



Mémento roches et minéraux industriels

Argiles communes pour produits de terre cuite

P.M. Thibaut

Juillet 1991
R 33266



Ministère de l'Industrie,
des Postes et Télécommunications
et du Commerce extérieur

Étude réalisée dans le cadre des
actions de Service public du BRGM



Mémento roches et minéraux industriels

Argiles communes pour produits de terre cuite

P.M. Thibaut

Juillet 1991
R 33266



Ministère de l'Industrie,
des Postes et Télécommunications
et du Commerce extérieur

Étude réalisée dans le cadre des
actions de Service public du BRGM

RÉSUMÉ

Les argiles communes pour produits de terre cuite : sont des roches très répandues à la surface de la terre. En France, le prix de revient, après extraction, n'excède pas 7 à 10F/t.

Environ 6,4 Mt d'argiles ont été extraites en France en 1989, dans les 170 carrières restant en activité. Parallèlement, la production totale de terre cuite de bâtiment avoisinait 5,4 Mt, réparties entre 167 usines employant 6400 salariés et atteignant un chiffre d'affaires total de 3151 MF, réalisé à 90% par 15 entreprises seulement. Au niveau européen, la France est le cinquième producteur de terre cuite mais le premier producteur mondial de tuiles.

Sur le plan géologique, les argiles communes pour produits de terre cuite sont des roches d'origine, d'âge et de composition variées. Elles sont essentiellement constituées d'un mélange de minéraux argileux (illite, kaolinite, smectite) et de différentes impuretés (sable siliceux, oxydes métalliques, calcite, matières organiques...).

Pour être exploitables dans des conditions économiques, puis utilisables par l'industrie de la terre cuite, les argiles doivent répondre à plusieurs critères liés au gisement et à la matière brute. Les spécifications industrielles d'utilisation sont vérifiées par des analyses de laboratoire et des tests technologiques.

Les produits de terre cuite sont essentiellement destinés au secteur du bâtiment. Ces dernières décennies, de nouveaux produits ont été créés pour satisfaire la demande, par exemple les briques spéciales pour courts de tennis, les panneaux de mousse d'argile pour l'isolation phonique, les briques monolithes de hauteur d'étage à isolation intégrée...

La plupart des produits de terre cuite sont fortement concurrencés par les produits de béton (parpaings, tuiles en béton), par les matériaux de revêtement plastique ou textile, et dans une moindre mesure, par les ardoises et les produits en PVC.



SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION	11
2 - DONNÉES ÉCONOMIQUES	13
2.1 - Economie et marché français	13
2.1.1 - Production et prix	13
2.1.2 - Evolution et structure de l'industrie de la terre cuite	17
2.1.3 - Répartition géographique des unités de production	22
2.2 - Marché européen - importations - exportations	25
3 - GÉOLOGIE	33
3.1 - Généralités	33
3.2 - Composition minéralogique des argiles pour produits de terre cuite	33
3.2.1 - Minéraux argileux	33
a) Groupe des illites	34
b) Groupe de la kaolinite	34
c) Groupe des smectites.....	35
3.2.2 - Minéraux accessoires et impuretés	35
a) Silice libre	35
b) Calcaire	36
c) Dolomite	36
d) Gypse	37
e) Oxydes et sulfures de fer	37
f) Oxydes de titane	37
g) Bioxyde de manganèse	37
h) Feldspaths et micas	37
i) Sels solubles	38
j) Sels de strontium	38
k) Minéraux lourds.....	38
l) Matières organiques	38
3.2.3 - Nomenclature des argiles à terre cuite	39
3.2.3.1 - Classification d'après la nature des minéraux argileux constitutifs	39
3.2.3.2 - Classification d'après la nature des impuretés	39
3.2.3.3 - Classification d'après le degré de plasticité et le comportement à la fabrication	40
3.2.3.4 - Classification d'après les utilisations	40
3.2.3.5 - Termes particuliers	40

3.3 - Répartition géologique des principales argiles à terre cuite françaises ...	41
3.4. - Exemples de quelques gisements-types en exploitation	42
3.4.1 - Carrière de Blaringhem (Pas-de-Calais)	42
3.4.2 - Carrière de Souzy (Rhône)	43
3.4.3 - Carrières de Villarnier et de Bois-de-Gand (Jura)	44
3.4.4 - Carrière de Lantenne-Vertière (Doubs)	44
3.4.5 - Carrière de Roumazières (Charente).....	45
3.4.6 - Carrières de la Pointe et de Sarcelle, commune de Trois-Ilets (Martinique)	46
4 - SECTEURS D'UTILISATION	49
4.1 - Généralités	49
4.2 - Produits de terre cuite de bâtiment	50
4.2.1 - Eléments pour structures verticales (murs et cloisons)	51
4.2.1.1 - Briques pleines ou perforées	51
4.2.1.2 - Briques creuses à perforations verticales (blocs perforés)	51
4.2.1.3 - Briques creuses à perforations horizontales.....	52
4.2.1.4 - Briques pour éléments préfabriqués	54
4.2.2 - Eléments pour structures horizontales ou inclinées (planchers, charpentes et plafonds)	54
4.2.3 - Eléments pour toitures et bardages	55
4.2.3.1 - Tuiles canal ou tuiles rondes	55
4.2.3.2 - Tuiles plates	55
4.2.3.3 - Tuiles à emboîtement ou à glissement	57
4.2.3.4 - Accessoires de couverture	58
4.2.3.5 - Teintes et nuances	58
4.2.4 - Eléments divers	59
4.2.4.1 - Conduits de fumée et de ventilation (boisseaux).....	59
4.2.4.2 - Tuyaux de drainage et d'assainissement	59
4.2.4.3 - Eléments de décoration	60
a) Carreaux de terre cuite pour revêtement de sols et murs	60
b) Briques et briquettes de parement et mulots.....	61
c) Plaques et plaquettes	62
d) Tuileaux et baguettes	63
e) Eléments pour animation de surfaces	63
f) Claustras	64

5 - PRODUITS NOUVEAUX OU SPÉCIAUX	65
5.1 - Mousse d'argile	65
5.1.1 - Description - procédé de fabrication	65
5.1.2 - Caractéristiques du matériau	67
5.1.3 - Domaines d'utilisation	67
5.2 - Produits double couche ou multicouches	68
5.2.1 - Description - procédé de fabrication	68
5.2.2 - Caractéristiques du matériau	69
5.3 - Blocs perforés à isolation intégrée	69
5.3.1 - Description - procédé de fabrication	69
5.3.2 - Caractéristiques du matériau	70
5.4 - Briques monolithes de hauteur d'étage à isolation intégrée et briques monolithes acoustiques	70
5.4.1 - Description - procédé de fabrication	70
5.4.2 - Caractéristiques du matériau	71
5.5 - Thermomousse.....	71
5.5.1 - Définition - procédé de fabrication	71
5.5.2 - Caractéristiques du matériau	72
5.6 - Brique - tennis	73
5.7 - Carrobric	73
6 - CRITÈRES D'EXPLOITABILITÉ ET SPÉCIFICATIONS INDUSTRIELLES.....	75
6.1 - Principaux critères d'exploitabilité.....	75
6.1.1 - Critères liés au gisement	75
6.1.2 - Critères liés à la matière brute	76
6.1.2.1 - Argiles à terre cuite s.s.....	76
a) Composition	77
b) Granularité.....	77
6.1.2.2 - Argiles pour granulats expansés	78
a) Composition minéralogique	78
b) Composition chimique	79
c) Granularité.....	80
6.2 - Analyses et tests technologiques	81
6.2.1 - Essais de première sélection	81
6.2.1.1 - Etude des matières argileuses	82

6.2.1.2 - Etude des dégraissants	85
6.2.1.3 - Essais de mélanges	85
6.2.2 - Essais particuliers	85
6.2.3 - Essais de production et contrôles de fabrication.....	86
6.2.4 - Essais spécifiques pour production de granulats légers	87
6.2.4.1 - Tests d'orientation	87
6.2.4.2 - Essais d'expansion en laboratoire	87
6.2.4.3 - Cas particulier des schistes	88
6.2.4.4 - Essais pilotes	89
6.3 - Eléments dégraissants et ajouts spéciaux	90
6.3.1 - Eléments dégraissants pour produits de terre cuite s.s.	90
6.3.1.1 - Sable	90
6.3.1.2 - "Chamotte" et "cassons"	91
6.3.1.3 - Cendres volantes	92
6.3.1.4 - Laitiers granulés	92
6.3.1.5 - Combustibles incorporés	92
6.3.1.6 - Roches diverses	93
6.3.1.7 - Exemple d'action d'un ajout de dégraissant sur un mélange de fabrication	93
6.3.2 - Ajouts spéciaux pour produits de terre cuite	94
6.3.2.1 - Bioxyde de manganèse	94
6.3.2.2 - Carbonate de baryum	94
6.3.2.3 - Carbonate de calcium broyé	95
6.3.2.4 - Carbonate de sodium	95
6.3.2.5 - Chaux vive ou éteinte	95
6.3.2.6 - Chlorure de sodium	95
6.3.2.7 - Spath fluor ou fluorure de calcium	95
6.3.3 - Ajouts spéciaux pour granulats d'argile expansée	95
6.4 - Spécifications industrielles	96
6.4.1 - Spécifications des matières premières	96
6.4.2 - Spécifications des produits de terre cuite	96
7 - EXTRACTION ET TRAITEMENT DES ARGILES. FABRICATION DES PRODUITS DE TERRE CUITE	101
7.1 - Extraction des argiles	101

7.2 - Traitement des matières premières et fabrication des produits de terre cuite	102
7.2.1 - Introduction	102
7.2.2 - Préparation du mélange de fabrication	103
7.2.3 - Façonnage des produits	104
7.2.3.1 - Façonnage par simple pressage	104
7.2.3.2 - Façonnage par étirage ou filage	104
7.2.3.3 - Façonnage par étirage et pressage	106
7.2.3.4 - Façonnage de produits spéciaux	107
7.2.3.5 - Façonnage de poteries horticoles par estampage ou par coulage	107
7.2.3.6 - Façonnage manuel de poteries ou d'accessoires de couverture	107
7.2.4 - Séchage	108
7.2.5 - Cuisson	109
7.2.6 - Tri et conditionnement	114
7.2.7 - Contrôles de fabrication et vérification des produits de terre cuite traditionnels	115
7.2.8 - Exemples de chaînes de traitement d'usines de produits de terre cuite	115
7.2.9 - Fabrication des granulats d'argile expansée	122
7.2.9.1 - Fabrication française actuelle en four rotatif	122
7.2.9.2 - Autres procédés de fabrication	123
7.2.10 - Fabrication de produits spéciaux	128
8 - PRODUITS CONCURRENTIELS OU DE SUBSTITUTION	129
8.1 - Matériaux pour murs, cloisons et planchers	129
8.2 - Eléments de couverture et de bardage	130
8.3 - Matériaux de revêtement de sols et murs	131
8.4 - Poteries horticoles	134
8.5 - Produits divers	134

BIBLIOGRAPHIE	137
LISTE DES FIGURES	141
LISTE DES PHOTOS (DANS TEXTE)	143
LISTE DES TABLEAUX.....	143
LISTE DES ANNEXES	144
PLANCHES PHOTOS (HORS-TEXTE)	145

*“Allons, faisons des briques et cuisons les au four”
(Genèse, chapitre XI, verset 3)*

1 - INTRODUCTION

Les argiles communes pour produits de terre cuite sont des roches d'origine et de composition variées, très répandues à la surface de la terre. Leur prix de revient à la tonne est très faible (7 à 10 F/t) et nécessite des exploitations à ciel ouvert avec des rapports S/E (épaisseur de la découverte et des intercalations stériles / épaisseur exploitable) très faibles, ainsi que la création d'unités de fabrication à proximité immédiate des carrières.

Ces argiles sont essentiellement constituées d'un mélange de minéraux argileux (illite, kaolinite, accessoirement smectite) et de différentes impuretés (sable siliceux, oxydes de fer, calcite, matières organiques, mica...) dont certaines peuvent exister en quantité importante (sable siliceux).

Par ajout d'une certaine proportion d'eau, elles donnent une pâte plastique façorable, et, par cuisson entre 850 et 1200 °C, elles se transforment en tesson de couleur généralement rougeâtre présentant de nouvelles caractéristiques physiques et mécaniques, les propriétés de l'argile ayant été modifiées de façon irréversible.

Pour améliorer les propriétés rhéologiques de la pâte, les conditions de séchage et de cuisson et les caractéristiques du produit fini, la composition de l'argile est souvent corrigée par des ajouts, en particulier des sables dégraissants.

Les produits de terre cuite obtenus sont des céramiques poreuses essentiellement destinées à l'industrie du bâtiment (briques pour murs et cloisons, tuiles pour couverture, hourdis pour planchers, boisseaux pour conduits de fumée, carreaux pour revêtements de sol...). Ils sont fortement concurrencés par les agglos, hourdis et tuiles en béton hydraulique. Font également partie de la famille des terres cuites les granulats d'argiles ou de schistes expansés pour bétons légers ou utilisés en agriculture.

En dehors de la construction, les argiles communes sont également utilisées pour la fabrication de poteries horticoles et ornementales, parfois imperméabilisées par application de glaçures (émaux ou couvertes), de drains, de vaisselle rustique, etc.

En 1989, avec environ 6,4 Mt d'argiles extraites dans les 170 carrières restant en activité, une production totale voisine de 5,4 Mt de terre cuite de bâtiment dans 167 usines, et environ 6400 salariés, pour un chiffre d'affaires total de 3151 MF, dont 90% sont réalisés par 15 entreprises seulement, la France était le cinquième producteur européen de terre cuite, mais le premier producteur mondial de tuiles.

Pour renforcer sa place sur le marché national et européen, l'industrie de la terre cuite améliore en permanence la qualité de sa production, tout en diversifiant la gamme des modèles proposés, et crée en outre des produits nouveaux (mousse d'argile, briques monolithes de hauteur d'étage à isolation intégrée...).

2 - DONNÉES ÉCONOMIQUES

2.1 - ECONOMIE ET MARCHÉ FRANÇAIS

2.1.1 - PRODUCTION ET PRIX

La production française d'argiles communes et des produits de terre cuite correspondants (bâtiment) est rassemblée dans le tableau 1, celle des produits de terre cuite est détaillée par famille dans les tableaux 2 et 3.

Années	Production d'argile (milliers de tonnes)	Nombre de carrières	Production totale terre cuite (milliers de tonnes)
1938	4980 (E)		4150
1950	4870 (E)	≈ 1000	4057
1960	7140 (E)		5953
1970	10 400 (1)		8327
1975	8400 (1)		7885
1978	9460 (E)	≈ 350	7884
1984	6970 (E)*	241	5811
1989	6470 (E)	≈ 170	5396

(E) : estimation à partir du tonnage total de produits de terre cuite

(1) : d'après les statistiques de l'Industrie Minérale (Annales des Mines)

* : d'après les statistiques du Ministère de l'Industrie, la production d'argile ne serait que de 5662 kt, chiffre probablement incorrect compte tenu de celui des produits de terre cuite ; il ne correspond qu'aux seules sociétés ayant répondu aux enquêtes statistiques de branche.

Source : FFTB et autres.

Tabl. 1 - Production française d'argiles communes et de produits de terre cuite.

Après les meilleures années de production, entre 1970 et 1980, avec 7,8 à 9,2 Mt de produits cuits (essentiellement secteur du bâtiment), pour environ 8,4 à 13,4 Mt d'argiles extraites, et la nette décroissance qui suivit entre 1981 et 1984 jusqu'à environ 5,8 Mt de produits de terre cuite, on constate une bonne stabilité de l'ensemble de la production depuis 1985, avec 5,1 à 5,4 Mt de produits de terre cuite correspondant à environ 6,1-6,5 Mt (estimation) de matériaux argileux extraits.

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

Source : F. F. T. B.

ANNEES	Briques Pleines ou perforées	Blocs à Perforations verticales	Briques Creuses	Hourdis	Tuiles	Boisseaux	Carreaux	Autres	TOTAL
1960	1666	159	2412	683	915		118		5953
1970	919	436	4383	887	1450		253		8327
1975	575	503	4252	686	1668	128	18	55	7685
1976	574	454	4293	638	1626	127	40	57	7809
1977	581	514	4238	630	1707	167	48	52	7937
1978	597	489	3933	664	1925	167	67	43	7884
1979	607	501	4116	552	2071	193	71	51	8161
1980	599	529	4207	490	2164	232	67	63	8351
1981	537	480	3410	356	1822	164	62	64	6896
1982	572	450	2943	276	1839	150	47	111	6388
1983	535	527	2615	214	1855	141	54	98	6038
1984	504	610	2396	169	1866	134	48	84	5811
1985	596	416	2149	97	1762	138	54	74	5286
1986	633	368	2118	77	1752	117	52	87	5204
1987	588	403	1941	62	1860	128	56	79	5117
1988	636	376	2116	72	2025	129	50	74	5478
1989	627	412	1953	68	2085	117	55	79	5396

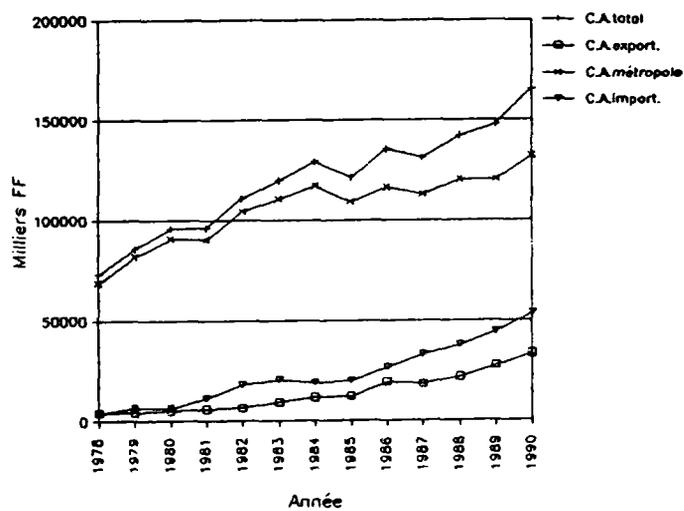
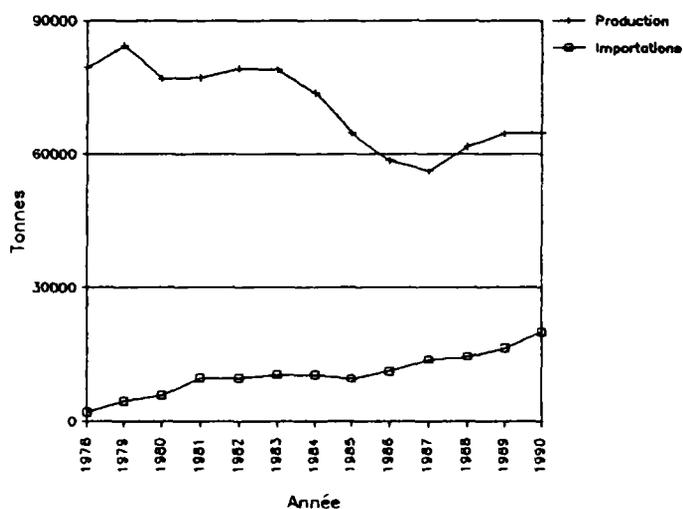
L'argile expansée n'est incluse dans "Autres" que depuis 1982.

Tabl. 2 - Production française de terre cuite par famille de produits (en milliers de tonnes).

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1) PRODUCTION (tonnes)	79 310	84 533	76 933	77 270	79 230	79 033	73 627	64 662	58 504	56 204	61 688	64 639	64 689
2) CHIFFRE D'AFFAIRES													
TOTAL FF.MT (métropole + export)	72 837 700	85 742 040	93 760 000	93 936 300	110 983 315	119 923 000	129 160 000	121 407 000	133 673 000	131 208 000	142 276 000	147 803 000	163 347 000
dont EXPORT, en FF.MT	4 133 000	4 204 000	5 033 300	5 867 000	6 593 143	9 297 000	11 800 000	12 332 000	19 430 000	18 348 000	22 007 000	27 584 000	33 347 000
dont METROPOLE	68 724 700	81 538 040	90 705 300	90 089 300	104 380 370	110 626 000	117 352 000	109 033 000	114 223 000	112 860 000	120 289 000	120 219 000	132 000 000
3) IMPORTATIONS													
(statistiques douaniers)													
tonnes	2 183	4 610	5 622	9 700	9 690	10 480	10 434	9 623	11 251	13 836	14 543	16 415	20 054
francs	4 042 000	6 890 000	6 320 000	11 260 000	17 910 000	20 567 000	19 024 000	20 138 000	26 028 000	32 848 000	37 617 000	44 233 000	53 428 000

Source: Syndicat National des Industries Françaises de La Poterie



Tabl. 3 - Poteries horticoles. Evolution de la production française de 1978 à 1990.

Malgré la chute de production de certains produits, notamment des hourdis et surtout des briques creuses, celle-ci se trouve compensée depuis quelques années par la production croissante de briques apparentes (marché d'environ 600 000 t annuelles en France) et de plaquettes, et davantage encore, de tuiles (marché annuel français d'environ 2 Mt).

En ce qui concerne le secteur de la poterie horticole, la production française semble se stabiliser vers 65 000 t, après s'être maintenue à 75 000 - 85 000 t jusqu'en 1983 et malgré la décroissance importante des années 1984 - 1987 où la production a été réduite à environ 56 000 t en 1987 (tabl. 3).

A titre indicatif, le prix de vente moyen départ usine en 1989 des produits de terre cuite variait entre 200 et 3 500 F/t, soit environ 200-300 F/t pour les briques, 800-1000 F/t pour les tuiles et accessoires, 1200-2300 F/t pour les poteries horticoles, et jusqu'à 3500 F/t environ pour les jardinières en terre cuite les plus décorées.

En revanche, le prix de revient de l'argile entrée usine (c'est-à-dire : achat ou location des terrains + coûts d'extraction et transport carrière-usine) était en 1989 d'environ 7 à 10 F/t, contre 2 à 5 F/t en 1978. La matière première argileuse représente donc une part très faible du prix de revient du produit fini, celui-ci étant souvent fonction des coûts de main-d'œuvre et de l'énergie, et de l'amortissement des investissements dans les installations des unités de production. A ce propos, on considère généralement que le coût d'investissement d'une nouvelle usine correspond à environ 1-1,5 fois le chiffre d'affaires annuel escompté.

A titre d'exemple, la construction de la nouvelle usine Brique de Vaugirard à Angervilliers (Essonne) représentait en 1988 un investissement d'environ 80 MF pour une capacité de production de 60 000 t de briques apparentes par an (L'Industrie Céramique, octobre 1988) ; la "Nouvelle Briqueterie d'Hulluch" (Pas-de-Calais), l'une des plus grandes briqueteries d'Europe, a nécessité un investissement de 100 MF en 1987-1988, pour une capacité de production de 120 000 t de briques de parement par an (Les Echos, 24/10/1989). A l'opposé de ces usines de très grande taille, le coût d'investissement d'une mini-briqueterie - tuilerie de taille très modeste, destinée par exemple à certains pays en développement, dont la capacité de production n'excède pas 3 000 à 5 000 t/an et faisant appel pour une large part à des manutentions non automatisées (chargement et déchargement du four à la main), peut être estimé entre 3 et 5 MF pour l'achat du matériel, sans compter le coût de la construction des bâtiments (J. Mérienne, CERIC, 1991, comm. pers.).

La part très modeste que constitue le coût de l'argile dans le prix de revient de la tonne de terre cuite produite entraîne donc nécessairement la création des unités de production à proximité des carrières, dans un rayon de quelques kilomètres,

très exceptionnellement jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres, pour minimiser les coûts de transport des matières premières.

D'une manière générale, les terres cuites sont des produits pondéreux à forte valeur ajoutée sur lesquels le coût de transport de l'usine au chantier de mise en œuvre a une incidence importante. D'après Ch. Guizol (1989), "dans les conditions actuelles du marché, les briques creuses de terre cuite supportent un transport de 250 à 300 km, les tuiles de 400 à 500 km, mais l'essentiel des ventes se situe dans des rayons bien plus faibles autour des usines productrices". On notera toutefois que dans certaines conditions particulières de marché, des tuiles françaises sont parfois exportées outre-mer, jusqu'aux USA, en Israël ou au Japon.

2.1.2 - EVOLUTION ET STRUCTURE DE L'INDUSTRIE DE LA TERRE CUITE

Le nombre d'unités de production des tuiles et briques n'était plus en 1989 que de 167 usines réparties entre 160 entreprises environ et regroupant 6 400 salariés, alors qu'en 1980 on comptait 260 usines et plus de 12 500 salariés, et, en 1971, 472 usines et près de 19 000 employés. On est donc loin des 3 000 usines et des 40 000 employés du début du siècle. (tabl. 4).

Années	Nombre d'établissements	Effectifs
1906	3124	41 370
1921	2940	40 720
1931	2288	44 430
1941	1309	13 826
		(sauf Alsace-Lorraine)
1951	955	21 510
1961	731	22 364
1971	472	18 737
1980	260	12 623
1985	217	7901
1988	173	6780
1989	167	6400

Source FFTB

Tabl. 4 - Evolution du nombre d'entreprises et des effectifs des tuilleries briqueteries françaises.

Cette évolution s'explique par l'augmentation constante des coûts de main-d'œuvre et des coûts d'investissement, à laquelle s'ajoutent les effets de la concurrence entre les entreprises françaises et, de plus en plus, de celle des autres pays européens. Cette nouvelle conjoncture a contraint les entreprises à passer du stade semi-industriel, voire artisanal, au stade de l'industrie lourde. Ainsi, en 83 ans, le nombre d'entreprises françaises a été divisé par 18,7 et la main-d'œuvre par 6,5. Cette évolution est d'ailleurs tout à fait analogue dans les autres pays européens

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

(tabl. 5 et 6), mais en nombre absolu, des pays comme l'Allemagne, la Grande-Bretagne, l'Italie et surtout l'Espagne possèdent encore 1,2 à 4,2 fois plus d'usines que la France.

ANNEES	D	A	B	DK	SF	F	GB	I	N	NL	S	CH	E
1960	1449			218	207		900	1160		218			
1970	741	90		111	60	404	360	1050		158		40	
1975	497	77	140	89	41	297	260	823		110		36	1500
1980	395	70	96	68	31	260	220	680		106		31	1000
1981	390	65	79	59	31	232	215	650		105		31	800
1982	370	62	69	50	29	270 ^a	210	615		97		31	750
1983	350	62	61	45	29	252	200	590		94		31	700
1984	325	62	58	47	27	242	200	513		86		31	650
1985	300	61	57	47	25	220	200	440		62		31	600
1986	290	61	53	40	24	197	190	390		63		31	650
1987	287	60	52	36	20	190	200	370		67		31	700
1988	287	60	51	36	16	178	205	355		69		31	700
1989	280	58	50	34	14	167	207	345		69		31	700

^a Cette remontée correspond à la prise en compte d'entreprises artisanales non recensées antérieurement.

Tabl. 5 - Nombre d'usines de terre cuite dans les pays européens. Source TBE.

ANNEES	D	A	B	DK	SF	F	GB	I	N	NL	S	CH	E
1960	59		11,8	5,1	2			56	1,3	11,7			
1970	25		6,5	3,6	1,4	19,1		46	0,8	7,4		3,6	36
1975	17	4	5,4	2,6	1,1	14,3	20	38	0,6	5,3		2,6	35
1980	16	2,8	3,6	1,8	1,1	12,5	17	31	0,6	4,5		2,4	25
1981	16	2,7	3	1,4	1	11,2	17	30	0,6	4,2		2,5	21
1982	15	2,4	2,7	1,2	1	9,7	16	28	0,5	3,1		2,5	19
1983	13	2,1	2,3	1,2	0,9	8,8	15,4	27		2,5		2,3	18
1984	15,6	2,1	2,1	1,3	0,9	8,4	15,7	23		2,2		2,3	17
1985	14,1	2	2	1,4	0,8	7,4	15	19		2,1		2,1	16
1986	13,2	1,9	2	1,4	0,8	7	14,6	18		2		2,1	16,5
1987	13,1	1,8	1,9	1,3	0,7	6,6	12,9	17		2,1		2,1	16,5
1988	13,2	1,8	2		0,6	6,9	13,3	16		2,2		2,1	16,5
1989	13,3	1,8	2,1		0,6	6,4	13,9	16		2,3		2,1	16,5

Tabl. 6 - Nombre de salariés (en milliers) dans les usines de terre cuite européennes. Source TBE.

En France, comme dans la plupart des pays européens, la production est essentiellement assurée par de très grosses usines dont la production peut atteindre 400 t/j pour les briques et 300 t/j pour les tuiles. Néanmoins, dans certaines conditions de

marché, de plus petites unités de production de tuiles par exemple (100 t/j), bien mécanisées, offrant une production suffisamment diversifiée, sont encore très rentables.

Dans les usines produisant des poteries horticoles, les capacités de production sont beaucoup plus réduites. Ainsi, pour l'année 1990, le plus gros tonnage produit par une telle usine a été de 18 370 t, et le plus faible de 698 t, soit, pour une production étalée sur 200 j/an par exemple, respectivement 92 et 3,5 t/j (source : Syndicat National des Industries Françaises de la Poterie).

Parallèlement à la réduction du nombre d'unités de production, de très nombreuses carrières d'argile ont été abandonnées au cours de ces dernières décennies. De 1 000 carrières en activité en 1950, celles-ci sont progressivement passées à 350 en 1978, 241 en 1984 et environ 170 actuellement (tabl. 1). Le nombre de carrières d'argile est pratiquement équivalent à celui des usines (respectivement environ 170 et 167), chaque usine utilisant généralement le (ou les) argile(s) de sa propre carrière, bien qu'il existe plusieurs exemples où une seule carrière approvisionne deux usines du même groupe (exemple : argiles de la carrière de Souzy [69] utilisées par les usines de Quincieux et de Sainte-Foix-l'Argentière [69]), l'inverse étant plus rare. La production moyenne annuelle de chaque carrière est d'environ 40 000 t et varie en réalité entre 250 000 t pour les plus importantes et quelques milliers de tonnes pour les plus petites, notamment celles alimentant les unités de production de poteries horticoles, ou autres.

L'évolution de ce secteur professionnel est marquée par une nette tendance à la concentration des entreprises qui s'est accentuée ces trois dernières années : 90% du chiffre d'affaires ont été assurés par un nombre d'entreprises qui est passé de 138 en 1968, 98 en 1973, 65 en 1980 et 15 en 1989. Pendant la même période, le chiffre d'affaires total réalisé par la profession est passé de 704 MF en 1968 à 3 151 MF en 1989 (tabl. 7).

NOMBRE D'ENTREPRISES OU DE GROUPES QUI ONT REALISE
... % DU CHIFFRE D'AFFAIRES TOTAL

	20 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	Chiffre d'affaires MF
1968	4	24	37	54	82	138	190	704
1969	4	22	35	51	77	127	170	783
1970	4	20	31	47	70	116	154	805
1971	4	19	29	43	65	105	148	830
1972	4	17	28	41	63	107	154	954
1973	4	15	25	38	57	98	138	1.037
1974	3	14	21	32	47	76	105	1.249
1975	3	13	18	27	42	71	98	1.224
1976	3	11	17	25	39	66	91	1.417
1977	3	12	18	27	41	73	103	1.584
1978	3	11	16	25	37	62	88	1.917
1979	3	11	15	23	35	60	85	2.356
1980	3	11	16	23	37	65	100	2.635
1981	3	10	13	19	29	47	73	2.568
1982	3	9	13	19	29	48	76	2.760
1983	3	9	12	16	25	40	59	2.819
1984	3	9	11	15	23	37	54	2.806
1985	3	8	11	15	21	34	50	2.783
1986	3	8	10	14	21	34	49	2.850
1987	2	6	8	11	17	28	43	2.968
1988		2	4	6	9	21	38	3.199
1989		2	3	5	7	15	29	3.151

Tabl. 7 - Evolution de la structure de la profession (terre cuite de bâtiment) en % du chiffre d'affaires.

Source FFTB.

Au cours de ces dernières années, la restructuration de la profession a été essentiellement marquée par :

- le regroupement des sociétés et l'apparition de groupes importants, de taille européenne (exemple : Imétal), par rachat de sociétés ou d'unités de production les plus rentables et abandon des unités qui ne le sont plus ;
- la diversification des produits au sein de la société ou du groupe (exemple : rachat d'une usine de carreaux de sol par Tuilerie Briqueterie Française [TBF]), mais, en revanche, la spécialisation sur une famille de produits à l'échelle de chaque usine du groupe (exemple : usine ne fabriquant que des tuiles et accessoires ou uniquement des briques creuses) ;
- la rationalisation de la production : installation de nouvelles chaînes de production et de nouveaux séchoirs et fours, plus performants, plus économiques en énergie, entièrement automatisés et gérés par ordinateur (réduction de l'effectif des salariés), l'ensemble entraînant une réduction sensible des prix de revient et l'amélioration de la qualité des produits fabriqués ;
- l'innovation commerciale se traduisant par le lancement de nouveaux produits sur le marché et la diversification des modèles proposés.

Ainsi, en quelques années, le groupe Imétal est devenu le premier fabricant mondial de tuiles de terre cuite (660 MF de chiffre d'affaires en 1988 dans la tuile, avec 750 000 t de tuiles vendues), et le plus gros fournisseur de l'hexagone, avec près de 20% du marché des petits éléments de couverture ; en outre, il est le premier producteur européen de conduits de fumée en terre cuite.

Les autres grands producteurs sont : Lambert (environ 400 000 t/an de tuiles en 1988 ; il détient en outre 35% du capital de TBF), la Générale Française de Céramique (GFC : environ 400 MF de CA pour une production annuelle de tuiles d'environ 250 000 t), TBF (220 000 à 230 000 t/an) et Bisch-Marley. Derrière Imétal (41% du marché des tuiles de terre cuite en 1988), l'ensemble Lambert et TBF représentait 27% du marché, et GFC (du Groupe Saint-Gobain) environ 17%. Hormis ces gros groupes, la production des autres entreprises se situe au-dessous de 50 000 t annuelles de tuiles.

Dans le secteur de la brique apparente, Surschiste, par exemple, produit 16% du marché français et un tiers du marché régional Nord - Pas-de-Calais.

Malgré une production annuelle d'environ 630 000 t, le marché français de la brique apparente reste assez modeste, comparé à celui de certains pays (consommation annuelle française en 1986 : 10 kg/habitant contre 100 kg aux USA).

Dans la branche de production des granulats d'argile expansée, seule la société TBF continue à produire en France des granulats légers pour le bâtiment et l'hydroculture, alors que cinq sociétés en produisaient en 1974. En revanche, en Allemagne, Belgique et URSS, la production semble s'être maintenue à un plus haut niveau.

En ce qui concerne l'organisation de la profession en France, la plupart des entreprises sont regroupées régionalement dans des chambres syndicales dont les structures varient très largement selon les régions. En outre, la Fédération des Fabricants de Tuiles et Briques de France ⁽¹⁾ réunit les entreprises par adhésion directe. Elle est à compétence à la fois sociale et économique, et les problèmes inhérents à un produit particulier sont confiés à des commissions constituées en son sein.

Le Centre Technique des Tuiles et Briques ⁽²⁾ est un centre technique industriel régi par la loi de 1948, et financé par une taxe parafiscale calculée sur le chiffre d'affaires des ressortissants de la profession. Ses laboratoires, situés à Clamart, forts d'un personnel de 50 personnes et d'un important équipement scientifique, ont notamment en charge les problèmes de recherche, d'assistance technique aux entreprises, de qualité, de réglementation, de normalisation européenne et de formation professionnelle. Il constitue un outil puissant au service de la profession.

On notera que toutes les données statistiques reprises dans ce document, y compris les répertoires de fabricants (ann. 1 à 3) sont issues de la FFTB, du Syndicat National des Industries Françaises de la Poterie et de la Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France. Par conséquent, ces statistiques ne concernent que les adhérents à ces syndicats d'entreprises ; un certain nombre d'entreprises de la profession, peu nombreuses (représentant moins de 5% du tonnage total), n'y figurent donc pas.

Au niveau européen, les différentes fédérations ou chambres syndicales sont également regroupées au sein de fédérations européennes, telles que Tuiles et Briques d'Europe (TBE).

2.1.3 - RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES UNITÉS DE PRODUCTION

La localisation des usines de terre cuite pour le bâtiment en France est indiquée en figure 1 ; le répertoire des fabricants par département et celui des fabrications pour chaque usine sont donnés en annexe 1.

Les entreprises sont réparties sur l'ensemble de la France de manière assez irrégulière. Les départements du Nord et du Maine-et-Loire renferment les plus fortes concentrations d'entreprises (au moins cinq sociétés, avec un maximum de neuf dans le Nord), suivis des départements du Rhône, de la Loire, de la Haute-Garonne et de la Charente (4 sociétés), puis du Pas-de-Calais, du Bas-Rhin et de l'Oise (3 sociétés). Les autres entreprises, à raison d'une ou deux par département, sont

(1) FFTB : 17, rue Letellier - 75015 Paris - Tél : (1) 45 78 65 00 - Fax : (1) 45 77 70 35

(2) CTTB : 200, avenue du Général de Gaulle - 92140 Clamart - Tél : (1) 46 32 09 10 - Téléc : 204 902 CTTB

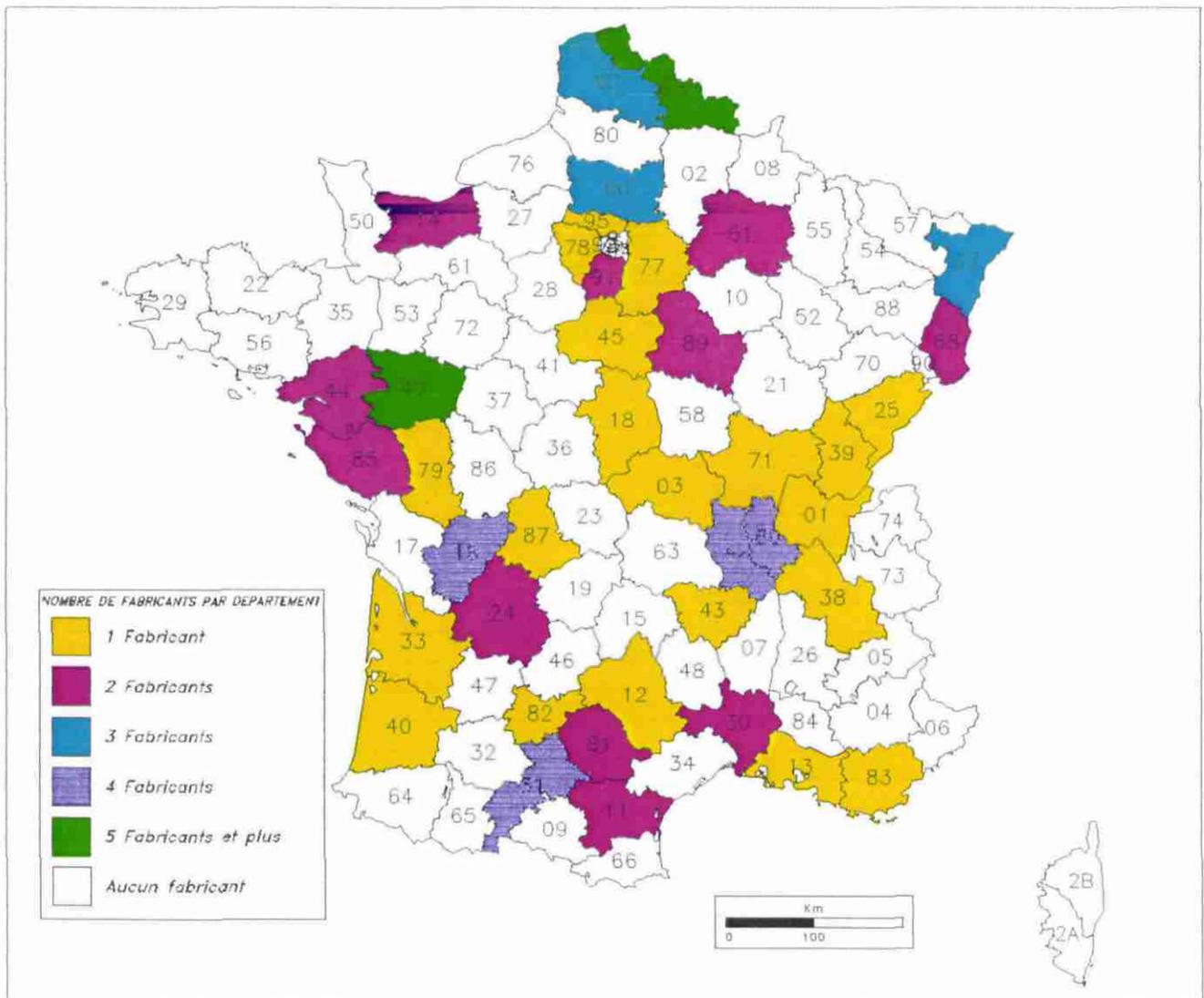


Fig. 1 - Localisation des fabrications. Source FFTB (modifié par P.M. Thibaut, 1991).

Pour obtenir les noms et adresses des fabricants figurant sur cette carte, il suffit de se reporter au Répertoire des fabricants par département (Ann. 1).



essentiellement disséminées dans la Région parisienne, en Champagne et en Bourgogne, dans les Pays de la Loire, le Poitou-Charentes, l'Aquitaine, la région Midi-Pyrénées, le Languedoc, la Franche-Comté, l'Alsace et quelques départements isolés, tels le Calvados, les Bouches-du-Rhône et la Martinique.

En revanche, 48 départements métropolitains ne possèdent actuellement aucune entreprise de terre cuite, tout au moins adhérente à la FFTB, alors que la plupart étaient autrefois producteurs. En particulier, la Bretagne, la Haute-Normandie, la Lorraine, le Massif central, les Alpes orientales et la majeure partie des Pyrénées ne semblent avoir aucune production de terre cuite.

2.2 - MARCHÉ EUROPÉEN. IMPORTATIONS - EXPORTATIONS

Tous les pays européens produisent une quantité plus ou moins importante de produits de terre cuite, comme l'indique le tableau 8 où ne figure que la production 1988 des principaux produits (tuiles, briques, hourdis) de onze pays de la CEE et de l'A.E.L.E⁽¹⁾ (autres statistiques non disponibles).

	D	A	B	DK	SF	F	GB	I	NL	CH	E	Total
Tuiles	1 000	300	90	70		2 030	130	1 310	140	300	650	6 020
Briques parem.	3 000		1 200	760	430	40	9 600		1 600	200	1 210	18 040
Briques pleines	1 300	221	311		155	625		540				3 152
Briques perforées	6 480	2 300	1 300	100	155	400			3 624		2 150	16 509
Briques creuses						2 050		8 600			7 600	18 250
Hourdis	50	90				70		4 000			1 250	5 460
Total	11 830	2 911	2 901	930	740	5 215	9 730	18 074	1 740	500	12 860	67 431

Tabl. 8 - Productions 1988 de terre cuite de onze pays de la CEE et de l'AELE (en milliers de tonnes).

Source TBE.

Le marché européen des produits de terre cuite représente donc un tonnage total estimé à environ 70 à 80 Mt annuelles de produits finis. Si l'on retient, par exemple, une moyenne de 400 F/t pour ces produits, le chiffre d'affaires annuel correspondant est de l'ordre de 28 à 32 milliards de francs (Ch. Guizol, 1989).

(1) : A.E.L.E. : Association Européenne de Libre Echange.

En 1988, la France, avec une production de tuiles et briques d'environ 5,2 Mt provenant de 178 usines (tabl. 5), était le cinquième producteur européen de produits de terre cuite, derrière l'Italie (18 Mt et 355 usines), l'Espagne (12,8 Mt et 700 usines), l'Allemagne (11,8 Mt et 287 usines) et la Grande-Bretagne (9,7 Mt provenant de 205 usines).

L'évolution du commerce extérieur de la France en briques et tuiles, matériaux les plus importants, est indiquée tableau 9, et les principaux pays clients et fournisseurs en 1989 figurent sur le tableau 10.

Source : Douanes

ANNEES	BRIQUES DE TOUS TYPES			TUILES		
	K tonnes	Pourcentage (1)	MF	K tonnes	Pourcentage (1)	MF
1960	Exp 97	2,2	5	90	9,5	11
	Imp 0,6	0	0,03	1	0,1	0,08
1970	Exp 35	0,6	3,7	4	0,3	1
	Imp 27	0,5	3,2	32	2,3	6,5
1975	Exp 145	2,8	22	18	1,1	7
	Imp 18	0,3	4,5	25	1,6	10
1980	Exp 224	4,4	54	47	2,4	40
	Imp 88	1,7	29	43	2,2	28
1981	Exp 211	4,9	55	41	2,2	35
	Imp 87	2	32	29	1,6	21
1982	Exp 177	4,5	55	53	2,8	50
	Imp 94	2,4	38	22	1,2	18
1983	Exp 293	8,1	91	59	3,3	63
	Imp 95	2,6	42	16	0,8	14
1984	Exp 327	9,4	111	77	4,3	82
	Imp 106	3	48	14	0,8	13
1985	Exp 229	7,13	77	82	4,7	86
	Imp 122	3,8	58	11	0,6	11
1986	Exp 265	8,7	86	115	6,6	118
	Imp 125	4	68	13	0,8	13
1987	Exp 239	7,9	80	136	7,2	136
	Imp 142	4,7	78	19	1	21
1988	Exp 343	10,9	114	163	8	182
	Imp 137	4,3	79	25	1,2	27
1989	Exp 398	13,2	133	192	9,7	215
	Imp 119	3,9	75	23	1,2	27

(1) Il s'agit du pourcentage du tonnage exporté ou importé par rapport aux livraisons de la profession.

Tabl. 9 - Commerce extérieur de la France en briques et tuiles de 1960 à 1989.

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

Source : Douanes

PAYS		BRIQUES DE TOUS TYPES		TUILES	
		K tonnes	MF	K tonnes	MF
U.E.B.L.	C	23,50	7,81	76,08	92,58
	F	102,93	60,79	9,98	11,75
PAYS-BAS	C	1,85	1,02	0,27	0,45
	F	6,74	6,41	0,03	0,03
R.F.A.	C	293,41	86,68	38,03	43,71
	F	3,29	3,07	4,02	5,42
G.B.	C	11,81	6,23	9,42	12,49
	F	0,24	0,53	0,02	0,10
IRLANDE	C	0	0	0	0
	F	0	0	0	0
GRECE	C	0,05	0,18	0	0
	F	0	0	0	0
ITALIE	C	0,09	0,38	0,17	0,25
	F	1,06	1,61	0,39	0,46
ESPAGNE) ANDORRE }	C	16,83	6,11	35,34	23,80
	F	4,17	2,08	5,76	6,08
PORTUGAL	C	0,02	0,06	0	0
	F	0,03	0,08	0	0
DANEMARK	C	0	0	0	0
	F	0,02	0,05	0	0
SUISSE	C	49,68	22,66	13,54	18,78
	F	0,18	0,20	1,97	2,75
TOTAL C.E.E.	C	347,51	108,44	159,30	173,28
	F	118,50	74,61	20,20	23,83

Tabl. 10 - Principaux pays clients (C) et fournisseurs (F) de briques et tuiles de la France en 1989.

On constate que les exportations totales de la France progressent régulièrement depuis 1986 (valeur globale : 204 MF), après le fléchissement de 1985 (163 MF), pour atteindre 348 MF en 1989.

Qu'il s'agisse des briques ou des tuiles, la balance commerciale est nettement bénéficiaire en 1989 (348 MF à l'exportation contre 102 MF à l'importation), l'essentiel de l'excédent étant réalisé par les tuiles, dont la France est de loin le plus gros producteur européen et mondial, avec 2 085 kt en 1989 (tabl. 8).

L'essentiel du commerce extérieur se fait avec les pays de la CEE, notamment en zone frontalière : 281,72 MF d'exportations dans les pays de la CEE en 1989 sur un total de 348 MF (tabl. 9 et 10), mais pour une faible part, des tuiles françaises sont parfois exportées jusqu'en Israël, aux USA et au Japon.

Pour les briques, le solde des échanges est négatif avec le Bénélux, les Pays-Bas et l'Italie (importation importante de briques de parement provenant de la Belgique et dans une moindre mesure des Pays-Bas), et positif avec les autres pays. En 1989, la France a importé 4% de sa consommation et exporté 13% de sa production.

Pour les tuiles, le solde est nettement positif avec le Bénélux, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, l'Espagne et la Suisse, mais reste négatif avec l'Italie. La France a exporté 9% de sa production en 1989 et n'a importé que 1% de sa consommation.

A l'intérieur de la CEE, les valeurs des échanges en 1987 pour les briques et tuiles, ramenées en \$ US, sont données par les tableaux 11 et 12.

Si l'on rapporte les volumes concernés aux 30 milliards de francs de chiffre d'affaires de la profession dans la CEE, on voit que les 163 M\$ de 1987 (valeur totale des importations de briques et tuiles dans la CEE) correspondent à environ 1 060 MF, soit 3,5% de la valeur de la production. Les échanges intracommunautaires sont donc assez faibles mais semblent progresser (Ch. Guizol, op. cit.). En outre, les exportations de la France progressent plus vite que la moyenne des pays de la CEE.

En ce qui concerne les poteries horticoles de terre cuite, les échanges européens sont assez limités, le marché étant fortement dominé par l'Italie et l'Espagne.

Néanmoins, les exportations et les importations françaises croissent régulièrement et de manière assez parallèle (tabl. 3), la balance commerciale française restant déficitaire. En 1990, la France a importé 20 054 t de poteries horticoles correspondant à un chiffre d'affaires de 53 428 000 F, le chiffre d'affaires à l'exportation n'étant que de 33 347 000 F (fig. 2 et 3).

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

Importations de la CEE		Parts de marché des principaux pays fournisseurs européens				
Pays	Val. 1 000 \$	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e ou France
1. R.F.A.	65 165	Pays-Bas (73,8)	France (12,4)	Danemark (7,2)	U.E.B.L. (6,0)	5-Italie (0,3)
2. France	13 595	U.E.B.L. (84,8)	Pays-Bas (7,1)	R.F.A. (4,0)	Espagne (2,7)	5-Italie (0,9)
3. U.E.B.L.	12 163	Pays-Bas (48,2)	R.F.A. (43,8)	France (7,2)	Espagne (0,4)	5-Italie (0,2)
4. Pays-Bas	10 437	U.E.B.L. (54,1)	R.F.A. (44,0)	France (1,3)	Roy. Uni (0,5)	5-Italie (0,1)
5. Roy. Uni	6 785	Pays-Bas (33,8)	U.E.B.L. (30,6)	Irlande (28,8)	Danemark (4,6)	6.France (0,5)
6. Irlande	4 292	Roy. Uni (98,6)	U.E.B.L. (0,8)	Pays-Bas (0,4)	Italie (0,2)	
7. Italie	1 323	R.F.A. (91,2)	Roy. Uni (4,4)	U.E.B.L. (1,9)	France (1,7)	5-Pays-Bas (0,5)
8. Espagne	418	France (70,3)	Portugal (15,3)	Roy. Uni (11,5)	Italie (2,6)	
9. Danemark	208	R.F.A. (92,8)	Italie (4,3)	Pays-Bas (2,4)	Roy. Uni (0,5)	
10. Portugal	37	Espagne (51,4)	Roy. Uni (48,6)			
11. Grèce	7	Italie (100,0)				
TOTAL CEE	114 429	Pays-Bas (50,0)	U.E.B.L. (20,3)	R.F.A. (10,4)	France (8,3)	5-Danemark (4,4)

DEMANDE : de 1986 à 1987 la demande en francs courant a augmenté de 5,0 %.

La part de la R.F.A. 1^{er} pays demandeur en 1987, est de 56,9 % du total des importations issues de la CEE, en baisse de 8,0 %. la demande de la France, 2^e pays, est de 11,9 %. Celle de l'UEBL, 3^e pays, est de 10,6 %. Celle des Pays-Bas, 4^e pays est de 9,1 %. Les 4 premiers pays représentent 88,6 % du total de la demande.

OFFRE : Les 3 premiers fournisseurs représentent 80,7 % de l'offre de la CEE en 1987. Les Pays-Bas, 1^{er} fournisseur détiennent 50 % de l'offre ; sa part régresse de 4,7 %. L'UEBL, 2^e fournisseur avec 20,3 % de l'offre progresse de 15,8 %. La RFA 3^e avec 10,4 % de l'offre régresse de 2,4 %.

La balance commerciale française : — 513 milliers de \$ US représente 3,8 % de nos recettes d'exportation.

Comparaison des taux de couverture :

- France : 96
- R.F.A. : 34
- Italie : 417

(Source U.N.S.O. - C.F.C.E.)

Tabl. 11 - CEE. Commerce intra-communautaire des briques en 1987 (milliers \$ US).

Importations de la CEE		Parts de marché des principaux pays fournisseurs européens				
Pays	Val. 1 000 \$	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e ou France
1. U.E.B.L.	26 265	France (51,3)	Pays-Bas (26,4)	R.F.A. (21,9)	Roy. Uni (0,3)	5-Italie (0)
2. R.F.A.	9 479	France (59,5)	Pays-Bas (35,0)	Italie (2,0)	U.E.B.L. (2,7)	5-Danemark (0,9)
3. France	3 546	U.E.B.L. (35,7)	R.F.A. (31,3)	Espagne (23,4)	Italie (3,9)	5-Pays-Bas (3,5)
4. Espagne	3 534	Portugal (55,5)	France (39,9)	Roy. Uni (3,7)	Italie (0,8)	5-R.F.A. (0,1)
5. Pays-Bas	1 763	R.F.A. (43,8)	U.E.B.L. (33,1)	Italie (13,0)	France (5,7)	5-Roy. Uni (3,4)
6. Roy. Uni	1 697	France (27,3)	Danemark (25,5)	Irlande (20,7)	Pays Bas (10,0)	5-U.E.B.L. (9,0)
7. Italie	944	R.F.A. (80,5)	France (12,1)	Roy. Uni (2,9)	Pays-Bas (2,4)	5-Espagne (2,2)
8. Danemark	939	R.F.A. (46,1)	Pays-Bas (44,7)	U.E.B.L. (6,9)	Italie (1,5)	5-France (0,4)
9. Irlande	659	Roy. Uni (93,6)	Danemark (4,4)	Italie (1,1)	Pays-Bas (0,6)	5-R.F.A. (0,2)
10. Grèce	14	Italie (57,1)	France (42,9)			
11. Portugal	12	Espagne (100,0)				
TOTAL CEE	48 851	France (43,4)	Pays-Bas (22,5)	R.F.A. (18,3)	U.E.B.L. (4,6)	5-Portugal (4,0)

DEMANDE : de 1986 à 1987 la demande en francs courants a augmenté de 14,1 %.

La part de l'U.E.B.L., 1^{er} demandeur en 1987, est de 53,8 % du total des importations issues de la CEE, en hausse de 3,3 %. La demande de la R.F.A., 2^e pays, est de 19,4 %. Celle de la France 3^e pays, est de 7,3 %. Celle de l'Espagne, 4^e pays est de 7,2 %. Les 4 premiers pays représentent 87,7 % du total de la demande.

OFFRE : Les 3 premiers fournisseurs représentent 84,2 % de l'offre de la CEE en 1987. La France, 1^{er} fournisseur détient 43,4 % de l'offre ; sa part progresse de 0,9 %. Les Pays Bas, 2^e fournisseur avec 22,5 % de l'offre régressent de 5,3%. La RFA 3^e avec 18,3 % de l'offre régresse de 7,5 %.

La balance commerciale française : + 21 772 milliers de \$ US représente 84,6 % de nos recettes d'exportation.

Comparaison des taux de couverture :

- France : 648
- R.F.A. : 216
- Italie : 868

Tabl. 12 - CEE. Commerce intra-communautaire des tuiles en 1987 (milliers \$ US).

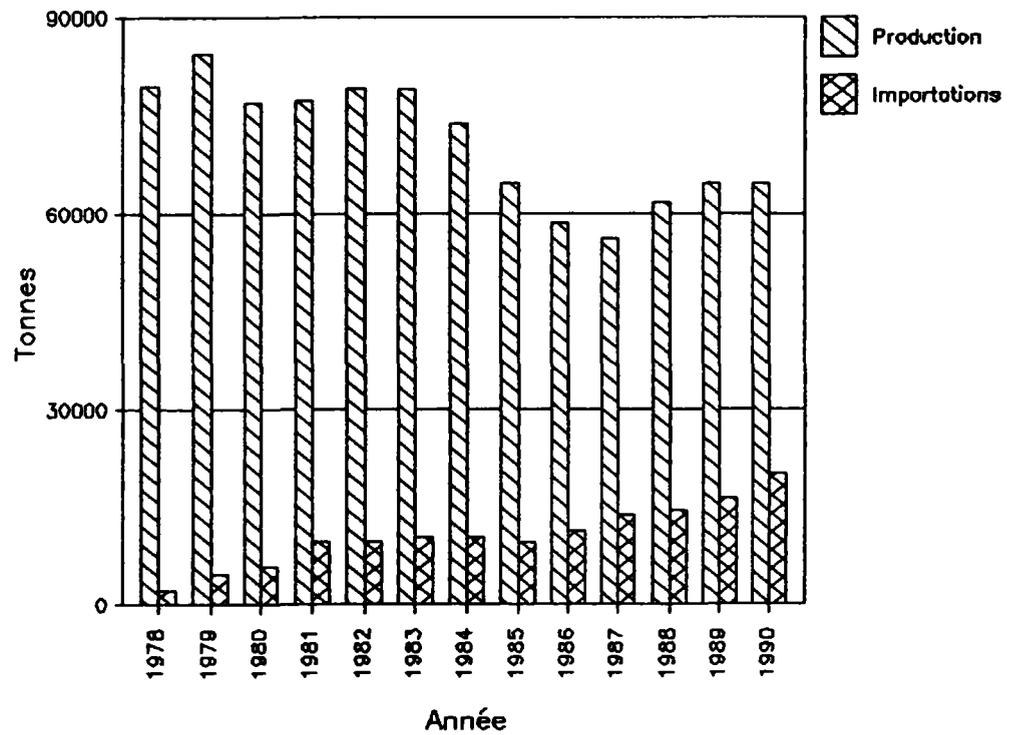


Fig. 2 - Poteries horticoles - Evolution de la production et des importations de 1978 à 1990.

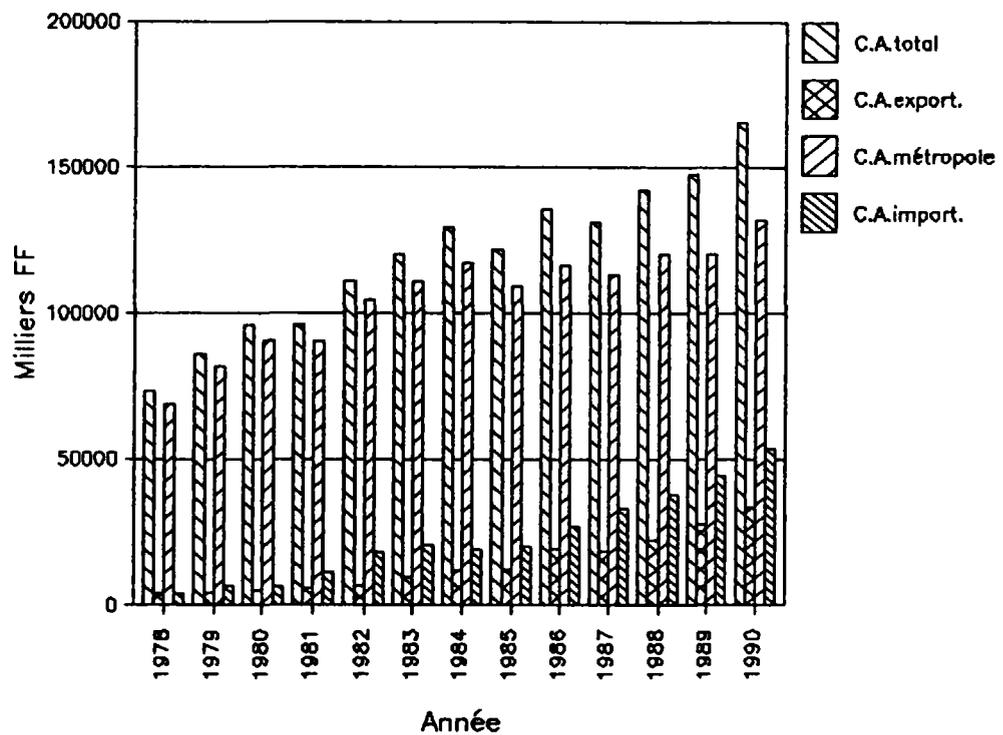


Fig. 3 - Poteries horticoles - Evolution des chiffres d'affaires réalisés en métropole, à l'exportation et à l'importation.

En ce qui concerne les carreaux de terre cuite, la production française qui n'était que de 55 000 t en 1989, soit environ 4,5 Mm², ne représente que 4,7 % du marché total des carreaux en France. Les statistiques d'importations et d'exportations ne concernent que l'ensemble des carreaux, quelle qu'en soit la nature (grès, faïences, terre cuite), mais il est probable que les échanges européens de carreaux de terre cuite soient excessivement réduits.



3 - GÉOLOGIE

3.1 - GÉNÉRALITÉS

L'argile est la matière première servant de base à la fabrication des produits de terre cuite, à laquelle il est souvent nécessaire d'ajouter des produits correctifs, en particulier des éléments dégraissants.

Les variétés d'argiles utilisées sont des roches assez impures, composées d'un mélange de minéraux argileux (au moins 50%) et de différentes impuretés (quartz, calcite, oxydes de fer, oxydes de titane, minéraux micacés plus ou moins altérés, matières organiques, etc.) dont certaines peuvent exister en quantité importante (quartz par exemple).

En fonction de leur origine, deux grandes catégories d'argiles à terre cuite peuvent être distinguées :

- les **argiles résiduelles** qui se sont formées sur place et représentent le résidu solide d'altération (altérite) de certains minéraux constituant les roches primitives (roches mères), qu'elles soient sédimentaires ou plutoniques, l'altération étant généralement de nature climatique (exemple : argiles de décalcification d'une formation calcaire), parfois d'origine hydrothermale ou fumerollienne (exemple : argile à terre cuite du gisement des Trois-Ilets, Martinique, dérivant d'une coulée andésitique) ;
- les **argiles sédimentaires détritiques** qui constituent la plupart des gisements exploités. Elles se sont formées à partir d'argiles résiduelles qui ont été érodées et dont les éléments ont été transportés :
 - soit par les eaux courantes, avant de se déposer dans des bassins de sédimentation, marins, lagunaires ou lacustres,
 - soit par le vent, dans le cas du loess (limon des plateaux).

3.2 - COMPOSITION MINÉRALOGIQUE DES ARGILES POUR PRODUITS DE TERRE CUITE

3.2.1 - MINÉRAUX ARGILEUX

Les argiles utilisées pour la fabrication de produits de terre cuite sont des argiles mixtes dans lesquelles plusieurs minéraux argileux des groupes des illites, de la kaolinite et des montmorillonites sont généralement associés en proportions variables, l'un d'eux pouvant toutefois être largement prédominant.

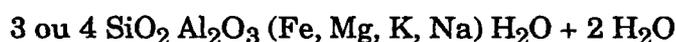
Un mélange illite - kaolinite, à illite prédominante, avec un peu de smectite, est le plus favorable. Ces minéraux argileux assurent la plasticité et la cohésion de la pâte en cru, et la liaison céramique à haute température.

Du point de vue minéralogique, ces minéraux argileux sont des phyllosilicates d'alumine hydratés.

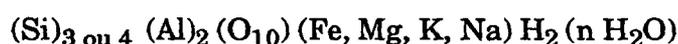
a) Groupe des illites

Les illites, monocliniques, sont des minéraux alumino-magnésiens, potassiques, parfois calciques et ferreux. Ils ont une formule structurale variable (c'est pourquoi on parle **des illites**) et sont surtout caractérisés par la présence de potassium.

La formule générale peut s'écrire :



ou



Les illites sont les minéraux argileux les plus répandus dans la nature ; elles caractérisent surtout les milieux marins. Du fait de la présence d'alcalins (éléments fondants) dans le réseau, elles sont peu réfractaires ; ce sont des minéraux grésants.

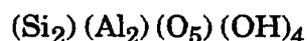
b) Groupe de la kaolinite

Ce groupe comprend :

– la **kaolinite**, triclinique, se présentant sous forme de tablettes hexagonales de 0,1 à 10 μm , ayant une épaisseur de 0,04 à 0,12 μm . Sa formule chimique est la suivante :

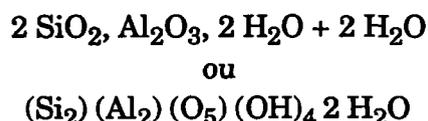


ou



Elle est surtout caractérisée par sa réfractarité que lui confère sa teneur élevée en alumine ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 39,5\%$ dans la composition chimique théorique). La prédominance de kaolinite n'est donc pas souhaitable car elle augmente la température de cuisson ;

– l'**halloysite**, monoclinique, qui se présente en cristaux enroulés formant des tubes. Elle a une composition chimique analogue à celle de la kaolinite, avec deux molécules d'eau supplémentaires (appelée eau zéolitique) :

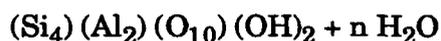


Beaucoup moins fréquente que la kaolinite, l'halloysite possède les mêmes propriétés de réfractarité que celle-ci, mais s'en distingue par une plus grande plasticité et un aspect porcelainé particulier ;

- la **métahalloysite** qui est une variété plus ou moins déshydratée de l'halloysite, cette dernière se déshydratant facilement vers 75 ou 80 °C, parfois même à la longue en atmosphère sèche, avec différents états intermédiaires. C'est ainsi que l'on a proposé de réserver le nom d'halloysite au minéral dépourvu d'eau interfeuillet, c'est-à-dire à la métahalloysite, l'halloysite recevant alors le nom d'halloysite hydratée ou d'endellite (S. Caillère *et al.*, 1982).

c) Groupe des smectites

Les **montmorillonites**, monocliniques, ont la composition générale suivante :



Les remplacements d'ions dans la structure sont fréquents, si bien que, dans la nature, on rencontre de nombreuses variétés de montmorillonites : sodiques, calciques, magnésiennes, suivant la nature du cation échangeable.

Elles sont encore moins riches en alumine que les illites, et la présence d'alcalins et d'alcalino-terreux (éléments fondants) dans la structure en fait des minéraux non réfractaires.

Elles possèdent en outre des propriétés particulières, à savoir :

- un grand pouvoir plastifiant lié à l'extrême finesse des particules. Elles sont donc parfois utilisées pour améliorer la plasticité de pâtes trop maigres ;
- un pouvoir gonflant en présence d'eau donnant, en revanche, un fort retrait au séchage. La présence de smectite en proportion notable est donc à éviter.

3.2.2 - MINÉRAUX ACCESSOIRES ET IMPURETÉS

a) Silice libre

Elle existe dans presque toutes les argiles de terre cuite sous forme de grains de quartz. Ce sable quartzueux est généralement très fin (de 10 à 40 µm), quoique certaines argiles contiennent des sables plus grossiers (jusqu'à 1 mm environ).

Le quartz détritique fournit un squelette à l'argile. A ce titre, il joue un rôle de dégraissant :

- en diminuant la plasticité d'argiles trop grasses, et ce d'autant plus que les grains sont grossiers ;
- en facilitant l'évacuation de l'eau de façonnage et en limitant le retrait au séchage ;
- en réduisant considérablement le retrait à la cuisson.

En plus du quartz détritique, certaines argiles à terre cuite renferment également un peu de silice à l'état de gel ou de silice hydratée, mais toujours en faible quantité.

b) Calcaire

On le rencontre fréquemment dans les argiles sédimentaires, généralement sous la forme minéralogique de calcite (CO_3Ca), soit à l'état de grains, concrétions, nodules, coquilles fossiles, soit à l'état finement divisé et diffus dans la masse.

Suivant leurs teneurs en CO_3Ca , on parlera d'argiles proprement dites (0 à 5% de CO_3Ca), d'argiles calcaires (5 à 35% CO_3Ca) ou de marnes (35 à 65% CO_3Ca).

Comme la silice libre, les composés calcaires diminuent la plasticité des argiles.

La calcite très fine généralement contenue dans les argiles est un élément favorable à une bonne dilatation des produits à l'humidité. En revanche, la calcite en grains est à éviter, car elle provoque des éclatements après cuisson.

D'une manière générale, au cours de la cuisson, le calcaire se décompose en gaz carbonique et en chaux ; cette dernière est un élément fondant très énergique qui se combine avec les autres éléments de l'argile pour former les silicates complexes constituant le tesson cuit.

Lorsque la chaux est présente en quantité importante, elle combine le fer à l'intérieur de silico-aluminates calciques complexes et annihile la coloration rouge due à l'oxyde de fer ; de telles argiles calcaires ou marnes cuisent donc rose, jaune ou blanc.

c) Dolomite

Carbonate double de calcium et magnésium, elle est moins fréquente que la calcite dans les argiles à terre cuite. Elle présente les mêmes inconvénients que celle-ci lorsqu'elle est en gros grains ou en quantité notable.

d) Gypse

Certaines argiles contiennent du gypse (SO_4Ca , $2 \text{H}_2\text{O}$), sous forme de petites veines ou de cristaux disséminés dans la masse. Même en faibles quantités, ces cristaux peuvent être nuisibles car ils sont à l'origine de certaines efflorescences de séchage ou d'éclatements de produits cuits (voir plus loin : sels solubles).

e) Oxydes et sulfures de fer

Le fer est fréquent dans les argiles de terre cuite sous forme d'oxydes (hématite, Fe_2O_3) et d'hydrates (limonite, $\text{FeO OH n H}_2\text{O}$), finement répartis dans la masse argileuse et responsables, le plus souvent, de la coloration des argiles crues, en brun par la limonite et en rouge par l'hématite, et des couleurs vives, jaune, rouge ou brune, obtenues à la cuisson.

Ce sont des fondants énergiques et brutaux.

Le fer peut exister également sous forme de sulfures, pyrite ou marcassite (FeS_2) pouvant colorer les argiles en vert lorsqu'ils sont finement répartis. Ces sulfures peuvent être nuisibles lorsqu'ils sont en quantité notable ou en grains : phénomènes d'efflorescences de séchage, apparition de taches de rouille, éclatement des produits cuits.

Les argiles riches en fer ont tendance à se boursoufler au cours de la cuisson (déga-
gements gazeux).

f) Oxydes de titane

Ils se rencontrent à faible teneur, le plus souvent sous forme de rutil (TiO_2) ou d'ilménite (FeO , TiO_2). Ils exaltent la coloration due au fer.

g) Bioxyde de manganèse

Certaines argiles à terre cuite contiennent du bioxyde de manganèse (MnO_2) très dispersé qui leur confère, lorsqu'il est en quantité importante, des teintes noires ou violacées.

h) Feldspaths et micas

Des feldspaths peu décomposés peuvent être présents dans certaines argiles kaoliniques, tandis que des micas, essentiellement de la muscovite ($\text{K}_2 \text{Al}_4 [\text{Al}_2 \text{Si}_6 \text{O}_{20}] [\text{OH}, \text{F}]_4$), se rencontrent dans de nombreuses argiles sédimentaires, sous forme de débris très fins intimement mélangés à l'argile.

Ces minéraux détritiques peuvent diminuer la plasticité de l'argile (éléments dégraissants) lorsqu'ils sont en proportion notable.

Ils apportent un supplément d'alcalins à ceux contenus éventuellement dans les minéraux argileux (illites). Ils jouent principalement le rôle de fondants au cours de la cuisson et participent au grésage de l'argile et au développement des résistances mécaniques des produits cuits. Mais leur action fondante se produit à température généralement plus élevée que dans le cas des composés calcaires ou ferrugineux.

La biotite ($K_2 [Fe, Mg]_6 [Al_2 Si_6 O_{20}] [OH, F]_4$), beaucoup moins fréquente que la muscovite, augmente par ailleurs la teneur en fer de l'argile.

i) Sels solubles

Toutes les argiles de terre cuite contiennent des sels solubles en faible quantité, tels que des chlorures (NaCl, MgCl) et des sulfates ($MgSO_4$, $CaSO_4$), le sulfate de chaux étant de loin le plus fréquemment rencontré. Ils peuvent être nuisibles, car les gaz dégagés lors de la cuisson (SO_3 , Cl) sont agressifs pour l'appareillage et les produits enfournés, et sont souvent à l'origine de phénomènes d'efflorescences sur les produits cuits.

j) Sels de strontium

Ils peuvent être présents en très faible quantité dans certaines argiles à terre cuite et sont parfois responsables de leur coloration vert clair.

k) Minéraux lourds

De la tourmaline, du zircon et des grenats se rencontrent quelquefois dans les argiles, mais toujours en très faible proportion.

l) Matières organiques

Les argiles à terre cuite contiennent fréquemment des matières organiques provenant de la décomposition d'éléments végétaux. Celles-ci sont responsables de leur coloration grise, brune, noire, violette ou lie-de-vin, suivant leur stade d'oxydation. Elles améliorent la plasticité des argiles car elles se trouvent souvent à l'état colloïdal. En tant qu'agents réducteurs, elles favorisent la solubilisation et l'élimination des sels de fer. C'est la raison pour laquelle certaines argiles organiques très foncées cuisent cependant clair, voire blanc.

3.2.3 - NOMENCLATURE DES ARGILES À TERRE CUITE

Il existe une très grande variété de roches argileuses utilisables dans l'industrie de la terre cuite, à laquelle correspond une gamme d'appellations très étendue. Généralement, une argile est affectée d'un qualificatif qui rappelle une caractéristique dominante liée :

- soit à sa nature minéralogique ;
- soit à ses propriétés physiques ou chimiques ;
- soit à son comportement dans certaines conditions de traitement ;
- soit à l'usage auquel elle est destinée.

Aussi existe-t-il dans l'industrie de la céramique, et plus particulièrement dans celle de la terre cuite, plusieurs classifications des roches argileuses.

3.2.3.1 - CLASSIFICATION D'APRÈS LA NATURE DES MINÉRAUX ARGILEUX CONSTITUTIFS

a) Argiles constituées par un minéral argileux largement prédominant ou par des minéraux argileux appartenant au même groupe

- kaolinites = argiles kaoliniques, assez rares pour une utilisation en terre cuite (cas des argiles à produits creux du sud de la région parisienne) ;
- illites = argiles illitiques, les plus utilisées ;
- montmorillonites = argiles montmorillonitiques : de telles argiles ne sont éventuellement utilisées qu'en faible quantité, en tant que produit correctif.

b) Argiles constituées par un mélange de minéraux argileux, en proportions variables

C'est le cas le plus fréquent. On parle alors d'argiles mixtes : argiles kaolino-illitiques, kaolino-montmorillonitiques, illito-kaoliniques, etc., suivant la nature des minéraux argileux présents et celle du minéral dominant.

3.2.3.2 - CLASSIFICATION D'APRÈS LA NATURE DES IMPURETÉS

- argiles sableuses ;
- argiles ferrugineuses ;
- argiles gypseuses ;
- argiles micacées ;
- argiles calcaires : $5\% < \text{CaCO}_3 \leq 35\%$, marnes : $\text{CaCO}_3 \geq 35\%$;
- argiles ligniteuses, organiques.

3.2.3.3 - CLASSIFICATION D'APRÈS LE DEGRÉ DE PLASTICITÉ ET LE COMPORTEMENT À LA FABRICATION

Toutes les argiles à terre cuite font pâte avec l'eau et possèdent une plasticité plus ou moins élevée qui permet de les classer :

- argiles grasses = argiles très plastiques = argiles longues (essai du colombin) ;
- argiles maigres = argiles peu plastiques = argiles courtes (essai du colombin) = argiles sableuses ;
- entre ces deux pôles, on trouve des argiles intermédiaires plastiques à peu plastiques, plus ou moins sableuses : exemple : argiles demi-grasses.

Les argiles trop plastiques ont un retrait excessif au séchage et à la cuisson.

3.2.3.4 - CLASSIFICATION D'APRÈS LES UTILISATIONS

- argiles pour produits de terre cuite proprement dits ;
- argiles grésantes ;
- argiles expansibles utilisées pour la fabrication de granulats légers.

3.2.3.5 - TERMES PARTICULIERS

- **Terres.** Ce terme désigne généralement des argiles impures, toujours plus ou moins ferrugineuses et sableuses. On appelle **terre franche** une argile utilisable telle quelle, sans ajout, pour la fabrication de certains produits. La terre à brique est une terre franche dont le type le plus commun est le limon (lehm).

- **Glaises.** On appelle parfois ainsi les argiles de nature variée mais très plastiques.

- **Argiles schisteuses.** Ce sont des argiles indurées par dynamo-métamorphisme. Dans leur état naturel, elles ne font pas pâte avec l'eau. Leur utilisation nécessite un broyage préalable.

- **Chamotte.** La chamotte est une argile de composition variable, souvent kaolinique, cuite et broyée à une granulométrie déterminée pour servir de dégraissant dans la confection des pâtes céramiques *s.l.*. Dans l'industrie de la terre cuite, il s'agit communément de rebuts de fabrication ("**casseaux**" ou "**cassons**") broyés.

La nomenclature des argiles est encore compliquée par l'existence de toute une série d'appellations liées aux lieux d'extraction (exemple : argile de Vaugirard, du Sparnacien de la région parisienne ; argile de Saint-André du Stampien de la région marseillaise), sans compter les dénominations locales (la "clyte" du Nord - Pas-de-Calais, pour désigner l'argile de l'étage yprésien ; la "binche" ou "l'Aplaud" de la Charente, qui correspond à des micaschistes très altérés utilisés comme

dégraissants) ou les termes propres à l'exploitation ("bonne rouge", "mauvaise grise", "argiles blanches", etc.).

3.3 - RÉPARTITION GÉOLOGIQUE DES PRINCIPALES ARGILES À TERRE CUITE FRANÇAISES

D'origine et de composition très variées, les argiles à terre cuite se rencontrent dans de nombreux étages géologiques essentiellement répartis dans le Secondaire, le Tertiaire et le Quaternaire.

Dans le **Primaire**, on trouve peu d'argiles parce qu'elles ont été transformées en schistes et ardoises par dynamo-métamorphisme. On ne connaît qu'un exemple dans le Permien, à Carentan et Bayeux en Normandie, où des argiles à briques étaient autrefois extraites, et un autre dans le Carbonifère de Sainte-Foy-l'Argentière, au sud de Lyon, où des argiles sont toujours activement exploitées.

Dans le **Secondaire**, on trouve des argiles à terre cuite :

- dans le **Trias** : en bordure lorraine et meusienne ;
- dans le **Jurassique** : dans la région de Metz, le Cher, l'Indre, la Charente (Toarcien), au nord de Lyon, dans le Calvados (Lisieux, Bavent, Argence), dans les Hautes-Alpes (Gap) ;
- dans le **Crétacé** : région de Beauvais, dans le Boulonnais (argile du Gault), le Pays-de-Bray, le Cher, la région d'Avignon et de Thézières.

Dans le **Tertiaire**, on en trouve :

- dans le **Paléogène** :
 - inférieur : Salernes (Var), vallée de la Lys (argile à tuile du Nord),
 - moyen : dans le Bassin parisien, marne verte du Sannoisien, argiles de Vaugirard, Arcueil, Saint-Chéron, les Mureaux du Sparnacien,
 - supérieur : Stampien de la région de Clermont-Ferrand (Auvergne), de Saint-André, Saint-Henri, Sainte-Beaume (Provence), dans les régions de Pau et Castelnaudary ;
- **entre le Paléogène et le Néogène** : Sidérolithique en Charente et dans le Lot ;
- dans le **Néogène** :
 - inférieur : Cher, Indre, sud du Bassin aquitain, Languedoc,
 - moyen : Istres, Fréjus, Cagnes, confins de la Normandie et de la Bretagne,
 - supérieur : Bourgogne, Bresse, aux environs de Lyon, en Dauphiné et à Beausemblant (Drôme).

Dans le **Quaternaire** :

- **inférieur à moyen** : à Chagny (Côte-d'Or), Bourg-en-Bresse, Chalons-sur-Saône, dans la vallée de la Dheune, au nord-ouest de Lyon, à Saint-Vallier, au nord de Strasbourg (vallées de l'Ill et du Rhin), à Beausemblant (Drôme), à Toulon et Six-Fours (Var) ;
- **supérieur** : c'est le lœss d'origine éolienne. Dans toute la plaine du Nord de l'Europe, le vent a créé des amoncellements d'éléments argilo-calcaires, quelquefois sur une grande épaisseur ; c'est l'ergeron ou lœss dont la teneur en chaux peut atteindre 15% (plus particulièrement en Alsace). Dans certaines régions, une décalcification de la partie supérieure a eu lieu et il est resté le lehm très souvent utilisé pour la fabrication de briques pleines pressées en terre franche (Normandie, Bassin parisien, Nord et Pas-de-Calais). Cette matière est souvent appelée limon des plateaux.

La plupart de ces formations géologiques sont toujours exploitées, comme le montre la carte de localisation des fabrications en 1988 (fig. 1, p. 23), mais certaines d'entre elles ne connaissent plus d'activité extractive de nos jours, en raison de la fermeture de nombreuses usines au cours de ces dernières décennies. C'est le cas, par exemple, des argiles permienes de Carentan et de Bayeux en Normandie, des argiles jurassiques des Hautes-Alpes, de celles du Crétacé inférieur de la région du Boulonnais (argiles du Wealdien et du Gault), et pour une bonne partie, du limon quaternaire du Nord - Pas-de-Calais, où peu d'exploitations subsistent.

En revanche, la création de nouvelles usines à terre cuite ces dernières années a parfois nécessité la prospection d'autres formations géologiques argileuses ou de formations équivalentes situées dans d'autres régions, puis l'ouverture de nouvelles exploitations. C'est le cas, par exemple, de la carrière d'Angervilliers (Essonne) près de laquelle a été implantée la nouvelle usine de la société Brique de Vaugirard.

En outre, on remarquera que si l'essentiel de l'activité de production de terre cuite - donc également de l'activité d'extraction d'argile - est concentrée dans les régions Nord - Pas-de-Calais, du grand Sud-Ouest, de la région lyonnaise, du Bassin parisien et de l'Alsace, où abondent les formations argileuses, les massifs montagneux anciens (Massif armoricain, Massif central, Ardennes) et récents (Alpes et Pyrénées), ainsi que la Lorraine, en sont totalement dépourvus.

3.4 - EXEMPLES DE QUELQUES GISEMENTS-TYPES EN EXPLOITATION

3.4.1 - CARRIÈRE DE BLARINGHEM (PAS-DE-CALAIS)

Exploitant : Société nouvelle du Comptoir tuilier du Nord (Groupe Huguenot-Fenal) - Usine de Wardrecques (Pas-de-Calais).

Contexte géologique : puissante formation de l'argile d'Orchies (partie inférieure de l'argile des Flandres) de l'étage yprésien (Eocène, Paléogène inférieur), d'origine marine, recouvrant les sables marins du Landénien (= Thanétien, Paléocène).

Exploitation : sous 8 m environ de stérile (limon + argile jaune), la couche utile est exploitée sur 32 m d'épaisseur. La partie supérieure d'argile brune, finement sableuse, entre pour 20 à 25% du mélange des argiles, la partie inférieure d'argile bleue très grasse représente 70 à 75%.

Jusqu'à ces dernières années, l'argile était extraite à la pelle hydraulique, en rétro, et transportée à l'usine, distante de 1 km environ, à l'aide de tractobennes (pl. ph. 1 : ph. 1). A présent, l'exploitation est réalisée au scraper et l'argile est stockée en entrée de carrière, pour une année de fabrication. Du sable landénien extrait dans la carrière de Molinghem, distante de quelques kilomètres de l'usine, est ajouté au mélange précédent, à raison de 20%.

Production, fabrication : La production de la carrière d'argile en 1989 a été d'environ 30 000 m³, celle de produits cuits d'environ 27 000 t, consistant en tuiles "petit moule" et en accessoires de couverture.

3.4.2 - CARRIÈRE DE SOUZY (RHÔNE)

Exploitant : Grande Tuilerie du Rhône (Groupe IRB) - Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône)

Contexte géologique : argiles d'altération des pélites schisteuses du Stéphaniens (Carbonifère supérieur) du fossé tectonique de Sainte-Foy-l'Argentière, avec recouvrement d'origine colluviale.

Exploitation : sous un recouvrement stérile argilo-sableux et caillouteux d'environ 2 m d'épaisseur, le gisement, d'une trentaine de mètres de puissance, est constitué d'une succession de couches argileuses assez irrégulières ne formant pas des bancs continus mais plutôt des chapelets de lentilles, dénommées "bonne rouge", "mauvaise rouge" (argile grasse) et "bonne grise", selon leur teneur en sable (pl. ph. 1 : ph. 2). Elles recouvrent des arkoses ou grès arkosiques presque totalement décomposés en sable (gore), également exploités en tant que dégraissant ("mauvaise grise"). L'extraction est effectuée au bulldozer avec constitution de tas pour chaque qualité d'argile, reprise à la pelle et transport à l'usine par camions.

Le mélange de fabrication est composé d'environ 50% d'argile grasse ("mauvaise rouge") et 15 à 17% de chacune des trois autres qualités. Il est utilisé à la fois par la tuilerie de Sainte-Foy-l'Argentière et par celle de Quincieux (Rhône). Du gore est également fourni à la tuilerie Emile Jacob à Commenailles (Jura).

Production, fabrication : en 1989, la production d'argile de la carrière a été d'environ 170 000 t correspondant à une fabrication de produits cuits (tuiles et accessoires de couverture) de 150 000 t (55 000 t/an à Sainte-Foy-l'Argentière et 95 000 t/an à Quincieux).

3.4.3 - CARRIÈRES DE VILLARNIER ET DE BOIS-DE-GAND (JURA)

Exploitant : Tuilerie Emile Jacob (Groupe IRB) - Commenailles (Jura).

Contexte géologique : dépôts argileux et sableux d'origine fluviale, d'âge pliocène ("marnes de Bresse").

Exploitation : le gisement de Villarnier renferme un niveau argileux, hétérogène, de 4 m d'épaisseur environ, surmontant des sables calcaires. Celui de Bois-de-Gand montre la succession suivante, de haut en bas :

- terre végétale (0,30 m) ;
- argile sableuse rouge (1 m) ;
- argile grasse, blanche marbrée jaune, avec des niveaux plus sableux (4 à 7 m) ;
- niveau de lignites (0,20 à 0,80 m) ;
- sables calcaires.

Le mélange de fabrication associe 60% d'argiles de Bois-de-Gand et 40% de Villarnier, auquel on adjoint 12% de gore (sable arkosique) provenant de la carrière de Sainte-Foy-l'Argentière, le sable local, sous-jacent aux argiles, utilisé jusqu'à ces dernières années à raison de 25% environ du mélange, ne l'étant plus à présent en raison de sa teneur en calcaire.

Production : la production d'argile est d'environ 50 000 m³/an, soit environ 70 000 t/an ; celle de produits de terre cuite est de 50 000 t/an et consiste uniquement en tuiles et accessoires de couverture surcuits (1200 °C) et vieillis dans la masse.

3.4.4 - CARRIÈRE DE LANTENNE-VERTIÈRE (DOUBS)

Exploitant : Tuileries-Briqueteries Migeon (Groupe Laufen).

Contexte géologique : argiles et marnes du Toarcien (Lias, Jurassique inférieur).

Exploitation : le front de taille de la carrière, de 41 m de hauteur environ, montre, de haut en bas :

- 0,30 m de terre végétale ;
- 6 m environ d'argile sableuse jaune rougeâtre ;
- 12 m de marnes avec bancs calcaires ;
- 5 m d'argiles calcaires et de marnes noires feuilletées ("fines feuilles") ;
- 18 m de marnes noirâtres.

Seule l'argile sableuse supérieure et les marnes noires inférieures sont utilisées pour la préparation du mélange de fabrication, respectivement à raison de 20 et 80%. Les 17 m intercalaires de formations marno-calcaires sont mis à la décharge.

L'extraction est réalisée par paliers, uniquement pendant l'été, à l'aide d'une pelle mécanique pour la couche supérieure, avec un bulldozer puis une pelle mécanique pour les marnes noires inférieures, plus compactes. Transportées à l'usine par camions et dumpers, les terres sont stockées pour une année de production.

Production, fabrication : le tonnage d'argile extrait pour la campagne 1989-1990 a été de 78 000 t, et la production de tuiles et accessoires de l'ancienne tuilerie a été de 52 000 t en 1989. Avec la mise en service d'une deuxième tuilerie d'envergure européenne, d'une capacité de production de 15 millions de tuiles par an portant celle des deux usines à 100 000 tuiles par jour, le stock d'argile extrait pour la campagne 1990-1991 est d'environ 99 000 t.

3.4.5 - CARRIÈRE DE ROUMAZIÈRES (CHARENTE)

Exploitant : Tuilerie Briqueterie Française (TBF)

Contexte géologique : argiles du Toarcien - Aalénien (Lias, Jurassique inférieur).

Exploitation : le gisement est assez tourmenté, avec une épaisseur de stérile variant de 0,5-1 m à 6-8 m recouvrant des argiles en couches subhorizontales :

- une couche supérieure d'argile jaunâtre (dite argile blanche) pouvant atteindre 6 à 9 m ;
- une couche inférieure d'argile rouge de 3 à 8 m de puissance.

L'exploitation se fait par paliers de 5 à 6 m de hauteur. L'argile est extraite à la chargeuse et chargée directement sur les camions qui la transportent à l'usine (ph. 1).



Photo 1- Vue partielle de la carrière de Roumazières (Charente) en 1978, montrant la superposition de l'argile blanche sur les couches d'argile rouge. Tuilerie Briqueterie Française, usine de Roumazières.
Source : Equipement Mécanique Carrières et Matériaux n° 170, nov. 1978.

Autrefois, les deux argiles étaient mélangées pour la fabrication des tuiles et briques.

Depuis la mise en route de la production d'argile expansée en 1972, l'argile rouge, riche en oxydes de fer, lui est exclusivement réservée du fait de son aptitude à ce traitement, tandis que l'argile blanche est utilisée pour la fabrication des tuiles. Les deux types d'argiles sont exploités séparément et déversés dans des trémies d'alimentation distinctes à l'entrée de l'usine.

3.4.6 - CARRIÈRES DE LA POINTE ET DE SARCELLE, COMMUNE DES TROIS-ILETS (MARTINIQUE)

Exploitant : Poterie des Trois-Ilets.

Contexte géologique : argiles d'altération fumerollienne et météorique de roches volcaniques (andésites). Gisement irrégulier.

Exploitation : de l'argile maigre contenant des grains de quartz est exploitée sur 7 à 8 m d'épaisseur dans la carrière de La Pointe ; de l'argile grasse est extraite sur 1 à 2 m d'épaisseur dans la carrière de Sarcelle. Dans les deux cas, l'extraction est faite au chargeur et l'argile est transportée jusqu'à l'usine de traitement toute proche dans des remorques tirées par des tracteurs agricoles.

Production et fabrication : la production d'argiles est d'environ 35 000 t/an. Il n'y a pas d'ajout de sable, les rebuts de cuisson étant utilisés comme dégraissant. La production de terre cuite est d'environ 30 000 t/an : essentiellement des briques et des plaquettes (99%), des tuiles, des boisseaux et des claustrés.



4 - SECTEURS D'UTILISATION

4.1 - GÉNÉRALITÉS

L'industrie de la terre cuite a un client pratiquement exclusif, **le secteur du bâtiment**, avec une production totale française d'environ 5,4 millions de tonnes en 1989, auxquelles s'ajoutent environ 4 212 milliers de mètres carrés de carreaux de terre cuite pour sols et murs, ceux-ci ne représentant en 1989 que 4,7% du marché français du carreau céramique.

Parallèlement, la production de poterie horticole, pour l'essentiel en terre cuite, a été de 64 689 t en 1990.

Dans le secteur de la terre cuite de bâtiment, en particulier, cette production est de plus en plus le fait de grosses unités modernes, la plupart du temps parvenues à un haut degré d'automatisation, et bénéficiant d'une organisation très poussée de contrôles à tous les stades de la fabrication, condition indispensable à l'obtention d'une qualité régulière. Cette qualité fait l'objet de normes existantes ou en cours d'élaboration, et parfois de révision.

Reprenant une présentation générale des produits de terre cuite rédigée en 1971 par M. Berbesson (CTTB), toujours valable 20 ans plus tard, on peut dire que :

« La persistance et l'expansion de l'emploi d'un matériau aussi ancien que la terre cuite ne réside pas dans un attachement sentimental aux choses du passé - car le fait qu'un matériau soit millénaire est un argument qui a perdu de nos jours une grande partie de sa force convaincante - mais bien dans l'adaptation des produits fabriqués aux techniques de construction moderne. Cette adaptation se traduit aussi bien dans les qualités du matériau de base lui-même que dans les formes qu'il peut prendre et les utilisations, classiques ou non, qui en découlent.

Deux éléments sont à la base de cet état de choses :

- l'argile, par sa plasticité, se prête à l'obtention de produits de formes les plus diverses, ce qui est particulièrement facilité par les techniques de fabrication par filage ;
- dans le **domaine mécanique**, la **résistance de la terre cuite** a pratiquement triplé au cours des quinze dernières années. Des résistances à la compression de 400 à 600 bars sont aujourd'hui absolument courantes ; elles atteignent même parfois 1000 bars, ce qui est très important dans les maçonneries porteuses où les compressions dues aux charges verticales se traduisent finalement par des tractions horizontales, ainsi que dans d'autres produits tels que les éléments de plancher où se manifestent parfois des flexions dans certaines parois.

Compte tenu des coefficients de sécurité imposés par la réglementation, ces qualités permettent la construction d'immeubles de plusieurs niveaux sans ossature. Il en résulte, en plus de la diminution du coût de la construction, la possibilité de supprimer les ponts thermiques et les transmissions directes du point de vue acoustique. Les produits de terre cuite s'intègrent également dans des techniques aussi évoluées que la précontrainte, dont on sait qu'elle n'est valable qu'avec des matériaux présentant des qualités particulières. **En matière d'isolation thermique**, ces caractéristiques mécaniques ont permis d'amincir les cloisons et d'augmenter le nombre d'alvéoles, ce qui est un facteur déterminant. De plus, **la terre cuite est un matériau très sec**, dont l'humidité d'équilibre est très faible, de l'ordre de 0,5 à 1%, ce qui évite la dégradation du coefficient d'isolation utile.

Matériau poreux, ce qui est loin d'être un défaut, la terre cuite peut absorber et rejeter sans dommage les condensations passagères. C'est ce que traduit l'expression courante, peu scientifique, mais imagée, de "matériau qui respire".

La terre cuite présente donc un ensemble d'avantages qui, réunis dans un seul et même matériau, lui permettent de remplir simultanément des fonctions aussi diverses - et parfois contradictoires - que celles de résistance, d'isolation et de durabilité, en offrant dans chaque domaine particulier ce que l'on désigne sous le vocable de "qualité" et qui n'est autre que l'aptitude à l'emploi.

Aujourd'hui, poursuivant régulièrement ses efforts, l'industrie de la terre cuite met à la disposition des utilisateurs un très grand choix de produits. Ainsi, les maîtres d'œuvre, les techniciens, les entrepreneurs peuvent trouver ce qui convient le mieux au projet qu'ils réalisent, que ce soit pour les murs de façade ou de refend, les planchers, les voûtes et les charpentes, les cloisons, les couvertures, la fumisterie, les revêtements muraux ou de sol. Il existe toujours des produits de terre cuite aptes à remplir la fonction demandée, d'autant plus qu'aux variétés de formes s'ajoutent les variétés d'aspect quant aux grains et aux coloris »

4.2 - PRODUITS DE TERRE CUITE DE BÂTIMENT

Les produits sont extrêmement diversifiés, suivant leur nature, leurs dimensions, leurs caractéristiques physiques ou mécaniques et leurs utilisations. Ils sont généralement classés en quatre grands groupes :

- les éléments pour structures verticales ;
- les éléments pour structures horizontales ou inclinées ;
- les éléments pour toitures et bardage ;
- les éléments divers.

4.2.1 - ÉLÉMENTS POUR STRUCTURES VERTICALES (MURS ET CLOISONS)

Il s'agit des briques pleines ou perforées, des briques creuses à perforations verticales (blocs perforés), des briques creuses à perforations horizontales et des briques pour éléments préfabriqués.

4.2.1.1 - BRIQUES PLEINES OU PERFORÉES

Elles ont toutes deux la forme de parallélépipèdes rectangles. Les briques perforées se caractérisent par des perforations verticales dont le taux de vide doit rester inférieur ou égal à 40% ($\leq 50\%$ s'il s'agit de briques à enduire).

On distingue trois sous-familles de produits régies par des normes différentes :

- les briques destinées à rester apparentes (norme NF P 13-304) dont il sera question dans un autre paragraphe avec les éléments de décoration (§ 4.2.4.3) ;
- les briques destinées à être enduites (norme NF P 13-305) ;
- les briques pour conduits de fumée (norme NF P 51-301).

Les dimensions les plus courantes de ces produits sont données dans le tableau suivant :

Type	Epaisseur (mm)	Largeur (mm)	Longueur (mm)
Briques pleines ou perforées	40	105	220
	55	105	220
	60	105	220
	55	105	330

Ils sont également classés en fonction de leur résistance mécanique à l'écrasement en quatre catégories allant en moyenne de 125 à 400 bars.

Ces briques sont généralement utilisées pour le montage des murs (extérieur ou de refend), pour les conduits de fumée, parfois pour le montage des cloisons.

4.2.1.2 - BRIQUES CREUSES À PERFORATIONS VERTICALES (BLOCS PERFORÉS)

Ce sont des produits permettant de réaliser toute l'épaisseur d'un mur ou d'une cloison avec un seul élément, et comportant des perforations verticales (perpendiculaires à la face de pose). Leur largeur est au moins de 14 cm et la somme des sections des perforations est égale ou inférieure à 60 % de la section totale.

Selon leurs caractéristiques thermiques, on distingue les blocs normaux des blocs de type "G", eux-mêmes classés en trois familles suivant leurs dimensions :

- petit format : largeur de 14 à 20 cm ;
- moyen format : largeur de 20 à 30 cm ;
- grand format à cloisons minces : largeur de 30 à 42,5 cm.

Les blocs G, spécialement conçus pour une meilleure isolation thermique, sont caractérisés par un nombre élevé d'alvéoles longues et étroites, et par des parois minces dont l'épaisseur est fonction du format.

On distingue deux catégories de blocs perforés régies par des normes différentes :

- les blocs perforés à enduire ;
- les blocs perforés présentant une face destinée à rester apparente ; la hauteur de ces derniers est limitée à 11 cm et le taux de perforation à 40%.

Les blocs de ces deux catégories sont également classés en fonction de leur résistance mécanique à l'écrasement en cinq classes allant de 100 à 400 bars en moyenne.

La fabrication de ces produits courants est complétée par celle d'éléments spéciaux tels que : blocs d'angle, de tableaux de baie, de linteaux, de poteaux, blocs à isolation incorporée, etc.

4.2.1.3 - BRIQUES CREUSES À PERFORATIONS HORIZONTALES

Elles se caractérisent par des alvéoles parallèles au plan de pose et dont la somme des sections est supérieure à 40% de la section totale. Les caractéristiques générales des briques creuses font l'objet de la norme NF P 13-301.

Quatre sous-familles principales peuvent être distinguées :

- les briques plâtrières, de faible épaisseur, généralement montées au plâtre, utilisées pour les cloisons de doublage et de distribution ;
- les briques de moyen et de grand format, utilisées en façade, en refend, en cloison de distribution, en remplissage d'une ossature, suivant leur épaisseur et leur résistance ;
- les briques à rupture de joint comportant sur une face de pose ou sur les deux, un canal central non garni de mortier lors de la pose (amélioration des comportements thermiques et hygrothermiques) ; elles sont utilisées pour le montage des murs extérieurs ;
- les briques G, à pouvoir isolant élevé (alvéoles nombreuses, longues et étroites, parois minces), employées pour le montage des murs extérieurs.

Les formats les plus courants de ces briques creuses sont donnés dans le tableau suivant :

FAMILLE	E x H x L (cm)	E x H x L (cm)
BRIQUES PLATRIÈRES	3,5 x 20 x 40	5 x 40 x 50
	3,5 x 25 x 40	6 x 20 x 40
	4 x 20 x 40	6 x 25 x 40
	4 x 25 x 40	7 x 20 x 40
	5 x 20 x 40	7 x 25 x 40
	5 x 25 x 40	7,5 x 20 x 40 7,5 x 25 x 40
BRIQUES de MOYEN et GRAND FORMAT	8 x 20 x 40	11 x 25 x 40
	8 x 25 x 40	15 x 20 x 40
	10 x 20 x 40	15 x 30 x 57
	10 x 25 x 40	20 x 20 x 40
	11 x 20 x 40	20 x 30 x 57
		25 x 20 x 40 30 x 20 x 40
BRIQUES à RUPTURE DE JOINT	20 x 20 x 40	25 x 20 x 40
	22 x 20 x 40	27,5 x 20 x 40
	22,5 x 20 x 40	
BRIQUES "G"	20 x 20 x 40	27,5 x 20 x 40
	20 x 20 x 50	27,5 x 20 x 50
	20 x 22 x 50	27,5 x 20 x 57
	20 x 25 x 40	27,5 x 25 x 40
	20 x 20 x 57	30 x 20 x 40
	20 x 30 x 57	30 x 20 x 57
	22 x 20 x 40	32,5 x 20 x 40
	22,5 x 20 x 40	
	22,5 x 20 x 57	
27 x 20 x 40		

Les briques creuses sont également classées :

– d'après leur forme :

- type C : briques à faces de pose continues,
- type RJ : briques à rupture de joint ;

– d'après leur résistance à l'écrasement :

- briques ordinaires pour lesquelles la catégorie de résistance à l'écrasement n'est pas garantie mais néanmoins égale à 28 bars en moyenne,
- briques à résistance garantie comportant trois classes de résistance moyenne à l'écrasement : 40, 60 et 80 bars.

La fabrication des différents modèles de briques à rupture de joint et de briques G est complétée par celle d'accessoires spéciaux : briques d'angle, briques pour linteau, pour tableau de baie, briques d'about de plancher, etc.

De même, il existe également des produits particuliers tels que des briques de grand format pour cloisons prêtes à peindre, des briques émaillées sur les deux faces pour cloisons de bains-douches, etc.

4.2.1.4 - BRIQUES POUR ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS

Ces produits ont des formes et des dimensions soit standard, soit particulières, qui sont fonction des procédés employés. Ils sont utilisés pour l'élaboration en usine, à l'horizontale, de panneaux de murs préfabriqués dont le poids au mètre carré est deux fois moindre que celui d'un panneau en béton, à performances égales dans les domaines mécanique et thermique.

4.2.2 - ÉLÉMENTS POUR STRUCTURES HORIZONTALES OU INCLINÉES (PLANCHERS, CHARPENTES ET PLAFONDS)

Il s'agit des hourdis pour planchers, de moins en moins utilisés actuellement au profit des poutrelles préfabriquées en usine, avec entrevous intermédiaires en terre cuite, et des produits pour plafonds suspendus :

- les hourdis pour plancher à solivage métallique sont des éléments creux de 70 à 80 cm de longueur et de 5 à 20 cm d'épaisseur que l'on intercale entre des poutrelles métalliques (fers IPN) ; ils peuvent être droits, biseautés ou en biais ;
- les hourdis pour plancher sur coffrage sont des éléments creux plus trapus, que l'on dispose les uns à la suite des autres en files jointives sur un coffrage de soutien. Pour des entr'axes entre fers d'armatures longitudinales compris entre 25 et 50 cm, l'épaisseur des hourdis varie de 10 à 30 cm ;
- les éléments pour planchers préfabriqués comprennent :
 - des corps creux en terre cuite pouvant constituer l'enrobage ou la sous-face d'une poutrelle préfabriquée en béton armé ou, le plus souvent, en béton précontraint, ou encore à base d'armatures métalliques en treillis pré-enrobées,
 - des entrevous intercalaires en terre cuite disposés entre poutrelles ; ceux-ci font l'objet de la norme NF P 13-302. Lorsque les efforts de compression sont repris par la terre cuite (béton de surface du plancher ne constituant qu'un clavetage entre poutrelles et entrevous), ces derniers doivent avoir une résistance à la compression d'au moins 450 bars ;
- les éléments pour charpente préfabriquée comprennent, comme ci-dessus, des poutrelles préfabriquées, notamment en terre cuite - béton précontraint, et des entrevous en terre cuite, adaptés à l'utilisation en structure inclinée continue supportant la couverture de la construction ;
- les éléments pour plafonds suspendus ("plafonnettes") sont des produits creux de 2 à 3 cm d'épaisseur, de longueur et largeur variables, souvent de l'ordre de 40 et 20 cm, parfois de grande dimension (environ 4 éléments par mètre carré). Ces éléments juxtaposés sont suspendus par des systèmes d'accrochage non rigide à une charpente, un plancher ou un solivage.

4.2.3 - ELÉMENTS POUR TOITURES ET BARDAGES

Ils comprennent à la fois les tuiles pour toitures ou bardages et les accessoires en terre cuite correspondants.

Il existe une très grande variété de modèles de tuiles, de formes, dimensions, systèmes de fixation et coloris différents, portant des appellations commerciales très diverses, que l'on peut classer en trois grandes familles : les tuiles canal, les tuiles plates et les tuiles à emboîtement ou à glissement. A titre indicatif, le tableau 13 donne la classification et les principaux modèles de tuiles fabriquées par les sociétés du groupement "La Tuile Terre Cuite".

4.2.3.1 - TUILES CANAL OU TUILES RONDES

Directement dérivées des tuiles romanes, elles ont l'aspect de gouttières tronconiques et ne conviennent que pour les toits à faible pente (0,25 à 0,40 m par m).

Les caractéristiques de ces tuiles sont les suivantes :

- Longueur30 à 50 cm ;
- Largeur à l'extrémité évasée16 à 21 cm ;
- Largeur à l'extrémité resserrée14 à 17 cm ;
- Epaisseur.....10 à 12 mm ;
- Poids de l'élément1,3 à 2,3 kg ;
- Poids au m²40 à 60 kg ;
- Nombre au m² de couverture22 à 30.

Les tuiles canal sont régies par la norme NF P 31-305. L'étanchéité est assurée par un recouvrement de 14 à 17 cm de la tuile amont sur la tuile aval et latéralement, par celui de la tuile de couvert (tuile de dessus) à cheval sur deux tuiles de courant (tuiles de dessous).

Deux sous-familles de tuiles canal peuvent être distinguées :

- les tuiles canal classiques ne comportant pas de système d'accrochage, le même élément servant indifféremment de tuile de courant ou de couvert ;
- les tuiles canal à talon ou à tenon et à rainures d'assemblage, l'élément de courant étant alors différent de celui de couvert.

4.2.3.2 - TUILES PLATES

Ce sont des plaques de terre cuite, souvent légèrement galbées, rectangulaires ou arrondies (tuile écaille). Elles possèdent couramment en sous-face un ou deux tenons d'accrochage, et parfois deux trous de clouage en tête.

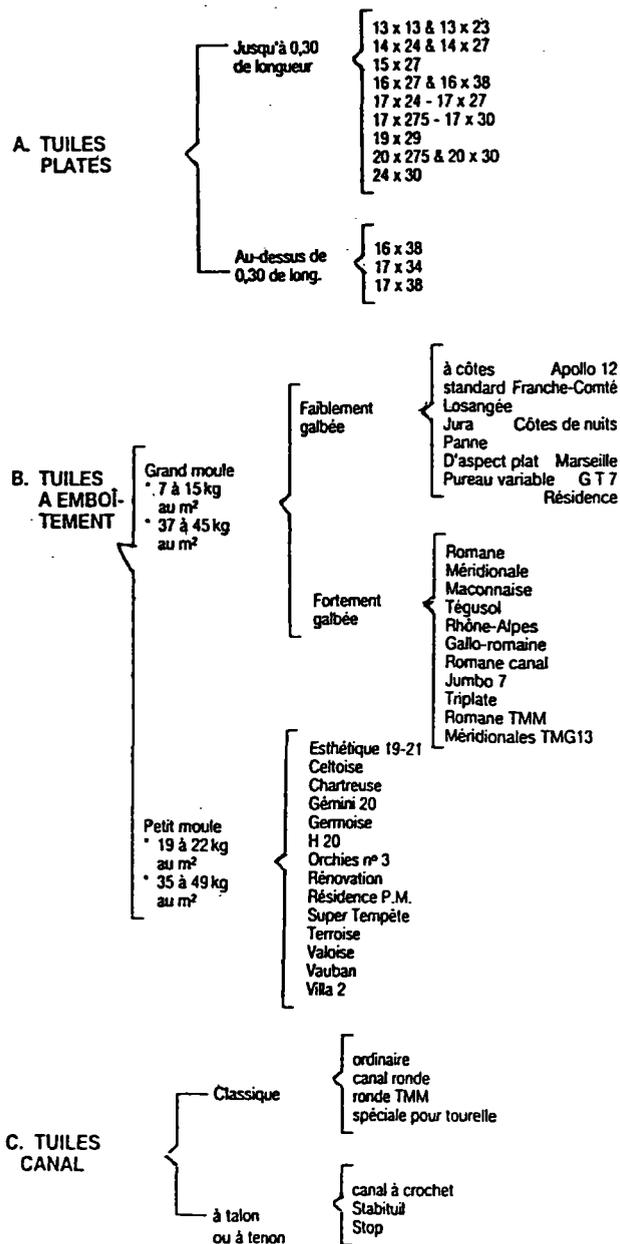


LA TUILE TERRE CUITE

17 rue Latellier 75015 PARIS Tél. 45-78-65-00



. CLASSIFICATION DES TUILES



Tabl. 13 - Classification des tuiles

Les caractéristiques de ces tuiles sont les suivantes :

- Longueur23 à 43 cm ;
- Largeur13 à 26 cm ;
- Epaisseur0,9 à 1,3 cm ;
- Poids au m²65 à 72 kg ;
- Nombre au m² de couverture36 à 80.

Les tuiles plates doivent satisfaire aux prescriptions de la norme NF P 31-306.

Elles sont classées en deux sous-familles suivant leur longueur : tuiles petit moule (longueur < 30 cm) et tuiles grand moule (longueur > 30 cm), les premières étant les plus répandues.

L'étanchéité est assurée par un recouvrement de 7 à 8 cm de la tuile amont sur la tuile aval, chaque rang étant décalé d'une demi-tuile par rapport aux rangs supérieur et inférieur, ce qui implique l'utilisation de demi-tuiles en rives.

Pour les toitures, les pentes d'utilisation sont généralement comprises entre 0,70 et 1,25 m par m, avec un maximum de 1,75 m par m. Mais les tuiles plates sont également utilisées en bardage sur structures verticales, suivant les modèles, avec fixations (clouage, vissage ou crochetage métallique) ou sans (tuiles auto-accrochantes).

4.2.3.3 - TUILES À EMBOÎTEMENT OU À GLISSEMENT

Elles présentent des cannelures et des nervures distribuées au pourtour des deux faces et s'emboîtent les unes dans les autres. Ce principe assure l'étanchéité et limite les surfaces de recouvrement (allègement du poids de la couverture). Les tuiles sont à simple, double ou triple recouvrement et emboîtement, en fonction du nombre de nervures et rainures correspondantes.

Toutefois, les tuiles dites à glissement ne comportent pas d'emboîtement transversal et nécessitent un recouvrement plus important.

L'ensemble de ces produits est régi par la norme NF P 31-301.

Il existe une grande variété de formes et de formats, les tuiles de cette famille étant classées en deux sous-familles :

- les tuiles grand moule, elles-mêmes subdivisées en deux catégories selon l'importance de leur galbe ;
- les tuiles petit moule.

Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Type	Nombre d'éléments au m ²	Poids unitaire (kg)	Poids au m ² (kg)
Grand Moule	7 à 15	2,8 à 5,3	37 à 45
Petit Moule	19-20-21-22	1,8 à 2,1	35 à 49

A titre indicatif, une tuile grand moule du type 10,7 au m² a environ 27,5 cm de largeur pour 44,5 cm de longueur, tandis qu'une tuile petit moule du type 22 au m² a pour dimensions approximatives 18,5 x 29,5 cm.

Les pentes d'utilisation des tuiles à emboîtement sont généralement comprises entre 0,35 et 0,90 m par m, mais il existe de nombreux modèles spécialement conçus pour les toitures à plus faible pente.

4.2.3.4 - ACCESSOIRES DE COUVERTURE

De nombreux accessoires de couverture sont fabriqués en terre cuite pour compléter les modèles classiques de tuiles plates ou à emboîtement, à chaque modèle de tuile correspondant une gamme plus ou moins étendue d'accessoires. Parmi les produits les plus courants, citons : les demi-tuiles, les tuiles à rabat ou de rive, les tuiles faîtières et les abouts de faîtière, les arêtières et les abouts d'arêtier, les noues, les raccords, les porte-poinçon et poinçons, ainsi qu'une grande variété de tuiles spéciales : tuiles chatières, tuiles à douille et lanternes, tuiles d'aération, doublis, tuiles et demi, etc.

En revanche, les accessoires pour tuiles canal semblent se limiter, pour l'essentiel, aux tuiles faîtières, parfois de grande longueur, aux tuiles chatières et aux tuiles à douille.

4.2.3.5 - TEINTES ET NUANCES

Il existe une grande variété de coloris de tuiles, allant de teintes ocre ou brun-orangé à des teintes rougeâtres ou grises plus ou moins nuancées. Celles-ci sont obtenues, soit naturellement en fonction de la composition initiale de l'argile, soit par incorporation d'oxydes métalliques (oxydes de fer, bioxyde de manganèse, etc.) dans la masse de la pâte argileuse (teinte dite "vieillie masse"), soit uniquement en surface par la pose d'un engobe sur les tuiles sèches avant cuisson (sulfates, carbonates, hexamétaphosphates et oxydes métalliques).

Occasionnellement, des tuiles émaillées sont encore fabriquées par quelques tuileries (restauration de monuments historiques, réhabilitation d'anciennes constructions).

4.2.4 - ELÉMENTS DIVERS

4.2.4.1 - CONDUITS DE FUMÉE ET DE VENTILATION (BOISSEAUX)

Les boisseaux de terre cuite sont à parois pleines ou alvéolées et présentent une section, soit carrée, soit rectangulaire, parfois circulaire. L'épaisseur des parois est de 3 cm pour les boisseaux à parois pleines et de 3 à 6 cm pour les boisseaux alvéolés. La longueur des éléments est de 25-33 cm ou 50 cm, suivant les modèles.

Il existe une grande variété de dimensions en fonction des sections intérieures désirées. Celles-ci doivent être au moins égales à 250 cm² dans le cas de foyers fermés et à 400 cm² pour des foyers ouverts. Il existe en outre des boisseaux jumelés monoblocs et des boisseaux doubles : fumée et ventilation. Les dimensions courantes s'échelonnent entre 200 et 2 500 cm² de section intérieure, le poids des éléments correspondants variant de 15 à 32 kg.

Les boisseaux doivent avoir une bonne résistance aux chocs thermiques et aux agents corrosifs ; ils sont régis par la norme NF P 51-311.

Des éléments spéciaux, tels que boisseaux dévoyés, boisseaux avec trous ronds et rectangulaires pour la mise en place des trappes de ramonage, sont également utilisés. En outre, des boisseaux alvéolés présentant une isolation intégrée sont couramment fabriqués depuis quelques années.

Aux différents types de boisseaux correspondent des poteries destinées à coiffer les conduits de fumée : ce sont les mitres, mitrons et lanternes.

Notons que les conduits de fumée sont parfois construits à l'aide de briques spéciales, pleines ou perforées, régies par la norme NF P 51-301, dont il a été question dans le paragraphe 4.2.1.1.

4.2.4.2 - TUYAUX DE DRAINAGE ET D'ASSAINISSEMENT

Des tuyaux de terre cuite très poreuse, disposés en files au fond de tranchées et recouverts par une masse filtrante de graviers, sont couramment utilisés pour le drainage et l'assainissement des terrains. Ces tuyaux ont en général 33 cm de longueur et un diamètre intérieur compris entre 5 et 20 cm, en fonction des débits à évacuer (drains ou collecteurs). Suivant les modèles, la section des tuyaux est, soit circulaire, soit présentant un méplat.

4.2.4.3 - ÉLÉMENTS DE DÉCORATION

a) Carreaux de terre cuite pour revêtement de sols et murs

Les carreaux de terre cuite, étirés ou pressés, sont des éléments plats en terre cuite brute, vernissée ou émaillée à l'aide d'émaux mats, opaques ou transparents, dont l'une des grandes faces est apparente en œuvre. Ils sont destinés à la fois à la protection et à la décoration des sols (terre cuite brute le plus souvent) et des murs (terre cuite brute, vernissée ou émaillée).

Leurs formes et leurs dimensions sont extrêmement variées et ne sont limitées que par les possibilités d'assemblage et de fabrication.

A titre indicatif, les formes les plus couramment rencontrées sont :

- les carreaux carrés et rectangulaires ;
- les trèfles, fleurs de lys, navettes, équerres et les tommettes hexagonales ;
- les carreaux à formes particulières.

Selon les fabrications et le format, l'épaisseur des carreaux varie de 5 à 30 mm.

Pour le pavage de voies piétonnes, on utilise également des briques ou des dalles de terre cuite plus épaisses, de formes variées, telles que des pavés autobloquants.

Les coloris et les aspects de ces carreaux sont très variés et sont proposés soit :

- à l'état brut, dans une harmonie de couleurs qui va du jaune clair au brun le plus sombre (suivant la composition des argiles naturelles ou des ajouts d'oxydes colorants) ;
- vernissés ou émaillés, dans une gamme d'émaux de couleurs très variées, d'apparence mate, opaque ou transparente.

Les carreaux de terre cuite sont incombustibles. Ce sont des matériaux poreux qui, selon les fabrications, sont caractérisés par un coefficient d'absorption d'eau compris entre 5 et 15% et une résistance au gel assez variable.

Dans la nouvelle classification européenne des carreaux céramiques (1985), où les différents types sont définis selon leur mode de façonnage (carreaux étirés, pressés ou moulés) et leur coefficient d'absorption d'eau, les carreaux de terre cuite, qu'ils soient bruts, vernissés ou émaillés, correspondent aux groupes A2a, A2b, A3, B2a et B2b (tabl. 14).

Absorption d'eau Façonnage	Groupe 1 E% ≤ 3	Groupe 2a 3 < E% ≤ 6	Groupe 2b 6 < E% ≤ 10	Groupe 3 E% > 10
A (carreaux étirés)	grès étiré A1 brut ou émaillé	grès étiré brut ou émaillé A2a carreau de terre cuite	carreau de terre cuite A2b	carreau de terre cuite A3
B (carreaux pressés)	grès cérame fin vitrifié B1 brut ou émaillé	carreau de terre cuite B2a	carreau de terre cuite B2b	B3 carreau de faïence
C (carreaux coulés)	C1	C2a	C2b	C3

Tabl. 14 - Situation des carreaux de terre cuite dans la nouvelle classification européenne des carreaux céramiques. Source : Carreaux de France (1985).

En outre, les spécifications des carreaux de terre cuite sont fixées par les normes européennes suivantes :

– pour les carreaux étirés :

- NF P 61-402/EN 186 - groupe A2a,
- NF P 61-403/EN 187 - groupe A2b,
- NF P 61-404/EN 188 - groupe A3 ;

– pour les carreaux pressés :

- NF P 61-406/EN 177 - groupe B2a,
- NF P 61-407/EN 178 - groupe B2b.

Ces normes ne concernent que les carreaux de premier choix. Néanmoins, en France, les carreaux de terre cuite répondent aussi à deux classifications d'aspect :

- premier choix : dans ce cas, les produits ne présentent aucun défaut apparent notable, tel que fissure, tache, grain de chaux ;
- second choix : les produits peuvent alors présenter quelques légers défauts.

b) Briques et briquettes de parement et mulots

Ce sont des éléments pleins ou perforés participant dans l'ouvrage, à la fois comme éléments de décoration du parement et comme matériaux d'œuvre. Ils se différencient des briques ordinaires (§ 4.2.1) par :

– leurs dimensions, les plus courantes étant indiquées dans le tableau suivant :

Briques			Briquettes			Mulots		
e (mm)	l (mm)	L (mm)	e (mm)	l (mm)	L (mm)	e (mm)	l (mm)	L (mm)
40	105	220	25	55	215/220	50	55/60	220
55	105	220	30	55	215/220	54	55/60	220
60	105	220	40	55	215/220	60	55/60	220

– leur aspect d'épiderme très varié sur l'une ou plusieurs des faces apparentes, par exemple :

- surface lisse et grain uniforme, arêtes vives et rigoureusement droites, rectitude dimensionnelle,
- surface mécaniquement travaillée, granitée, vermiculée ou striée, arêtes moins rigoureuses,
- surface traitée par sablage,
- surface présentant les irrégularités de la "façon main" ;

– leur couleur, dont la gamme est très étendue et dépend de la nature des terres utilisées, des ajouts éventuels, des traitements en cours de fabrication, de la cuisson, et pour certaines productions d'un émaillage final, la teinte des produits pouvant être :

- uniforme, du jaune clair au brun-noir,
- variée, incluant des tons clairs, sombres ou flammés pour les produits de terre cuite bruts,
- très diversifiée pour les produits émaillés.

L'ensemble de ces produits de parement est régi par la norme NF P 13-304.

c) Plaques et plaquettes

Contrairement aux produits précédents, ce sont des éléments minces et pleins, destinés à rester apparents, mais uniquement utilisés comme revêtement d'une paroi sans constituer des éléments de l'œuvre. Utilisés indifféremment à l'extérieur et à l'intérieur des constructions, ces éléments sont généralement dotés sur la face de pose de crans ou queues d'aronde destinés à faciliter l'accrochage et la tenue sur les parois.

Les dimensions les plus courantes sont indiquées dans le tableau suivant :

Produits	Epaisseur (mm)	Largeur (mm)	Longueur (mm)
Plaques	30	110 120 200	220 220 300
Plaquettes	15-25 et 30	30 40 50 60	220-280-330

Ces produits sont généralement complétés par des éléments spéciaux tels que plaques et plaquettes d'angle, demi-éléments, etc.

Leur face apparente est le plus souvent lisse, mais elle peut être rustique, texturée ou émaillée.

d) Tuileaux et baguettes

Ce sont des éléments pleins très minces dont seul le chant est destiné à rester apparent. Les dimensions les plus courantes sont les suivantes :

Produits	Epaisseur (mm)	Largeur (mm)	Longueur (mm)
Tuileaux	12-15-25	45-60	210-220
Baguettes	12-15	25-30	210-220

Suivant les productions, la face apparente peut être lisse ou rustique.

e) Eléments pour animation de surfaces

Il s'agit de produits de terre cuite spéciaux pouvant être fortement structurés, aux formes et reliefs très divers, auxquels on associe souvent des éléments plus communs tels que briques pleines ou perforées, carreaux de revêtement de murs ou de sols, mulots, plaques et plaquettes, etc. Ces éléments, mis en œuvre suivant des figures ou des volumes de formes libres imbriqués les uns dans les autres, permettent de réaliser d'immenses mosaïques, fresques ou sculptures géantes qui rompent la monotonie des surfaces planes, qu'elles soient horizontales ou verticales.

Ces matériaux sont utilisés pour animer des aires entre les immeubles, des cours intérieures, des jardins d'enfants, mais également comme revêtement de parois extérieures (par exemple, façades d'immeubles, perrés de ponts) ou intérieures (grands halls, etc.).

f) Claustras

Ce sont des éléments décoratifs destinés à la construction de parois ajourées. La forme et la taille de ces éléments sont très variées ; à titre d'exemple, les formes traditionnelles sont les arquets, carrés, rectangles, nids d'abeille, le grand provençal, etc.

A ces éléments spéciaux, on associe parfois des boisseaux, des drains, des briques creuses ou perforées, voire même des briques pleines.

Les claustras sont généralement proposés en terre cuite brute, mais ils peuvent être vernissés ou émaillés.

5 - PRODUITS NOUVEAUX OU SPÉCIAUX

Depuis de nombreuses années, l'industrie de la terre cuite entretient diverses actions de recherche de produits nouveaux, tant dans les laboratoires du CTTB que dans les usines de fabrication elles-mêmes.

Ces travaux de recherche ont pour objectif :

- de mettre à la disposition des utilisateurs un très grand choix de produits dont les qualités sont sans cesse améliorées, et les aspects et dimensions de plus en plus diversifiés (exemples : nez de marches, tuiles mécaniques de grande surface, éléments de vêture, tuiles de bardage, éléments moulurés, casiers à bouteilles, briques G, etc) ;
- d'introduire sur le marché de nouveaux produits aux caractéristiques tout à fait particulières (exemples : éléments en mousse d'argile, produits double couche, briques monolithes de hauteur d'étage à isolation intégrée, thermomousse, etc.).

L'inventaire de tous ces produits nouveaux dépasse largement le cadre de ce mémento (cf. publications techniques et documents publicitaires fournis par les fabricants). On se limitera donc à la description sommaire de quelques produits particuliers.

5.1 - MOUSSE D'ARGILE

5.1.1 - DESCRIPTION. PROCÉDÉ DE FABRICATION

La mousse d'argile est un matériau céramique allégé, obtenu par cuisson, à 1000-1050 °C, d'une pâte argileuse préparée par dispersion, en présence d'éléments moussants et divers produits d'addition, d'une ou plusieurs argiles.

Un bon nombre d'argiles classiques à terre cuite sont utilisables, pourvu qu'elles présentent une très bonne aptitude au séchage : faibles retraits dans les moules et importance de la proportion d'eau dans le bilan calorifique global. Le schéma technologique de fabrication est le suivant (fig. 4) :

- 1) préparation des matières premières : concassage et broyage de l'argile à une granularité inférieure à 5 mm, voire à 1 mm (broyeur à cylindre), et broyage de cassons de terre cuite (tuiles par exemple) jusqu'à obtention d'une poudre ;

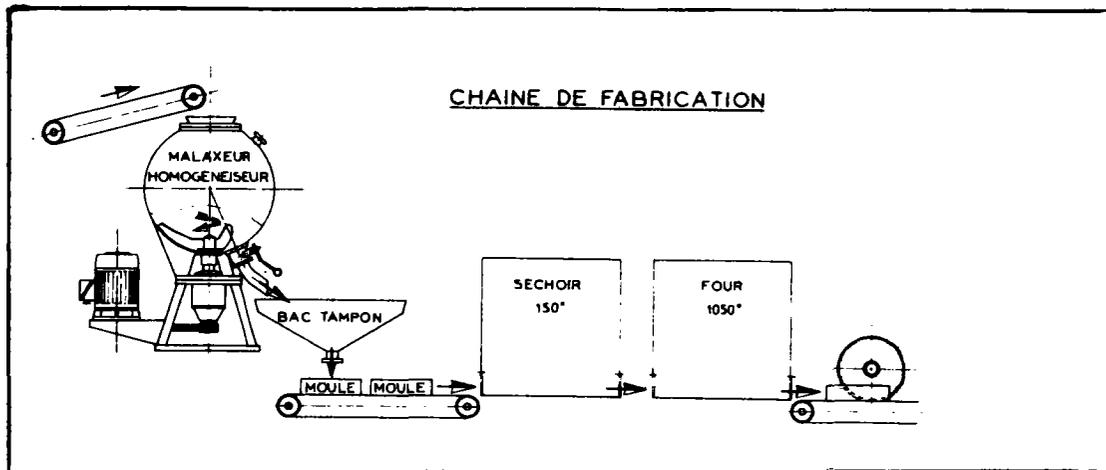


Fig. 4 - Chaîne de fabrication de la mousse d'argile (d'après Tachdjian, 1975)

- 2) pesage de l'argile et des cassons broyés et acheminement de ces produits par bande transporteuse jusqu'au malaxeur-homogénéiseur ;
- 3) réalisation d'une barbotine dans le malaxeur par délitage du mélange argile + cassons + eau ;
- 4) opération de moussage de la barbotine par ajout d'un agent moussant (produit tensio-actif tel que le teepol par exemple) et malaxage énergétique ;
- 5) coulage de la mousse d'argile dans des moules en tôle pouvant atteindre 2,50 m de longueur ;
- 6) séchage pendant 12 h à 24 h environ suivant les mélanges, la température variant progressivement de l'ambiance à 150 °C, puis démoulage des plaques de mousse d'argile ;
- 7) cuisson des plaques au four à environ 1000-1050 °C.

Après cuisson, la mousse d'argile se présente sous la forme d'un matériaux alvéolaire très léger. Les produits sont mis à la cote, soit par sciage, soit par rectification. Leur texture est assez grossière, avec une surface grenue, parfois tourmentée. Ils peuvent être émaillés.

5.1.2 - CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU

Les principales caractéristiques du matériau sont les suivantes :

- densité de 0,5 à 0,9 (contrôlable selon fabrication) ;
- résistance à la compression de 3 à 60 bars (suivant la densité) ;
- résistance à la flexion de l'ordre de 15 bars ;
- porosité de 40 à 50 % (pores ouverts) ;
- résistance au gel : produit ingélif;
- comportement à l'humidité atmosphérique (reprise d'eau pratiquement nulle : humidité d'équilibre de 0,05 à 0,1 % par rapport au poids sec pour une humidité ambiante de 50 %, et humidité d'équilibre de 0,1 à 0,2 % pour 90 % d'humidité ambiante) ;
- coefficient de conductivité thermique très faible : $\lambda = 0,18 \text{ kCal/m}^\circ\text{C/h}$ à 20 °C pour une densité de 0,80, ce qui en fait un très bon isolant thermique ;
- coefficient d'absorption acoustique exceptionnel, en particulier dans la gamme des basses fréquences : coefficient de sabine de 0,62 à 125 Hz et de 0,84 à 160 Hz. Il se maintient entre 0,9 et 1 (absorption phonique totale) entre 160 et 6400 Hz ;
- matériau incombustible, des panneaux de 9 cm d'épaisseur par exemple pouvant résister environ 3 heures à une température de 1100 °C.

5.1.3 - DOMAINES D'UTILISATION

Les produits de mousse d'argile en éléments de petites dimensions, en panneaux de 50 x 50 cm ou en éléments monolithes de hauteur d'étage, sont essentiellement utilisés en tant qu'absorbant acoustique, cloison pare-feu et matériau décoratif. A ce titre, ils peuvent être mis en oeuvre :

- en extérieur : écrans anti-bruit pour autoroutes, voies ferrées, tunnels, façades d'immeubles, éléments décoratifs bruts, émaillés ou sculptés ;
- en intérieur : revêtements de salles de spectacles, salles de sports, locaux scolaires, cinémas, bâtiments industriels..., éléments monolithes de hauteur d'étage pour la réalisation de cloisons intérieures, cloisons pare-feu, etc.

Des utilisations en tant qu'élément de remplissage entre un bardage extérieur assurant l'étanchéité et un revêtement intérieur (plâtre ou autre), en tant qu'élément autoporteur fixé à une ossature ou en tant qu'élément de petites dimensions pouvant servir "d'âme" pour la fabrication de carreaux de plâtre sont également envisageables.

Les études de fabrication de produits en mousse d'argile ont été entreprises par le CTTB vers 1968-1969, puis poursuivies et mises au point à l'échelon semi-industriel au début des années 1970 par les Tuileries-Briqueteries du Lauragais, les premiers panneaux ayant été fabriqués en 1973. Après quinze années de production industrielle, la fabrication est totalement arrêtée en France.

5.2 - PRODUITS DOUBLE COUCHE OU MULTICOUCHES

5.2.1 - DESCRIPTION. PROCÉDÉ DE FABRICATION

Les produits double couche (briques apparentes, par exemple) sont des produits spéciaux mis au point au stade industriel chez plusieurs fabricants français, il y a déjà quelques décennies. Ils sont constitués d'une masse principale en terre cuite ordinaire et, sur une ou plusieurs faces, d'une fine couche superficielle présentant des caractéristiques ou des colorations particulières.

La technique de façonnage en double couche consiste à étirer simultanément, au travers d'une filière, deux pâtes présentant des caractéristiques différentes (fig. 5).

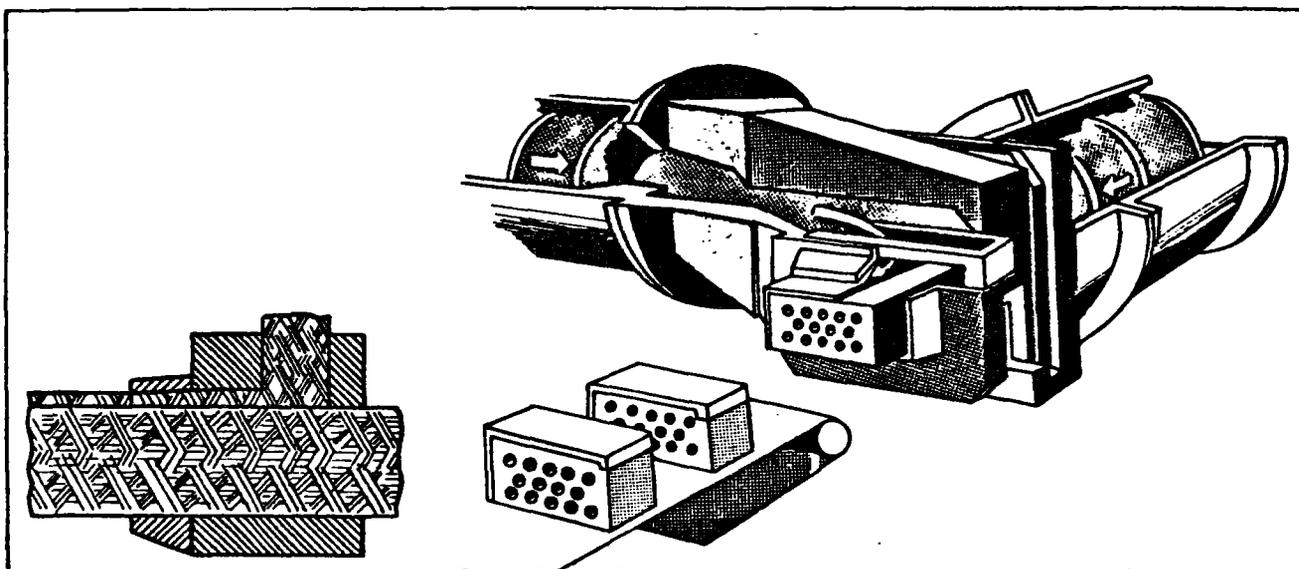


Fig. 5 - Schéma de principe de l'étirage en double couche (d'après C. Bardin, 1972).

La pâte de masse est constituée d'argiles utilisées normalement pour la fabrication de produits de terre cuite. L'autre pâte étirée simultanément à la surface de la précédente, sur une épaisseur de quelques millimètres seulement, peut être soit :

- une argile mélangée à divers oxydes métalliques dont certains, d'un prix élevé, donnant après cuisson une coloration de surface différente de celle du tesson ;
- une argile de nature différente de celles utilisées habituellement en terre cuite et présentant des couleurs diverses après cuisson ;
- une argile fine de caractéristiques spéciales, dont le prix est élevé, ne pouvant de ce fait être utilisée comme argile de masse.

5.2.2 - CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU

Cette technique d'étirage en double couche permet de fabriquer des produits dont une ou deux faces peuvent présenter, sur quelques millimètres, des caractéristiques techniques différentes de celles du tesson de masse : texture, capillarité, résistance mécanique, dureté, etc., toutes caractéristiques permettant d'augmenter les performances des produits proposés aux utilisateurs.

Ces produits, encore fabriqués en Italie par exemple, ne le sont plus en France en raison :

- de l'insuffisance du marché ;
- du développement important des briques apparentes et des plaquettes ;
- du prix de revient nettement plus élevé que celui de ces dernières.

5.3 - BLOCS PERFORÉS À ISOLATION INTÉGRÉE

5.3.1 - DESCRIPTION. PROCÉDÉ DE FABRICATION

Il s'agit de blocs de terre cuite de grandes dimensions (8 à 13 blocs au m² suivant les modèles), filés de manière classique et présentant de nombreuses alvéoles verticales, avec incorporation d'une certaine épaisseur de polystyrène expansé, soit lors de la fabrication, soit lors du montage. Selon les fabricants, ces blocs à hautes performances thermiques et acoustiques sont assez variés :

- blocs perforés comportant un isolant injecté en usine dans leur partie médiane (par exemple dans les 15 alvéoles médianes sur les 49 alvéoles que comporte chaque bloc) et permettant de réaliser d'un seul jet un mur enduit de 40 cm d'épaisseur ;
- blocs perforés comportant deux gorges dans lesquelles sont insérées des plaques de polystyrène expansé de 4 cm d'épaisseur au fur et à mesure du montage du mur ;
- blocs perforés classiques, avec mise en place sur la face extérieure de plaques de polystyrène de 8 ou 12 cm d'épaisseur pendant le montage des blocs, avec lesquels elles sont solidarisiées grâce à un jeu de tenons et mortaises. Le système est complété par un enduit de ciment armé de tissu de verre et d'un crépi de finition.

Quel que soit le type de bloc, des modèles accessoires (briques d'angles, demi-briques...) à isolation intégrée sont également fabriqués.

5.3.2 - CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU

Les caractéristiques essentielles de ce produit sont :

- un très bon coefficient d'isolation thermique : $K = 0,27$ à $0,69$ $W/m^2/°C$, suivant les épaisseurs et les produits ;
- un bon coefficient d'absorption phonique : affaiblissement phonique de 49 dB(A) à 520 Hz ou 40 dB(A) à 1 300 Hz ;
- une bonne résistance mécanique, supérieure à 100 kg/cm^2 ;
- une grande légèreté (blocs de 15 à 30 kg, suivant les dimensions) permettant d'alléger considérablement le poids des murs porteurs : 200 à 365 kg/m^2 ;
- une grande facilité et une rapidité de mise en oeuvre.

5.4 - BRIQUES MONOLITHES DE HAUTEUR D'ÉTAGE À ISOLATION INTÉGRÉE ET BRIQUES MONOLITHES ACOUSTIQUES

5.4.1 - DESCRIPTION. PROCÉDÉ DE FABRICATION

Les briques monolithes de hauteur d'étage à isolation intégrée sont des briques creuses de grand format (dimensions maximales : 30 x 60 x 280 cm), à rangées d'alvéoles verticales, obtenues par filage direct de deux panneaux de briques (panneaux extérieurs et intérieurs), entre lesquels on intercale une plaque d'isolant. Les deux panneaux de briques sont reliés par collage au panneau isolant pour former un élément monolithe.

A titre d'exemple, une brique monolithe de hauteur d'étage de 30 cm d'épaisseur avec isolant intégré, pour murs conçus avec isolation extérieure, est composée, de l'extérieur vers l'intérieur :

- d'une brique de 10 cm d'épaisseur à deux rangées d'alvéoles (poids 85 kg/m^2) ;
- d'une plaque d'isolant en mousse de polystyrène de 5 cm d'épaisseur ;
- d'une brique intérieure porteuse de 15 cm d'épaisseur à trois rangées d'alvéoles (poids 115 kg/m^2).

Les parois extérieures de la brique monolithe ont une épaisseur de 12 mm. Le poids total d'une telle brique est d'environ 200 kg/m^2 . Des briques monolithes sans isolation sont également fabriquées pour la construction des murs de cloisons.

En plus de ces briques monolithes de hauteur d'étage, de nombreuses pièces spéciales, de même conception et à isolation intégrée, sont également disponibles : lin-teaux, appuis, jambages, angles rentrants et saillants, etc.

Les briques monolithes acoustiques sont assez comparables, avec des dimensions maximales de 20 x 60 x 260 cm et quatre rangées verticales d'alvéoles. Elles comportent sur une face des percements destinés à la pénétration des sons dans la rangée d'alvéoles contenant un matériau fibreux absorbant (par exemple : laine de roche).

5.4.2 - CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU

Outre le montage rapide par emboîtement à sec avec possibilité de clavetage, la suppression des risques d'infiltration (absence de joints) et des ponts thermiques (isolation continue), les briques monolithes à isolation intégrée sont caractérisées par :

- une très bonne isolation thermique : coefficient $K = 0,4 \text{ W/m}^2/\text{°C}$;
- une grande légèreté du mur : masse du mur fini : 220 kg/m^2 ;
- une contrainte admissible de 15 bars (résistance à la compression = 150 bars) ;
- aucune altération au gel.

Les briques monolithes acoustiques ont des caractéristiques particulières :

- une très bonne absorption phonique : coefficient de sabine de 0,27 à 125 Hz, qui reste compris entre 0,8 et 1 de 250 à 8000 Hz ;
- une grande légèreté (poids unitaire de 200 kg, soit 140 kg/m^2) ;
- une résistance mécanique de 120 bars ;
- une parfaite ingélivité.

Les briques monolithes acoustiques sont parfaitement adaptées pour la construction de murs porteurs pour tous locaux nécessitant une correction acoustique et pour celle d'écrans anti-bruit auto-porteurs assurant un isolement phonique continu de 22 dB(A) requis par le cahier des charges du CETUR.

5.5 - THERMOMOUSSE

5.5.1 - DÉFINITION. PROCÉDÉ DE FABRICATION

La thermomousse est un matériau expérimental de céramique allégée obtenu par cuisson à 1200-1350 °C d'argiles susceptibles de s'expanser dans des moules réfractaires.

Les premiers essais ont été effectués par le CERIC et le CTTB, vers 1970, ainsi que par la Société d'Etude et de Recherche de Céramique Cellulaire (SERCEL), dans l'usine de la TBF à Roumazières (Charente). D'autres unités expérimentales ont été testées par les groupes Guiraud Frères et Huguenot-Fenal.

Deux techniques de fabrication ont été expérimentées :

- par séchage et broyage fin préalables de l'argile expansible, puis mise en place de la poudre d'argile obtenue dans un moule réfractaire, et cuisson au four jusqu'à 1100 °C, à raison de 300 °C/h en vitesse de montée en température, puis jusqu'à 1350 °C à raison de 75 °C/h (certaines argiles peuvent toutefois être expansées à 1200 °C). Le palier est maintenu de 15 à 45 mn, suivant la densité désirée ;
- par granulation de l'argile expansible, puis séchage et mise en place des granules dans un moule réfractaire et cuisson comme indiqué ci-dessus.

Dans les deux cas, après refroidissement, le produit expansé obtenu se présente sous forme d'une plaque allégée aux caractéristiques particulières.

5.5.2 - CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIAU

- densité entre 0,2 et 0,7 ;
- porosité ouverte : 2 % et porosité fermée : 79 % ;
- capillarité sous pression nulle ou faible : le matériau est étanche ;
- comportement à l'humidité atmosphérique : reprise d'humidité nulle ;
- coefficient de dilatation thermique : 40×10^{-7} ;
- résistance au feu : matériau ininflammable (cuit à haute température), thermo-chimiquement stable, il n'émet aucun dégagement gazeux et conserve ses qualités physico-chimiques jusqu'à 800 °C ;
- le coefficient de conductivité thermique du matériau est très faible : pour une densité de 0,4, le coefficient $\lambda = 0,095 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$. Le matériau est donc un très bon isolant thermique. Suivant les épaisseurs, une thermomousse de cette densité donne les coefficients K suivants :

Epaisseur (cm)	Coefficient de transmission thermique utile (K)	
	(W/m ² .°C)	(Kcal/m ² /h/°C)
8	0,92	1,07
12	0,67	0,78
16	0,52	0,6
25	0,34	0,4

- la résistance mécanique à la compression est directement fonction de la densité :

Densité	Rc (bars)
0,65	~ 53
0,43	~ 25,5
0,30	~ 23

La thermomousse est un matériau de coloration brune ou noirâtre, dont les dimensions sont conditionnées par celles des moules : parallélépipèdes divers, plaques, blocs, panneaux de grandes dimensions (jusqu'à 2,50 m). En outre, il est facilement usinable sur chantier.

En raison de ses propriétés, de nombreuses utilisations de la thermomousse sont possibles : isolant thermique pour le bâtiment, éventuellement pour la construction de fours industriels, protection de terrasses, éléments de cloisons de hauteur d'étage, etc.

Ce matériau est resté au stade expérimental, pour des raisons de marché et de coût de production.

5.6 - BRIQUE-TENNIS

La brique-tennis est un produit de terre cuite de très grande porosité, destiné au revêtement des courts de tennis.

La technologie de fabrication est analogue à celle des briques et tuiles, avec cependant un ajout de sciure de bois (environ 30 %) au mélange des terres (argile + dégraissant + sciure). Cette sciure, détruite lors de la cuisson, laisse place à des pores de grande taille. Après cuisson, ce matériau céramique cellulaire se présente sous forme de plaques qui sont rectifiées sur les six faces, au dixième de millimètre.

Ces briques-tennis se posent comme un carrelage, à joints secs, et assurent un court sec quelques minutes seulement après une averse. Plusieurs centaines de courts ont été ainsi équipés en France et à l'étranger.

5.7 - CARROBRIC

Le carrobric est une brique creuse de terre cuite de grande dimension (50 x 66,6 cm x 4 à 10 cm d'épaisseur), à 1-2 ou 3 rangées d'alvéoles horizontales suivant l'épaisseur des carreaux, permettant la réalisation rapide et facile de cloisons de doublage ou de distribution (3 carreaux au m²).



6 - CRITÈRES D'EXPLOITABILITÉ ET SPÉCIFICATIONS INDUSTRIELLES

6.1 - PRINCIPAUX CRITÈRES D'EXPLOITABILITÉ

6.1.1 - CRITÈRES LIÉS AU GISEMENT

Les argiles communes pour produits de terre cuite étant largement répandues sur l'ensemble du territoire national, la situation géographique des gisements ne constitue pas un critère de sélection primordial.

Etant donné le très faible prix de revient de l'argile arrivée à l'usine (7 à 10 F/t), elle ne peut être transportée sur de longues distances. Les gisements doivent se situer au voisinage immédiat des usines et celles-ci à proximité des grands centres de consommation, bien que certains produits finis à forte valeur ajoutée (tuiles, plaquettes) supportent un transport de plusieurs centaines de kilomètres (en France et en Europe), voire davantage.

Pour les mêmes raisons, les argiles pour produits de terre cuite sont uniquement exploitées dans des carrières à ciel ouvert, les gisements devant avoir un rapport S/E (épaisseur des niveaux stériles, tels que découverte et intercalations stériles éventuelles, sur épaisseur du niveau exploitable) très faible à nul. Dans tous les cas, la couche utile doit avoir au moins 2 ou 3 m d'épaisseur.

Mais, en pratique, ces critères ne peuvent être retenus de façon systématique pour la prospection des gisements. Il faut également tenir compte des conditions économiques locales, de la nature et de la qualité du matériau, de l'importance des moyens d'extraction, elle-même fonction des besoins ou de la capacité de l'usine, des contraintes liées à l'environnement, de l'utilisation éventuelle des matériaux de découverte, etc.

Concrètement, on constate que ce rapport S/E est très variable d'un gisement à l'autre. Il peut être pratiquement nul dans certaines carrières du département du Nord où les limons de surface sont utilisés pour fabriquer des briques et où l'argile yprésienne sous-jacente est exploitée pour la fabrication des tuiles. Il est inférieur à 0,1 dans une carrière d'argile à tuiles du département du Rhône, d'environ 0,25 dans une autre du Pas-de-Calais et de 0,35 dans une carrière d'argile à briques du Cher. Mais il est de 0,7 environ dans une carrière du Doubs, et pratiquement égal à 1 dans une grande carrière des environs de Marseille, dont le front de taille atteint 120 m de hauteur, avec une découverte d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur et des intercalations stériles incluses dans la masse argileuse, puissan-

te de 60 à 70 m. Seule la situation géographique remarquable de ce dernier gisement a rendu possible son exploitation.

D'une manière générale, les intercalations stériles présentes dans la masse argileuse constituent toujours une gêne, et ce d'autant plus qu'elles sont fréquentes et peu épaisses. Les niveaux stériles suffisamment puissants (> 0,50 m) peuvent être éliminés aisément par une exploitation en gradins. Cependant, il peut arriver que la présence d'intercalations sableuses dans une argile grasse soit, au contraire, un élément favorable (dégraissant naturel si le mélange est relativement homogène lors de l'extraction).

En ce qui concerne les réserves, si on admet qu'un gisement doit être capable d'approvisionner une usine pendant 25-30 ans, il doit renfermer des réserves de l'ordre de :

- 1 à 2 Mm³ pour les entreprises moyennes ;
- jusqu'à 10 Mm³ pour les entreprises très importantes.

Du point de vue de la commodité d'extraction, les gisements en butte sont les plus favorables : le démarrage de l'exploitation est facilité et le front d'attaque découvre rapidement toute l'épaisseur de la couche utile ; l'exhaure se fait aisément par gravité. Le seul inconvénient est d'avoir une épaisseur de découverte croissant régulièrement au fur et à mesure de l'avancement, lorsque l'argile est surmontée par des formations stériles.

L'exploitation d'un gisement en fouille nécessite préalablement une étude hydrogéologique détaillée si on veut éviter l'inondation du chantier, soit par le haut (eaux issues du ruissellement ou de la nappe phréatique), soit par le bas (eaux provenant d'une nappe rendue plus ou moins captive par la couche d'argile et qui risque d'être brutalement libérée si la fouille descend trop bas).

6.1.2 - CRITERES LIÉS À LA MATIERE BRUTE

6.1.2.1 - ARGILES À TERRE CUITE s.s.

La matière première idéale qui, utilisée seule, conviendrait à la fabrication des produits de terre cuite aurait les caractéristiques suivantes (cf. chapitre 3).

a) Composition

- minéraux argileux : illite et/ou kaolinite, avec illite dominante, montmorillonite de l'ordre de 5 % mais toujours moins de 10 % ;
- sable quartzeux : en proportion variable selon les utilisations, mais en moyenne 30 à 40 % (jusqu'à 60 % pour certaines terres franches utilisées pour la fabrication de briques pleines) ;
- calcite fine, bien répartie dans la masse : 5 à 10 % souhaité, acceptable jusqu'à 25 %, mais en pratique il est bon de se limiter à 15 % ;
- éléments colorants :
 - 5 à 10 % de Fe_2O_3 → coloration rouge à la cuisson,
 - 3 à 10 % de TiO_2 , en présence de Fe_2O_3 → coloration jaune à la cuisson,
 - 0,5 à 4 % de MnO_2 , en présence de Fe_2O_3 → coloration brune à la cuisson ;
- matière organique souhaitée si présente en faible proportion ;
- impuretés nuisibles :
 - CaSO_4 (moins de 4 %),
 - NaCl (moins de 1,5 %),
 - Na_2SO_4 (moins de 0,4 %),
 - MgSO_4 (moins de 1 %),
 - calcite et éléments colorants en grains.

b) Granularité

- sable :
 - 70 % compris entre 200 et 500 μm avec maximum de 800 μm , pour la fabrication de tuiles,
 - 70 % compris entre 300 et 1 000 μm avec maximum de 1 500 μm , pour la fabrication des briques,

Mais en réalité le sable présent dans les argiles est généralement très fin (10 à 40 μm) ;
- calcite, éléments colorants et impuretés inférieures à 400 μm .

Mais l'argile idéale n'existe pas dans la nature. Dans l'industrie de la terre cuite, la composition de l'argile de base utilisée pour la fabrication d'un produit donné est généralement corrigée au moyen d'ajouts, en proportions déterminées, d'autres substances pouvant être une (ou plusieurs) argile(s) de propriétés différentes ou une matière dégraissante (voir plus loin).

La composition d'une argile apte à la fabrication de produits de terre cuite est donc très variable ; il est difficile de déterminer, a priori, sans essais technologiques, si un matériau convient ou non. Par conséquent, les argiles à rechercher sont celles dont les caractéristiques se rapprochent le plus de celles du matériau-type défini ci-dessus, en sachant qu'il est souvent possible d'améliorer ces caractéristiques par un traitement mécanique (broyage) ou par l'ajout de substances correctives.

On trouvera dans le tableau 15, pour les argiles à terre cuite françaises, les limites entre lesquelles varient les différents éléments dosés par analyse chimique et en annexe 4 les caractéristiques chimiques moyennes de 22 argiles typiques.

Perte au feu	de 3 à 18 %
Silice (SiO ₂)	de 35 à 80 %
Alumine (Al ₂ O ₃)	de 8 à 25 %
Oxyde de titane (TiO ₂)	de 0,3 à 2 %
Oxyde de fer (Fe ₂ O ₃)	de 2 à 9 %
Chaux (CaO).....	de 0,5 à 15 %
Magnésie (MgO)	de 0 à 3 %
Soude (Na ₂ O)	de 0,1 à 1 %
Potasse (K ₂ O)	de 0,5 à 4 %
Anhydride sulfurique (SO ₃)	de 0 à 4 %
Anhydride carbonique (CO ₂)	de 0 à 15 %

Tabl. 15 - Limites de compositions chimiques des argiles à terre cuite françaises.

6.1.2.2 - ARGILES POUR GRANULATS EXPANSÉS

Ces argiles présentent de nombreuses similitudes avec celles utilisées pour la fabrication de produits de terre cuite proprement dits (composition voisine, mêmes critères d'exploitabilité) ; toutefois, pour être utilisables, elles doivent répondre à certaines caractéristiques minéralogiques, chimiques et granulométriques précises.

a) Composition minéralogique

Les argiles les plus favorables au gonflement sont de nature illitique ou illito-montmorillonitique, avec une teneur en kaolinite généralement inférieure à 40 %. Les kaolinites et les argiles à dominante kaolinique ne conviennent pas en raison de leur réfractarité.

Elles doivent contenir de la matière organique (0,5-2 %) et des oxydes de fer (Fe₂O₃ > 5 %) finement dispersés, car la réduction de ces derniers par la matière orga-

nique produit les gaz nécessaires à l'expansion. Toutefois, l'excès ou l'insuffisance de matière organique est nuisible.

La teneur en quartz sableux doit être inférieure à 40 %.

Outre les oxydes de fer, d'autres impuretés finement dispersées facilitent l'expansion lorsqu'elles sont en faible proportion : carbonates ($\text{CaO} < 4 \%$), gypse, pyrite ($< 2 \%$), les granules étant à proscrire.

b) Composition chimique

Il n'existe pas de composition chimique type pour les argiles expansibles.

Le diagramme triangulaire de la figure 6, établi par Riley (1951) définit l'existence d'un domaine de composition chimique à l'intérieur duquel les argiles montrent de bonnes aptitudes à l'expansion. Ce diagramme est imparfait et contesté par plusieurs auteurs (cf. M. Demander, 1969 ; G. Cougny, 1978), mais présente toutefois l'avantage d'être d'un usage facile.

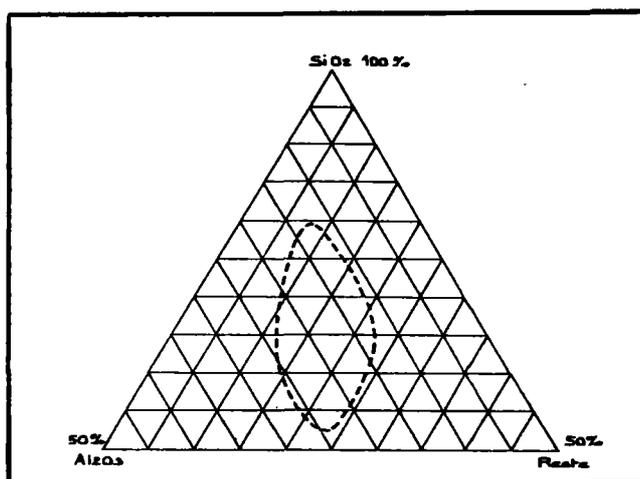


Fig. 6 - Domaine de composition chimique des argiles expansibles d'après Riley (1951) (Extrait de la thèse de G. Cougny, 1978).

L'expérience montre que des résultats satisfaisants sont obtenus avec des argiles dont la composition chimique varie entre les limites suivantes :

SiO_2	50 à 65 %
Al_2O_3	16 à 20 %
Fe_2O_3	5 à 9 %
CaO	1 à 4 %
MgO	1,5 à 3,5 %

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

$K_2O + Na_2O$ 1,5 à 4,5 %
 SO_3 0 à 1,5 %
 S 0 à 1,5 %
 perte au feu 6 à 8 % dont matière organique : 0,5 à 2 %

A titre indicatif, le tableau 16 donne la composition chimique sur cru de quelques argiles expansibles.

	Sydney Australie	Hang (près Nuremberg) Allemagne	Enemsk URSS	Bunkowski URSS	Watten * (62) France	Roumazières (16) France
Perte au feu	?	11,06	7,02	5,56	6,81	?
SiO_2	60,4	49,10	62,54	59,52	63,4	54,60
Al_2O_3	18,4	21,89	17,17	16,68	15,6	17,40
$Fe_2O_3 + FeO$	6,4	7,98	6,08	9,43	6,53	12,60
TiO_2	0,8	—	—	0,77	0,88	0,95
MnO	tr.	0,11	—	—	—	0,05
CaO	tr.	3,58	2,48	0,77	1,82	0,90
MgO	0,4	1,57	1,16	2,03	2,17	1,80
K_2O	} 2,0	} 2,86	} ?	5,23	2,43	} 5,60
Na_2O						
Sulfates	—	1,85	tr.	0,32	—	—

* exploitation abandonnée

Tabl. 16 - Composition chimique de quelques argiles expansibles typiques.

c) Granularité

Les argiles expansibles doivent être constituées de minéraux argileux très fins et dépourvues d'éléments grossiers (= impuretés) supérieurs à 500 μm ; ces impuretés devront être réparties de façon homogène et finement divisées. En pratique, ces argiles doivent entrer dans le fuseau granulométrique de la figure 7 suivante.

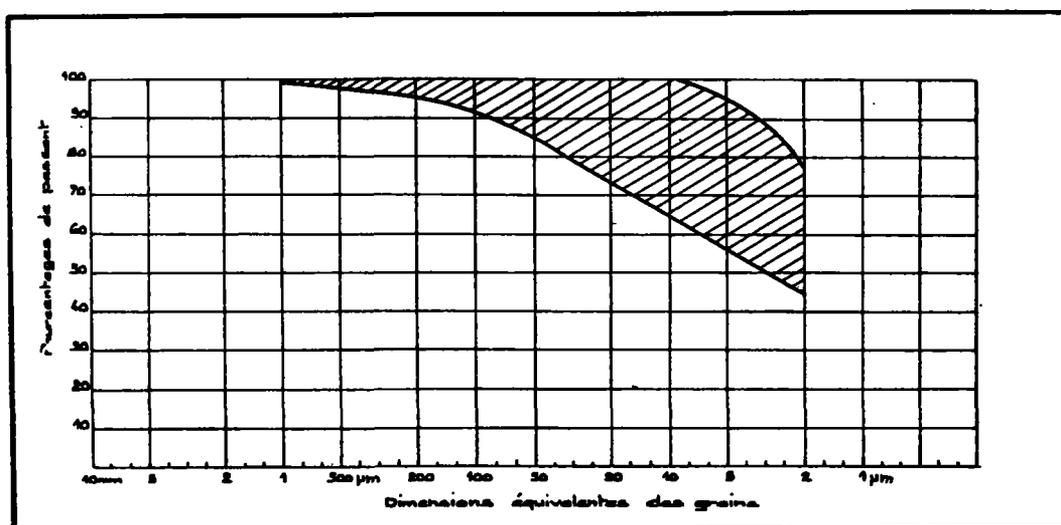


Fig. 7 - Fuseau de compositions granulométriques favorables à l'expansion des argiles (Extrait de la thèse de G. Cougny, 1978).

Les argiles dont la courbe granulométrique se trouve dans la partie hachurée présenteront de bonnes caractéristiques d'expansion à condition que leur composition chimique soit aussi favorable. A l'extérieur du fuseau, les matières premières seront trop grossières pour expanser ou bien nécessiteront des ajouts de dégraissants.

L'aptitude à l'expansion des argiles peut être améliorée par l'apport d'ajouts spéciaux (voir § 6.3.3).

Dans le cas d'utilisation de schistes pour la fabrication de granulats légers, ceux-ci doivent présenter des caractéristiques analogues à celles exigées des argiles et ne pas produire plus de 10 à 20 % de particules fines ou minces d'un diamètre inférieur à 3 mm.

6.2 - ANALYSES ET TESTS TECHNOLOGIQUES

6.2.1 - ESSAIS DE PREMIÈRE SÉLECTION

Pour savoir si une argile convient pour la fabrication de produits de terre cuite, il est nécessaire d'effectuer au préalable un certain nombre d'analyses et de tests technologiques en laboratoire. Ces essais de première sélection sont indispensables aux études préliminaires d'échantillons argileux provenant d'une prospection de gisement (prélèvements de surface et campagne de sondages), en prévision de l'implantation d'une unité de fabrication de produits de terre cuite. Ils permettent d'écartier immédiatement les échantillons (donc les niveaux ou les zones) sans intérêt. Réalisés en même temps que la prospection, ils permettent souvent de

mieux l'orienter. En outre, ces premiers essais sont indispensables pour la préparation de tests ultérieurs, plus complets ou plus spécifiques. Ils sont généralement complétés par l'étude des dégraissants et par des essais de mélanges.

6.2.1.1 - ETUDE DES MATIÈRES ARGILEUSES

Elle comporte obligatoirement :

- analyse granulométrique complète de 2,5 à 1000 μm ;
- analyse minéralogique par diffractométrie de rayons X sur matériau brut et sur phase argileuse ;
- analyse chimique avec détermination de la perte au feu et dosage de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , MnO et P_2O_5 ;
- analyse dilatométrique (courbe de dilatation-retrait) ;
- détermination du comportement au séchage (courbe de Bigot) ;
- essai céramique : façonnage d'éprouvettes prismatiques par étirage sous vide (ou à défaut, par pressage à sec), avec mesure de l'humidité de façonnage et du retrait de séchage, puis cuisson des barrettes à 5 températures (communément : 850-900-950-1000-1050 °C ou à des températures plus élevées en fonction des indications disponibles), avec détermination de la coloration, de l'homogénéité, de la perte au feu, du retrait de cuisson et du coefficient d'absorption d'eau du produit cuit, pour chacune des températures de cuisson ;
- éventuellement, contrôle des risques d'éclatements de grains de chaux.

L'ensemble de ces essais nécessite environ 5 kg d'argile sèche.

A titre d'exemple, une analyse granulométrique d'une argile à tuiles est donnée figure 8, une courbe de dilatation-retrait d'une argile halloysitique pauvre en sable et contenant 15 % de montmorillonite est représentée figure 9, et les courbes de Bigot de 2 argiles, à faible et à fort retraits de séchage, sont illustrées par les figures 10 et 11. Par ailleurs, les caractéristiques de 6 argiles typiques pour tuiles et briques sont données en annexe 5.

D'une manière générale, cette série d'essais de première sélection n'est exécutée que sur quelques échantillons par gisement, en raison de son coût assez élevé.

Dans le cas d'une prospection plus large, à l'issue de laquelle on dispose souvent d'un grand nombre d'échantillons, il est nécessaire d'effectuer une sélection préalable permettant de regrouper les échantillons par familles et d'éliminer les argiles manifestement inaptés. Cette sélection préalable implique de soumettre tous les échantillons à quelques tests simples et peu coûteux, souvent réalisables dans un laboratoire de chantier :

- analyse granulométrique simplifiée, avec coupures à 40-100-500 et 1000 μm , permettant d'éliminer les matériaux dont le pourcentage en éléments grossiers est trop important ;

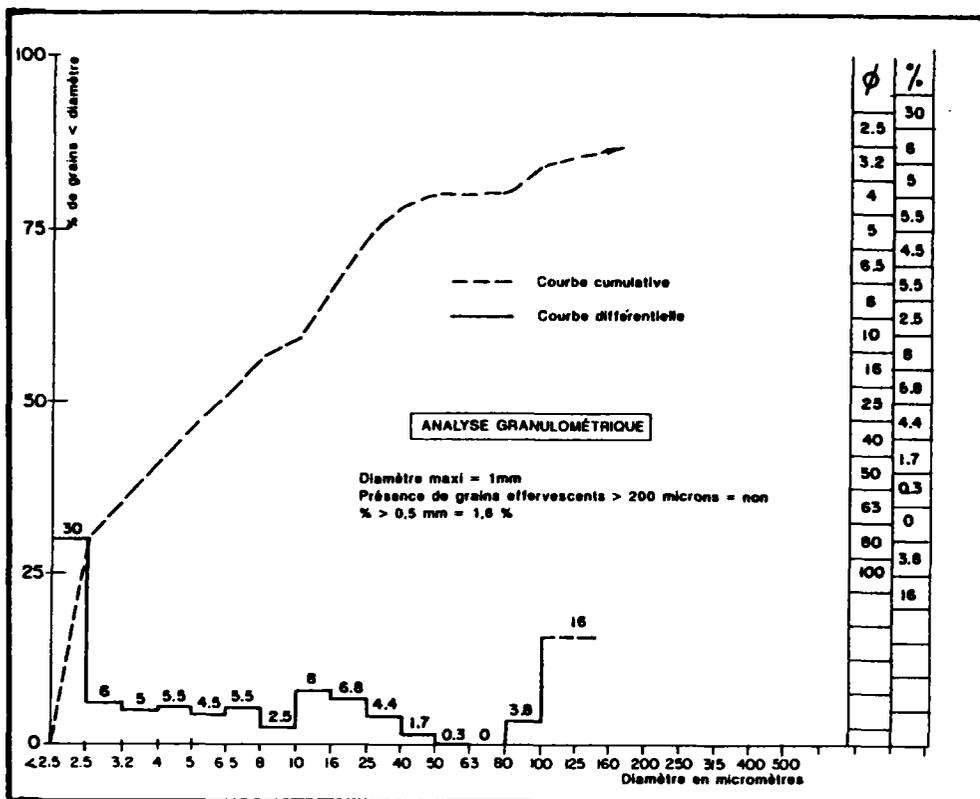


Fig. 8 - Analyse granulométrique d'une argile à tuiles.

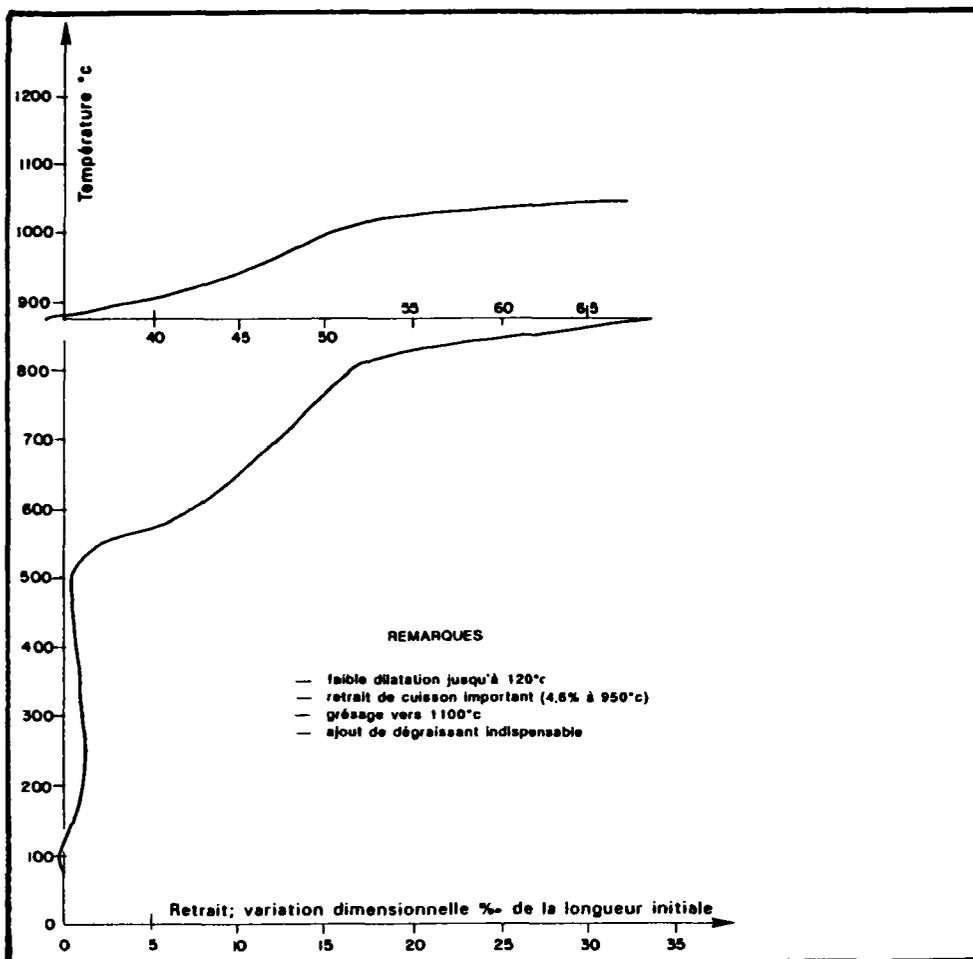


Fig. 9 - Courbe de dilatation - retrait d'une argile halloysitique pauvre en sable.

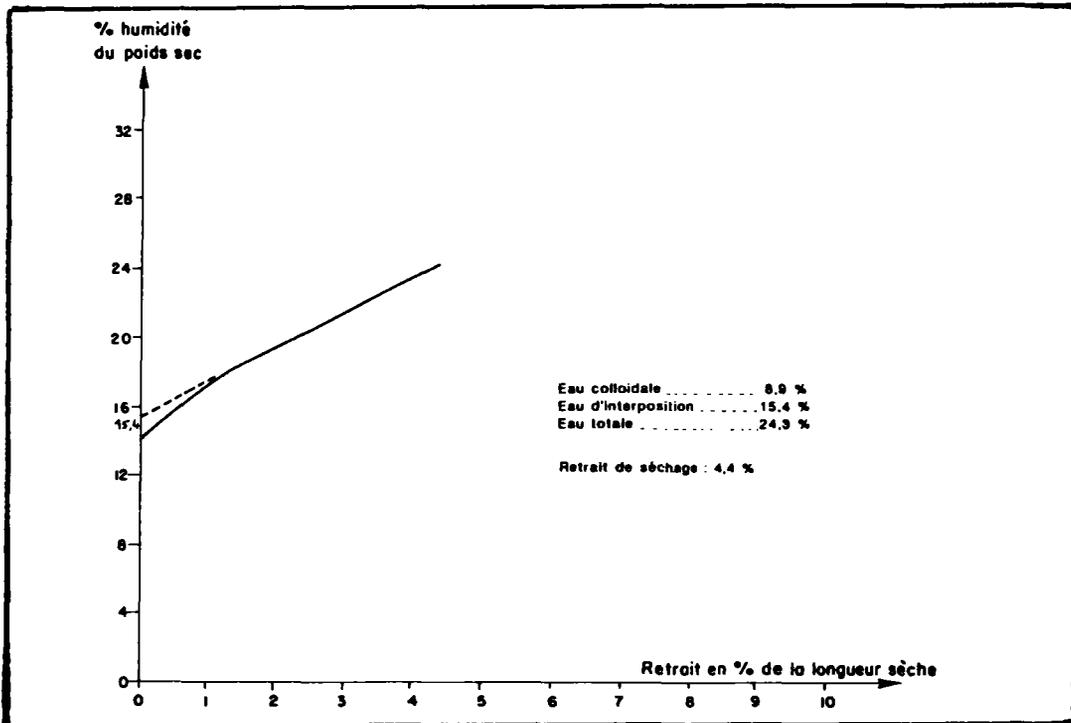


Fig. 10 - Courbe de Bigot d'une argile à faible retrait de séchage.

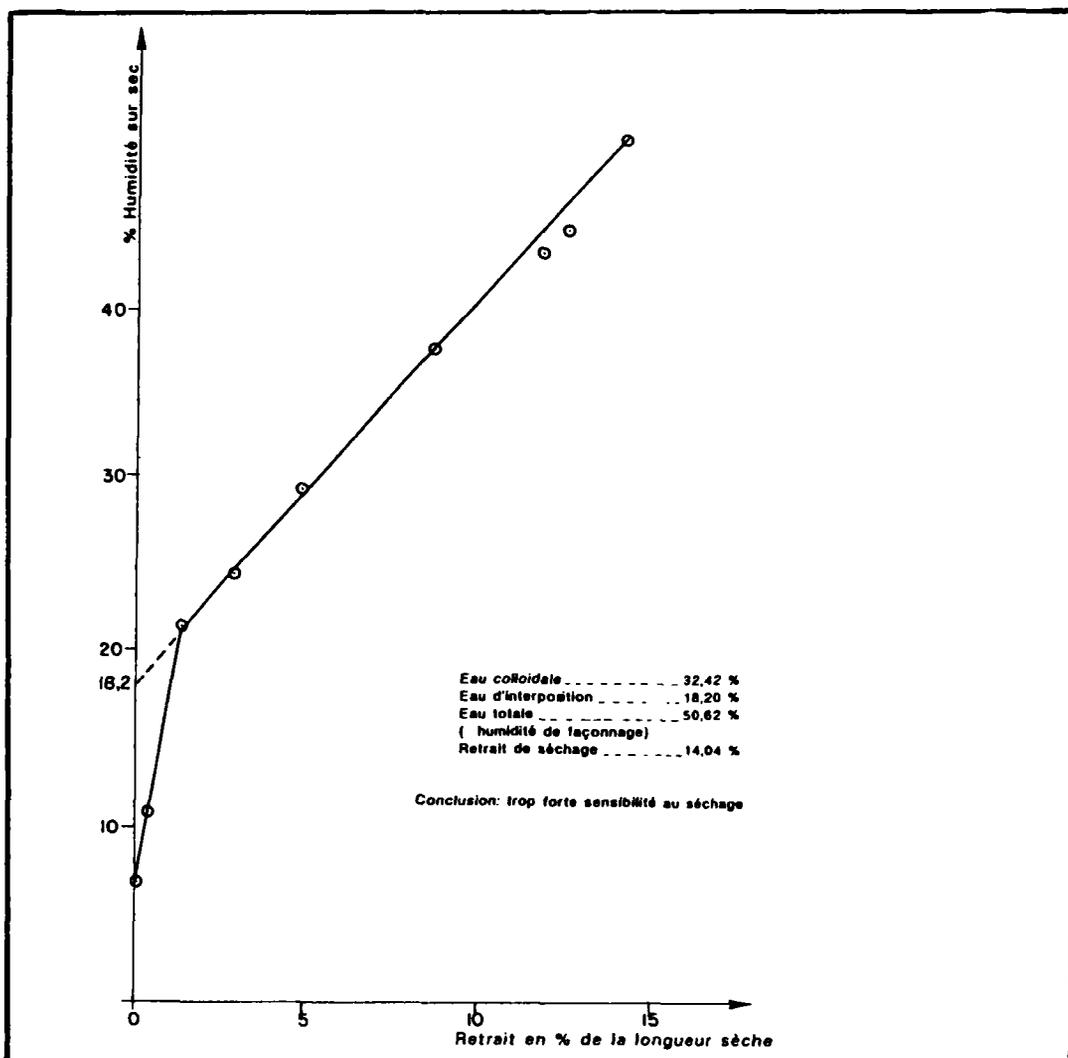


Fig. 11 - Courbe de Bigot d'une argile à fort retrait de séchage.

- calcimétrie permettant de rejeter les argiles dont la teneur en calcaire est supérieure à 20 ou 25 % ;
- essai d'adsorption au bleu de méthylène (méthode de la tache sur papier filtre) mettant en évidence les argiles à trop forte teneur en smectites ;
- appréciation qualitative de la malléabilité et de la ténacité, par déformation et rupture d'un colombin façonné à la main.

On notera que la réalisation des limites d'Atterberg, essai à caractère purement géotechnique, n'a aucun intérêt dans le cadre de cette sélection.

6.2.1.2 - ETUDE DES DÉGRAISSANTS

Elle complète généralement l'étude des matières argileuses et comporte :

- analyse granulométrique par tamisage ;
- détection éventuelle des grains de calcaire pouvant provoquer des éclatements de grains de chaux.

Cette étude nécessite 1 kg maximum de dégraissant.

6.2.1.3 - ESSAIS DE MÉLANGES

En fonction des résultats des essais sur les matières argileuses et sur les dégraissants, plusieurs séries de barrettes sont extrudées à partir de différents mélanges. Leur comportement céramique est étudié par :

- établissement de la courbe de Bigot ;
- exécution d'essais de cuisson à différentes températures, avec détermination des retraits, pertes au feu et coefficients d'absorption d'eau des tessons, comme indiqué en 6.2.1.1.

Ces essais nécessitent environ 40 kg de chaque matière première. Sur la base des résultats obtenus, un ou plusieurs mélanges sont sélectionnés pour des essais particuliers choisis en fonction des projets de produits à fabriquer et des chaînes technologiques envisagées.

6.2.2 - ESSAIS PARTICULIERS

Ces essais sont réalisés par les laboratoires spécialisés du Centre Technique des Tuiles et Briques (CTTB). Il s'agit essentiellement :

- d'essais concernant l'aptitude au façonnage (avec ou sans application du vide) ;
- d'essais concernant l'aptitude au séchage (dans des temps déterminés) ;

- d'essais concernant le comportement à la cuisson (suivant des programmes pré-établis) ;
- d'essais particuliers en fonction du type de produits à fabriquer :
 - pour briques : résistance à la compression, mesure de la dilatation à l'humidité, tenue au gel,
 - pour tuiles : résistance à la flexion, tenue au gel, mesure de la perméabilité,
 - pour hourdis : résistance à la flexion, mesure de la dilatation, isolation phonique et résistance au feu,
 - pour boisseaux : mesure de la perméabilité, la détermination de la résistance aux chocs thermiques étant effectuée ultérieurement sur des produits en vraie grandeur ;
- en fonction d'anomalies éventuellement mises en évidence lors des essais de première sélection :
 - détermination de la teneur en sels solubles,
 - essais de correction de la tendance aux efflorescences de séchage par ajout de carbonate de baryum,
 - essais de correction de dilatation à l'humidité par ajout de calcaire.

6.2.3 - ESSAIS DE PRODUCTION ET CONTRÔLES DE FABRICATION

Sur la base des résultats des séries d'essais précédentes, la société d'ingénierie procède ensuite au montage des chaînes de fabrication de l'usine, puis aux premiers essais de production des produits cuits à partir de plusieurs dizaines de tonnes de matières premières, un essai de fabrication en station pilote n'étant généralement pas nécessaire.

Après de nombreux réglages et contrôles de fabrication portant à la fois sur la préparation des terres, le façonnage, le séchage, la cuisson et les appareillages automatiques - l'ensemble de ces opérations pouvant durer plusieurs mois -, l'unité de fabrication peut être mise en production industrielle.

Par la suite, des contrôles réguliers et systématiques sont néanmoins nécessaires tout au long de la production, notamment :

- granularité du mélange de fabrication et teneur en eau de la pâte ;
- tests spécifiques sur produits cuits tels que mesure de la perméabilité, du vieillissement accéléré par cycles de gel et dégel, et de la résistance à la flexion pour une production de tuiles, de la résistance à l'écrasement, de la dilatation conventionnelle à l'humidité, de l'absorption d'eau et de la résistance au gel, pour une production de briques creuses, de la résistance aux chocs thermiques pour une fabrication de boisseaux, etc., tous ces essais devant satisfaire des normes très précises (voir plus loin : spécifications).

Généralement, ces tests de contrôle sont effectués dans le laboratoire de l'usine, certains d'entre eux devant néanmoins être réalisés dans des laboratoires spécialisés (CTTB, CSTB).

6.2.4 - ESSAIS SPÉCIFIQUES POUR PRODUCTION DE GRANULATS LÉGERS.

Pour déterminer si une argile convient ou non à la fabrication de granulats légers, on lui fait d'abord subir des tests d'orientation propres à l'industrie céramique, complétés par des essais d'expansion.

6.2.4.1 - TESTS D'ORIENTATION

Ils comprennent essentiellement :

- analyse minéralogique par diffractométrie de rayons X ;
- analyse chimique, avec détermination des mêmes éléments que pour une argile à terre cuite s.s. ;
- dosage du carbone organique ;
- analyse granulométrique complète de 2 à 1 000 μm avec examen des refus aux tamis de 1 000, 500, 250, 100 et 40 μm (granulométrie de la silice libre et des minéraux difficilement broyables, de la calcite et des minéraux ferrifères) ;
- confection d'une pâte normale avec appréciation des propriétés de plasticité.

Dans le cas d'une prospection conduisant au prélèvement de nombreux échantillons, une première sélection permettant d'éliminer les argiles les moins favorables à l'expansion peut être effectuée à partir de quelques tests rapides :

- granulométrie en voie humide jusqu'à 40 μm , avec examen des refus ;
- calcimétrie ;
- appréciation de la plasticité.

6.2.4.2 - ESSAIS D'EXPANSION EN LABORATOIRE

Sur les échantillons ayant subi les tests précédents avec succès, on procède à une première série d'essais d'expansion à température constante préréglée, en faisant varier le temps de cuisson dans les limites courantes des temps de passage des granules à la température finale d'expansion dans les fours industriels (2 mn pour le four à lit fluidisé à 15 mn pour le four rotatif) :

- confection de granules cylindriques d'argile à l'extrudeuse ;
- séchage à l'étude (200-240 °C) ;
- éventuellement préchauffage à 700 °C environ en 30 mn ;

- cuisson rapide des granules à température constante (la gamme des températures acceptables varie de 1 100 à 1 300 °C) ;
- éventuellement, essai de cuisson avec ajout de produits générateurs de gaz ou fondants, quoique certaines argiles s'expansent sans ajout (exemple : Roumazières, Charente).

Les résultats de ces essais sont fonction :

- du gonflement obtenu (indice de gonflement) ;
- de l'aspect de la surface des granules (vitrifié, lisse, etc) ;
- de la régularité des pores et de leur taille ;
- de la tendance au collage des granules entre eux (frittage) ;
- de la tendance au collage sur le réfractaire.

Si les résultats obtenus (avec ou sans ajout) sont convenables, on procède à une deuxième série d'essais qui vise à déterminer le palier d'expansion et à mesurer certaines caractéristiques physiques des granules expansés :

- essais de cuisson rapide en four électrique en faisant varier le temps et la température de cuisson ;
- examen des granules ;
- mesure de l'indice d'absorption d'eau I, en fonction de la température de cuisson ;
- mesure de la densité apparente D en fonction de la température de cuisson, après imperméabilisation totale des granules ;
- détermination du palier d'expansion T, c'est-à-dire l'intervalle de température dans lequel les caractéristiques physiques satisfaisantes sont obtenues et varient peu ;
- examen des granules (porosité - enveloppe - tendance au frittage).

Au terme de ces essais, peuvent être considérés comme convenables les matériaux pour lesquels :

- $I < 20 \%$ (étanchéité, résistance au gel, mise en oeuvre) ;
- $D < 0,9$ (qualité d'isolation thermique) ;
- $T \geq 40 \text{ °C}$ (facilité d'élaboration en four rotatif) ;
- porosité fine et régulière à alvéoles non communicantes (résistance mécanique).

6.2.4.3 - CAS PARTICULIER DES SCHISTES

L'élaboration de granulats légers à partir de schistes suppose que ces derniers présentent des caractéristiques analogues à celles exigées des argiles. Les essais précédents doivent donc être effectués.

En outre, il faut tenir compte, pour les schistes durs, des techniques particulières de mise en forme (concassage - criblage) avant introduction dans le four. Des essais de concassage et des analyses granulométriques des schistes concassés sont donc nécessaires pour vérifier que les particules fines ou minces sont peu nombreuses (maximum 10 à 20 % de fines < 3 mm), pour ne pas entraîner de difficultés de cuisson ou d'expansion.

Dans le cas de schistes ayant tendance à s'exfolier en s'expansant (production de granulats ayant un coefficient de forme défavorable pour le béton), des essais de broyage fin, de façonnage par granulation ou extrusion peuvent être effectués pour éliminer le litage des particules concassées.

En ce qui concerne les schistes houillers (déchets de lavoirs de charbon ou récupération des schistes sur anciens terrils), le dosage précis de la teneur en carbone contenu est indispensable, car l'excès de carbone peut être un handicap au moment de l'expansion (éclatement des pellets sous la pression des gaz occlus). Dans ce cas, une phase de décarbonation des schistes peut se révéler nécessaire (exemple : usine pilote d'Hulluch [62] et usine Surex à Fouquières-lès-Lens [62], voir § 7.2.9.2).

6.2.4.4 - ESSAIS PILOTES

Avant la mise en exploitation d'un gisement d'argile ou de schiste et le montage de l'unité de fabrication, les résultats des essais de laboratoire doivent être confirmés par des essais pilotes en vraie grandeur (cuisson en four rotatif). Ces essais impliquent :

- l'élaboration de granulats nodulaires ou concassés dont la répartition granulométrique correspond à celle d'un granulat à béton (norme NF P 18-304) ;
- la détermination des caractéristiques physiques (masse volumique réelle et en vrac, coefficient volumétrique d'absorption d'eau), mécaniques (résistance mécanique conventionnelle des grains) et physico-chimiques des granulats (dosage du soufre et des sulfures), toutes ces caractéristiques devant satisfaire la norme relative aux granulats d'argile ou de schiste expansés fabriqués en four rotatif et destinés à la confection de bétons (norme NF P 18-309).

Ultérieurement, en phase de production industrielle, les mêmes essais de contrôle seront effectués systématiquement.

6.3 - ÉLÉMENTS DÉGRAISSANTS ET AJOUTS SPÉCIAUX

Les paragraphes 6.3.1 et 6.3.2 sont extraits en grande partie d'un document inédit établi par L. Alviset, CTTB (1980), dans le cadre de conférences données à l'Institut de Céramique Française à Sèvres.

6.3.1 - ÉLÉMENTS DÉGRAISSANTS POUR PRODUITS DE TERRE CUITE s.s.

« Souvent, les argiles naturelles présentent une plasticité excessive, ce qui entraîne des difficultés de façonnage : teneur en eau d'étirage élevée, retrait de séchage important, déformations et fissures au séchage, mauvais palier de cuisson. Il est alors nécessaire d'ajouter des éléments inertes, c'est-à-dire des "dégraissants".

Ces éléments donnent aux produits une texture peu compacte facilitant l'évacuation de l'eau pendant le séchage et les dégagements gazeux pendant la cuisson. Leur granulométrie constitue, en conséquence, une caractéristique déterminante.

Les principaux dégraissants usuels sont :

- le sable ;
- la chamotte et les "cassons" ;
- les cendres volantes ;
- les laitiers granulés ;
- les combustibles incorporés.

6.3.1.1 - SABLE

Les sables les plus couramment utilisés sont essentiellement constitués de silice, sous forme de quartz, pouvant renfermer comme impuretés un peu d'argile et d'oxyde de fer. Les sables argileux sont naturellement des dégraissants moins efficaces que les sables purs. La présence de grains de calcaire dans un sable le rend inutilisable en raison du risque d'éclatement de grains de chaux.

La silice, sous forme de sable quartzueux, présente une grande variation de dimensions à 573 °C (quartz α \rightarrow quartz β). Celle-ci est réversible (allongement à l'échauffement et contraction au refroidissement). Ce phénomène est très important et limite les possibilités de cuisson rapide des produits fortement chargés en sable en obligeant, plus particulièrement, à prendre des précautions au cours du refroidissement afin d'éviter des accidents dus aux chocs thermiques (fissures, plus spécialement en ce qui concerne les tuiles et les briques plâtrières).

La granulométrie est la caractéristique essentielle des sables en ce qui concerne leur utilisation en fabrication de terre cuite. On peut préciser les indications générales suivantes :

- sables pour mélanges à tuiles : 70 % environ de grains de diamètre moyen compris entre 200 et 500 μm ;
- sables pour mélanges à produits creux : 70 % environ de grains compris entre 300 et 1 000 μm .

C'est essentiellement pour des questions d'aspect et de risque de perméabilité que les sables pour tuiles ne peuvent être aussi grossiers que les sables pour briques.

Les pourcentages de sable utilisés sont de l'ordre de 10 à 20 % pour les mélanges à tuiles et de 20 à 30 % pour les mélanges à briques.

Le tableau 17 résume les avantages et les inconvénients de l'utilisation des sables :

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none">- Diminution des collages dans les machines de préparation- Réduction des feuilletages- Amélioration de l'aptitude au séchage- Amélioration du palier de cuisson- Amélioration de la résistance au gel des produits cuits (cas des tuiles)	<ul style="list-style-type: none">- Risque de fissuration des produits pendant le refroidissement (entre 600 et 550 °C)- Diminution de la résistance mécanique en cuit.

Tabl. 17 - Avantages et inconvénients d'un ajout de sable comme élément dégraissant pour produits de terre cuite.

6.3.1.2 - "CHAMOTTE" ET "CASSONS"

On utilise, au même titre que le sable, des "cassons" cuits et broyés, souvent dénommés "chamotte" ⁽¹⁾ par les producteurs. La chamotte présente sur le sable l'avantage d'une composition granulométrique aisément maîtrisable et celle d'une absence d'anomalies de dilatation.

Les chamottes sont tout spécialement utiles dans le cas de mélanges pour fabrication de boisseaux de terre cuite, lesquels requièrent des grains grossiers (de 1 à 4 mm) qu'il serait difficile d'obtenir avec les sables courants.

(1) voir § 3.2.3.5.

6.3.1.3 - CENDRES VOLANTES

Dans certaines fabrications de terre cuite, on utilise comme éléments dégraissants les cendres volantes de centrales thermiques fonctionnant au charbon pulvérisé. Ces cendres, de granularité assez fine (inférieure à 0,4 mm), constituent une matière première abondante et d'un prix de revient peu élevé.

Toutefois, elles possèdent des propriétés physico-chimiques assez particulières et il est nécessaire, avant d'en décider l'utilisation industrielle, de procéder à des essais de laboratoire.

6.3.1.4 - LAITIERS GRANULÉS

Les laitiers granulés de hauts-fourneaux sont des verres silico-alumineux et calcaïques stables qui peuvent être obtenus à l'état granulé entre 0,2 et 2 mm. Ils sont également bon marché et peuvent être utilisés comme dégraissants après mise au point des mélanges. L'action dégraissante des laitiers est comparable à celle des sables avec toutefois un avantage provenant du fait que les laitiers ne présentent pas d'incident dilatométrique faisant risquer des fissures de refroidissement.

Il faut signaler que l'introduction de laitiers dans un mélange de fabrication rend celui-ci assez abrasif.

6.3.1.5 - COMBUSTIBLES INCORPORÉS

Certaines fabrications utilisent comme dégraissants des matériaux combustibles qui, outre leurs propriétés "amaigrissantes", diminuent les consommations de calories marchandes.

Les principales matières premières de ce genre sont : le mâchefer, le fraïsil, les schlamms (charbons très impurs) ou des débris végétaux divers (sciure de bois, pépins de raisin, etc).

Il est à noter que l'utilisation de ces combustibles comme dégraissants provoque une très sensible augmentation de la porosité des produits.

Ces matières doivent présenter les granulométries précédemment indiquées en ce qui concerne les sables, sauf dans le cas où un effet décoratif spécial est recherché, comme par exemple avec les briques comportant du mâchefer telles que les briques de Vaugirard.

En outre, on ne doit pas introduire avec un combustible incorporé plus de calories qu'il n'est nécessaire pour la cuisson (environ 300 000 calories/tonne). Cela demande certaines précautions spéciales :

- limitation du pourcentage d'utilisation du combustible incorporé en fonction de son pouvoir calorifique ;
- réalisation d'enfournements "panachés" comprenant des produits avec ou sans combustible.

La sciure de bois est parfois utilisée, surtout lorsqu'on recherche un allègement des produits ou une très grande porosité (briques pour courts de tennis, par exemple). Avec elle, il faut tenir compte des importantes quantités d'eau qu'elle absorbe pendant la fabrication et qui doivent être ensuite évacuées au cours du séchage.

6.3.1.6 - ROCHES DIVERSES

Quelques unités de fabrication ne disposant pas de sable de bonne qualité ou de l'une des matières de substitution énumérées ci-dessus utilisent divers types de roches finement broyées (< 1 mm) comme dégraissant. Suivant le cas, il peut s'agir de schistes (rejets de lavoirs de charbon ou rejets de mines diverses), de mica-schistes altérés (Charente), d'arkoses altérées (région lyonnaise) ou de granulites altérées à grains fins.

6.3.1.7 - EXEMPLE D'ACTION D'UN AJOUT DE DÉGRAISSANT SUR UN MÉLANGE DE FABRICATION

A titre d'exemple, le tableau 18 montre le résultat de la correction d'une argile trop plastique par ajout de sable :

COMPOSITION DU MÉLANGE DE FABRICATION			Argile seule	Argile : 80% Sable : 20%	Argile : 70% Sable : 30%
Humidité de façonnage (%)			34,93	25,75	23,94
Retrait de séchage (%)			8	7,25	6,75
Palier de cuisson	Retrait de cuisson	à 900 °C	0,82	0,29	0,33
		à 1000° C	4,40	3,05	2,22
	Coefficient d'absorption d'eau	à 900 °C	8,12	7,52	8,16
		à 1000 °C	2,63	3,96	5,86

Tabl.18 - Exemple d'action d'un ajout de sable sur une argile trop plastique.

Cet exemple permet de préciser les différents avantages apportés par les dégraissants :

- diminution de l'eau nécessaire pour le façonnage ;
- réduction du retrait de séchage ;
- élargissement du palier de cuisson.

Dans le cas présent, le mélange comportant 70 % d'argile et 30 % de sable serait à utiliser pour la fabrication de briques creuses, après vérification qu'un tel ajout n'entraîne pas une baisse exagérée de la résistance à la compression des produits obtenus.

Pour la fabrication de tuiles, la principale caractéristique à contrôler est la perméabilité pour laquelle de forts ajouts de dégraissant ont une influence néfaste.

En outre, la nécessité d'obtenir des produits de bel aspect limite également l'ajout de sable.

6.3.2 - AJOUTS SPÉCIAUX POUR PRODUITS DE TERRE CUITE

Outre les argiles et dégraissants, il est souvent nécessaire d'ajouter aux compositions des constituants spéciaux, soit pour corriger un défaut propre à la nature de la pâte, soit pour réaliser des produits particuliers. Les principales matières utilisées sont les suivantes.

6.3.2.1 - BIOXYDE DE MANGANÈSE

Colorant brun pour faire des produits vieillis, soit par ajout dans la masse, soit par apposition d'un engobe.

En cas d'ajout dans la masse, la teneur à utiliser est de 2 à 3 % par rapport au poids de l'argile. La couleur brune se développe d'autant mieux que l'argile de base contient plus d'oxyde de fer et que la température de cuisson est plus élevée.

6.3.2.2 - CARBONATE DE BARYUM

Le carbonate de baryum précipité est utilisé à raison de 3 à 5 kg par tonne pour lutter contre certaines efflorescences de séchage.

6.3.2.3 - CARBONATE DE CALCIUM BROYÉ

Le carbonate de calcium broyé à une granulométrie inférieure à 100 µm est utilisé pour lutter contre la dilatation à l'humidité des produits cuits. Les doses les plus couramment utilisées sont de 3 à 8 % environ. Il est parfois utilisé pour diminuer la tendance aux déformations au cours de la cuisson.

6.3.2.4 - CARBONATE DE SODIUM

Il est utilisé dans quelques usines à la dose d'environ 4 à 5 ‰ pour améliorer la plasticité et l'aptitude au filage.

6.3.2.5 - CHAUX VIVE OU ÉTEINTE

Elle est utilisée à la dose de 5 à 6 % pour durcir les argiles trop humides et permettre un façonnage correct.

6.3.2.6 - CHLORURE DE SODIUM

Il est utilisé à la dose de 5 à 6 ‰ pour améliorer l'aptitude au séchage de certaines argiles (argiles sensibles aux phénomènes de reprise d'humidité) et pour lutter contre les éclatements dus aux grains de chaux.

6.3.2.7 - SPATH FLUOR OU FLUORURE DE CALCIUM

Il est utilisé dans quelques usines à la dose de 0,5 à 1 % pour neutraliser certaines efflorescences colorées (vert-jaune) dues à des sels de vanadium (et parfois de chrome) contenus dans les matières premières ».

6.3.3 - AJOUTS SPÉCIAUX POUR GRANULATS D'ARGILE EXPANSÉE

Lorsqu'une argile présente une aptitude à l'expansion médiocre, il est souvent possible d'obtenir des résultats satisfaisants en ajoutant, dans des proportions de 1 à 6 %, certains produits peu coûteux qui favorisent l'expansion :

- calcite fine (< 40 µm) ;
- pyrites broyées ;
- oxydes de fer à grain fin ;
- lessives sulfitiques ;
- fuel-oil ;
- syénites néphéliniques ou feldspaths de mauvaise qualité broyés finement.

6.4 - SPÉCIFICATIONS INDUSTRIELLES

6.4.1 - SPÉCIFICATIONS DES MATIÈRES PREMIÈRES

L'utilisation des argiles pour la fabrication de produits de terre cuite n'est régie par aucune norme. Mais pour que ces argiles donnent des produits finis de bonne qualité, à des conditions économiquement acceptables, elles doivent avoir des caractéristiques les plus proches possible de celles indiquées précédemment (§ 6.1.2).

Les principales propriétés que devront présenter ces argiles sont :

- une bonne plasticité et un faible retrait au séchage et à la cuisson ;
- une bonne résistance mécanique en cru (quoique celle-ci ait beaucoup moins d'importance de nos jours, les produits crus étant de plus en plus manipulés automatiquement par des automates, voire pas manipulés du tout dans le cas de fabrication de tuiles avec dépose automatique des produits verts sur supports réfractaires, à la sortie des presses) ;
- de bonnes propriétés dilatométriques et un bon palier de cuisson ;
- l'absence d'hétérogénéités et de déformations liées à la cuisson.

En revanche, les propriétés grésantes et la couleur après cuisson ont moins d'importance, cette dernière étant toutefois un critère de choix de la part de l'utilisateur pour tous les produits restant apparents (briques à face apparente, tuiles, carreaux de sol ...).

Dans le cas des argiles destinées à la fabrication de granulats légers, elles doivent présenter une bonne aptitude à l'expansion.

6.4.2 - SPÉCIFICATIONS DES PRODUITS DE TERRE CUITE

Hormis les poteries culinaires, artistiques ou horticoles, certains produits comme les drains, les claustras, les éléments de terre cuite pour animation de surfaces, etc, la quasi-totalité des produits de terre cuite destinés au secteur du bâtiment fait l'objet de normes qui, en France, sont régies par l'Association Française de Normalisation (AFNOR). Ces normes définissent les qualités que doit posséder le produit considéré pour l'usage auquel il est destiné, ainsi que les essais de laboratoire permettant de les vérifier (tabl. 19).

En outre, des Documents Techniques Unifiés (DTU) décrivent les règles officielles de mise en oeuvre des produits normalisés. Leur contenu dépassant largement le cadre de ce mémento, l'utilisateur intéressé pourra se reporter à ces documents dont l'inventaire est donné dans le catalogue AFNOR.

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

Numéro de la norme	Titre du document
NF P 13-301	Briques creuses de terre cuite (décembre 1974)
NF P 13-302	Entrevous en terre cuite pour planchers à poutrelles préfabriquées (octobre 1983)
NF P 13-304	Briques en terre cuite destinées à rester apparentes (octobre 1983)
NF P 13-305	Briques pleines ou perforées et blocs perforés en terre cuite à enduire (octobre 1983)
NF P 13-306	Blocs perforés en terre cuite destinés à rester apparents (octobre 1983)
NF P 18-309	Granulats d'argile ou de schiste expansés fabriqués en four rotatif destinés à la confection de bétons (décembre 1982)
NF P 31-301	Tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement (juillet 1985)
NF P 31-305	Tuiles canal de terre cuite (juillet 1985)
NF P 31-306	Tuiles plates de terre cuite (mai 1986)
NF P 51-301	Briques de terre cuite pour la construction de conduits de fumée (septembre 1974)
NF P 51-311	Fumisterie. Boisseaux de terre cuite pour conduits de fumée individuels. Spécifications. Méthodes d'essais. Conditions de réception (septembre 1988)
NF P...	Briques de pavage en terre cuite (en préparation)
NF P 61-101	Carreaux et dalles céramiques de sols et murs. Définitions, classification, caractéristiques et marquage (octobre 1982)
NF P 61-401	Carreaux et dalles céramiques. Etirés à faible absorption d'eau de E inférieure ou égale à 3 % (groupe AI) (décembre 1983)
NF P 61-402	Carreaux et dalles céramiques. Etirés à absorption d'eau de E supérieure à 3 % et inférieure ou égale à 6 % (groupe AIIa) (avril 1985)
NF P 61-403	Carreaux et dalles céramiques. Etirés à absorption d'eau de E supérieure à 6 % et inférieure ou égale à 10 % (groupe AIIb) (avril 1985)
NF P 61-404	Carreaux et dalles céramiques. Etirés à absorption d'eau de E supérieure à 10 % (groupe AIII) (avril 1985)
NF P 61-405	Carreaux et dalles céramiques. Pressés à sec à faible absorption d'eau de E inférieure ou égale à 3 % (groupe BI) (avril 1985)
NF P 61-406	Carreaux et dalles céramiques. Pressés à sec à absorption d'eau de E supérieure à 3 % et inférieure ou égale à 6 % (groupe BIIa) (avril 1985)
NF P 61-407	Carreaux et dalles céramiques. Pressés à sec à absorption d'eau de E supérieure à 6 % et inférieure ou égale à 10 % (groupe BIIb) (avril 1985)
NF P 61-408	Carreaux et dalles céramiques. Pressés à sec à absorption d'eau de E supérieure à 10 % (groupe BIII) (avril 1985)
NF P 61-501	Carreaux et dalles céramiques. Détermination des caractéristiques dimensionnelles et aspect de surface (avril 1985)
	.../...

Tabl. 19 - Normes AFNOR relatives aux produits de terre cuite (1989).

Numéro de la norme	Titre du document
NF P 61-502	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de l'absorption d'eau (octobre 1982)
NF P 61-503	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la résistance à la flexion (octobre 1982)
NF P 61-504	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la dureté superficielle suivant l'échelle de Mohs (avril 1985)
NF P 61-505	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la résistance à l'abrasion profonde. Carreaux non émaillés (octobre 1982)
NF P 61-506	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la dilatation thermique linéique (octobre 1982)
NF P 61-507	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la résistance au choc thermique (octobre 1982)
NF P 61-508	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la résistance au treissage. Carreaux et dalles émaillés (mars 1982)
NF P 61-509	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la résistance chimique. Carreaux non émaillés (octobre 1982)
NF P 61-510	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la résistance chimique. Carreaux et dalles émaillés (décembre 1983)
NF P 61-511	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la résistance à l'abrasion. Carreaux et dalles émaillés (avril 1985)
NF P 61-512	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la dilatation conventionnelle à l'humidité à l'eau bouillante. Carreaux non émaillés (avril 1985)
NF P 61-513	Carreaux et dalles céramiques. Détermination de la résistance au gel (avril 1985)
NF P 61-514	Carreaux et dalles céramiques. Echantillonnage et conditions de réception (avril 1985)

Tabl. 19 - Normes AFNOR relatives aux produits de terre cuite (1989) - suite.

Sans entrer dans le détail de ces normes, notamment les définitions et classifications des produits, ainsi que leurs caractéristiques générales et dimensionnelles, le tableau 20 synthétise les principales spécifications physiques et mécaniques de trois grands groupes de produits : les briques, les tuiles et les entrevous.

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

BRIQUES CREUSES DE TERRE CUITE (NF P 13-301)	Eclatements		Dilatation conventionnelle à l'humidité (mm/m)		Coefficient d'absorption d'eau	Résistance au gel (% de perte de masse)	Résistance à l'écrasement (bars)				
	Diamètre moyen des craîtres (mm)	Nombre de craîtres par dm ² de surface apparente	à l'humidité (mm/m)				Briques à résistance garantie		Briques ordinaires		
			dilatation à l'autoclave	dilatation à l'eau bouillante			désignation	moyenne	mini	moyenne	mini
	≤ 10	3 maxi 5 mm < Ø moy < 10 mm	≤ 1,6	≤ 0,6	≤ 15	≤ 1	C ou RJ 40 C ou RJ 60 C ou RJ 80	40 60 80	32 48 64	> 28	> 23
BRIQUES ET BLOCS PERFORÉS EN TERRE CUITE DESTINÉS A RESTER APPARENTS (NF P 13-304 et P 13-306)		1 craître Ø moyen ≤ 3 mm	≤ 1,6	≤ 0,6	B. pleines (malax. vert.) ≤ 80 B. pleines pressées ≤ 60 B. pleines (bitreux horiz.) ≤ 40 B. perforés ≤ 30	≤ 1	BP 200 BP 300 BP 400	200 300 400	160 240 320	> 125	> 100
BRIQUES PLEINES OU PERFO- RÉES ET BLOCS PERFORÉS EN TERRE CUITE A ENDUIRE (NF P 13-305)	≤ 10	3 craîtres maxi 5 mm < Ø moy < 10 mm	≤ 1,6	≤ 0,6	B. pleines (malax. vert.) ≤ 80 B. pleines pressées ≤ 60 B. pleines (bitreux horiz.) ≤ 40 B. et blocs perforés ≤ 30	≤ 1	Briques : BP 200 BP 300 BP 400 Blocs : BP 150 BP 200 BP 300 BP 400	200 300 400 150 200 300 400	160 240 320 120 160 240 320	> 125	> 100 > 80

ENTREVOUS EN TERRE CUITE POUR PLANCHERS A POUTRELLES PRÉFABRIQUÉES (NF P 13-302)	Exfoliations	Dilatation potentielle à l'humidité (mm/m)		Module d'élasticité (E) (bars)		Résistance à la rupture (R) par traction par flexion (bars)		Résistance à la rupture par poinçonnement-flexion (daN)
	Diamètre moyen des craîtres (mm)	catégorie	catégorie	catégorie	catégorie	catégorie		
							catégorie	
≤ 10	A	0 à 0,8	1	70 000 ≤ E ≤ 180 000	a	40 ≤ R ≤ 100	≥ 150	
	B	0 à 1,2	2	180 000 < E ≤ 290 000	b	100 < R ≤ 180		
	C	0 à 1,6	3	290 000 < E ≤ 400 000	c	R > 180		

TUILES A EMBOTTEMENT OU A GLISSEMENT, TUILES CANAL ET TUILES PLATES DE TERRE CUITE (NF P 31-301, P 31-305 et P 31-306)	Vieillissement accéléré par cycles de gel et dégel	Perméabilité (cm ³ /cm ² /jour)	Résistance à la flexion (daN)
	<ul style="list-style-type: none"> absence de cassure, fissure, désagrégation, désolidarisation du ou des tenons d'accrochage, feuilletage d'une profondeur supérieure à 10 mm pertes de masse dues aux altérations < 1% de la masse initiale résistance à la flexion ≥ 100 daN (≥ 50 daN pour tuiles plates) 	≤ 1 (moyenne ≤ 0,7 sur 3 tuiles)	<ul style="list-style-type: none"> tuiles à emboîtement ou à glissement et tuiles canal : > 100 (sur 7 tuiles) tuiles plates : > 50 (sur 7 tuiles)

Tabl. 20 - Principales spécifications physiques et mécaniques des briques, tuiles et entrevous.



7 - EXTRACTION ET TRAITEMENT DES ARGILES. FABRICATION DES PRODUITS DE TERRE CUITE

7.1 - EXTRACTION DES ARGILES

De nos jours, l'extraction des argiles pour produits de terre cuite s'effectue uniquement à ciel ouvert, pour minimiser les coûts d'extraction.

Le décapage des terrains de recouvrement (stériles) est réalisé à l'aide d'engins mécaniques divers (bulldozer, scraper, pelle hydraulique, chargeur), suivant l'épaisseur de la découverte (parfois moins d'un mètre à plus de 10 m) et sa nature (matériau tendre ou résistant) ; il est quelquefois effectué avec le seul engin mécanique affecté à la carrière (pelle hydraulique par exemple). Si la couche de stériles est peu épaisse, on a le plus souvent recours au bulldozer. Dans le cas contraire, on utilise généralement un scraper. Les stériles déblayés sont utilisés au comblement et au réaménagement de la carrière, au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation.

L'extraction de l'argile se fait à l'aide des mêmes engins (pl. ph. 1, ph. 3) ou avec un excavateur à godets. Le choix du matériel d'extraction est fonction de :

- la nature du gisement ;
- la quantité à extraire ;
- l'homogénéité des caractéristiques de l'argile ;
- la régularité, l'épaisseur et le pendage de la couche exploitable ;
- la dureté de l'argile (parfois l'explosif ou le marteau piqueur est nécessaire pour effectuer une désagrégation préliminaire) ;
- la présence d'impuretés (cailloux, silex, bois en décomposition...) ou de niveaux stériles intercalaires (couche de sable, de marne, de calcaire, etc).

Suivant l'homogénéité du gisement et l'épaisseur de la couche exploitable, l'argile est exploitée en un ou plusieurs gradins.

Le transport de l'argile à l'usine se faisait, il y a quelques années encore, par wagonnets et locotracteurs (pl. ph. 1, ph. 4), tracto-bennes, télébenne, tapis ou camions, au fur et à mesure des besoins. Actuellement, le transport s'effectue le plus souvent à l'aide de camions ou de scrapers, les différentes qualités d'argile étant transportées séparément.

Jusqu'à ces dernières années, l'exploitation des carrières avait généralement lieu en continu, excepté pendant les mois d'hiver dans certaines régions montagneuses, le personnel et le matériel affectés à l'exploitation appartenant souvent à l'entreprise de terre cuite.

De plus en plus, l'extraction des argiles est sous-traitée à des entreprises de terrassement spécialisées qui, une ou deux fois par an, constituent de grands stocks de matériaux (50 000 à 150 000 t), soit en bordure de carrière, soit à proximité de l'usine. L'argile est ensuite reprise, au fur et à mesure des besoins, à l'aide d'une pelle hydraulique ou d'une chargeuse, et acheminée jusqu'à l'entrée des terres de l'usine (pl. ph. 2, ph. 1).

Parallèlement, le matériau dégraissant (sable quartzeux, arène de grès ou d'arkose, micaschiste altéré ...) est extrait avec les mêmes engins et déversé dans une trémie d'alimentation spécifique.

7.2 - TRAITEMENT DES MATIÈRES PREMIÈRES ET FABRICATION DES PRODUITS DE TERRE CUITE

7.2.1 - INTRODUCTION

Les techniques de traitement des matières premières permettant la fabrication de produits de terre cuite sont assez différentes d'une usine à l'autre. Elles dépendent à la fois de plusieurs facteurs :

- la nature et les caractéristiques de l'argile provenant de la carrière (terre franche pour briques pressées, mélange d'argiles et d'ajouts pour tuiles teintées dans la masse...);
- le type de produit de terre cuite fabriqué et les propriétés recherchées (tuiles ingélives de haute résistance mécanique, brique creuse de grande dimension, poterie horticole, jardinière, carreau de sol, granulats d'argile expansée ...);
- la chaîne technologique de fabrication :
 - installations très anciennes non automatisées avec, par exemple, fabrication de carreaux de sol étirés et repressés, séchage en chambres et cuisson dans un four intermittent à tirage inversé ou dans un four à feu mobile et galeries parallèles,
 - fabrication plus moderne de briques apparentes à faces sablées,
 - fabrication de jardinières par coulage de barbotine dans des moules métalliques,
 - fabrication entièrement automatisée et programmée de tuiles mécaniques, avec séchage et cuisson en continu dans un four hydrocasing.

Sans entrer dans le détail des procédés technologiques de fabrication et des matériels mis en oeuvre (se reporter aux publications à caractère technique dont certaines sont reprises en bibliographie), les techniques de traitement des matières premières et de fabrication des produits de terre cuite présentent un certain nombre de caractéristiques communes et comportent cinq étapes successives principales :

- **préparation du mélange de fabrication ;**
- **façonnage des produits ;**
- **séchage ;**
- **cuisson ;**
- **tri et conditionnement des produits finis.**

7.2.2 - PRÉPARATION DU MÉLANGE DE FABRICATION

Le but de l'opération est d'obtenir une pâte plastique et homogène pouvant être aisément façonnée (cas général).

Son rôle est important, car elle intervient pour beaucoup dans la qualité des produits obtenus après cuisson. Cette préparation comprend successivement :

- **prébroyage des blocs d'argiles brutes de carrière (brise-mottes, désagrégateur, émietteur) : granularité ramenée à 3-4 cm environ ;**
- **dosage et distribution des constituants du mélange (distributeur-doseur linéaire ou rotatif) ; exemple de composition : 60 % d'argile grasse + 20 % d'argile silteuse + 20 % de sable dégraissant ;**
- **élimination des impuretés (épierreur, grilles) ;**
- **dans certains cas : détection de métaux ;**
- **broyage et laminage du mélange (broyeurs à cylindres avec, par exemple, dégrossisseur à 3-4 mm et finisseur à 0,8-1 mm, broyeur à meules, broyeur centrifuge à marteaux). Parfois, passage sur tapis peseur pour dosage de la quantité d'eau ou de bioxyde de manganèse à ajouter au mélange dans le malaxeur (préparation de "terre noire" pour produits teintés en masse) ;**
- **homogénéisation et humidification préalable (malaxeur à tamis, mouilleur-mélangeur) ; teneur en eau de la pâte de l'ordre de 12 à 26 % du poids d'argile sèche, suivant la consistance désirée pour la pâte : ferme, demi-ferme ou molle ;**
- **granulation pour pâte ferme (granulateur à cylindres, à hélice) donnant des colombins de pâte pour remplissage des galetières à piston.**

Toutes ces opérations sont regroupées dans l'atelier de préparation des terres (pl. ph. 2, ph. 2).

A ces opérations purement mécaniques vient parfois s'ajouter une action chimico-physique dénommée "pourrissage" ou enfossage de la terre dans des trémies ou dans un bâtiment fermé, d'une durée de quelques jours à plusieurs semaines, suivant les argiles et les procédés de fabrication. Elle est destinée à améliorer l'homogénéité d'humidité et la plasticité du mélange : libération des contraintes internes de l'argile, développement de sa plasticité par actions microbiennes, dans certaines conditions de température et d'humidité. Suivant les unités de production, le pourrissage a lieu, soit après un simple concassage du mélange (cas le plus fréquent), soit après sa préparation complète.

Après pourrissage, le mélange est repris, soit par un excavateur à godets monté sur pont roulant (pl. ph. 2, ph. 3), soit par un tracto-chargeur, soit automatiquement par le dessous du silo (découpage de pains de pâte par un couteau circulant au-dessus des rails de base du silo, puis transport des pains sur tapis vers le façonnage).

En fait, la composition du train de préparation étant fonction de la nature de la pâte et du mode de façonnage utilisé ultérieurement, il existe une grande variété de types de chaînes possibles. A titre d'exemple, quelques cas typiques sont donnés figure 12.

7.2.3 - FAÇONNAGE DES PRODUITS

Le façonnage présente deux rôles essentiels :

- parachever la préparation en renforçant la cohésion de la pâte par une intensification de la compression et l'élimination de l'air inclus dans l'argile ;
- donner à la pâte la forme désirée du produit vert.

Les modes de façonnage dépendent essentiellement du type de produit fabriqué, mais parfois de la nature de l'argile.

7.2.3.1 - FAÇONNAGE PAR SIMPLE PRESSAGE

La pâte est pressée dans des moules métalliques pour la fabrication de briques pleines à partir de "terre franche" (limon). A titre d'exemple, les presses à table tournante permettaient des productions d'environ 1 200 à 1 400 briques à l'heure ; les nouvelles presses automatiques ont des cadences encore bien plus élevées.

7.2.3.2 - FAÇONNAGE PAR ÉTIRAGE OU FILAGE

L'étirage de la pâte a lieu dans une mouleuse avec passage au travers d'une filière, pour la fabrication des briques perforées ou creuses, des entrevous, des drains, des tuiles canal ou plates sans emboîtement et de certains accessoires de couverture. Cette opération s'effectue dans des extrudeuses (ou mouleuses) à hélice ou à cylindres, équipées d'une pompe à vide pour la désaération de la pâte. Elles sont parfois munies d'un malaxeur incorporé, dans lequel s'opère éventuellement l'ajout définitif d'eau de mouillage (humidité de façonnage comprise entre 12 et 26 % du poids sec) ou l'adjonction de vapeur pour le filage à chaud (réduction du temps de séchage).

A la sortie de la filière donnant au produit sa forme définitive, le pain de pâte est débité automatiquement par un ou plusieurs coupeurs, à la longueur ou à l'épaisseur désirée (pl. ph. 2, ph. 4).

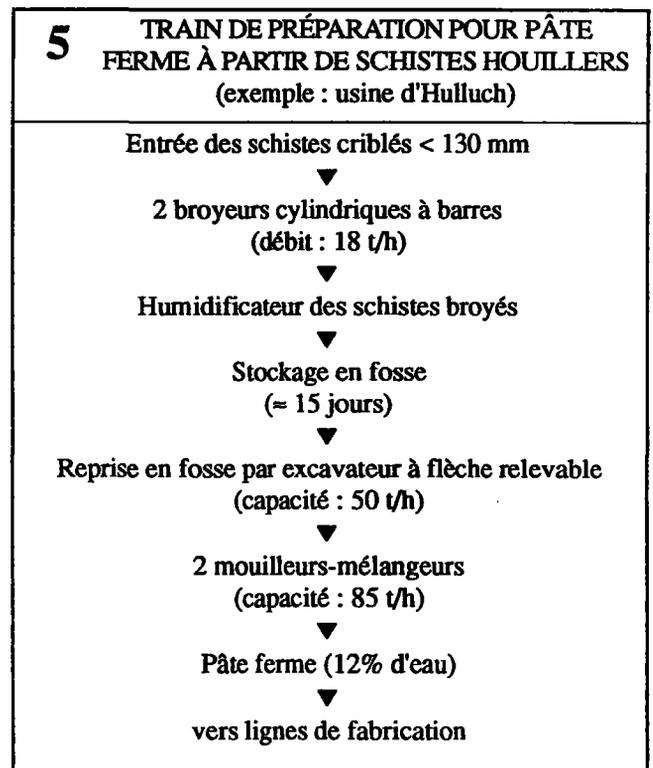
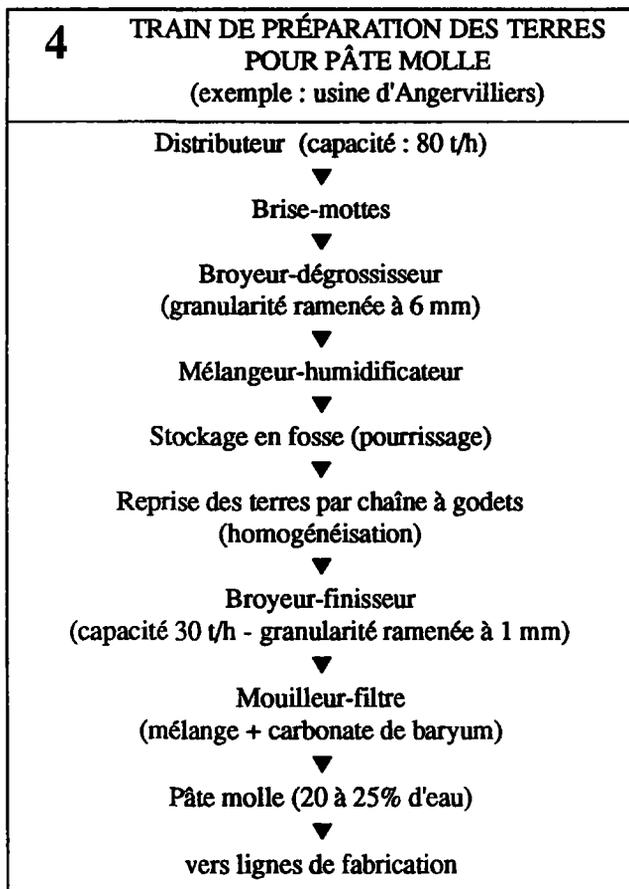
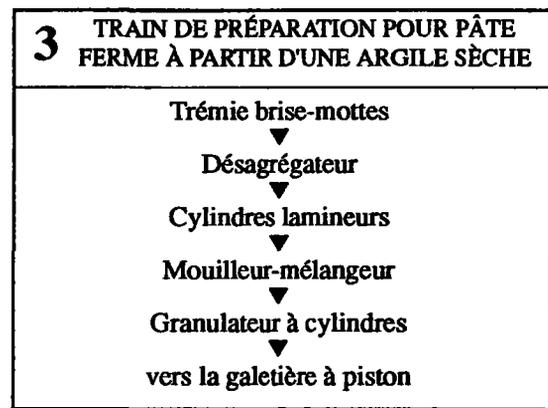
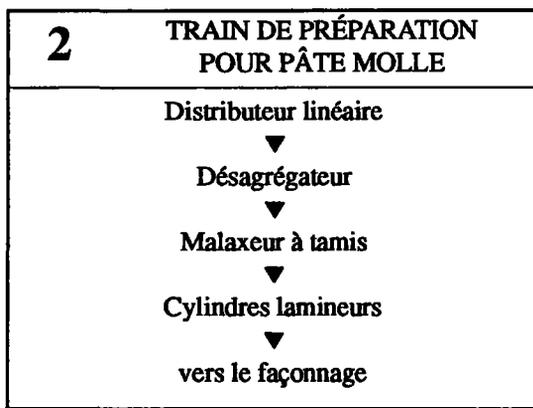
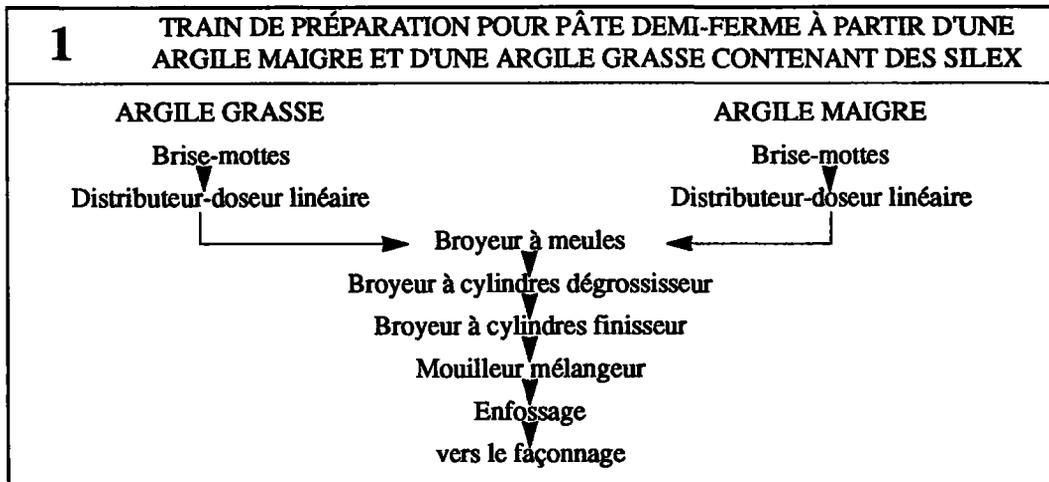


Fig. 12 - Exemples de trains de préparation de pâtes.

Pour la fabrication de briques spéciales, telles que briques de parement à faces sablées ou vermiculées, au moins deux des quatre faces du pain de pâte sont sablées ou impressionnées à l'aide de rouleaux ayant des empreintes qui se reproduisent dans la pâte. En outre, l'utilisation de terres différentes n'ayant pas les mêmes couleurs après cuisson permet d'obtenir des briques de tons différents. Ces effets peuvent aussi être réalisés ultérieurement par engobage ou émaillage de la face devant servir de parement.

Suivant leur importance et les terres utilisées, les mouleuses peuvent produire jusqu'à 40 t/h de produits, soit par exemple de l'ordre de 10 000 à 15 000 briques à l'heure ou 1 500 à 2 000 tuiles plates à l'heure.

7.2.3.3 - FAÇONNAGE PAR ÉTIRAGE ET PRESSAGE

Pour la fabrication de tuiles à emboîtement (tuiles mécaniques), d'éléments de bardage, et pour certains carreaux de terre cuite la pâte est d'abord filée dans une mouleuse ou une galetière, avec passage dans une filière et coupage automatique des rubans de pâte comme dans le cas précédent ; puis les ébauches ou galettes sont pressées automatiquement dans des presses rotatives ou à revolver (pl.ph. 3, ph. 1 et 2). Suivant les modèles de presses, la pression appliquée sur l'ébauche peut atteindre 150 kg/cm².

D'une manière générale, le pressage des tuiles peut être réalisé suivant deux techniques très différentes :

- en pâte demi-molle, avec moules en plâtre d'usure rapide (ancienne technique peu utilisée de nos jours) ;
- en pâte ferme avec moules en fonte ou en acier, de grande longévité (technique la plus employée). Dans ce dernier cas, le démoulage est parfois facilité par l'utilisation de lubrifiants spéciaux (pétrole, oléine, etc.). Mais généralement, les produits verts sont démoulés par un dispositif pneumatique

Pour la fabrication de tuiles avec "vieillissement" artificiel, des produits de teinture (bioxyde de manganèse, oxyde de fer, etc.) sont déposés automatiquement sur la galette avant pressage ("vieilli superficiel"), lorsqu'ils n'ont pas déjà été introduits dans le malaxeur lors de la préparation du mélange de fabrication ("vieilli en masse").

Les bavures de pressage, qui peuvent parfois représenter 30 % du poids de la galette, sont retransportées par tapis jusqu'au malaxeur (cas le plus fréquent) ou à la fosse à terre.

Dans les anciennes installations, la mise en place des galettes dans la presse, la reprise des tuiles pressées et leur dépose sur balancelles, étagères ou wagonnets de séchoirs sont encore manuelles.

Dans les tuileries modernes utilisant des presses à cadence élevée (jusqu'à 2 700 tuiles/heure), des automates programmables déposent automatiquement les produits verts dans des supports en matériau réfractaire, soit par paquets de tuiles disposées verticalement dans des casiers multituiles en U, soit à plat, chaque produit vert étant alors déposé sur un support unitaire en H pour éviter toute déformation. Ces casiers sont ensuite empilés automatiquement sur les wagons du séchoir ou du séchoir-four (pl. ph. 3, ph. 3 et 4).

7.2.3.4 - FAÇONNAGE DE PRODUITS SPÉCIAUX

Pour fabriquer certains gros produits, comme des tuyaux de grandes dimensions, on utilise des mouleuses spéciales à axe vertical qui permettent de recevoir les pièces façonnées debout sur une table tournante et d'empêcher leur déformation à la sortie de la machine.

7.2.3.5 - FAÇONNAGE DE POTERIES HORTICOLES PAR ESTAMPAGE OU PAR COULAGE

La plupart des poteries horticoles classiques sont façonnées par pressage. A la sortie du malaxeur, la pâte est d'abord filée puis les ébauches sont pressées sur des moules spéciaux (estampage) et subissent un préséchage sur étagères (pl. ph. 4, ph. 1).

D'autres poteries horticoles, telles que les jardinières, sont fabriquées par coulage. Le mélange de fabrication est d'abord délayé dans un déliteur, jusqu'à obtention d'une barbotine de consistance optimale. Celle-ci est ensuite tamisée, puis coulée dans des moules en plâtre ou des moules métalliques. Après un ressuyage de quelques heures, les produits sont démoulés, éventuellement finis à la main (ébarbage), puis préséchés (pl. ph. 4, ph. 2).

7.2.3.6 - FAÇONNAGE MANUEL DE POTERIES OU D'ACCESSOIRES DE COUVERTURE

Certaines poteries artistiques ou culinaires en terre cuite sont façonnées à la main sur un tour de potier (vases, potiches, jarres...) de même que quelques accessoires de couverture aux formes compliquées ne pouvant être filées ou pressées mécaniquement (mitres, tuyaux, poinçons, lanternes...). La pâte est la même que celle utilisée classiquement pour la fabrication des tuiles ; elle est souvent prélevée directement à la sortie du malaxeur par le potier affecté à la tuilerie. Pour la fabrication de certains accessoires de couverture tels que les tuiles à douille, abouts d'arêtier, raccords trois branches ..., les ébauches sont généralement prélevées parmi les produits verts sortant des presses, puis modifiées manuellement par le potier.

7.2.4 - SÉCHAGE

Il a pour seul but d'évacuer l'eau ayant permis de donner au mélange de fabrication une plasticité suffisante pour être façonné, afin d'obtenir des produits non déformables et suffisamment résistants pour être manutentionnés et susceptibles de subir le cycle de cuisson sans détérioration. Après séchage, l'humidité des produits n'est plus généralement que de 2 à 3 % du poids du produit sec, voire pratiquement de 0 % dans le cas d'une installation avec séchoir-four en continu. D'une manière générale, le séchage est l'opération la plus délicate du cycle de fabrication.

L'aptitude au séchage d'un mélange de fabrication est caractérisée par les facteurs suivants :

- le retrait de séchage ;
- la vitesse limite de séchage ;
- la force de liaison eau-argile.

Le retrait de séchage ne doit pas être prohibitif. Selon la consistance et la composition des pâtes utilisées, il peut varier entre 2 et 12 % de la longueur du produit sec.

Le séchage doit être le plus rapide possible (économie d'énergie), mais néanmoins suffisamment lent, progressif et homogène pour que toutes les parties du produit se rétractent en même temps, sans apparition de fendillements.

En outre, la structure de l'argile, suivant qu'elle peut admettre une tension donnée, la finesse de la pâte qui la rend plus ou moins perméable à l'eau, la cohésion du produit, le mode de façonnage, le profil, les dimensions, les épaisseurs de parois des produits fabriqués ont également une influence sur l'aptitude des produits au séchage rapide.

Le séchage des produits verts nécessite au préalable l'élaboration d'un programme optimal tendant à réduire au minimum le temps de séchage, sans augmenter ni le pourcentage de déchets ni le coût de l'opération. Ce programme permet de régler au mieux les installations.

De nos jours, il n'existe pratiquement plus de séchoirs naturels à l'air libre, sauf dans certains pays en développement, comme ce fut le cas, par exemple, pour le séchage sous halettes ou hangars des briques pleines en terre franche dans les années 1940-1950. Il s'effectue toujours dans des séchoirs artificiels, par ventilation d'air et apport de calories. Cette opération s'organise autour d'une manutention de plus en plus automatique (empilage-dépilage et circulation des produits dans le séchoir), avec régulation automatique des flux d'air et de chaleur basée sur les caractéristiques de l'air humide en différents points du séchoir.

Il existe deux grands types principaux de séchoirs :

- des séchoirs statiques ou à chambres où les produits sont fixes, dans lesquels on fait passer un courant d'air sec et progressivement chaud (durée de séchage comprise entre 12 et 60 heures) ;
- des séchoirs-tunnels où les produits sont mobiles (circulation continue d'un train de wagons portant les produits). Suivant la rapidité de séchage, on peut distinguer :
 - des séchoirs-tunnels traditionnels (temps de séchage de 12 à 48 heures),
 - des séchoirs-tunnels semi-rapides (temps de séchage de 3 à 12 heures),
 - des séchoirs-tunnels rapides où les vitesses d'air chaud (entre 150 °C à l'entrée et 40 °C à la sortie) peuvent atteindre 15 à 20 m/s (temps de séchage de 1 à 3 h).

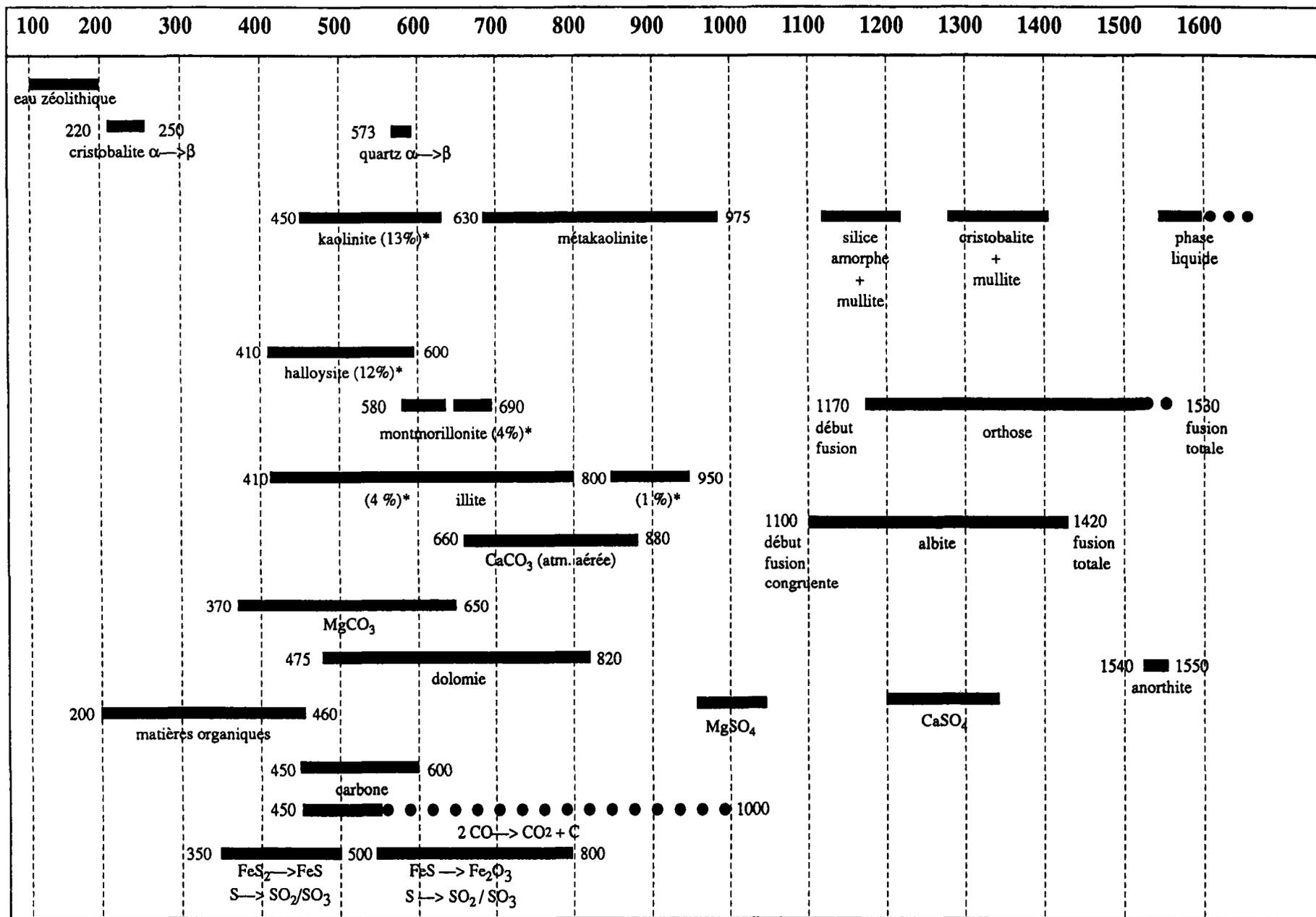
Dans un séchoir-tunnel traditionnel, la consommation thermique spécifique est d'environ 200 à 370 thermies/tonne de produit, tandis que dans la partie séchoir d'une unité hydrocasing, par exemple, avec séchage et cuisson en continu, elle n'est plus que de 120 à 130 thermies/tonne, avec une durée de séchage d'environ 6 h (séchoir semi-rapide). Dans ce dernier cas, les produits secs entrent directement dans la zone de cuisson (four) sans déperdition de chaleur et sans reprise d'humidité.

7.2.5 - CUISSON

C'est elle qui transforme le produit vert en produit de terre cuite (tesson) en lui donnant ses qualités définitives, les propriétés du mélange argileux étant modifiées de manière irréversible au cours de cette opération.

Un certain nombre de réactions importantes ont lieu à différentes températures et nécessitent d'adapter l'allure de la cuisson. Il s'agit notamment des réactions suivantes (tabl. 21) :

- l'évacuation de l'eau zéolithique (ou de constitution) des argiles, entre 100° et 200 °C environ ;
- la transformation éventuelle (argiles dérivant de formations volcaniques) de cristobalite α en cristobalite β entre 220 et 250 °C ;
- la combustion des matières organiques entre 200 et 460 °C avec production de gaz carbonique et de carbone, puis la combustion du carbone de 450 °C à environ 1 000 °C ;
- l'évacuation de l'eau moléculaire de la kaolinite entre 450 et 630 °C, de celle de l'halloysite entre 410 et 600 °C, des 4 % d'eau moléculaire de la montmorillonite entre 580 et 690 °C et de celle de l'illite entre 410 à 950 °C ;
- la dilatation du quartz à l'échauffement jusqu'à 573 °C, suivie d'un brusque gonflement (transformation du quartz α en quartz β avec risque de rupture des pièces) ;



* Pourcentage d'eau moléculaire (hydroxyles structuraux) contenu dans le minéral.

Tabl. 21 - Principales transformations physico-chimiques des matières premières au cours de la cuisson des produits céramiques. (Source : Institut de Céramique Française).

- la formation de chaux et de gaz carbonique par calcination du carbonate de calcium entre 660 et 880 °C, du carbonate de magnésium entre 370 et 650 °C et de la dolomie entre environ 475 et 820 °C ;
- parallèlement, la réduction des sulfures de fer entre 350 et 500 °C, puis l'oxydation du sulfure de fer et du soufre entre 500 et 800 °C, en milieu oxydant ;
- à partir de 1 100 °C, on assiste à la transformation du métakaolin, dérivant des argiles, en silice amorphe et en mullite, au début de fusion du feldspath potassique (orthose) et du feldspath sodique (albite) contenus dans les argiles ou le dégraissant ;
- toutes ces transformations entraînent la formation de néosilicates complexes par réaction mutuelle et combinaison de la silice, de l'alumine, des oxydes de fer, des alcalino-terreux et des alcalins contenus dans le mélange initial de matières premières.

Ces réactions physico-chimiques s'accompagnent généralement d'un retrait dimensionnel du produit et donnent naissance à une matière nouvelle plus ou moins poreuse ou vitrifiée, de résistance mécanique variable suivant la température et la durée de la cuisson.

En fonction du four utilisé et du type de produit fabriqué, la température de cuisson varie de 850° à 1 200 °C (tuiles surcuites) ; elle est généralement de l'ordre de 950° à 1 100 °C.

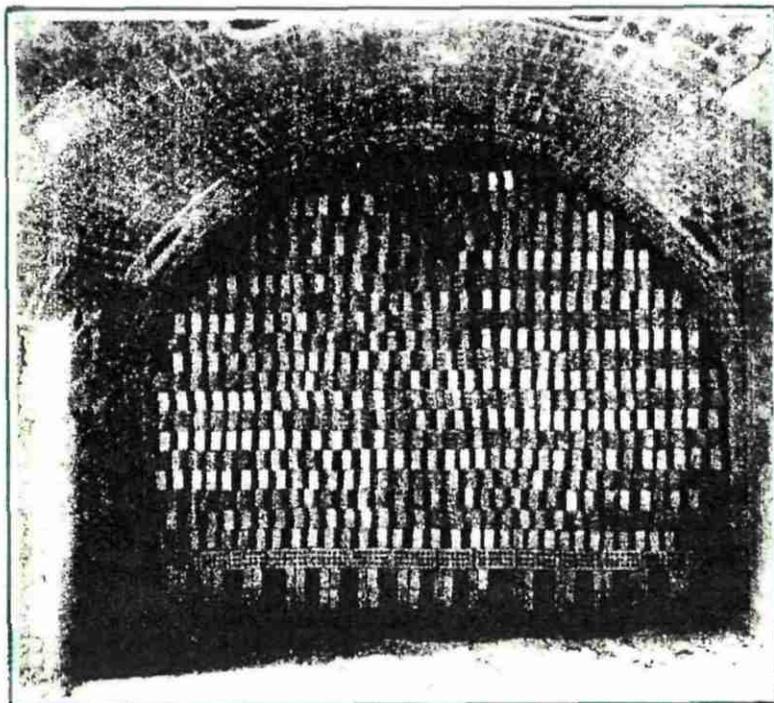
Trois grandes catégories de fours peuvent être distinguées :

- les **fours intermittents**, généralement chauffés au bois, de conception plus ou moins compliquée (à flamme directe ou renversée), ou se présentant parfois sous forme de simples meules formées d'empilages de briques en plein air, à l'intérieur desquelles le bois est enfourné (pl. ph. 4, ph. 3). Ce sont alors les briques à cuire qui constituent le four (cuisson dite "à la volée"). Encore utilisés de nos jours dans certains pays en voie de développement, pour une production artisanale, les fours intermittents n'existent pratiquement plus en France depuis le début du siècle, sauf quelques rares exceptions.

Dans certains pays, tels qu'en Egypte ou à Djibouti par exemple, des fours intermittents d'un type particulier sont encore utilisés en production semi-industrielle. Les produits secs sont empilés manuellement dans un four construit en briques et en argile et la cuisson est assurée par une batterie de brûleurs alimentés par un mélange d'huile de vidange et d'eau pulvérisé, en proportions respectives d'environ 2/3 et 1/3 (pl. ph. 4, ph. 4).

- les **fours continus à feu mobile et à charge fixe**, primitivement circulaires, puis à galeries parallèles (fours Hoffmann, Migeon) ou en zig-zag, chauffés au charbon, au fuel puis au gaz, ont progressivement remplacé les fours intermittents au cours du XIX^e siècle en permettant d'industrialiser la cuisson des produits de terre cuite. En France, ils sont aujourd'hui en voie de disparition, pour des raisons de coût d'exploitation et de conditions de travail pénibles qu'ils imposaient au personnel d'enfournement et de défournement (opérations manuelles dans des galeries généralement très chaudes, photo 2).

Dans ces fours, les zones d'enfournement, d'échauffement, de cuisson, de refroidissement et de défournement se déplacent progressivement dans les galeries (fig. 13), la vitesse d'avancement de la zone de feu pouvant varier de 10 à 50 m par 24 h suivant les fours et les produits (cycle de cuisson de plusieurs jours) ;



Ph. 2 - Intérieur d'une galerie d'un four à feu mobile.

On peut remarquer l'empilage des briques, les trous des puits de chauffe à la voûte et une des portes permettant de pénétrer dans la galerie pour enfourner et défourner les produits.

(source : Chambre Syndicale des Fabricants de Briques et Produits Céramiques du Nord de la France).

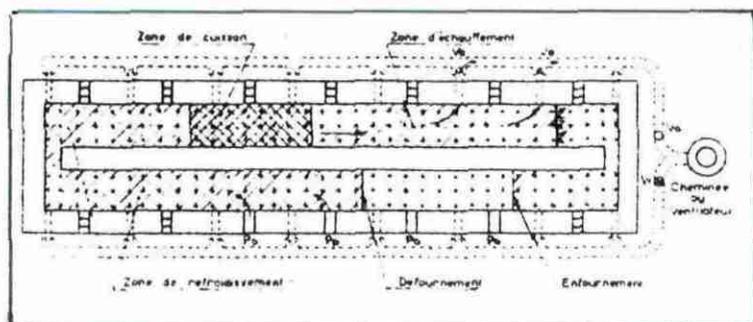


Fig. 13 - Schéma d'un four à feu mobile à galeries parallèles.

(source : Chambre Syndicale des Fabricants de Briques et Produits Céramiques du Nord de la France).

– les **fours-tunnels à feu continu et fixe et à charge mobile**, chauffés au fuel ou au gaz naturel, sont aujourd'hui les plus répandus. Les produits secs, empilés sur un train de wagons, parcourent automatiquement une galerie rectiligne où, suivant une cadence précise, ils sont progressivement échauffés, maintenus à la température de cuisson, puis refroidis, grâce à l'air de combustion et aux fumées circulant à contre courant. De nombreux équipements de contrôle, tels que des pyromètres, assurent la régulation automatique de la cuisson.

Plusieurs types de fours-tunnels peuvent être distingués, suivant leur conception, leur capacité, leur consommation spécifique, etc. :

- **les fours-tunnels traditionnels**, indépendants des séchoirs (pl. ph. 5, ph. 1) et présentant, suivant les modèles, différents procédés d'isolation calorifique des parois et des extrémités, des techniques particulières de réduction des pertes thermiques par les produits sortants, de récupération de chaleur dans la zone de refroidissement et dans les fumées (recyclage du flux gazeux vers le four ou le séchoir), de réduction des pertes par les wagons et les accessoires de cuisson, etc. La capacité de ces fours est d'environ 25 à 40 wagons, la charge d'un wagon étant, par exemple, de l'ordre de 2 500 à 3 000 tuiles. Le cycle de cuisson varie de 30 à 72 h, la production est d'environ 70 à 500 tonnes de produits par jour, suivant leur nature, et la consommation spécifique des fours est comprise entre 300 et 500 thermies par tonne ;
- **les fours-tunnels Casing Ceric**, dans lesquels il n'y a pas de séchoir indépendant, l'ensemble séchoir-four étant en continuité dans un seul caisson métallique ; les produits verts empilés sur les wagons entrent par l'extrémité amont du séchoir-four et les wagons chargés de produits cuits sortent automatiquement par l'autre extrémité (pl. ph. 5, ph. 2).

A titre d'exemple, les principales caractéristiques d'un tel séchoir-four Casing Ceric, en production dans la nouvelle briqueterie d'Hulluch (Pas-de-Calais) de la société NBH-Surchiste, sont les suivantes :

- . production : 120 000 t/an de briques apparentes fabriquées à partir de schistes houillers contenant 5 à 6 % de carbone.
- . dimensions du séchoir-four : 240 m, dont 56 m de zone de séchage et 185 m de zone de cuisson, sur une largeur de 10 m, avec une capacité totale de 53 wagons,
- . cycle de séchage + cuisson : 92 heures,
- . température de cuisson : ~ 1020 °C,
- . combustible : dans le four, le carbone contenu dans les schistes permet l'auto-combustion jusqu'à 800°-850 °C ; au-delà, le gaz naturel assure la cuisson à 1020 °C,
- . consommation d'énergie : 100 thermies/tonne de produits cuits, le carbone contenu dans les schistes apportant naturellement 5 à 600 thermies/tonne,
- . contrôle : automate programmable supervisé par ordinateur ;
- **les fours-tunnels de type Hydrocasing Ceric**, dont la première installation ne remonte qu'à 1985. Ils sont caractérisés par un ensemble séchoir-four sans discontinuité, dont la nouveauté réside dans l'étanchéité calorifique des 4 parois et des extrémités, au moyen d'un joint d'eau en partie inférieure des wagons transportant les charges et de sas d'entrée et de sortie (pl. ph. 5, ph. 3). Ils sont, en outre, équipés des dispositifs les plus performants pour la récupération des calories et la régulation du cycle séchage-cuisson ; ils sont totalement programmés et contrôlés en permanence. La conception et la très haute isolation de ce four lui permettent de fonctionner sous très forte pression et de pousser la cuisson jusqu'à la limite du grésage (1 150-1 200 °C), afin d'obtenir des tuiles surcuites à très faible porosité, très résistantes au gel.

A titre d'exemple, l'unité hydrocasing de la tuilerie de Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône) du groupe IRB a les caractéristiques suivantes :

- . production : 2 500 tonnes/mois de tuiles grands moules (11 ou 14 tuiles au m², de poids unitaire 3,4 et 3,3 kg), soit environ 14 millions de tuiles par an,
- . capacité d'un wagon : 640 pièces, chacune étant disposée sur un support réfractaire,
- . longueur du séchoir : 30 m ; capacité : 10 wagons,
- . longueur du four : 42,20 m ; capacité : 14 wagons,
- . largeur des wagons : 3,60 m,
- . cycle de séchage : 6,1 h,
- . cycle de cuisson : 8,6 h,
- . température de cuisson : 1150 °C,
- . combustible : gaz naturel,
- . consommation d'énergie pour l'ensemble du séchage et de la cuisson : moins de 360 thermies par tonne de produits cuits,
- . contrôle : automate programmable et imprimante

7.2.6 - TRI ET CONDITIONNEMENT

A la sortie du four, quel qu'en soit le type, les produits cuits sont généralement dépilés automatiquement des wagons, puis palettisés. Au cours de cette opération, ils sont contrôlés et triés avant stockage pour éliminer les pièces défectueuses. Les déchets de fabrication sont le plus souvent rejetés à la décharge ou sont utilisés pour l'empierrement des chemins en carrière. Dans certains cas, ils peuvent même être réutilisés en tant que dégraissant (cassons), après broyage.

L'opération de tri s'opère parfois manuellement au moment du déchargement des wagons ou par défilement des produits sur bande transporteuse. Dans le cas de fabrication de tuiles, par exemple, les pièces sont généralement contrôlées une par une et sonnées pour détecter les éventuels défauts dimensionnels ou les fissures du tesson (pl. ph. 5, ph. 4).

Une technique toute récente consiste à faire défiler les tuiles sous une caméra reliée à un ordinateur, quatre types de défauts pouvant être détectés suivant le programme actuel (M. Albenque, 1988).

D'une manière générale, le pourcentage des déchets est très variable d'une chaîne de fabrication à l'autre, notamment suivant la nature des produits et les normes de qualité que s'impose l'usine. Dans le cas de tuiles par exemple, il peut atteindre 5 à 8 % ; dans le meilleur des cas, il est de l'ordre de 2 à 3 %.

A la sortie de la ligne de tri, les produits sont disposés automatiquement en palettes où ils sont parfois cerclés par paquets, puis habillés d'une housse thermo-rétractable avant stockage sur parc. S'il s'agit d'éléments de décoration (plaquettes, tuileaux, carreaux de revêtement de mur ou de sol), les produits sont conditionnés en cartons avant palettisation.

7.2.7 - CONTRÔLES DE FABRICATION ET VÉRIFICATION DES PRODUITS DE TERRE CUIE TRADITIONNELS

Parallèlement à ces opérations de fabrication, sont réalisés des contrôles à tous les stades, au cours de l'élaboration des produits, pour en maîtriser la régularité : contrôles du mélange de matières premières, de sa granularité, de l'humidité de la pâte, de la teneur en eau sur produit sec à la sortie des séchoirs...

De plus, des vérifications par échantillonnage des produits cuits permettent de s'assurer qu'ils répondent bien aux prescriptions des normes et aux réglementations en vigueur : vérification des dimensions, de la planéité et de l'aspect de surface des produits, contrôle de leur résistance mécanique, de leur porosité, de leur ingélivité, etc.

Toutes ces opérations sont effectuées quotidiennement dans le laboratoire de l'usine ou dans celui du groupe lorsque plusieurs usines sont proches l'une de l'autre, certains tests particuliers pouvant être réalisés dans des laboratoires spécialisés, tel que le CTTB (résistance au choc thermique sur boisseaux, par exemple).

7.2.8 - EXEMPLES DE CHAÎNES DE TRAITEMENT D'USINES DE PRODUITS DE TERRE CUIE

Pour résumer les paragraphes précédents, les figures 14 à 17 illustrent de manière synthétique quelques procédés de traitement type mis en oeuvre dans diverses usines de fabrication de produits de terre cuite.

On remarquera notamment l'évolution importante existant entre la chaîne de traitement d'une usine des années 1950-1960 où la manutention des produits était presque exclusivement manuelle et la cuisson se faisait dans un four à feu mobile et à charge fixe (fig. 14), et la chaîne de traitement des usines les plus modernes, où toute la fabrication est automatisée et dans laquelle séchage et cuisson ont lieu en continu dans un séchoir-four hydrocasing (fig. 16).

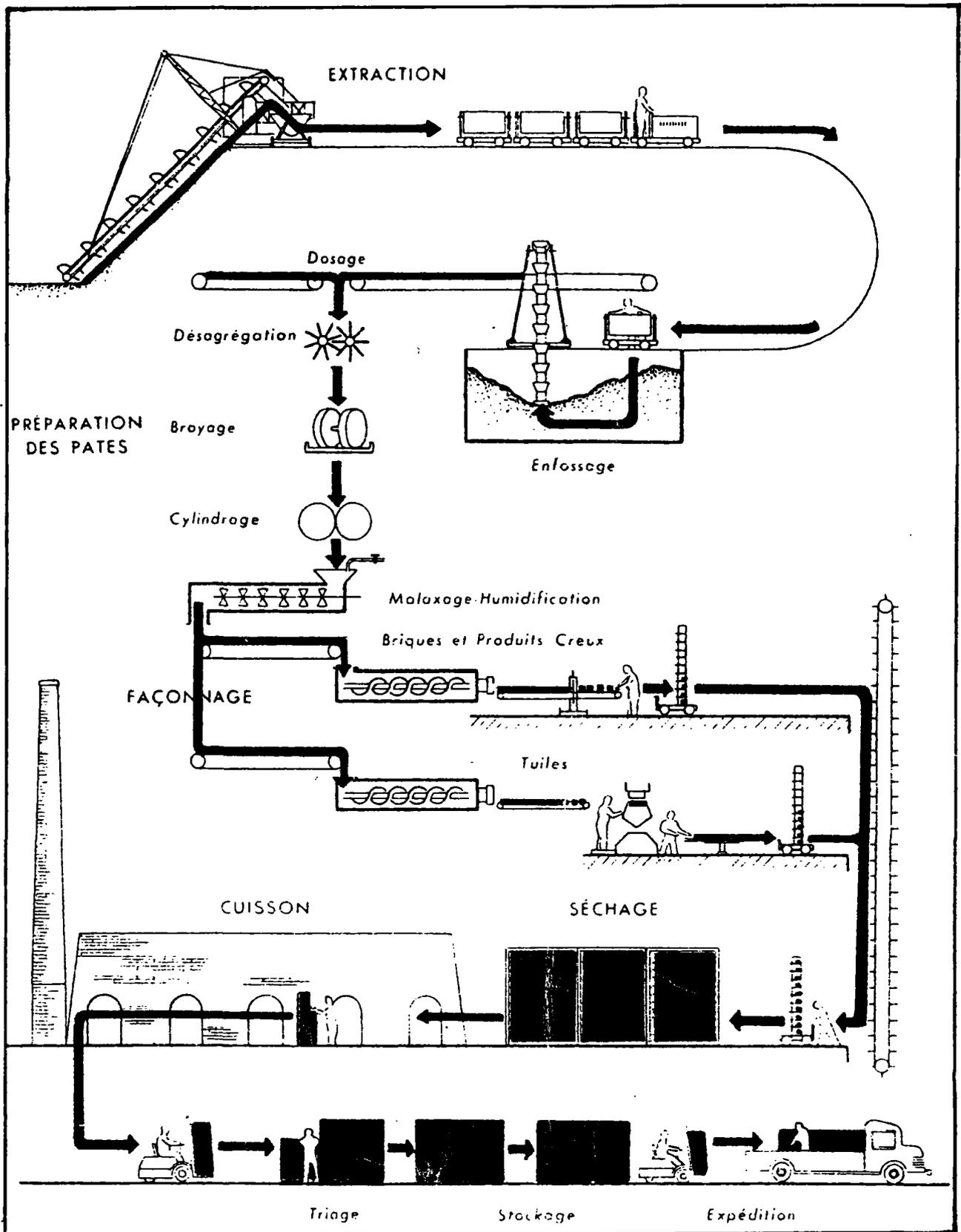


Fig. 14 - Chaîne de traitement d'une usine de fabrication simultanée de briques, de blocs et de tuiles, des années 1950-1960.

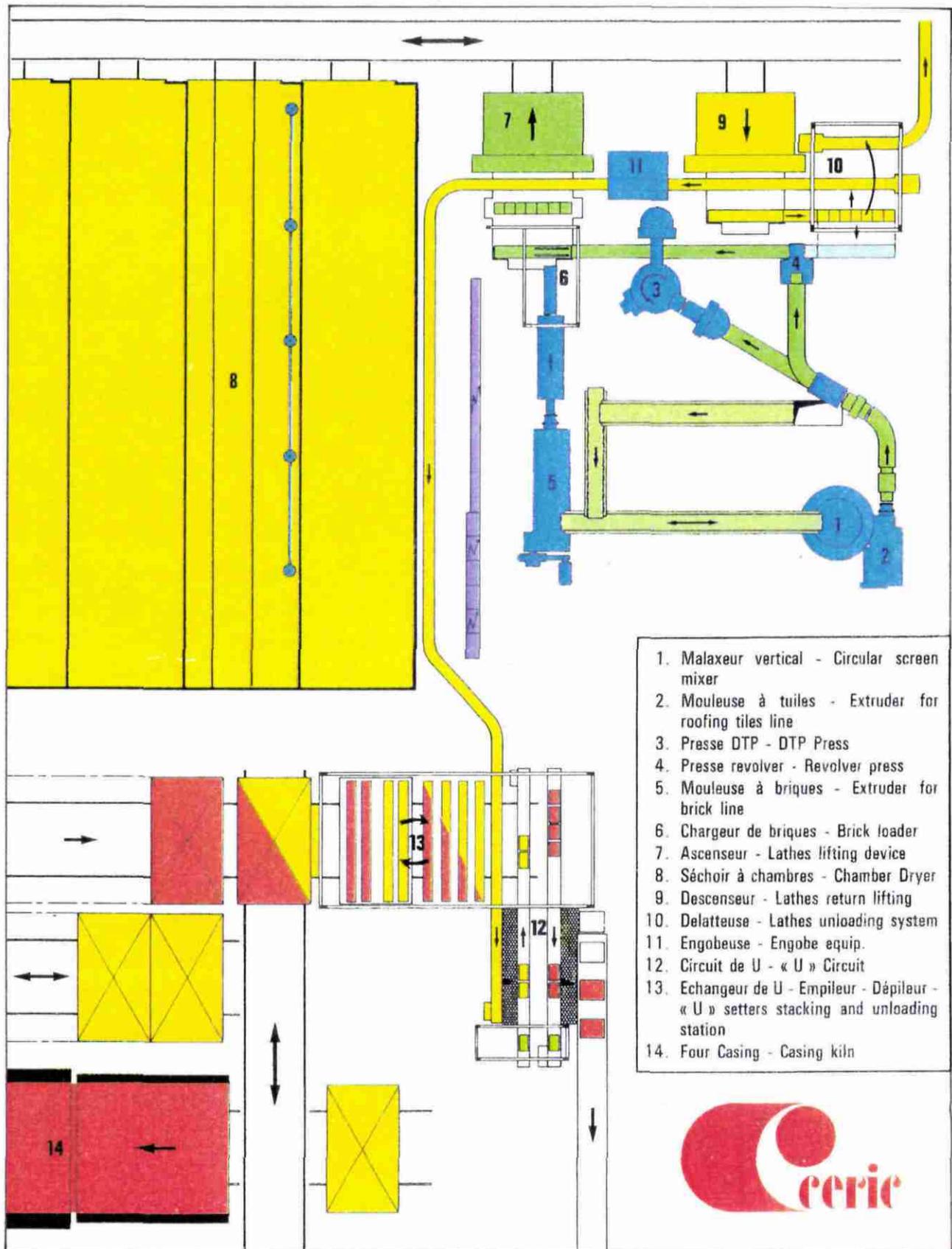


Fig. 15 - Chaîne de traitement moderne d'une usine de production mixte de tuiles, d'accessoires de couverture et de briques de parement spéciales. Morandi Frères SA, usine de Corcelles (Suisse).
 (Source : CeriC).



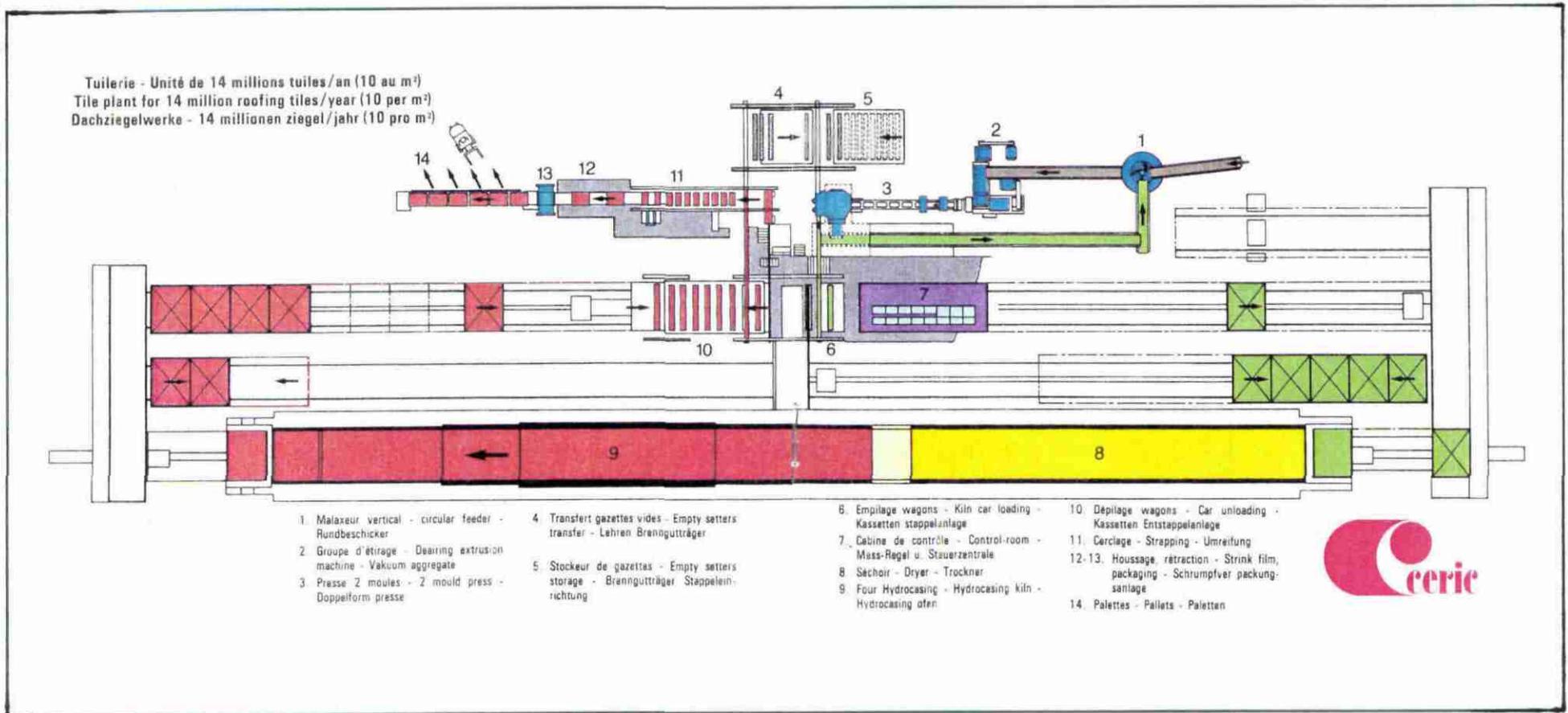


Fig. 16 - Chaîne de traitement d'une tuilerie entièrement automatisée, avec séchoir-four en continu de type hydrocasing Ceriec.
 Grande Tuilerie du Rhône, usine de Sainte-Foy-l'Argentière (69). Groupe IRB (source Ceriec SA).

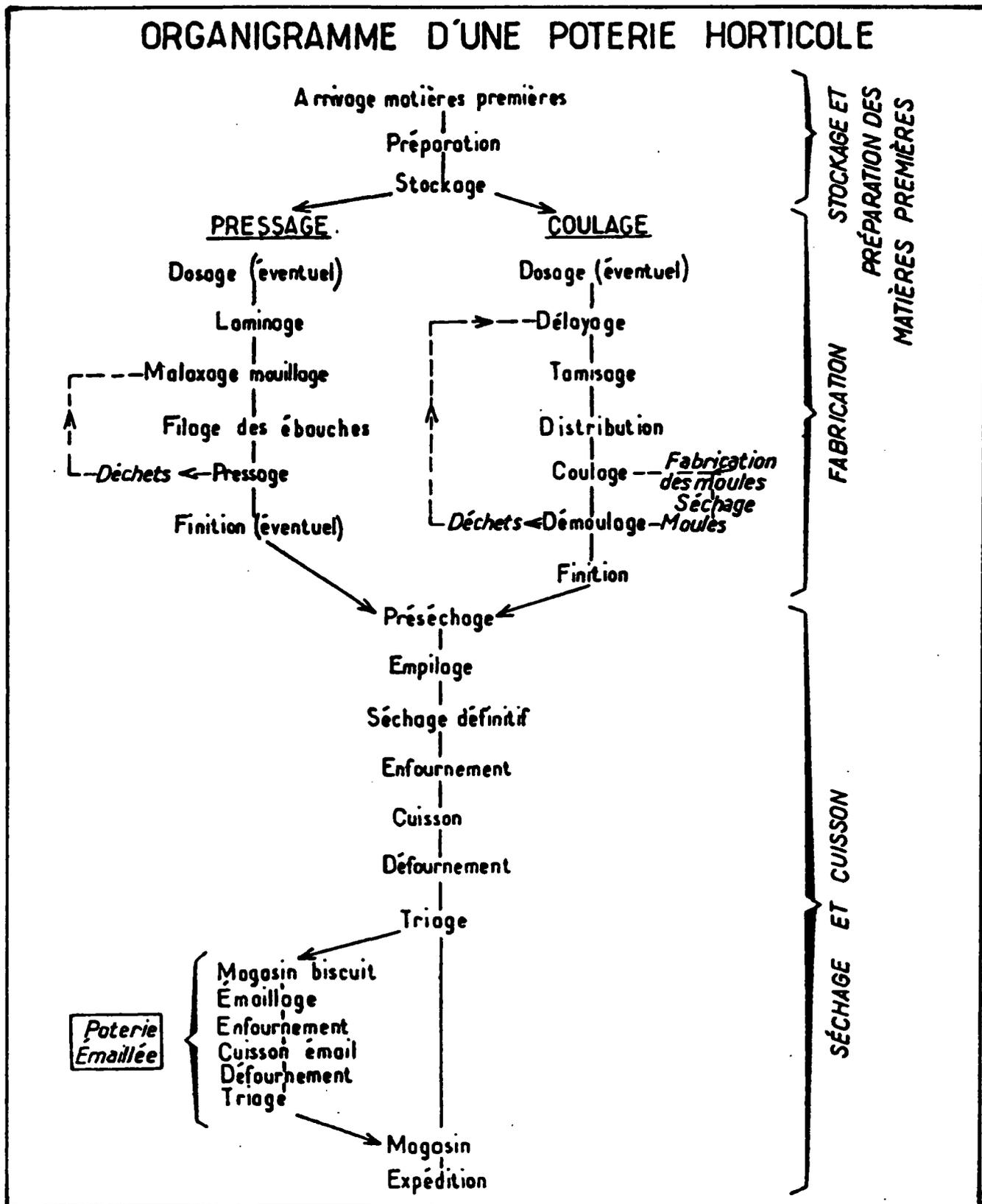


Fig. 17 - Chaîne de traitement d'une usine de fabrication de poteries horticoles.
(Source : Institut de Céramique Française).

On notera également les installations spécifiques à la fabrication d'un seul type de produit (exemple tuiles mécaniques ou briques apparentes) et les chaînes adaptées à la fabrication simultanée de plusieurs familles de produits ou de tuiles et d'accessoires de couverture (figure 15). La production des poteries horticoles nécessite des chaînes de traitement un peu particulières (figure 17), suivant que les produits sont fabriqués par pressage ou par coulage, et s'ils sont émaillés ou non.

7.2.9 - FABRICATION DES GRANULATS D'ARGILE EXPANSÉE

La technologie de fabrication des granulats d'argile expansée présente certaines similitudes avec les techniques de fabrication des produits de terre cuite traditionnels, mais les argiles ou les schistes de composition assez particulière (voir chapitre précédent) subissent, après une phase de formage des pellets, une expansion dans un four particulier, contrairement aux matériaux de terre cuite classiques qui accusent communément un léger retrait à la cuisson.

Il existe plusieurs procédés de fabrication de nodules d'argile expansée, suivant les pays. En France, où seule la société Tuilerie Briqueterie Française (TBF) fabrique encore ce matériau, le formage des nodules verts a lieu en voie humide et l'expansion se fait dans un four rotatif. C'est ce procédé, le plus classique, qui est décrit ci-après.

7.2.9.1 - FABRICATION FRANÇAISE ACTUELLE EN FOUR ROTATIF

Après extraction en carrière et stockage, **l'argile expansible** est reprise et **subit tout d'abord une phase de préparation** comprenant successivement :

- le broyage, puis le laminage de l'argile dans un broyeur à cylindres ;
- l'humidification et le malaxage dans un malaxeur (formage en voie humide) ;
- la granulation de la pâte par filage dans une extrudeuse munie de grilles adaptées à la dimension souhaitée des colombins, puis le formage de pellets par coupe automatique des colombins à la sortie de la filière.

Dans une deuxième phase, les pellets sont acheminés par bande transporteuse **jusqu'à un cylindre de séchage**, dans lequel ils vont finir de s'arrondir et perdre une grande partie de leur humidité. Ils sont ensuite repris et stockés dans une trémie tampon.

La troisième phase consiste à la cuisson et à l'expansion des pellets : après avoir subi un calibrage à la sortie de la trémie de stockage, les pellets secs sont acheminés par bande jusqu'au four rotatif de cuisson où ils sont portés à 900 °C,

puis ils passent dans le four rotatif d'expansion où la température atteint environ 1 100 °C, avant de finir dans le tunnel refroidisseur (fours en cascade, cf. fig. 18).

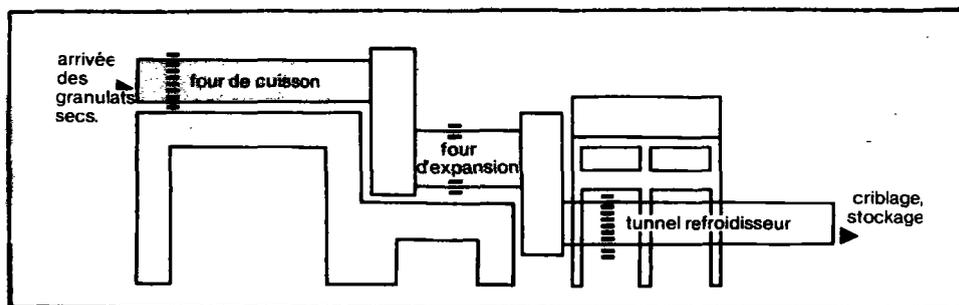


Fig. 18 - Processus d'expansion des granulats ARG1-16 (TBF, usine de Roumazières, Charente).

Au cours de la quatrième phase, les granulés refroidis sont transportés par bandes jusqu'à la station de criblage où **différentes classes granulaires sont réalisées** en fonction des utilisations, par exemple : les classes de nodules de 2-6, 4-10, 4-12, 8-16 et 10-25 mm, chaque classe granulaire étant finalement distribuée dans une case de stockage. Une classe granulaire de 0-5 mm est également fabriquée par concassage de nodules grossiers.

Les produits sont distribués soit en vrac par camion-benne, soit en conteneurs souples de 1 m³, soit en sacs plastiques de 2 à 125 litres.

Au cours de la fabrication, les caractéristiques des nodules sont contrôlées en permanence dans le laboratoire de l'usine, conformément aux spécifications de la norme NF P 18-301, notamment : la granularité, la masse volumique en vrac et de chaque grain, le coefficient de forme, le module de finesse, la résistance conventionnelle des grains, le coefficient d'absorption d'eau, le pourcentage de grains cassés et le coefficient de conductivité.

7.2.9.2 - AUTRES PROCÉDÉS DE FABRICATION

Dans les autres procédés de fabrication, le formage des pellets peut également avoir lieu :

- par voie humide, à l'aide d'un appareil à meuletons et sole perforée ;
- par voie semi-sèche, par tambour de granulation.

Dans le procédé LECA, encore utilisé au Danemark et dans plusieurs pays d'Europe, et mis en œuvre en France dans l'ancienne usine du Comptoir Tuilier du Nord à Watten (59), les granulés se forment par fragmentation de l'argile à l'aide de chaînes disposées dans le tube sécheur (attrition), dans lequel l'argile avance à contre-courant des fumées provenant du four (flux de chaleur).

Dans le cas particulier de l'utilisation de schistes, il suffit généralement d'un concassage et d'un broyage très fin de ces derniers pour assurer la préparation des pellets qui sont ensuite expansés suivant les mêmes techniques que ceux préparés à partir d'argiles.

Les procédés d'expansion sont, eux aussi, assez diversifiés.

a) Dans la technique du four rotatif, différentes variantes peuvent être mises en oeuvre autour du four rotatif (fig. 19), avec en amont un séchoir qui peut être soit du type rotatif, soit à grille, et en aval, un refroidisseur qui peut être soit du type rotatif, soit à grille, soit du type à cuve verticale. Dans tous les cas, les granules expansés obtenus sont de forme sub-sphérique et présentent une peau de cuisson.

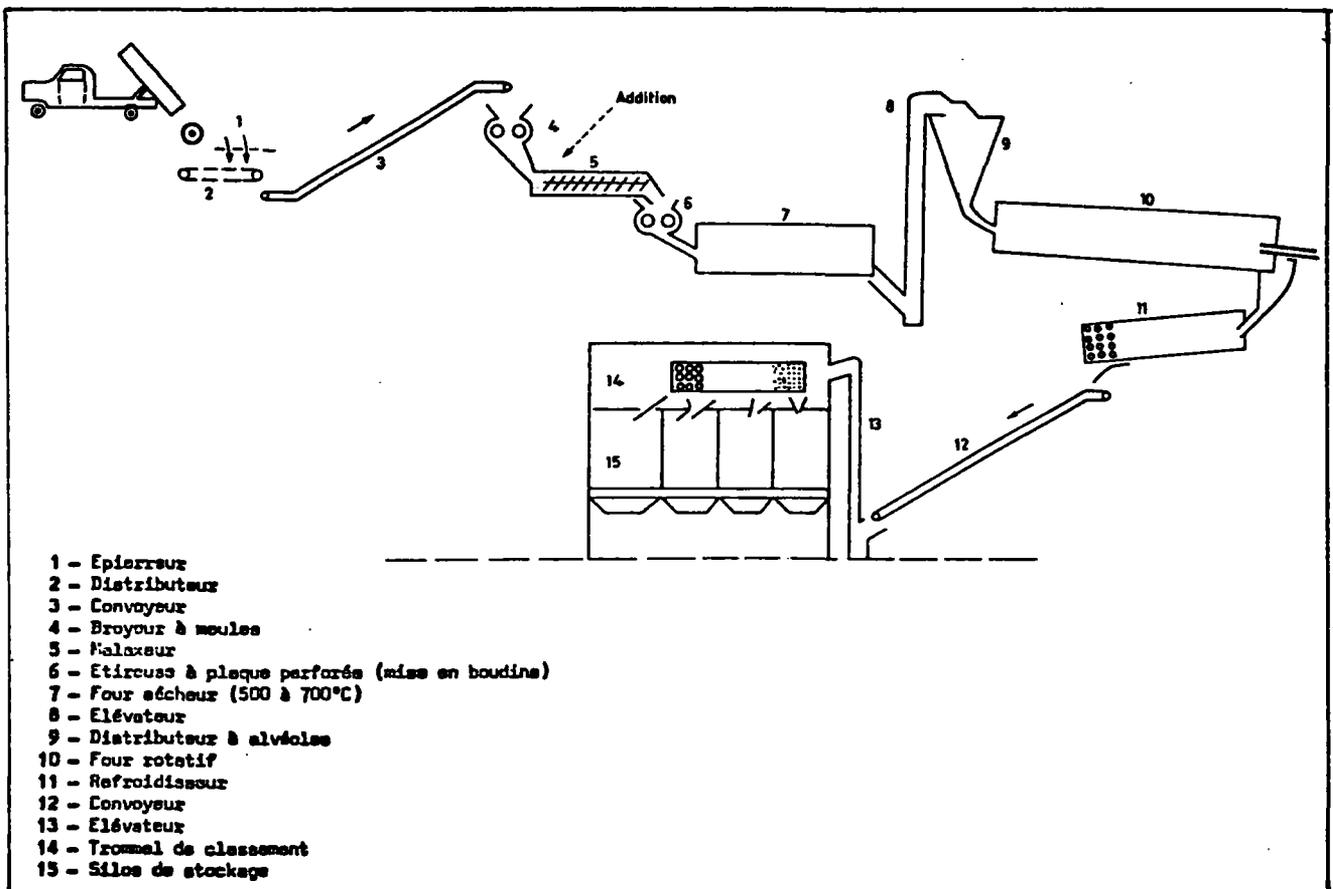


Fig. 19 - Schéma d'une usine de kéramsite (argile expansée), d'après document Technoexport, Moscou.

Dans le cas d'utilisation de schistes houillers renfermant naturellement entre 3 et 10 % environ de carbone, le cycle de fabrication se complique :

- par la présence de ce dernier qu'il faut éliminer avant expansion pour éviter l'explosion des granules, jusqu'à un seuil maximal de 1 % de carbone (phase de décarbonation),
- par la présence simultanée dans les schistes du carbone et de l'oxyde ferrique (oxydation des pyrites), le premier entraînant la réduction du second.

En jouant sur la température de décarbonation, sur sa durée et sur la teneur en carbone demeuré, les qualités optimales des différentes classes de masses volumiques des granulats (300 à 1 000 kg/m³) ont été atteintes, par exemple, pour une température d'expansion d'environ 1 400 °C dans l'usine pilote d'Hulluch (Pas-de-Calais), puis dans l'ancienne usine Surex à Fouquières-lès-Lens (Pas-de-Calais). A noter que cette usine n'est plus en activité depuis quelques années.

A titre d'exemple, les différentes phases de transformation de la matière dans le four de l'usine Surex et les réactions physico-chimiques correspondantes sont résumées dans le tableau 22, le plan d'ensemble de l'usine (capacité de production de 1 000 m³/jour de granulats légers) est indiqué figure 20 et la chaîne de traitement des matériaux est synthétisée figure 21.

Durées	Températures	Transformation de la matière
0 à 35 mn	0 à 700 ^o C	Préchauffage, disparition de l'eau de cristallisation et de combinaison et des matières volatiles. Ce préchauffage est à réaliser en milieu réducteur ; il n'y a pas encore d'oxydation du carbone ou très faiblement en surface. Début de réduction de l'oxyde ferrique.
35 à 40 mn	700 à 980 ^o C	Création instantanée d'un milieu oxydant par soufflage d'air dans la masse avec montée la plus rapide possible à la température de décarbonation choisie au plus près du grésage.
40 mn à 2 h 15	980 ^o C	Décarbonation par oxydation lente du carbone, en porosité minérale assez fermée. Une part importante des oxydes ferriques passe à l'état ferreux ce qui rend le schiste fusible au maximum et la fermeture de la porosité fait que la décarbonation ne pourra se faire totalement.
2 h 15 à 2 h 35	980 à 1 300 ^o C	Arrêt de la décarbonation par suppression du milieu oxydant, montée en température rapide : le granule commence à gonfler, une partie du carbone restant s'est transformée en oxyde de carbone expanseur.
2 h 35 à 2 h 40	1 300 à 1 400 ^o C (par ex.)	Montée ultra-rapide à la température d'expansion choisie et en milieu réducteur. Le granule est fortement thermoplastique, les gaz qui se dégagent le font gonfler au maximum.
2 h 40 à 2 h 45	1 400 ^o C	Maintien de la température d'expansion en fonction du gradient thermique existant et de l'uniformisation nécessaire.
2 h 45 à 3 h 15	1 400 ^o C à 60 ^o C	Refroidissement des granulats légers pour utilisation ou mise au tas, récupération de leur chaleur sensible de formation.

Tabl. 22 - Etapes successives de transformation de la matière dans le four de l'usine Surex à Fouquières-lès-Lens (62) (source : Equipement Mécanique Carrières et Matériaux, n° 144, décembre 1975).

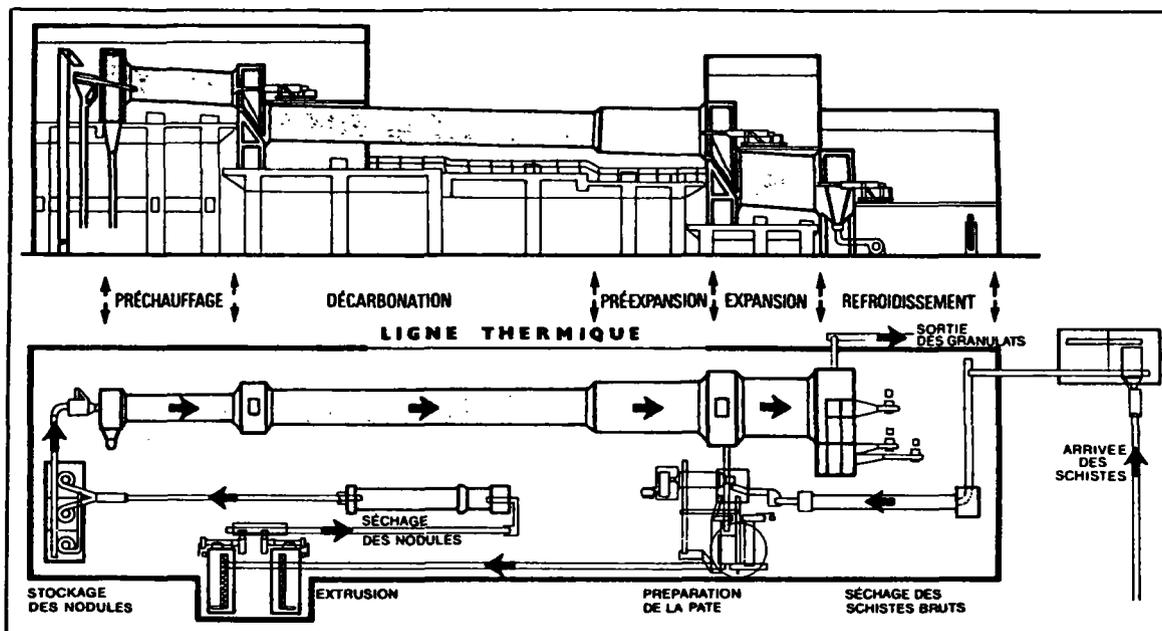


Fig. 20 - Plan d'ensemble de l'usine Surex à Fouquières-lès-Lens (62).
(source : Equipement Mécanique Carrières et Matériaux, n° 144, décembre 1975).

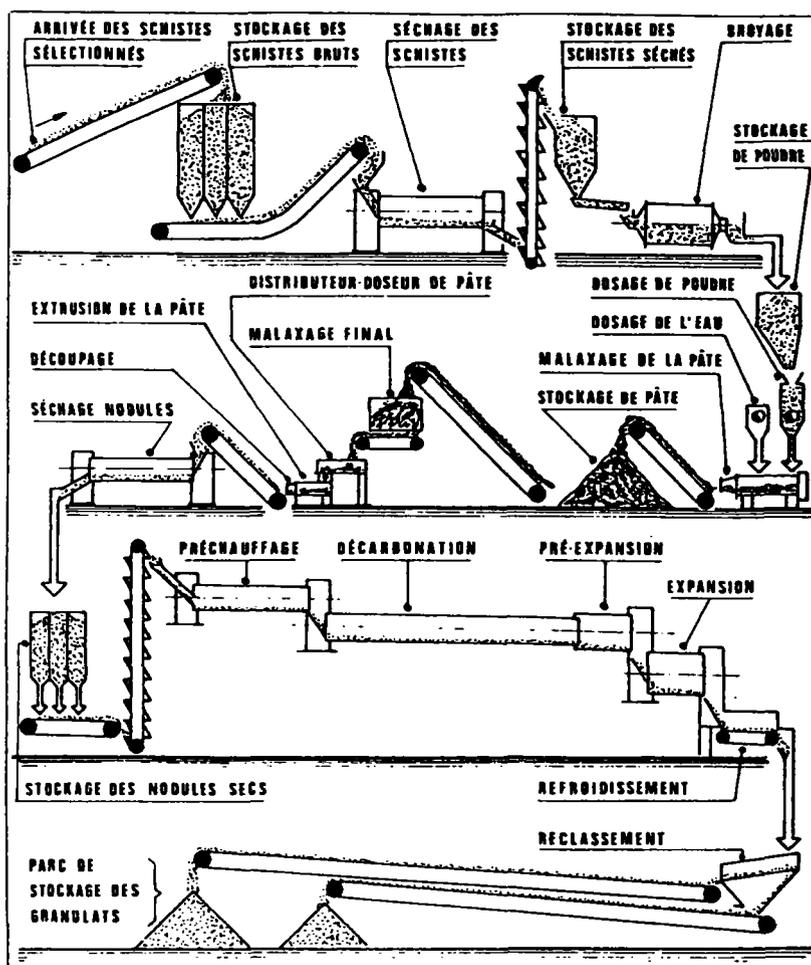


Fig. 21 - Schéma général de traitement des schistes houillers dans l'usine Surex à Fouquières-lès-Lens (62)
(source : Equipement Mécanique Carrières et Matériaux, n° 144, décembre 1975).

b) Dans le procédé à grille mobile de frittage, surtout répandu aux USA, des pellets contenant un combustible solide (coke ou charbon) sont d'abord formés comme dans la chaîne de traitement précédente, puis ils sont répandus en une couche régulière sur une grille de frittage mobile. La couche de pellets secs est portée à haute température au moyen de brûleurs, puis la combustion est propagée grâce à des ventilateurs qui aspirent l'air de combustion à travers la couche de granules (fig. 22). A la fin de la cuisson, ceux-ci forment une masse vitreuse compacte qu'il faut concasser, puis broyer pour obtenir des grains calibrés. Contrairement aux granules fabriqués en fours rotatifs, ceux-ci ne présentent ni formes géométriques définies, ni peau de cuisson.

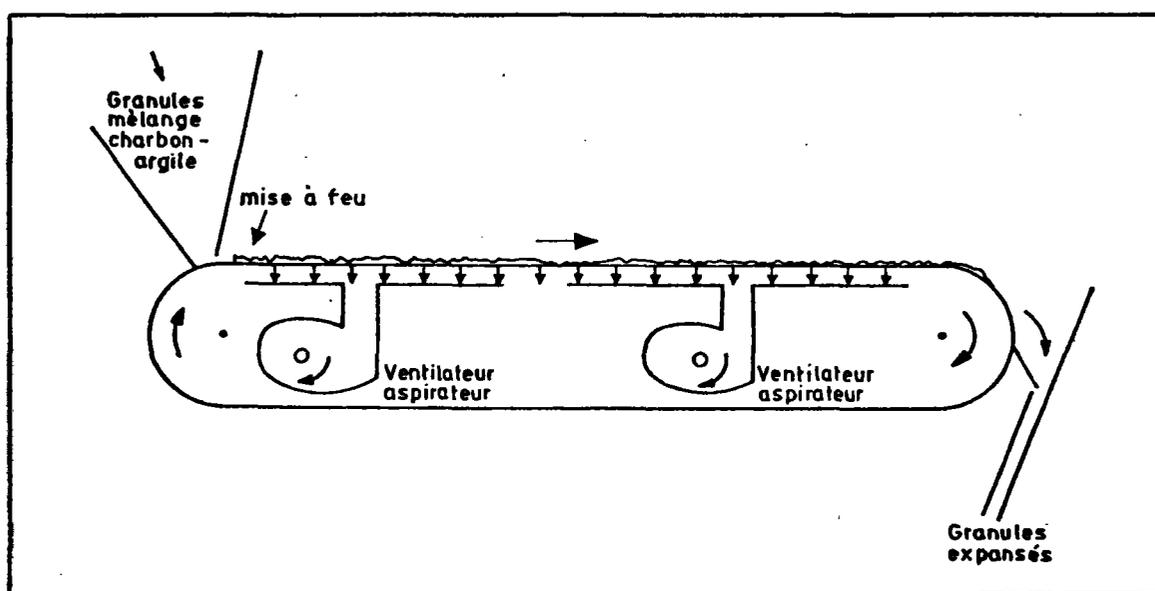


Fig. 22 - Four à grille mobile.

c) Dans le procédé à four vertical, assez peu utilisé, le système consiste à expanser des pellets lors de leur chute contrôlée dans la tour que constitue le four vertical. Celui-ci est alimenté d'une façon alternative. Les pellets descendent dans le four où ils sont maintenus en suspension par un violent courant d'air chaud, l'expansion ayant lieu pendant cette chute qui dure 45 à 50 secondes. Ce procédé présente l'intérêt de réduire les risques de collage lors de la cuisson.

En outre, les granules présentent une forme générale sphérique et une peau de cuisson.

7.2.10 - FABRICATION DE PRODUITS SPÉCIAUX

La fabrication de produits de terre cuite spéciaux, tels que les produits multicouches, les blocs perforés à isolation intégrée, les briques monolithes de hauteur d'étage et les briques tennis, par exemple, est globalement comparable à celle des produits traditionnels, avec toutefois des appareillages adaptés et, pour plusieurs produits, des postes supplémentaires de préparation et de fixation des panneaux isolants intégrés.

Dans le cas de la fabrication des carreaux de mousse d'argile ou de matériaux expérimentaux tels que la thermomousse, les procédés technologiques sont plus particuliers, bien que l'on retrouve les mêmes étapes que celles de la chaîne de fabrication des produits de terre cuite :

- préparation du mélange de fabrication,
- façonnage des produits,
- séchage,
- cuisson,

auxquelles s'ajoute une phase finale de sciage ou de rectification, voire d'usinage sur chantier.

Ces techniques particulières de fabrication ont été évoquées dans le chapitre 5 consacré à ces produits nouveaux ou spéciaux.

8 - PRODUITS CONCURRENTIELS OU DE SUBSTITUTION

Il n'existe pas de substances naturelles susceptibles de remplacer l'argile pour la fabrication de produits en terre cuite. En revanche, ces derniers sont très vivement concurrencés par des produits de substitution multiples fabriqués, pour la plupart, à partir d'autres matériaux naturels, qu'il s'agisse, par exemple, des blocs en béton, des ardoises naturelles ou des carreaux de marbre et de granito, mais également de matériaux purement industriels tels les bardeaux bitumés, les revêtements vinyliques en dalles ou les godets horticoles en PVC.

8.1 - MATÉRIAUX POUR MURS, CLOISONS ET PLANCHERS

En ce qui concerne les briques, blocs et hourdis pour murs porteurs, cloisons et planchers, **ils sont essentiellement concurrencés par les produits à base de béton ou de plâtre, en particulier les parpaings de béton.**

En 1989, environ 16,5 Mt de blocs en béton et 1,9 Mt de hourdis en béton ont été produits contre 2,992 Mt de briques de tous types et 0,068 Mt de hourdis en terre cuite, sans compter la concurrence importante qu'apporte le béton prêt à l'emploi dans la construction des bâtiments (au total : 33,28 Mm³ de béton prêt à l'emploi produits en 1989 pour l'ensemble du secteur Bâtiment et Travaux Publics). La même année, il a été fabriqué 161,3 Mm² de produits en plâtre destinés au bâtiment (panneaux de hauteur d'étage, carreaux, plaques et dalles), pour seulement 1,9 Mt de briques creuses (environ 17 Mm²). (Sources : FFTB et UNICEM).

La concurrence des produits de béton ou de plâtre s'est globalement accentuée ces dernières années, mais elle reste variable selon les régions, la brique de terre cuite étant toujours bien implantée dans le Nord, l'Est, le Sud-Ouest et, dans une certaine mesure, en région parisienne.

Par ailleurs, on notera également l'existence d'autres matériaux concurrentiels particuliers, tels les blocs et entrevous légers fabriqués en béton de granulats d'argile expansée, les entrevous en polystyrène expansé, et dans une très faible mesure, les matériaux en terre crue stabilisée ou non au ciment : adobe, pisé, briques de terre crue stabilisée et compressée, béton banché de terre crue, etc., peu mis en oeuvre en France de nos jours, excepté quelques réalisations localisées.

8.2 - ÉLÉMENTS DE COUVERTURE ET DE BARDAGE

Dans un marché français des petits éléments de couverture qui a représenté 72 Mm² dans le secteur résidentiel en 1990, accusant une baisse importante ces trois dernières années (79 Mm² en 1988 et 75 Mm² en 1989), la production des tuiles en terre cuite couvre près de la moitié des besoins : 48% du marché en surface en 1990, contre 51% en 1983 (Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, 4 octobre 1991).

Les tuiles en terre cuite sont essentiellement concurrencées par les tuiles en béton, dont la production couvre 29% du marché en 1990, contre 25% en 1983. Le marché des tuiles en béton est estimé à 800 000 t en 1990, pour environ 19 Mm².

En France, deux sociétés seulement produisent des tuiles en béton :

- Coverland (Groupe Saint-Gobain, anciennement Redland) ;
- Bétopan (ancien Groupe Marley - Bétopan jusqu'en janvier 1991).

Depuis 1983, leur production est couverte par le secret statistique. Toutefois, celle de Coverland serait passée de 560 000 t en 1982 à 586 000 t en 1989, pour chuter à 546 000 t en 1990.

Les autres éléments de couverture et de bardage entrant en concurrence avec les tuiles de terre cuite sont essentiellement :

- **les ardoises naturelles** (12% du marché en surface), avec une production française réduite à 40 000 t en 1990, en nette diminution depuis plusieurs années (57 200 t en 1986 et 43 600 t en 1989), dans un marché français d'environ 250 000 t, le premier au monde, le marché européen étant estimé à 350 000 t et le marché mondial à 500 000 t.

La production française d'ardoises naturelles est assurée à 90% par les Ardoisières d'Angers (Groupe Imétal) qui couvrent 31% du marché français, avec 27 725 t extraites des bassins Angers - Trélazé, 8 200 t du bassin Noyant - Misengrain et 42 000 t importées d'Espagne (Galiza et Ibéroise), les petits producteurs français fournissant environ 5 000 t. Mais l'essentiel du marché français est couvert par les importations d'Espagne (150 000 t en 1986, 203 000 t en 1988 et 191 000 t en 1989 et 1990).

La concurrence de l'ardoise est toutefois assez limitée en raison de son prix élevé : environ 4 000 à 7 500 F/t, suivant les qualités et dimensions, pour les ardoises françaises de bonne qualité (sources : Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, FFTB et UNICEM) ;

- **les ardoises en fibres - ciment** (8% du marché en 1990), avec une production française de 112 000 t, pratiquement revenue à son niveau de 1988, non compris 10% d'importations. Parallèlement, les importations sont remontées à 16 000 t, mais les exportations ont atteint 28 000 t.

Les fabricants français d'ardoises en fibres - ciment sont les mêmes que ceux de tuiles en béton :

- Coverland avec Everite, avec une production de 32 000 t en 1990, dont 18 000 t à l'exportation, contre 26 300 t en 1989,
- Tector (ardoises Armor),
- Eternit (ardoises Mansart) ;

– les bardeaux bitumés ("shingle") et autres éléments divers (3% du marché français en surface), avec une production de bardeaux d'environ 2,5 Mm² en 1990.

Pour être complet, on peut mentionner, pour mémoire, les matériaux de couverture métalliques, les éléments de bardage en bois, les lauzes, etc.

8.3 - MATÉRIAUX DE REVÊTEMENT DE SOLS ET MURS

Les carreaux de terre cuite pour revêtement de sols et murs sont depuis longtemps très sévèrement concurrencés par d'autres produits céramiques : **les carreaux de grès (cérames, étirés, émaillés) et les carreaux de faïence et assimilés**. En 1989, la consommation française de carreaux de terre cuite était inférieure à 4,5 Mm² (4,7 % du marché, avec une production française de 55 milliers de tonnes), contre environ 40,7 Mm² pour les carreaux de grès (45,2 % du marché) et 45 Mm² pour les carreaux de faïence (50,1 % du marché), comme le montrent les figures 23 et 24 (source FFTB et Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France). En 1990, le marché français a progressé de 2% par rapport à 1989, avec une consommation globale de carreaux céramiques atteignant plus de 92 Mm², dont la répartition par famille est peu différente de celle de l'année précédente (carreaux de terre cuite : 4,9% du marché ; carreaux de grès : 45,7% ; carreaux de faïence : 49,4%).

Hormis les produits céramiques précédents, les carreaux de terre cuite sont également très concurrencés par une palette très diversifiée de matériaux de revêtement de sol, certains d'origine naturelle (parquet, granito, ...), mais pour la plupart d'origine essentiellement industrielle (linoléum, textiles aiguilletés...) comme le montre le tableau 23.

A titre indicatif, on remarquera que la consommation moyenne de carreaux de terre cuite en France en 1989 n'était plus que de 0,08 m² par habitant, alors que celle des carreaux de grès émaillés, par exemple, pour 1988, était de 0,46 m²/habitant et celle de parquets traditionnels d'environ 0,11 m²/habitant. Tous produits céramiques confondus (terre cuite + grès + faïence), la consommation moyenne de carreaux par habitant en 1989 et en 1990 était en France d'environ 1,5 m²/habitant, pour 1,6 m²/habitant en ex-RFA et 3,4 m²/habitant en Italie (source : Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France).

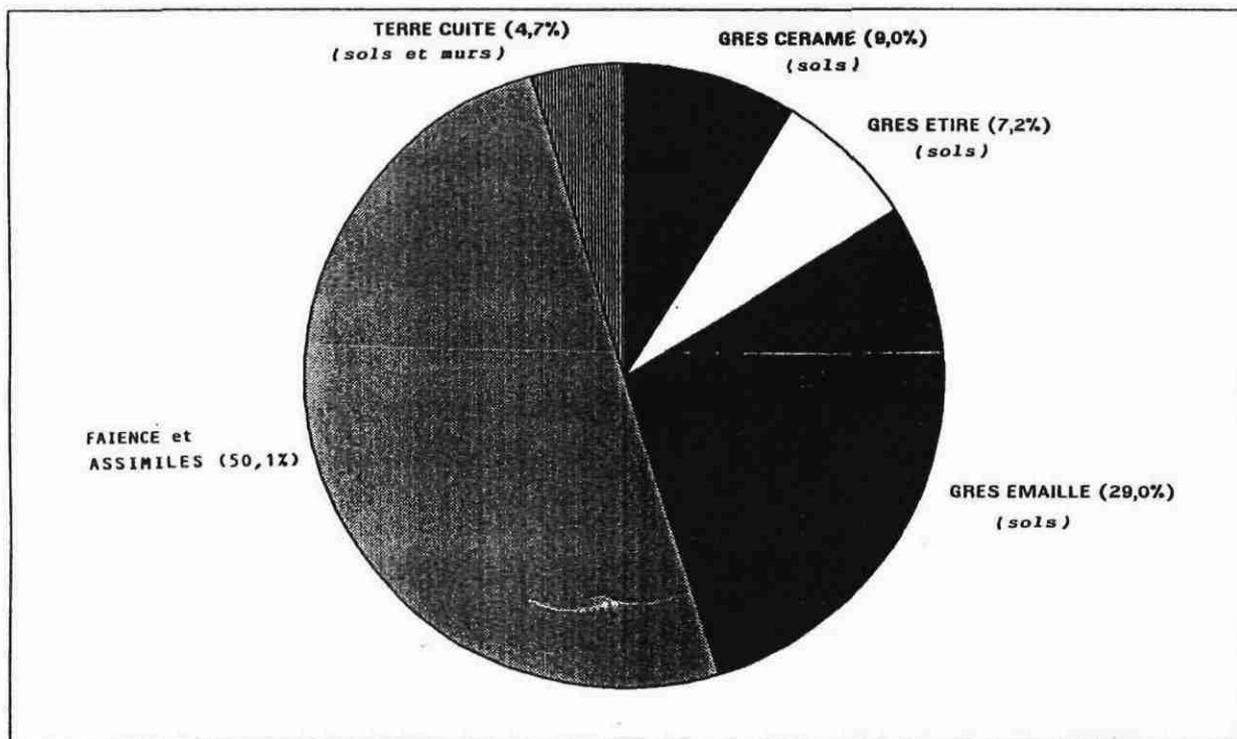


Fig. 23 - Segmentation du marché français du carreau céramique par famille de produits, en 1989 (en pourcentage). Source : Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France.

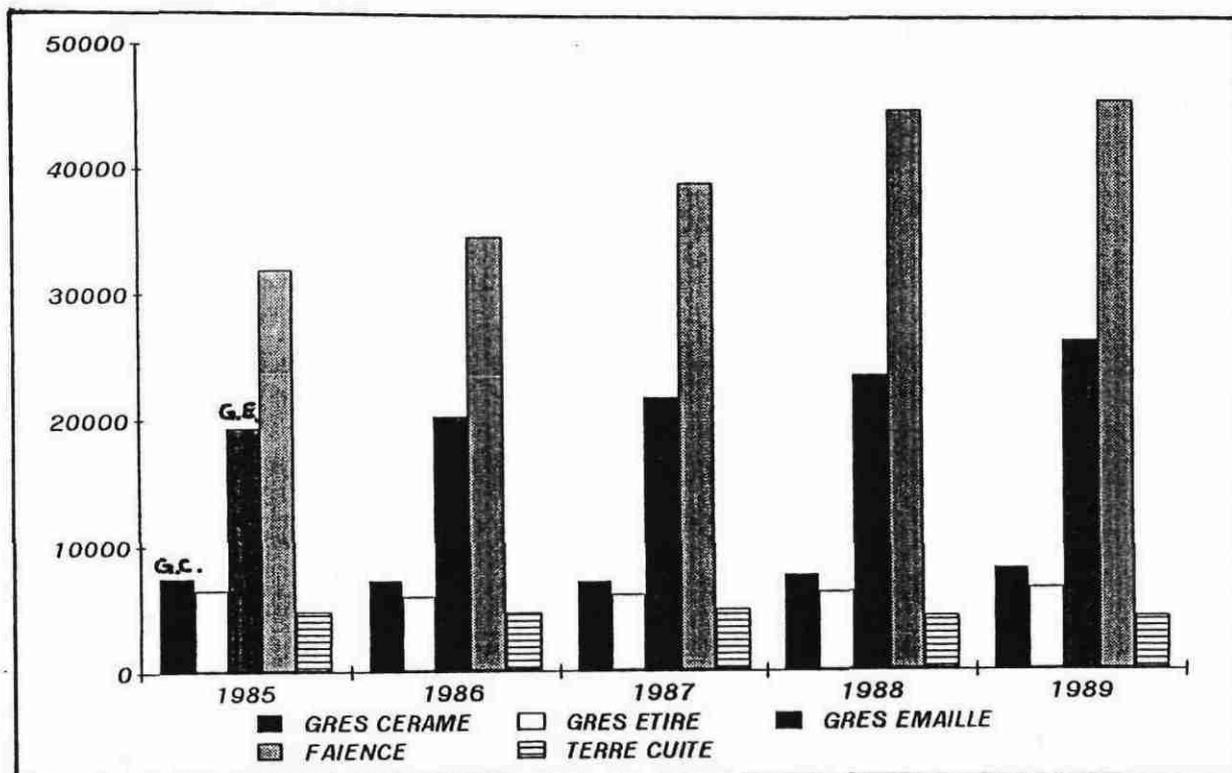


Fig. 24 - Consommation française de carreaux céramiques par famille de produits (en milliers de m²) : années 1985 à 1989. (Source : Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France).

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

FAMILLE DE REVÊTEMENTS	DÉSIGNATION	PRODUCTION FRANÇAISE (m ²)	EXPORTATIONS (m ²)	IMPORTATIONS (m ²)	CONSOMMATION FRANÇAISE (m ²)
REVÊTEMENTS TRADITIONNELS	Parquets traditionnels	7 548 382	1 229 268 (1)	35 500 *	6 354 614
	Parq. mosaïques et spéc.	1 797 753	624 200	465 150 *	1 638 703
	Carreaux grès	8 855 000	2 510 000	4 932 000 (2, *)	11 285 000
	Granito et divers (1)	3 146 000	(5)	(5)	3 146 000
	Grès émaillés (2)	13 404 000	2 510 000	14 735 000 (2, *)	25 629 000
	Caoutchouc	1 539 300	522 310	709 500	1 726 490
	Linoléum	-	34 500 (6)	301 500	267 000
REVÊTEMENTS PLASTIQUES	Rev. vinyliques s/feutre	3 084 911	1 171 000	466 830 (1)	2 380 741
	Rev. Vinyl feuilles et dalles	42 419 554	16 639 835	16 731 000 (1)	42 510 828
	Dalles semi-flexibles	5 997 554	1 212 111	84 535 (1)	4 870 078
SOLS COULÉS	Sols coulés	1 000 000 (7)	(5)	(5)	1 000 000
REVÊTEMENTS TEXTILES	Aiguilletés nappés, tricotés, flockés	24 159 000	8 434 000	30 991 000	46 716 000
	Tapis touffetés	34 898 000	11 289 000	42 001 000	85 410 000
	Tapis tissés	2 341 000	1 905 000	9 489 000	9 925 000
	Tapis à points noués	-	32 165 (6)	906 540	874 375
	TOTAL	150 001 864	48 116 390	121 848 555	223 733 829

(1) Estimation.

(2) La production française totale des produits émaillés murs et sols hors faïence s'élève à 15 770 000 m² dont environ 13 404 000 m² vont au sol.

La consommation totale française des produits émaillés s'élève à 30 152 000 m² dont environ 25 629 000 m² vont au sol.

Les importations totales de produits émaillés s'élèvent à 17 335 000 m² dont 14 735 000 m² vont au sol.

(3) Y compris les revêtements sur supports autres que le feutre et les Cushion-floor.

(4) Ce chiffre ne comprend pas les revêtements muraux.

(5) Inconnu ou non communiqué.

(6) Réexportation.

(7) Chiffre relevant d'une enquête réalisée auprès des principaux producteurs français et ne concernant que les sols coulés auto-lissants.

* Origine : Syndicat National des Fabricants de Parquets (les quantités importées et exportées sont celles enregistrées à l'intérieur de l'Europe).

Tabl. 23 - Production et consommation des revêtements de sols en France en 1988.

Source : UNRST, octobre 1989.

Comparée à la consommation française des autres matériaux de revêtements de sols en 1988, on notera que la consommation des carreaux de terre cuite se situe loin derrière celle des revêtements textiles (2,19 m²/habitant) et des revêtements plastiques (0,88 m²/habitant), mais devance par exemple celle de granito (0,06 m²/habitant) ou de produits en caoutchouc (0,03 m²/habitant). Globalement, tous types de revêtements de sols confondus, la consommation moyenne française en 1988 a été de 3,99 m²/habitant (source : UNRST).

8.4 - POTERIES HORTICOLES

Les poteries horticoles, autrefois fabriquées exclusivement en terre cuite, sont en nette régression depuis plusieurs années en raison de l'étroitesse du marché dominé principalement par les fabricants italiens, et de l'apparition de produits de substitution.

La production française de poteries horticoles est ainsi passée de 84 533 t en 1979 à 58 504 t en 1986 (statistiques du Syndicat National des Industries Françaises de la Poterie), **les principaux produits concurrents étant les godets et pots en PVC et les jardinières en amiante-ciment ou en béton.**

8.5 - PRODUITS DIVERS

Les drains et couvre-câbles en terre cuite ne sont plus fabriqués de nos jours que par quelques usines, ces matériaux étant de plus en plus remplacés par des produits en PVC.

De même, la **production de briques de pavage en terre cuite** a accusé un important recul devant la multiplicité des usines de fabrication de pavés autobloquants en béton.

Dans des pays européens tels que l'Allemagne, la Grande Bretagne et les Pays-Bas, et dans certains pays du Golfe (Arabie Saoudite...), la **brique silico-calcaire** ("sand-lime brick") occupe une grande part du marché (40 % en Allemagne) et concurrence fortement la brique de terre cuite dans le secteur de la construction. Ces briques silico-calcaires fabriquées par chauffage à environ 170 °C en milieu hygrométrique approprié (autoclave) d'un mélange de sable siliceux, de chaux et d'eau, selon le schéma de fabrication général illustré par la figure 25, présentent un certain nombre d'avantages :

- facilité de fabrication avec des matières premières assez communes ;
- à la fabrication, consommation énergétique un peu plus faible que celle nécessaire à la production de briques de terre cuite ;
- bonne résistance mécanique à la compression ;
- faible taux d'absorption d'eau capillaire.

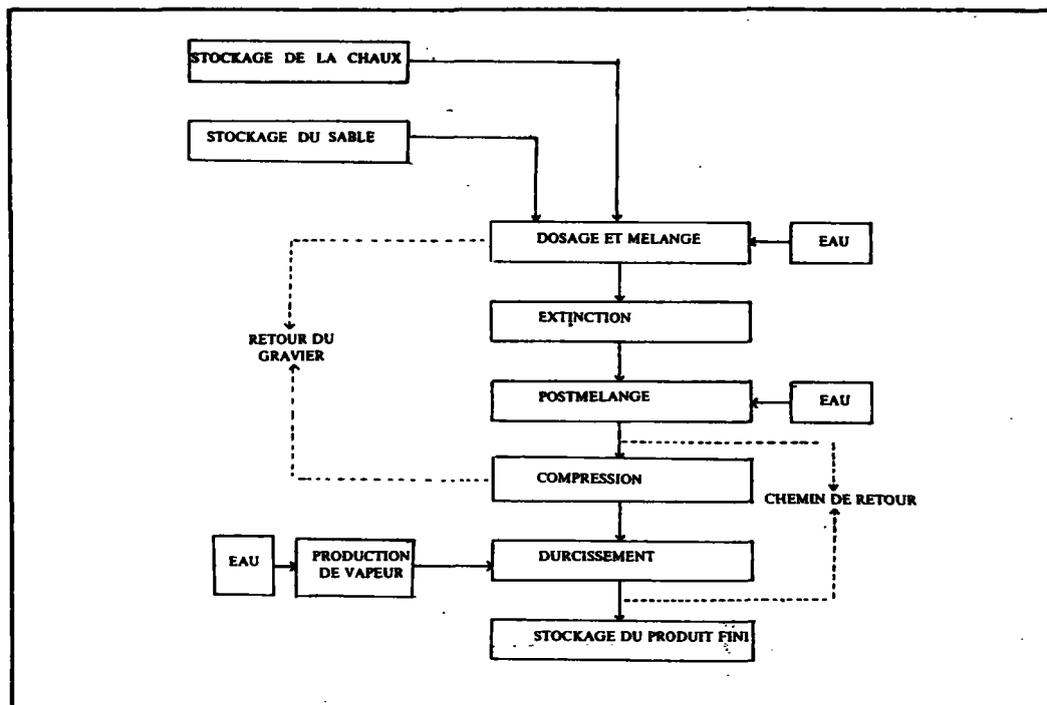


Fig. 25 - Schéma fonctionnel d'une usine de briques silico-calcaires (d'après F. Kchouk et M.H. Guétari, 1988).

En revanche, la brique silico-calcaire est beaucoup plus lourde : densité brute de 1 200 à 1 900 kg/m³ pour les briques silico-calcaires perforées et creuses, contre 700 à 1 000 kg/m³ pour les briques creuses en terre cuite. De ce fait, toute l'économie d'énergie initialement obtenue pendant la fabrication est perdue lors du transport.

En France, de telles briques silico-calcaires (briques pleines apparentes) ont été fabriquées avant la seconde guerre mondiale. Depuis lors, la production a été totalement abandonnée.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBENQUE M. (1972) - Un nouveau matériau céramique : mousse d'argile. *L'industrie Céramique*, n° 657, décembre 1972, p. 867-869.
- ALBENQUE M. (1974) - Action de la vapeur d'eau sur les silicates ayant pris naissance à la cuisson de pâtes céramiques. Thèse doctorat de l'Université de Paris VI (1ère thèse), 101 p.
- ALBENQUE M. (1974) - Les granulats d'argile expansée. Thèse doctorat de l'Université de Paris VI (2ème thèse), 24 p.
- ALBENQUE M. (1977) - Un nouveau matériau céramique léger : la mousse d'argile. *L'industrie Céramique*, n° 706, mai 1977, p. 342.
- ALBENQUE M. (1988) - Image et son : un nouveau procédé pour le tri automatique des tuiles. *L'industrie Céramique*, n° 831, octobre 1988, p. 700-701.
- ALBENQUE M., COLLON L., LOREC S. et BOMBLED J.P., MORTUREUX B., REGOURD M., VOLANT J. (1982) - Etude et mise au point de produits en argile stabilisée par le ciment. 1ère partie : *L'industrie Céramique*, n° 766, novembre 1982, p. 825-834 ; 2ème partie : *L'industrie Céramique*, n° 767, décembre 1982, p. 876-881.
- ALBENQUE M. et HIEBEL R. (1983) - Briques de terre cuite et briques en argile stabilisée appropriées à l'habitat économique dans les pays en voie de développement. L'habitat économique dans les pays en voie de développement. Comptes rendus du Colloque International, Paris, 25-27 janvier 1983. Vol. 1, p. 15-20.
- ALVISET L. (1966) - Méthode permettant de classer les argiles utilisées dans l'industrie des tuiles et briques en fonction de leur aptitude au séchage. Thèse, Faculté des Sciences de l'Université de Paris, 126 p.
- ALVISET L. (1980) - Les matières premières utilisées en terre cuite. Extrait du cours dispensé à l'Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle, Institut de Céramique Française, Sèvres, 1980, 19 p.
- ALVISET L., HUET C., ALBENQUE M. (1973) - Produits nouveaux à base de terre cuite. *L'industrie Céramique*, n° 666, octobre 1973, p. 693-700.
- ANONYME (1972) - Pourquoi le Centre Technique des Tuiles et Briques? CTTB, Paris, octobre 1972, 59 p.
- ANONYME (1975) - A Fouquières-lès-Lens, une usine moderne de production de granulats légers de schistes expansés. *Equipement Mécanique, Carrières et Matériaux*, n° 144, décembre 1975.

- ANONYME (1978) - Une usine moderne de fabrication de produits d'argile à Roumazières (Charente). *Équipement Mécanique, Carrières et Matériaux*, n° 170, novembre 1978, p. 25-27.
- ANONYME (1981) - Les économies d'énergie dans les secteurs des tuiles et briques. Collection "Économies d'énergie", série "Techniques sectorielles". Agence pour les économies d'énergie, avec la collaboration du CTTB, Paris.
- ANONYME (1983) - Tuile en béton. Un enjeu : la réhabilitation. *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, Habitat 83*, 7 octobre 1983.
- ANONYME (1983) - TBF : au-delà de la tuile, la "brique-tennis". *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, Habitat 83*, 7 octobre 1983.
- ANONYME (1984) - Terre cuite : une industrie ultramoderne, des produits renouvelés. *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment*, 21 septembre 1984, p. 71-73.
- ANONYME (1984) - Produits récents dans le domaine de la terre cuite, tuiles, briques et revêtements décoratifs. *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment*, 21 septembre 1984, p. 78-82.
- ANONYME (1987) - Technologie française pour une briqueterie chinoise fonctionnant sans apport de calories extérieures. *L'Industrie Céramique*, n° 820, octobre 1987, p. 630.
- ANONYME (1988) - Brique de Vaugirard, une nouvelle usine à Angervilliers. *L'Industrie Céramique*, n° 831, octobre 1988, p. 675-678.
- ANONYME (1989) - Association française de Normalisation. Catalogue 1989. Tour Europe, Cedex 7, 92080 Paris-La-Défense.
- ARCHAMBAULT G. (1991) - Toiture : le moteur du haut de gamme. *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment*, 4 octobre 1991, p. 105-106.
- BABINET C. (1989) - Brique. La course de fond est engagée. *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment*, 22 septembre 1989.
- BABINET C. (1989) - Un outil restauré. *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment*, 29 septembre 1989, p. IV-VII.
- BARDIN C. (1972) - Les produits nouveaux, in "Les produits de terre cuite". Conférence du CTTB à l'Institut de Céramique Française, Sèvres, 2 p.
- BELLOC C. (1989) - Tuilerie - Briqueterie française s'abrite chez Lambert Frères. *L'Usine Nouvelle*, n° 2231, 24 août 1989.
- BERBESSON H. (1971) - Les produits de terre cuite. Conférence donnée à l'Institut de Céramique Française, Sèvres, 11 p.

- BERBESSON H., BOUERY M. (1978) - Les tuiles de terre cuite. Extrait des *Cahiers Techniques du Moniteur*, n° 15, février 1978.
- BERBESSON H., FONTAINE T. et CLAUZON J. (1985) - Produits de terre cuite de bâtiment : caractéristiques, emploi et mise en œuvre. Imprimerie Bouquet, 32004 Auch, 224 p.
- BLOCH C., ARLE G. (1967) - La fabrication et les utilisations de l'argile expansée. *Arts et Manufactures*, n° 181, décembre 1967.
- BOS P. et JAVEY C. (1969) - Inventaire d'argiles à briques et à tuiles dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Rap. BRGM 69 SGL 025 BGA, 47 p., 3 ann., 1 atlas.
- BRANQUART J.C. (1989) - Une briqueterie géante entre en service près de Lens. *Les Echos*, 24 octobre 1989.
- CAILLERE S., HENIN S. et RAUTUREAU M. (1982) - Minéralogie des argiles. Tome 2 : Classification et nomenclature. Actualités scientifiques et agronomiques de l'INRA. Masson ed., 189 p.
- CAVELIER C. et DAMIANI L. (1966) - Etude générale des gisements d'argile pour tuiles et briques du Bassin de Paris en vue de leur protection. Note BRGM DS 66 A20.
- COUGNY G. (1978) - Aptitude des argiles et autres matières premières à la fabrication de granulats légers. Thèse Ecole nationale supérieure des Mines de Paris, 212 p., 3 ann.
- DEMANDER M. (1969) - L'argile expansée, ses propriétés, son traitement, ses emplois. Rap. BRGM, 69 SGL 190 BGA.
- FFTB - Annuaire 1987, 1988, 1989, 1990.
- FFTB (1990) - Documentation statistique 1975-1989.
- GAUTHIER F. (1991) - Céramique : vent en poupe. *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment*, 4 octobre 1991, p. 117-119.
- Granulats Expansés de la Mayenne - Plaquette publicitaire
- GUIRAUD FRÈRES (1983) - Mousse d'argile. Fiche publicitaire. Tuileries Briqueteries du Lauragais, mars 1983.
- GUIZOL Ch. (1989) - Comment adapter les produits au marché européen de la construction?. *L'Industrie Céramique*, n° 844, décembre 1989.
- HIEBEL R. (1968) - Facteurs techniques importants de l'évolution de l'industrie des tuiles et briques. *L'Industrie Céramique*, n° 605, mars 1968, p. 199-202.

Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

- JAVEY C., PASCAL M. (1979) - Inventaire des ressources en argiles de Franche-Comté. Rap. BRGM 79 SGN 728 FRC, 71 p., 1 carte.
- JOUENNE C.A. (1984) - *Traité de Céramiques et Matériaux Minéraux*. Ed. Septima, Paris, 657 p.
- KCHOUK F., GUÉTARI M.H. (1988) - Les briques silico-calcaires. *Bulletin des Matériaux de Construction du Centre Technique des Matériaux de Construction de la Céramique et du Verre (CTMCCV)*, Tunis, Bull. 1 et 2, 22 p.
- KNIZEK I. (1979) - Profil d'une briqueterie dans un pays en développement. Document de l'ONUDI, publié dans *l'Industrie Céramique*, n° 726, mars 1979 et n° 727, avril 1979.
- LE BERRE (1979) - *Mémentos Substances utiles (Matériaux de carrière) : Argiles communes pour produits de terre cuite*. Rap. BRGM 79 SGN 156 MTX, 17 p.
- MORAL M, PAGANO M. (1985) - Carreaux de France. Société Française de Céramique / Nathan. Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France.
- PRIBEL E. (1976) - Une nouvelle brique perforée : la Maxitherme. *Connaissance des Céramiques*, n° 14.
- RABUEL C. (1970) - Les contrôles de fabrication des produits de terre cuite. *Bulletin de la SFC*, n° 86, janvier-mars 1970, p. 13-18.
- RABUEL C. (1972) - La fabrication des produits de terre cuite. Conférence du CTTB à l'Institut de Céramique Française, Paris, 4 p.
- RIGAUD J. (1979) - La céramique de A à Z. Matières intéressant les céramiques et les matériaux minéraux, 1 fasc., éd. Septima, Paris, 56 p.
- TACHDJIAN M. (1975) - De la mousse d'argile..., *L'Industrie Céramique*, juillet-août 1975, n° 686, p. 465-467.
- TIXIER H. (1983) - Argiles expansées et matériaux cellulaires et leurs utilisations. *L'Industrie Céramique*, n° 768, janvier 1983, p. 33-34.
- UNICEM (1987 à 1990) - Matériaux de construction et produits de carrières. Statistiques 1986, 1987, 1988, 1989, suppléments aux n° 638, 641 et 644, n° 648.
- UNRST (1987 à 1989) - Statistiques de production, exportations, importations et consommation des matériaux de revêtements de sol en France de 1985 à 1988. UNRST, Paris.

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 - Localisation des fabrications.**
- Fig. 2 - Poteries horticoles - Evolution de la production et des importations de 1978 à 1990.**
- Fig. 3 - Poteries horticoles - Evolution des chiffres d'affaires réalisés en métropole, à l'exportation et à l'importation.**
- Fig. 4 - Chaîne de fabrication de la mousse d'argile. (d'après M. Tachdjian, 1975).**
- Fig. 5 - Schéma de principe de l'étirage en double couche (d'après C. Bardin).**
- Fig. 6 - Domaine de composition chimique des argiles expansibles d'après Riley (1951).**
- Fig. 7 - Fuseau de compositions granulométriques favorables à l'expansion des argiles.**
- Fig. 8 - Analyse granulométrique d'une argile à tuiles.**
- Fig. 9 - Courbe de dilatation - retrait d'une argile halloysitique pauvre en sable.**
- Fig. 10 - Courbe de Bigot d'une argile à faible retrait de séchage.**
- Fig. 11 - Courbe de Bigot d'une argile à fort retrait de séchage.**
- Fig. 12 - Exemples de trains de préparation de pâtes.**
- Fig. 13 - Schéma d'un four à feu mobile à galeries parallèles (source : Chambre Syndicale des Fabricants de Briques et Produits Céramiques du Nord de la France).**
- Fig. 14 - Chaîne de traitement d'une usine de fabrication simultanée de briques, de blocs et de tuiles, des années 1950-1960.**
- Fig. 15 - Chaîne de traitement moderne d'une usine de production mixte de tuiles, d'accessoires de couverture et de briques de parement spéciales. Morandi Frères SA, usine de Corcelles (Suisse).**
- Fig. 16 - Chaîne de traitement d'une tuilerie entièrement automatisée, avec séchoir-four en continu de type hydrocasing Ceric. Grande Tuilerie du Rhône, usine de Sainte-Foy-l'Argentière (69). Groupe IRB.**

- Fig. 17 -Chaîne de traitement d'une usine de fabrication de poteries horticoles.
- Fig. 18 -Processus d'expansion des granulats ARGI-16. TBF, usine de Roumazières (Charente).
- Fig. 19 -Schéma d'une usine de kéramsité (argile expansée), d'après document Technoexport, Moscou.
- Fig. 20 -Plan d'ensemble de l'usine Surex à Fouquières-lès-Lens (Pas-de-Calais).
- Fig. 21 -Schéma général de traitement des schistes houillers dans l'usine Surex à Fouquières-lès-Lens (Pas-de-Calais).
- Fig. 22 -Four à grille mobile.
- Fig. 23 -Segmentation du marché français du carreau céramique par famille de produits, en 1989 (en pourcentage) Source : Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France.
- Fig. 24 -Consommation française de carreaux céramiques par famille de produits (en milliers de m²) : années 1985 à 1989. Source : Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France.
- Fig. 25 -Schéma fonctionnel d'une usine de briques silico-calcaires (d'après F. Kchouk et M.H. Guétari, 1988).

LISTE DES PHOTOS (DANS TEXTE)

Ph. 1 - Vue partielle de la carrière de Roumazières (Charente) en 1978, montrant la superposition de l'argile blanche sur les couches d'argile rouge. Tuilerie Briqueterie Française (TBF), usine de Roumazières.

Ph. 2 - Intérieur d'une galerie d'un four à feu mobile.

LISTE DES TABLEAUX

Tabl. 1 - Production française d'argiles communes et de produits de terre cuite.

Tabl. 2 - Production française de terre cuite par famille de produits (en milliers de tonnes).

Tabl. 3 - Poteries horticoles - Evolution de la production française de 1978 à 1990.

Tabl. 4 - Evolution du nombre d'entreprises et des effectifs des tuileries briqueteries françaises.

Tabl. 5 - Nombre d'usines de terre cuite dans les pays européens.

Tabl. 6 - Nombre de salariés (en milliers) dans les usines de terre cuite européennes.

Tabl. 7 - Evolution de la structure de la profession (terre cuite de Bâtiment) en % du chiffre d'affaires.

Tabl. 8 - Productions 1988 de terre cuite de onze pays de la CEE et de l'AELE (milliers de tonnes).

Tabl. 9 - Commerce extérieur de la France en briques et tuiles de 1960 à 1989.

Tabl. 10 - Principaux pays clients (C) et fournisseurs (F) de briques et tuiles de la France en 1989.

Tabl. 11 - CEE. Commerce intra-communautaire des briques en 1987 (milliers \$US).

Tabl. 12 - CEE. Commerce intra-communautaire des tuiles en 1987 (milliers \$US).

Tabl. 13 - Classification des tuiles.

Tabl. 14 - Situation des carreaux de terre cuite dans la nouvelle classification européenne des carreaux céramiques.

Tabl. 15 - Limites de compositions chimiques des argiles à terre cuite françaises.

Tabl. 16 - Composition chimique de quelques argiles expansibles typiques.

Tabl. 17 - Avantages et inconvénients d'un ajout de sable comme élément dégraissant pour produits de terre cuite.

Tabl. 18 - Exemple d'action d'un ajout de sable sur une argile trop plastique.

Tabl. 19 - Normes AFNOR relatives aux produits de terre cuite (1989).

Tabl. 20 - Principales spécifications physiques et mécaniques des briques, tuiles et entrevous.

Tabl. 21 - Principales transformations physico-chimiques des matières premières au cours de la cuisson des produits céramiques.

Tabl. 22 - Étapes successives de transformation de la matière dans le four de l'usine Surex à Fouquières-lès-Lens (Pas-de-Calais) (source : Equipement Mécanique Carrières et Matériaux, n° 144, décembre 1975).

Tabl. 23 - Production et consommation des revêtements de sols en France en 1988 (source UNRST, octobre 1989).

LISTE DES ANNEXES

Ann. 1 - Fédération des Fabricants de Tuiles et Briques de France : Annuaire 1990.

Ann. 2 - Syndicat National des Industries Françaises de la Poterie. Liste des adhérents, septembre 1990.

Ann. 3 - Chambre Syndicale du Carreau Céramique de France. Liste des adhérents, septembre 1990.

Ann. 4 - Composition chimique des principales argiles à terre cuite françaises.

Ann. 5 - Caractéristiques de 6 argiles typiques pour tuiles et briques.

PLANCHES PHOTOS (HORS TEXTE)

Pl. ph. 1 à 5.



PLANCHES PHOTOS



PLANCHE PHOTO 1

Photo P.M. Thibaut, 1987.



Ph. 1 - Vue partielle de la carrière de Blaringhem (Pas-de-Calais) en 1987. Société Nouvelle du Comptoir Tuilier du Nord, usine de Wardrecques (Pas-de-Calais) du groupe Huguenot-Fenal.

Photo P.M. Thibaut, 1987.



Ph. 2 - Vue partielle de la carrière de Souzy (Rhône) en 1987, exploitée au bulldozer. Grande Tuilerie du Rhône, usine de Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône). Groupe I.R.B.

Photo P.M. Thibaut, 1987



Ph. 3 - Exploitation de l'argile à la pelle hydraulique. Carrière de Templeuve (59). Briqueteries du Nord.

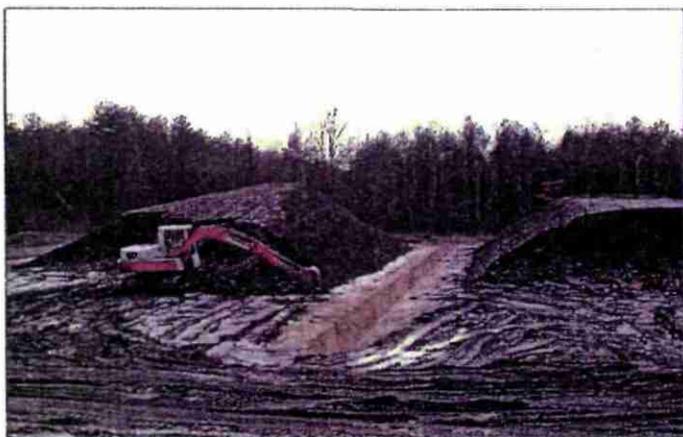
Photo P.M. Thibaut, 1987



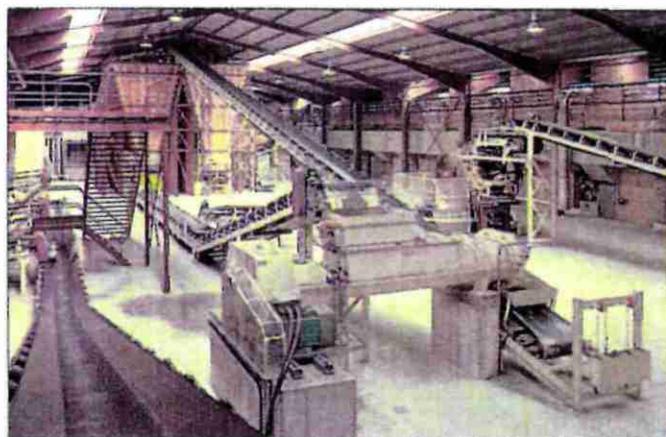
Ph. 4 - Transport de l'argile à l'usine par wagonnets et locotracteurs. Carrière de Templeuve (59). Briqueteries du Nord.

PLANCHE PHOTO 2

Photos Briqueterie de Saint-Palais. Huguenot-Fenal



Ph. 1 - Stockage et reprise des argiles. Briqueterie de Saint-Palais (18). Huguenot-Fenal.



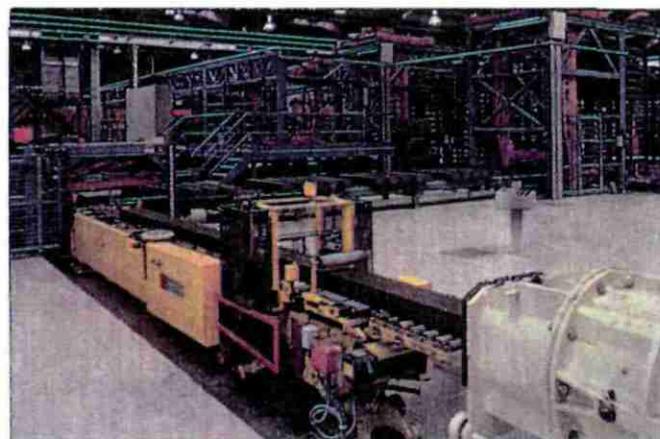
Ph. 2 - Atelier de préparation des terres. Briqueterie de Saint-Palais (18). Huguenot-Fenal.

Photo Ceric



Ph. 3 - Reprise des terres en fosse et transport par bande à la chaîne de fabrication. Tuileries de Pottelberg, usine d'Aalbeke (Belgique).

Photo : Briqueterie de Saint-Palais.



Ph. 4 - Mouleuse et coupeuse de pain de pâte. Briqueterie de Saint-Palais (18). Huguenot-Fenal.



PLANCHE PHOTO 3

Photo : P.M. Thibaut, 1987



Ph. 1 - Mouleuse des rubans de pâte et coupe automatique des ébauches. Grande Tuilerie du Rhône, usine de Sainte-Foy-l'Argentière (69).

Photo : P.M. Thibaut, 1987



Ph. 2 - Pressage des ébauches. Grande Tuilerie du Rhône, usine de Sainte-Foy-l'Argentière (69).

Photo : l'Industrie Céramique, n° 821, 11/87



Ph. 3 - Dépose automatique des produits verts sur support réfractaire. Tuileries de Pottelberg, usine d'Aalbeke, Belgique.

Photo : P.M. Thibaut, 1987



Ph. 4 - Empilage automatique des casiers réfractaires sur wagons du séchoir-four. Grande Tuilerie du Rhône, usine de Sainte-Foy-l'Argentière (69).



PLANCHE PHOTO 4



Ph. 1 - Estampage de poteries horticoles et préséchage sur étagères.

Photo P.M. Thibaut, 1987



Ph. 2 - Démoulage de jardinière après coulage d'une barbotine.

Photo : P.M. Thibaut, 1989



Ph. 3 - Cuisson artisanale de briques dans un four intermittent chauffé au bois (région de Koulamoutou, Gabon).



Ph. 4 - Cuisson semi-industrielle de briques dans un four intermittent chauffé à l'huile de vidange (région de Djibouti, 1989). Détail des brûleurs et de l'alimentation en huile et en eau.

PLANCHE PHOTO 5

Photo : Briqueterie de Saint-Palais, Huguenot-Fenal.



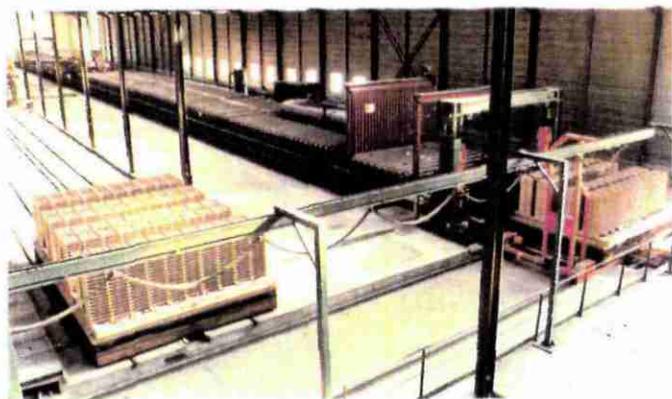
Ph. 1 - Après séchage dans un séchoir à chambres, entrée des produits secs dans le four-tunnel Ceric. Briqueterie de Saint-Palais (18). Huguenot-Fenal.

Photo : l'Industrie Céramique, mai 1990



Ph. 2 - Sortie d'un wagon de briques cuites du séchoir-four Casing Ceric de la briqueterie d'Hulluch (62).

Photo : Ceric



Ph. 3 - Entrée des wagons chargés de produits verts dans le séchoir-four hydrocasing Ceric. Usine de Sainte-Foy-l'Argentière (69). IRB.

Photo : P.M. Thibaut, 1987



Ph. 4 - Contrôle des tuiles avant palettisation. Grande Tuilerie du Rhône, usine de Sainte-Foy-l'Argentière (69). IRB.



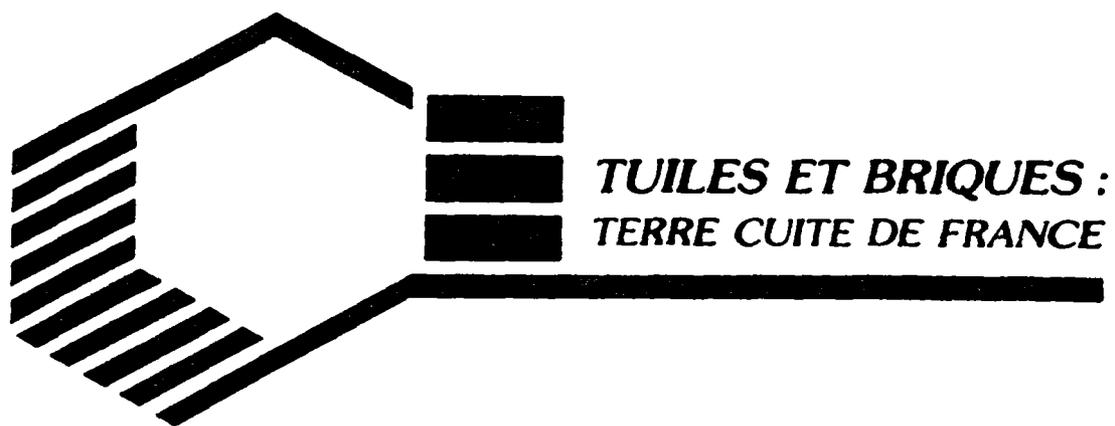
ANNEXE 1

**FÉDÉRATION DES FABRICANTS DE TUILES ET
BRIQUES DE FRANCE : ANNUAIRE 1990**



ANNUAIRE

1990



***FEDERATION
DES FABRICANTS DE TUILES ET BRIQUES DE FRANCE***

FEDERATION DES FABRICANTS DE TUILES ET DE BRIQUES DE FRANCE

Siège social et bureaux : 17 rue Letellier - 75015 PARIS - Tél. 1/45.78.65.00 - Fax : 1/45.77.70.35

annuaire 1990

— La profession des tuiles et briques	2
— Liste alphabétique des entreprises.....	4
— Répertoire des fabricants par département	7
— Répertoire par fabrication	23

N.B. - Les listes des adhérents de la Fédération des Fabricants de Tuiles et de Briques de France figurant sur cet annuaire 1990 ont été arrêtées à la date du 30.07.90.

La profession des tuiles et briques

L'expression «Tuiles et Briques», qui est consacrée par l'usage, ne traduit pas dans sa totalité l'étendue de la Profession.

Comme il est difficile de la définir à l'aide d'une formule simple, exhaustive et limitative, disons plutôt ce qu'elle comprend et ce qu'elle exclut :

Font partie des tuiles et briques les produits céramiques suivants :

- les briques de bâtiment, creuses, perforées, pleines,
- les entrevous et éléments de planchers,
- les tuiles et accessoires de couverture,
- les conduits de fumée et la poterie de bâtiment,
- l'argile et le schiste expansés,
- les carreaux et tomettes en terre cuite, émaillés ou non,
- les claustras et autres éléments décoratifs en terre cuite,
- les drains, couvre-câbles, etc...,
- les produits nouveaux développés par le Centre Technique des Tuiles et Briques.

N'en font pas partie :

- les produits réfractaires,
- les produits de grès,
- les carreaux céramiques, autres que de terre cuite,

dont les Syndicats sont réunis au sein de la Confédération des Industries Céramiques de France.⁽¹⁾

o o o

(1) 44 rue Copernic - 75116 PARIS

L'organisation professionnelle est à structure centralisée.

La Fédération des Fabricants de Tuiles et de Briques de France réunit les entreprises par adhésion directe, les usines pouvant être par ailleurs regroupées régionalement dans des chambres syndicales dont les structures varient très largement selon les régions. La Fédération est à compétence à la fois sociale et économique, et les problèmes inhérents à un produit particulier sont confiés à des commissions constituées en son sein.

Le Centre Technique des Tuiles et Briques est un centre technique industriel régi par la loi de 1948, et financé par une taxe parafiscale calculée sur le chiffre d'affaires des ressortissants de la profession. Ses laboratoires, situés à Clamart, forts d'un personnel de 50 personnes et d'un important équipement scientifique, ont notamment en charge les problèmes de recherche, d'assistance technique aux entreprises, de qualité, de réglementation, de normalisation européenne et de formation professionnelle. Il constitue un outil puissant au service de la profession.

Le présent annuaire est conçu de manière à faciliter à l'usager les recherches par produits, par départements, ou par entreprises. Il ne mentionne que les adhérents de la Fédération, et en conséquence un certain nombre d'entreprises de la profession, pourtant ressortissantes du Centre Technique (mais représentant moins de 5 % du tonnage total), n'y figurent pas.

Liste alphabétique des entreprises*

*Les numéros renvoient au répertoire des fabricants par départements.

Le premier indique le numéro du département, le second, celui de l'entreprise dans le département.

A

ALEONARD (Tuilerie de Pontigny).....	89.2
ALLONNE (Briq. d').....	60.1
ARTS DU FEU (Les).....	24.1

B

BAR Frères	59.1
BAS-RHIN (Tuil. Réunies du).....	67.1
BISCH-MARLEY	67.2
BLACHE (Tuilerie).....	69.1
BOCAGE (La Céramique du).....	85.1
BOISSEAUX MINANGOY (Les).....	49.1
BOUYER-LEROUX (Briqueterie).....	49.2
BOUYER Noël (Ets).....	79.1
BRIQUE DE VAUGIRARD.....	49.3 91.1
BRIQUETERIES DU NORD.....	59.7

C

CHAMBON (Briqueterie du).....	16.1
CLAUSONNES (Créations Céramiques).....	83.1
COMMINGES (Tuilerie Briqueterie du).....	31.1
C.R.T.C.	59.1 59.3 59.6 59.7 59.8
COMPTOIR TUILIER DU NORD (Sté Nouvelle du).....	59.2 62.1
COVERLAND.....	11.1 13.1 16.2

D

DUBET ((Ets A.).....	69.3
DUCHER (Tuilerie Briqueterie).....	87.1
DUFLOT (Briqueterie).....	59.3
DUPONT-DELECOURT (Briqueterie).....	59.4
DURAND (Sarl).....	24.2

E F

ENTREPRISE (Briqueterie de l').....	59.8
FOTEC.....	42.1
FRANCAISE DES TUILES ET BRIQUES.....	03.1

G

GAUTHIER (Ets).....	89.1
GELIS (Ets).....	31.1 31.2 32.1 33.1 82.1
GENERALE FRANCAISE DE CERAMIQUE..	30.1
GILARDONI (Sté Nelle des Tuileries).....	51.1
GLANGETAS (Tuil.).....	24.1
GUIRAUD Fres.....	11.2 31.3 31.4 81.1

H

HOUGA (Tuil. du).....	32.1
HUGUENOT FENAL 18.1 40.1 51.1 51.2 59.2 59.5 60.2 62.1 95.1	
HULLUCH (Briq. d').....	62.3
SA HECQUET.....	62.2

IJ

I.R.B.	38.1 39.1 42.1 42.2 42.3
.....	43.1 49.1 69.2 69.4
JACOB (Tuil. Emile).....	39.1

L

LAGRIVE (Briq.).....	14.1
LAMBERT (Tuilerie).....	16.3
LAMBERT (Tuiles).....	14.2 71.1 78.1
LAMOUR (Briq.).....	59.6
LAURAGAIS (Tuil. Briq.).....	11.2 31.3 81.1
LIMOUX (Tuileries de).....	11.1
LYONNAISES (Tuil. Briq.).....	69.2

M

MARCHAT MATERIAUX (Tuil. Pont-d'Avignon).....	30.2
MARSEILLE (Tuileries de).....	13.1
MIGEON SA.....	01.1 25.1 68.1
MONTRIEUX (Ets Ernest).....	49.4

N

NORD (Briq. du).....	59.7
----------------------	------

P

PACEMA.....	91.2 94.1
POMEL.....	43.1
PONT-D'AVIGNON (Tuil. Briq. du).....	30.2
PONTIGNY-ALEONARD (Tuil. de).....	89.2
POUDENX (Tuil. Briq.).....	40.1
PRODUITS ROUGES DE VENDEE.....	85.2
PRONY (Tuil. de).....	69.3

Q

QUIENOT (Briqueterie).....	62.2
----------------------------	------

R

RAIRIES (Terres Cuites des).....	49.4
RAUJOLLES (Terres Cuites de).....	12.1
REJOU (Briq.).....	60.3
RHONE (Grande Tuil. du).....	69.4
RIVEREAU (Ets Jean).....	49.5
RIVEREAU (Ets Marcel).....	44.1
RIVIERE A & C.....	12.1
ROANNE-BRIQUE.....	42.2
ROCA-BRIQUE.....	95.1
ROUBAIX (Briq. de l'Entreprise de).....	59.8
ROUMAZIERES (Tuileries de).....	16.2
ROYER (Briq. Tuil. Jacques).....	10.1

S

SAGET (Terre Cuite).....	45.1
SAINTE-AGATHE (Briq. de).....	42.3
SAINT-PALAIS (Briq. de).....	18.1
SANS (Tuil.).....	81.2
S.I.B.O.	44.1 44.2 49.2 49.5 79.1 85.2
STURM (Tuil. J-Ph.).....	67.3 68.2

T

T.B.F. (Tuil. Briq. Française).....	16.4
THIBAULT (Ets).....	77.1
TROIS ILETS (Poterie des).....	972.1
TUILERIES TOULOUSAINES.....	31.4
TUILES LAMBERT.....	14.2 71.1 78.1

VW

VALLETAISES (Terres Cuites).....	44.2
VENDEE (Prod. Rouges de).....	85.2
WOESTELANDT Tuileries-Bardages.....	59.9



Répertoire des fabricants par département

01 - AIN

**1. MIGEON SA
BRIQUETERIE DE PONT-DE-VAUX
Groupe LAUFEN**

*M. Philippe LAFAURIE, Président Directeur Général
M. Alain MIGEON, Directeur Général
M. Robert REDON, Directeur*

*Siège social et Usine : 01190 PONT DE VAUX
Téléphone : 85 36 44 44 - Telex : 351 956
Télécopie : 85.30.65.19*

*Dépôt : T.M.C. Champier 38260 LA COTE-St-ANDRE
Téléphone : 74.54.42.62*

03 - ALLIER

**1. LA FRANCAISE
DES TUILES ET BRIQUES**

M. Claude FIRMIN, Gérant

*Siège social et Usine : La Presle 03170 DOYET
Téléphone : 70 07 70 05 - Telex : 990 581 F*

10 - AUBE

**1. BRIQUETERIE-TUILERIE
JACQUES ROYER**

*Siège social et Usine : SOULAINNE-D'HUYS
10200 BAR-S-AUBE
Téléphone : 25 92 75 06*

11 - AUDE

**1. COVERLAND S.A
TUILERIES DE LIMOUX**

*M. Patrice de CAILLEUX, Président Directeur Général
M. Alain BAUDANT, Directeur Général*

*Siège social : Les Miroirs Cedex 27 - 92096 PARIS-LA DEFENSE
Tél. 1/47.62.45.00 - Télécopie : 1/47.62.44.57*

*Bureaux Usine : 29 Av. André Chénier 11300 LIMOUX
Tél. 68 31 01 62 - Telex : 500318 - Fax : 68 31 38 80
Usines : LIMOUX 1 et 2*

11 - AUDE (SUITE)

2. TUILERIES-BRIQUETERIES DU LAURAGAIS GUIRAUD Frères

M. Pierre GUIRAUD, Président Directeur Général
M. Jacques GUIRAUD, Directeur Délégué
M. Laurent GUIRAUD, Directeur Commercial
Siège administratif : BP 2139 minimes
114 Bd. de l'Embouchure 31018 TOULOUSE Cedex
Tél. 61 26 54 00 - Telex : 530 141 - Telefax : 61.26.54.73

Usines :
. Ségala 11320 LABASTIDE-D'ANJOU
. Lasbordes 11400 CASTELNAUDARY
. St-Martin Lalande 11400 CASTELNAUDARY
. Castelnaudary 11400 CASTELNAUDARY

12 - AVEYRON

1. TERRES CUITES DE RAUJOLLES A. & C. RIVIERRE

Siège social et Usine : 12100 RAUJOLLES
Téléphone : 65.60.14.03 - Telex : 531 917
Télécopie : 65.61.25.25

13 - BOUCHES-DU-RHONE

1. COVERLAND S.A TUILERIES DE MARSEILLE

M. Patrice de CAILLEUX, Président Directeur Général
M. Alain BAUDANT, Directeur Général

Bureaux administratifs et Direction régionale :
Chemin de la Badesse BP 98 -13290 LES MILLES Cedex 13
Téléphone : 42.24.20.01 - Telex : 441 402 F
Telecopie : 42.39.95.12

Siège social : Les Miroirs Cedex 27 - 92096 PARIS-LA DEFENSE
Tél. 1/47.62.45.00 - Télécopie : 1/47.62.44.57

Usines : . Jean Roubaud 1 - 2 et 4
. Marseille St-André Av. du Rove 13016 MARSEILLE
. Les Milles
Chemin de la Badesse 13290 LES MILLES

14 - CALVADOS

1. BRIQUETERIE LAGRIVE

Siège social et Usine : RN 13 - 14100 GLOS
Téléphone : 31.31.41.09

2. TUILES LAMBERT

Comité de Direction :
M. Michel MAUGER, Président Directeur Général
M. Pierre KERHUEL, Directeur Général
37 rue du Pieu 78130 LES MUREAUX
Téléphone : 1/30.99.56.88 - Telex : 698 294 F
Télécopie : 1/30.99.75.95

Siège social : 5 rue Vernet - 75008 PARIS
Téléphone : 1/47.23.61.47 - Telex : 612 982 F

Usine : M. Ermanno BERTOLI, Directeur
Le Mesnil de Bavent 14860 RANVILLE
Téléphone : 31.78.80.10 Telex : 170 464 F
Télécopie : 31.78.89.37

16 - CHARENTE

1. BRIQUETERIE DU CHAMBON

M. Jacques CORDEROY du TIERS, Président Directeur Général
M. Gaston PALLARD, Vice-Président Délégué
Melle Marie-Thérèse PETUREAU, Directeur Commercial

Siège social et Usine : Le Chambon St-Maurice des Lions
16500 CONFOLENS
Téléphone : 45.85.55.06

2. COVERLAND S.A TUILERIE DE ROUMAZIERES

M. Patrice de CAILLEUX, Président Directeur Général
M. Alain BAUDANT, Directeur Général

Siège social : Les Miroirs Cedex 27 - 92096 PARIS-LA DEFENSE
Tél. 1/47.62.45.00 - Télécopie : 1/47.62.44.57

Bureaux Usine : B.P. 4
16270 ROUMAZIERES-LOUBERT
Téléphone : 45.71.12.10 - Telex : 790 941 F
Télécopie : 45.71.18.19

Usines : . Loubert 2 - 3 - 4 et 5
16270 ROUMAZIERES-LOUBERT
. FONTAFIE 16270 ROUMAZIERES-LOUBERT

3. TUILERIE LAMBERT S.E.E. Ph. LASCOUX

M. Philippe LASCOUX, Gérant
Siège social et Usine : Les Mas
16310 SAINT-ADJUTORY
Téléphone : 45.63.00.13 et 45.62.35.83

4. TUILERIE BRIQUETERIE FRANCAISE T.B.F.

M. Jean-Luc MAURY-LARIBIERE, Président Directeur Général

Siège social : 16270 ROUMAZIERES-LOUBERT
Téléphone : 45.71.80.00 - Telex : 792 141 F
Telefax : 45.71.80.10

Usines : T.B.F. Roumazières - PRECECO Chasseneuil
ETAMENAT Cherves-Chatelars

18 - CHER

1. BRIQUETERIE DE ST-PALAIS Groupe HUGUENOT-FENAL

Huguenot Fenal, locataire gérant de
SA Briqueterie de St-Palais
M. Paul ROGER, Président Directeur Général

Siège social et Usine 18110 SAINT-PALAIS
Téléphone : 48.66.04.01 Télécopie : 48.66.01.71

24 - DORDOGNE

1. LES ARTS DU FEU Tuilerie GLANGETAS

M. Ch-A. GLANGETAS, Gérant
Siège social et Usine : 24360 BUSSIÈRE-BADIL
Téléphone : 53.60.52.11

2. S.A.R.L. DURAND

M. Jean-Pierre DURAND, Gérant
Siège social et Usine : 24130 LE FLEIX
Téléphone : 53.24.64.61

**1. MIGEON SA.
TUILERIE DE LANTENNE
Groupe LAUFEN**

*M. Alain MIGEON, Président Directeur Général
M. Philippe LAFAURIE, Directeur Général
Siège social et Usine : 25170 LANTENNE-VERTIERE
Téléphone : 81.58.21.58*

*Sces Commerciaux : 25770 FRANOIS
Téléphone : 81.59.02.01 - Telex : 361 573 F
Télécopie : 81.59.02.90*

**1. GENERALE FRANCAISE
DE CERAMIQUE**

*M. Alain BAUDANT, Président Directeur Général
M. Serge PONSY, Directeur Division Parefeuille
M. Didier EMERY, Responsable du site*

*Siège social : Les Miroirs 18 Av. d'Alsace
92400 COURBEVOIE*

*Bureaux administratifs, commerciaux et Usine :
FOURNES 30210 REMOULINS
Téléphone : 66.37.02.64- Telex : 490 029
Télécopie : 66.37.21.10*

**2. TUILERIE BRIQUETERIE
DU PONT-D'AVIGNON
MARCHAT-MATERIAUX**

*M. Bernard MARCHAT, Président Directeur Général
Siège social et Usine : 30400 VILLENEUVE-LES-AVIGNON
Téléphone : 90.25.54.76*

**1. TUILERIE-BRIQUETERIE DU
COMMINGES**

*M. Gérard GELIS, Gérant
Siège social et Usine : Route d'Auch BP 313
31773 COLOMIERS Cedex
Téléphone : 61.30.61.00 - Telex : 520 365 F
Télécopie : 61.30.61.07*

*Usine : Directeur, M. Jean-Louis GLEIZES
31350 BLAJAN
Tél. 61.88.21.04 - Télécopie : 61.88.13.38*

2. ETABLISSEMENTS GELIS

*M. Jean-Pierre GELIS, Président Directeur Général
Siège social et Usine : Route d'Auch BP 313
31773 COLOMIERS Cedex
Téléphone : 61.30.61.00 - Telex : 520 365 F
Télécopie : 61.30.61.07*

**3. TUILERIE-BRIQUETERIE DU
LAURAGAIS GUIRAUD Frères**

*M. Pierre GUIRAUD, Président Directeur Général
M. Jacques GUIRAUD, Directeur Délégué
M. Laurent GUIRAUD, Directeur Commercial*

*Siège administratif : BP 2139 Minimes
114 Bd. de l'Embouchure 31018 TOULOUSE Cedex
Téléphone : 61.26.54.00 - Telex : 530 141 F
Telefax : 61.26.54.73
Usine : 31250 REVEL*

31 - HAUTE-GARONNE (SUITE)

4. TUILERIES TOULOUSAINES GUIRAUD Frères

M. Pierre GUIRAUD, Président Directeur Général
MM. Jacques et Laurent GUIRAUD, Directeurs Généraux
Siège administratif : BP 2139 Minimes
114 Bd. de l'Embouchure 31018 TOULOUSE Cedex
Téléphone : 61.26.54.00 - Telex : 530 141 F
Telefax : 61.26.54.73

Usine : BP 123 - Route de Pibrac 31772 COLOMIERS
Téléphone : 61.30.24.47

32 - GERS

1. TUILERIE DU HOUGA

M. Roger GELIS, Gérant
Siège social : Route d'Auch BP 313
31773 COLOMIERS Cedex
Téléphone : 61.30.61.00 - Telex : 520 365 F
Télécopie : 61.30.61.07

Usine : *M. Jean-Pierre AUGÉY, Chef de Fabrication*
32460 LE HOUGA - Téléphone : 62.08.90.08
Télécopie : 62.08.96.42

33 - GIRONDE

1. GELIS AQUITAINE

M. Gérard GELIS, Président Directeur Général

Siège social : Route d'Auch BP 313
31773 COLOMIERS Cedex
Téléphone : 61.30.61.00 - Telex : 520 365 F
Télécopie : 61.30.61.07

Usine : Directeur, *M. Jean-Philippe SIMONNET*
33190 GIRONDE-SUR-DROPT
Téléphone : 56.71.11.33 - Telex : 570 320 F
Télécopie : 56.71.11.29

38 - ISERE

1. INDUSTRIELLE REGIONALE DU BATIMENT (I.R.B.)

MM. Christian GUIZOL et Serge FUCHET, Gérants
Siège administratif : 15/17 Av. de la Falaise BP 16
38360 SASSENAGE
Téléphone : 76.27.53.19 - Telex : 320 264 F

39 - JURA

1. TUILERIE EMILE JACOB Groupe I.R.B.

M. Serge FUCHET, Gérant
M. René PLAT, Responsable d'exploitation

Siège social et Usine : 39140 COMMENAILLES
Téléphone : 84.44.14.34 - Telex : 361 320 F
Télécopie : 84.44.12.34

40 - LANDES

1. TUILERIE-BRIQUETERIE POUDENX Groupe HUGUENOT FENAL

MM. Pierre BINET et Jean-Pierre GELIS, Gérants
M. André ROGER, Directeur d'Exploitation

Siège social et Usine : 40380 ST-GEOURS-D'AURIBAT
Téléphone : 58.98.91.00 Télécopie : 58.98.96.85

42 - LOIRE

1. FOTEC Groupe IRB

M. Serge FUCHET, Président Directeur Général
M. Gérard CHAPELON, Responsable d'exploitation

Siège social : Les Plantées 42680 ST-MARCELLIN-EN-FOREZ
Téléphone : 77.52.85.13 Téléfax : 77.52.81.48

Usines : 42680 ST-MARCELLIN-EN-FOREZ
Tél : 77.52.85.13
Route de Chambles
42170 ST-JUST-ST-RAMBERT
Téléphone : 77.52.36.22

2. ROANNE BRIQUE Groupe IRB

M. Jean-Pierre ESPINOS, Président Directeur Général
M. Robert Pradeilles, Responsable d'exploitation

Siège social et Usine : Les Tuileries 42300 MABLY
Téléphone : 77.71.20.42 - Télécopie : 77.70.27.73

3. BRIQUETERIE DE SAINTE-AGATHE

Groupe I.R.B.

M. Serge FUCHET, Gérant
M. Roger PRADEILLES, Responsable d'Exploitation

Siège social et Usine :
42130 STE-AGATHE-LA-BOUTERESSE
Téléphone : 77.97.54.55 - Telex : 380 978 F

43 - HAUTE-LOIRE

1. S.N.C ETS POMEL Groupe I.R.B.

M. Serge FUCHET, Gérant
M. R. POLLONI, responsable d'exploitation

Siège social et Usine : 43360 VERGONGHEON
Téléphone : 71.76.03.09 - Telex : 990 190 F
Télécopie : 71.76.96.98

44 - LOIRE-ATLANTIQUE

1. MARCEL RIVIEREAU (Etablissements)

Siège social et Usine : Route d'Ancenis
44430 LA BOISSIERE-DU-DORE
Téléphone : 40.33.70.43 - Téléfax : 40.33.70.60

Service Commercial : SIBO 1 rue Suffren B.P. 181
44006 NANTES Cedex - Téléphone : 40.73.68.97
Telex : 700 140 F - Téléfax : 40.73.92.01

2. TERRES CUITES VALLETAISES

Siège social et Usine : Les Roseaux 44330 VALLET
Téléphone : 40.33.96.85

Service Commercial : SIBO 1 rue Suffren B.P. 181
44006 NANTES Cedex - Téléphone : 40.73.68.97
Telex : 700 140 F - Téléfax : 40.73.92.01

45 - LOIRET

1. TERRE CUITE SAGET

M. Eric JUSSELIN, Gérant

*Siège social et Usine : Route de St-Gondon BP 14
45720 COULLONS
Téléphone : 38.36.11.18 - Télécopie : 38.29.21.27*

49 - MAINE-ET-LOIRE

1. LES BOISSEAUX MINANGOY

Groupe I.R.B.

M. Serge FUCHET, Gérant

M. Jean HOUZIAUX, Responsable d'exploitation

*Siège social et Usine : Av. de Verdun 49310 VIHIERES
Téléphone : 41.75.84.01 - Telex : 722 742 F
Téléfax : 41.75.06.30*

2. BRIQUETERIE BOUYER-LEROUX

*M. Georges-Marie LEROUX, Président Directeur Général
M. Bernard CHAILLOU, Directeur Général*

*Siège social et Usine : BP 5 "L'Etablère"
49280 LA SEGUINIÈRE
Téléphone : 41.63.76.16 - Telex : 720 296 F
Télécopie : 41.56.25.77*

*Service Commercial : SIBO 1 rue Suffren B.P. 181
44006 NANTES Cedex - Téléphone : 40.73.68.97
Telex : 700 140 F - Téléfax : 40.73.92.01*

3. BRIQUE DE VAUGIRARD

M. Alain HULEUX, Directeur Technique

*Siège social et Usine : 49430 DURTAL
Téléphone : 41.76.30.17 - Telex : 720 352 F
Télécopie : 41.76.08.51*

4. TERRES CUITES DES RAIRIES

Ets Ernest MONTRIEUX

M. Rémi MONTRIEUX, Président Directeur Général

*Siège social et Usine : Route de Fougeré BP 26
49430 LES RAIRIES - Téléphone : 41.76.32.28
Telex : 722 210 F - Télécopie : 41.76.00.04*

5. ETS JEAN RIVEREAU

*Siège social et Usine : 49270 ST-LAURENT-DES-AUTELS
Téléphone : 40.83.71.01 - Telex : 711 938 F*

*Service Commercial : SIBO 1 rue Suffren B.P. 181
44006 NANTES Cedex - Téléphone : 40.73.68.97
Telex : 700 140 F - Téléfax : 40.73.92.01*

51 - MARNE

1. TUILERIES GILARDONI

(Société Nouvelle des)
Groupe HUGUENOT-FENAL

M. Pierre BINET, Gérant

*Siège social : BP 3 - 51340 PARGNY-SUR-SAULX
Téléphone : 26.73.10.08 - Telex : 842 018 F*

*Usine : Bois-du-Roi 51340 PARGNY-SUR-SAULX
Téléphone : 26.73.10.10 Télécopie : 26.73.12.19*

51 - MARNE (suite)**2. TUILERIES HUGUENOT-FENAL**

M. Pierre BINET, Gérant
M. Christian GUIZOL, Gérant
Siège social et Usine : BP 3 - 51340 PARGNY-SUR-SAULX
Téléphone : 26.73.10.08 - Telex : 842 018 F
Télécopie : 26.73.19.57

59 - NORD**1. BRIQUETERIE BAR Frères**

M. Alain BAR, Gérant
Siège social et Usine : BP 25
59148 FLINES-LES-RACHES
Téléphone : 27.91.65.05 Télécopie : 21.91.68.89

Bureau commercial : C. R. T. C.
Village des Maisons du Nord - Foire de Lille - Cidex 30
59800 LILLE - Tél. 20.86.07.07 - Fax : 20.85.11.75

2. COMPTOIR TUILIER DU NORD
(Société Nouvelle du)
Groupe HUGUENOT-FENAL

M. Pierre BINET, Gérant
Siège social : BP 3 - 51340 PARGNY-SUR-SAULX
Téléphone : 26.73.10.08 - Telex : 842 018 F
Usine : 59133 PHALEMPIN
Téléphone : 20.90.25.02 - Télécopie : 20.32.72.81

3. BRIQUETERIE DUFLOT

M. DUFLOT, Gérant
Correspondance : 17 rue Victor-Hugo 59113 SECLIN
Téléphone : 20.90.10.22
Usine : Echangeur de l'Autoroute A1 - 59113 SECLIN
Téléphone : 20.90.10.22 et 20.32.64.11

Bureau commercial : C. R. T. C.
Village des Maisons du Nord - Foire de Lille - Cidex 30
59800 LILLE - Tél. 20.86.07.07 - Fax : 20.85.11.75

**4. BRIQUETERIE
DUPONT-DELECOURT**

M. Jacques-Jean DUPONT, Gérant
Siège social : Chemin des Postes 59450 SIN-LE-NOBLE
Téléphone : 27.88.62.00
Usines : Chemin des Postes 59450 SIN-LE-NOBLE
Téléphone : 27.88.62.00
Route de Douai 59151 ARLEUX-DU-NORD
Téléphone : 27.89.52.54

5. TUILERIES HUGUENOT-FENAL

M. Pierre BINET Gérant
M. Christian GUIZOL, Gérant
Siège social : BP. 3 - 51340 PARGNY-SUR-SAULX
Téléphone : 26.73.10.08 - Telex : 842 018 F
Usine : Libercourt 59261 WAHAGNIES
Téléphone : 20.86.98.33
Télécopie : 20.86.35.31

6. BRIQUETERIE LAMOUR

Siège social et Usine : 77 rue Faidherbe B.P 25
59119 WAZIERS Cedex
Téléphone : 27.96.24.30 - Télécopie : 27.96.81.23

Bureau commercial : C. R. T. C.
Village des Maisons du Nord - Foire de Lille - Cidex 30
59800 LILLE - Tél. 20.86.07.07 - Fax : 20.85.11.75

7. BRIQUETERIES DU NORD

*Siège social : Port Fluvial 9e rue BP 84 - 59003 LILLE Cedex
Téléphone : 20.93.28.28 - Telex : 132 145 F
Télécopie : 20.92.30.54*

*Bureau commercial : C. R. T. C.
Village des Maisons du Nord - Foire de Lille - Cidex 30
59800 LILLE - Tél. 20.86.07.07 - Fax : 20.85.11.75*

*Usines : . M. Marc BERNARD, Directeur
3 rue Mirabeau 59115 LEERS
Tél. 20.93.28.28 - Fax : 20.92.30.54
· Claude d'ALBISSIN, Directeur
Rue Vieille 59160 LOMME
Tél. 20.92.07.04 - Fax : 20.22.83.09
· M. Yves BERNARD, Directeur
30 rue Gauthier 59242 TEMPLEUVE
Tél. 20.61.46.06 - Fax : 20.59.53.40*

8. BRIQUETERIE DE L'ENTREPRISE DE ROUBAIX ET ENVIRONS

*Siège social : 28 rue d'Alsace 59100 ROUBAIX
Téléphone : 20.70.42.12
Usine: Rue du Calvaire 59510 HEM
Téléphone : 20.75.66.42*

*Bureau commercial : C. R. T. C.
Village des Maisons du Nord - Foire de Lille - Cidex 30
59800 LILLE - Tél. 20.86.07.07 - Fax : 20.85.11.75*

**9. WOESTELANDT
TUILERIES-BARDAGES**

*M. Hubert WOESTELANDT, Gérant
M. Xavier WOESTELANDT, Directeur Général
M. Patrice WOESTELANDT, Directeur Technique
Mme Marie-Paule WOESTELANDT, Relations Publiques
et Commerciales
Siège social et Usine : Nieurlet 59143 WATTEN
Téléphone : 21.88.31.60 - Telex : 133 658 F
Télécopie : 21.88.10.72*

1. BRIQUETERIE D'ALLONNE

*M. Michel DEWULF, Gérant
Siège Social : 60000 ALLONNE
Téléphone : 44.02.06.82*

2. TUILERIES HUGUENOT-FENAL

*M. Pierre BINET, Gérant
M. Christian GUIZOL, Gérant
Siège Social : BP 3 - 51340 PARGNY-SUR-SAULX
Téléphone : 26.73.10.08 - Telex : 842.018 F
Usine : 60850 ST-GERMER-DE-FLY
Téléphone : 44.82.50.04 Télécopie : 44.82.64.46*

3. BRIQUETERIE REJOU

*Siège social : 19 rue Frédéric Petit
60210 GRANDVILLIERS
Téléphone : Bureaux - 44.46.76.41
Usine - 44.46.73.65*

62 - PAS-DE-CALAIS

1. COMPTOIR TUILIER DU NORD

(Société Nouvelle du)
Groupe HUGUENOT-FENAL

M. Pierre BINET, Gérant
Siège social : BP 3 - 51340 PARGNY-SUR-SAULX
Téléphone : 26.73.10.08 - Telex : 842 018 F
Usine : 62120 WARDRECQUES
Téléphone : 21.93.64.33
Télécopie : 21.38.03.53

2. SA HECQUET BRIQUETERIE QUIENOT

Siège social : Z.I. BP 22 - 62440 HARNES
Téléphone : 21.70.20.32 - Telex : 810 977 F
Usine : 62260 CAUCHY-A-LA-TOUR
Téléphone : 21.27.03.11 - Telex : 110 196 F

3. BRIQUETERIE D'HULLUCH NBH

M. Francis LEGROS, Président
M. Marcel RENER, Directeur
Jack VERLAINE, Directeur Général des HBNPC
Administrateur
Jean BOHY, Président Directeur Général
de COFRAC - Administrateur
Siège social : 64 rue des Minimes BP 513
59505 DOUAI Cedex - Téléphone : 27.88.31.11
Usine : Route de Vermelles BP 6
62410 HULLUCH
Téléphone : 21.40.24.24 - Telex : 130 274 F
Téléfax : 21.40.35.24

67 - BAS-RHIN

1. TUILERIES REUNIES DU BAS-RHIN

M. Jean-Dominique STURM, Président Directeur Général
M. René WEBER, Directeur Général

Siège social : 151 Rte du Général de Gaulle BP 176
67304 SCHILTIGHEIM Cedex
Téléphone : 88.33.14.81 - Telex : 890 020 F
Téléfax : 88.81.19.09

Usines : . 5 Rue du Canal 67200 ACHENHEIM
Téléphone : 88.96.00.18 Fax : 88.96.58.19
. 75 rue du Docteur Deutsch
67660 BETSDORF
Téléphone : 88.54.42.51 - Fax : 88.54.40.61

Dépôt : 67160 RIEDELSELTZ - Tél. 88.94.03.13

2. BISCH-MARLEY

M. Jean CHARLIN, Directeur Général, Président du Directoire
M. Patrick KOEHLHOEFFER, Directeur Commercial

Siège social et Usine : 25 rue de la Gare 67470 SELTZ
Téléphone : 88.86.50.08 - Telex : 890 533 F
Téléfax : 88.86.88.70

3. TUILERIES J-Ph. STURM

M. Jean-Dominique STURM, Président Directeur Général
M. Georges LEY, Directeur Général
Siège social : Rte de Wettolsheim BP 5
68420 EGUISHHEIM
Téléphone : 89.41.50.62 - Telex : 880 948 F
Télécopie : 88.24.03.91
Usine : 67330 BOUXWILLER - Tél. 88.70.71.28
Télécopie : 88.71.32.38

68 - HAUT-RHIN

1. MIGEON SA BRIQUETERIE DE PONT-D'ASPACH Groupe LAUFEN

M. Alain MIGEON, Président Directeur Général

M. Philippe LAFAURIE, Directeur Général

Siège social : 25170 LANTENNE-VERTIERE

Téléphone : 81.58.21.58

Usine : Rue de la Gare BP 2

68520 BURNHAUPT-LE-HAUT

Téléphone : 89.48.70.60 - Télécopie : 89.48.76.55

Sces Commerciaux : 25770 FRANOIS

Téléphone : 81.59.02.01 - Telex : 361.573 F

Télécopie : 81.59.02.90

2. TUILERIES J-Ph. STURM

M. Jean-Dominique STURM, Président Directeur Général

M. Georges LEY, Directeur Général

Siège social : BP 5 - 68420 EGUISHHEIM

Téléphone : 89.41.50.62 - Telex : 880 948 F

Télécopie : 89.24.03.91

Usine : 68250 ROUFFACH Tél. 89.49.62.13

Telex : 880 430 F - Télécopie : 89.49.64.96

Dépôts 68110 ILLZACH-MODENHEIM Tél. 89.46.40.05

88200 SAINT-NABORD - Tél. 29.62.13.01

90140 FROIDEFONTAINE - Tél. 84.27.81.38

69 - RHONE

1. TUILERIE BLACHE

M. Robert MAILLET, Président Directeur Général

Siège social et Usine : 69 rue du Centre BP 6

69700 LOIRE-SUR-RHONE

Téléphone : 78.73.20.19 - Telex : 375 461 F

2. TUILERIES BRIQUETERIES LYONNAISES Groupe I.R.B.

M. Serge Fuchet, Gérant

M. Gilbert VANHAMME, Responsable d'exploitation

Siège social et Usine : ZI de Quincieux BP 47

69650 ST-GERMAIN-AU-MONT-D'OR

Téléphone : 78.91.11.12 - Telex : 370 663 F

Télécopie : 78.91.17.67

3. TUILERIE DE PRONY ETS A. DUBET

Siège social et Usine : 69620 OINGT

Téléphone : 74.71.20.25 - Télécopie : 74.71.28.47

4. GRANDE TUILERIE DU RHONE Groupe I.R.B.

M. Serge FUCHET, Gérant

M. Serge BARAZZUTTI, Responsable d'Exploitation

Siège social et Usine : 69610 STE-FOY-L'ARGENTIERE

Téléphone : 74.26.27.28 - Telex : 900 901 F

Téléfax : 74.26.12.94

71. SAONE-ET-LOIRE

1. TUILES LAMBERT

Comité de Direction :
M. Michel MAUGER, Président Directeur Général
M. Pierre KERHUEL, Directeur Général
37 rue du Pieu - 78130 LES MUREAUX
Téléphone : 1/30.99.56.88 - Telex : 698 294 F
Télécopie : 1/30.99.75.95

Siège social : 5 rue Vernet 75008 PARIS
Téléphone : 1/47.23.61.47 - Telex : 612 982 F

Usine : M. Jean-Marc FAURE, Directeur
Route de Châlon BP 65 - 71150 CHAGNY
Téléphone : 85.87.05.64 - Telex : 801.257F
Télécopie : 85.87.01.05

77 - SEINE-ET MARNE

1. TUILERIE THIBAUT

Siège social et Usine : SAINTS 77120 COULOMMIERS
Téléphone : 1/64.03.16.53

78 - YVELINES

1. TUILES LAMBERT

Comité de Direction :
M. Michel MAUGER, Président Directeur Général
M. Pierre KERHUEL, Directeur Général
37 rue du Pieu - 78130 LES MUREAUX
Téléphone : 1/30.99.56.88 - Telex : 698 294 F
Télécopie : 1/30.99.75.95

Siège social : 5 rue Vernet 75008 PARIS
Téléphone : 1/47.23.61.47 - Telex : 612 982 F

Usine : M. Jean-Claude PAURISÉ, Directeur
37 rue du Pieu - 78130 LES MUREAUX
Téléphone : 1/30.99.56.88 - Telex : 698 294 F
Télécopie : 1/30.99.75.95

79 - DEUX-SEVRES

1. ETSN. BOUYER

Usine : «La Blotterie » - 79290 CERSAY
Téléphone : 49.96.80.28

Service commercial : SIBO 1 rue de Suffren BP 181
44006 NANTES Cedex Téléphone : 40.73.68.97
Télex : 700 140 F - Téléfax : 40.73.92.01

81 - TARN

1. TUILERIE BRIQUETERIE DU LAURAGAIS GUIRAUD Frères

M. Pierre GUIRAUD, Président Directeur Général
M. Jacques GUIRAUD, Directeur Délégué
M. Laurent GUIRAUD, Directeur Commercial

Siège administratif : BP 2139 Minimes
114 Bd. de l'Embouchure 31018 TOULOUSE Cedex
Téléphone : 61.26.54.00 - Telex : 530 141 F
Téléfax : 61.26.54.73

Usine : Rieussequel 81240 SAINT-AMANS-SOULT

81 - TARN (suite)

2. TUILERIE SANS

M. Jean-François SANS, Président Directeur Général
M. Jean-Pierre GELIS, Directeur Général Adjoint

Siège social et Usine : 81220 Damiatte
Téléphone : 63.70.61.02 - Télécopie : 63.70.60.92

82 - TARN-ET-GARONNE

1. GELIS AQUITAINE

M. Gérard GELIS, Président Directeur Général

Siège social : Route d'Auch BP 313
31773 COLOMIERS Cedex
Téléphone : 61.30.61.00 - Telex : 520 365 F
Télécopie : 61.30.61.07

Usine : M. Jean-Pierre MARYE, Chef de Fabrication
Bessens - 82170 GRISOLLES
Téléphone : 63.64.42.42 - Telex : 520 076 F
Télécopie : 63.64.40.76

83 - VAR

1. CREATIONS CERAMIQUES CLAUSONNES S.A

M. Ralph INDERBITZIN, Président Directeur Général
M. Bernard FOURNET, Chef de Fabrication
Siège social et Usine : Le Plan Oriental
83440 MONTAOUROUX
Téléphone : 94.76.53.30 - Télécopie : 94.47.60.60

85 - VENDEE

1. LA CERAMIQUE DU BOCAGE

M. Bernard CHAILLOU, Gérant

Siège social et Usine : 85390 MOUILLERON-EN-PAREDS
Téléphone : 51.00.33.28

2. PRODUITS ROUGES DE VENDEE

M. Georges-Marie LEROUX, Directeur Général
M. Philippe HERNANDEZ, Directeur Technique

Siège social et Usine : St-Martin-des-Fontaines
85570 L'HERMENAULT
Téléphone : 51.00.12.63 - Télécopie : 51.00.17.79

Service Commercial : SIBO 1 rue de Suffren BP 181
44006 NANTES Cedex Téléphone : 40.73.68.97
Telex : 700 140 F - Télécopie : 40.73.92.01

87 - HAUTE-VIENNE

1. DUCHER

M. Claude DUCHER, Président Directeur Général

Siège social et Usine : La Besse

87400 SAINT-LEONARD-DE-NOBLAT

Téléphone : 55.56.04.86

89 - YONNE

1. ETS GAUTHIER

Mme BEAUFILS, Gérante

Siège social et Usine : Courboissy 89120 CHARNY

Téléphone : 86.63.67.57

2. TUILERIE DE PONTIGNY ALEONARD

M. Bernard ALEONARD, Président Directeur Général

M. Jean BOHY, Directeur Général

Siège social : 29 route d'Auxerre Cidex 12 - 89230 PONTIGNY

Téléphone : 86.47.41.52 - Telex : 351 700 F

Télécopie : 86.47.55.18

Usine 1 M. Christian LOUZON, Directeur Technique

29 route d'Auxerre Cidex 12 - 89230 PONTIGNY

Tél. 86.47.41.52 - Telex 351 700 - Fax 86.47.55.18

Usine 2 M. Robert MENEGHIN, Directeur Technique :

LES GRES DE PUISAYE Route de la Gare

89520 ST-SAUVEUR-EN-PUISAYE

Téléphone 86.45.55.11 - Télécopie 86.45.57.35

91 - ESSONNE

1. BRIQUE DE VAUGIRARD

M. Alain HULEUX, Directeur Technique

Siège social et Usine : Les Terres à Pots - CD 132

91470 ANGERVILLIERS

Téléphone : 1/64.59.13.42 - Telex : 604 853 F

Télécopie : 1/64.59.14.04

2. PACEMA

M. Jean BOHY, Président Directeur Général

M. Noël BOHY, Administrateur Directeur Commercial

M. Christian DUMOLIN, Administrateur

M. Carl VAN BIERVLIET, Administrateur

Siège Social : 80 Av. du Général de Gaulle

BP 9 - 94158 CHEVILLY-LARUE Cedex

Téléphone : 1/45.47.85.10 - Telex : 202 783 F

Télécopie : 1/45.47.38.37

Usine : M. Guy BELLIER, Directeur

Route de la Roche 91290 OLLAINVILLE

Téléphone : 1/64.90.16.56 - Telex : 601 363 F

Télécopie : 1/60.83.43.35

94 - VAL-DE-MARNE

1. PACEMA

*M. Jean BOHY, Président Directeur Général
M. Noël BOHY, Administrateur Directeur Commercial
M. Christian DUMOLIN, Administrateur
M. Carl VAN BIERVLIET, Administrateur*

*Siège Social : 80 Av. du Général de Gaulle
BP 9 - 94158 CHEVILLY-LARUE Cedex
Téléphone : 1/45.47.85.10 - Telex : 202 783 F
Télécopie : 1/45.47.38.37*

95 - VAL-D'OISE

1. ROCA BRIQUE Groupe HUGUENOT-FENAL

*Huguenot-Fenal, locataire gérant de Roca-Brique
M. Paul ROGER, Directeur*

*Siège social et Usine : BP 3 - 95270 BELLOYEN-FRANCE
Tél. : 1/30.35.99.10 - Télécopie : 1/30.35.90.74*

972 - MARTINIQUE

1. POTERIE DES TROIS-ILETS

MM. MARIE, Gérants

*Siège social et Usine : 97229 LES TROIS-ILETS
Tél. : 19.596/68.03.34 - Fax : 19.596/68.19.27*

Répertoire par fabrication

	BRIQUES PLEINES			BRIQUES CREUSES					BLOCS	TUILES					DIVERS			
	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12.1	12.2	13	14	15	16	17
01.1	MIGEON SA BRIQUETERIE DE PONT-DE-VAUX			.	.	.	.	.	.								.	CASIERS A BOUTEILLES
03.1	LA FRANCAISE DES TUILES ET BRIQUES	.		.	.	.	.	.		.							.	DRAINS - CASIERS A BOUTEILLES
10.1	BRIQUETERIE TUILERIE J. ROYER									.							.	
11.1	COVERLAND TUILERIES DE LIMOUX										.		.					
11.2	TB LAURAGAIS GUIRAUD			.		.	.	.		.	.	.	.		.			JAMBAGES ET APPLIS DE BAIES- BRIQUES HAUTEUR D'ETAGE
12.1	TERRES CUITES DE RAUJOLLES	.		.													.	TERRE CUITES DECORATIVES, BRUTES EMAILLEES, CARREAUX EMAILLES, ANIMATION MURALE GRES ET TERRE CUITE
13.1	COVERLAND TUILERIES DE MARSEILLE			.	.	.	.	.	.		.	.	.				.	CLAUSTRES-CASIERS A BOUTEILLES-JARDINIERS
14.1	BRIQUETERIE LAGRIVE	.	.	.														REVETEMENTS DE SOLS POUR COURTS DE TENNIS
14.2	TUILES LAMBERT									.								FAITEAUX TOITURE EN CHAUME-EPIS VERNISSES
16.1	BRIQUETERIE DU CHAMBON			.	.	.					.
16.2	COVERLAND TUILERIES DE ROUMAZIERES									.	.	.	.	.				ELEMENTS DE DECORATION BANQUETTES, JARDINES
16.3	TUILERIE LAMBERT									.	.							TUILES COURBES
16.4	TUILERIE BRIQUETERIE FRANCAISE										.	.	.	.			.	ARGILE EXPANSEE-BLOCS BOUTEILLES
18.1	BRIQUETERIE DE SAINT-PALAIS	.		.													.	BRIQUES DE PAVAGE
24.1	"LES ARTS DU FEU" ETS GLANGETAS	.		.						.							.	CARREAUX ET TUILES EMAILLES-TUILES GIRONNEES
24.2	SARL DURAND	.		.		.	.										.
25.1	MIGEON SA TUILERIE DE LANTENNE			.		.						.		.				TUILES PLATES A EMBOITEMENT
30.1	GENERALE FRANCAISE DE CERAMIQUE																.	ELEMENTS DE DECORATION BANQUETTES JARDINES
30.2	TUILERIE BRIQUETERIE DU PONT-D'AVIGNON		.	.	.	.	.	.	.								.	CARREAUX DE BRIQUES POUR CLOISONS-GENOISES
31.1	TUILERIE BRIQUETERIE DU COMMINGES	.		.							.		.

Briques pleines : 1. Briques pleines ou perforées - 2. Blocs perforés apparents - 3. Mulots et plaquettes.

Briques creuses : 4. Briques plâtrières - 5. Eléments de plafonds suspendus - 6. Briques creuses (moyennes et grandes) - 7. Briques à rupture de joint - 8. Briques G.

Blocs : 9. Blocs à perforations verticales.

Tuiles : 10. Tuiles plates - 11. Tuiles Canal - 12.1. Tuiles grand moule faiblement gaibées - 12.2. Tuiles grand moule fortement gaibées - 13. Tuiles petit moule.

Divers : 14. Boisseaux pour conduits de fumée - 15. Carreaux de sol - 16. Hourdis et entrevous de plancher - 17. Autres produits.

		BRIQUES PLEINES			BRIQUES CREUSES				BLOCS	TUILES					DIVERS				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12.1	12.2	13	14	15	16	17
31.2	GELIS & CIE	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.		.			.	.	BRIQUES S-BRIQUES PORCHERES-DRAINS-CLAUSTRES
31.3	TB LAURAGAIS GUIRAUD																.		ACCRODAL
31.4	TUILERIES TOULOUSAINES GUIRAUD				.	.	.	.	.									.	CASIER A BOUTEILLES-ACCESSOIRES
32.1	TUILERIE DU HOUGA				.		.			.	.	
33.1	GELIS AQUITAINE		.		.	.	.	.					
38.1	I.R.B.	.		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
39.1	TUILERIE E. JACOB										.	.							
40.1	TUILERIE BRIQUETERIE POUDEX										.	.	.	.					ACCESSOIRES DE COUVERTURE
42.1	FOTEC	.		.	.	.	.	.	.								.	.	DRAINS-BRIQUES PAVAGE-GENOISES-BARDEAUX
42.2	ROANNE-BRIQUE				.	.	.	.	.					
42.3	BRIQUETERIE DE SAINTE-AGATHE				.	.	.									.			CARREAUX DE BRIQUE POUR CLOISONS SECHES
43.1	POMEL	.														.			POTERIES-CASIER BOUTEILLES CARREAUX DE BRIQUE POUR CLOISONS SECHES
44.1	MARCEL RIVEREAU				.	.	.		.	.			
44.2	TERRES CUITES VALLETAISES	.	.	.															BRIQUES DE PAVAGE
45.1	TERRE CUIE SAGET	.		.													.		
49.1	BOISSEAUX MINANGOY															.			POTERIES
49.2	BRIQUETERIE BOUYER-LEROUX	.	.	.	.	.	.	.	.										CARREAUX DE BRIQUE POUR CLOISONS
49.3	BRIQUE DE VAUGIRARD	.	.	.													.
49.4	TERRES CUITES DES RAIRIES	.		.													.		PRODUITS DE DECORATION DE CHEMINEE
49.5	JEAN RIVEREAU				.	.	.												
51.1	TUILERIES GILARDON												.		.				TUILES PLATES A EMBOITEMENT-ACCESSOIRES

Briques creuses : 4. Briques plâtrières - 5. Eléments de plafonds suspendus - 6. Briques creuses (moyennes et grandes) - 7. Briques à rupture de joint - 8. Briques G.

Blocs : 9. Blocs à perforations verticales.

Tuiles : 10. Tuiles plates - 11. Tuiles Canal - 12.1. Tuiles grand moule faiblement galbées - 12.2. Tuiles grand moule fortement galbées - 13. Tuiles petit moule.

Divers : 14. Boisseaux pour conduits de fumée - 15. Carreaux de sol - 16. Hourdis et entrevous de plancher - 17. Autres produits.

	BRIQUES PLEINES			BRIQUES CREUSES					BLOCS	TUILES					DIVERS				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12.1	12.2	13	14	15	16	17	
51.2	TUILERIES HUGUENOT-FENAL												*	*	*				ACCESSOIRES DE COUVERTURE
59.1	*	*							*										
59.2	COMPTOIR TUILIER DU NORD									*									
59.3	BRIQUETERIE DUFLOT					*													
59.4	BRIQ. DUPONT-DELECOURT					*													BRIQUES PLEINES RUSTIQUES POUR MONUMENTS HISTORIQUES
59.5	TUILERIES HUGUENOT-FENAL													*					ACCESSOIRES DE COUVERTURE
59.6	BRIQUETERIE LAMOUR					*													
59.7	BRIQUETERIES DU NORD			*	*	*	*		*									*	
59.8	BRIQUETERIE DE L'ENTREPRISE					*													
59.9	WOESTELANDT TUILERIES-BARDAGES					*		*		*		*		*					BARDAGES ASPECT BRIQUE-TUILES-DALLE DALLES PORCHERES-ECRAN ANTI-BRUIT DRAINS-TENNIS-PANNES FLAMANDES
60.1	BRIQUETERIE D'ALLONNE			*		*										*			TUILEAUX
60.2	TUILERIES HUGUENOT-FENAL													*					ACCESSOIRES DE COUVERTURE
60.3	BRIQUETERIE REJOU					*													
62.1	COMPTOIR TUILIER DU NORD													*					
62.3	QUIENOT-HECQUET			*	*	*													
62.4	BRIQUETERIE D'HULLUCH-NBH			*	*	*													SOLS SPORTIFS
67.1	TUILERIES REUNIES DU BAS-RHIN			*		*		*	*									*	
67.2	BISCH-MARLEY									*		*	*						
67.3	TUILERIES J-Ph. STURM									*									
68.1	MIGEON SA BRIQUETERIE PONT-D'ASPACH				*				*									*	

Briques creuses : 4. Briques plâtrières - 5. Eléments de plafonds suspendus - 6. Briques creuses (moyennes et grandes) - 7. Briques à rupture de joint - 8. Briques G.

Blocs : 9. Blocs à perforations verticales.

Tuiles : 10. Tuiles plates - 11. Tuiles Canal - 12.1. Tuiles grand moule faiblement galbées - 12.2. Tuiles grand moule fortement galbées - 13. Tuiles petit moule.

Divers : 14. Boisseaux pour conduits de fumée - 15. Carreaux de sol - 16. Hourdis et entrevous de plancher - 17. Autres produits.

	BRIQUES PLEINES			BRIQUES CREUSES					BLOCS	TUILES					DIVERS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12.1	12.2	13	14	15	16	17
68.2																		DRAINS-DALLES D'ECURIES-LINTEAUX CERAMIQUES PRECONSTRAINTS
69.1																		TUILES VERNISSEES-BRIQUES CHAUFFERETTES
69.2																		
69.3																		POTERIES-TUILES GIRONNEES
69.4																		
71.1																		
77.1																		CAPREUX DE GRES
78.1																		TUILES PLATES A EMBOITEMENT
79.1																		
81.1																		APPUIS BAIES-ELEMENTS MOULURES, CLAUSTRÉS, VETURES
81.2																		ACCESSOIRES DE COUVERTURE
82.1																		
83.1																		LAVE EMAILLEE
85.1																		
85.2																		
87.1																		DRAINS
89.1																		
89.3																		TUILES IMBRESX ET TEGULA PRODUITS DE CHEMINEE A FOYER OUVERT
91.1																		BRIQUES DE PAVAGE
91.2																		BARDAGE ALVEOLE-BRIQUES PAVAGE
95.1																		BRIQUES POUR DALLAGES EXTERIEURS
972.1																		CLAUSTRÉS

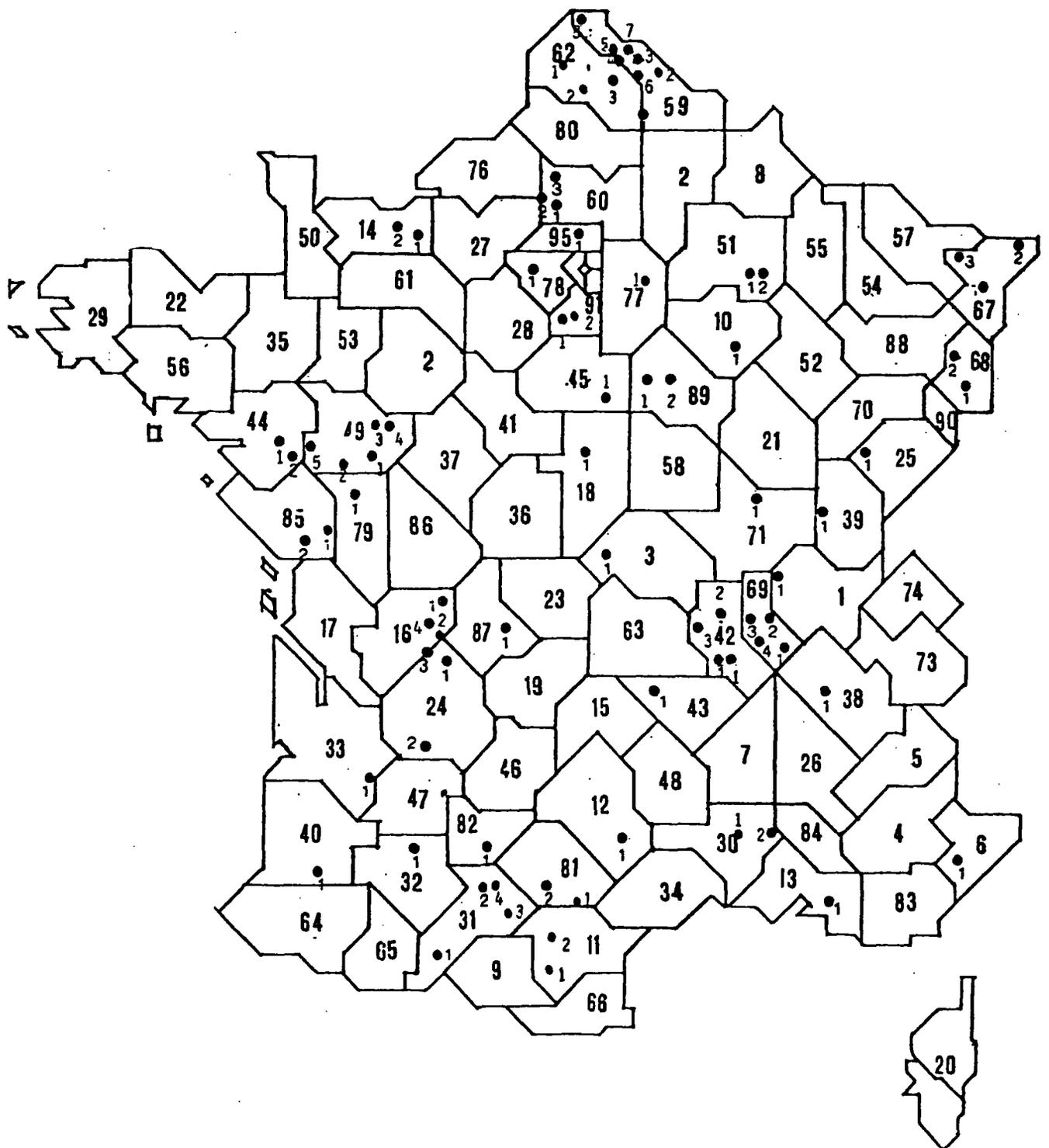
Briques creuses : 4. Briques plâtrières - 5. Eléments de plafonds suspendus - 6. Briques creuses (moyennes et grandes) - 7. Briques à rupture de joint - 8. Briques G.

Blocs : 9. Blocs à perforations verticales.

Tuiles : 10. Tuiles plates - 11. Tuiles Canal - 12.1. Tuiles grand moule faiblement galbées - 12.2. Tuiles grand moule fortement galbées - 13. Tuiles petit moule.

Divers : 14. Boisseaux pour conduits de fumée - 15. Carreaux de sol - 16. Hourdis et entrevous de plancher - 17. Autres produits.

Localisation des fabrications



Pour obtenir les noms et adresses des fabricants figurant sur cette carte, il suffit de se reporter au REPERTOIRE DES FABRICANTS PAR DEPARTEMENT , page 7.

ANNEXE 2

**SYNDICAT NATIONAL DES INDUSTRIES FRANÇAISES
DE LA POTERIE. LISTE DES ADHÉRENTS,
SEPTEMBRE 1990**



SYNDICAT NATIONAL
DES INDUSTRIES FRANÇAISES DE LA POTERIE
44 RUE COPERNIC - 75116 PARIS

LISTE DES ADHERENTS

POTERIE D'ALBI
112, AVENUE ALBERT-THOMAS
81000 ALBI (TARN)
Tél. 16- 63 60 71 00

POTERIE CULINAIRE ET DECORATIVE
POTERIE HORTICOLE
PIERRE RECONSTITUEE

ETABLISSEMENTS BARRIELLE
94, RUE DE LA REPUBLIQUE,
CENTRAL PARC
13400 AUBAGNE (BOUCHES-DU-RHÔNE)
Tél. 16- 42 70 16 80

POTERIES HORTICOLES
POTERIES DE BATIMENT

STÉ D'EXPLOITATION DES POTERIES
RENÉ BECK
8, RUE DE LA MONTAGNE
67620 SOUFFLENHEIM (BAS-RHIN)
Tél. 16- 88 86 60 36
Télex : 880658 - Fax : 88 86 77 01

POTERIES CULINAIRES

CERAMICOR
CHEMIN DES USINES
60850 SAINT GERMER DE FLY (OISE)
Tél. 16- 44 82 62 39

POTERIES DE BATIMENT
POTERIES ET GRES EMAILLES
CULINAIRES, HORTICOLES ET
ET ARTISTIQUES

ÉTABLISSEMENTS CHARRON
LA CROIX DE LORRAINE
BEAUCOUZÉ
49000 ANGERS (MAINE-ET-LOIRE)
Tél. 16- 41 39 72 46

POTERIES HORTICOLES

MANUFACTURE DE POTERIE P. JARS
ANNEYRON
26140 SAINT RAMBERT D'ALBON (DRÔME)
Tél. 16- 31 40 40 - Télex : 346582
Fax : 16- 75 31 44 96

POTERIES ARTISTIQUES
ET DIVERSES

ÉTABLISSEMENTS CLAROUS FRÈRES
MANÉ
31260 SALIES DU SALAT (HAUTE-GARONNE)
Tél. 16- 61 90 54 54 - Télex : 532327
Fax : 16- 61 90 68 56

POTERIES HORTICOLES
POTERIES DU BATIMENT

GRÈS ET POTERIES DE DIGOIN
B.P. N° 51
71160 DIGOIN (SAÔNE-ET-LOIRE)
Tél. 16- 85 53 18 11 - Télex : 801787
Fax : 16- 85 88 91 77

POTERIES HORTICOLES
POTERIES CULINAIRES

DUMONT MICHEL S.A.R.L.
ROUTE DE COSNE
58310 SAINT AMAND EN PUISAYE (NIÈVRE)
Tél. 16- 86 39 71 08 - Télex : 801201

GRES POUR LA TABLE

CÉRAMIQUES ELCHINGER
6-9, RUE DE SCHIRRHEIN
67620 SOUFFLENHEIM (BAS-RHIN)
Tél. 16- 88 86 61 06 - Télex : 870472
Fax : 16- 88 86 77 27

POTERIES FANTAISIE
TABLE ET CULINAIRE

ÉTABLISSEMENTS JEAN GUÉRIN
68, RUE DELA RÉPUBLIQUE
OUZOUER SUR TRÉZÉE
45250 BRIARE (LOIRET)
Tél. 16- 38 31 95 72

FOURNITURES GENERALES
POUR FLEURISTES

ÉTABLISSEMENTS ÉMILE HENRY & FILS
71110 MARCIGNY (SAÔNE-ET-LOIRE)
Tél. 16- 85 25 11 89 - Télex : 800620
Fax : 16- 85 25 13 38

POTERIES CULINAIRES

POTERIE LORRAINE
JEANMÉNIL - B.P. N° 2
88700 RAMBERVILLERS (VOSGES)
Tél. 16- 29 65 03 40 - Téléx : 960301
Fax : 16- 2965 45 54

POTERIES HORTICOLES

POTERIE MAINE
RUE JEAN-IMBERT
59216 SARS POTERIES (NORD)
Tél. 16- 27 61 64 34 -
Fax : 16 - 27 61 68 11

POTERIES CULINAIRES
POTERIES HORTICOLES

GUY NORMAND
LA POTERIE NEUVE
58310 SAINT AMAND EN PUISAYE (NIÈVRE)
Tél. 16- 86 39 62 72 - Fax : 86 39 68 51

POTERIE HORTICOLE
POTERIE EN GRES

POTERIE DE PAILLAS
MONTASTRUC DE SALIES
31160 ASPET (HAUTE-GARONNE)
Tél. 16- 61 97 53 34

POTERIE HORTICOLE ET
DECORATIVE

ROGER PIMPRENELLE
ROCHEGUDE
26130 SAINT PAUL TROIS CHÂTEAUX (DRÔME)
16- 75 04 80 87

POTERIE HORTICOLE

SOCIÉTÉ RAVEL-DECROIX & FILS
13400 AUBAGNE (BOUCHES-DU-RHÔNE)
Tél. 16- 42 03 05 59 - Fax : 42 03 94 84

POTERIE PROVENCALE
VASES HORTICOLES

POTERIE RENAULT (2 Poteries)
18410 ARGENT SUR SAULDRE (CHER)
Tél. 16- 48 73 63 71 - Téléx : 780527
Fax : 16- 48 73 32 32.

GRES AU SEL
POTERIE CULINAIRE
ET HORTICOLE



ANNEXE 3

CHAMBRE SYNDICALE DU CARREAU CÉRAMIQUE DE FRANCE. LISTE DES ADHÉRENTS, SEPTEMBRE 1990



CHAMBRE SYNDICALE DU CARREAU CÉRAMIQUE DE FRANCE

44 Rue Copernic - Tél. : (1) 45 00 18 56 - Téléc : 611913 F Ceratra

75116 PARIS

LISTE DES ADHERENTS

<u>ARTOIS</u> (Grès d') - La Comté	62150 HOUDAIN	21 41 07 00
<u>BOUTAL</u> (Carrelages) - Route de Draguignan	83690 SALERNES	94 70 62 12
<u>CAROFRANCE CERAMIQUE</u> - Couteuges	43230 PAULHAGUET	71 76 64 67
<u>CERABATI</u> - 19-21, rue Jean Lolive	93170 BAGNOLET	42 87 62 62
<u>CERAFRANCE</u> - Céramiques et grès de normandie Route de Marseille en Beauvaisis FERRIERES-EN-BRAY	76220 GOURNAY- EN-BRAY	35 90 00 95
<u>COLOMBIER</u> (Grès du) - Orriule	64390 SAUVETERRE- DE-BEARN	59 38 02 02
<u>DECIZE CERAMIQUES</u> -	58300 DECIZE	86 25 18 12
<u>DESVRES</u> - 171, rue Maurice Arnoux	92120 MONTROUGE	47 46 01 01
<u>DOUZIES CARRELAGE</u> - 36, rue Grévaux	59605 MAUBEUGE	27 62 19 01
<u>FRANCE ALFA</u> - Z.I. du Cérrou	81400 CARMAUX	63 36 85 60
<u>LONGCHAMP CARREAUX</u> - CD 132 TERRES A POTS ANGERVILLIERS	91470 LIMOURS	64 59 15 67
<u>RAIRIES</u> (Terres cuites des) Route de Fougeré Les Rairies	49430 DURTAL	41 76 32 28

.../...

<u>SAINTONGE</u> (Grès de) - Bussac-Forêt	17210	MONTLIEU- LA-GARDE	46 04 38 08
<u>SIMONS</u> Carrelages - 82, rue Faidherbe B.P. n° 206	59360	LE-CATEAU- CAMBRESIS	27 77 82 11
<u>VILLEROY & BOCH S.A.</u> -	77320	LA FERTE GAUCHER	64 20 20 00
<u>WINCKELMANS</u> (Ets) - 584, avenue de Dunkerque	59160	LOMME- LEZ-LILLE	20 92 16 54

SEPTEMBRE 1990

CHAMBRE SYNDICALE DU CARREAU CÉRAMIQUE DE FRANCE

44 Rue Copernic - Tél. : (1) 45 00 18 56 - Télex : 611913 F Cerafra

75116 PARIS

LISTE DES ETABLISSEMENTS

ALSACE

-) 67 - BAS-RHIN

CERABATI 67660 BETSCHDORF GT

AQUITAINE

-) 64 - PYRENEES ATLANTIQUES

COLOMBIER (Grès du) 64390 SAUVETERRE-
DE-BEARN GE

AUVERGNE

-) 43 - HAUTE-LOIRE

CAROFRANCE CERAMIQUE 43230 PAULHAGUET GE

BOURGOGNE

-) 58 - NIEVRE

DECIZE CERAMIQUES 58300 DECIZE GC - GE

-) 71 - SAONE ET LOIRE

CERABATI 71600 PARAY-LE-
MONIAL GC

CENTRE

-) 36 - INDRE

CERABATI 36001 CHATEAUROUX FA - GE

CHAMPAGNE

-) 51 - MARNE

VILLEROY & BOCH S.A. 51200 OIRY FA - GE - GC

.../...

FRANCHE-COMTE

-) 25 - DOUBS

LONGCHAMP CARREAUX 25000 BESANCON GE

HAUTE-NORMANDIE

-) 76 - SEINE MARITIME

CERAFRANCE- Céramiques et Grès de Normandie 76220 GOURNAY-EN-BRAY GT

MIDI-PYRENEES

-) 81 - TARN

FRANCE ALFA 81400 CARMAUX GE

NORD

-) 59 - NORD

DESVRES 59605 MAUBEUGE GC - GE
59550 LANDRECIES GT
59168 BOUSSOIS GE
59750 FEIGNIES GE

DOUZIES CARRELAGE 59605 MAUBEUGE GC - GE

SIMONS Carrelages 59360 LE-CATEAU-CAMBRESIS GC

VILLEROY & BOCH S.A. 59320 HAUBOURDIN GC - GE

WINCKELMANS (Ets) 59605 LOMME-LEZ-LILLE GC

-) 62 - PAS-DE-CALAIS

ARTOIS (Grès d') 62150 HOUDAIN GT

DESVRES 62240 DESVRES FA

PAYS DE LA LOIRE

-) 49 - MAINE-ET-LOIRE

RAIRIES (Terres Cuites des) 49430 DURTAL GE

PICARDIE

-) 60 - OISE

CERABATI

60700 PONT-STE-
MAXENCE

GC

POITOU-CHARENTE

-) 17 - CHARENTE-MARITIME

GRES DE SAINTONGE

17210 BUSSAC

GT

PROVENCE - COTE D'AZUR

-) 83 - VAR

BOUTAL (Carrelages)

83690 SALERNES

GE

ILE DE FRANCE

-) 77 - SEINE ET MARNE

VILLEROY & BOCH S.A.

77320 LA FERTE
GAUCHER

FA - GE - G

LEGENDE

GT = Grès étiré émaillé et non émaillé
GE = Grès émaillé pressé
GC = Grès cérame non émaillé
FA = Faïence émaillée

CHAMBRE SYNDICALE DU CARREAU CÉRAMIQUE DE FRANCE

44 Rue Copernic - Tél. : (1) 45 00 18 56 - Télex : 611913 F Cerafra

75116 PARIS

LISTE DES CENTRES D'INFORMATION ET DE DOCUMENTATION à Paris

-) CARRE

91, quai de Valmy - 75010 PARIS

Téléphone : 46 07 03 26

(GRES D'ARTOIS - GRES DU COLOMBIER - CERAFRANCE Céramiques et grès de normandie)

-) DESVRES

171, rue Maurice Arnoux - 92120 MONTROUGE

Téléphone : 47 46 01 01

-) VILLEROY & BOCH

82, rue d'Hauteville - 75010 PARIS

Téléphone : 47 70 27 69

-) CAROFRANCE CERAMIQUE

-) FRANCE ALFA

17, avenue Arago - 91420 MORANGIS

Téléphone : 69 09 31 14

SEPTEMBRE 1990

ANNEXE 4
COMPOSITION CHIMIQUE DES PRINCIPALES ARGILES
À TERRE CUITE FRANÇAISES

(d'après C. Bardin, complété par P.M. Thibaut, 1991)



	(Lehm)				(argile rouge)	(Mame de Fresnes)	(Vaugirard, Saint-Chéron)								
Département	Nord	Nord	Bas Rhin	Oise	Oise	Seine	Seine	S et L	Loiret	Cher	S et L	S et L	Côte d'Or	Rhône	Drôme
Utilisation	Briques	Tuiles	Briques	Briques	Tuiles	Briques Tuiles	Briques Tuiles	Briques Tuiles	Briques	Tuiles	Tuiles	Tuiles	Tuiles	Tuiles	Tuiles
SiO ₂ libre	56,85														
SiO ₂ combiné	21,35	55,25	59,45	70,05	65,00	49,05	67,20	59,90	77,50	63,25	56,70	58,55	52,95	59,60	53,70
TiO ₂	0,50	0,40	0,55	0,55	0,95	-	2,20	1,25	0,45	0,95	0,55	0,65	0,30	-	0,85
Al ₂ O ₃	8,95	21,85	7,75	12,00	19,15	19,45	18,50	19,10	11,50	21,40	25,75	19,35	23,60	20,70	24,45
Fe ₂ O ₃	4,50	7,25	1,20	5,45	4,50	5,65	3,70	5,40	3,50	2,20	5,45	7,60	6,70	7,60	8,70
CaO	0,45	1,05	14,50	0,70	1,70	8,85	0,95	1,80	0,60	0,75	0,95	1,55	2,55	3,00	0,80
MgO	0,35	0,80	0,05	tr	-	0,30	tr	0,95	tr	0,65	-	-	0,30	0,70	tr
SO ₃	0,15	1,05	0,25	-	-	0,55	-	-	-	-	tr	tr	tr	-	-
K ₂ O + Na ₂ O	0,95	2,70	1,95	2,70	2,50	3,55	0,60	3,50	2,95	3,85	0,90	0,85	2,50	-	1,70
CO ₂	-	-	10,55	-	-	7,60	-	-	-	-	-	-	-	2,40	-
H ₂ O	4,85	9,40	3,70	8,65	6,40	5,10	7,15	7,70	3,80	6,90	9,15	11,05	10,90	5,90	9,60
MnO	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,50	-	-	-
TOTAL	100,05	99,75	99,95	100,10	100,20	100,10	100,30	99,60	100,30	99,95	99,85	100,10	99,80	99,90	99,80

Département	Loire	Loire	Charente	Charente	Basses Pyrénées	Gers	Pyrénées-Orientales	Bouches-du-Rhône
Utilisation	Tuiles	Tuiles	Tuiles	Granulats d'argile expansée	Briques Tuiles	Tuiles	Tuiles	Tuiles
SiO ₂ libre	59,50	55,95	59,45	54,60	49,60	67,50	65,05	35,80
SiO ₂ combiné								
TiO ₂	0,90	1,10	1,00	0,95	0,85	1,00	0,25	0,40
Al ₂ O ₃	20,40	22,40	20,35	17,40	16,25	15,10	20,15	19,80
Fe ₂ O ₃	4,00	6,20	5,20	12,60	4,00	6,10	5,40	4,70
CaO	1,00	1,00	0,75	0,90	10,70	0,80	0,85	14,00
MgO	1,00	2,15	1,65	1,80	1,60	1,20	0,10	2,80
SO ₃	-	-	-	-	4,05	0,45	0,25	1,70
K ₂ O + Na ₂ O	5,90	4,45	5,00	5,60	3,30	2,40	1,15	1,50
CO ₂	-	-	-	-	6,60	-	-	13,60
H ₂ O	7,00	6,75	} 5,70	} 5,35	6,10	5,40	6,50	5,75
MnO	-	-	0,05	0,05	-	-	-	-
TOTAL	99,70	100,00	99,15	99,25	103,05	99,95	99,70	100,05

ANNEXE 5
CARACTÉRISTIQUES DE 6 ARGILES TYPIQUES
POUR TUILES ET BRIQUES

(d'après C. Bardin, CTTB)



Mémento roches et minéraux industriels - Argiles communes pour terre cuite

		Argile à tuiles de Bourgogne			Argile à tuiles de la région marseillaise			Argile schisteuse de la région lyonnaise (fabrication de produits creux)			Argile à produits creux du sud de la région parisienne			Lèss d'Alsace (fabrication de produits perforés en mélange avec une marne)			Terre franche (fabrication de briques pleines)		
Analyse chimique (%)	Perte au feu	6,83			15,5			10,8			8,4			16,4			3,05		
	Silice (SiO ₂)	61,5			42,6			51,5			58,9			50,9			77,8		
	Alumine (Al ₂ O ₃)	18,70			17,50			20,70			24,00			7,29			9,26		
	Fer (Fe ₂ O ₃)	8,05			6,10			6,20			5,37			2,90			4,00		
	Chaux (CaO)	0,96			11,90			4,85			0,75			16,90			1,28		
	Titane (TiO ₂)	0,89			0,73			1,01			1,30			0,46			0,76		
	Magnésie (MgO)	1,06			2,59			1,90			0,36			2,65			0,76		
	Potasse (K ₂ O)	2,06			2,49			2,10			0,91			0,86			2,01		
	Soude (Na ₂ O)	0,42			0,37			0,71			0,13			0,91			0,89		
Analyse granulométrique (%)	< 2,5 µm	44,3			17,4			7,5			57,3			3,3			12		
	2,5 - 10 µm	32			57,1			36,5			27			14,2			26		
	10 - 40 µm	12,7			24,5			43			8,5			72,4			29		
	> 40 µm	11			1			13			7,2			10,1			33		
Composition minéralogique	Illite Micas Quartz			Illite Calcaire + Quartz			Illite Quartz Calcaire			Kaolinite Quartz			Calcite + Illite			Quartz + Illite			
Humidité de façonnage (% du poids sec)	24,7			26			25,2			26,7			≈ 20			≈ 24			
Retrait de séchage (% long. sèche)	7,25			6,9			4,6			5,2			≈ 3			≈ 3			
Palier de cuisson	Température (° C)	850	950	1050	850	950	1050	850	950	1050	850	950	1050	850	950	1050	850	950	1050
	Retrait de cuisson (%)	1,2	4,2	5,7	-0,2	-0,6	0,6	0,2	0,2	0,7	2,4	3,2	5,8	-0,7	-1	-1	-0,4	1,1	4,5
	Coefficient d'absorption d'eau (%)	9,9	4,6	1,7	18,2	18,5	17,7	19,5	18,6	17,8	13,6	12	7	31,9	32,4	33,3	14,9	12,6	6

Nota : le signe - devant certains chiffres de retrait indique qu'il y a eu, en fait, dilatation.

COMMENTAIRES

ARGILE À TUILES DE BOURGOGNE

Cette argile est caractérisée par une teneur en alumine assez élevée, l'absence de chaux et une teneur importante en oxyde de fer.

L'analyse granulométrique montre une grande finesse (44,3% de grains inférieurs à 2,5 μm).

En liaison avec la plasticité importante, on observe un retrait au séchage élevé et un palier de cuisson assez médiocre, en ce sens que les retraits et les coefficients d'absorption d'eau varient rapidement, ce qui exige une température de cuisson très contrôlée.

ARGILE À TUILES DE LA RÉGION MARSEILLAISE

Cette argile est caractérisée par une teneur en chaux importante qui confère une perte au feu élevée (à cause du départ de CO_2 , suite à la décomposition des carbonates). La conséquence sur les produits cuits est de conférer au tesson, en plus d'une couleur blanche, une porosité élevée.

Sa granularité est assez fine, comme souvent pour les argiles calcaires. Le retrait à la cuisson est faible ainsi que cela se rencontre également souvent pour les argiles schisteuses de la région lyonnaise calcaire.

ARGILE SCHISTEUSE DE LA RÉGION LYONNAISE CALCAIRE

Il s'agit d'une matière première assez particulière, caractérisée par une teneur en alumine élevée et la présence d'une quantité moyenne de chaux. Malgré sa teneur élevée en alumine, cette argile a un retrait au séchage peu important, ce qui provient du caractère schisteux de cette matière première. Le palier de cuisson est bon, quoique le coefficient d'absorption d'eau des produits cuits soit un peu élevé.

ARGILE À PRODUITS CREUX DU SUD DE LA RÉGION PARISIENNE

Il s'agit d'une argile très plastique caractérisée par une haute teneur en alumine et des quantités faibles de fondants (oxyde de fer, chaux, oxydes alcalins). En relation avec la haute teneur en alumine, l'analyse granulométrique montre une texture

très fine (57,3% de grains inférieurs à 2,5 μm). Le constituant minéralogique de l'élément argileux est principalement de la kaolinite, ce qui est assez rare pour des argiles de terre cuite qui sont le plus souvent illitiques ou kaolino-illitiques. Comme il arrive souvent pour les argiles plastiques, le palier de cuisson est mauvais : on remarque des retraits importants et des coefficients d'absorption d'eau qui diminuent brutalement. Cela est dû au fait que le seul fondant présent en quantité sensible soit l'oxyde de fer. On obtient en général des paliers de cuisson plus réguliers lorsque les argiles contiennent plusieurs sortes de fondants (oxyde de fer, chaux, oxydes alcalins) dont les influences, en ce qui concerne le grésage, ne se font pas sentir à la même température, ce qui permet d'étaler, en quelque sorte, l'action fondante sur une large plage de température.

LESS D'ALSACE

Il s'agit d'une matière première très calcaire. Le départ de CO_2 , consécutif à la décomposition des carbonates, confère à l'argile une perte au feu élevée et une porosité extrêmement importante des produits cuits. Il n'y a pas de retrait de cuisson mais au contraire une légère dilatation.

L'analyse granulométrique montre une texture assez grossière. Le retrait de séchage est faible. La teneur en alumine est particulièrement faible. Il s'agit d'une argile très maigre : l'importante quantité de calcaire que contient cette matière joue le rôle de dégraissant.

TERRE FRANCHE

Il s'agit d'un lehm encore appelé limon des plateaux. C'est une argile maigre très siliceuse servant à la fabrication de briques pleines pressées. La très faible teneur en chaux et la faible teneur en alumine expliquent la perte au feu peu élevée (pas de dégagement de gaz carbonique et faible départ d'eau de constitution de l'élément argileux).

En liaison avec la faible plasticité de cette matière, le retrait de séchage est peu important. On note également un palier de cuisson assez mauvais.