

## Ossature et structure de l'immeuble

### 2 CONNAÎTRE

- > Charges et surcharges
- > Ouvrages de structure
- > Modes constructifs

### 5 REGARDER

- > Diagnostic structural
- > Fissurations
- > Déformations
- > Traces d'humidité

### 7 ENTRETENIR ET RÉPARER

- > Reprises structurales
- > Protection contre l'humidité

### 8 AMÉLIORER

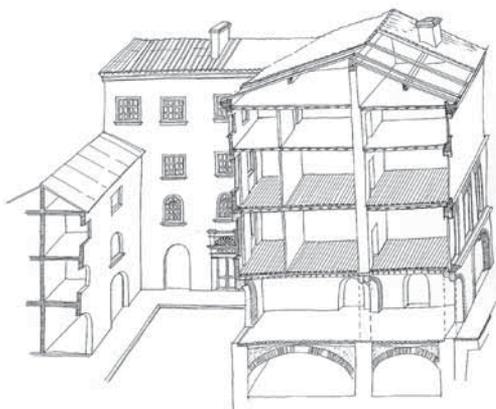
- > Renforcer
- > Percer
- > Protéger du feu

La structure, ou ossature, est le squelette d'un bâtiment. Elle supporte les efforts dus au poids de la construction elle-même, aux charges d'exploitation (poids des personnes, du mobilier et des équipements), aux charges climatiques (neige, par exemple) et éventuellement sismiques.

Ces efforts sont reportés jusqu'au sol par les fondations.

Toute intervention qui peut concerner la structure (création d'une ouverture en façade, percement d'une trémie pour installer un escalier, surélévation, ...) ne peut se faire qu'après un diagnostic approfondi réalisé par un professionnel.

## CONNAÎTRE



La structure d'un bâtiment forme un tout. Toute modification, toute intervention sur l'une de ses parties peut avoir des répercussions sur l'ensemble structural du bâtiment.

### CHARGES ET SURCHARGES

La structure de l'immeuble est soumise à divers efforts mécaniques : le poids propre de la construction ainsi que les charges d'exploitation et les efforts liés aux phénomènes naturels (neige, vent, séismes, poussées des terres, ...). Les charges d'exploitation des logements tiennent compte de l'occupation et de l'ameublement.

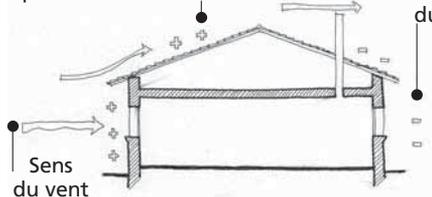
Ces efforts sont transmis au sol par l'intermédiaire des fondations.

Les murs d'un bâtiment qui sont face au vent subissent une poussée due à la pression exercée par l'air en mouvement. Les murs qui sont abrités du vent sont également soumis à des efforts du fait de la dépression qu'ils subissent. L'évaluation de ces efforts est effectuée en tenant compte du vent moyen et des effets de rafale. La situation des bâtiments est également prise en compte : on distingue les sites « protégés » tels un fond de cuvette bordé de collines, les sites « normaux », situés en plaine sans grandes dénivellations, les sites « exposés » comme le voisinage de la mer ou des vallées étroites.

Lors des séismes, les mouvements du sol sont transmis aux structures des bâtiments et peuvent les ébranler. Certaines zones de la France métropolitaine, plutôt situées à l'est du pays, de l'Alsace à la Côte d'Azur, sont en permanence soumises à des faibles mouvements sismiques indiscernables par les personnes mais enregistrés par des appareils sensibles. Pour résister aux sollicitations importantes, les structures doivent être renforcées par rapport aux structures ordinaires incapables de supporter de tels mouvements, notamment ceux qui sont horizontaux.

Poussées du vent sur les parois face au vent

Dépression en partie arrière du bâtiment



Efforts dus au vent



Fondations d'un bâtiment

### OUVRAGES DE STRUCTURE

#### Fondations

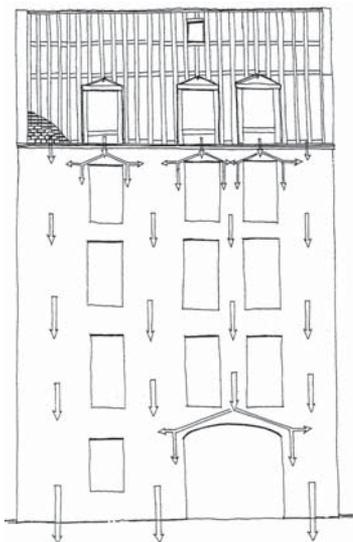
Les bâtiments reposent sur des fondations construites dans le sol. Cet ouvrage très important est difficile à diagnostiquer après construction puisque qu'il est enfoui dans le sol.

Les fondations sont dimensionnées et réalisées, d'une part en tenant compte de la nature du sol et de la configuration du terrain (horizontal ou en pente), d'autre part de l'importance du bâtiment : hauteur, activité, type de construction qui vont déterminer son poids.

Actuellement, le matériau le plus utilisé en fondation est le béton. On retrouve les mêmes principes techniques : plots ou semelles en béton sous tous les murs à élever, puits ou pieux, plate-forme sous toute la surface du bâtiment appelée « radier ».

Sur un terrain en pente, les fondations se combinent avec des murs enterrés qui ont pour fonction de retenir les terres situées en amont du bâtiment.

# Ossature et structure de l'immeuble



Descente de charge



Tirants



Chaînages

## Murs

Les murs ont pour fonction de porter les planchers, de transmettre au sol, par l'intermédiaire des fondations, leur poids et les charges qu'ils supportent, de protéger des intempéries. Ils comportent également des percements pour les portes et les fenêtres.

Le **linteau**, placé au-dessus de ces ouvertures, permet de reporter vers les parties pleines du mur le poids des ouvrages situés au-dessus. Cet élément de construction, de forme allongée et très résistant, est en bois, en pierre, en acier ou en béton. Le fait de placer les portes et les fenêtres les unes au-dessus des autres facilite la « descente de charge » jusqu'aux fondations. Sous les fenêtres, les **allèges** supportent des efforts peu importants (le poids des menuiseries) et pourraient de ce fait être peu épaisses. Cependant, leur épaisseur est en général identique à celle des murs afin qu'elles aient de bonnes performances thermiques.

Les **murs de refend** recoupent un bâtiment dans sa largeur ou sa longueur. Ils sont très importants pour sa stabilité en participant au contreventement. Les cheminées et leurs conduits sont souvent construits en appui contre ces ouvrages.

Les **contreventements** contribuent à la stabilité du bâtiment en reportant vers les murs des forces horizontales ou obliques qui peuvent s'exercer sur le bâtiment : celles du vent notamment. Deux murs perpendiculaires assurent mutuellement leur contreventement.

Les **chaînages** sont des dispositifs permettant d'empêcher l'écartement des murs d'une construction sous l'effet des efforts verticaux. Les chaînages les plus visibles dans les bâtiments anciens, sont les « tirants » de fer allant d'un mur à l'autre.

## Planchers et voûtes

Le **plancher** offre une surface plane et horizontale, support des activités des habitants. Il porte son poids propre ainsi que celui de l'ameublement et des occupants.

La **voûte** est un élément maçonné stable. Elle était couramment employée dans les bâtiments jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle pour les sous-sols, les caves et les rez-de-chaussée. Les voûtes soutiennent le plancher situé au-dessus d'elles. Elles peuvent reposer sur deux murs parallèles.

## Poteaux et poutres

Une structure peut également être réalisée à l'aide de poteaux et de poutres en bois, en acier ou en béton. La stabilité de cet ensemble est traditionnellement assurée par la présence de pièces placées en biais. Le triangle ainsi formé rigidifie l'ensemble (on parle d'éléments triangulés).

## Balcons et encorbellements

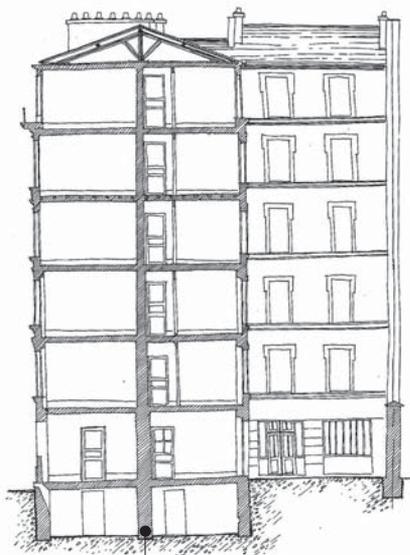
L'**encorbellement** est une partie de construction en porte-à-faux côté extérieur du mur. Il est fréquent dans les anciens bâtiments en bois.

Dans les bâtiments en pierre, les balcons sont réalisés à l'aide de pierres plates posées sur des **corbeaux** ou des **consoles** constitués de longues pierres encastées dans le mur et saillant en porte-à-faux. Les pierres utilisées doivent être très dures pour résister aux efforts mécaniques auxquels elles sont soumi-

# Ossature et structure de l'immeuble



Encorbellement



L'épaisseur des murs diminue avec la hauteur

Coupe d'un bâtiment

ses. Des consoles en acier ou en bois sont également souvent utilisées pour des structures en maçonnerie ou en bois.

Dans les bâtiments en béton armé, les balcons sont généralement liés aux planchers par des armatures en acier enrobées dans le béton, ce qui permet de supprimer la console.

## Cloisons

Les cloisons délimitent les pièces. Elles reposent sur les planchers et n'interviennent pas, en principe, dans la stabilité du bâtiment. Cependant, suite à une flexion excessive des planchers en bois, une partie des efforts peut être transmise à la cloison, qui dès lors devient « porteuse ». Lors d'un projet d'intervention sur la structure d'un tel bâtiment, le diagnostic de la structure doit mettre en évidence ces éventuels reports de charge.

## MODES CONSTRUCTIFS

Il existe de nombreuses manières de réaliser les structures des bâtiments, qui peuvent être associées entre elles.

## Murs

Le mode de réalisation le plus courant est la maçonnerie, assemblage de pierres, de briques ou de blocs de béton. Les éléments maçonnés sont liés entre eux à l'aide de mortier : de la terre, puis de la chaux et du sable, et maintenant de la chaux et du ciment ou, simplement, du ciment suivant les matériaux utilisés.

Comme les efforts mécaniques sont moindres dans les étages supérieurs, les murs maçonnés (en pierres ou en briques) des bâtiments anciens sont généralement construits plus épais à la base qu'au sommet.

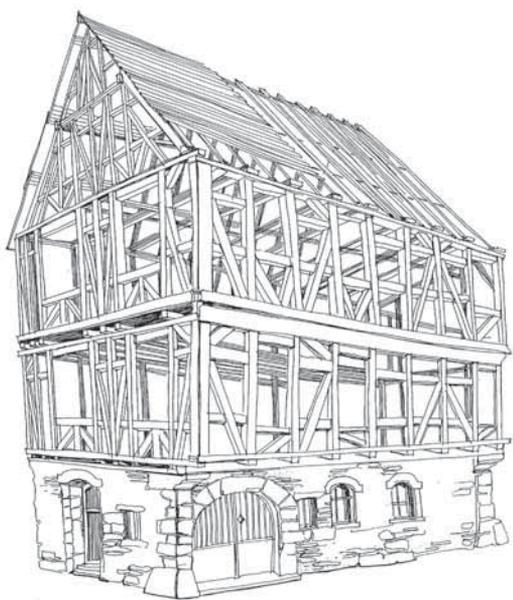
La tenue d'un mur seul dépend de son élancement, qui est le rapport de sa hauteur à son épaisseur : le mur est d'autant plus stable que son élancement est faible. Les murs d'un bâtiment sont liés entre eux pour former des géométries stables : des L, des U, des T, des rectangles. Des chaînages horizontaux au niveau des planchers et des chaînages verticaux, en angle ou en partie courante des murs assurent la stabilité de la structure.

## Planchers

Jusqu'au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'ossature des planchers d'étage était en bois. Pour des pièces de moins de 5 m de large, elle était souvent simplement constituée de **solives** en bois prenant appui sur les deux murs porteurs. Ces pièces de bois prennent appui sur le mur ou bien reposent sur une **lambourde**, encastree dans le mur ou posée sur des appuis en pierre appelés **corbeaux**. Pour les pièces plus larges ainsi que pour les constructions plus récentes, des poutres de dimensions plus importantes sont placées dans la largeur de la pièce. Des solives, plus petites, sont fixées perpendiculairement à ces poutres.

Les planchers récents sont en béton ou réalisés à l'aide d'un système issu de la technique précédente : des poutres métalliques ou de béton portent des **hourdis**, blocs creux de terre cuite, de béton, de polystyrène ou d'autres matières plastiques sur lesquels est coulée une dalle de béton.

# Ossature et structure de l'immeuble



Pan de bois

## *Pan de bois, pan de fer*

Une structure en pan de bois est constituée de l'assemblage de pièces de bois formant les murs et les planchers. Les poteaux de bois sont maintenus entre deux pièces de bois horizontales : les sablières hautes et basses. Sur les sablières hautes, reposent les poutres du plancher. La sablière basse de l'étage suivant est posée et fixée sur les extrémités de ces poutres. Le bâtiment est terminé par une charpente qui fait aussi partie de la structure. Les espaces entre les pièces de bois des ouvrages verticaux sont remplis de matériaux divers suivant les régions et les époques (terre, briques, ...).

Pour préserver le bois de l'humidité du sol ou des eaux de rejaillissement, les bâtiments en bois reposaient souvent sur des soubassements de pierres d'au moins 30 à 60 cm.

Les bâtiments en pan de fer sont réalisés sur le même principe que ceux en pan de bois, mais à l'aide de poteaux et poutres métalliques.

## REGARDER

Des modifications du bâtiment ou de son environnement (mouvements de sol, construction d'un immeuble mitoyen ...) peuvent créer des désordres tels que des fissurations, des déformations ou des traces d'humidité. Dès que l'on constate ces désordres, il est recommandé de faire établir un diagnostic par un professionnel. De même, avant toute intervention sur la structure, il est nécessaire de bien connaître l'état du bâtiment. L'étude des matériaux, des structures et de leur état permet d'évaluer les caractères de stabilité, de solidité et de durabilité de l'immeuble et de ses parties.

## DIAGNOSTIC STRUCTURAL

Le diagnostic structural commence toujours par un état des lieux. Il permet d'étudier les conditions de réalisation des projets touchant à la structure et, le cas échéant, les causes des désordres constatés puis de proposer des solutions. Le diagnostic de la structure peut comprendre l'étude des façades et des couvertures. Dans certaines situations, le diagnostic peut nécessiter un examen des fondations et une analyse du sol.

Cette étude permet de noter les différences entre l'état que devrait avoir le bâtiment et son état réel, de mesurer les déplacements, le fléchissement d'une poutre par exemple, et d'en déduire leurs conséquences, comme, par exemple, le report de la charge d'un plancher sur une cloison.

## FISSURATIONS

La présence de fissures révèle généralement des désordres de la structure. Certaines fissures ne font cependant qu'exprimer l'ajustement des éléments de structure à de légères modifications. Elles n'évoluent pas dans le temps et sont sans conséquence grave pour la stabilité du bâtiment. Elles peuvent, cependant, être source d'altérations plus graves si elles permettent à l'eau de



Témoins de fissuration

# Ossature et structure de l'immeuble

pluie de s'infiltrer dans les ouvrages de structure.

L'examen des fissures comprend l'observation de leur géométrie et le relevé de leurs dimensions. La pose de témoins permet de connaître leur évolution.

## DÉFORMATIONS

Les déformations peuvent être visibles à la simple observation ou se lire sur les plans, les coupes ou le dessin des façades réalisés à partir des mesures relevées. Elles peuvent aussi être révélées par un dysfonctionnement, comme, par exemple, la difficulté d'ouvrir et de fermer des fenêtres.

Les murs peuvent présenter des défauts de planéité liés à la constitution même du mur, à des mouvements du sol d'assise. Lorsqu'un ouvrage supporte une charge trop forte, il a tendance à se déformer. Ce phénomène, appelé **flambement**, peut résulter :

- de la poussée de terres lorsqu'il est partiellement enterré ;
- du poids d'étages ajoutés lors d'une surélévation ;
- de poussées venant de murs mitoyens.

Les poteaux peuvent aussi « flamber » sous l'effet de charges excessives et se rompre.

Les déformations les plus fréquentes des planchers sont les fléchissements au centre. On rencontre aussi des décollements en rive des plafonds (c'est-à-dire à la liaison du plafond et de la façade) liés à des écartements de murs soumis à des charges trop fortes (surélévations).

Les escaliers et les charpentes peuvent aussi bouger sous l'effet des mouvements des murs ou de charges excessives. Les conséquences peuvent être importantes : marches qui ne sont plus d'aplomb, déplacement de tuiles qui occasionnent des infiltrations d'eau de pluie.

## TRACES D'HUMIDITÉ

Lorsqu'on décèle des traces d'humidité, il faut toujours en rechercher la cause puis y remédier car les dégradations peuvent s'amplifier rapidement et l'humidité à l'intérieur des bâtiments favoriser le développement de micro-organismes et de champignons néfastes pour la santé des occupants et l'état du bâtiment. L'eau a par ailleurs pour effet de désagréger les joints et de décomposer les pierres elles-mêmes, de corroder l'acier.

L'eau peut venir :

- du passage de l'eau de pluie consécutif au déplacement d'éléments de couverture ou à des fissures ;
- de dysfonctionnement d'équipements domestiques (machines à laver, baignoire, ...) ou de fuites (réseaux d'alimentation en eau ou d'évacuation, joints en périphérie de bacs à douche ou de baignoire, ...);
- de remontées capillaires venant de défauts de drainage, de montées de la nappe d'eau souterraine, d'infiltrations de canalisations enterrées, de ruissellements.

### REPRISES STRUCTURALES

Les reprises structurales sont destinées à mettre un terme aux désordres mis en évidence par un diagnostic de structure. Elles sont généralement complexes et délicates et doivent être étudiées et réalisées par des professionnels. Elles nécessitent souvent la pose de renforts provisoires en cours de travaux pour reprendre temporairement les charges supportées par un ouvrage pendant sa remise en état.

#### *Fondations*

La reprise des fondations, ou reprise en sous-œuvre, fait partie des travaux les plus complexes. Elle impose un travail sous le bâtiment et le dégagement des parties de fondation pour les reprendre et les consolider. Cela peut arriver notamment lorsque :

- les fondations ne sont plus suffisantes pour porter le poids de la construction ;
- des mouvements du terrain ont déformé les fondations, il faut alors parfois agir aussi sur le terrain : murs de soutènement complémentaires, drains, ...
- les fondations ont été affaiblies par exemple à la suite de la dégradation des matériaux

Les techniques sont nombreuses et sont affaires d'entreprises spécialisées.

#### *Ouvrages maçonnés*

Ces ouvrages doivent être repris lorsqu'ils ont été excessivement chargés ou affaiblis à la suite d'une intervention faite sans précaution (poteaux ou murs de refend supprimés ou gravement endommagés, percements d'ouverture sans pose de linteaux suffisants, planchers réalisés en coupant des poutres et en les laissant sans appui, ...). Les travaux de reprise consistent généralement à rétablir l'élément manquant ou les fonctions de cet élément par des dispositifs différents.

#### *Ouvrage en bois et en acier*

Dans les ouvrages en bois et en acier, chaque élément se distingue aisément. Il est donc a priori plus facile d'identifier et de renforcer la pièce qui présente des défauts.

Un élément en bois peut être renforcé à l'aide de pièces d'acier ou de bois. Il peut aussi être réparé à l'aide de résine et de liens de fibres de verre. Lorsqu'il est attaqué par des insectes ou un champignon, il doit être purgé et traité.

Les poteaux ou poutres de métal sont consolidés à l'aide de pièces en métal ou doublés par des éléments identiques.

### PROTECTION CONTRE L'HUMIDITÉ

L'eau est un des grands ennemis du bâtiment. Les effets de ses agressions se manifestent à des vitesses très variables. Pour limiter leurs conséquences sur le bâtiment (structure, autres ouvrages), il faut absolument surveiller régulièrement l'état des éléments conçus pour le protéger : couverture, enduits, gouttières, menuiseries extérieures, ... et réparer rapidement en cas de :

# Ossature et structure de l'immeuble

- enduit fissuré ou décollé (qui sonne « creux ») ;
- tuiles ou autres éléments de couverture déplacés, solins fissurés ou gouttière percée ;
- corrosion de pièces en acier qu'il faut protéger en les recouvrant d'une couche de produit anticorrosion après les avoir au préalable débarrassées de la rouille ;
- dégradations de bétons : le béton protège naturellement les aciers de la corrosion. Au cours du temps, cette protection diminue et l'acier s'oxyde ;
- présence d'humidité, car elle favorise le développement des champignons et insectes dans les ouvrages contenant du bois. La suppression préalable de la cause d'humidité est indispensable à l'efficacité des traitements du bois. Les stocks importants de cellulose (bois, vieux journaux, ...) doivent aussi être éliminés car, ils sont autant de réserves de nourriture pour ces organismes vivants.

Il faut aussi entretenir régulièrement tous les réseaux d'alimentation et d'évacuation, notamment en veillant à changer régulièrement les joints et à maintenir en bon état la robinetterie pour éviter les « dégâts des eaux ».

Il est illusoire, voir néfaste, d'envisager une quelconque solution au problème d'humidité sans un diagnostic préalable.

En dehors de quelques situations simples à diagnostiquer telles que les problèmes liés à un événement accidentel évident, la compréhension des causes nécessite une expertise.

Dans tous les cas, le principe général de traitement des problèmes d'humidité consiste premièrement à agir sur la cause en supprimant la source, deuxièmement à sécher les ouvrages concernés après séparation éventuelle.

## AMÉLIORER

### RENFORCER

Lorsque l'on veut surélever un bâtiment ou apporter des meubles ou appareils lourds (un piano, une baignoire en fonte, un coffre fort ...), il faut vérifier que la structure est capable de recevoir cette surcharge. La réponse à cette question nécessite une étude conduite par un professionnel (architecte, bureau d'études, entreprise). Si nécessaire, il faut réaliser des ouvrages qui permettent de faire descendre, jusqu'au bon sol, les effets de ce poids supplémentaire. Pour cela on utilise très souvent des poutres et des poteaux métalliques : solutions généralement moins coûteuses et moins encombrantes.

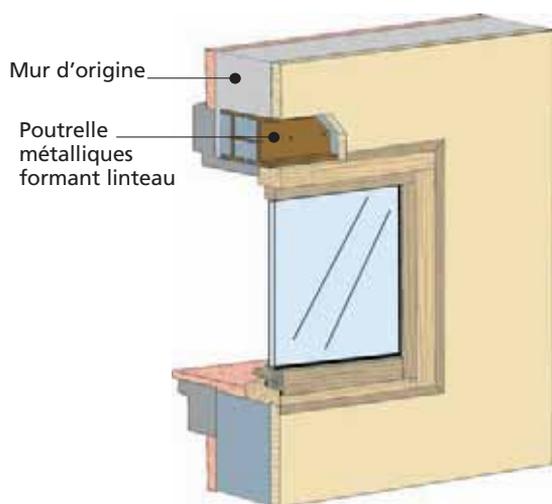
### PERCER

#### *Un mur*

Pour percer une baie dans un mur maçonné afin d'y créer une porte ou une fenêtre, il faut dériver le poids des charges de part et d'autre de la future ouverture. Pour ce faire, un linteau est créé. On utilise souvent des linteaux métalliques qui sont ensuite éventuellement cachés par un habillage en matériaux identiques à ceux qui constituent ou revêtissent les autres linteaux de la façade.

L'agrandissement d'un passage ou d'une fenêtre se réalise de la même manière.

# Ossature et structure de l'immeuble



iCréation d'un linteau

Dans les structures en bois, il est possible de supprimer des pièces de bois à conditions de rétablir toutes les fonctions que joue chaque pièce de bois à l'aide d'un ou plusieurs éléments. Une étude est bien entendu indispensable.

## Un plancher

L'ouverture d'un plancher se fait en créant une **trémie** : tous les éléments de structure concernés sont coupés et repris sur un cadre qui entoure l'ouverture.

Une trémie permet de faire passer un escalier à travers un plancher ou un conduit de cheminée à travers une charpente. Dans ce dernier cas, il faut respecter les distances entre le futur conduit et les éléments en bois du plancher de façon à éviter les risques d'incendie.

## PROTÉGER DU FEU

Les aciers sont sensibles au feu. Un élément de structure en acier perd ses propriétés mécaniques quand il est chauffé. Pour les protéger on utilise du plâtre ou des peintures « intumescentes » qui gonflent sous l'effet de l'élévation de la température en créant une protection thermique.

## ADRESSES UTILES

- > La mairie de votre commune
- > Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement (CAUE) du département [www.fncaue.org](http://www.fncaue.org)
- > Syndic de votre copropriété

## LA RÉGLEMENTATION

- > Les travaux nécessitant un permis de construire : article R 421-1 du Code de l'urbanisme
- > Les travaux nécessitant une déclaration : article R 422-2 du Code de l'urbanisme
- > Les règles de décision en copropriété loi du 10/07/1965
- > Le règlement de copropriété

## LES OBLIGATIONS LÉGALES

- > L'assurance dommage ouvrage : article L 1792 du Code civil