸ Changer un moule en cours de fabrication sur une machine Roirant est possible; l'ouvrier doit se déplacer avec la machine, démonter le moule défectueux, le remplacer sans que la rotation de l'ensemble ne soit stoppée. Cela exige beaucoup de dextérité car les moules sont très chauds (température de la paraison d'environ 700°).

A l'issue de la cuisson, un traitement de surface est appliqué à l'ensemble de la production; il a pour objectif de remédier à l'apparition spontanée de micro-fissures de surface lors du refroidissement du verre. Les bouteilles ou autres contenants sont soumis à des vapeurs de tétrachlorure d'étain ou d'oxyde de titane qui diminuent l'effet des fissures. Enfin, les produits sont lubrifiés pour limiter le risque de rayure lors du conditionnement, du transport ou de la vente, par des composés de polyéthylène ou de silicones.

A la sortie, les produits sont "mis en ligne" par une installation qui absorbe la totalité de la production, afin d'effectuer un contrôle systématique des articles par des "machines de choix" ou par examen visuel. L'homme intervient encore beaucoup à ce stade de la fabrication: si certains produits très standardisés ont permis une mécanisation du "choix" très poussée (contrôle optique par laser...), les flacons, les objets de gobeletterie à facettes aux formes tourmentées exigent la présence de "choisisseurs" qui grâce à leur coup d'œil détectent les produits défectueux. Ceux-ci sont bien sûr éliminés, mais surtout grâce à des marques imprimées sous l'objet il est possible de repérer le moule ou la machine imparfaits et d'intervenir immédiatement⁴⁹.

Un contrôle de la conformité par rapport à des paramètres techniques précis (dimension, poids, densité, profil...) est aussi effectué selon une méthode d'échantillonnage statistique. C'est le rôle d'un laboratoire interne de contrôle et de suivi qui assure la pérennité et l'amélioration de la qualité sur le moyen terme.

A la sortie de la ligne de fabrication, les produits sont immédiatement conditionnés par "palettisation et housage": les colis sont groupés sur des palettes standardisées par un système programmable gérant le stock d'emballage. Les couches d'articles reçoivent ainsi automatiquement une housse de protection en plastique qui par passage sous un cadre chauffant se rétracte et protège hermétiquement les colis.

Les conclusions que nous pouvons immédiatement tirer de cet examen des techniques de production du verre creux sont les suivantes:

_ Le souci premier des verriers de ce secteur est "de coller à la clientèle", car le verre creux pour l'essentiel destiné à la consommation courante est avant tout un emballage: un faire valoir. De la nature du produit est née une exigence d'adaptation permanente, une nécessité de disposer d'un outil de production souple.

⁴⁹ Ce travail de choix doit donc être réalisé en continu, et demeure un des goulets d'étranglement de la production.

Les séries d'articles sont parfois très courtes ou commandées au dernier moment⁵⁰: cela impose une contrainte de production nouvelle, qui se rapproche du "juste à temps" apparu depuis une quinzaine d'années dans de nombreux secteurs industriels. Cette exigence est aussi un moyen pour les entreprises d'améliorer leurs profits: les séries courtes ne déprécient pas un modèle, elles comportent beaucoup de "valeur ajoutée" car elles font appel au service de recherche-développement qui doit être capable de créer rapidement de nouveaux produits. D'une certaine manière, c'est sur cette capacité de réponse que s'est établie une hiérarchie entre les entreprises à même d'apporter beaucoup de valeur ajoutée à leur production et celles qui n'effectuent que de longues séries. Le service de R-D n'est pas le seul à être concerné par cette mutation, l'atelier de moulerie⁵¹ est un intervenant clé dans ce principe de fonctionnement: la moulerie est un atelier de mécanique employant de nombreux spécialistes dont le rôle est de créer, de nettoyer, de réparer les moules qui doivent être parfaits. C'est dans ce domaine que sont recrutés les techniciens les plus nombreux et c'est sur ce secteur que porte le plus gros de l'effort de formation.

De là, est apparue une mutation du métier de verrier (qui sera développée plus loin): il faut pouvoir concevoir un outil de production adapté à ce "juste à temps", être capable techniquement et financièrement de le réaliser et d'en disposer. Ce faisant, les objets en verre creux qui avaient beaucoup perdu de valeur ajoutée dans la période d'intense mécanisation du XX^{ème} siècle connaissent actuellement un renouveau.

Pour simplifier, nous pourrions prendre l'image d'une évolution cyclique au cours de laquelle se serait introduite une déqualification lente du métier de verrier en la conduisant vers un système de production fordiste. La deuxième phase du cycle serait en cours actuellement, des qualifications nouvelles apparaissent, transformant le "métier" de verrier mais lui apportant un renouveau indéniable. C'est dans la recherche-développement, la souplesse de fonctionnement, l'apparition de nouvelles spécialités que cette requalification s'effectue: à l'image d'autres secteurs industriels, les métiers de la verrerie connaissent donc une mutation fondamentale des procédés de fabrication qui peuvent désormais être qualifiés de "post-fordistes".

⁵⁰ Ainsi les articles destinés à la promotion de telle ou telle marque de carburant doivent être livrés sitôt la campagne de publicité lancée...

⁵¹ Les responsables de la production de La Verrerie Cristallerie d'Arques, interrogés lors d'une visite in situ, ont beaucoup insisté sur ce point qui est pour eux la différence essentielle entre leur entreprise et celles de concurrents moins avancés qui "se contentent de copier les moules".

II Le contenu de la modernisation, des choix et des ruptures majeures:

Tout au long des deux siècles qui viennent de s'écouler, la verrerie a connu de profondes transformations tant dans les intrants utilisés que dans les procédés de fabrication mis en œuvre. La présentation de ces innovations s'effectuera dans la perspective centrale de notre recherche: la découverte des mécanismes de la décision. Il ne s'agira pas de savoir "quand" mais de comprendre "pourquoi à ce moment là". Ainsi l'étude des rythmes de l'évolution nous apparaît propre à révéler les blocages qui ont entravé les choix des entrepreneurs.

Pour ce faire, nous tenterons d'avancer le point de vue de l'industriel à la manière des grandes études d'Histoire de l'Entreprise telles qu'elles ont été menées par Messieurs Boaglio et Daviet⁵² dans le secteur verrier et sur lesquelles nous nous sommes appuyé pour ce qui concerne la chronologie et les éléments chiffrés. Cependant nous effectuerons, en préambule, un retour dans l'ère de la proto-industrie du verre, pour aborder les préoccupations fondamentales des artisans verriers.

A - Le lent cheminement vers la période industrielle:

Avant de réfléchir sur les effets de la modernisation dans le domaine verrier, une brève présentation des traits caractéristiques de cette activité dans une perspective historique nous permettra de démêler certains fils conducteurs de son évolution. L'intention est de baliser notre cheminement ultérieur et non pas de présenter une étude exhaustive de l'histoire du verre à travers les âges...

Durant l'ère proto-industrielle, les modifications des procédés de fabrication ne s'effectuent pas dans le cadre du schéma contemporain opposant verre creux et verre plat. Jusqu'au XVIII^{ème} siècle, la séparation entre les deux métiers n'est pas encore effectuée: les techniques évoluent de concert; de plus l'essentiel de la production est du verre creux. Le clivage se situe ailleurs: entre la production de masse et celle de pièces artistiques, la seconde bénéficiant des évolutions de fond de la première à propos de la nature des intrants et des techniques de fusion. Dans le cas spécifique de la verrerie d'Art, les efforts portent sur l'amélioration des tours de main et sur une recherche empirique dans le domaine de la vitrification afin d'améliorer la coloration.

⁵² _ Boaglio Mathieu: "Evolution des conditions de production dans l'industrie du verre en France de la Révolution à nos jours" CNAM Paris 1990.

_ Daviet Jean-Pierre: "La Compagnie de Saint-Gobain de 1830 à 1939, une entreprise française à rayonnement international. Paris I 1983.

1) La composition et la fusion:

La mutation fondamentale affectant la composition est le passage d'un fondant sodique à un fondant potassique. Depuis l'Antiquité, pour abaisser la température de fusion du verre était utilisée de la "soude" (Na_2O) de provenance "directe": dépôts lacustres salés (natron) ou plantes halophiles des rivages méditerranéens (barille: *Salicornia Herbacea*). On connaît mal le pourquoi et le comment du passage aux cendres de végétaux continentaux (hêtres, mûriers, fougères...) ou "potasse" (K_2O)⁵³. Ainsi utilisait-on encore au XIII^{ème} siècle le fondant traditionnel à Venise, alors que de très nombreux verres du IX^{ème} siècle comportaient déjà des fondants potassiques, particulièrement en Europe Centrale. Certaines hypothèses peuvent être néanmoins avancées: avec la diffusion du métier de verrier et l'élargissement des marchés, la localisation de la production se déplace des rivages de la Mare Nostrum vers le nord et le centre de l'Europe. Il est facile d'imaginer que les forêts du versant septentrional des Alpes offraient aux verriers un combustible à profusion mais que les fondants sodiques y étaient introuvables, d'où le recours à des bases d'une autre origine. Ainsi, les premiers verres potassiques sont des "verres de fougère" dont la couleur verdâtre trahit la présence d'impuretés soit dans le sable, soit dans la potasse issue du lessivage des cendres de fougère. Si Venise, au contraire, conserve la technique du fondant sodique quatre siècles encore, c'est pour des raisons de commodité de formage tout autant qu'en fonction de sa localisation tyrrhénienne qui facilite un approvisionnement en barille et de ses bonnes relations politiques avec les conquérants arabes du Proche Orient. Le fondant sodique facilitait le travail du verre fondu en augmentant sa plasticité et en prolongeant la durée de la phase visqueuse.

Cet exemple fait la preuve que les potentialités nouvelles ne sont pas toujours exploitées: les nécessités techniques, les habitudes commerciales sont autant de freins à l'adoption de découvertes novatrices.

La phase de la fusion connaît peu de modifications jusqu'au XIX^{ème} siècle. Ainsi, la composition subit depuis l'Antiquité les effets du feu à l'intérieur de creusets en terre cuite. Ils sont disposés depuis la période romaine à l'intérieur de fours et non plus sur des foyers à l'air libre comme chez les Egyptiens anciens. Aux côtés des verriers prospèrent des potiers spécialisés dans la confection de "pots" destinés à la fusion du verre. Les nécessités techniques (résistance à de hautes températures, inaltérabilité...) ont imposé un savoir-faire toujours plus grand dans ce

⁵³ La plupart des auteurs arguant la provenance de la soude du Proche Orient, d'Espagne ou de Sicile identifient le changement de fondant à la rupture des échanges commerciaux corrélative à la conquête arabe. C'est ainsi que les sources d'approvisionnement de la période romaine se seraient peu à peu taries: au VII^{ème} siècle pour le Proche Orient, au VIII^{ème} pour l'Espagne et au IX^{ème} pour la Sicile.

métier qui se maintiendra jusqu'au XX^{ème} siècle. Les fours romains comportaient déjà différentes chambres qui assuraient fusion et refroidissement, une disposition encore utilisée au Moyen-Age. Puis sont apparus un second et un troisième four pour les étapes de fritte, fusion et recuisson. Ainsi à l'Epoque Moderne, les illustrations des ouvrages de Georg Agricola⁵⁴ et de Johan Kunckel⁵⁵ font apparaître la présence conjointe de deux fours semi ovoïdaux utilisés pour la fritte puis la fusion. C'est à peu près à la même époque qu'un troisième four destiné uniquement à la recuisson leur fut adjoint dans les sites les plus productifs. Ces fours étaient chauffés uniquement au bois jusqu'au XVII^{ème} siècle, où fut adoptée puis généralisée en Grande Bretagne la fusion au charbon de terre, imposée par la mise à mal des forêts.

2) Le formage:

Au-delà de la phase de la fusion, l'évolution des procédés de formage est fonction de la nature du produit fini: ainsi pour réaliser du verre creux, il n'y eut pas de mutation fondamentale jusqu'à une époque récente. La simplicité des outils utilisés témoigne de cette continuité: canne, pontil, ciseaux, tenailles, cuiller en bois, batte, sont autant d'objets issus de l'antiquité romaine encore en usage dans l'industrie du verre creux au XIX^{ème} siècle. La technique du soufflage à la canne a traversé vingt siècles d'histoire et si, dans l'imagerie populaire, un verrier est avant tout un artiste capable de manipuler une masse en fusion au bout d'une tige creuse, la réalité a longtemps été uniquement celle-là. C'est aussi en fonction de cette technique que s'est constituée une corporation de souffleurs de verre qui formaient l'élite du métier.

Le verre plat fut ainsi exclusivement produit par soufflage jusqu'au XVII^{ème} siècle où naquit en Angleterre le coulage sur table. Les trois manières qui vont être décrites sont apparues chronologiquement mais, pour certaines fabrications, dans certains lieux, les deux premières se sont maintenues jusqu'au XX^{ème} siècle.

_ Le soufflage des cylindres est la première méthode: un verre plat est obtenu à partir de l'ouverture d'un cylindre selon une génératrice; le cylindre est au préalable soufflé à la bouche comme tout objet creux. On connaît cette méthode depuis le Moyen-Age, elle fut lentement améliorée jusqu'à l'automatisation du soufflage au XIX^{ème} siècle.

_ Le verre à plateau: sur une sphère cueillie et soufflée au bout d'une canne est appliquée une petite masse de verre fixée sur un pontil (longue baguette de fer plein). Le pontil est animé d'un mouvement de rotation et la sphère s'ouvre sous l'effet de la force centrifuge; un verre rond comportant en son centre une surépaisseur, "la boudine", est ainsi produit.

⁵⁴ "De Natura Fossilium" (1546).

_ Le verre coulé: le procédé découvert au XVII^{ème} siècle en Angleterre, mais réellement mis au point en 1688 en France par Louis Lucas de Nehou a eu pour destination la fabrication des glaces. Les planches de l'Encyclopédie de d'Alembert et Diderot ont fait universellement connaître cette technique de coulage sur table et laminage à chaud, ainsi que la Manufacture Royale des Glaces de Saint-Gobain où elle a été élaborée. Cette méthode en usage pour les productions de luxe (et non le verre à vitre) a eu un succès sans rival jusqu'au début de notre siècle et a même servi à la confection de pièces spéciales après la Seconde Guerre Mondiale (verre d'aquarium de forte épaisseur).

Ces quelques éléments révèlent, en premier lieu, que certaines différences fondamentales sont fonction de la destination finale des produits. Dans les verres "courants" s'installe durablement une grande inertie: vingt siècles de soufflage à la bouche, même pour le verre plat, donnent la tonalité fondamentale du métier de verrier. Pour les verres "spéciaux" (en l'occurrence: de luxe), des innovations sont apparues quand les besoins s'en sont fait sentir. Les ruptures ont été suivies par de longs paliers de stabilité, marqués par un lent perfectionnement des techniques nouvelles sans que ne se révèlent de nouvelles fractures. En second lieu, il apparaît que les productions qui ont une très longue histoire favorisent la constitution de métiers où le savoir-faire devient peu à peu la richesse essentielle; cet "intransigent immatériel" devra donc faire l'objet d'une attention profonde car il est au cœur des articulations stratégiques. En troisième lieu, et à la lumière des deux premières remarques, il semblerait que la dialectique technique/acteurs ait donné à la verrerie un caractère dominant: la stabilité.

3) La verrerie d'Art:

Jusqu'à la Révolution Industrielle, le cas de la glace mis à part, c'est sur la réalisation de pièces artistiques que porte l'essentiel de l'effort d'innovation.

En amont, c'est par la modification de la composition selon des méthodes très empiriques que de nouveaux produits ont pu être obtenus. Ainsi, par l'adjonction de tel ou tel oxyde métallique, sont obtenues des couleurs très diverses à l'exemple de ces quelques productions en vogue durant les époques Moderne et Classique: le verre "blanc de lait", opaque de couleur blanche, était obtenu par de l'oxyde d'étain ou de l'antimoine; c'était à Venise, au début du XVI^{ème} siècle, le moyen d'imiter la porcelaine. Le "verre cobalt", coloré en bleu par de l'oxyde de cobalt, se diffusa peu à peu en Europe depuis les verreries vénitiennes puis bohémiennes du XVI^{ème} au

⁵⁵ "Ars Vitraria Experimentalis Oder Volkommene Glasmacherkunst" (1679).

XVIII^{ème} siècle. Le "verre rubis", mis au point par Johan Kunckel vers 1679, se caractérise par la profondeur de sa coloration rouge obtenue par l'adjonction à la composition de sels d'or. Plus près de nous, Ravenscroft a mis au point le cristal par apport de plomb; le point de fusion est ainsi abaissé. Le verre obtenu se taille facilement et brille à la manière d'un cristal de roche.

Les recherches ont porté aussi sur les procédés de formage et de multiples tours de main permettaient d'obtenir des pièces très diverses. Pour mémoire, peuvent être rappelés les verres décorés à chaud par application de motifs, par découpe ou pincement. D'autres procédés permettaient d'enrichir les objets en verre de décorations métalliques. Le "verre doublé", qui existait déjà durant l'Antiquité mais dont la demande a été maximale au XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles, en est un prestigieux exemple: une forme revêtue de feuilles d'or ou d'argent gravées puis laquées était ensuite recouverte d'une seconde couche de verre. Le "verre feuilleté", connu des artisans romains, présent à l'époque baroque puis en forte expansion au XIX^{ème} siècle s'en approchait beaucoup: il était élaboré par soufflage d'une paraison à l'intérieur d'une forme déjà refroidie et permettait ainsi de combiner des couleurs différentes.

Satisfaire une demande de pièces originales fut le souci des verriers d'art qui, sans mener une recherche permanente, semblent avoir manifesté une plus grande capacité d'adaptation à la demande. De plus, leurs productions destinées à un étroit marché ont été paradoxalement renouvelées par une concurrence internationale à l'inverse des produits banaux où dominait la routine.

Pour conclure cette brève évocation de l'évolution de la verrerie à travers les âges, quelques points forts peuvent être soulignés afin de guider une réflexion sur l'innovation:

- _ La transformation d'une fabrication peut se faire par l'adoption *de nouveaux intrants* ou par celle *de nouveaux procédés*. Il s'agit, la plupart du temps, de la conséquence d'une contrainte physique (à l'occasion de la pénurie ou de l'absence d'un intrant dans le cas d'une localisation nouvelle).
- _ Les processus de mutation très lents, le faible nombre de ruptures font de ce secteur l'archétype *d'un métier dominé par la tradition* jusqu'à la Révolution Industrielle. Si l'on se souvient de la différence entre les produits simples et ceux où la demande suscite des évolutions notables, les raisons semblent être moins l'absence de possibilité que l'absence de volonté de changement. L'analyse des transformations techniques devra nous faire percevoir les freins qui les ont limitées, les choix qui ont pu ou n'ont pas pu être faits en fonction des potentialités offertes.
- _ Les effets de ces mutations sont multiples, leur étude doit donc s'ordonner selon une perspective centrale qui sera en l'occurrence le champ de manoeuvre stratégique. Ce

champ de manoeuvre rassemble des éléments très divers que nous pouvons, à ce stade de notre étude, identifier en deux sous-ensembles: *la nature des produits et les choix des acteurs*.

Cette présentation des évolutions de l'activité verrière sur le long terme durant l'ère proto-industrielle, nous a permis de mesurer "l'héritage culturel" des verriers en matière de recherche et d'innovation et de tracer les directions dans lesquelles se sont orientés leurs efforts. Pour aller au-delà, nous devons analyser ce qui, depuis la Révolution Industrielle, a entraîné ou n'a pas entraîné de mutations spatiales. En effet, la nature du processus productif change: d'artisanal il devient industriel; ainsi, il est à la fois moins routinier (*objet d'une recherche permanente*) et mieux codifié (*matière à analyses théoriques*). Cela nous conduira tout d'abord à présenter le contenu des modernisations techniques, puis nous mesurerons les effets de ces transformations sur les potentialités offertes aux entreprises en matière de choix stratégiques.

B - L'adoption de nouveaux intrants:

Trois remarques peuvent être faites en préambule:

_ L'innovation dans les intrants touche la nature de la composition et celle de l'énergie employée: dans un cas comme dans l'autre, il y a eu soit substitution de facteurs soit introduction de facteurs supplémentaires. Or dans le domaine de la décision, il est plus facile de modifier un des composants, même si cela entraîne des réactions en chaîne, que d'opter pour des changements radicaux.

_ La seconde remarque concerne les buts poursuivis qui sont multiples: il y a bien sûr la volonté de faire augmenter le taux de profit en abaissant les coûts de production⁵⁶. Mais en fait, les motivations furent plus complexes: tour à tour, il y eut réponse à une pénurie, volonté d'amélioration de la qualité d'un produit, volonté de faciliter des opérations mécanisées ou affirmation d'une indépendance de l'approvisionnement...

_ La troisième remarque concerne la chronologie d'application de l'innovation: celle-ci diffère sensiblement selon les types de production. Dans les secteurs de la glace, du verre à vitre, de la bouteille, les contenus des choix et le moment décidé pour leur mise en œuvre relèvent de stratégies indépendantes. A terme cependant, on semble s'être acheminé vers une convergence comme si la modernisation avait eu pour effet de gommer certaines spécificités initiales.

1) Les modifications de la composition:

Le XIX^{ème} siècle a vu le triomphe des produits chimiques de synthèse sur les composants d'origine naturelle, il en est en verrerie comme pour les autres secteurs. Très dépendante de l'étranger pour l'approvisionnement de certains de ses intrants, l'industrie du verre fut un terrain privilégié de la recherche scientifique. Les efforts portèrent sur le fondant qui constituait en terme de coût l'essentiel de la composition; (les spécialistes estiment que plus de 70% des dépenses en matières premières lui étaient consacrées).

a) Plusieurs chronologies:

Le remplacement de la "soude" naturelle par de la "soude" artificielle s'effectua au début du XIX^{ème} siècle pour la glace et le verre à vitre (de 1790 à 1830), vers la fin du XIX^{ème} siècle pour la bouteille (après 1865). Ce décalage s'explique partiellement par le coût plus élevé des

⁵⁶ Sur le long terme cette motivation est évidente (les moyennes le démontrent aisément); mais sur le court terme il en fut autrement et cela doit nous faire réviser certains présupposés classiques...

"soudes artificielles" comme par des raisons techniques tout autant que par des structures productives différentes: la production quasi artisanale en bouteille et la dispersion extrême étaient peu favorables à l'emploi d'intrants de provenance industrielle.

Depuis le début du XIX^{ème} siècle sont apparus deux fondants d'origine chimique concurrents: le Carbonate de Soude et le Sulfate de Soude; avant que de chercher à comprendre les termes du choix, il nous paraît nécessaire de rappeler les chronologies qui singularisent chaque type de productions.

_ Pour la glacerie, le passage d'un fondant à un autre s'établit comme suit:

- * Fin du XVIII^{ème}: Soude d'Alicante (plantes halophiles).
- * 1810-1855: Carbonate de Soude.
- * 1855-1932: Sulfate de Soude.
- * 1932 à nos jours: Carbonate de Soude majoritaire (90%)
Sulfate de Soude en appoint (10%).

_ Pour le verre à vitre:

- * Jusqu'en 1824: Cendres d'origine naturelle.
- * 1824-1845: Carbonate de Soude et Sulfate de Soude en proportion voisine.
- * 1845-1923: Sulfate de Soude.
- * 1923 à nos jours: Carbonate de Soude majoritaire (90%)
Sulfate de Soude en appoint (10%).

_ Pour les bouteilles:

- * Jusqu'en 1865: Cendres, charrées⁵⁷, Soude de Varech.
- * 1865-1885: Sulfate de Soude et Chlorure de Sodium.
- * 1885-1924: Sulfate de Soude.
- * 1924 à nos jours: Carbonate de Soude majoritaire (90%)
Sulfate de Soude en appoint (10%).

Le schéma est donc le suivant: à l'orée du XIX^{ème} siècle les "soudes naturelles" commencent à être remplacées par du Carbonate de Soude, très vite concurrencé par du Sulfate de Soude qui triomphe durant un siècle. Enfin, durant l'Entre Deux Guerres, le Carbonate de Soude remplace définitivement les autres options.

⁵⁷ Charrées: résidus des cendres utilisées comme lessive par les lavandières.

b) Des logiques diverses:

Trois types de logiques s'entremêlent: la première est extérieure au secteur verrier: de nature événementielle et réglementaire, elle est subie comme une contrainte. La seconde est interne: il s'agit de l'aspect technique. La troisième enfin consiste en une synthèse des deux premières puisqu'elle est économique. Il est impossible de classer ces trois logiques selon un ordre de prépondérance ou une chronologie exprimant une antériorité car chacune a des effets sur les autres, par contre il est utile de les repositionner dans leur contexte:

** Logique technique:*

_ 1787: Mise au point du *Procédé Leblanc*: production de Sulfate de Soude par réaction d'acide sulfurique sur du sel marin. Des difficultés d'utilisation apparaissent en verrerie en fonction de la présence de composés sulfureux.

_ 1790: Leblanc réalise du Carbonate de Soude; le verre obtenu est très clair mais plus fragile; la composition reçoit un ajout de calcaire pour pallier cet inconvénient.

_ 1813: Un procédé permet d'utiliser le Sulfate de Soude en verrerie: les gaz sulfureux sont évacués en cours de fusion, ils provoquent un brassage vigoureux de la masse et accélèrent de ce fait l'affinage.

_ 1855: Un chimiste de La Compagnie de Saint Gobain, Pelouze, démontre l'intérêt de l'utilisation du Sulfate de Soude par rapport au Carbonate de Soude employé jusqu'alors. Le Sulfate était impropre à la fabrication des glaces car il avait tendance à colorer en vert la pâte; Pelouze isole et supprime la réaction chimique à l'origine de ce défaut.

_ 1865: Mise au point du *Procédé Solvay*: production de Carbonate de Soude à partir d'ammoniaque et d'oxyde de carbone.

_ Années Vingt: La mécanisation rend nécessaire l'emploi du Carbonate de Soude; celui-ci maintient le bain en fusion en état d'être cueilli à un degré de température plus bas et à une meilleure viscosité: l'idéal pour la coulée continue (le Sulfate de Soude est introduit en petite quantité pour les raisons d'amélioration de l'affinage évoquées plus haut). La glacerie a été plus tardive à innover: en 1923, le verre à vitre est produit grâce au Carbonate de Soude, ce qui ne sera le cas qu'après 1930 pour la glace.

** Logique réglementaire et événementielle:*

_ 1788: Le Sulfate de Soude est interdit de commercialisation en fonction de l'imposition sur le sel.

_ 1806 et au-delà durant le Premier Empire: Tensions en Europe (blocus) puis 1808 guerre avec l'Espagne. L'importation des soudes d'Alicante est rendue difficile, puis

s'interrompt. Mise en place d'une politique d'autonomie nationale relayée dans le secteur verrier par la Compagnie de Saint-Gobain, très liée à l'Etat depuis sa naissance. Durant cette période d'intense soutien à la science, la compagnie développe dans sa soudière de Charles Fontaine une production de Carbonate de Soude à partir de 1810, puis après 1824 sur le site de Chauny. (On peut noter que ces deux établissements sont d'anciennes verreries transformées en usines chimiques à l'époque au service exclusif du secteur verrier...).

_ 1824: Autorisation de commercialiser le Sulfate de Soude, lequel est moins cher que le Carbonate.

* *Logique économique:*

_ Premier Empire: Selon le principe que tout ce qui est rare est cher, *sur le long terme* l'augmentation de la production des composants a permis la baisse des coûts de fabrication. Cependant à l'inverse *sur le court terme*, l'augmentation de la production de ces composants a été consécutive à de très lourds investissements; M. Daviet montre que l'augmentation du capital de Saint-Gobain a été un vecteur fondamental de l'innovation. Un autre aspect existe: le frein aux importations lié aux guerres impériales renchérit les intrants importés tout en soulignant la fragilité des approvisionnements.

_ Second Empire: Le procédé Pelouze permet l'usage du Sulfate de Soude en glacerie, sa production grimpe en flèche, son prix baisse et certains fabricants de bouteilles dissuadés jusque-là de l'employer en introduisent dans leur composition. (il faut garder en mémoire le différentiel énorme qui sépare la glace, produit de luxe et les autres fabrications qui, en liaison avec leur faible valeur ajoutée, doivent utiliser les produits les moins coûteux même au détriment de la qualité). Le procédé Solvay abaisse le coût du Carbonate de Soude: l'ammoniaque étant beaucoup moins cher que l'acide sulfurique du procédé Leblanc.

_ Fin du XIX^{ème} et début du XX^{ème} siècle: La production en grande quantité permet une baisse des prix du Carbonate de Soude qui tend peu à peu à rejoindre celui du Sulfate de Soude. En 1928, il subsiste un différentiel de 11% en faveur du Sulfate; en 1933, la tendance est inversée: Le Carbonate de Soude Solvay est désormais moins cher d'où un usage continu depuis. (Son introduction généralisée par les besoins de la mécanisation en accélère la production et en fait chuter le prix).

Ces trois chroniques révèlent différents aspects du choix stratégique:

L'antériorité des découvertes scientifiques par rapport à leur utilisation industrielle est souvent importante. Celle-ci est déterminée par un intérêt économique ou la volonté d'affirmer un

choix stratégique: sûreté d'approvisionnement, maîtrise d'un procédé original... De plus l'introduction d'un élément nouveau entraîne des effets non prévus qui eux-mêmes doivent faire l'objet de nouvelles recherches. Il y a donc ici quelques points expliquant la relative inertie du secteur verrier qui n'a longtemps évolué que sous l'effet de la contrainte, tout en ayant à sa disposition les différents éléments techniques nécessaires au choix.

2) Les modifications dans le domaine énergétique:

Comme pour toutes les "industries du feu", il peut être postulé que l'énergie est un intrant essentiel pour la production du verre et donc qu'une large part de l'effort de recherche a porté sur la réduction de la consommation de cet élément. L'étude qui va suivre a pour but de mesurer la place prise par les questions liées à l'énergie dans les choix techniques des industriels du verre. Au niveau de l'ensemble du secteur, les chiffres suivants montrent aisément l'importance du poste *dépense énergétique* dans un bilan des achats:

Poids des achats d'énergie selon les secteurs industriels en 1989:

Secteurs	Achats énergétiques (en millions de francs)	Achats d'Energie/chiffre d'affaires	Achats d'Energie/Achats
Verre	1 626	4,8%	18,6%
Minerais et Métaux Ferreux	8 543	7,6%	16,7%
Chimie de Base	9 377	4,9%	13,1%
Automobile	2 465	0,6%	1,1%
Ensemble de l'Industrie	55 330	1,6%	4,1%

Source: T.C.E.F. Edition, 1991.

Si, en valeur absolue, le secteur verrier est largement dépassé par de nombreux secteurs industriels, il demeure le second gros consommateur d'énergie par rapport aux achats globaux après les matériaux de construction (19,1 %). Rapporté à la *moyenne de l'ensemble de l'industrie*, 4,1 %, le chiffre de 18,6 % de la valeur des achats globaux consacré aux achats d'énergie par la verrerie explique pourquoi les fournitures énergétiques sont un élément fondamental de la stratégie industrielle du secteur.

Pour le verre plat, une source industrielle nous a fourni les chiffres suivants:

	1988 (Float classique)	1993 (Float récent)
Matières premières	30%	28%
Energie	20%	16%
Main-d'œuvre	20%	17%
Amortissement Economique	20%	25%
Entretien	10%	14%

On perçoit les limites de tout raisonnement globalisant quand on met en parallèle les deux chiffres de 20% et de 16% pour le même type de produit avec le même procédé de fabrication. Il faudra donc aborder la question avec prudence: pour ce faire, nous ferons appel à la longue durée pour comprendre les stratégies profondes qui ont orienté les efforts, mais aussi à des cas d'espèce précis pour illustrer les décisions du moment. On ne peut donc pas se fonder sur de simples données générales, tout d'abord parce que selon le type de production le choix n'est pas de même nature, (en relation avec la valeur ajoutée du produit, ou les nécessités techniques par exemple). Plus fondamentalement, il faudra distinguer les tendances du long terme, de simples moyennes arithmétiques qui gommant des choix contradictoires effectués sous la pression des événements. Enfin, parce que pour un même type de fabrication, à l'intérieur d'une même usine, des situations différentes se présentent en fonction du stade de fabrication, et que les réponses apportées opposent des avis divergents.

Nous verrons aussi que la question de l'énergie traditionnellement objet de choix interne à l'entreprise, est désormais traitée à des échelons beaucoup plus globaux: celui de l'Etat ou des organismes "supranationaux". En aucune façon, nous ne prétendons épuiser la question de l'énergie dans l'industrie du verre; tout au plus notre ambition est-elle de clarifier les choix effectués dans les entreprises que nous avons approchées, en fonction de notre démarche centrale d'une localisation imposée par les intrants à la stratégie industrielle.

a) Les tendances énergétiques sur le long terme:

Sur l'ensemble de la période, on a assisté à une mutation de la nature des combustibles utilisés: passage de combustibles solides (bois puis charbon) à des combustibles issus d'une transformation (gaz de charbon, fuel, gaz naturel et électricité). A la fin du XVIII^{ème} siècle la France verrière a opté, après un retard considérable, pour le charbon dans les fours de fusion. (En Angleterre, la mutation avait eu lieu à la fin du XVII^{ème} siècle). Les historiens de l'industrie expliquent ce fait par le retard industriel global de la France et par l'absence de production charbonnière qui lui est liée: moins de 200 000 tonnes par an à la fin de l'Ancien Régime.

Dans le verre, comme dans d'autres secteurs industriels, c'est la Révolution qui fut le facteur décisif d'adoption du charbon : l'Abolition des Privilèges a signifié, pour la corporation des verriers, la suppression du droit d'affouage dans les forêts communales ce qui a fortement renchéri le bois. Sur ce thème, Georges Clause⁵⁸ souligne les conséquences de la Révolution Française dans la grande région verrière de l'Argonne. Outre les combats violents qui s'y déroulèrent, ruinant de nombreux verriers (dont certains avaient émigré), les événements eurent des effets négatifs pour cette activité. Les verriers, en perdant leur état nobiliaire, devinrent imposables et connurent des difficultés financières. La fermeture des frontières, la stagnation du commerce extérieur provoquèrent une grave crise des débouchés. Enfin et surtout l'approvisionnement en bois (excellent auparavant grâce à la situation forestière des verreries) fut rendu très difficile par deux éléments fondamentaux: la vente des biens nationaux perturba le marché du bois, tandis que la suppression du privilège des verriers en matière d'affouage augmenta les coûts du combustible. A partir d'un mémoire adressé au Préfet de la Marne en Novembre 1800, G. Clause expose les difficultés qu'exprimait alors un verrier: " En tête de ses desiderata, de Bonnay plaça l'approvisionnement en bois. Avant la Révolution, les verriers bénéficiaient d'affouages de bois à bas prix dans les forêts du Prince de Condé. Maintenant, ils doivent passer par les ventes publiques où les marchands revendeurs et les prix sont biens plus élevés..."⁵⁹

Dans le même temps, la production française de charbon quadruplait en volume : plus de 800 000 tonnes par an au début du XIX^{ème} siècle. C'est à ce moment que les fabricants de bouteilles, de verre à vitre et, un peu plus tard, de glaces ont opté pour le charbon.

La seconde mutation profonde date du milieu du XIX^{ème} siècle lors de la généralisation du four Siemens à régénération de chaleur. Ce four de fusion n'utilisait plus le charbon sous forme solide mais sous forme gazeuse. Le passage du charbon au gaz s'effectuait dans un gazogène qui récupérait de la chaleur, de plus le gaz permettait une meilleure conduite de la flamme. Il a fallu attendre la seconde moitié du siècle suivant pour que le gaz de charbon soit abandonné au profit du fuel (les statistiques mentionnent l'usage de charbon en verrerie jusqu'à la fin des années 70 mais dans une proportion infinitésimale (0,07 % de l'ensemble des combustibles en 1980).

⁵⁸ "Les Florion, verriers d'Argonne". Société d'Agriculture, du Commerce, des Sciences et des Arts de la Marne. 1961.

⁵⁹ Opus Cité.

C'est durant cette période que le gaz naturel et l'électricité ont commencé à être utilisés massivement:

	1973	1982	1990
Produits pétroliers	60,4%	40,4%	30,0 %
Gaz	23,1%	34,6%	33,6%
Electricité	16,4%	25,0%	36,4%
C.M.S.	0,1%	0 %	0 %

Source: Ancienne Version T.C.E.F. Editions 84, 90 et 92.

Le gaz naturel⁶⁰ et l'électricité sont donc actuellement les deux principaux combustibles et ce, d'autant plus facilement que leur qualité de faibles polluants les fait préférer aux hydrocarbures. L'ensemble du territoire national est désormais équipé par des réseaux capables de fournir les industriels. Tout ceci explique l'équilibre actuel en matière de fourniture énergétique: autour d'un tiers pour chacun des combustibles.

b) Les économies du combustible destiné à la fusion:

Une usine verrière utilise beaucoup d'énergie dans la phase de fusion qui a donc fait l'objet de l'effort le plus important sur le long terme. On peut mesurer cette consommation par unité de produit fabriqué (une bouteille de 750 g ; 1 m² de verre plat de 2 mm d'épaisseur...), cette méthode donne les résultats suivants : la fabrication d'un m² de glace ne nécessite que 8 % de la consommation d'énergie employée en 1800. Pour une feuille de verre à vitre la consommation n'est plus que de 5 % par rapport à 1800, quant aux bouteilles, la consommation d'énergie par unité n'est plus que de 3 % de celle de 1800.

M. Boaglio (opus cité) démontre dans sa thèse que le plus important est "la performance du four en matière d'économie de combustible". Ce faisant, il souligne le fait qu'une amélioration des profits passe par une diminution des consommations lors de la fusion. Par ailleurs, il jalonne très précisément le lent cheminement vers une industrie plus économe en rapportant les diminutions dans la consommation aux dates de mise en œuvre des grandes innovations, laquelle n'est pas concomitante dans toutes les fabrications.

⁶⁰ Le Float Glass de Salaise de la dernière génération fonctionne ainsi au gaz naturel (consommation annuelle de 70 000 m³ par an)

Taux d'évolution de la Consommation Énergétique Unitaire:

Grandes Innovations	Glace	Verre à vitre	Bouteille
1824: Généralisation soude artificielle	vers 1830	- 10%	
1840-1850: Amélioration du four de recuit		+ 75%	- 11%
1860-1870: Four à double régénération de chaleur	1863	- 35%	- 36%
1880-1890: Four à bassin de fusion et à travail en continu		- 41%	- 49%
1900-1910: Machines Boucher			- 34%
1920-1390: Mécanisation du fromage:	- 95%		
a) procédé Fourcault pour verre à vitre		- 50%	
b) machines automatiques pour bouteilles			- 31%
1950-1960: Adoption de la bouteille légère	1990		- 40%

Source: Synthèse des travaux de M. Boaglio "Evolution de la consommation d'énergie par unité de produit" p. 345 à 362 (opus cité).

Chaque type de produit suit sa propre chronologie même si les phases essentielles sont repérables partout, ainsi *l'adoption du four Siemens* entre 1860 et 1870 (en 1863 dans l'industrie des glaces); suivie par celle du *four à bassin*. Il en est de même pour la phase qui suit la Première Guerre Mondiale avec *la mécanisation généralisée du fromage*.

L'industrie de la glace de 1830 à 1863 passe néanmoins par une étape paradoxale puisque la quantité d'énergie par unité de produit croît alors de 75 % tandis qu'elle diminuait partout ailleurs. Ceci s'explique selon M. Daviet⁶¹ par la mécanisation lancée dès 1830 dans ce secteur, elle provoque la substitution de la force mécanique à la force humaine pour les travaux de dégrossissage, polissage et finition des glaces. (D'autre part, il s'agit de la période de mise en place des machines à vapeur dans les usines en remplacement des roues et moulins à eau: celles-ci ont contribué à l'augmentation de la consommation énergétique unitaire, tout en améliorant cadence et productivité...). Le souci n'était donc pas d'économiser l'énergie mais de moderniser une activité et surtout de diminuer les coûts d'un autre intrant fondamental: la main-d'œuvre.

c) Les choix énergétiques pour les autres phases de la production:

Le cas de la glace nous a fait percevoir qu'au-delà de la phase de la fusion, les phases de formage et de recuisson sont aussi de fortes consommatrices d'énergie. De plus, le fait que coexistent différents usages de l'énergie dans une même usine a provoqué l'introduction d'autres types d'énergie pour des utilisations spécifiques. Le modèle classique est l'utilisation de la force électrique à partir de la fin du XIX^{ème} siècle, pour des opérations de manutention, mais surtout en liaison avec la mécanisation du formage. Nous allons voir, qu'au-delà du schéma théorique d'un *effort de long terme* portant sur la diminution de la consommation énergétique consacrée à la fusion, se sont esquissées des *stratégies de moyen et de court terme* offrant aux entrepreneurs une marge de manoeuvre dans les autres domaines d'utilisation de l'énergie.

Un exemple précis permet d'illustrer cette question: les études menées à Chantereine (usine Saint-Gobain) et les négociations qui ont suivi avec E.D.F. dans l'immédiat après-guerre.⁶² (Rappel : Chantereine est une usine située à 11 km à l'Est de Compiègne dans le département de l'Oise). Au début des années 50, la direction de la verrerie de Chantereine engage une réflexion stratégique sur le thème de l'alimentation en énergie électrique de l'usine.

* *Le contexte est en effet difficile:*

_ Au plan technique : l'usine manque de puissance disponible, des pannes nombreuses (tant du réseau, que des moyens de production interne) provoquent des manques à gagner importants (on est loin de l'interconnexion actuelle du réseau haute et moyenne tension).

_ Au plan économique : les offres d'E.D.F. sont très peu intéressantes, dans la période de la reconstruction, de croissance de l'équipement en centrales hydroélectriques, le kWh est coûteux.

_ Au plan politique : un risque de nationalisation des centrales privées existe : "l'extension de la centrale aurait pour inconvénient d'entraîner l'installation d'une puissance supérieure à 8 000 kW, limite supérieure au-dessus de laquelle les installations particulières sont susceptibles d'être nationalisées". (Etude d'Octobre 53).

* *Les éléments du choix étaient les suivants:*

_ La croissance économique en liaison avec le bond en avant de la consommation signifiait pour les verriers la mise en œuvre d'une augmentation de leur capacité de production. C'est-à-dire: en amont, augmenter la *capacité de fusion* et en aval, développer parallèlement le *potentiel de finition* des glaces. En Octobre 1953, cette finition était

⁶¹ Daviet J.-P.: Thèse citée.

assurée par des machines électriques alimentées par une centrale à charbon au sein de l'usine de Chantereine (capacité de 4 000 kW) et par un raccordement au secteur pouvant fournir 800 kW (Syndicat d'Alimentation local: "SICA").

_ E.D.F. ne peut s'engager à fournir un approvisionnement sans coupure (lettre du 5 Décembre 1953 à la direction de Saint-Gobain, après une rencontre entre la Direction de l'usine et la Direction Régionale d'E.D.F.)⁶³.

_ La centrale de Chantereine pourrait vendre de l'énergie à E.D.F., mais la direction régionale d'E.D.F. ne veut pas s'engager sur le moyen terme car la construction d'une centrale thermique est projetée à Creil. Les risques d'un investissement très lourd financièrement et aux effets durables ne seraient pas partagés...

_ En Août 1954, les prévisions d'un besoin de puissance se confirment devant la croissance de la demande de pare-brise pour l'automobile.

** Les dirigeants de l'usine optaient pour la stratégie suivante:*

Après deux années de tractations, est signé le 23 Juin 1955 un contrat entre Chantereine et E.D.F.: le prix du kWh E.D.F. est fixé à 6,13 francs au lieu d'un prix de 7,065 francs pour le kWh en 1953 avec la fourniture mixte initiale, c'est-à-dire SICA (le secteur local) + Centrale. L'économie réalisée est de 45 millions de francs par an. Pour ce faire, la direction de Chantereine avait choisi une alimentation mixte (interne et réseau) avec une augmentation de la puissance de la centrale de Chantereine.

En guise de conclusion provisoire:

Une question énergétique, et donc peut-être plus largement la question des intrants, n'est pas vécue comme devant être subie, mais elle est un élément à part entière de la stratégie industrielle:

_ Dans le cas d'espèce, la réponse a tout autant été freinée de l'intérieur que de l'extérieur. Ainsi les services techniques, préoccupés de sécurité d'approvisionnement, de capacité d'extension, n'émettaient pas le même avis que les services financiers qui soulignaient le meilleur prix de revient interne par rapport au prix des fournitures E.D.F. Jusqu'aux services comptables qui appréciaient l'amortissement en capital qu'aurait procuré un agrandissement de la centrale (estimé à 9 % des frais généraux de l'usine...).

⁶² Archives de Saint-Gobain (cote 00007/38).

⁶³ Archives de Saint-Gobain (cote 00007/38).

_ Sur le moyen terme, c'est le gros client qu'est le verrier qui triomphe : "la consommation de l'usine est, par an, de 40 millions de kWh (en 1956). Si l'on rapproche cette consommation de la consommation électrique totale française, qui est de l'ordre de 40 milliards de kWh, on voit que la seule usine de Chantereine consomme 1/1000^{ème} de l'énergie électrique française"⁶⁴ (La capacité de la centrale de Chantereine est alors de 6400 kWh ce qui correspond à une production théorique de 56 millions de kWh/an).

_ A la suite de l'augmentation de la puissance interne (temporisée par crainte de nationalisation), la direction de Chantereine réussit tout d'abord à maintenir sa sécurité d'approvisionnement dans le cas d'éventuelles grèves dans le service public. Mais surtout, sa capacité interne lui permet d'être en position de force pour négocier avec E.D.F. (d'où l'obtention d'un tarif très avantageux). Enfin l'usine détient, pour l'avenir, une réserve de puissance puisqu'elle sera connectée au réseau national.

Les méthodes utilisées révèlent un des éléments clés de la démarche verrière : disposer des moyens techniques les plus efficaces pour maîtriser les aléas du court terme et obtenir suffisamment de temps pour un éventuel changement de stratégie. A ce stade de notre étude, nous pouvons émettre l'hypothèse selon laquelle cette démarche est à rapporter à un des caractères de cette industrie: sa forte intensité capitaliste qui a pour défaut de l'accabler d'une énorme inertie, mais pour avantage de lui conférer vis-à-vis de ses fournisseurs une marge de manoeuvre très appréciable.

d) Economiser l'énergie, mais surtout mieux gérer les approvisionnements:

Deux autres exemples de stratégies du court et moyen terme qui sont apparues après le premier choc pétrolier sont révélateurs des orientations actuelles dans le domaine. Il s'agit du développement de la mixité de l'alimentation des fours et, dans un domaine d'une tout autre nature, des liens tissés entre l'industrie et les instances économiques européennes.

La Verrerie Ouvrière d'Albi illustre les efforts menés par les entreprises depuis le premier choc pétrolier: cette verrerie, spécialisée dans le flaconnage et la gobeletterie, dispose de fours dits "bi-énergie"⁶⁵. La majeure partie de l'énergie consommée était absorbée par la fusion, c'est donc sur cette phase qu'a porté la stratégie d'économie d'énergie : "Depuis 1980, l'entreprise a réduit de 50 % sa consommation énergétique par Kg de verre produit, grâce au calorifugeage des fours et à la récupération de chaleur" (opus cité). Mais surtout les fours fonctionnent indifféremment au

⁶⁴ Archives de Saint-Gobain: Lettre du 16 Février 1956 de la direction de l'usine à la direction générale.

gaz et au fuel (en priorité au début des années 90 au gaz, puis au fuel lourd, enfin grâce à des résistances électriques d'appoint). Ceci permet de garder une meilleure indépendance en cas de variation subite du prix d'une des énergies, mais surtout d'être mieux placé sur le marché et de faire jouer la concurrence. En effet, le contexte est différent par rapport à la fin des années 70, depuis le "contre choc" pétrolier de 1985 les verriers sont beaucoup plus attentifs aux mouvements des devises et donc à l'éventuel renchérissement des matières premières importées qu'à un risque de pénurie de moins en moins probable.

e) Au-delà des économies et de la gestion interne, les stratégies globales:

A un autre échelon, celui de la branche, se sont esquissées des stratégies de lobbying plus ou moins relayées par les comités interprofessionnels (de grands groupes, mais aussi des entreprises individuelles plus petites, semblent éprouver parfois des difficultés à travailler de concert...). Depuis 1973, la question de la maîtrise de l'énergie dans l'industrie n'est plus seulement un souci interne aux entreprises, il s'agit d'un élément déterminant de la politique des états. Les verriers, comme toutes les grosses consommatrices d'énergies que sont les industries du feu, ont fait de gros efforts dans la première partie de la période et ont obtenu de ce fait une aide des organismes publics.

	1973	1982	1987	1989
Consommation Ktep	1 495	1 444	1 433	1 551
Valeur Ajoutée milliards de francs 1980	7,03	8,71	8,7	9,46
Intensité énergétique 100 = 1973 ⁶⁶	100	78,01	77,46	77,12

Source: ADEME/SEP, DB N°746 "L'évolution de l'efficacité énergétique en France", 20/08/1992.

L'intensité énergétique a diminué de 22 % de 1973 à 1982 mais elle est restée stable depuis malgré les efforts engagés par la puissance publique. Ainsi, à l'échelon européen, une concertation globale a été entreprise : de Juillet à Septembre 1981 lors de réunions organisées par la Commission Européenne avec le C.P.I.V. (Comité Professionnel de l'Industrie du Verre) ont été proposés des objectifs : *"économiser 20 % de l'énergie consommée en 15 ans et réduire la dépendance de la Communauté Européenne en fuel"*. Pour ce faire, la Banque Européenne d'Investissement a mis en place des fonds de modernisation⁶⁷.

⁶⁵ Mémoire interne réalisé en 90 après l'entrée de la VOA dans le groupe Novalliance.

⁶⁶ Intensité énergétique: Consommation finale Ktep/Valeur ajoutée en milliards de francs 1980)

⁶⁷ Source : Bulletin Rapidinfo de Saint Gobain du 15/07/81 et du 3/02/84 reprenant les conclusions de l'Audit Énergétique n°4: "l'Industrie Verrière dans la Communauté Européenne". Commission de Bruxelles.

Les objectifs de réduction n'ont pas été atteints, seule une stabilisation de la consommation a été assurée (voir supra) cependant, pour les verriers, la démarche mise en œuvre a été profitable. Outre l'intérêt financier de l'obtention de fonds européens, l'établissement d'un "moratoire de l'énergie" fut un élément stratégique majeur: grâce à des objectifs *chiffrés et datés*, les verriers ont pu négocier les approvisionnements énergétiques aux meilleurs prix et ce dans un contexte général d'opulence (surproduction électrique, baisse du prix du fuel, fourniture de gaz naturel en croissance). Désormais, politique nationale (voire européenne) et stratégie industrielle se rapprochent suffisamment pour que la place de l'intrant énergétique soit à reconsidérer et à intégrer à une étude des stratégies d'ensemble des groupes industriels.

L'examen des différents usages de l'énergie et de leurs évolutions nous a fait entrevoir les mutations de certaines des étapes de la fabrication des produits verriers. Pour la présentation des transformations des procédés techniques nous suivrons la même démarche en privilégiant la vision professionnelle afin de mieux comprendre les stratégies.

C - L'adoption de nouveaux procédés:

La terminologie verrière distingue aujourd'hui les deux extrémités d'une ligne de float glass par les termes évocateurs de "bout chaud" et de "bout froid". Ils expriment deux réalités: la fusion et le formage. Notre présentation des mutations des procédés de fabrication nous conduira à distinguer ces deux stades qui ont connu une évolution séparée: la fusion profitait largement des découvertes effectuées dans d'autres industries, le formage suivait plus directement les stratégies internes au secteur. Pour ce qui concerne la fusion, c'est à la fin du XIX^{ème} siècle que l'essentiel a été fait; les principes inventés à l'époque sont encore efficaces aujourd'hui.

Il en est tout autrement pour le formage qui a connu une histoire plus longue, avec une évolution en continu car les réponses apportées ont nécessité de nombreux et constants réajustements. Néanmoins, de la même manière que pour le stade de la fusion, seront soulignées les ruptures majeures, synonymes de choix novateurs. La présentation de ces moments clés reposera sur une typologie ordonnée selon la nature des productions pour mettre en évidence leurs singularités, liées à des stratégies individualisées.

1) La modernisation de la fusion:

a) Des étapes significatives:

La fusion du verre est passée au XIX^{ème} siècle par trois étapes qui jalonnent la transformation d'un artisanat en une activité industrielle:

_ la première concerne la suppression du four de frittage, elle s'est déroulée sur plus d'un siècle selon les fabrications en relation avec l'introduction des fondants artificiels: vers 1760 pour la glacerie, vers 1824 pour le verre à vitre, vers 1880 pour la bouteille. Le processus de fusion s'en est trouvé raccourci, les manipulations ayant été simplifiées.

_ la seconde étape est liée à l'adoption du four Siemens vers 1863, elle signifie économie de combustible et augmentation des quantités produites.

_ la troisième et dernière étape est déclenchée en 1885 pour le verre à vitre et la bouteille, après 1930 pour la glacerie; il s'agit de l'adoption du four à bassin de fusion et de travail en continu. Là encore, les capacités de production ont grandi, mais surtout la fusion a perdu son caractère discontinu.

Cette chronologie n'est pas indépendante du contexte technologique général, la verrerie suit les grandes découvertes de son époque (Siemens est d'abord un métallurgiste). Les nouveaux combustibles sont adoptés au fur et à mesure de leur généralisation avec la même volonté que

pour les autres secteurs: en diminuer la consommation. Cette chronique est aussi en liaison avec le développement de la consommation: le cas le plus évident est celui de la glacerie qui passe, en un siècle, d'un "artisanat" de grand luxe à une "industrie d'équipement". La volonté de faire disparaître les différents goulets d'étranglement, dont le premier est la fusion, pour atteindre une production de masse, est un facteur essentiel de l'introduction de l'innovation technologique.

b) Du bois au charbon:

Le passage du bois au charbon qui est contemporain⁶⁸ de la suppression du four à fritter (sans relation directe) n'a entraîné aucune mutation fondamentale. La fusion s'effectue toujours directement dans un four traditionnel avec un combustible solide. La combustion est simplement optimisée grâce à la rehausse des fours rendue nécessaire par le mode de combustion du charbon qui nécessite une arrivée d'air frais abondante; une chambre de combustion à deux "étages" est donc mise en place. Ces modifications de détail, ajoutées au meilleur pouvoir calorifique du charbon (environ deux fois plus que le bois), eurent pour conséquence d'accroître la "tirée du four" (du moins en théorie: celle-ci étant liée au rythme de travail). Dans chaque verrerie, cela s'est traduit par l'augmentation du nombre et de la contenance des pots de fusion dans chaque four, auxquels durent être associés de nouveaux fours d'affinage. Néanmoins le système est resté gros consommateur d'énergie.

c) Le four Siemens:

La fin du XIX^{ème} siècle est, par contre, le siège d'une véritable révolution avec l'adoption du four Siemens dont le principe est l'utilisation d'un combustible gazeux à la place d'un combustible solide. L'intérêt technique est double: le gaz s'est vite révélé beaucoup plus facile à utiliser pour une maîtrise plus serrée de la température du bain de fusion que les combustibles solides. Son second avantage réside dans la récupération des calories jadis perdues dans l'atmosphère, par un système de régénérateurs, lesquels peuvent ensuite réchauffer le mélange air-gaz avant combustion. L'existence de deux batteries de régénérateurs fonctionnant en alternance permet ainsi d'économiser de 35 à 40 % environ du combustible utilisé précédemment. On comprend que ce brevet, déposé en 1856, ait été rapidement adopté par les verriers. (A l'origine, le four Siemens n'est qu'un four à pots modifié: la fusion est toujours soumise à un fonctionnement cyclique).

⁶⁸ Sur le continent, car en Grande-Bretagne la disparition prématurée des forêts avait précocement obligé verriers et autres gros consommateurs de bois, à utiliser du charbon de terre.

d) Le four à bassin de fusion et de travail en continu:

Une décennie plus tard, apparaissaient les fours à bassin de fusion et travail en continu, toujours en usage aujourd'hui. Il s'agit d'une cuve en blocs réfractaires, de forme rectangulaire sur trois côtés, le quatrième, où se trouvent les "ouvreaux", étant une demi-circonférence. La cuve est fermée par une voûte aplatie, dont le toit se trouve à 1,5 m du verre en fusion. Sa largeur avoisine les 5 m et sa longueur est variable puisqu'elle correspond à la quantité de verre à fondre en 24 heures. Le four était à l'origine divisé en trois compartiments en fonction des trois étapes fusion, affinage, braise. Les parois latérales du four sont percées d'ouvertures, par lesquelles les flammes des brûleurs réchauffent le bain; toutes les heures, la marche des gaz et de l'air est inversée selon le principe du four Siemens. Ainsi le four à bassin est à la fois économe et très efficace car il est maintenu en permanence à température identique.

L'extrait d'une conférence prononcée vers 1930 par un verrier, A.J. Meunier (Verrerie Charbonneaux à Reims) devant les élèves de l'Ecole des Arts et Métiers de Châlons-sur-Marne, nous éclaire sur les soucis fondamentaux en matière de four de fusion: "la verrerie exige une marche continue et très régulière, la panne n'est pas admise sous quelque prétexte que ce soit et, à plus forte raison, la panne de gazogène qui est la mort du four. Il faut donc des appareils d'entière sécurité, les plus simples possibles, les vieux gazogènes Siemens... qui sont les plus sûrs." (A l'époque, certains gazogènes beaucoup plus efficaces quant au rapport quantité de charbon introduit par volume de gaz produits, amenaient de nombreuses difficultés selon les types de charbons utilisés. La teneur des gaz en matières volatiles fluctuait beaucoup, provoquant l'apparition de "crasses" dans le verre).

Les modifications subies par ce type de four au XX^{ème} siècle furent limitées à une adaptation à l'enfournage et au cueillage mécanique: ainsi le caractère cyclique du fonctionnement était définitivement abandonné. Lors du passage au fuel et au gaz naturel, le gazogène fut abandonné mais le principe du brûleur surmontant la masse en fusion fut conservé. On comprend mieux en quoi l'adoption du four à bassin continu fut une révolution puisqu'il est toujours en usage aujourd'hui tant son principe de fonctionnement correspond aux logiques productrices contemporaines.

2) Les innovations en glacerie:

Le mode opératoire exposé dans notre présentation de la fabrication du verre plat aujourd'hui, ou Float Glass, permet d'obtenir un produit fini en bout de ligne à partir de l'introduction dans le four des matières premières. Il s'agit donc d'une fabrication en continu. Avant la mise en place de ce procédé, la réalisation des glaces était soumise à une *discontinuité* majeure qui séparait la phase du *formage* de celle de la *finition*. (Entre les deux étapes se plaçait d'ailleurs "la recuisson" ou "recuit" destiné à supprimer les tensions créées dans le verre par le refroidissement rapide de la pâte en fusion lors du formage). Cette discontinuité était matérialisée sur les sites de production car formage et finition s'effectuaient dans des lieux séparés, sous la conduite d'équipes très spécialisées dans l'une ou l'autre opération... Notre plan suivra cette procédure.

a) Le formage des glaces:

Deux étapes historiques se sont succédées. De l'origine à 1930, la méthode en vigueur est celle du XVII^{ème} siècle: *le coulage sur table*. Puis après la Première Guerre Mondiale a été adopté, dans quelques glaceries avant sa généralisation au monde entier, *le procédé de laminage à chaud*.

α - Le coulage sur table a fait la gloire de la glacerie durant deux siècles: le contenu du pot, sitôt sorti du four était renversé sur une table en fonte; puis la pâte en fusion était étalée au moyen d'un rouleau lamineur qui reposait sur deux règles parallèles déterminant largeur et épaisseur de la feuille de glace brute. Durant deux siècles le principe était resté identique, seules certaines manoeuvres s'étaient peu à peu mécanisées. Le transport du pot depuis le four jusqu'à la table, autrefois effectué par un chariot (à l'origine entièrement par la force humaine), a été simplifié par l'usage d'un cabestan, puis d'un pont roulant électrique (à partir de 1880). Le rouleau lamineur, dont la taille et le poids avaient crû considérablement (voir *infra*), n'était plus déplacé à la main mais à l'aide de la force d'une machine à vapeur (après 1890).

La lente augmentation des capacités est symbolisée par la taille maximale des glaces issues des grandes entreprises (en France, de celles de La Compagnie de Saint-Gobain). En 1806, Saint-Gobain s'illustre avec la réalisation d'une glace de 4,25 m²; en 1900, la Compagnie présente une glace de 34 m²: en un siècle, les capacités maximales ont donc été multipliées par huit.

Entre 1800 et 1900, le temps nécessaire au coulage⁶⁹ diminua de moitié (à quantité égale) soit un passage de deux heures à une heure en moyenne.

Cependant le recuit demeurait un goulet d'étranglement: le coulage effectué, les glaces devaient immédiatement subir un recuit⁷⁰ pour éliminer les tensions créées par le refroidissement brutal et inégal des deux faces de la feuille de verre, ainsi que celles existant entre zone interne et zone externe de la glace. Il était donc impératif que la capacité de recuisson fût en rapport étroit avec celle de formage. Deux générations de fours de recuit se sont succédées durant la période du coulage sur table: la *Carcaise* et le *Stracou*.

_ *La Carcaise*: Il s'agissait d'un four classique construit en briques réfractaires; la sole était constituée de briques reposant sur leur champ, disposées sur un lit de sable. Sitôt le coulage effectué, les glaces y étaient introduites manuellement, un peu à l'image des pains du boulanger.

L'augmentation de la capacité des fours de fusion provoqua celle des carcaises:

	Capacité unitaire	Capacité mensuelle	Durée du recuit	Consommation/ kg de verre
1800: Fusion au bois	40 m ²	300 m ²	96 h	2,5 kg (bois)
1850: Fusion au charbon	40 m ²	340 m ²	84 h	2,5 kg (bois)
1870: Fusion avec un four Siemens	35 m ²	350 m ²	72 h	1,5 kg (charbon)

Source: Thèse de M.Boaglio, p 226 à 231.

Les chiffres démontrent que l'effort des industriels n'a pas porté sur la consommation énergétique (qui était faible en comparaison du poste fusion) mais sur *la durée* du recuit. Il s'agit, en effet, d'adapter la capacité des carcaises à celle des fours de fusion: une des solutions était bien sûr d'augmenter la taille ou le nombre de ces fours, mais des limites physiques ont été vite atteintes :

	Nombre de carcaises par four de fusion	Nombre d'ouvriers pour le recuit par four de fusion
1800	4	4
1850	8	5
1870	9	5

(Calculs de l'auteur)

⁶⁹ Cette opération était effectuée très rapidement, jusqu'à épuisement de la pâte de verre contenue dans tous les pots d'un four de fusion.

⁷⁰ Le recuit ne consiste pas toujours en un réchauffement des produits mais au contraire en un refroidissement lent, sitôt le formage effectué.

Ce n'était pas le poste travail (le coût salarial) qui posait problème puisque la croissance du nombre d'ouvriers employés au recuit a été beaucoup plus lente que celle de la capacité du recuit. (Hausse très forte de la productivité: presque du simple au double: 4 ouvriers pour 4 carcaises en 1800; 5 ouvriers pour 9 carcaises en 1870). Ce n'était pas non plus la consommation énergétique (voir supra), mais des questions physiques de temps et d'espace, ainsi que des questions économiques de coût unitaire et d'entretien, (immobilisation en capital/capacité de production). (Le blocage était rendu encore plus évident par le fait que les glaceries avaient non seulement connu au XIX^{ème} siècle une augmentation de la capacité unitaire des fours, mais aussi de leur nombre).

Le Stracou: la solution fut l'invention d'un système de recuit en continu par des industriels américains vers 1900; (son adoption en France date de 1912, à la Compagnie de Saint-Gobain). L'innovation est fondamentale : il ne s'agit plus d'un four mais d'un tunnel de recuisson dans lequel circulaient des plates-formes roulantes qui supportaient des glaces à recuire. La longueur du tunnel de recuisson avoisinait les 100 m, sa température décroissait par étapes successives, afin d'amener le verre de 500° vers 200° à sa sortie. Le facteur sur lequel les verriers avaient choisi de jouer était donc celui du temps unitaire consacré au recuit d'une glace. Les glaces effectuaient le cycle de recuisson en trois heures soit en vingt-quatre fois moins de temps qu'avec l'ancien procédé de la carcaise.

	Carcaise	Stracou
Temps de recuit	72 h	3 h
Capacité de recuit mensuelle	350 m ²	42 000 m ²
Consommation unitaire (kg de charbon/kg de verre)	1,25	0,8

(Idem)

Le stracou apportait donc, au "tournant du siècle", une série de solutions au frein imposé par le recuit: il permettait à la recuisson de s'effectuer très vite, donc les quantités traitées étaient beaucoup plus grandes. Mais, en outre, il était beaucoup plus économique que le système des carcaises: en combustible (voir tableau), en hommes (moins d'opérations de manutention), et en immobilisation de capital (un seul stracou par glacerie). Enfin son principe de fonctionnement était nouveau: il permettait de travailler en continu selon les principes développés à la même époque dans d'autres industries.

C'est en suivant cette logique que le formage a connu lui aussi sa "révolution vers la fluidité" après la Première Guerre Mondiale avec le procédé de laminage.

β - Le laminage à chaud:

On ne peut qu'être frappé par "la concordance des temps" dans la mise en œuvre de cette innovation fondamentale dans le domaine du fromage. En Allemagne, aux U.S.A. puis en Grande-Bretagne et enfin en France, les industriels vont adopter en moins de 15 ans, le principe du laminage qui met fin à deux siècles de coulée sur table. Durant l'Entre Deux Guerres, trois procédés concurrents sont développés en glacerie pour remplacer la coulée sur table:

- _ le procédé *Bicheroux* (Glacierie allemande d'Herzogenrath en 1919),
- _ le procédé *Ford* racheté par Pilkington (Glacier Anglais en 1922),
- _ le procédé *Boudin* (Glacierie française de Chantereine, Saint-Gobain en 1932).

Cette concurrence correspond à la volonté de chaque grande entreprise de ne pas se laisser distancer; mais on peut noter aussi que le principe apparaît au moment où le taylorisme se développe. D'ailleurs, si le constructeur automobile Ford est le promoteur américain du laminage des glaces, c'est en liaison avec les énormes besoins du secteur automobile, mais aussi avec les nouvelles conceptions en matière de méthodes industrielles.

Des différences techniques mineures dans le mécanisme de laminage existaient entre ces procédés: la taille et le mode de sortie des cylindres lamineurs connaissaient des variantes (cylindres lamineurs puis plan incliné rigide dans le procédé Bicheroux; cylindres lamineurs de tailles différentes et tablier mobile de réception de la glace dans le procédé Ford; cylindres de même diamètre et rouleaux transporteurs dans les procédés Pilkington et Saint-Gobain).

Une opposition majeure singularisait le procédé Bicheroux par rapport aux trois autres dans le mode d'alimentation. Lancé en 1919, il reposait sur le principe d'alimentation de la coulée sur table, c'est-à-dire un approvisionnement fractionné (à l'aide de pots versés successivement dans une trémie collectrice en amont des rouleaux lamineurs). Les trois autres procédés fonctionnaient selon le système d'une alimentation continue à l'aval d'un four à bassin⁷¹, qui permettait de débarrasser la production de son caractère cyclique. (On comprend toute l'importance de l'usage du Stracou, conçu selon cette même logique). Le procédé Bicheroux laissa très vite la place aux trois autres qui amenèrent les avantages suivants:

- _ Augmentation formidable des capacités due à la production en continu: 2000 m²/24 heures et par four de fusion au lieu de 110 m²/24 heures et par four avec la coulée sur table.

⁷¹ L'adoption de ce procédé de fromage s'est effectuée en liaison avec celle du four à bassin de fusion et de travail en continu (ce qui ne fut pas le cas avec le système Bicheroux).

_ Diminution des coûts (plus de perte de matière dans les pots) mais aussi des frais de production (plus de pots), moins de fractionnement donc moins de main-d'œuvre...

_ Réalisation de produits de meilleure qualité: l'épaisseur des glaces brutes était désormais mieux calibrée en fonction de l'épaisseur finale désirée. La planéité et le parallélisme des faces de la feuille de glace étaient meilleurs dans le procédé de laminage que dans celui de la coulée. La conséquence en est une économie de matière lors des opérations de finition (perte d'un tiers dans le cas de la coulée sur table, de un cinquième dans le cas du laminage...).

b) La finition des glaces:

Avant la technique du Float Glass qui confère au produit un poli naturel au feu (voir Supra), un travail de finition à froid était obligatoire pour donner au produit coulé ou laminé ses qualités définitives. En effet, pour être parfaitement transparent un verre doit être lisse et ses deux faces parallèles. Les opérations de finition avaient donc pour but, en premier lieu, de créer ce parallélisme (*doucissage*) et, en second lieu, de lisser les deux faces (*savonnage et polissage*). La méthode employée consistait donc à soumettre les glaces brutes à une abrasion; or ceci avait pour effet de provoquer une perte de matière et donc un renchérissement des coûts selon le double processus suivant:

_ Gaspillage des intrants proportionnel à la quantité perdue. (Intrants au sens large: matières premières, énergie; mais aussi intrants financiers: amortissement du capital, coût de la main-d'œuvre...)

_ Discontinuité de la fabrication: créée par la juxtaposition d'opérations de finition se déroulant dans des espaces séparés.

Or la question de la quantité de matière à enlever n'était pas liée à la finition mais à l'état des glaces brutes avant finition. Comme il a été vu plus haut, c'est au moment du formage que cette question pouvait trouver des solutions, (voir passage coulée sur table/laminage). Par contre, le problème du nombre des opérations de finition et de la continuité qui en découle pouvait trouver une réponse dans une réflexion sur le travail à froid. Dès lors, la volonté des verriers fut de diminuer au maximum ce renchérissement des coûts en travaillant à la réduction de ces discontinuités. C'est cette volonté que nous allons évoquer maintenant, en distinguant deux phases de nature différente: celle de la mécanisation stricto sensu réalisée dans ses grandes lignes vers 1850 (1855 en France), puis celle qui a conduit au travail en continu, obtenu en 1959 en France.

α - Du XVII^{ème} siècle au milieu du XIX^{ème} siècle, le lent passage d'un travail manuel à un système mécanisé:

Des trois phases de finition, c'est le polissage qui fut le premier à connaître une mécanisation en 1802 par le procédé du "Va et Vient" *Brancourt*. Cet appareil rudimentaire, mû à l'origine par la force hydraulique, permit d'économiser les deux tiers du temps nécessaire au polissage et son principe fut maintenu jusqu'à la fin du siècle.

La seconde étape à avoir été mécanisée fut le dégrossissage, ou douci, vers 1820 en France. Cette phase nécessitait beaucoup d'efforts physiques et avait, de ce fait, reçu une amélioration en Grande-Bretagne dès la fin du XVIII^{ème} siècle. Deux procédés se sont succédés: les machines *Hall* (1823 en France) et les plates-formes *Ranvez* (1836). La différence fondamentale entre les deux systèmes reposait sur la partie en mouvement: dans le principe des machines *Hall* les glaces étaient fixes et le doucisseur (un balancier suspendu) animé d'un mouvement de rotation. Tandis que pour le procédé *Ranvez* les glaces étaient fixées sur des plates-formes dont la rotation créait l'abrasion (les parties abrasives étaient aussi en rotation). L'intérêt du second procédé par rapport au premier était la qualité de réalisation et une légère économie de temps. (Son principe demeura en vigueur jusqu'en 1945).

La dernière étape à être modernisée fut le savonnage vers le milieu du XIX^{ème} siècle (1849 en Grande-Bretagne, 1855 en France), une opération qui permit d'effectuer la même surface de savonnage en huit fois moins de temps.

L'ensemble de ces gains horaires liés à l'introduction de la mécanisation est résumé dans le tableau suivant:

Temps passé à la finition d'un m ² de glace au XIX ^{ème} siècle				
Date de mise en place des procédés (pour la France)	Douci	Savonnage	Polissage	Total
1800	24h	6h	48h	78h
1802 Poli <i>Brancourt</i>	„	„	16h	46h
1820 (France) Douci <i>Hall</i>	18h	„	„	40h
1836 (France) Douci <i>Ranvez</i>	16h	„	„	38h
1855 (France) Savonnage <i>Blake</i>	„	0h42	3h20	20h

Source: Thèse de M. Boaglio (p265 à 278)

Le tableau confirme les diminutions liées à la mécanisation; un chiffre néanmoins nécessite une explication supplémentaire: les performances des machines furent sans cesse améliorées; cela signifie que l'on a pu connaître une diminution du temps passé à une opération, sans l'introduction d'innovations supplémentaires. Ainsi, le polissage selon le principe Brancourt ne cesse d'être amélioré non pas par gain de temps dans son exécution, mais par augmentation de la surface traitée à la fois. Cela produit le même effet: une croissance de la productivité du travail.

β - Le passage à un travail en semi-continu:

Après l'effort axé sur la mise en place de la mécanisation, l'amélioration de la productivité du travail déjà relancée grâce à l'augmentation de l'efficacité des machines se poursuit par la recherche de procédés de finition mieux coordonnés.

La grande révolution dans ce domaine fut réalisée en 1883 par un ingénieur de Saint-Gobain, *L. Delloye*. Celui-ci supprima la phase du savonnage mais surtout eut l'idée de faire sceller les glaces sur des plates-formes qui pouvaient passer du stade du dégrossissage à celui du polissage (procédé du *Douci-Poli*). Ainsi une face de la glace était finie en continu, la seule rupture du processus était liée au scellement et au descellement avec retournement du produit. (Remarque: la phase centrale du savonnage était en même temps supprimée par amélioration des techniques du doucissage. Le moyen mis en oeuvre était une sélection plus rigoureuse des abrasifs et leur classement selon une granulométrie décroissante. Cela permettait d'affiner le travail des "ferrasses" servant au douci et donc d'économiser temps et matière...). Les principes de ce système se sont maintenus pour le polissage jusqu'au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale.

Poursuivant les efforts de Saint-Gobain, l'entreprise anglaise Pilkington mit au point durant l'Entre Deux Guerres deux méthodes allant dans le sens d'une semi-continuité:

_ Il s'agit du *Douci-Poli-Continu* de 1924: au lieu de sceller les glaces sur des plates-formes rotatives, celles-ci sont fixées sur des tables animées par un mouvement linéaire (un peu à l'image du principe du Stracou pour la cuisson). L'intérêt est le passage en continu réel du douci au poli (au moins pour une face: descellement et retournement ensuite...).

_ Le second procédé breveté par Pilkington est le *Twin* (1935), la glace brute issue du laminoir n'est plus scellée mais passe entre deux meules; ainsi jusqu'au polissage il y a continuité réelle. Mais la rupture se situe désormais entre douci et poli. (Ce système est utilisé jusqu'au milieu des années 50, avec polissage assuré par le principe Delloye).

γ - Le travail en continu:

L'entreprise Saint-Gobain menait alors des recherches dans la même logique: partir du four pour aboutir au produit fini sans aucune rupture. Pilkington avait conduit cette continuité jusqu'au stade du polissage, Saint-Gobain avec le procédé du *Jusant* (1959) est arrivé au produit fini. Le

Jusant était une "merveille de mécanique" selon un ingénieur ayant assuré le contrôle de son fonctionnement⁷². Cette machine énorme était installée à l'aval du système du Twin (utilisé par Saint-Gobain depuis La Libération); elle permettait le polissage de la feuille de verre en continu sur les deux faces à la fois. Son fonctionnement reposait sur la combinaison de mouvements de rotation et de translation associés à des vibrations (fréquence 600 coups par minute sous 50 tonnes de pression). Se surimposait un étirement dans le but de maintenir la feuille de verre parfaitement rigide. Un tel système exigeait une maintenance énorme: 500 mécaniciens pour cinq jusants à Chantereine et, en permanence, un appareil sur cinq arrêté pour réglage ou réparation⁷³. Le principe de la continuité était enfin atteint, avec un résultat parfait: le parallélisme et la planéité étant optimaux⁷⁴. Du polissage brancourt au *Jusant* de Saint-Gobain, un siècle et demi d'efforts se sont succédés, permettant l'intégration complète de la fabrication de la glace. La première phase de mécanisation a eu pour effet de faire chuter le temps passé aux diverses opérations. (On peut estimer une accélération de facteur 100 de 1800 à 1930 environ). La seconde démarche, lancée vers 1850 (c'est-à-dire au moment où la première était elle-même en constante évolution), consista à supprimer les discontinuités dans les procédés de fabrication⁷⁵. Combinées, ces deux stratégies ont eu pour effet d'augmenter les capacités de production en relation avec les progrès de la fusion, ce qui s'est traduit par un gain de productivité du travail de 1 000 fois environ. On mesure ainsi le rôle de la recherche technologique et de l'amélioration des procédés de fabrication dans l'accroissement du taux de profit des entreprises verrières.

⁷² Conversation entre l'auteur et un actuel dirigeant d'une ligne de Float Glass ayant débuté sur le Jusant.

⁷³ Source (idem).

⁷⁴ Toujours selon une source industrielle, la qualité obtenue alors était meilleure que celle issue des floats glass actuels: en particulier parce que la viscosité du verre nuit à son écoulement sur le bain d'étain et donc ne permet pas l'obtention d'une planéité parfaite.

⁷⁵ Au cours du XIX^{ème} siècle, on peut estimer le gain de la productivité du travail à environ 100 %. Il s'agit de l'effet conjugué de l'adoption des diverses modernisations et de l'augmentation de la capacité des matériels, en liaison avec l'accroissement de la puissance des moteurs et de leur efficacité.

3) La mise en oeuvre de nouvelles techniques pour la réalisation du verre à vitre:

Le passage du procédé des manchons (XVIII^{ème} siècle) à celui du Float Glass (fin du XX^{ème} siècle) s'effectua par l'intermédiaire d'une dizaine de systèmes de fabrication différents dont certains eurent une existence très éphémère. Pour schématiser la démarche suivie par les verriers, on pourrait découper ce cheminement en deux phases distinctes, l'une s'achevant avant la Première Guerre Mondiale, l'autre s'affirmant dans les années 20 jusqu'au triomphe du Float Glass dans les années 60. Durant la première phase, en gros le XIX^{ème} siècle, les efforts de mécanisation réussis ont consisté à reproduire le travail du souffleur, avec l'appui de différentes machines; il y eut aussi des initiatives beaucoup plus novatrices qui n'ont pas abouti, (par manque de maîtrise de la matière en fusion semble-t-il). La seconde phase, qui débute aux Etats-Unis après 1900, va voir la naissance de systèmes qui s'émancipent du soufflage et permettent la mise en place d'une réelle continuité du processus de fabrication, c'est-à-dire une automatisation. Nous allons brièvement évoquer la teneur de ces différents procédés afin de comprendre à quelles attentes ces transformations successives ont répondu.

a) La phase de mécanisation:

Le soufflage des manchons, évoqué dans notre résumé de la période préindustrielle (voir II A), était, par excellence, un travail de spécialistes dont les principes de fabrication reposaient sur un savoir-faire très élaboré, comme pour un artisanat classique. La réalisation du verre plat était confiée à une équipe de trois acteurs: le *cueilleur*, le *gamin* et le *souffleur* qui était l'ouvrier spécialisé. Cette équipe formait une "place" de travail; en relation avec la croissance des fours, le nombre de places par four de fusion augmenta régulièrement. L'autre modification durant cette même période fut celle des surfaces produites à chaque place de travail: 5 m² par heure à la fin du XVIII^{ème} siècle; 7 à 8 m² au milieu du XIX^{ème}. Le système était donc perfectible, par exemple grâce à une meilleure exécution des gestes du travail en liaison avec une réflexion sur l'organisation des espaces situés autour du four. Des places "dénivelées" furent ainsi créées afin de permettre aux souffleurs d'allonger plus facilement les manchons. (Ce qui était en relation avec un besoin de vitres de taille plus grande...). La seconde explication est à rechercher dans les améliorations obtenues dans la pâte de verre, grâce à une meilleure maîtrise de la fusion et à un savoir plus affiné dans le domaine de la composition (voir Supra). Néanmoins, cette méthode a atteint ses limites au milieu du XIX^{ème} siècle; les quantités produites étaient faibles alors que la demande ne cessait de croître, et surtout son principe même de fonctionnement bloquait toute évolution.

En effet, il s'agissait d'un travail manuel, très spécialisé, qui reposait sur le savoir-faire du souffleur sans lequel aucune production n'était possible. Or, au milieu du XIX^{ème} siècle, l'organisation de la formation des souffleurs était demeurée archaïque: il existait des corporations de type d'Ancien Régime, avec tous les freins à une éventuelle modernisation que cela suppose. Un bras de fer permanent opposait ouvriers et patrons, provoquant grèves et difficultés de tous ordres mais surtout empêchant tout espoir de passage à un stade industriel, comme pour les autres secteurs productifs à la même époque. Ainsi, pour les ouvriers qualifiés qu'étaient les souffleurs, contrôler la reproduction du savoir-faire signifiait maintenir une rareté de la main-d'œuvre et donc s'assurer des salaires élevés. (Le corporatisme était tel que les ouvriers formaient d'abord les membres de leur famille et refusaient toute divulgation des "secrets de fabrication"). Pour les patrons, ce corporatisme signifiait des coûts de production très élevés, mais aussi un frein à l'augmentation du nombre de places, et enfin bloquait toute tentative d'augmentation de la productivité du travail. Il y avait là un goulet d'étranglement important, d'autant plus que les marges étaient médiocres et donc les taux de profit limités.

Au milieu du XIX^{ème} siècle, des tentatives de mécanisation furent lancées aux Etats-Unis et en Belgique pour débloquent le verrou imposé par le système corporatiste en vigueur. Pour nuancer ce qui a été signalé en introduction, les trois premiers procédés lancés alors marquaient une véritable rupture avec les méthodes antérieures; mais peut-être trop en avance sur leur temps, ils furent voués à l'échec. Le procédé *Clark* extrayait le verre du bain de fusion par ascendance, le procédé *Picard*, de façon inverse, fonctionnait par subsidence, le procédé *Hanrez* par étirement horizontal. Dans les deux premiers cas, la feuille se rompait ou était réduite à un triangle; dans le dernier cas, le produit obtenu n'était pas transparent. A l'évidence, le blocage fondamental résidait dans la mauvaise maîtrise de la viscosité du verre et l'ingéniosité de ces promoteurs était condamnée par des manques dans le savoir fondamental...

La fin du siècle connut plus de réussite, l'initiateur fut le belge *Oppermann* qui mêla les techniques d'étirage, initiées deux décennies plus tôt, au vieux procédé de soufflage. Son système mixte fut, lui aussi, voué à l'échec mais ses idées reprises à la fin du siècle aux U.S.A. et en Allemagne furent à l'origine des deux premiers systèmes mécanisés de production du verre à vitre. Ce sont les procédés *Lubbers* ou *American Windows* (1896) et *Sievert* (1898). Dans le premier cas, une "canne mécanique" extrayait le verre en première opération par ascendance depuis un bain en fusion puis, grâce à une insufflation d'air, un manchon était élaboré. Ce procédé *American Windows*, utilisé par exemple dans la verrerie de Chalon-sur-Saône (Saint-Gobain) durant l'Entre Deux Guerres, souffrait de la nécessité d'adjoindre au four de fusion, stricto sensu, un four secondaire qui maintenait en température le creuset qui servait au formage. Sa seconde

insuffisance était dans les quantités de verre produites (25 m²/heure); ce qui était un progrès par rapport aux techniques manuelles mais qui doit être relativisé en fonction de l'investissement consenti pour la mécanisation... Par contre, un des objectifs était atteint: le personnel de production était moins nombreux (un peu plus de deux par machine au lieu de trois par place) mais surtout il s'agissait d'ouvriers spécialisés et non plus "d'artisans" qualifiés. La verrerie pouvait dès lors s'inscrire dans le contexte technico-économique de son époque.

Le second procédé était encore un "étrirage-soufflage", la "canne" étant remplacée par un anneau qui donnait aux manchons leur taille définitive. Son avantage sur la méthode précédente était une capacité de 20% supérieure et surtout une économie de combustible (cueillage direct dans le four de fusion, sans réchauffage de la pâte). Par contre, il nécessitait une main-d'œuvre plus nombreuse et n'apportait qu'une économie totale infime par rapport au système manuel. La mécanisation introduite dans le verre à vitre à la fin du XIX^{ème} siècle n'amena que très peu d'augmentation dans la productivité du travail; les immobilisations en capital consenties furent donc peu rentabilisées. Tout au plus, elle signifia, pour la verrerie, le passage d'un stade traditionnel à un stade industriel par rupture du mode de reproduction du savoir-faire et disparition du corporatisme. Fondamentalement sur le plan technique ces méthodes qui aboutissaient, comme dans le cas du soufflage à la canne à la réalisation de manchons, souffraient d'un défaut majeur: elles maintenaient la segmentation de la production. En effet, une fois le manchon obtenu, il fallait ouvrir les cylindres pour les transformer en verre plat, et ce, en employant une main-d'œuvre nombreuse (porteurs et coupeurs de manchon)... Cela signifiait hausse des coûts, pertes de matière (bris...), rupture du processus et médiocrité de l'organisation spatiale (ateliers juxtaposés...). C'est sur ces points, que les systèmes *Fourcault* et *Colburn* furent les véritables innovations de la période de l'Avant Guerre de 1914.

b) La phase d'automatisation:

De 1900 à 1925 furent mis au point les trois procédés qui ont dominé la production de verre à vitre au XX^{ème} siècle, jusqu'à l'utilisation du Float Glass. La quasi exclusivité du marché fut confiée aux systèmes *Fourcault* et *Colburn* jusqu'aux années 50 en France, cependant que le procédé *Pittsburgh* connaissait des débuts difficiles.

Le premier, d'origine belge, revenait au principe d'étrirage en le modernisant. La nouveauté du procédé *Fourcault* consistait en "une débiteuse": élément fendu dans le sens de la longueur par lequel le verre sortait sous pression avant d'être entraîné verticalement par des rouleaux. Ainsi, la rupture du ruban ou les malformations connues par les premiers systèmes imaginés au milieu du XIX^{ème} siècle étaient supprimées. Son second principe de fonctionnement était un étrirage à la

verticale du four de fusion, ce qui avait pour effet de supprimer l'utilisation de creusets réchauffés par des systèmes annexes et de permettre une recuisson en continu: la cheminée d'étirage servant de four de recuit. (La mise en œuvre de ce système a été rendue possible par l'adoption du carbonate de soude, voir Supra. La maîtrise de la plasticité de la pâte fut une des conditions préalables à l'automatisation du formage dans le verre à vitre (comme dans les autres productions d'ailleurs).

Le système Fourcault fut donc une véritable révolution car la production s'effectuait désormais en continu 24 heures sur 24. (Un frein technique subsistait: le bain de fusion devait être périodiquement réchauffé au-delà de la température de braise théoriquement suffisante pour le cueillage; la débiteuse, n'étant pas placée suffisamment à proximité de la zone de braise, prélevait du verre à la limite thermique basse nécessaire au formage). La seconde conséquence fut l'augmentation de la production horaire qui atteignit 80 m² à l'heure dès l'origine et dépassa les 180 m² à l'heure après la Seconde Guerre Mondiale.

Le second procédé date de la même époque, 1903 au lieu de 1902. Son inventeur Colburn avait lui aussi combattu les déformations liées à l'étirage en optant pour un système de roues qui entraînaient les deux bords de la feuille, sitôt sa formation effectuée. Celle-ci était ensuite conduite horizontalement (et non verticalement) dans un four de recuit, ce qui permettait un débit horaire cinq fois supérieur au système Fourcault... M. Boaglio, comparant les procédés, insiste sur le fait que la vitesse d'étirage beaucoup plus grande dans ce système n'aboutissait pas à une tirée du four plus importante en raison de questions techniques: le nombre de machines par four était au mieux de deux dans le cas Colburn, de neuf dans le cas Fourcault, d'où une production théorique de 840 m² par heure avec les premières machines et de 1 700 m² par heure avec les secondes.

Le troisième procédé est né postérieurement à la Guerre de 1914, il n'a été appliqué que tardivement en Europe (invention P.P.G. de 1925, licence achetée par Saint-Gobain dans les années 30 mais mise en production après 1945 seulement). Le système Pittsburgh fonctionne selon l'architecture du procédé Fourcault: une tour d'étirage verticale bordant le four de fusion, alimentée par une dérivation. Le premier avantage est une excellente productivité du travail puisqu'elle dépasse les 70 m² par heure et par ouvrier. Le second avantage est une économie d'énergie, la tour supprimant la nécessité du tunnel de recuisson. Enfin, comme pour le procédé Fourcault, la géométrie verticale de la machine permettait une juxtaposition (par l'intermédiaire de petites dérivations) de nombreuses étireuses à un four de fusion (huit pour le système Pittsburgh, au lieu de deux pour le système Colburn). Cela autorisait une tirée du four deux fois plus importante qu'avec le système Colburn et 30% supérieure à celle du système Fourcault.

Les performances des différents procédés de formage pour le verre à vitre ont été résumées dans le tableau suivant:

Production horaire et productivité du travail dans la fabrication de verre à vitre de 1800 à 1970 (Feuille de verre de 2 mm):		
Date de mise en place des procédés (pour la France)	Quantité de verre à vitre: (m ² /heure) par "place" ou par machine	Productivité du travail: m ² /heure/ouvrier
1800: Manchon soufflé à la bouche	5m ²	1,6m ²
1896: Manchon Lubbers (American Window)	25m ²	12,5m ²
1898: Manchon Siévert	30m ²	3,8m ²
1920: Feuille étirée Fourcault	80m ²	50m ²
1920: Feuille étirée Colburn (Libbey Owens)	400m ²	30m ²
1930: Feuille étirée Pittsburg	300m ²	72m ²
1970: Verre flotté Float Glass	5000m ²	150m ²

Source: Thèse de M. Boaglio (p278 à 293)

On voit l'évolution quantitative obtenue en un peu plus d'un siècle et demi: *1 000 fois plus de production horaire pour près de 100 fois plus de productivité du travail* (la rupture existant entre le procédé Fourcault et le procédé Colburn est peu significative puisque, sur le plan quantitatif, c'est la tirée du four qui importe, voir au-dessus). Sur le plan des capacités journalières, le premier bond en avant est consécutif à l'abandon du procédé des manchons, le second est le fruit de l'adoption du Float Glass. On distingue donc un lien évident entre l'obtention d'un procédé de fabrication en continu et le décollage des capacités de production. Au plan de la productivité du travail, la rupture liée à l'automatisation est encore plus nette; en effet, au moment de l'abandon du procédé mécanisé des manchons, les surfaces produites en une heure par un ouvrier progressent de quatre fois par rapport au système Lubbers et de treize fois par rapport au procédé Siévert.

Sur le plan humain enfin, la mécanisation puis l'automatisation ont amené une déqualification des tâches et, avec elles, une importante diminution de salaire. Celle-ci peut être estimée à plus de 30% en moins d'une décennie pour le salaire journalier maximal: à la fin des années 20, un souffleur gagnait environ 70 francs par jour, tandis qu'au milieu des années 30 un ouvrier d'étirage ne disposait plus que de 50 francs par jour. Sur ces bases, on perçoit la

banalisation du produit et l'abaissement de son prix de revient en liaison avec la croissance de la production.

c) Les fours de recuit dans le verre à vitre:

L'évolution de ces fours fut sensiblement voisine de celle des fours de recuit en glacerie. Cependant les contraintes étaient de nature différente, car la cuisson ne doit pas altérer la surface d'une feuille de verre à vitre dont la transparence est obtenue dès le formage. (Dans le cas d'une glace, seule une planéité parfaite est recherchée, la finition assurant la transparence, voir supra). La seconde nécessité est liée à la faible valeur ajoutée du verre à vitre, le recuit ne doit pas renchérir la fabrication... Les principes du formage manuel ou mécanique fondés sur les manchons nécessitaient deux phases distinctes avant d'aboutir à un produit fini: *l'étendage* et le *refroidissement* (c'est-à-dire le recuit). Depuis l'origine (le soufflage à la canne), l'étendage reposait sur une méthode de découpe des cylindres, préalablement chauffés, selon une génératrice avant la mise à plat sur une "pierre à étendre". A l'époque de la fusion au bois, les manchons étaient parfois stockés pour être ouverts et recuits durant les périodes d'interruption de la fusion: la discontinuité dans le travail était alors maximale.

Les premiers fours à cuire étaient semblables aux carcaises utilisées en glacerie: des soles fixes, sur lesquelles étaient empilées les feuilles de verre qui refroidissaient lentement pendant plus d'une semaine. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, l'évolution rencontrée pour la fabrication des glaces est retrouvée pour le verre à vitre: La croissance de la capacité des fours de fusion entraîna la multiplication des fours de cuisson.

Par exemple, le passage de la fusion au bois à la fusion au charbon eut les conséquences suivantes:

1 four de fusion au bois (en fonction six mois dans l'année)	=	1 four de recuit (en fonction toute l'année)
1 four de fusion au charbon (en fonction toute l'année)	=	3 fours de recuit (en fonction toute l'année)

La lenteur du refroidissement imposait un grand nombre de fours de recuit, lesquels ne purent être multipliés à l'infini, de même qu'en glacerie (manque de place, consommation énergétique trop importante, immobilisation en capital multipliée). Schématiquement, l'évolution

s'effectua selon le principe de la transformation d'un four à "sole fixe" vers un four à "sole mobile".

Ainsi, vers le milieu du XIX^{ème} siècle, naquit à Aniche le système *Patoux* (1840): le recuit s'effectua en 8 heures au lieu de 7 jours, la taille du four diminua fortement mais sa capacité de recuit journalier avait été doublée... Le principe de ce four reposait sur une sole tournant autour d'un axe central et découpée en huit casiers de recuisson juxtaposés. Deux ouvertures situées à l'équerre permettaient l'introduction des feuilles préalablement étendues et leur extraction après que la sole avait effectué une rotation de 270°, (ces 3/4 de tour étaient effectués en 8 h). Quatre ans plus tard, apparut en Angleterre le système *Chance* (1844), il s'apparentait aux arches à recuire rencontrées en glacerie. En effet, il fonctionnait selon un principe linéaire: sitôt étendue, la feuille de verre était disposée sur un chariot demeurant sous l'arche à la place de chargement jusqu'à complet remplissage. Puis, le chariot avançait d'un cran, remplacé au point de chargement par un autre... L'arche traversée, les feuilles avaient subi un refroidissement correct. Ce système fut amélioré par *Frison*, un verrier français, qui augmenta la capacité journalière du recuit *Chance*, en accélérant le passage de la pierre à étendre aux plates-formes de recuisson.

En 1867, l'ultime modernisation de la recuisson dans la fabrication du verre à vitre formé selon le principe des manchons fut obtenue par le verrier belge *Biévez*. Les chariots furent remplacés par des cadres mobiles cheminant à l'intérieur de l'arche. La capacité de recuisson journalière était un peu moindre que celle des plates-formes *Frison*, mais la diminution des pertes et l'amélioration de la qualité (pas de rayures à la surface du verre...) firent généraliser ce procédé jusqu'à l'arrêt du formage par manchon. Néanmoins, le recuit *Biévez* demeurait semi-continu, puisque le formage imposait une phase d'étendage suivie d'un recuit (ou d'un refroidissement lent) de la feuille obtenue. Les systèmes de formage par étirage étaient donc de beaucoup supérieurs car ils permettaient un recuit en ligne et donc un processus continu. (Les systèmes verticaux dispensaient de l'usage de la recuisson, la tour d'étirage remplissant cet office). Seul le système *Libbey-Owens* (suivi plus tard par celui du *Float Glass*) imposa le recours à un four à recuire, qui prit la forme d'un tunnel en matériaux réfractaires avec une température décroissant lentement du "bout chaud" vers le "bout froid".

Le tableau suivant résume l'ensemble des progrès réalisés pour le recuit du verre à vitre:

Durée du recuit et capacité des fours consacrés à cet usage dans la fabrication du verre à vitre de 1800 à nos jours:			
Date de mise en place des procédés (pour la France)	Durée du recuit	Capacité nominale	Capacité journalière
1800: système à sole fixe	192h	770m ²	110m ²
1840: système Patoux	8h	70m ²	210m ²
1844: système Chance et Frison	-	-	455m ²
1867: système Biévez	-	-	400m ²
1920: système Libbey-Owens	-	-	10000m ²
1970: système float glass	-	-	120000m ²

Source: Thèse de M. Boaglio (p 232 à 244).

La capacité journalière du recuit a suivi celle du formage, la rupture majeure étant liée à l'automatisation (au début du XX^{ème} siècle.

4) La mécanisation de la bouteille:

Le secteur de production du verre creux n'est pas uniquement constitué de la bouteille; la gobeletterie, qui réalise verres de table, assiettes et autres objets ménagers, est un "sous-secteur" de poids dans la production verrière française actuelle. Sur un plan économique, les logiques de la bouteille et de la gobeletterie sont différentes, ne serait ce qu'en fonction du consommateur auquel elles s'adressent (embouteilleur dans un cas, particulier dans l'autre). Par contre, sur un plan strictement technique, les transformations connues par les deux secteurs sont comparables. Même si la gobeletterie utilise parfois des procédés originaux (par exemple: pressé-soufflé, voir au dessus), les moments clés de la mise en œuvre de l'innovation sont semblables et les motivations très voisines de celles de la bouteille. Le présent objet de notre étude étant de mieux comprendre les stratégies liées aux techniques de production, l'exemple de la bouteille sera utilisé comme "une étude de cas" des choix significatifs du secteur du verre creux. Trois étapes s'inscrivant dans un cadre historique et technique particulier se sont succédées dans les modes de fabrication du verre creux:

_ Des origines à la fin du XIX^{ème} siècle, avec parfois un maintien plus tardif dans certaines verreries, s'est épanouie une technique manuelle, fruit d'un savoir-faire ancestral peu à peu codifié et de plus en plus efficace.

_ Le tournant du XX^{ème} siècle, soit l'avant-guerre de 14, voit se mettre en place une technologie mécanisée qui substitue l'aide des machines à l'effort humain. Le processus de fabrication est encore semi-continu et, pour l'essentiel, largement manuel donc "gros consommateur" de main-d'œuvre.

_ Depuis la fin de la Grande Guerre, la bouteillerie est entrée dans l'ère de l'automatisation, avec la mise en œuvre de procédés fonctionnant selon un principe continu. On peut noter l'avance de la bouteillerie par rapport à la glacerie (continuité atteinte à la fin des années 50) et son relatif synchronisme avec le verre à vitre (continuité acquise avec les procédés d'étirage au début du siècle...).

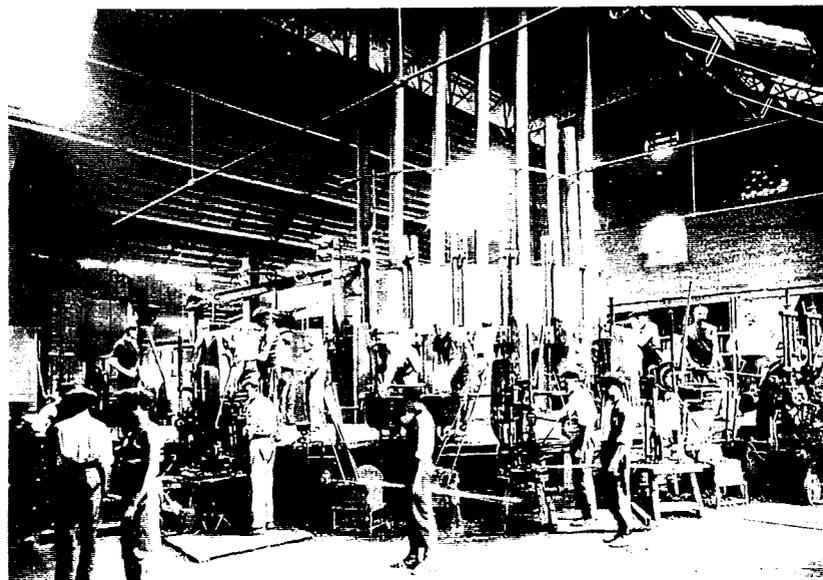
a) Les modes de passage de la fabrication manuelle à la fabrication automatique:

* Le procédé *manuel* en vigueur jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle est un soufflage à la canne organisé autour d'une équipe de verriers décomposant chaque phase de réalisation du produit. Le poste de travail est une "place" de trois ouvriers auxquels est adjoit un porteur; un four de fusion à pots supportait jusqu'à huit places, un four à charbon jusqu'à dix places. Le principe d'élaboration des bouteilles reposait sur la juxtaposition de trois phases successives: tout d'abord, la forme de la bouteille était ébauchée sur un marbre, au bout d'une canne, l'objet était donc déjà creux mais non calibré. Ensuite, le souffleur (chef de place) élaborait dans un moule une bouteille aux dimensions requises (qui se devaient d'être normalisées). Enfin, la bague du col de la bouteille était réalisée par l'ajout d'un cordon de verre simplement moulé à la pince pour une meilleure finition. A ces trois phases de formage, s'adjoignait une recuisson; le transport vers le four de recuit, qui était traditionnellement assuré par des enfants, s'est mécanisé à la fin du XIX^{ème} siècle grâce à des tapis roulants (1892).

* La mise en œuvre du premier procédé *semi-automatique* précède de peu la fin du XIX^{ème} siècle (1894), néanmoins le premier brevet de la méthode *Ashley* remonte à 1886. Cette technique anglaise ne fut presque pas utilisée en France; cependant, son intérêt repose sur un phasage des opérations toujours en vigueur aujourd'hui. La première étape consiste en la réalisation du col de la bouteille dans un moule de bague et moule ébaucheur. La seconde étape permet la réalisation de l'ébauche: le moule de bague se retourne, de l'air insufflé par le col crée la paraison. La troisième étape est le soufflage de la bouteille: la paraison est extraite du moule ébaucheur puis elle est transférée au moule finisseur et obtient sa forme et sa taille définitives par un dernier

soufflage. Cette formalisation de la fabrication était excellente mais les rendements médiocres n'ont pas incité les verriers à adopter ce système. L'ensemble du fonctionnement était assuré par la force humaine, la seule aide mécanique provenait de l'air comprimé: le souffleur (personnage central du système manuel) disparaissait. Le second procédé semi-automatique mis en œuvre en France, mais cette fois sur une grande échelle, fut réalisé par le verrier Boucher. (Généralisation en 1901).

Four de fusion et machines Boucher chez Charbonneaux, à Reims (fonds B.S.N.).



Les machines Boucher étaient disposées en demi-cercle autour de l'extrémité du four de fusion et à une distance avoisinant les trois mètres. On distingue sur la photo quatre machines simples et une machine double, (les autres situées à l'arrière ne sont pas visibles ici...). Les machines sont alimentées par cinq cueilleurs et sont mises en œuvre par dix mouleurs, (un cueilleur pour deux machines). La bouteille réalisée était confiée à un porteur (visible au premier plan) afin d'être déposée dans le four de recuit. On peut remarquer la disposition dénivelée des places de travail, ainsi que l'architecture des halles vers 1920. Le principe mis en place par Ashley était maintenu mais l'augmentation de la productivité du travail obtenue grâce à la machine Boucher était considérable (trois fois plus que dans le système précédent). Cette amélioration fut le fruit d'une croissance des capacités de formage (doublement des différents moules) mais surtout d'une forte économie de main-d'œuvre. On peut estimer que la bouteille connue, avec l'adoption de ce procédé, une diminution de la masse salariale globale d'environ 50%.

* La Grande Guerre fut suivie par l'adoption en Europe de procédés dont le principe était *l'automatisation* du processus de fabrication. Celle-ci se heurtait à la question du cueillage, qui

était réalisé manuellement. Depuis 1903 (*Owens*) et (*Brooke*), jusqu'en 1922 (*Peiler*), l'alimentation automatique des machines reçut tous les efforts des techniciens du verre creux, mais c'est Owens qui fut le premier, en 1903, à supprimer le cueillage manuel. A l'avant du four, il conçut un petit bassin circulaire animé d'un mouvement de rotation, afin d'en assurer le remplissage et un maintien correct en température. Le verre était ainsi présenté mécaniquement à la machine qui se remplissait par aspiration. (Le moule s'abaissait jusqu'à la nappe en fusion du petit bassin; par gravité il se remplissait et une lame séparait la matière absorbée par le moule de celle contenue dans le bassin). L'intervention humaine se réduisait à la surveillance du niveau du verre dans le bassin rotatif. Sa machine, qui fut un succès en Amérique et en Angleterre, ne fut pas introduite en France. Un peu plus tard, l'ingénieur *Peiler* mit au point le *feeder* "Hartford-Empire" constitué d'une canalisation en matériaux réfractaires et d'un système de distribution automatique par poinçon et ciseaux. Après 1924, ce système équipa les machines automatiques introduites en France, des *O'Neill* et des *Lynch* dont les principes ont été décrits lors de la présentation de la fabrication du verre creux aujourd'hui.

Sur ces bases, la vitesse de fonctionnement, la capacité et l'efficacité de la fabrication n'ont cessé de croître, comme le montre le tableau ci-dessous:

Production et productivité du travail dans le formage des bouteilles de 1800 à nos jours:		
Date de mise en place des procédés (pour la France)	Production horaire: (nombre de cols par heure et par machine)	Productivité du travail: (nombre de cols par ouvrier et par heure)
Procédé manuel (par place)	64	16
Procédé semi-automatique Ashley (1894)	130	18
Procédé semi-automatique Boucher (1901)	120	60
Procédé automatique O'Neill (1924)	625	625
Procédé automatique Lynch La (1928)	900	900
Procédé automatique Lynch 10 (1950)	1800	1800
Procédé automatique Hartford 6 (1950)	2000	2000
Procédé automatique Roirant S10 (1970)	2000	2000
Machines IS 10 sections (B.S.N. Gironcourt)	16800	16800

Source: Thèse de M. Boaglio (p295 à 309) et renseignements industriels.

Le tableau nous montre la croissance formidable des capacités dans la verrerie à bouteilles de 1800 à nos jours. De 64 bouteilles à l'heure par place de travail, on est passé à 2000 soit 30 fois plus en 1970 et depuis, à près de 17000 soit 265 fois plus. La productivité du travail a suivi: de 16 bouteilles par personne et par heure, on a atteint les 16800 aujourd'hui. Sur ce plan, l'introduction des procédés automatiques est génératrice d'une situation nouvelle: depuis 1924 (en France) un seul ouvrier assure le fonctionnement d'une machine dont la capacité n'a cessé de croître. (Il y avait quatre hommes par place au temps du formage manuel ou deux par machine à l'époque du procédé semi-automatique Boucher).

b) Facteurs et moments clés d'introduction de nouveaux procédés:

Les ruptures majeures sont liées à la mise en œuvre de nouvelles techniques de fabrication, or celle-ci est loin d'être immédiatement consécutive au dépôt des brevets. Si la machine semi-automatique Boucher a été introduite dans la plupart des verreries sitôt son invention réalisée, certains procédés ont été adoptés plus d'un quart de siècle après leur naissance: ce fut le cas des machines Lynch 10, ou Hartford... Quels sont les blocages expliquant ces retards? Dans la phase de passage des machines semi-automatiques aux machines automatiques, l'inertie et un certain corporatisme régulant les comportements patronaux sont pour beaucoup.

Des freins externes ont aussi joué: le contexte économique négatif des années 30 a, sans nul doute, empêché l'importation des machines américaines massivement mises à contribution dans les années 50. On ne peut qu'être frappé par le grand bond en avant consécutif aux deux guerres mondiales: de 120 bouteilles avant 14, on passe à 625 bouteilles au début des années 20; de 900 bouteilles par heure dans les années 30, on passe à 1800 bouteilles par heure dans les années 50. La technique n'est donc pas seule en cause, le contexte productif et la situation économique ou politique sont aussi d'un grand poids.

Pour mieux comprendre les causes de la mécanisation dans ce secteur, nous pouvons prendre l'exemple de la verrerie champenoise. Tout d'abord, il faut rappeler qu'après la Grande Guerre, les souffleurs étaient devenus très rares, beaucoup ayant été tués au front. La pénurie provoqua un passage précipité du travail manuel au travail semi-automatique, dont la chronologie peut s'établir comme suit:

- * 1923: introduction des premières machines Boucher destinées aux bouteilles champenoises.

- * 1932: disparition définitive du soufflage à la canne. (Pour mémoire en 1931: Installation de la première machine automatique, une Lynch LA).

Selon M.J Givelet⁷⁶ les causes de l'introduction de la machine Boucher sont les suivantes:

_ Tout d'abord, la machine Boucher "a permis de pallier la perte presque totale de main-d'œuvre qualifiée car elle était très simple à manoeuvrer et pouvait être confiée, après une très courte période d'entraînement, à des ouvriers y compris des immigrés qui n'étaient pas des verriers de profession". On voit ici deux éléments se mêler: un facteur *conjuncturel*, le manque de main-d'œuvre qui suit la Première Guerre Mondiale et un facteur de *long terme* déjà évoqué, la volonté des industriels de voir baisser le coût de la main-d'œuvre. Cependant, nous devons aussi souligner la situation spécifiquement française car elle joue comme un facteur de *moyen terme*: le malthusianisme qui frappe la France depuis le milieu du XIX^{ème} siècle crée un différentiel de salaire important entre notre pays et l'Allemagne ou la Belgique de l'époque. Cela a des effets négatifs durement ressentis au plan du commerce extérieur; (selon les produits l'effet est plus ou moins important: dans le cas présent, il est limité par les caractéristiques techniques et la faible valeur ajoutée des bouteilles...).

_ Le second argument de M. Givelet concerne la durée du cycle de fabrication avec la machine Boucher: celui-ci est assez court d'où la possibilité d'augmenter la production malgré le manque de personnel. Or, durant les Années Folles, la production de vin de Champagne a retrouvé son niveau d'avant-guerre. (En Champagne, les deux records de tirage pour les maisons vinicoles sont 1910 et 1930 avec 75 millions de bouteilles).

_ Le troisième argument est d'ordre technique; il est essentiel, car la champenoise nécessite un soin particulier en liaison avec les caractéristiques spécifiques du vin embouteillé (acidité et pression). "La machine Boucher permet la réalisation de bouteilles plus homogènes et donc plus solides que les bouteilles manuelles". Cette question est un souci permanent en verrerie car la mise au point d'une nouvelle technique peut mettre à mal toute une production: les verriers sont donc méfiants par nature et hésitent beaucoup avant d'adopter une nouvelle technique.

_ Le dernier argument répond à des préoccupations en matière d'hygiène: "plus personne ne souffle dans les mêmes cannes d'où l'arrêt de la transmission des terribles maladies professionnelles des verriers" (tuberculose, syphilis...). Cet argument est tout à fait valide quant à son contenu: si un ouvrier souffrait d'une maladie virale ou microbienne, toute la place était immanquablement contaminée (les brûlures accélèrent le processus de contagion). Cependant, on doit relever l'aspect très formel de cet exposé: ces maladies et leur mode de transmission en verrerie avaient été étudiées dès la fin du XIX^{ème} siècle. Or l'argumentation date ici du milieu des

⁷⁶ "Le verre. la verrerie et les bouteilles champenoises". Revue Réfractaires n° 6. 1980.

années 20; on en perçoit les véritables destinataires qui sont en fait les ouvriers eux-mêmes. En effet, les souffleurs craignaient beaucoup la mécanisation synonyme pour eux de baisses de salaire et de difficultés de recrutement. Sur ce thème les écrits sont nombreux, nous pouvons par exemple citer un extrait d'un article de La Voix des Verriers vers 1920: "Nous ne pouvons plus rien contre la machine, elle triomphe aujourd'hui et nous oblige à céder la place...", "nous marchons à grands pas vers la disparition du métier: le nombre des ouvriers travaillant à la canne va se réduire de plus en plus, causant une surabondance de main-d'œuvre..."⁷⁷.

⁷⁷ Delzant Ch.: ("La Voix des Verriers" ,Années 20, cité dans "La Verrerie Champenoise Charbonneaux - B.S.N. Editions La Manufacture. Grenoble, 1984).

En guise de conclusion sur le thème de la transformation des techniques de production:

Quels enseignements tirer de l'étude des mutations de procédés de fabrication?

L'examen de l'adoption des nouveaux procédés a fait apparaître les convergences et les divergences dans la chronologie, les contenus, les facteurs qui rassemblent et opposent les différents "sous-secteurs" de la verrerie française. Les moyens utilisés consistent parfois en l'importation de techniques depuis d'autres secteurs industriels (ainsi les combustibles, les procédés de fusion ou les modes de récupération de l'énergie). Il y a souvent, au contraire, développement d'une véritable stratégie de la modernisation et engagement d'une réflexion d'autant plus intellectualisée que les procédés se complexifient.

Les contenus de l'innovation font apparaître, comme éléments clés pour l'étape de la fusion, l'adoption du four à bassin, pour l'étape du formage, la mécanisation puis l'automatisation. Leur fil conducteur est la recherche de la continuité du processus de fabrication; or, celle-ci n'a pas été obtenue partout en même temps. Pour la bouteille et le verre à vitre, elle est assurée dès les lendemains du premier conflit mondial; (dans un cas, il s'agit de l'importation de machines automatiques, dans l'autre il s'agit de la mise au point des techniques d'étirage). Par contre, pour la glacerie, la continuité n'est atteinte qu'à la fin des années 50 avec le Jusant (juste avant la mise au point du Float Glass). Les difficultés techniques y sont pour une bonne part, les questions économiques aussi. La valeur ajoutée forte dans le cas de la glace a certainement ralenti la volonté de banaliser la production.

Les facteurs de la recherche de l'innovation sont très variés: nous avons tour à tour fait apparaître *la nécessité* pour les intrants (voir fondants ou énergie), *la volonté de produire plus et plus vite* pour le bout chaud, *le désir de faire baisser les coûts de la main-d'œuvre* pour la mécanisation et l'automatisation du formage. Cependant, il est nécessaire de souligner les risques d'une généralisation trop hâtive; les causes de la mise en œuvre de la mécanisation et de l'automatisation paraissent différentes en liaison bien sûr avec leur contexte: au XIX^{ème} siècle pour la première, au cœur du XX^{ème} siècle pour la seconde. Mais plus encore en fonction des facteurs qui ont provoqué leur mise en place: ainsi l'étude du formage dans l'industrie du verre creux nous a montré que l'introduction de la mécanisation grâce au procédé Boucher en France est liée à la volonté de voir diminuer les charges salariales. Les raisons conjoncturelles, comme la pénurie de la main-d'œuvre après la Grande Guerre mais aussi la législation sociale interdisant le travail des enfants par exemple sont allées dans le même sens.

Il en est tout autrement de la mise en œuvre de l'automatisation: celle-ci est imposée par les choix des grandes entreprises. Ainsi M. Givelet (opus cité) insiste sur le rôle des "deux grands" du verre, Souchon-Neuvesel d'un côté, et Saint-Gobain de l'autre, dans l'introduction des

machines américaines: "son utilisation (de la Lynch LA) est imposée par la concurrence de Saint-Gobain" qui, à l'époque, rachète tous les brevets issus d'Outre Atlantique. L'argument paraît valide: à l'époque, les Verriers de Champagne réunis dans un syndicat furent forcés de suivre alors qu'une grave crise les menaçait. Ils s'étaient entendus pour diminuer la production en réduisant le nombre des fours or, au même moment, ils sont contraints d'investir dans l'automatisation de leur production, ce qui va provoquer leur ruine. En effet, des questions techniques ralentissent la mise œuvre de ces machines (antinomie entre un verre pas assez alcalin imposé par le vin de Champagne et un cycle de la machine trop lent). Or, ces machines absorbent presque entièrement la tirée du seul four que la plupart des verreries maintenaient en chauffe. Cela a signifié une crise terrible de la trésorerie des entreprises obligées de mettre au rebut leur production en même temps qu'elles investissaient massivement: la plupart des verreries traditionnelles ont été condamnées. En résumé, si la mécanisation a été voulue, l'automatisation a beaucoup plus été subie par les petites entreprises.

Divergence entre les facteurs de la mécanisation et de l'automatisation, divergence surtout entre le verre creux et le verre plat en relation avec les structures économiques des entreprises concernées. Pour le verre plat (verre à vitre d'abord, glace ensuite), il s'agit d'une stratégie de long terme menée par de grandes entreprises. Sa logique est à inscrire dans la recherche d'une amélioration permanente visant à supprimer les discontinuités de la production. Mais surtout, cette stratégie est soutenue par une puissante capacité financière. Pour le verre creux, où dominant les petites entreprises, il s'agit d'abord de répondre à des besoins immédiats; la mécanisation est issue d'une logique de court terme: répondre aux difficultés du moment plus que prévoir l'avenir. Le plus bel exemple nous est fourni par l'inventeur de la première machine de formage française dans l'industrie des bouteilles: Boucher, verrier à Cognac, entreprend ses recherches à la suite de difficultés sociales qui lui font fermer son usine (une grève en 1892).

Derrière ces deux logiques transparaît un élément fort quant à la mise en œuvre de l'innovation: la capacité à supporter financièrement les mises au point; ce que l'on appelle aujourd'hui "le capital risque". Se cachent aussi la nature du produit et sa destination: des séries courtes à faible valeur ajoutée n'offrent pas les mêmes libertés que les bénéfices tirés des très lourdes productions de la glacerie et, de ce fait, obligent à traiter en priorité les aléas du court terme. Pour clore provisoirement ce thème, on peut remarquer que la réponse aux questions posées par les difficultés liées aux intrants a été trouvée dans la mutation des procédés de fabrication (l'inverse n'est pas vrai: les procédés n'ont pas évolué seulement en fonction de besoins créés par une pénurie ou une mutation des intrants). Voilà qui limite sérieusement l'idée d'un

déterminisme lié aux intrants, tant dans le domaine de la technique que dans le domaine de la stratégie.

En guise de conclusion, sur le contenu des stratégies de modernisation technologique dans l'industrie du verre:

Quels choix et quelles ruptures majeures?

L'étude du contenu de la modernisation dans la verrerie sous les angles des intrants et des procédés a fait apparaître que les éléments imposés à la stratégie industrielle par la nature du produit peuvent être contournés par des choix appropriés. Les intrants sont moins facilement interchangeables que les procédés, néanmoins, dans le cas de l'énergie comme dans celui de la composition, il a existé des solutions de repli ou de progrès. Par ailleurs, la mutation des procédés a été le meilleur moyen de tourner ces difficultés et donc de s'affranchir d'un certain déterminisme. Les contraintes liées à la nature du produit existent mais elles sont, sur le long terme, réduites au minimum par les stratégies des entreprises. Pour s'affranchir de ces contraintes, les entreprises ont effectué des choix qui, en l'espèce, ont produit un changement profond: à partir d'un processus discontinu a, peu à peu, été élaboré un système de production en continu; c'est cette logique qui semble avoir été à la base des transformations. Dans le cas du verre plat, cette ligne directrice est clairement exprimée par les efforts de modernisation; pour le verre creux, elle est moins visible comme facteur fondamental du changement, les aléas conjoncturels ayant eu un grand rôle.

Cette troisième idée nous a conduit, au-delà d'une simple étude de la nature des changements technologiques, à une analyse des rythmes et des facteurs de ce changement. Certains moments clés nous sont apparus en liaison avec l'apport de technologies extérieures au métier. D'autres phénomènes beaucoup moins prévisibles ont accéléré le changement: ainsi l'effet des grèves ou de la concurrence sont autant d'éléments qui ont infléchi la stratégie du long terme pour l'amener sur le terrain de la tactique du court terme. C'est en cela que le pourquoi et le quand des ruptures sont intimement liés.

Cette approche nous a donc permis d'entrevoir les facteurs et la nature des choix effectués et donc de répondre à une première question: *Qu'est-ce qui, dans la nature du produit, a provoqué ou limité les ruptures technologiques ?*

Maintenant, pour poursuivre sur la voie esquissée par notre postulat initial de l'importance de la nature du produit dans les choix stratégiques, nous terminerons cette réflexion par la recherche d'éléments de réponse à cette autre question: *Dans quelle mesure les ruptures technologiques ont-elles modifié les règles du jeu industriel et donc influencé les stratégies des entreprises?*

III Effets de la modernisation technique sur les potentialités offertes aux entreprises:

A - Un processus⁷⁸ productif profondément transformé:

La spécificité de l'industrie du verre est d'avoir une unité reposant sur l'élaboration et le travail d'un matériau bien précis; par contre, les produits finis sont de nature différente et les sous-branches qui les fabriquent ont connu des évolutions souvent séparées. Néanmoins, nous avons cru discerner dans les mutations technologiques un fil directeur fédérant les différentes fabrications. Durant les deux siècles qui viennent de s'écouler, tous les types de fabrications dans le secteur verrier ont connu la même succession de trois modes de production qui s'individualisent assez bien. La terminologie consacrée réduit ces transformations à un changement de qualificatif: de "*traditionnelle*", l'industrie serait devenue "*fordiste*", avant que d'atteindre le stade contemporain de "*post-fordiste*". Nous préciserons en Seconde Partie le contenu de ces termes; tout au plus à ce stade de notre étude limiterons-nous notre approche de ces concepts à leur "contenu technologique", afin de synthétiser les effets des choix techniques sur l'organisation de la production.

Le terme de *traditionnel* évoque pour nous un système productif qui fait la part belle à *un savoir-faire acquis par un lent apprentissage pratique, sans codification ni analyse théorique des techniques mises en œuvre*. S'y greffent une organisation sociale, des rapports humains particuliers. Nous voulons aussi, par ce qualificatif de "*traditionnel*", insister sur *des structures productives qui limitent l'expansion des entreprises par le biais de la faiblesse des capacités et de la lenteur des mutations*.

A l'inverse, le stade "*fordiste*" fait référence à une période où se met en place une aptitude à produire plus, mieux, plus vite. (Nous ne pensons pas que l'industrie verrière puisse être qualifiée de fordiste dans toutes les acceptions que recouvre ce terme, à la façon dont il s'applique à une industrie d'assemblage comme l'automobile). Aussi, nous emploierons plutôt l'épithète de *taylorien* auquel nous nous référons dans son acception de *principe productif fondé sur une analyse théorique et pratique des procédés*. Cette analyse permet une meilleure exécution des travaux, une augmentation des rendements et une spécialisation des tâches. En parallèle les capacités productives augmentent et la production se dirige vers d'autres logiques économiques, tant au plan des investissements que de la recherche de débouchés ou du calcul des marges.

⁷⁸ Processus de fabrication: ensemble ordonné des opérations techniques, successives ou simultanées, requises pour la fabrication d'un produit industriel.

Aujourd'hui, l'industrie verrière accède à une phase différente qui nous a amené à la qualifier "*d'industrie de process*" plutôt que d'industrie "post-fordiste". En effet, dans cette analyse des liens existant entre la logique technique et les stratégies des entreprises, nous ne voulons pas entrer dans un débat beaucoup plus large sur les systèmes productifs considérés dans leur ensemble et à un échelon global (incluant rapports sociaux, systèmes d'accumulation, modes de régulation)⁷⁹.

Nous voulons plutôt par l'image de *process* renvoyer à la "fluidité" du processus productif évoqué dans l'introduction de cette partie. En effet, ce qui frappe l'observateur quant à l'évolution des techniques mises en œuvre, c'est le passage de procédés de fabrication discontinus à des procédés de fabrication continus, et ce aussi bien pour le verre plat que pour le verre creux. Cela a entraîné des effets multiples: une transformation profonde de l'appareil productif et des savoirs techniques, une augmentation sans précédent des capacités et donc des conditions des marchés, enfin l'apparition d'une nouvelle donne concurrentielle et donc la mise en œuvre de nouvelles stratégies.

Cette présentation des effets de l'innovation sur le long terme sera effectuée en deux étapes:

- 1) Le passage d'une industrie traditionnelle à une industrie taylorienne.
- 2) Le passage d'une industrie taylorienne à une industrie de process.

1) Le passage d'une industrie traditionnelle à une industrie taylorienne:

a) Une situation originelle particulière:

La présentation des techniques de fabrication dans l'industrie du verre à l'aube de la Révolution Industrielle a fait apparaître bien des caractères de la "proto-industrialisation": la cellule productive de base s'organise autour d'un ou plusieurs fours animés par une équipe d'artisans indépendants. Cette organisation en "cellules autonomes", structurées autour de fonctions élémentaires liées aux phases d'élaboration des objets en verre, mais indépendantes les unes des autres, perdure longtemps. C'est le principe même de "la place" maintenue au centre de la fabrication jusqu'au début du XX^{ème} siècle (une évolution existe cependant pour certaines phases comme la fusion... cf. supra). Le savoir-faire de "ces artisans-verriers" se transmet oralement, au cours d'un long apprentissage le plus souvent familial: comme pour la proto-industrie, la séparation entre "la vie professionnelle" et la vie familiale n'existe pas. Ce savoir-faire est incarné par la fonction de "souffleur" dévolue aux meilleurs, au père de famille ou plus tard au

⁷⁹ Voir les définitions. (Seconde Partie).

chef de place. L'individualisation du savoir a très bien été décrite par les historiens de la glace qui montrent que la mise en place de nouvelles productions a nécessité le débauchage d'ouvriers le plus souvent étrangers (voir les efforts menés lors de la création de Saint-Gobain, auprès des spécialistes vénitiens de Murano...). La démarche productive est aussi très artisanale: à l'échelon de chaque four, voire pour la glace, de chaque atelier, il règne une grande autonomie. Le spécialiste de la conduite du feu, "le tiseur", gère les approvisionnements en combustible, les finisseurs en glacerie se fournissent en intrant de polissage et sont rémunérés à la pièce... L'organisation en corporation est aussi très classique: selon le vieux principe des "métiers" médiévaux. Il y a contrôle de l'arrivée de nouveaux ouvriers, mais aussi respect de règles de fabrication strictes et donc régulation des quantités produites; les sources sont peu précises dans ce domaine, mais il semble que la régulation quantité/prix se soit longtemps effectuée pour les productions courantes à un niveau local.

Néanmoins, on observe des différences entre l'activité verrière et l'organisation des autres productions de la période proto-industrielle. En premier lieu, le statut des verriers est très particulier: depuis le Moyen Age, il y a assimilation entre verriers et nobles de race, ainsi presque tous les privilèges de l'état de noblesse leur étaient conférés. Les sources historiques sont le plus souvent des chartes de franchise accordées par des Ducs ou des Comtes (parfois par des rois: Philippe le Bel ou Charles VI). Il s'agit à l'origine d'actes d'ennoblissement conférés à quelques familles, confirmant le caractère héréditaire de la noblesse verrière, mais ne leur accordant que très rarement une exemption d'impôt.

A l'évidence, ces privilèges avaient été offerts aux tenants d'une profession peu répandue et de très haut intérêt économique, ainsi les besoins des producteurs et ceux des consommateurs trouvaient un point de rencontre. La profession était protégée par des édits royaux ou princiers et la production était en même temps encouragée comme plus tard au temps de la doctrine mercantiliste. Dès lors, il y eut partage de l'ensemble des productions entre des dynasties de verriers. On trouve en Normandie des familles spécialisées dans le verre à plateau, ou en Lorraine, des producteurs de verre à cylindre; dans le verre creux la même logique existe sans l'ancrage géographique évoqué. L'effet de ce statut particulier n'est pas contraire au système productif d'Ancien Régime puisqu'il conduit à un renforcement du corporatisme. Mais, à l'inverse de beaucoup d'autres secteurs, la suppression des corporations par la Révolution Française (Loi Le Chapelier de 1791) ne supprima pas les pratiques: on continua à se former entre soi et à limiter l'arrivée d'autres producteurs par la rétention du savoir-faire technique.

Une autre différence fondamentale entre la verrerie et d'autres industries comme le textile par exemple, est de ne pas répondre aux découpages structurels classiques. Schématiquement, sous l'Ancien Régime se juxtaposaient trois types de statuts différents:

- _ L'artisanat organisé en corporations, qui se localise dans les villes.
- _ Le travail à domicile, que structure un capitalisme marchand, diffusé dans les campagnes (domestic-system).
- _ La Manufacture, créée par le pouvoir royal, où sont réunis main-d'œuvre spécialisée et capital productif.

Chaque type de structure trouve sa raison d'être dans la complémentarité apportée aux autres: le Domestic System comme moyen de lutter contre les corporations, la Manufacture comme moteur de l'innovation par rapport aux traditions trop envahissantes des deux premières... Or dans le domaine du verre, le schéma précédent est mal commode: en premier lieu on ne trouve nulle part de domestic system: la verrerie n'est pas sujette à diffusion d'autant qu'il s'agit d'une filière courte où l'objet fini est réalisé par les premiers intervenants. Il ne s'agit pas non plus d'un artisanat urbain, et ce, en relation avec la localisation forestière de la production ainsi qu'avec le statut noble des verriers.

Le cas de la glace représente une "anomalie" de la proto-industrie plus qu'un exemple classique. En France, cette production est incarnée par La Manufacture de Saint-Gobain créée par Colbert sous décision royale. Il suffit de décrire la verrerie de Saint-Gobain au cœur de son massif forestier dans la vallée de l'Oise pour comprendre en quoi elle diffère de la proto-industrie. Il s'agit d'un établissement de grande taille (plus de 1 000 ouvriers dès le XVIII^{ème} siècle), encadré par des spécialistes (au niveau local) et dirigé depuis Paris par des entrepreneurs capitalistes. Les techniques de fabrication exigent un savoir-faire poussé, une discipline parfaite car le verre en fusion n'attend pas et les quantités concernées sont importantes; voilà autant de caractères qui singularisent la glacerie par rapport aux autres productions du secteur. On comprend mieux que le passage à une logique taylorienne s'y soit effectué facilement et selon d'autres modalités que dans les activités du Domestic System. Les analyses effectuées par M. Daviet⁸⁰ montrent que dès le milieu du XVIII^{ème} siècle tout concourt à faire de la Compagnie de Saint-Gobain l'archétype de l'industrie contemporaine. Le grand "professionnalisme" des ouvriers, les méthodes de travail, les structures techniques et financières préfigurent totalement les modèles du début du XX^{ème} siècle. De tout ceci, nous pouvons retenir l'ambiguïté de l'activité verrière quant à sa situation de départ par rapport aux phases classiques de l'évolution du système productif. Pour le verre creux, ou le

verre à vitre, il s'agit d'un artisanat à haute teneur en savoir-faire exercé par des acteurs au statut de gentilhomme, dans un cadre le plus souvent rural. Pour la glace, la production est manufacturière, la technologie très présente, relayée par un modèle de type capitaliste où l'entrepreneur, les salariés, les pourvoyeurs de fonds exercent des rôles bien identifiés. Sur ces bases, la modernisation des techniques de production au XIX^{ème} siècle va avoir pour effets principaux d'affirmer le caractère industriel de l'activité verrière par l'accroissement des capacités, de transformer le travail des différents acteurs, d'intellectualiser la transmission du savoir.

b) Un caractère industriel confirmé par l'augmentation des capacités:

L'introduction du four à bassin a provoqué un bond en avant de la "tirée"⁸¹ du four journalière: un four à pots avait ainsi une capacité de 4 tonnes par jour au maximum; les premiers fours à bassin dépassent les 20 tonnes par jour. Ainsi la progression est de 5 à 6 fois avant la mécanisation du formage. Celle-ci provoque une augmentation de près de 10 fois, avec une capacité de 40 tonnes par jour. Puis on atteint les 120 tonnes par jour avec la fusion au fuel qui améliore considérablement le rendement énergétique et permet un accroissement corrélatif de la taille des fours. Ainsi du milieu du XIX^{ème} siècle au milieu du XX^{ème} siècle les capacités ont été multipliées par 30 !

L'effet de cette progression spectaculaire conjuguée à la modernisation des processus est double: un accroissement des quantités vendues et une diminution du temps passé à la réalisation d'un même produit. La glace est un exemple parfait de ces mutations. La taille maximale unitaire augmente, les surfaces issues de chaque établissement aussi, avec en conséquence une réduction de la main-d'œuvre par unité de produit de l'ordre de 60 % en moins de 30 ans (1850 à 1880). Le laminage apporte aussi une forte amélioration de la productivité du travail, accentuant le caractère industriel de la production verrière: c'est par l'introduction de plus de capital, rendue possible par une modification des procédés, que les profits progressent grâce à une augmentation de la productivité du travail.

c) Le travail se transforme:

La première manifestation de cette évolution est l'apparition de nouveaux rythmes de travail en relation avec une meilleure maîtrise du temps. Ainsi l'introduction du four Siemens permet, grâce au meilleur rendement énergétique, une réduction du temps de fusion. Il s'agit d'un

⁸⁰ Daviet M.: "Saint-Gobain et l'Industrie de la Glace: l'innovation dans un vieux secteur" Revue d'Histoire Economique et Sociale tome deux, 1987.

⁸¹ Voir ci-dessus.

progrès considérable pour l'organisation des rythmes du travail: le cycle de fusion est désormais calé sur 24 heures alors qu'il était auparavant assez variable (en liaison avec les variations infimes de la nature de la composition, des combustibles ou du tirage des cheminées selon l'état de l'atmosphère !...). De plus, le temps de fusion était supérieur à 24 heures et donc entraînait forcément des décalages dans la succession des opérations. La manifestation pratique de cette variabilité était le réveil inopiné d'une équipe de formage dès que le verre était prêt à être cueilli, d'où la proximité du lieu d'habitat et du lieu de travail. Avec cette réduction, un système d'organisation en équipes avec des horaires planifiés (deux fois 12 heures, puis trois fois 8 heures) est mis en place. (Il y a aussi des équipes de secours dont les membres sont remplaçants à vie pour pallier les maladies et autres défaillances...).

La seconde transformation profonde concerne la segmentation des opérations et l'apparition de tâches beaucoup plus codifiées, jusqu'à une simplification extrême. Cela conduit à une déqualification globale du travail et donc à une réduction des salaires car le principal verrou était la nécessité de faire appel à une main-d'œuvre bien formée et peu abondante. Dès lors que le travail consiste en une simple maintenance ou en la conduite de machines, l'offre en matière de main-d'œuvre est beaucoup plus ouverte.

La troisième manifestation de la transformation du travail est l'apparition dans les usines verrières de nouveaux spécialistes: des gaziers, des mécaniciens, des électriciens... sont adjoints aux verriers. La conséquence en est une modification des comportements avec la disparition du corporatisme qui avait eu tendance à perdurer beaucoup plus longtemps qu'ailleurs pour les raisons évoquées plus haut. Les activités anciennes très réglementées sous l'Ancien Régime ont connu une persistance du corporatisme et de certains de ses effets "négatifs" durant tout le XIX^{ème} siècle; ce qui ne pouvait pas être le cas pour les professions apparues avec l'industrialisation. A l'inverse, on peut noter la volonté de certains patrons de cultiver par ce moyen "l'esprit maison" et ce, jusqu'en cette fin du XX^{ème} siècle. Les trois manifestations des mutations de la nature du travail sont, par excellence, celles d'une industrie taylorienne: les rythmes de production sont maîtrisés, les tâches sont segmentées, les ouvriers déqualifiés et "déconnectés" de la finalité de la production. Tout ceci est bien loin de la tradition du gentilhomme verrier.

d) La transmission du travail s'intellectualise:

L'étude des différents modes de fabrication nous a fait entrevoir que la maîtrise du savoir-faire était prépondérante pour le passage d'une industrie traditionnelle à celle d'une industrie taylorienne. Mais plus encore ce passage signifie une transformation du savoir: à l'origine, la qualification repose sur un lent apprentissage qui consiste en l'observation et en la reproduction de

méthodes empiriques. Au contraire, dans le système taylorien qui s'est mis en place, le savoir-faire disparaît: il s'agit désormais de conduire les machines qui réalisent effectivement le travail. Entre les deux, le savoir-faire humain a été formalisé, analysé afin d'être reproduit par des machines. Dans le secteur de la glace, M. Daviet⁸² montre de façon très précise à partir de l'exemple de Saint-Gobain, quand, comment et pourquoi le savoir-faire s'est intellectualisé. Il souligne ainsi les étapes clés au cours du XIX^{ème} siècle en relation avec les transformations de l'encadrement au niveau des usines. Ainsi vers 1840, le directeur d'usine est le seul ingénieur, ses tâches sont tout autant la gestion que les questions techniques. A l'échelon inférieur, on trouve des contremaîtres qui encadrent des ouvriers qualifiés; sur eux repose la maîtrise d'un savoir-faire empirique. En 1880 par contre, le directeur est secondé par des ingénieurs de fabrication, des techniciens dont les carrières sont évolutives. M. Daviet observe que l'innovation naît dans le premier cercle, mais que les contremaîtres sont désormais des relais, tant pour la vulgarisation des nouveautés que pour "la diffusion de l'esprit productiviste". De plus, leur origine sociale et leur formation sont différentes: ils sont des techniciens issus de l'école et non plus des ouvriers qualifiés issus de l'usine. L'analyse de la formation intellectuelle des ingénieurs faite par ce même auteur est aussi très significative. Trois générations se succèdent: en 1830 il s'agit de polytechniciens, en 1860 de centraliens, vers 1870 ce sont des ingénieurs-maison... En clair, la première étape de formalisation du savoir repose sur des généralistes issus d'un corps prestigieux, des militaires; La Compagnie est ainsi bien dirigée. Les seconds sont de véritables techniciens, l'Ecole Centrale produit déjà des spécialistes de l'analyse qui savent théoriser à partir d'un objet pratique: c'est là, la phase de formalisation du savoir. La dernière étape est la démonstration de la mue opérée par les entreprises: le savoir-faire théorique est intégré, il s'agit désormais de rapprocher théorie et besoins réels des entreprises: l'innovation est d'ores et déjà au service des stratégies globales.

Cependant, à regarder de près, la rupture véritable se situe ailleurs, lors de l'abandon de la mécanisation et de son remplacement par des méthodes radicalement d'une autre nature. L'exemple du verre à vitre est significatif: en 1870, il est réalisé selon un procédé manuel, en 1930 les opérations sont entièrement automatiques. Entre ces deux dates prend place la phase de mécanisation qui correspond à la logique taylorienne de reproduction par la machine des tours de main classiques. Très vite cette reproduction mécanique du savoir-faire humain a montré ses limites et, après une "révolution culturelle", a été remplacée par le système d'étirage. Pour ce faire, il a fallu maîtriser la viscosité du verre par une analyse théorique poussée et non plus par une simple analyse des méthodes.

⁸² Article cité voir ci-dessus.

Nous avons décrit en première phase, le passage vers une certaine taylorisation: le savoir-faire de production est déqualifié, confié à des machines, après analyse des procédés. Par contre, la deuxième phase est d'une autre nature, il s'agit de la conséquence d'une réflexion théorique qui a produit une véritable innovation: le passage à l'industrie de "process".

2) D'une industrie taylorienne à une industrie de process:

a) Principes de l'industrie de process:

La typologie classique des activités industrielles oppose les industries d'assemblage aux industries de transformation; un troisième type serait l'industrie du produit unique réservée aux activités de construction (bâtiment, chantier naval...). Les industries d'assemblage ont pour trait commun la production en série d'objets aux caractéristiques identiques, constitués d'éléments indépendants que le processus de fabrication consiste à réunir. Les industries de process réunissent produit et processus en une seule entité car leur fonctionnement repose sur une transformation de la structure de la matière par une opération d'origine chimique. La place du travail humain dans ces deux types d'industrie est très différente: dans le premier cas le processus de fabrication est fondamentalement mécanique; le travail humain peut en être le cœur. En effet, si l'on fait abstraction du rôle intellectuel de l'activité humaine, la capacité d'intervention de l'homme dans le travail est par principe mécanique: nous déplaçons des objets, manipulons des outils, dirigeons des machines. Par contre, dans le cas des industries de process, le travail humain est marginalisé puisque la logique du processus est une réaction entre des composants, sans intervention humaine. Les procédés chimiques nécessitent des approvisionnements, un contrôle, un conditionnement, mais pas la main de l'homme. Il est évident qu'entre la première mise en œuvre de ces procédés et le complexe pétrochimique actuel, la fluidité s'est beaucoup améliorée: les premières usines chimiques fonctionnaient sur le principe d'une production cyclique soumise à un enfournement et à une élaboration dans des contenants "fermés". Le passage à la fluidité s'est effectué lorsque les matières premières et le produit fini ont circulé librement, à l'instar du sang dans le corps humain. On comprend que les progrès des procédés de fabrication aient pu conduire à deux situations antinomiques jusqu'à générer deux types de travail humain. L'amélioration apportée par le taylorisme a créé un travail passif: l'homme est devenu un élément de la mécanique globale (l'image de Charlie Chaplin dans "Les Temps Modernes" est en ce sens éclairante). Au contraire, les réalités de l'industrie de process ont replacé l'homme au cœur même du principe d'organisation et de contrôle en lui destinant les tâches non mécanisables.

Dans le cas de l'activité verrière, les tentatives d'introduction des éléments fondamentaux des industries de process sont anciennes; ainsi avec le four à bassin de fusion et de travail en

continu l'industrie verrière s'engageait sur la voie de "la fluidité". La mise en place de modes de recuit continus, comme celle de procédés de formage automatiques (Twin et Jusant pour la glace, machines de formage pour le verre creux, machines d'étirage pour le verre à vitre) va dans le même sens. On doit noter que le stade de la fusion a été le premier concerné car il correspond aux caractères même de l'industrie chimique évoquée plus haut. A l'intérieur du four s'opère une transformation intime de la matière, sans possibilité d'intervention humaine autre que l'introduction de la composition ou la conduite du feu. Aujourd'hui, avec le float glass, cette logique est confirmée: il n'existe plus aucun principe mécanique puisque même le formage est réalisé par un phénomène "naturel": l'étalement spontané du verre en fusion sur une nappe d'étain liquéfiée. On voit donc disparaître la segmentation, l'addition des phases qui était à la base du principe de formage mécanique automatisé, ce qui entraîne des conséquences nombreuses.

La première est bien sûr la transformation du métier par l'intermédiaire de la disparition des techniques mécaniques. La démarche de continuité la plus aboutie selon des bases tayloriennes était le Jusant de Saint-Gobain, il s'agissait d'une amélioration des techniques de polissage. Elles mobilisaient plus de 500 mécaniciens pour l'entretien et la réparation à Chanteraine. Or le float glass ayant supprimé ces techniques et remplacé la mécanique par de la "thermochimie", tous les emplois liés à ces tâches ont disparu.

La seconde est la modification radicale du principe de fabrication en glacerie: le float signifie l'avènement de "l'usine sans hommes". A l'image de ce qui se passe dans une usine chimique, le produit est désormais issu de phénomènes indépendants de toute intervention humaine: au contraire, celles-ci sont significatives de difficultés ou de dysfonctionnements. Dès lors, tous les paramètres anciens sont à reformuler, le principal, comme il a été signalé, étant la place octroyée au travail humain. L'ouvrier surveille le processus, sans en être un agent direct, il n'intervient que sur les marges, comme ultime garde-fou. En cela, l'usine de verre à vitre ou la glacerie contemporaines sont d'une tout autre nature que les établissements rencontrés depuis le XIX^{ème} siècle: dans l'usine taylorienne, les ouvriers ont tout d'abord perdu le contact avec le produit, puis ils ont été déresponsabilisés par la séparation entre élaboration des méthodes et exécution des tâches de production. Dans le cas d'une usine de float glass, on assiste à une évolution différente: il n'y a plus du tout contact avec le produit car l'automatisation enlève à l'homme les opérations de fabrication, mais le travail reprend une place essentielle, celle d'une responsabilité de surveillance.

b) L'exemple du float-glass:

Pour mesurer l'étendue des changements opérés dans la production de verre plat (glace et verre à vitre), nous nous attarderons sur l'exemple d'un float très récemment mis en fonctionnement par l'entreprise Saint-Gobain à Salaise-sur-Sanne. De l'étude des techniques de fabrication, nous avons voulu retenir en premier lieu ce qui concerne le rôle des opérateurs dans une usine de verre plat contemporain.

L'effet le plus frappant, le plus direct de la mise en place du flottage a été d'abord la réduction formidable du nombre des intervenants et donc la hausse exponentielle de la productivité du travail. Une ligne de float, c'est un bâtiment de 500 m de long dépourvu ou presque d'opérateurs: l'effectif total d'*Eurofloat*⁸³ est de 116 personnes pour une capacité de 400 tonnes par jour et une production totale de 125 000 tonnes par an ! Ce personnel est structuré de façon simplifiée à l'extrême: la hiérarchie est réduite à quatre niveaux, la production est confiée à des équipes dont le principe repose sur l'autonomie, la responsabilité et la polycompétence. Si ces trois qualificatifs sont à l'opposé des principes de l'organisation taylorienne, c'est parce que la nature du travail effectué a changé radicalement. Pour comprendre les nouvelles nécessités humaines liées aux techniques mises en œuvre, il suffit de présenter le mode de recrutement utilisé (le démarrage de ce Float date du 13 juin 1989). Neuf cents personnes ont été contactées localement, pour une centaine embauchée. La démarche a été de recruter un personnel très motivé, sans formation verrière préalable mais avec des potentialités d'évolution. La répartition du personnel par niveau de formation est en ce sens très significative:

Niveau de formation du personnel recruté à Salaise-sur-Sanne:

Primaire	6%
C.A.P. - B.E.P.	39%
Bac	38%
Bac + 2	17%

La polycompétence évoquée plus haut comme principe de fonctionnement est une réalité: les membres de chaque équipe de travail en charge de la production du float à un moment précis sont capables d'intervenir aussi bien au bout chaud, qu'au bout froid. Seule une proportion infime de personnel non qualifié conduisant des machines de manutention ne dispose pas de cette polycompétence. On perçoit mieux l'autonomie décisionnelle et la responsabilité qui caractérisent la production. (D'autres personnels n'intervenant pas directement dans la production sont

⁸³ Eurofloat est la filiale créée par Saint-Gobain pour produire et commercialiser le verre à Salaise-sur-Sanne.

beaucoup plus spécialisés: personnel administratif par exemple). Dans la même logique, les tâches "non verrières" d'entretien, de maintenance simple ont été externalisées et sont à la charge d'entreprises sous-traitantes. Les effets de ce système sont très positifs pour la marche de la ligne de production: la productivité est énorme (il n'y a pas de personnel surnuméraire puisque chacun est polyvalent). Les acteurs sont impliqués de façon maximale dans la production (laquelle implication est amplifiée par un système d'intéressement). Mais surtout il existe une adéquation entre les tâches nécessitées par le fonctionnement du float et l'aspiration contemporaine à un travail global.

Sur le plan du processus de fabrication stricto sensu, les principes de l'industrie de process ont été développés à l'extrême: le fonctionnement est entièrement automatique, sa surveillance est assurée par des systèmes informatiques tout au long de la ligne. Ainsi des capteurs mesurent températures, niveaux, pressions, débits et vitesses selon un principe numérique de commande et de contrôle. Ces informations sont centralisées dans des salles de pilotage qui à l'origine étaient au nombre de trois: elles permettent un pilotage "on line", c'est-à-dire en continu et dans l'instant. (On comprend la nécessité de disposer d'intervenants capables de répondre à différents types de pannes, grâce à une formation leur assurant une connaissance des problèmes et des méthodes pour les résoudre). Nous sommes au cœur même du système de fonctionnement de l'industrie de process ou de l'industrie du flux (comme la pétrochimie par exemple): l'absence d'intervention est le signe de l'efficacité. Mais si le besoin s'en fait sentir, la formation permet de répondre dans l'instant et dans le calme... Dans la plupart des floats existent trois salles de contrôle (four⁸⁴, float⁸⁵, équarri⁸⁶), à Salaise-sur-Sanne elles ont été réduites à deux: Four + Float et Equarri (soit bout froid et bout chaud). Le souhait est de parvenir à une seule salle pour optimiser les interventions par une maîtrise des deux extrémités et affirmer encore plus fortement l'esprit collectif.

Un autre exemple de fonctionnement selon un principe de process est représenté par le système de contrôle des défauts: celui-ci est automatique, un système laser détecte toute anomalie sur le verre fini et permet d'écarter les volumes défectueux. Là encore, l'opération s'effectue en continu, sans intervention humaine; cependant le travail humain prend à ce stade une tout autre dimension: il consiste en un contrôle visuel (à la fois statistique et après détection du défaut). En effet, si la machine repère les anomalies, seule l'analyse humaine permet d'en déterminer la nature,

⁸⁴ Four: zone de fusion avec contrôle de l'enfournement, des températures et débits.

⁸⁵ Float: zone de formage avec contrôle du bain d'étain, de l'atmosphère d'azote et de la zone de sortie vers les bandes tractrices de l'étenderie.

⁸⁶ Equarri: zone de découpe, de choisissage et de repérage des défauts.

l'origine et donc d'y remédier par intervention immédiate⁸⁷. Dans ce système, l'homme a donc retrouvé une place clé, celle du contrôle et de l'analyse, à l'inverse ses interventions dans le processus de fabrication doivent être limitées au maximum.

Pour conclure sur ce thème, nous rapporterons quelques éléments d'une conversation tenue avec un responsable de fabrication sur une ligne de float. Tous les membres de l'usine sont préparés aux situations les plus délicates, comme par exemple une rupture de la bande de verre à la sortie du float. Si, à l'amont, l'écoulement du verre sur la nappe d'étain en fusion est par excellence un processus spontané, à l'aval du float la bande de verre doit être saisie par des bandes tractrices pour pénétrer dans l'étenderie (qui est le four de recuit). Si le ruban de verre se rompt dans cette zone, seule une intervention manuelle permettrait de remettre le float en marche: on ne peut remédier à cet incident rarissime qu'à l'aide de perches métalliques, en soulevant la bande de verre pour la repositionner sur les rouleaux de l'étenderie.

On mesure la distance qui sépare les systèmes "on line", de la perche métallique manoeuvrée par un ouvreur de contrôle situé sur les bords du float; les deux éléments sont pourtant réunis dans cette usine ultra-moderne où seul l'homme peut tendre la perche à la machine...

c) Du caractère ambigu de l'opposition usine taylorienne/ usine de process:

Si l'on voit dans le taylorisme une conception de la production segmentée et additive dans un cadre d'élaboration mécanique où le travail humain occupe la place centrale, c'est l'augmentation de la productivité du travail qui est au cœur de l'effort de modernisation. A l'opposé, on pourrait trouver une conception qui viserait à réduire au maximum les interventions humaines en supprimant la segmentation et en fluidifiant la production: c'est le cas de l'industrie de process. Or, comme il a été montré, l'évolution globale de la production verrière ne correspond pas tout à fait à l'une ou l'autre. Ainsi, a-t-on vu se développer une analyse des méthodes pour rationaliser les interventions humaines, mais comme il ne s'agissait pas d'une industrie de montage le concept ne pouvait s'affirmer pleinement (il n'y a que très peu d'addition d'opérations et donc pas de possibilité de jouer sur le facteur temps...). On a vu aussi que les efforts d'amélioration de l'efficacité industrielle ont porté sur l'ensemble des facteurs de production (matières premières, énergie, installations) et pas seulement sur le facteur humain. En fait, les principes tayloriens s'appliquent surtout aux industries de main-d'œuvre où le principal coût de production est la masse salariale.

⁸⁷ Inclusions: crasses: ondulations: trois types de défauts ayant des causes très différentes.

A l'intérieur de la branche verrière, l'approche de Taylor convient mieux au verre creux qu'au verre plat, et pour ce qui concerne les phases du processus de fabrication, au formage. C'est là que se trouve la plus grosse consommation de main-d'œuvre, et c'est pour cela que l'effort a porté sur une mécanisation qui a provoqué une amélioration de la productivité du travail et donc une meilleure efficacité industrielle. Dans le verre plat ou pour le stade de la fusion, la logique mise en œuvre a été d'une autre nature: l'effort a porté d'emblée sur le remplacement des actions humaines par des procédés fluides. La modernisation technologique aurait donc créé une alternative fondamentale: une taylorisation pour le verre creux, et le cheminement vers une industrie de process dans le verre plat. Ce qui semble être confirmé par une visite des sites de production: un désert humain pour le verre plat, une ruche bourdonnante pour le verre creux.

B - De nouvelles potentialités stratégiques:

L'étude des effets de la modernisation technique montre qu'elle a offert aux entrepreneurs de nouvelles capacités d'action dans le domaine stratégique.

La première est liée à la baisse des coûts de production qui entraîne une amélioration des performances des entreprises; une amélioration qui peut être résumée à une croissance des taux de profit et à une baisse des prix des produits, laquelle ouvre la porte à une croissance du marché.

La seconde amélioration des capacités d'action est d'une tout autre nature, elle ne concerne que les grosses entreprises, mais s'est confirmée tout au long de ce dernier siècle et demi d'innovations: il s'agit d'une diversification fonctionnelle. La première forme prise par la diversification en liaison avec l'innovation technologique est liée aux besoins nouveaux générés par l'adoption de procédés de fabrication différents. Très souvent, les grandes entreprises du secteur ont satisfait ces nécessités par le développement d'activités parallèles pour ne pas recourir à des producteurs extérieurs. La seconde forme prise par cette diversification est une ouverture à des métiers voisins des pôles centraux des entreprises, dans lesquels elles s'engagent à la suite de recherches menées sur des procédés nouveaux. (L'inverse n'est pas vrai: la diversification n'est pas uniquement rattachée à la modernisation technologique, car de nombreux autres paramètres stratégiques interviennent). Nous postulons simplement que la modernisation technologique a "suggéré" cette entrée dans d'autres métiers et l'a autorisée dans bien des cas.

La troisième et dernière potentialité stratégique créée par les efforts de modernisation est la maîtrise de la technologie elle-même. Il semble que cet effet ait été très tôt perçu comme fondamental par les entreprises verrières, au point que la recherche fut développée comme une arme du dispositif stratégique global. Ainsi, être capable d'innover, le montrer, sans toujours le faire dans l'instant, semble avoir été au cœur des préoccupations des grands du secteur verrier, et ce d'avantage dans le verre plat que dans le verre creux.

Nous suivrons donc cette démarche en trois volets pour mieux comprendre en quoi la donne stratégique a été modifiée par les choix de modernisation.

1) La baisse des coûts de production:

Le premier élément qui vient à l'esprit lors de l'étude des effets de l'innovation technologique est que celle-ci a été introduite par les industriels dans le but de réaliser des économies dans le domaine de la production. Avant que d'examiner, au moyen d'exemples précis, les étapes et les innovations qui ont permis de concrétiser cette démarche, nous allons rapidement

expliciter la validité du postulat selon lequel l'introduction de l'innovation provoque une baisse des coûts, par le rappel de quelques notions économiques générales.

a) Moyens et effets de la baisse des coûts de production:

Pour simplifier nous pourrions rappeler que la baisse des coûts de production passe par l'amélioration de la productivité du travail⁸⁸, de la productivité du capital⁸⁹, de la productivité des consommations intermédiaires⁹⁰.

* L'amélioration de la productivité du travail est liée à une meilleure efficacité du travail, conséquence d'une diminution de la durée des temps opératoires (à nombre d'objets produits identique), et/ou conséquence de l'augmentation des capacités de production (à temps passé identique). Dans le premier cas, une rationalisation de type taylorien permet une diminution du temps consacré à la production unitaire; dans le second cas, la mécanisation permet une augmentation des quantités produites par unité de temps.

* L'amélioration de la productivité du capital passe par un rapport capital fixe/production finale le plus petit possible. Elle signifie une chasse au surinvestissement, fruit d'une mécanisation mal conduite, par exemple. Elle est aussi dépendante d'éléments extérieurs aux usines et aux entreprises: seule l'utilisation à pleine capacité permet une productivité du capital optimale, or cette utilisation est fonction évidemment des quantités produites et donc consommées. En clair, l'amélioration de la productivité du capital passe par un ajustement permanent des capacités de production à la consommation escomptée, ajustement qui n'est qu'en partie maîtrisé par les entreprises.

* L'amélioration de la productivité des consommations intermédiaires est liée à l'optimisation du système productif: il s'agit pour ce faire de diminuer les pertes en tout genre et en premier lieu dans notre secteur d'augmenter le rendement énergétique. Ici l'économie industrielle exprime d'autres préoccupations que l'économie générale puisqu'il s'agit d'aller au-delà du rapport classique Quantité/Prix pour s'intéresser aux grandeurs physiques, elles-mêmes étroitement liées aux questions technologiques.

Pour conclure ce rappel de notions fondamentales, nous pouvons insister sur le type de potentialités nouvelles apportées par la baisse des coûts de production. En théorie, elle entraîne à la fois une baisse des prix de vente et une augmentation des profits. (La proportion réservée à l'un

⁸⁸ La productivité du travail: Q (volume de la production) / N (volume du travail).

⁸⁹ La productivité du capital: Q (volume de la production) / K (volume du capital)

et à l'autre est au cœur de la gestion stratégique de l'entreprise). La baisse des prix de vente signifie une augmentation probable de la consommation donc, à terme, celle de la production. Il y a sur ce plan une adéquation étroite entre le type de produit concerné et le pourcentage de baisse effectué. Il est facile d'imaginer qu'un produit à forte valeur ajoutée auquel on fait subir une baisse conséquente connaîtra une forte hausse de la demande.

La hausse du taux de profit peut être répartie entre deux destinations: la rémunération du capital ou l'investissement productif. Dans le cas d'une entreprise par actions, une amélioration des dividendes octroyés aux actionnaires provoquera (toutes choses étant égales par ailleurs) une attractivité plus forte de l'entreprise. Or l'effet à terme en sera une plus grande capacité à croître: les augmentations de capital seront facilement souscrites. Si l'investissement productif est privilégié, l'aptitude à se moderniser et à augmenter les capacités de production en sera renforcée. Dans le cas d'une entreprise familiale ou individuelle, comme il en existe dans le verre creux et en existait il y a peu dans le verre plat, la hausse du taux de profit se ramène à la seconde hypothèse. En effet, la rémunération du capital signifie, dans le cas d'une gestion saine..., une plus grande capacité d'autofinancement et offre toute latitude à une marche en avant.

Pour ce qui concerne le secteur verrier, l'histoire des entreprises concernées est une vérification exacte de ces notions et semble donc prouver que la baisse des coûts de production a bien été un des buts recherchés lors des efforts de modernisation technologique.

b) Exemples de recherche d'une baisse des coûts de production et résultats obtenus:

Notre présentation des moyens mis en œuvre et des effets de la baisse des coûts de production va s'effectuer selon le découpage théorique sommaire présenté ci-dessus: amélioration de la productivité du travail, de la productivité du capital, de la productivité des consommations intermédiaires.

* La productivité du travail est un point de réflexion majeur pour les industriels du XIX^{ème} siècle car le contexte les y incite: il y a ainsi à la fois une hausse de consommation et l'arrivée de potentialités technologiques nouvelles. Une meilleure productivité du travail passe en verrerie, comme ailleurs, par une amélioration des méthodes opératoires et l'adoption de la mécanisation. Dans le verre à vitre, de la fin du XVIII^{ème} siècle au milieu du XIX^{ème} siècle, la production horaire d'une place de trois personnes passe de 5m² à 8m², soit 1,6 fois plus. Ce gain est obtenu par une réflexion sur le travail et sur le cadre de son exercice: il faut produire plus car la demande augmente, et le nombre d'ouvriers augmente peu pour les raisons de corporatisme évoquées plus

⁹⁰ La productivité des consommations intermédiaires: Q (volume de la production) / CI (volume des

haut. Les paramètres qui peuvent être modifiés sont l'agencement des places de travail, qui est modernisé, la taille des halles, qui s'agrandit, le tout offrant une plus grande facilité de travail. Il s'agit d'une sorte de taylorisme avant la lettre...

Cependant, le principal gain de productivité est obtenu par la mécanisation que nous avons présentée plus haut. Le tableau suivant résume ces gains pour le verre creux et le verre à vitre:

Gains obtenus dans la productivité du travail (1800-1980):

	Verre à vitre	Verre creux
1800 à 1850	62,5%	275%
1850 à 1900	380%	275%
1900 à 1920	300%	941%
1920 à 1950	40%	188%
1959 à 1980	114%	11%

Source: Synthèse de l'auteur d'après différentes origines.

Les croissances sont formidables, leurs origines ayant été exposées plus haut ne seront pas reprises ici. Par contre, on peut tenter d'expliciter ressemblances et dissonances de rythme dans l'évolution de la productivité du travail entre le verre plat et le verre creux. Dans les deux cas, la mécanisation a provoqué un bond en avant (assez voisin quant aux gains): 380 % dans le verre à vitre, 275 % dans le verre creux. Le passage aux systèmes automatiques (étrirage pour le verre à vitre; machines auto-alimentées par feeder pour le verre creux) est aussi synonyme d'une augmentation (300 % pour le verre à vitre et 941 % pour le verre creux). Par contre, l'évolution ultérieure est très révélatrice des potentialités des deux systèmes et surtout confirme les caractères profonds de chaque type de procédé. Après une relative stagnation des gains de productivité dans le verre plat (de 1920 à 1950: 40 % seulement...) en relation avec le maintien du système de l'étrirage, la production du travail connaît une nouvelle croissance importante: 114 % de 1950 à 1980. Elle est liée à la mise en place du float, au changement de principe fondamental: le passage à un système de process. A l'inverse, après une croissance encore très forte de 1920 à 1950 dans le verre creux liée à l'amélioration des rendements horaires de machines conduites par un seul opérateur, les gains de productivité s'essouffent et connaissent un palier depuis 1950 (11% de croissance...). Le système taylorien perfectionné au mieux semble atteindre ses limites et donc sur ce principe, la recherche de la baisse des coûts de production paraît compromise. (Les entreprises de l'embouteillage, ou de la gobeletterie doivent certainement être actuellement orientées vers d'autres démarches pour augmenter leurs profits: en particulier en recherchant une plus forte valeur ajoutée).

* La productivité du capital obéit à d'autres paramètres, que la démarche de modernisation technologique des verriers a su mobiliser et rendre plus efficaces. Le premier paramètre à avoir été amélioré est le phasage des opérations: leur nombre a été réduit et certains équipements fixes ont été supprimés. Ainsi, un exemple d'économie de capital nous est donné par la disparition du four à fritter en liaison avec le remplacement des soudes naturelles par les soudes artificielles. L'amélioration des méthodes opératoires participe de la même démarche: nous avons rencontré dans la présentation des techniques du recuit, le remplacement des carcaises par les stracous. Les premières avaient une capacité théorique mensuelle de recuit de 350m², les seconds de 42 000m²: un stracou remplace donc 120 carcaises! La prise de conscience des progrès offerts par un procédé fluide par rapport à un procédé statique a amené une très forte économie en capital immobilisé (tant pour le four lui-même que pour les bâtiments et autres éléments de manutention...).

Le troisième paramètre est, bien sûr, l'optimisation du rapport existant entre les capacités de production et la production effective. Cette optimisation est passée par la suppression des différents goulets d'étranglement qui ralentissaient la fabrication et donc empêchaient une utilisation maximale des équipements. Là encore, la nature même du produit a été au cœur des questions à régler: la dualité profonde des produits verriers, "mi-produits chimiques", "mi-produits issus d'une transformation mécanique", a généré une évolution différentielle. A l'amont, du côté de la fusion, dans un cadre de fonctionnement de nature chimique le four à bassin a permis d'obtenir cette optimisation. Schématiquement, il suffit d'ouvrir plus ou moins le robinet pour accélérer le débit (en introduisant plus ou moins de composition). Par contre à l'aval, dans un cadre d'élaboration de nature mécanique, le blocage s'est maintenu tant que le formage est resté sous une forme séquentielle. Le passage à un procédé mécanique continu a amélioré la situation: la plus grande vitesse d'exécution a ouvert la voie à un meilleur usage du four. Mais la véritable solution résidait dans l'adoption au niveau du formage d'un système de nature "thermochimique", ce qui n'a été possible que dans le cas du verre plat, avec le float glass. Pour ce type de fabrication, il existe désormais une potentialité extrême d'utilisation du capital puisqu'aucun goulet d'étranglement technique ne ralentit la production.

Le dernier paramètre auquel les verriers sont confrontés en matière d'amélioration de la productivité du capital est d'une autre nature que technique, et surtout se situe ailleurs que dans l'entreprise puisqu'il s'agit de la consommation. A ce moment de notre étude, cet élément déborde du cadre d'analyse que nous avons voulu de nature technique, il doit cependant être souligné et sera réintroduit en troisième partie lors de l'évocation des stratégies globales des entreprises. Il s'agit pour les verriers de répondre à une question à double entrée: celle de la consommation

globale du produit concerné et celle de la part de marché dont on dispose et donc de la concurrence. Retenons simplement à ce stade que tous les efforts techniques imaginables ne peuvent réduire le sous-emploi d'un capital fixe, si la consommation ne peut absorber le potentiel de production.

* La productivité des consommations intermédiaires est aussi en relation étroite avec la nature du produit. Celles-ci se réduisent pour l'essentiel à la question énergétique: en premier lieu, parce que sur le plan des coûts l'intrant majeur est l'énergie. En second lieu, parce que la production verrière fonctionne selon les caractéristiques d'une filière courte: entre l'enfournage de la composition et le produit fini n'entrent en jeu pratiquement pas d'éléments intermédiaires. Les seuls intrants supplémentaires seraient les produits de traitement de surface dans le verre creux⁹¹ qui n'occasionnent que des dépenses infimes. Dans les autres productions, les traitements⁹² destinés à la transformation du produit (après formage), pour l'adapter à telle ou telle destination ne font pas partie du processus d'élaboration au sein des usines. Ils n'ont pas à être intégrés dans une étude des coûts de production des industries de base puisqu'ils sont effectués par des transformateurs indépendants ou pour le compte de transformateurs.

Pour améliorer cette productivité, le premier moyen a été l'augmentation du rendement énergétique unitaire des fours. Il est à la base de l'introduction en verrerie du régénérateur Siemens, qui permet de récupérer des calories. Les deux effets en sont une forte réduction des achats de combustible (-35 à -40 % par rapport au four traditionnel), et un accroissement de la capacité de fusion d'environ 25 %, grâce à l'augmentation de la contenance des pots.

Le second moyen a été la mise en place du système fluide déjà évoqué: le four à bassin signifie 45 à 50 % d'économie par rapport au four Siemens. Or, ceci n'a pas été obtenu comme avec le four Siemens par une amélioration de la performance énergétique du four, (de son rendement énergétique stricto sensu). C'est en fonction d'un principe de fonctionnement différent que les progrès ont été accomplis: la suppression du procédé discontinu (enfournement/défournement) permet un maintien du four à température fixe et a donc fait disparaître les écarts thermiques générateurs d'une surconsommation. On retrouve des préoccupations en matière de productivité du capital, car les chocs thermiques liés à une conduite discontinue de la fusion usaient prématurément les matières réfractaires du four.

L'évolution des deux moyens mis en œuvre pour améliorer la productivité des consommations intermédiaires a fait apparaître qu'un meilleur rendement énergétique a conduit à une économie de 35 à 40 %, mais que la mise en place d'un système fluide a généré un gain de 45

⁹¹ Ils sont utilisés dans le but d'améliorer l'aspect esthétique des produits et en particulier pour éviter les rayures.

à 50 %. Là encore, c'est la marche vers une industrie de process qui a été le facteur d'optimisation le plus efficace.

2) La diversification fonctionnelle:

Dans son acception la plus large, la diversification est pour les entreprises une démarche qui consiste à élargir les compétences originelles à d'autres activités. Ce processus est très souvent compris comme le moyen d'accroître le potentiel industriel à partir d'un cheminement de nature interne puis d'un élargissement de nature externe. La diversification suivrait donc une première étape de croissance interne autour de la production massive d'un bien unique, en autorisant une amélioration de la rentabilité globale par croissance externe sur des productions plus variées. Dans le cas qui nous préoccupe le cheminement des grandes entreprises verrières semble être d'une autre nature et constitue selon nous un des effets de la démarche d'approfondissement technologique menée sur le métier principal. Nous allons en préciser les contours avant que d'examiner au travers d'un exemple les potentialités nouvelles offertes par cette démarche.

a) Quelle diversification?

La première réponse que nous voulons apporter est d'ordre chronologique: il ne s'agit pas du mouvement à l'œuvre depuis une trentaine d'années ayant conduit à la constitution des mastodontes de la production industrielle qui dominent aujourd'hui l'économie mondiale. C'est fondamentalement à la diversification technique qui a pris place au XIX^{ème} siècle que nous voulons nous référer car elle est née de besoins en constituants fondamentaux d'origine artificielle (fondants chimiques), provoqués par l'introduction de procédés de fabrication différents et liés à la croissance de la production.

La seconde réponse est fournie par les limites que nous voulons donner à notre propos: cette diversification d'origine technique est issue d'une démarche industrielle, il faut introduire des composés (qui par ailleurs étaient produits de manière confidentielle à l'époque) nécessaires à l'obtention du produit fini. Il ne s'agit pas d'une diversification issue d'une démarche financière, comme assurer une meilleure gestion des profits par un investissement dans d'autres métiers. Ce type de diversification a par ailleurs pris largement place dans la stratégie des grandes entreprises de notre secteur, mais beaucoup plus tard et en fonction d'un contexte d'une autre nature.

La troisième réponse, et confirmation d'une certaine manière de notre postulat, est contenue dans l'orientation prise par cette diversification: il s'agit jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle de

⁹² Trempe, coloration, traitement métallique.

la constitution d'une branche chimique en parallèle des métiers verriers de base. Ce processus ne concerne évidemment que les grandes entreprises du secteur, les seules à maîtriser les capacités techniques et financières nécessaires à cet élargissement. En France, il est représenté par l'exemple de Saint-Gobain qui sera développé plus bas, mais de nombreux autres groupes produisant du verre comme PPG aux USA confirment les liens qui existent entre la chimie et les produits verriers.

On aurait pu s'attendre à un autre type de diversification, vers d'autres métiers du verre (verre à vitre, verre creux), c'est-à-dire en concordance avec le principe de diversification horizontale. En fait, il n'en fut rien à l'origine et cela n'est pas un paradoxe: il est une confusion à ne pas faire quant à la terminologie de produit "de" ou "en" verre. La glacerie, la fabrication de verre à vitre, la production de bouteilles ou la gobeletterie utilisent approximativement la même matière mais les procédés d'élaboration sont de nature différente, et les contenus de la modernisation ont obéi à des logiques différentes (voir supra). Dans le cas précis des grandes entreprises du verre plat et plus particulièrement de la glace, les stratégies d'ouverture vers des produits chimiques sont nées de la modernisation de procédés de fabrication spécifiques, liés aux finalités de la production et aux caractéristiques requises par des produits à haute valeur ajoutée. Pour en finir avec l'étude de la nature de la diversification à base technique, nous pouvons présenter, pour le cas de Saint-Gobain, ce qui au XIX^{ème} siècle était le fruit d'un autre mode de croissance: une diversification économique horizontale.

Ce n'est qu'en 1897 que la Compagnie de Saint-Gobain se lance dans la production de verre à vitre. Il s'agit de l'achat d'une verrerie en Bohême (à Bilin), dans le cadre d'une réponse à des concurrents belges qui s'implantaient alors dans l'Empire Austro-Hongrois. Après 1900: à Aniche en 1908 et à Chalon-sur-Saône en 1912 seront créées deux usines de verre à vitre, au moment de la mise en place des premiers systèmes de production mécanique. Il y a donc bien deux logiques de diversification de nature différente: l'une à base industrielle, directement liée au produit central de l'entreprise, l'autre à base financière en relation avec une stratégie commerciale. Le paradoxe très relatif est la distance qui va rapidement se créer entre la branche chimique et la branche verrière malgré leurs profonds liens initiaux. (Une première diversification avait précédé dans la production du verre stricto sensu celle que nous venons d'évoquer: il s'agit en 1839 d'une petite production vitrière durant dix ans dans un atelier très rapidement voué à la fermeture près de Saint-Gobain à Chauny pour employer la main-d'œuvre surnuméraire... Puis en 1853, de la production de verre coulé selon les principes du coulage sur table de la glace, sans les opérations de finition puisque le produit recevait une décoration en relief destinée à le rendre translucide. Le

verre coulé représente cependant 3 % du chiffre d'affaires du secteur verrier de Saint-Gobain en 1870, mais 25 % en 1913).

b) La branche chimique de Saint-Gobain: exemple d'une diversification d'origine technique:

Notre propos n'est pas de dresser un tableau complet de la branche chimique de Saint-Gobain qui constitue en elle-même un objet d'examen passionnant, mais qui sort du cadre de notre étude⁹³. Nous voulons montrer par le rappel de l'origine, de l'élargissement, de l'émancipation, et enfin de l'indépendance de la branche chimique de Saint-Gobain, les causes premières de sa raison d'être et peut-être de son devenir particulier dans le cadre français et international: une liaison organique avec le secteur verrier.

* Les origines: en 1822, pour les besoins de la glacerie en fondants une soudière est créée à Chauny, (Ordonnance Royale du 20 Mars 1822). Les raisons du passage aux fondants d'origine chimique ont déjà été évoquées (IIB), la principale était un renchérissement des fondants naturels lié au contexte politique et industriel, (forte hausse de la demande après 1770, affaiblissement de la monnaie française durant la Révolution, blocus britannique en 1795...). Aussi dès 1810, une première soudière avait été créée à Charles-Fontaine dans un ancien établissement verrier. La Compagnie de Saint-Gobain avait déjà commencé l'introduction de ce fondant artificiel grâce à un approvisionnement extérieur dans le cadre d'un balbutiant marché des produits chimiques. En 1822, grâce aux techniques les plus modernes de l'époque, la soudière de Chauny fournit désormais la glacerie de Saint-Gobain en sulfate de soude, à partir du procédé *Leblanc* d'attaque du sel marin par l'acide sulfurique; cet acide est élaboré sur place par combustion du soufre dans des "chambres de plomb" en présence d'eau et de vapeurs salines.

* L'élargissement de la production de Chauny s'est imposé très tôt à l'esprit des dirigeants de l'époque et ce à partir d'une démarche industrielle: la soudière avait pour fonction la production de fondants (carbonate de soude à partir de sulfate de soude), mais la réaction avait aussi pour effet l'émission d'effluents chlorés (gaz chlorhydrique). Ceux-ci pouvaient être récupérés pour la fabrication d'acide chlorhydrique, lui-même utilisable à l'époque pour des composés simples comme le chlorure de chaux, un désinfectant. Cette idée contient en germe celle d'une

⁹³ Les sources abondent tant au coeur des archives du groupe à Blois, qu'à partir de travaux internes et externes sur lesquels nous nous sommes appuyés. Nous citerons pour mémoire: Daviet J.P. "Une multinationale à la Française, Saint-Gobain 1665-1989" Fayard Paris 1989. Hallade J. "Histoire de la Soudière de Chauny, 1822-1972" Saint-Quentin 1973. Hamon M. "Du Soleil à la terre, une histoire de Saint-Gobain" Paris 1988. Saint-Gobain "Compagnie de Saint-Gobain. 1665-1965: Livre du Tricentenaire Paris 1965".

diversification puisque la chimie de l'acide chlorhydrique était prometteuse d'un bel avenir. (D'autres méthodes furent mises au point plus tard, à partir de l'électrolyse de solutions salines...). L'élargissement signifiait aussi un premier pas vers l'émancipation de la soudière. En effet, celle-ci avait été mise au service exclusif de la Glacerie de Saint-Gobain, mais les autres verriers (en fait exclusivement les fabricants de glace à l'époque, voir ci-dessus) pouvaient utiliser ce fondant. Aussi les dirigeants de Saint-Gobain ont-ils recherché auprès de la Monarchie de Juillet l'autorisation d'agrandir leur soudière dont la capacité a été multipliée par cinq de 1831 à 1840. (A l'époque Chauny représentait 15 % de la production française totale en Sulfate de Soude et rapportait un tiers des bénéfices totaux de la Compagnie de Saint-Gobain, grâce au passage de la production de 200 tonnes par an à 1 000 tonnes par an). De fait, si en 1840 les chiffres d'affaires respectifs de la Glacerie et de la Soudière étaient identiques, dès 1850 la branche chimique dépassait la glacerie: 3,3 millions de francs pour la chimie, 2,6 millions de francs pour la glacerie. Avec une croissance en volume avoisinant les 4,5 % par an, la chimie était l'affaire par excellence de la fin du XIX^{ème} siècle. La Compagnie de Saint-Gobain disposait en 1913 de douze établissements verriers, avec un chiffre d'affaires de 47 millions de francs par an et de vingt-deux établissements chimiques pour un chiffre d'affaires de 90 millions de francs par an. Ce bond en avant est lié à une politique d'accroissement des capacités plus qu'à une diversification des produits fabriqués. Ainsi l'acide sulfurique se maintient comme point nodal de la production des usines chimiques en dégageant la moitié de la valeur ajoutée de ce secteur. A l'origine, l'acide sulfurique sert exclusivement à la fabrication de fondant, puis il fut pour moitié vendu à l'extérieur (chimie, savonneries, huileries). L'acide chlorhydrique, second produit de base, constituait aussi une importante source de revenus, grâce au chlorure de chaux.

* L'émancipation de la branche chimique se produisit sous le Second Empire, sans toutefois qu'une véritable scission n'intervienne brutalement. De manière assez significative, elle a commencé par une réorganisation des structures directionnelles d'une entreprise qui avait fortement grandi. En 1862, la gestion des produits chimiques au sein de la Compagnie de Saint-Gobain fut confiée à une direction indépendante à Chauny et à des services commerciaux autonomes à Paris. Les liens organiques entre les deux branches demeuraient et étaient incarnés par des scientifiques de haut niveau qui travaillaient tout autant sur le verre que sur les produits chimiques. L'ingénieur Pelouze, successeur de Gay-Lussac, chimiste de terrain et administrateur, membre de l'Académie des Sciences fut l'expression même de cette double démarche. Il consolida la branche chimique en organisant des recherches sur des procédés plus modernes et s'efforça en même temps de percer les secrets de la composition, dans le but de maîtriser le travail du verre.

L'émancipation de la branche chimique passa aussi par deux événements importants: chronologiquement se plaça tout d'abord en 1872 une fusion avec une entreprise chimique de première importance, Perret Olivier, laquelle apporta un savoir-faire et surtout fit gagner une masse critique suffisante à la Compagnie. Puis, en 1875, fut créé à Paris un laboratoire de recherches en chimie indépendant des structures anciennes ce qui ajouta à la capacité financière une aptitude technique de premier ordre. En 1880, l'ancienne branche chimique de Saint-Gobain représentait 40 % de la production chimique totale française.

* L'indépendance provoqua la diversification des productions avec une ouverture vers la chimie du chlore et la fabrication des engrais. Il s'agissait en fait toujours de poursuivre la logique technique classique de l'entreprise: Saint-Gobain s'accrochait à la fabrication du Sulfate de Soude selon le procédé Leblanc, alors que le procédé Solvay de production de Carbonate de Soude à partir de l'ammoniaque était désormais plus efficace. Néanmoins pour des raisons techniques (cf. plus haut) le Sulfate Leblanc devenait le produit clé. Un débouché nouveau lui fut trouvé en 1892, au moment même où dans le verre à vitre et bientôt en bouteille, on s'orientait vers le carbonate Solvay. Une usine de fabrication d'engrais (Superphosphates Saint-Gobain) était créée à Balaruc (Etang de Thau), le principe utilisé était l'attaque de phosphates naturels par l'acide sulfurique: la filiation technique était donc toujours opérante, mais désormais les trois quarts de l'acide sulfurique allaient être destinés aux engrais. Après 1914, la diversification d'origine technique se coupla d'une démarche économique avec cependant toujours une logique industrielle. En effet, il s'agissait de trouver des partenaires ou de s'associer avec d'autres entreprises disposant de capitaux et(ou) d'une technologie, afin de poursuivre la croissance quantitative de la production. On a ainsi en 1919, la création d'une filiale avec l'Air liquide pour la synthèse de l'Azote et de l'Hydrogène qui permettait le développement d'engrais azotés. En 1924, c'est vers la chimie de la cellulose que Saint-Gobain s'efforce de lancer une nouvelle activité, grâce à un partenariat avec Navarre, un papetier, et Gillet, un chimiste. La volonté originelle était d'élaborer une filière large (textiles artificiels, acétate de cellulose, papiers...), laquelle se heurta à des problèmes techniques et financiers ainsi qu'à un partenariat parfois hésitant. Après 1930, la cellulose est recentrée sur les métiers du papier... Très timidement, en 1930, Saint-Gobain prenait pied dans la chimie du pétrole par une participation dans la P.C.R.B.⁹⁴, Compagnie des Produits Chimiques et Raffineries de Berre. Il y eut dans les années 50/60 une association avec Shell dans ce secteur, avant la cession de tous les actifs à cette même entreprise, en 1970. En 1960, la branche chimique entre dans une logique globale, tout autant en liaison avec une volonté industrielle qu'en fonction des

⁹⁴ Une entreprise privée concurrente de C.F.P. et de la future C.F.R. (toutes deux d'origine étatique).

considérations stratégiques évoquées en introduction: l'ère du "mécano-industriel" était née... Sa branche chimique était associée à celle de Pechiney dans Pechiney-Saint-Gobain, qui fut à partir de 69 contrôlée par Rhône-Poulenc, à qui Saint-Gobain échangea sa filiale chimique contre des actions Rhône-Poulenc en 71. (Cette participation croisée a conduit Saint-Gobain à être le plus gros actionnaire de Rhône-Poulenc, tout en ne disposant plus d'une production chimique autonome). De fait, après un siècle et demi de croissance centrée sur des compétences industrielles liées à l'origine au verre, puis autour de produits de base, la branche chimique de Saint-Gobain a perdu son indépendance et son originalité. (Il ne restait, au milieu des années 80, dans le giron de Saint-Gobain que la Cellulose du Pin, pour le métier du papier et du bois, qui fournit aujourd'hui 15 % environ des profits des ventes industrielles de Saint-Gobain). Quelques conclusions peuvent être soulignées au-delà de ce simple constat:

La diversification née de logiques industrielles liées aux nécessités de la modernisation a offert à l'entreprise des potentialités stratégiques de premier plan. En premier lieu, la capacité financière de la Compagnie de Saint-Gobain s'est accrue considérablement: dès 1840 un tiers des bénéfices sont liés à la Soudière, très vite ils sont devenus majoritaires. En second lieu, la voie choisie permettait de s'assurer une sécurité d'approvisionnement, un "contrôle amont" des fournitures destinées aux concurrents, tout en ne s'écartant pas des compétences de base. En troisième lieu, la diversification est apparue comme une sécurité en soi, d'autant plus qu'elle s'effectuait dans un secteur à forte croissance. La chimie de base était une assurance de profits réguliers, beaucoup plus sûrs que ceux du métier de glacier soumis aux aléas d'une consommation de produits de luxe.

Cet exemple est assez significatif des potentialités fournies par une stratégie centrée sur le développement technologique. Il ne peut être généralisé à toute la branche verrière, car il ne concerne que la plus grosse entreprise verrière française. Mais il offre une très bonne illustration d'une démarche fondamentale des grands groupes verriers: le développement d'une recherche et d'une production d'innovation technologique comme élément "stratégique en soi". C'est cette question de la place de "l'arme technologique" dans l'arsenal stratégique qui va être abordée maintenant.

3) La technique comme élément stratégique:

Dans la section qui va suivre, nous présenterons de façon globale le pourquoi et le comment de l'intégration de la recherche technique dans les stratégies industrielles des grandes entreprises verrières. Nous postulons en effet que les démarches de recherche sont des éléments fondamentaux d'une stratégie industrielle au même titre que la conquête d'un nouveau marché, la prospection de nouveaux financements ou la mise en place de nouvelles formes d'organisation. Il ne s'agira pas d'étudier les politiques de recherche de chaque entreprise, mais en relation avec la démarche d'ensemble de cette partie, nous tenterons de rapprocher les efforts de modernisation des procédés techniques (liés au produit) et la démarche stratégique des entreprises verrières. Pour ce faire, nous procéderons de la même manière que pour les sous-sections précédentes: en premier lieu, nous nous référerons à des notions théoriques sur lesquelles nous avons bâti notre argumentation, puis en second lieu, au travers d'exemples pratiques, nous tenterons de mesurer la place des recherches techniques dans la stratégie des firmes de notre secteur d'étude.

a) Technique et technologie:

Nous avons déjà employé les termes "d'innovation technique", voire "d'innovation technologique" dans leurs acceptions courantes, alors que de façon plus correcte ils devraient être remplacés par l'expression "introduction de procédés techniques nouveaux". En effet, l'innovation en tant qu'émergence d'une idée nouvelle ne signifie pas forcément l'introduction de procédés techniques novateurs dans telle ou telle fabrication. Aussi semble-t-il opportun de préciser quelque peu le sens des termes en se référant à des définitions autorisées.

Dans l'introduction de l'article "Technologie" de l'Encyclopaedia Universalis, J. Guillerme dénonce la confusion terminologique qui substitue technologie à technique, en liaison avec une certaine suprématie de la langue anglaise et un caractère "plus noble, plus chargé de science, plus avancé..." du mot technologie. Le même auteur donne au mot de technique la définition suivante: "tout mode de composition d'éléments d'une activité, dont l'agent individuel ou collectif se représente les effets". Dans le domaine industriel, il s'agit donc de "la suite ordonnée de mouvements spécifiques, en vue d'obtenir un produit particulier"⁹⁵, lesquels mouvements sont tout autant exécutés par l'homme que par la machine.

Le "discours sur la technique", la technologie, est d'une autre nature: il suppose "une conscience de la rationalité et une exigence de la mathématisation" J. Guillerme (ibidem); ce faisant la technologie est plus qu'un discours, plus qu'une réflexion sur des pratiques, elle est une

⁹⁵ Benko G.: "Quelques concepts de la géographie économique des années 1980-1990". CRIA . Paris I, 1990.

conceptualisation scientifique des éléments constitutifs de la production. La technologie est aussi un outil, permettant de transmettre un savoir (codifié et systématisé), ainsi qu'une série de doctrines (inscrites dans un contexte socio-culturel, placées dans un moment particulier de l'histoire et obéissant à un projet particulier). Ces outils ou ces doctrines peuvent être utilisés par différents acteurs comme les ingénieurs qui vont y chercher des matériaux théoriques, ou les chefs d'entreprise qui vont en disposer pour effectuer leurs choix. On comprend ainsi la facilité de glissement de sens entre technique et technologie: c'est en fonction d'un choix technologique que telle ou telle décision peut être prise, mais ce choix implique le plus souvent une transformation des techniques du processus productif.

La technologie en tant que doctrine est évidemment un des corpus dans lesquels puisent les décideurs pour orienter leur stratégie productive, d'autant plus qu'elle ne se limite pas à des aspects techniques, mais qu'elle est aussi issue du rapprochement entre processus productif et contexte économique global. J. Guillerme conclut son article sur une analyse de "la pensée technologique des techniques" et identifie ainsi la technologie à "une technique de l'usage calculé des techniques". Plus prosaïquement, nous conserverons les idées de doctrine et de systématisation des connaissances comme sens et raison d'être du mot technologie: il s'agit donc du corpus qui offre la possibilité à un utilisateur potentiel d'y puiser les moyens d'améliorer des techniques productives.

b) Introduction de procédés techniques nouveaux et stratégie industrielle:

α - De la multiplicité des points de vue:

Le débat sur la technologie va beaucoup plus loin qu'une simple querelle sémantique car il exprime en fait la multiplicité des points de vue exprimés à son propos par des disciplines aussi variées que la philosophie, l'histoire, l'ethnologie, l'économie, la sociologie. Toutes ces prises de position ont des ancrages théoriques différents: les philosophes réfléchissent actuellement sur une conception systémique reliant science, technologie et environnement socio-économique; les historiens avaient déjà abordé ces notions en soulignant les liaisons qui arriment les techniques aux sociétés. Les économistes ont longtemps buté sur une mise à l'écart de la variable technologique, considérée comme élément extérieur aux structures productives. Aujourd'hui, il semble que le courant de "l'Economie Industrielle" réintroduise la technologie dans les composantes fondamentales de l'économie au même titre que l'organisation de la production ou du travail. Les sociologues industriels avaient défriché le terrain en insistant sur la force des liens qui unissent technologie, organisation de la production et du travail. Là encore les thèses en présence ont conduit à des prises de position radicales où se distinguent deux camps: les tenants

du déterminisme technologique et ceux de l'indéterminisme qui récusent tout lien entre technologie et système productif. Pour les premiers, l'organisation de la production et du travail sont les résultats d'une logique technologique, pour les seconds d'autres facteurs tout aussi importants entrent en jeu: ils ont mis en évidence le rôle de la structure de la production, des acteurs qui la contrôlent, des hiérarchies et des organisations des entreprises...

Au-delà de toutes ces oppositions théoriques, nous nous préoccupons plutôt des motivations, des modalités d'organisation et des effets du changement technique, tout en sachant que celui-ci s'inscrit dans un système technologique qui par de multiples connexions se rattache à un environnement économique, social et intellectuel plus global. Car, si nous avons déjà rencontré de nombreux domaines d'application de la technique, comme la maîtrise de l'énergie, la réalisation de produits nouveaux ou la maîtrise des propriétés des produits anciens, il nous faut maintenant en systématiser les divers mécanismes. Toutefois, nous garderons en mémoire les différentes approches évoquées plus haut, car elles font toutes de la technique un élément fort du système productif, en tant que composant de base de la technologie.

β - Des motivations économiques et stratégiques:

Si, d'une manière générale, les facteurs de la mise en œuvre des nouveautés techniques s'inscrivent dans la poursuite de trois catégories de buts: la naissance de nouveaux biens et procédés, l'amélioration des structures de production et le dépassement des performances des concurrents, celles-ci peuvent être réorganisées en termes de stratégie économique.

* En premier lieu, l'amélioration des performances économiques d'une entreprise passe par une amélioration de la productivité des facteurs de production et donc par une démarche technique; elle-même génère une baisse des coûts: "effet direct" que l'on a déjà rencontré.

* Plus profondément, la recherche technique permet d'acquérir une position de monopole, parfois temporaire mais suffisamment décisive pour autoriser de lourds investissements (Schumpeter). Or cette position ne peut être défendue que par un contrôle de l'accès au marché, et donc par une poursuite des recherches qui maintiennent une avance technique, laquelle consolide "les barrières à l'entrée". L'introduction de l'innovation technique repose sur des intentions allant bien au-delà de ses effets escomptés sur le coût des facteurs, car elle permet de réorganiser les combinaisons productives: c'est une arme de choix vis-à-vis de la concurrence...

γ - Des modalités d'application liées aux structures des systèmes productifs:

* Si les analyses économiques classiques considéraient de manière trop étroite que l'adoption de techniques nouvelles avait pour unique but de maximiser le profit (par la baisse des

coûts), elles ont eu pour mérite de souligner que cette adoption subissait des contraintes de capacité et de prix relatifs. En clair, il existe au sein de l'industrie mais aussi des différentes branches, des variations importantes selon le type de production et la taille des entreprises.

* Beaucoup plus près de nous, certains économistes ont insisté sur les écarts qui séparent les branches productives, en ce qui concerne le développement de l'innovation. Ainsi K.Pavitt⁹⁶ distingue trois classes de comportements innovateurs:

_ les secteurs dominés par l'offre, c'est-à-dire tournés vers la demande finale (secteurs traditionnels manufacturiers et non manufacturiers). Ils adoptent souvent une technologie venue de l'extérieur grâce à leurs investissements en biens intermédiaires ou d'équipements: les techniques sont innovantes, mais les secteurs sont dépendants d'un corpus théorique externe.

_ les industries "tournées vers la science" sont actuellement les moteurs de la croissance technologique en relançant en permanence la propension à l'innovation des autres secteurs; ils créent en effet des marchés nouveaux et précipitent l'obsolescence de nombreux biens classiques.

_ les secteurs à "forte densité de capital" où se trouvent à la fois les industries à production de masse (électroménager, automobile) et les industries à processus continu (sidérurgie, verre...) utilisent une technologie endogène. Ils sont à l'origine, non seulement d'innovations techniques, mais aussi d'un corpus de connaissances qui leur est propre et dans lequel ils puisent pour les raisons évoquées plus haut.

* Une dernière modalité d'intervention de l'innovation technique entre en jeu: les stratégies de mise en place de techniques nouvelles sont liées à la structure productive des secteurs: ainsi un secteur composé d'une multitude de petites entreprises (PME - PMI) ne se comporte pas de la même manière qu'un secteur à "structure oligopolistique"⁹⁷. La raison est à rechercher dans les processus concurrentiels qui sont un des moteurs de la mise en œuvre de l'innovation; nous insisterons sur la concurrence dans un secteur caractérisé par un même type de produit et dominé par quelques grandes entreprises, à l'image du secteur verrier. La concurrence au sein d'une structure oligopolistique ne fonctionne pas selon les canons de la concurrence "pure": prix et quantités n'obéissent pas tout à fait aux lois du marché, décrites dans les traités d'économie classique. L'offre se réduit à quelques firmes qui disposent de ce fait d'un grand pouvoir vis-à-vis des prix: c'est ce qui est dénommé "le pouvoir de marché". Dans le cas d'une homogénéité du produit et des processus de production, cet effet est renforcé: les marchandises sont identiques et leurs prix très voisins. Dès lors, la concurrence se résume à une lutte pour l'obtention des coûts de

⁹⁶ Pavitt K. "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory" Research Policy, vol. 13, n°6 1984. (Cité dans le Traité d'Economie Industrielle-Economica Paris 1988).

⁹⁷ Oligopole: secteur caractérisé par des centres de décisions peu nombreux.

fabrication les plus bas et donc une très forte pression s'exerce pour la mise en œuvre de recherches techniques sur les procédés. Même si selon F. Perroux⁹⁸ "la coalition tacite au sein de l'oligopole est fréquente" rien n'exclut une compétition entre grandes firmes, laquelle se concrétise par une lutte pour la recherche, car l'innovation est une source de nouvelles opportunités. En effet, l'introduction de techniques nouvelles peut rendre obsolètes des procédés anciens, des matières premières, voire dans certains cas, le produit lui-même. Pour toutes ces raisons, les entreprises combattent la dévalorisation de leur capital technique par une démarche duale: un renforcement des dépenses en recherche-développement et surtout une "internalisation" de la technologie. Les dépenses engagées pour la recherche-développement peuvent prendre la forme concrète de l'élaboration de techniques de productions nouvelles, intégrées très rapidement dans les usines. Mais on trouve aussi des exemples de "veille technologique", c'est-à-dire d'un suivi minutieux de l'évolution du savoir théorique et pratique, afin d'être capable de réagir dans l'instant en fonction des choix des concurrents. L'internalisation de la technologie a aussi deux intérêts: elle garantit aux entreprises une autonomie et donc une meilleure marge de manoeuvre et elle permet, grâce à un secret industriel soigneusement entretenu (dialectique du "montré et caché"⁹⁹), une meilleure maîtrise des rythmes de la mise en œuvre réelle des innovations. Chaque membre de l'oligopole soupèse le potentiel de ses voisins, même s'il ignore les limites exactes de leur force. Dès lors, les membres de l'oligopole font face à une alternative simple: entretenir "une guerre permanente de modernisation effective"¹⁰⁰, laquelle nécessite beaucoup de capitaux (mise en place de nouvelles filières techniques, ou réalisation d'équipements nouveaux), ou maintenir "un statu-quo glissant"¹⁰¹, (introduction lente et plus ou moins tacitement partagée, de procédés nouveaux). C'est en cela qu'existe une différence fondamentale entre la maîtrise de la technologie et l'introduction de nouvelles techniques: l'élément stratégique est la maîtrise de la technologie, l'outil tactique est l'introduction de nouvelles techniques.

Pour conclure sur la nature stratégique de l'introduction d'une technique nouvelle, nous pouvons rappeler deux dernières variables fondamentales:

- _ l'ampleur des effets de l'innovation est fonction des caractéristiques technologiques du processus de production (capitalistique ou de main-d'œuvre).
- _ l'innovation peut être amplifiée ou ralentie par l'état de la croissance économique du secteur: en période de croissance forte, l'usage de tel ou tel facteur pourra encore s'étendre même si l'innovation a pour but de le restreindre; à l'inverse en période de faible

⁹⁸ Perroux F. "L'économie du XX^{ème} siècle", PUF, Paris, 1964.

⁹⁹

¹⁰⁰

croissance, les effets de l'innovation seront accentués, si elle a pour but une économie de facteurs.

c) La modernisation technique et le secteur verrier:

Depuis le début de notre analyse, nous avons rencontré une série d'innovations techniques qui ont eu des effets marqués en matière de coût et au plan de la diversification fonctionnelle des entreprises verrières qui les avaient mises en œuvre. Les éléments théoriques, mis à notre disposition par la science économique, vont nous permettre d'aller plus loin afin de comprendre la place prise par la technique dans la démarche stratégique.

* Une première hypothèse théorique indique que les effets de l'innovation varient selon le type de production et la taille des entreprises concernées: l'opposition entre verre plat et verre creux corrobore cette vision. Dans le verre plat et la glace existe une structure productive oligopolistique; de grandes entreprises en petit nombre qui détiennent un important capital productif et qui disposent de puissants laboratoires de recherche-développement. A l'inverse, dans le verre creux, la production a été longtemps aux mains de petites entreprises peu dotées en capital et donc inaptes à générer une recherche technique.

Les procédures de mise en place des innovations avèrent ces théories: ainsi pour la fusion, les grandes révolutions sont nées dans les entreprises du verre plat qui ont, les premières, maîtrisé fours Siemens, fours à Bassin, fondants chimiques, appareils de mesure... Il semble que jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, le contrôle de ce savoir ait été imparfait même pour les plus grandes entreprises. Ces procédés sont issus d'autres secteurs (pour l'essentiel de la sidérurgie), ils ont été adaptés par les ingénieurs des verreries, mais le corpus technologique est à l'époque incomplètement dominé. L'ère du formage mécanique puis automatique est d'une autre nature: les grandes entreprises verrières deviennent souveraines en internalisant la technologie. Les procédés de fabrication prennent désormais les noms de grands ingénieurs ou de grands patrons de la verrerie, souvent anglo-saxons pour le verre à vitre, parfois français pour la glace.

Dans le verre creux la mécanisation et l'automatisation se font par l'adoption des mêmes matériels dans toutes les verreries (des machines Boucher, aux Lynch...), il n'y a pas eu d'internalisation sauf pour quelques grandes entreprises qui dominent aussi le verre plat et d'où sont issus tous les courants innovateurs contemporains.

* Une seconde hypothèse théorique nous a fait apparaître que la technique était utilisée comme une arme tactique vis-à-vis des concurrents: il y a contrôle par les firmes en place de

¹⁰¹ Les trois expressions sont de l'auteur.

toutes les menaces extérieures, dans un processus de renforcement des "barrières à l'entrée". L'évolution sur un siècle et demi du secteur verrier français corrobore cette hypothèse: le nombre des entreprises a diminué, il y a eu concentration et non arrivée de nouveaux acteurs. Des situations déjà rencontrées lors de l'étude de la mécanisation de la bouteille en sont la preuve: en Champagne l'arrivée des machines automatiques sonne le glas de toutes les entreprises familiales. L'entreprise Saint-Gobain introduit en Europe les machines Lynch, cinq entreprises du Groupe de Champagne¹⁰² demandent l'aide des verreries Souchon-Neuvesel pour essayer de se mécaniser. En quelques années, disparaissent quatre des cinq verreries, seule Charbonneaux se maintient, absorbée par l'entreprise Souchon-Neuvesel. Où peut-on trouver plus bel exemple de "déstabilisation des structures productives" par l'introduction de techniques nouvelles, sous l'effet du choix délibéré des grandes entreprises maîtrisant la technologie?

* Une troisième hypothèse théorique révèle l'envergure de la place tenue par la technologie dans les grandes entreprises: il s'agit d'une arme stratégique dont les effets dissuasifs comptent autant que la capacité de réponse qu'elle procure. Le premier type de réponse apporté par la recherche et la disposition d'une technologie est l'assurance d'une amélioration des procédés de fabrication sur le long terme, donc d'une amélioration de la compétitivité-prix ce qui signifie une augmentation régulière des ventes. Ainsi, peut être planifiée une hausse des capacités et donc la gestion des profits trouve une sécurité de premier ordre: les investissements interviennent dans un environnement balisé.

* La quatrième hypothèse théorique à laquelle il sera répondu maintenant, concerne la nature dissuasive du développement de la recherche par les entreprises. Nous postulons que les efforts dans ce domaine vont au-delà de "la veille technologique", qui consiste en une simple arme défensive alors qu'il semble qu'elle ait été aussi conçue comme un élément offensif.

Les verriers ont développé, dans les années 30, des échanges techniques sous la forme de visites réciproques d'usines par de "grands ingénieurs" (généralement attachés au siège). Ainsi M. Lecron de Saint-Gobain a parcouru le monde de 1929 à 1954 à la recherche d'informations techniques, économiques et prospectives. Lors d'une visite en Amérique Latine, en Mai 1953, il fit les commentaires suivants concernant une verrerie à Llavallol: la V.A.S.A. appartenant au Groupe Saint-Gobain¹⁰³. "La V.A.S.A. sera capable en fin de l'année d'alimenter entièrement le Marché Argentin de Verre à vitre... Il n'y a par conséquent rien d'autre à faire en Argentine que de moderniser au fur et à mesure de nos disponibilités l'usine de la V.A.S.A., afin d'avoir entre nos mains un outil ultramoderne qui nous donnera un verre de qualité et un bon prix de revient, ce qui

¹⁰² Voir ci-dessus. Il s'agissait de Charbonneaux-Coucy-Fourmies-Folembroy et Vauxrot.

empêchera toute velléité de concurrence". Cet exemple éclaire un des aspects de la démarche stratégique: les deux conditions fondamentales de la survie sont la qualité et le prix, le moyen est la modernisation, le but est de repousser la concurrence: au-delà de l'anecdote, il y a là un résumé de l'approche de la technique chez les verriers. Cette méthode est en fonctionnement depuis les lendemains de la Première Guerre Mondiale; auparavant les moyens des entreprises sont limités, le savoir théorique est encore du domaine exclusif de l'université où les verriers puisent les bases nécessaires à la première mécanisation. C'est durant l'Entre Deux Guerres que sont mis en place les laboratoires de recherche-développement dans les grandes firmes: par exemple à Saint-Gobain en 1924, sous la conduite du normalien B. Long. Des physiciens, des chimistes y occupent une place centrale, ce qui est une mutation par rapport au pouvoir traditionnel du mécanicien sur les recherches en verrerie; c'est l'époque de la réflexion et des découvertes concernant le verre en tant que matériau. Leur rôle est de mener des travaux de recherche fondamentale mais aussi de former les ingénieurs de fabrication aux techniques les plus récentes. L'application des découvertes est rapide: on peut citer le brevet du verre Sécurit pour Saint-Gobain, cette glace trempée mise au point dans les années 20 est un élément essentiel du marché destiné à l'automobile. Dans les années 50, le laboratoire central est agrandi, des recherches appliquées sont menées dans l'usine de Chalon sur Saône; on compte 730 chercheurs dans la branche verrière de Saint-Gobain et 2,3% du chiffre d'affaires sont consacrés à la recherche.

L'autre voie est l'achat de brevets car tout ne peut pas être réglé au cœur des entreprises: Saint-Gobain acheta et géra les brevets des procédés American Window avant 1914, Pittsburgh à partir de 1928. Chez Boussois, c'est le float glass de Pilkington qui est acquis en Décembre 1962. Dans le verre creux, ce furent les machines Lynch et les feeder en 1921; ils furent ensuite construits et diffusés par Saint-Gobain dans l'Europe entière. Les concurrents firent de même avec d'autres matériels: ainsi, chez Souchon, le choix s'est porté sur la machine O'Neil. La politique des brevets est claire: il y a achat, transfert de technologie, mais pas toujours utilisation immédiate de la technique: l'essentiel est de détenir l'arme de la modernisation. Ainsi les procédés sont parfois introduits dix ou vingt ans plus tard: l'acquisition de l'étirage Pittsburgh est effectuée dans la première moitié du XX^{ème} siècle mais son développement attend les années cinquante.

La raison est à rechercher dans les structures productives du secteur qui sont de nature oligopolistique: les grandes entreprises introduisent une innovation surtout pour se préparer à la croissance de la consommation, plutôt qu'en fonction de la concurrence. Le bon investissement est celui qui permet une maîtrise du savoir technologique, lequel, en cas d'agression, garantit une

¹⁰³ Archives Saint-Gobain Carnets Lecron 00006/000039.

sécurité, mais surtout permet le maintien du statu-quo. Cette situation profite à tous, car il suffit de se préparer à augmenter les capacités et non pas, comme dans le cas des petites entreprises du verre creux, s'épuiser dans une politique d'adoption de techniques mal maîtrisées. D'autres motivations d'ordre commercial existent et seront abordées plus loin car la nature du produit n'explique pas tout; néanmoins, ce corps composé qu'est le verre a été la source d'une démarche des plus originales: le maintien de l'équilibre par une recherche permanente.

C - Les effets spatiaux de la modernisation des procédés de fabrication:

Une abondante littérature a fleuri depuis une dizaine d'années sur le thème des bouleversements introduits dans le système économique et, plus particulièrement, dans les logiques de la localisation industrielle par "l'arrivée de l'innovation technologique"¹⁰⁴. Aussi, avant de commencer l'analyse des effets spatiaux des mutations techniques dans le secteur verrier français, nous voulons insister sur quelques notions:

* En premier lieu, il ne faut pas confondre les effets de l'entrée dans une "nouvelle ère technologique" et ceux de l'introduction de nouvelles techniques dans des processus productifs correspondant aux principes de technologies traditionnelles¹⁰⁵. Ainsi, l'usage de l'informatique dans la plupart des entreprises aujourd'hui ne signifie pas que les entreprises utilisatrices se comportent sur le plan spatial comme des entreprises produisant ou concevant du matériel informatique. Ceci doit nous faire relativiser la portée de l'introduction d'une innovation, même si elle correspond à une avancée technique qui signifie le passage à un autre corpus technologique.

* En second lieu, le caractère radical des transformations à l'œuvre actuellement ne doit pas nous faire oublier l'ancienneté des relations existant entre les mutations techniques et les mutations spatiales. Plutôt qu'ancienneté, nous pourrions même dire la réciprocité, la correspondance, puisque les processus productifs affectés par les mutations techniques ont de nombreux caractères spatiaux. Nous pensons, en particulier, aux facteurs physiques qui alimentent les processus, dont la nature spatiale n'est plus à démontrer (intrants matériels, flux...).

* En troisième lieu, il faut rappeler que les processus productifs sont fonction de la nature de l'activité et au-delà, dépendent de l'essence même du produit avant que de l'environnement technologique global. Nous ne récusons pas les constructions théoriques qui font ressortir les différentes étapes de l'évolution des systèmes productifs et, avec elles, les différents modes d'organisation spatiale-économiques, mais nous considérons que certaines conclusions globalisantes ne sont pas applicables partout. Ainsi, on trouve encore aujourd'hui des processus

¹⁰⁴ Parmi les très nombreux ouvrages et articles, nous pouvons citer:

- _ Benko G: "La dynamique spatiale de l'économie contemporaine". Ed. de l'Espace Européen. Paris 1990.
- _ Benko G: "Géographie des technopoles". Masson. Paris 1991.
- _ Demangeot D: " Les effets géographiques de l'adoption de la diffusion des technologies nouvelles. L'approche par l'entreprise. Note de recherche du CRIA n°14 Paris 1989.
- _ Fischer A: "Contribution à l'étude des nouvelles relations de l'entreprise industrielle à l'espace géographique". Notes de recherche du CRIA n°15 Paris 1989.
- _ Mérenne-Schoumaker B. "La localisation des industries". Nathan. Paris 1991.
- _ Perrin J.Cl. " Réseaux d'innovation. Milieux innovateurs. Développement territorial. RERU n° 3-4. Poitiers 1991.

¹⁰⁵ Voir ci-dessus "technique et technologie".

productifs tayloristes bien que soit proclamé par certains l'avènement de "l'ère post-industrielle". Sur le court terme, peuvent coexister des oppositions majeures dans les modes et les principes de fonctionnement de différents processus productifs, qui baignent par ailleurs dans le même corpus technologique. Sur le long terme, se bâtissent parfois autour d'une activité des corpus théoriques et techniques particuliers qui ne répondent pas toujours aux critères généraux d'un moment donné.

Pour revenir à notre souci central, l'analyse des effets des transformations des processus de fabrication sur les localisations de la production verrière consistera à éclairer les liens unissant nature du produit, mutations techniques et logiques spatiales. Nous devons donc évaluer le poids des intrants matériels sur la distribution spatiale des établissements, et rechercher les effets spatiaux de l'évolution des techniques sur cette géographie originelle, en prenant soin de faire ressortir le contexte de mise en place de ces innovations. Enfin, il s'agira de déterminer les limites d'une approche par la "nature" d'un produit, pour s'orienter vers une approche par les caractéristiques commerciales d'un bien échangé¹⁰⁶, car les localisations de la production et leurs évolutions répondent à ces deux déterminations.

1) Les mouvements: recherche d'un approvisionnement à meilleur coût?

a) La nature des mouvements:

L'étude des effets de la modernisation des processus de fabrication fait apparaître des éléments explicatifs importants de la répartition géographique de la verrerie.

Tout d'abord, concernant la question des intrants nous pouvons remarquer que peu de modifications ont eu trait aux composants vitrifiables. Les mêmes éléments sont toujours à la base de la composition vitrifiable (voir Supra), seules les proportions en ont été modifiées: il n'y a pas eu "d'effet d'intrant" comme dans l'industrie chimique, lors du passage de la chimie du charbon à la chimie du pétrole. En second lieu, les deux types de sables correspondant aux deux types de produits désirés (produits courants/produits de qualité) n'ont jamais eu les mêmes effets de fixation que certaines matières premières pour d'autres industries comme le fer pour la sidérurgie. En effet, dans le cas des sables courants, il existe une répartition à peu près ubiquiste et donc les verreries orientées vers des productions banales n'ont aucune difficulté d'approvisionnement. A l'inverse, dans le cas des sables blancs (à base de silice très pure), la localisation est très spécifique: le principal gisement se trouve dans le bassin parisien (sables de Fontainebleau). Ceux-

¹⁰⁶ Il y a dans un produit industriel une "part objectale", répondant à des caractéristiques de nature physique et une "part susceptible d'appropriation", (le "bien" des économistes), répondant à des caractéristiques de nature commerciale.

ci sont transportés très loin par eau ou par rail et ils alimentent toutes les verreries selon un même principe d'égalité. Enfin, le prix de revient de cette matière est si faible en comparaison des autres facteurs que cette question n'est jamais rentrée réellement en ligne de compte: aucune verrerie spécialisée dans des productions de qualité ou produisant en grande quantité ne s'est fixée sur des gisements de sables blancs.

Avant l'introduction au XIX^{ème} siècle des soudes artificielles (voir l'historique de la verrerie), les fondants ont pu jouer un rôle de facteur de localisation mais depuis le développement du sulfate et du carbonate de soude, ils n'ont eu aucun effet quant à la distribution géographique des verreries. En effet, on voit apparaître à la fin du XIX^{ème} siècle un principe de tarification unifié par "un syndicat des producteurs de produits chimiques" reposant sur un principe de prix "rendu usine": l'effet d'éloignement de telle ou telle verrerie par rapport aux lieux de production des fondants était donc nul. A cela, s'ajoute le prix élevé des soudes artificielles lié à la forte valeur ajoutée du produit, qui rend négligeable le coût du transport.

Si des mouvements ont eu lieu en relation avec les mutations des procédés de fabrication, c'est donc fondamentalement en fonction de l'énergie utilisée pour la fusion. Les effets spatiaux du passage à la fusion au charbon peuvent se scinder en deux catégories selon l'échelle d'analyse. A petite échelle, on voit se dessiner une nouvelle carte de la production verrière française: celle-ci ne correspond pas tout à fait à une redistribution géographique des centres anciens mais plutôt à une nouvelle logique d'implantation des centres créés après l'introduction de la fusion au charbon. A grande échelle, on assiste à une transformation des sites productifs, car la verrerie au charbon n'est plus marquée par les caractères de la proto-industrie au bois: itinérance et précarité des installations. Les établissements se fixent, leur production augmente (voir Supra) et les bâtiments sont donc désormais construits pour durer. De nombreuses infrastructures leur sont adjointes, comme des voies ferrées privées...: en termes économiques, le capital fixe augmente fortement et, avec lui, les forces d'enracinement.

A cette typologie doit être ajoutée une troisième catégorie d'effets spatiaux qui trouve son origine dans deux logiques de nature différente mais qui se sont mutuellement renforcées: la baisse des prix du transport de l'énergie et la destination de certains produits à un marché spécifique. La meilleure intensité calorifique du charbon autorise son transport sur de longues distances, ce qui n'était pas le cas du bois; de plus à l'époque, le développement de la production charbonnière de même que les politiques des compagnies minières sont allées dans le même sens. L'effet spatial de cette généralisation de l'approvisionnement énergétique charbonnier fut local: on assista à une relocalisation des établissements verriers à proximité des gares, souvent à l'occasion d'une reconstruction (voir infra).

Une seconde logique motive les verriers spécialisés dans des productions destinées à un marché spécifique: dans ce cas, il n'y eut pas de déplacement lors du passage au charbon car la localisation de la production était dictée par la géographie de la consommation. Ainsi, dans le cas de la bouteille, on peut voir un enracinement de la production au cœur des vignobles, malgré les mutations profondes des processus de production. Les avis sont partagés sur cette question: certains auteurs insistent sur une loi générale qui nie toute validité à un transport sur de longues distances de produits à faible valeur ajoutée. Mais que dire alors du verre à vitre qui a toujours été transporté à distance tout en ayant une valeur très faible (aujourd'hui voisine de 2 francs le kilo)? Nous penchons plutôt pour des nécessités liées à la taille du marché et donc à la taille des établissements, du moins pour une période ancienne. Dans la bouteille, la spécificité des formes (bordelaise, bourguignonne, champenoise...), les liens entre les producteurs et les embouteilleurs ont favorisé le maintien de la production près des lieux de consommation, d'autant que ces lieux sont par nature des points où se concentrent les besoins: vignobles, sources d'eau minérale... Cela ne peut être le cas du marché de la construction qui est par nature dispersé: d'où un transport obligé pour le verre à vitre. Nous butons ici sur la première limite d'une approche exclusive par les intrants car, à facteur de production identique (même si le processus ne l'est pas tout à fait), ne correspond pas une même logique de localisation, celle-ci étant motivée dans un cas par le segment à l'amont (d'un même processus productif) et, dans l'autre cas par le segment aval...

En conclusion, on peut insister sur les deux effets apparus à *l'échelon national*:

_ une nouvelle logique de localisation (plutôt qu'une relocalisation) d'établissements récents sur les bassins houillers pour les productions destinées à un marché large, comme le verre à vitre.

_ une localisation qui se maintient sur les lieux de consommation pour les productions destinées à un marché étroit et spécifique, comme les bouteilles.

A ces deux effets, s'ajoute une transformation à *l'échelon local*: les établissements sont désormais conçus dans le sens d'une intégration aux flux de transport. Ils sont déplacés vers les voies ferrées ou les voies d'eau et sont dotés d'infrastructures et d'une architecture favorisant les échanges.

b) Etude de cas:

Les exemples de verreries apparues sur les gisements lorsque la fusion au charbon fut maîtrisée sont très nombreux: tous les bassins houillers sont ainsi dotés de verreries. Le bassin du Nord-Pas-de-Calais vit naître une trentaine d'usines (comme Aniche, Recquignies, Jeumont...); celui du Centre: Blanzay à Montceau-Les-Mines, Rive-de-Gier et Gisors; celui de Decazeville:

Carmaux. Les créations de verreries étaient une aubaine pour les compagnies houillères qui trouvaient là des clients de premier ordre. Il faut se souvenir que vers 1870-1880, un four à pots utilisait au moins trois fois le poids de verre fondu en charbon, dans la fusion directe, soit environ dix à quinze tonnes par jour pour une verrerie à deux fours.

Un élément conjoncturel est à souligner: coïncidence ou logique d'entraînement? les verreries se développent sur les bassins houillers en même temps que ceux-ci entrent en croissance (voir l'exemple du bassin du Nord-Pas-de-Calais sous les débuts de la Troisième République...). Certains éléments de notre démonstration font pencher pour la coïncidence: les premiers bassins miniers exploités, comme celui du Centre, voient arriver les verreries en même temps que celui du Nord plus tardivement mis en valeur, lorsque la fusion au charbon est maîtrisée... L'attrait du charbon est lié au besoin de développer la production, lequel est fonction d'une hausse généralisée des niveaux de vie, de la croissance de la consommation et donc indépendant du mouvement concessionnaire du milieu charbonnier. Mais, à l'inverse, on trouve des exemples de créations de verreries provoquées par l'action des compagnies minières¹⁰⁷, car il s'agissait pour elles de s'assurer des débouchés stables. Dans le cadre de leurs propres investissements et de leurs démarches auprès des banques, la clientèle d'une verrerie était un argument de poids. La conjonction est aussi avérée par une analyse fine des procédés utilisés par les verreries installées sur les bassins charbonniers: il ne s'agit plus de fours à combustion directe, mais de fours Siemens et, très vite, de fours à bassin (en relation avec la mécanisation du formage). Il y a une volonté évidente d'économiser les facteurs de production tout en disposant d'une capacité de fusion beaucoup plus grande: celle-ci s'inscrit dans une phase générale de croissance et de développement de l'industrie qui n'est pas du seul fait de la verrerie. Nous sommes donc en présence d'une logique plus profonde que celle qui aurait fait coïncider une mutation technique dans un secteur productif, avec l'évolution d'un autre secteur: nous touchons là encore une limite d'une démarche par les seuls intrants.

Nous prendrons un dernier exemple des effets du passage à la fusion au charbon, en privilégiant l'échelon régional qui fait apparaître clairement le mécanisme spatial qui mêle des éléments techniques et des éléments économiques.

La Champagne est une région verrière depuis la nuit des temps, comme en témoignent les découvertes d'objets en verre de l'époque antique. Les premières verreries étaient situées au cœur du massif forestier de l'Argonne où elles se fournissaient en sable et en bois. A l'origine itinérantes, elles se sont fixées au Moyen-Age, en particulier dans la vallée de la Biesme, affluent

¹⁰⁷ Il existe des cas de verreries subventionnées lors de leur création par des entreprises d'extraction.

de l'Aisne. Dans cette vallée se trouvaient tout autant les matières premières utilisées pour la composition, que la gaize et l'argile nécessitées par la construction des fours, enfin les versants regorgeaient de bois. (Un four brûlait vers 1860 environ quarante stères de bois par jour).

Jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle, elles ont traversé des phases d'opulence et de difficulté au gré des aléas de la conjoncture affectant cette zone frontalière. C'est alors que le choc décisif vint de la concurrence des usines plus modernes qui utilisaient du charbon: toutes les petites verreries forestières sont arrêtées vers 1820, cinq grosses entreprises ferment de 1830 à 1850. Il n'en restait plus que deux à la fin du XIX^{ème} siècle, tandis que de nouveaux centres verriers s'étaient ouverts dans la plaine champenoise après 1870. La cause est à rechercher dans l'efficacité de la fusion au charbon, mais aussi dans la plus grande liberté de manoeuvre pour des verreries créées ex nihilo sur des sites favorables. L'approvisionnement en combustible minéral est décuplé par le désenclavement de la région: le chemin de fer arrive à Reims vers 1850 (1849 depuis Paris, 1854 vers le Nord et l'Est), le canal de l'Aisne à la Marne par où est acheminé le charbon du Nord est mis en eau en 1864. Dès lors sont créées à Courcy en 1870, à Cormontreuil en 1870, à Loivre en 1878 et à la Neuville en 1890 des verreries modernes, toutes situées le long de la voie d'eau.

L'approvisionnement en sable et en combustible est facilité, mais surtout tous ces nouveaux établissements sont conçus en fonction des nouvelles techniques. Ils bénéficient d'un raccordement à la voie ferrée, de portiques de débarquement pour les matières premières, de halles bien disposées pour le stockage et la manutention. C'est tout le contraire des usines au bois qui utilisaient une foule de manouvriers, charretiers et autres porteurs pour les transports de matières premières, de combustible et les expéditions de produits finis.

L'exemple des Illettes, la seule verrerie argonnaise qui ait réussi à se maintenir au XX^{ème} siècle¹⁰⁸ nous montre le bouleversement profond que les mutations techniques ont fait subir aux structures anciennes. Elle est née en 1869 à la suite du déménagement d'une ancienne verrerie à bois, le Neufour, réinstallée près de la ligne de chemin de fer récemment arrivée en Argonne. Grâce à cette relocalisation de quelques kilomètres, les propriétaires avaient transformé leur établissement mal situé, en usine moderne, reliée par un raccordement particulier à la voie ferrée et disposant de vastes terrains. A proximité se trouvait l'usine des Senades appartenant aux mêmes verriers, les Granrut. Celle-ci a été arrêtée en 1910 du fait de l'absence de possibilité d'une restructuration en profondeur: malgré une modernisation de la fusion et du formage, les éléments négatifs d'un site exigu et sans lien direct avec la voie ferrée ont conduit ses propriétaires à concentrer toute leur production sur Les Illettes.

Ce cas de figure nous montre la combinaison d'une série d'effets en chaîne. Les premiers sont d'ordre spatial: il y a un déplacement vers les réseaux d'approvisionnement et un aménagement des sites en fonction de nouvelles exigences productives. Les seconds sont d'ordre économique, la fusion au charbon provoque une croissance de la production, qui elle-même entraîne une concentration des structures productives au bénéfice de l'établissement le mieux doté.

Cette conjonction de facteurs semble s'être répétée maintes fois en période de crise de surproduction ou au contraire de croissance forte sous l'effet d'une logique externe (consommation en hausse, mise en place de nouveaux procédés...). Le facteur décisif est le plus souvent lié aux hasards qui favorisent tel ou tel verrier: on se situe dans le cadre de structures productives encore largement familiales où les successions, disponibilités conjoncturelles en capital, faillites d'un concurrent font office de catalyseur. Les effets sont doubles: une concentration économique de la production, par le biais d'une réduction du nombre d'entreprises et une concentration spatiale des établissements, en fonction du principe de survie de l'outil le plus solide.

¹⁰⁸ Cette verrerie qui s'était diversifiée après la guerre de 14: bouteilles Champenoises, bouteilles de bière, isolateurs et bocaux à conserve de marque "l'Idéal"... a été fermée en 1937.

2) La relative stabilité contemporaine:

Depuis 1900, tant à l'échelon national qu'à l'échelon local, aucun mouvement de l'ampleur de celui qui vient d'être décrit n'a affecté la distribution spatiale de la verrerie française. Le mouvement de concentration spatio-économique s'est poursuivi entraînant une augmentation de la taille des établissements, une prise de contrôle par les très grandes entreprises de presque toutes les verreries familiales et une forte augmentation de la production par site productif. On peut donc s'interroger sur l'absence d'effets spatiaux, des mutations techniques en verrerie pour la période contemporaine.

Un premier élément de réponse nous est donné par les choix des producteurs de glace au XIX^{ème} siècle: lors du passage de la fusion au bois à celle au charbon, aucune relocalisation n'est décidée. Les deux grands de l'époque, Saint-Gobain (établissement de Saint-Gobain dans l'Oise) et Saint-Quirin (établissements de Saint-Quirin et de Cirey dans les Vosges) conservent leurs localisations initiales. Les historiens de la glace¹⁰⁹ donnent comme seul élément explicatif l'importance des équipements: une glacerie est à l'époque une énorme immobilisation en capital, ce qui justifie un maintien sur place. Ce facteur a certainement joué: la lourdeur des infrastructures est une explication classique de l'inertie spatiale de certaines productions. Néanmoins nous voulons insister sur d'autres raisons: ces mêmes entreprises ont développé leur potentiel productif plus tard dans d'autres sites sans y transférer la totalité de leurs fabrications. On aurait en effet pu s'attendre à ce que des localisations plus favorables, en particulier sur des bassins miniers soient l'occasion de fermer les sites les plus anciens. Nous pensons que ces fermetures n'ont pas eu lieu parce que les investissements de modernisation y ont été permanents; ces usines fonctionnaient en adéquation parfaite avec un corpus technologique développé in situ et en avance sur leur temps. A Saint-Gobain, par exemple, l'usine de glace est remodelée totalement de 1763 à 1780, mais aussi de 1830 à 1840, de 1880 à 1890 ... Chaque fois les ateliers sont agrandis ou reconstruits, les halles sont agencées pour permettre un passage facile (presque fluide...) des zones de travail à chaud, aux zones de travail à froid. Des bâtiments "tertiaires" ont été élevés, ainsi qu'une cité ouvrière au coeur même de l'usine afin de garantir un outil productif optimal.

Une des explications à ce maintien sur place nous paraît être cette bonne adaptation de l'outil de fabrication aux nécessités du moment; à la fin du XIX^{ème} siècle, l'obsolescence liée à un décrochage technique par manque d'intégration des progrès de fabrication ne joue pas en glacerie car des structures de type industriel sont en place dès la fin du XVIII^{ème} siècle (voir au-dessus).

¹⁰⁹ (Ainsi Messieurs Daviet et Boaglio, opus cités...)

De toute façon, il nous semble excessif de faire reposer les choix de localisation (ici du maintien sur place) sur un seul facteur explicatif, en l'occurrence la situation par rapport à une source d'énergie, ou une forte dotation en capital fixe, alors que d'autres éléments peuvent motiver les décisions des entrepreneurs.

Pour poursuivre notre réflexion dans ce domaine nous ferons appel aux travaux de la "Sous Commission de la Verrerie Française"¹¹⁰, élaborés lors de la remise en marche de l'appareil productif au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale. Cette commission a été réunie au début de l'année 1948 pour étudier, dans le cadre du Plan Monnet, les moyens propres à satisfaire les besoins français en produits verriers. Sa compétence était élargie à l'ensemble des industries du verre (plat, creux ou textile...) et ses conclusions portaient pour l'essentiel sur la question énergétique. Ses membres insistaient sur la nature des choix qui avaient dû être effectués: "devant l'insuffisance tragique de charbon qui caractérise sur le plan industriel l'époque de la Libération, un grand nombre de verriers, cédant aux demandes pressantes des pouvoirs publics avaient fait équiper leurs fours au mazout". Le charbon était à l'époque consacré prioritairement à la sidérurgie et les verriers ont été obligés de mettre en place des brûleurs à fuel; peu de temps après, la production charbonnière en hausse aurait permis à nouveau une fusion classique. L'élément conjoncturel est donc essentiel, la modernisation a été subie et non prévue, elle n'a pas pu amener une relocalisation puisqu'il s'agissait de répondre dans l'instant à une nécessité.

Aujourd'hui, la question de la stabilité se pose en d'autres termes: l'appareil de production constitué par un float glass est si coûteux que l'argument d'une inertie spatiale fondée sur un fort investissement en capital fixe évoqué pour la glacerie est tout à fait valide, mais ce d'autant mieux qu'il s'agit d'un matériel en constante modernisation. Prenons l'exemple de la verrerie P.P.G.-Boussois dans la vallée de la Sambre: l'usine est actuellement constituée de deux fours et de deux floats fonctionnant en parallèle (B1 et B2), ceux-ci sont rénovés entièrement tous les dix ans en moyenne selon un principe d'alternance. La dernière rénovation date de février 93, B1 a été arrêté pour être totalement remis à neuf: 4 000 tonnes de matériaux réfractaires, 280 tonnes d'acier et trois km de tuyauteries ont été nécessaires. Le coût total de l'investissement avoisinait 220 millions de francs pour un float de 550 tonnes, soit de trois à sept fois moins que dans le cas d'une création ex nihilo. On mesure mieux les paramètres du choix d'un enracinement qui autorise une modernisation tout en diminuant les investissements déjà énormes.

Ces trois cas de figure, nous ont permis de comprendre en quoi la modernisation des procédés de fabrication ne constituait pas forcément un élément de déstabilisation des

¹¹⁰ Archives de Saint-Gobain 00006/039.

localisations; d'une certaine manière, elle joue plutôt en sens contraire en renforçant en permanence la compétitivité d'un outil dont la localisation est, pour l'essentiel, héritée.

Nous allons maintenant aborder la question d'un point de vue théorique en synthétisant les différents éléments que nous avons observés pour comprendre ce qui dans la nature du processus de fabrication verrier conduit à une stabilité des localisations.

3) Caractères fondamentaux de l'industrie verrière au regard de ses procédés de fabrication:

a) La verrerie: une industrie lourde.

En distinguant l'industrie lourde de l'industrie légère, de très nombreux auteurs ont insisté sur la différence fondamentale qui les sépare au regard de la question de la stabilité spatiale. Les premières souffrent d'une localisation imposée par des contraintes physiques, les secondes ont une localisation plus diversifiée; dans le premier cas, l'impact du segment-amont du processus productif est très fort: les intrants ont un rôle de fixation; dans le second cas, ce serait plutôt le segment-aval, c'est-à-dire le marché, qui attirerait les établissements. Qu'en est-il de la verrerie en fonction de ce que nous avons observé dans notre étude des procédés de fabrication?

La première distinction entre industrie lourde et industrie légère repose sur l'emploi et la transformation de matières pondéreuses pour la fabrication de produits finis qui ne le sont pas moins. Les chiffres déjà rencontrés nous ont donné la dimension de la question; au regard des intrants la production verrière est une industrie lourde: les quantités se mesurent en centaines de tonnes par jour; il en est de même pour les produits finis. D'autres critères sont plus pertinents: la faiblesse de la valeur de la tonne transportée, ou de la valeur ajoutée des productions courantes en font encore une industrie lourde. Or quels ont été les effets de la modernisation dans ce domaine? Aussi bien dans le cas de la hausse de la productivité, qui a fait baisser la valeur ajoutée des produits finis¹¹¹, que de la croissance des capacités, qui a favorisé la concentration spatiale, la modernisation n'a fait que confirmer le caractère d'industrie lourde de l'activité verrière.

Le dernier critère de mesure généralement utilisé est l'intensité capitalistique de l'activité, (le rapport mesurant la valeur de la production au regard du capital immobilisé, avant amortissement). Il est évident que l'industrie verrière participe entièrement d'un principe de très forte intensité capitalistique. Or cela n'a pas toujours été ainsi: si en glacerie le capital immobilisé était énorme depuis l'origine (120 000 livres pour Saint-Gobain en 1665, 17 millions de francs en

¹¹¹ Au XIX^{ème} siècle, le prix de la glace baisse de 30% de 10 ans en 10 ans (travaux de M.Daviet): en cette fin de siècle, la glace a la même valeur que le verre à vitre depuis l'invention du Float...

1847...), une bouteille ou même une usine de verre à vitre ne nécessitait vers 1860, que Cent mille francs comme investissement initial. Le progrès des techniques de production a entraîné la mécanisation, puis l'automatisation; nous en avons déjà décrit les effets: les verreries familiales ne purent plus suivre et après l'introduction des nouveaux procédés par les grandes entreprises, se sont toutes effondrées. Au milieu des années 80, la modernisation de la verrerie B.S.N. de Cormontreuil (environ 20% du tonnage total de B.S.N. France en 1985) a exigé près de 200 millions de francs! Aujourd'hui, La valeur d'un float tourne autour du milliard de francs (voir Supra). Désormais, la production du verre est fondamentalement capitaliste, la modernisation a donc renforcé ses caractères d'industrie lourde et avec eux son enracinement spatial.

b) La stabilité spatiale: une question d'échelle?

Jusqu'à présent, nous avons adopté comme instrument d'analyse de la stabilité spatiale de l'industrie verrière, une réduction à grande échelle. En effet en privilégiant l'examen du processus productif et de ses modifications, nous avons focalisé notre attention sur l'unité de production.

Cet angle d'attaque nous paraît pertinent pour les raisons suivantes: l'établissement est, comme nous le rappelle A. Fischer¹¹², "un objet géographique par excellence, par opposition à l'unité économique de la firme". Si pour l'économiste, l'établissement est avant tout l'unité technique de base (elle-même découpée en sous-espaces très étudiés en sociologie), pour le géographe il s'agit à la fois "d'un centre de convergence et de divergence de flux multiples" et "d'un espace de travail"¹¹³. Si nous avons abordé la question des localisations par "la porte de l'établissement" en tant qu'espace de travail et en tant que point nodal des flux qui animent le processus productif, c'est en relation avec notre problématique initiale, car elle privilégie une approche à grande échelle. En effet, s'interroger sur les conditions de production d'un bien et sur leurs mutations, c'est analyser l'espace du point de vue de l'unité de base de l'activité industrielle où s'intègrent physiquement les intrants et les procédés, dans la réalisation des produits.

Or nous savons que la problématique d'approche d'une question spatiale change avec l'échelle que l'on privilégie, car l'échelle est "un rapport entre la réalité et son interprétation"¹¹⁴, de ce fait elle n'exprime qu'un seul niveau de prise en compte d'un phénomène. De la même manière, "plus on se situe à petite échelle et plus l'espace est indifférencié" et à l'inverse "la grande échelle n'apporte pas forcément une vision plus claire"¹¹⁵. De là, naît le besoin classiquement exprimé en

¹¹² Fischer A.: "Industrie et Espace Géographique". Masson 1994.

¹¹³ Opus Cité.

¹¹⁴ Ferras R.: "Encyclopédie de la Géographie. Economica. Paris 1992.

¹¹⁵ Idem.

géographie, de combiner et de passer d'une échelle à une autre pour tenter de comprendre un phénomène.

Dans les faits nous avons pu faire apparaître, grâce à l'approche à grande échelle, qu'une localisation se maintient malgré les mutations techniques si elle répond toujours aux exigences du processus productif, tout en demeurant économiquement viable. La recherche d'une minimisation des coûts de production, avancée par la théorie économique, nécessiterait un mouvement de réajustement spatial permanent; aussi la stabilité semble être le fait d'un compromis parfois assez éloigné de l'optimal. Nous avons vu également qu'il existe un lien logique entre le type de produit réalisé et la stabilité spatiale des établissements concernés, en relation avec l'intensité capitalistique de l'outil de production mais aussi avec la destination commerciale des objets.

Au-delà, nous avons observé que la spécificité de la fabrication du verre, imposant une continuité du processus, a provoqué en liaison avec le progrès technique le développement de grandes unités de fabrication. Ce phénomène est très classique: la concentration spatiale facilite l'adoption de nouvelles techniques car le changement est intégré d'un bout à l'autre de la filière productive. Cette concentration et ce changement technique entraînent mécaniquement un abaissement du coût unitaire de production, selon le principe des économies d'échelle¹¹⁶. La grande taille d'un établissement permet donc la réduction de l'investissement unitaire et provoque une série d'effets positifs vis-à-vis de la productivité: production en grande série, spécialisation des équipements, spécialisation des tâches... Or selon nous, cette facilité de l'introduction de l'innovation est un des éléments explicatifs de la stabilité spatiale des établissements (cf. supra).

Il y a malgré tout des manques dans cette approche, en particulier à propos de "l'ensemble des flux qui convergent et divergent d'un établissement", selon l'expression de A. Fischer (opus cité) et cela à cause de l'échelle d'analyse. En effet, nous avons jusqu'à présent occulté le point de vue de l'entreprise qui nécessite une approche à petite échelle, (sauf au travers de quelques exemples d'entreprises familiales). A ce propos, il faut d'abord rappeler que l'entreprise est une entité juridique: son siège social, ses établissements productifs sont localisés, mais l'entreprise en tant que telle n'est pas "un objet géographique". Michael Storper et Bennet Harrison¹¹⁷ précisent: "il y a correspondance totale entre entreprise et unité de production dans le cas seulement où cette dernière est unique. A l'inverse, une entreprise composée de plusieurs unités de production peut correspondre soit à un ensemble d'unités fonctionnellement liées les unes aux autres, soit à un ensemble d'unités dépendant d'un seul propriétaire mais n'ayant aucun lien fonctionnel entre elles".

¹¹⁶ Economies d'échelle: accroissement de la performance avec la masse d'un système.

¹¹⁷ Storper M., Harrison B. : "Flexibilité, Hiérarchie et Développement Régional" in "Les Régions qui gagnent" sous la direction de G. Benko et A. Lipietz. Collection Economie en liberté. Puf. Paris 1992.

Ainsi concernant la question des flux, nous n'avons pas abordé ceux qui relient les différents établissements d'une même entreprise; élément d'autant plus important que les plus grandes firmes pratiquent une stratégie de " disjonction fonctionnelle" liée à la division technique du travail. En d'autres termes, les établissements sont spécialisés, de manière à mener à bien tel ou tel type d'activité. Dans le cas de la production verrière, "filère courte", la nature des procédés de fabrication impose un regroupement en un même lieu des différents stades de la production. Néanmoins, la disjonction fonctionnelle existe tout de même, surtout dans le cas du verre plat, qui est façonné après avoir été formé, et cette disjonction fonctionnelle entraîne fréquemment une disjonction spatiale. Les miroitiers, pour la construction, ou les façonneurs, pour l'automobile interviennent dans la chaîne de production, tout autant comme grossistes que comme transformateurs de produits bruts en "biens consommables", (double vitrage, miroir, pare-brise...). Dans le verre creux la disjonction fonctionnelle existe aussi; en relation avec la nature du produit, elle prend une forme différente: il y a séparation pour les grandes entreprises entre les fonctions de production, de direction et de recherche, (comme pour les grandes firmes du verre plat, d'ailleurs).

Le dernier manque important de notre première approche est lié au fait suivant: le fonctionnement d'une entreprise est animé par d'autres types de flux, de nature immatérielle comme les services, l'acquisition de savoir-faire à l'extérieur ou les échanges entre les établissements, lesquels s'intègrent à la stratégie des entreprises. Ces éléments abstraits conditionnent tout autant les liens d'un établissement à l'espace que son implantation dans un milieu local particulier, en relation avec la "nature objectale" du produit.

Il sera donc nécessaire d'aborder la question de la stabilité, à petite échelle cette fois, à partir d'une réflexion théorique sur les liens qui unissent l'entreprise à l'espace, selon le thème des stratégies spatiales.

c) La stabilité: une question de définition?

Pour conclure l'examen des effets de la modernisation technique sur la répartition spatiale de l'industrie, nous voulons aborder une question de terminologie. Nous avons opté à l'origine de notre cheminement pour une analyse des processus de fabrication, lesquels ont des incidences géographiques fortes, ne serait-ce que par l'inscription spatiale des établissements où ils s'effectuent. Un certain nombre de difficultés sont apparues, concernant les relations des entreprises à l'espace, celles des entreprises aux établissements ou des entreprises entre elles. Néanmoins, nous persistons à croire en la nécessité d'une approche par le produit, mais selon une démarche multiscalaire et multiaxiale afin de ne pas nous limiter à une entrée par l'échelon local et

à une analyse des seuls facteurs physiques de production. Or, il semblerait que ces difficultés soient liées à l'identification de la notion de produit: l'entrée par le processus de fabrication nous a permis de faire apparaître le rôle des intrants physiques ou techniques sur l'inertie spatiale et donc d'identifier certaines réponses à la question des localisations, en relation avec la dimension "objectale" du produit.

Cependant la nature d'un produit industriel ne se limite pas à ces seuls éléments, ainsi en ont déjà été évoquées les dimensions commerciales, lesquelles seront approchées par l'étude théorique des stratégies des entreprises. Au-delà, nous postulons qu'entrent en jeu d'autres déterminations de nature humaine, rencontrées à plusieurs reprises dans notre évocation du métier de verrier. Nous pensons qu'au travers du produit s'expriment des réalités sociales et ce tout autant à l'époque des gentilshommes verriers, qu'à celle du corporatisme des souffleurs de manchons ou encore à celle des choix de restructuration contemporains. Aussi, nous développerons une réflexion à propos du sens du terme "produit industriel", que nous ne pensons pas être limité à des dimensions strictement physiques et commerciales.

En guise de synthèse des effets de la modernisation technique sur les potentialités offertes aux entreprises, nous voudrions insister sur les points suivants:

Sur un plan matériel, l'évolution des processus de fabrication en relation avec l'introduction d'innovations techniques s'est effectuée selon une dialectique de la *divergence* et de la *convergence*. *Convergence*, dans le verre plat où glace et verre à vitre sont désormais fabriqués selon le même procédé, dans les mêmes établissements, alors qu'à l'origine, les techniques opposaient deux systèmes productifs, deux logiques économiques et deux métiers différents. *Divergence* au contraire dans le verre creux, entre la bouteillerie et la gobeletterie qui reposaient autrefois sur les mêmes métiers, prenaient place dans les mêmes lieux, alors qu'aujourd'hui ces deux activités se sont singularisées. S'il existe encore des usines produisant bouteilles et gobelets, les logiques productives qui les animent sont très différentes: l'industrie de la bouteille se caractérise par des séries longues de produits à faible valeur ajoutée, la gobeletterie fonctionne sur des séries courtes; elle est orientée vers des productions où entre beaucoup plus de "conception". (Cette vision est un peu réductrice car des cas différents apparaissent dans le secteur du flaconnage, où boissons haut de gamme et parfums sont emballés dans des bouteilles issues des bureaux d'étude des meilleurs "designer"; dans le même sens, existent des séries longues dans la gobeletterie qui la rapprochent de la bouteillerie, pour des fournitures banales de verre à boire, "à la tonne"). Au-delà de ces considérations, liées à la logique du processus productif, nous pouvons en un mot aborder la logique commerciale: en caricaturant, la bouteillerie concerne des produits

vendus pleins, alors que la gobeletterie est orientée vers des produits vendus vides. Les stratégies commerciales sont de ce fait différentes et nous pouvons raisonnablement penser que les stratégies industrielles le sont aussi.

Nous avons insisté tout au long de cette sous-partie sur les effets profonds de la modernisation technique en matière de méthodes de fabrication, d'outil de production, de stratégies à l'œuvre. Nous avons pu voir certains de ses effets spatiaux: mouvement de grande ampleur au XIX^{ème} siècle, transformation des établissements et de leur insertion dans les structures locales depuis. Plus profondément, le progrès a signifié un enracinement selon les principes économiques et spatiaux qui régissent les industries lourdes.

Enfin, nous avons touché les limites d'une entrée focalisée sur un échelon et un axe d'analyse: l'étude de l'établissement comme point nodal de rencontre entre intrants physiques et processus productif répond à certaines interrogations, mais il sera nécessaire maintenant d'aller plus loin en regardant différemment.

Conclusion de la Première Partie

La stabilité de la distribution spatiale des établissements verriers français, depuis la fin du siècle dernier, nous a fait nous interroger sur cette spécificité sectorielle que nous avons rapportée à la nature du produit. Pour ce faire, nous avons réduit le champ de nos analyses à une approche des intrants matériels et des procédés techniques, deux des éléments constitutifs du processus de fabrication. Nos premières conclusions ont fait apparaître quelques traits marquants de la production verrière:

- * une industrie où la forte consommation énergétique et le coût important de la main-d'œuvre ont suscité une volonté permanente d'adaptation.
- * des techniques de fabrication en continu qui ont permis la concentration des différentes phases au sein de très gros établissements industriels.
- * une forte intensité capitalistique qui n'a fait que croître depuis la Révolution Industrielle.

Tous ces traits font de la production verrière une industrie lourde, et peuvent expliquer la stabilité des unités de fabrication. Cependant certaines réponses nous manquent car, à l'image d'autres branches, la naissance de nouveaux établissements sur des sites plus favorables aurait pu rendre obsolètes les anciennes localisations.

Nous avons donc recherché, au travers d'une analyse de l'innovation, les facteurs qui ont favorisé l'inertie spatiale, en général bousculée par la mise en oeuvre de nouveaux processus. Dans ce but, nous avons étudié les mécanismes de l'introduction du changement technique et de ses effets sur les facteurs de production et sur les produits eux-mêmes. L'innovation apporte trois corrections majeures, liées entre elles: elle initie des modifications dans les quantités de facteurs requis pour un même niveau de production. Ensuite, ou en parallèle, elle provoque une substitution entre les différents facteurs de production, qui affecte tantôt l'homme tantôt la machine, mais transforme toujours profondément les logiques industrielles. Enfin, elle entraîne une différenciation de la productivité entre les établissements et surtout les entreprises, à partir de l'usage synchrone de procédés de fabrication dissemblables; cette différenciation est un des moteurs de la concurrence entre les divers acteurs du secteur. Nous avons constaté que dans le cas de l'industrie verrière française, ces effets de la modernisation ont existé mais que, s'ils ont conduit à de nouveaux choix de localisation au XIX^{ème} siècle ou à une transformation des sites anciens, ils ont depuis accentué la stabilité de l'appareil productif.

En fait, les conséquences les plus patentées de la modernisation concernent les structures de la branche verrière: elle a connu, à la fois, une concentration (à la suite de la disparition des plus petites entreprises) et une diversification, pour ce qui concerne les plus grandes sociétés.

Suivant notre problématique initiale, nous avons apporté en première explication que l'introduction permanente et suivie de nouveaux procédés a permis de lutter contre l'obsolescence de l'outil de production et ce d'autant mieux que l'innovation était conçue comme une arme stratégique. De cette façon, deux éléments ont conduit à une stabilisation des localisations: la lutte menée par les industriels contre les contraintes imposées par la nature du produit, ainsi que leur volonté de moderniser les procédés de fabrication. En même temps dans les grands groupes, se sont affirmées une volonté et une capacité de mobiliser l'innovation grâce au développement d'une recherche fondamentale internalisée.

Sur un autre plan, de nouvelles logiques productives se sont parallèlement mises en place selon un principe de recherche de la fluidité. Ce long cheminement a été en butte à la dualité profonde du processus de fabrication des objets en verre, à la fois d'ordre chimique et d'ordre mécanique, comme le suggère l'image du "bout chaud" et du "bout froid" d'un float glass. A l'origine, ces deux principes étaient juxtaposés, le plus souvent au sein d'un même établissement, parfois dans deux ateliers séparés comme pour la glace au XVIII^{ème} siècle. Puis les deux étapes ont été assemblées sur une même ligne de production, jusqu'à aboutir à un système d'industrie de process. La fluidité a été rapidement atteinte en phase chimique, péniblement obtenue en phase mécanique; mais dans ce domaine, la différence essentielle est fonction de la nature des produits: verre creux et verre plat n'obéissent pas aux mêmes nécessités. L'approche par le produit se justifie là encore, car au sein d'une même branche les écarts entre les logiques productives sont tels que les stratégies industrielles qui en découlent ne peuvent que diverger.

L'ensemble de ces observations nous permet de nous démarquer de points de vue communément exprimés, comme "cherchez le canal, vous apercevrez la cheminée" (sous-entendu du four de la verrerie). A propos de la localisation des établissements industriels, il faut se méfier de justifications a posteriori ou de déterminants généraux, tant les forces à l'œuvre sont multiples et conjoncturelles. En fait, la stabilité nous est apparue comme étant le plus souvent le fruit d'une inertie, d'un héritage, plus que d'une nécessité imposée par le processus de fabrication. Ce constat nous amène à récuser en partie le principe d'une localisation soumise aux composants physiques d'un produit ou aux intrants matériels nécessaires à son élaboration.

Ainsi, à partir de l'analyse des effets spatiaux des mutations des techniques de fabrication a été montrée la limite d'une entrée "monoscalaire" et "monoaxiale" qui achoppe sur deux types de déterminants. Très classiquement, le premier concerne la notion d'héritage, qui est la manifestation

tardive d'un phénomène mis en place par un facteur depuis longtemps disparu. Dans le secteur verrier, l'héritage est renforcé par la politique de modernisation in situ pour les raisons qui ont été déjà évoquées. Le second déterminant est lié aux choix stratégiques des entreprises, dont la nature est complexe et qui ne reposent en aucune manière sur un seul facteur. En effet, il apparaît très vite que les mutations spatiales liées à des transformations techniques obéissent à la volonté d'améliorer les potentialités économiques des entreprises. Le plus souvent les industriels n'envisagent pas cette question de manière spatiale, mais du seul point de vue de la rentabilité.

Par contre, il semble que d'autres éléments de la stratégie industrielle sont liés à une démarche spatiale, d'où la nécessité de s'interroger sur ce thème en empruntant un autre axe d'analyse. De la même manière, il existe certainement d'autres déterminants des relations d'une entreprise à l'espace (et pas seulement de celles d'un établissement à son environnement), qui seraient à même de nous permettre d'expliquer ce phénomène de stabilité.

Pour conclure, nous voulons signifier que l'on peut entrer dans la question de la localisation industrielle par la porte des intrants et des facteurs physiques de localisation, à la condition de poursuivre son cheminement par une analyse théorique. En effet dans cette première étape, trois composantes situées au coeur de la stabilité spatiale sont apparues: le produit, les stratégies industrielles et l'approche des questions spatiales par les entreprises. Seule une analyse abstraite et spéculative de ces trois éléments fondamentaux de l'activité industrielle, nous permettra de dégager les motivations profondes des acteurs de l'industrie verrière française.

