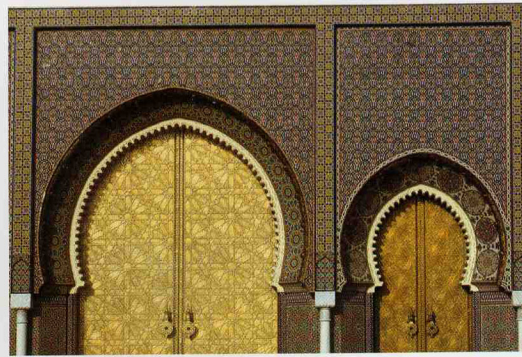
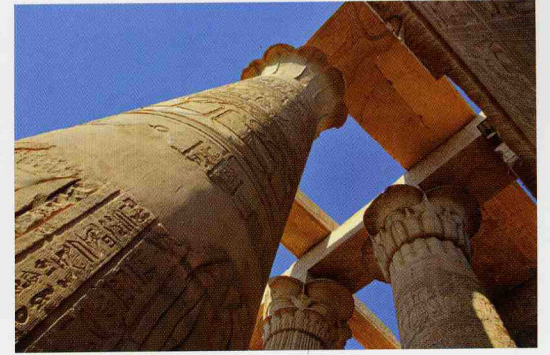


- 106 **Élever un mur**
- 108 Forces et résistance
- 112 Les murs de bois
- 116 Pierre par pierre
- 120 *Machu Picchu, Pérou*
- 122 Les murs de défense
- 124 La Grande Muraille de Chine
- 126 Brique par brique
- 130 *Ispahan, Iran*
- 132 Les ossatures
- 136 *Immeubles de grande hauteur à ossature acier, Chicago, États-Unis*
- 138 Rideaux de verre
- 140 L'habillage
- 142 *Frank Gehry*



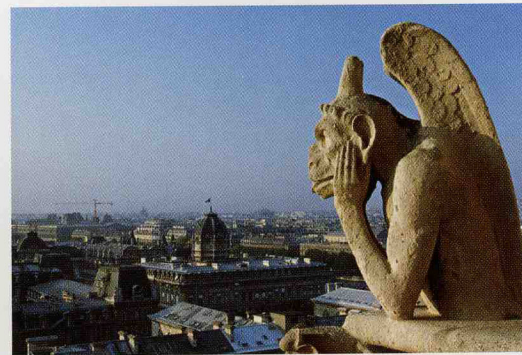
- 144 **Les entrées**
- 146 Les portes
- 150 *Le baptistère Saint-Jean, Florence, Italie*
- 152 Portes et portes monumentales
- 154 Ponts-levis et défenses
- 156 Les portails
- 158 Les portiques
- 160 Les façades
- 162 *L'Opéra Garnier, Paris*



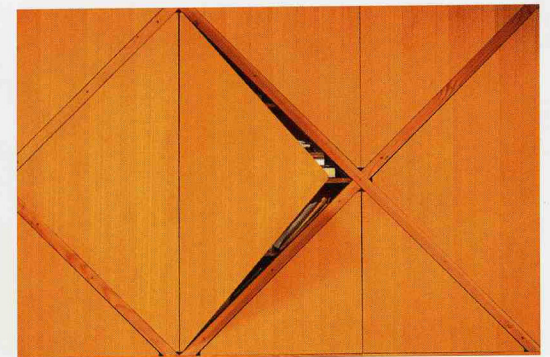
- 164 **Supports et charges**
- 166 Poteaux et poutres
- 170 *Stonehenge, Wiltshire, Angleterre*
- 172 Les colonnes
- 176 Les ordres classiques
- 180 *Le Parthénon, Athènes, Grèce*
- 182 Les colonnades
- 184 *Palmyre, Syrie*
- 186 L'entablement
- 190 *Kenzo Tange*
- 192 Fermes et poutres composées



- 298 **Confort et lumière**
- 300 La lumière naturelle
- 302 Les éléments d'une fenêtre
- 306 Les fenêtres vitrées
- 310 Le vitrail
- 312 *La cathédrale de Chartres*
- 314 L'éclairage artificiel
- 318 Ventilation et confort thermique



- 320 **L'art de l'ornementation**
- 322 La sculpture
- 324 Les couleurs de la pierre
- 326 *La Mezquita, Cordoue, Espagne*
- 328 Incrustations
- 330 *Le Taj Mahal, Agra, Inde*
- 332 Les carrelages
- 334 *L'Alhambra, Grenade, Espagne*
- 336 Les pilastres
- 338 Les statues
- 340 Les murs peints
- 342 Fresques et frises
- 344 *La Résidence, Würzburg, Allemagne*
- 346 Les pochoirs



- 348 **Les finitions**
- 350 Les sols
- 352 Lambris et boiseries
- 354 *Le château de Fontainebleau*
- 356 Plâtre, stuc et enduit
- 358 Les rangements
- 360 Éléments métalliques
- 362 Les détails
- 364 *Charles Rennie Mackintosh*

- 366 **Annexes**
- 368 Chronologie
- 369 Glossaire
- 383 Index

Les matériaux modernes

Les matériaux découverts ou inventés depuis la fin du XIX^e siècle ne sont pour la plupart employés dans la construction qu'avec parcimonie, hormis des exceptions telles que l'aluminium, la Bakélite et le vinyle. Souvent, les matériaux très spécialisés sont dérivés d'autres activités et industries, et non le fruit de recherches menées en vue du bâtiment.

L'extraction de l'aluminium de la bauxite (alumine hydratée) resta ardue jusqu'à ce qu'en 1886-1887 C.M. Hall et Paul Héroult élaborent simultanément, l'un aux États-Unis, l'autre en France, un procédé électrolytique permettant la réduction de l'alumine dans un bain en fusion. La commercialisation de ce métal s'avéra aussitôt beaucoup plus rentable. En 1888, le procédé de réduction de Hall fut mis en production par la Pittsburgh Reduction Company (future Aluminium Company of America, ou Alcoa). Dès 1884, l'obélisque de Washington avait vu sa pointe couverte de quelque trois kilos d'aluminium. En 1893, trois immeubles de Chicago, le Venetian, l'Isabella et le Monadnock, furent dotés d'éléments en aluminium, tandis que l'*Éros* de Piccadilly Circus, à Londres, fut fondu en aluminium. L'emploi de ce métal se répandit alors et en 1912, le Koppers Building de Pittsburgh, en Pennsylvanie, s'agrémentait de plus de 900 écoinçons en aluminium moulé au sable. Ce métal allait par la suite être adopté pour des châssis de fenêtres et des ossatures de murs-rideaux comme pour des toitures ou des parements de murs.

L'ère des matières plastiques

Les matières plastiques sont les matériaux par excellence du XX^e siècle. La Bakélite, un dérivé phénolique, fut la première résine de synthèse. Elle doit son nom à l'Américain d'origine belge Léo Baekeland, qui mit au point sa fabrication de 1907 à 1909 par la condensation du phénol (un solide blanc et toxique) avec le formol (un composé organique simple), en général additionnés de sciure comme renfort. Employée comme isolant électrique ou thermique et pour des accessoires architecturaux tels que boutons et poignées de portes, elle a été éclipsée par d'autres plastiques.

Le PVC (abréviation de l'anglais *polyvinyl chloride*, ou polychlorure de vinyle) fut le premier revêtement de sol à concurrencer sérieusement le linoléum (constitué de composants organiques, dont de l'huile de lin). En 1926, les Américains Waldo Selon et B.F. Goodrich parvinrent à plastifier le PVC à l'aide de divers additifs. Apparus aux États-Unis en 1931, les carreaux de sol en PVC ne furent fabriqués en quantité significative qu'après la Seconde Guerre mondiale. Le PVC allait aussi servir à gainer les fils électriques et à fabriquer des tuyaux, revêtements de façade et autres composants architecturaux. Aujourd'hui, plus de la moitié du PVC produit dans le monde concerne le bâtiment.

Avec la Seconde Guerre mondiale et la pénurie de matériaux comme l'huile de lin, les peintures firent de gros progrès techniques. Après guerre apparurent diverses émulsions synthétiques à l'eau, notamment les peintures acryliques dès les années 1950. De séchage rapide

et à la portée des bricoleurs, elles s'étaient toutefois en couche plus mince que les huiles et emprisonnaient l'humidité dans les murs anciens.

La mélamine (en fait, le formaldéhyde de mélamine) trouva des applications après l'invention en 1912 du Formica (de l'anglais *for mica*, en guise de mica), un stratifié de résine de mélamine d'abord employé comme isolant électrique. Résistant et décoratif, il fut adopté pour les plans de travail et meubles de cuisine avant la Seconde Guerre mondiale. La résine de mélamine est aussi le constituant majeur des sols stratifiés.

Le polystyrène est un polymère aromatique tiré du pétrole. C'est un matériau à surface dure, incolore et peu flexible, mais bon marché et facile à façonner, qui s'emploie en plaques dans la construction, notamment pour coffrer le béton, et sous forme expansée comme isolant thermique.


Le nylon, terme générique désignant les polyamides, fut produit pour la première fois par l'Américain Wallace Carothers, ingénieur chimiste chez Dupont de Nemours. C'est l'un des polymères les plus couramment employés sous forme de fibre, avant tout pour les bas vers 1940, mais aussi, en raison de sa solidité et de sa résistance à l'abrasion, sous forme compacte pour diverses applications architecturales, depuis les roulettes jusqu'aux garnitures de portes et de fenêtres.

Polymère thermoplastique presque aussi transparent que le verre, le polycarbonate est un matériau léger presque incassable et thermorésistant. Il sert notamment à fabriquer des casques de sécurité, des CD et DVD, mais il est aussi utilisé en revêtement ou comme vitrage.

L'amiante

L'exploitation commerciale du minéral fibreux qu'est l'amiante débuta véritablement au Canada en 1877, avec l'ouverture de mines à Thetford et à Coleraine. Il trouva d'abord des utilisations telles que l'isolation de conduits de chauffage, mais la firme américaine H.W. Johns fut l'une des premières à lui trouver d'autres applications pratiques. Connue dès les années 1870 pour ses peintures à l'amiante, cette compagnie allait créer entre autres une bâche amiantée, un ciment pour fours et fourneaux, un revêtement de couverture en goudron de houille, amiante broyé et silice, des feutres de construction et un isolant en plaques. Si ces produits exploitaient tous la résistance au feu de l'amiante, ses fibres fines s'avèrent en outre un bon renfort pour le béton. Ayant eu l'idée de combiner cette fibre avec le ciment portland, l'Autrichien Ludwig Hatschek breveta et fabriqua dès 1900 les premières plaques de ciment à l'amiante, qui se montrèrent un matériau de couverture et de placage économique et durable.

Fabriqué par Hatschek sous forme d'ardoises ou de bardeaux à poser en diagonale, ce matériau fut bientôt produit en Belgique sous la marque Eternit. La forme en rouleau ne tarda pas à suivre avec l'Uralite. En 1918, deux ou trois compagnies anglaises en fabriquaient également. L'amiante en général et les ciments amiantés furent totalement discrédités dans les années



Élevé en 2003, le Laban Dance Centre de Londres s'entoure d'une paroi translucide de polycarbonate de couleur qui recouvre une autre paroi, en verre. Les reflets de la lumière du jour sur le polycarbonate produisent d'incessants changements de couleur.

Pierre par pierre

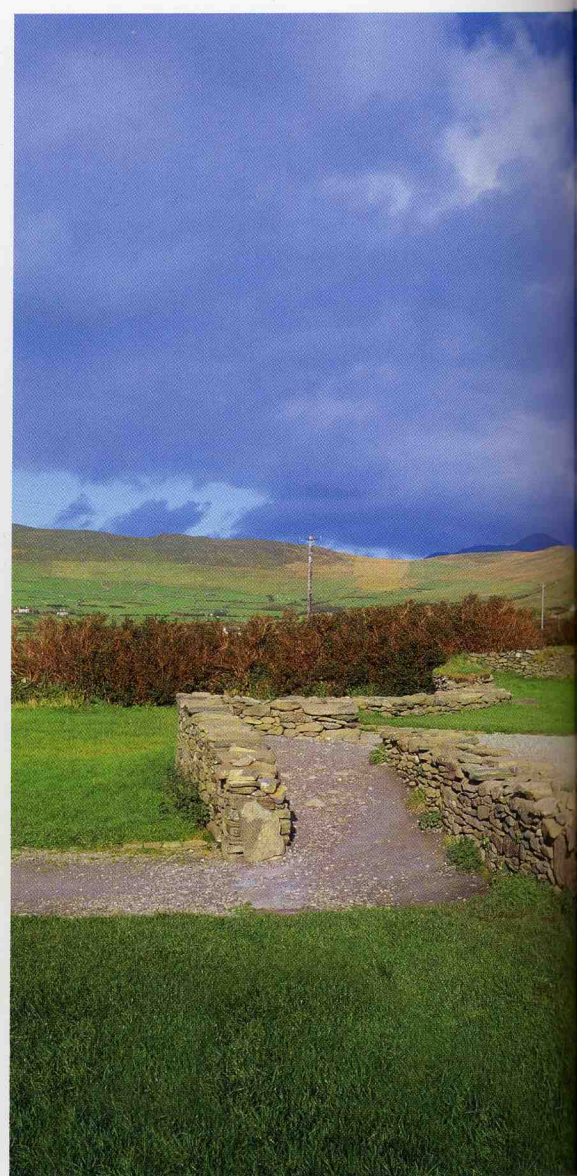
A certains moments, la masse en fusion qui constitue notre planète remonte jusqu'à sa surface et donne naissance aux matériaux de construction de base : la terre sur laquelle poussent les arbres, la boue dont sont faites les briques, et les rochers. La roche se compose de minéraux dont le principal est le quartz. Il existe trois types de roches. La roche ignée, comme le granite ou le basalte, est du magma surgi à travers la croûte terrestre à l'état de lave. Les roches sédimentaires, comme le grès et le calcaire, sont formées par la compression et la modification de débris de roches ou de sédiments, dont des restes de plantes et d'animaux. Les roches métamorphiques, comme le marbre et l'ardoise, sont des roches sédimentaires enterrées qui ont été soumises à d'intenses forces de pression et à la chaleur.

Les fragments de pierre irréguliers, cailloux, moellons ou blocaille, sont parmi les plus anciens matériaux de construction connus. Leur utilisation a été décrite au chapitre « Matériaux et techniques ». Certaines pierres sont plates, et peuvent être montées en voûtes en encorbellement ou coupoles (coupoles de forme pointue plutôt qu'hémisphérique). L'encorbellement résulte de la projection horizontale d'une pierre vers l'avant par rapport à la pierre sur laquelle elle repose. Deux encorbellements, mis en œuvre des deux côtés d'une ouverture ou d'un volume, se rejoignent au centre. Dès que des outils en métal ont été disponibles,

L'oratoire de Gallerus à Dingle (Irlande), édifié vers le VI^e-VII^e siècle, est en pierre sèche et couvert d'une voûte en berceau qui serait encore étanche. Ses seules ouvertures sont une porte rectangulaire, à l'ouest, et une fenêtre à l'est.

il était courant d'adapter les pierres naturelles en les taillant ou les fendant. Il est rare que des structures encore existantes soient édifiées à l'aide de pierres trouvées telles quelles dans la nature.

Parmi les structures en encorbellement de ce type, généralement circulaires, figurent les *nuraghi* – des tours fortifiées – de Sardaigne (vers 1500 av. J.-C.), en Grèce, le trésor d'Atrée, un tombeau mycénien (vers 1325 av. J.-C.), en Italie, certaines tombes étrusques datant du VII^e siècle av. J.-C., des tombes thraces du II^e siècle av. J.-C., découvertes dans ce qui est aujourd'hui la Bulgarie, et l'Oratoire de Gallerus à Dingle, en Irlande, édifié vers 600. Les exemples les plus connus de ce type de constructions sont les *trulli* en forme de ruches d'origine préhistorique, présents en Italie méridionale, et les bories du Sud de la France, dont certaines sont similaires au modèle italien mais d'autres de plan carré, et terminées par une voûte plutôt qu'une coupole pointée. Mais on possède aussi des traces plus anciennes de structures à encorbellement en brique ou en grosses pierres de carrière.



Les *trulli* des Pouilles

Les *trulli* (*trullo* au singulier) sont des constructions de pierre en forme de ruche présentes dans la région des Pouilles (sud-est de l'Italie). Ils ont été édifiés sans mortier, en pierres des champs. On en trouve dans une dizaine de villes. Élevée au-dessus d'un mur de base de 1,50 mètre de haut environ, la toiture du *trullo* est un bon exemple de la construction en encorbellement, chacune des assises rétrécissant jusqu'au sommet. La coupole est ensuite habillée d'un habillage supplémentaire de pierres plates pour l'étanchéifier. Un pinacle de forme originale et à la signification symbolique est ajouté au sommet. Ces toits coniques sont souvent peints d'un motif décoratif : croix, étoiles, croissants.

Si la technique de la construction en pierre sèche remonte à la préhistoire, les *trulli* se multiplièrent au XV^e siècle, après l'établissement d'une taxe sur les maisons. Le *trullo* pouvait être partiellement démolit avant une inspection pour le faire paraître inhabitable et éviter de payer l'impôt.

Un alignement de *trulli* le long d'une rue d'Alberobello, dans les Pouilles (Italie). La ville, classée au Patrimoine mondial de l'humanité de l'Unesco, possède plus de mille de ces constructions.

