



RÉNOVER UNE MAISON étape par étape

Diagnos, fondations, murs, planchers et façades

Alain et Ursula Bouteville

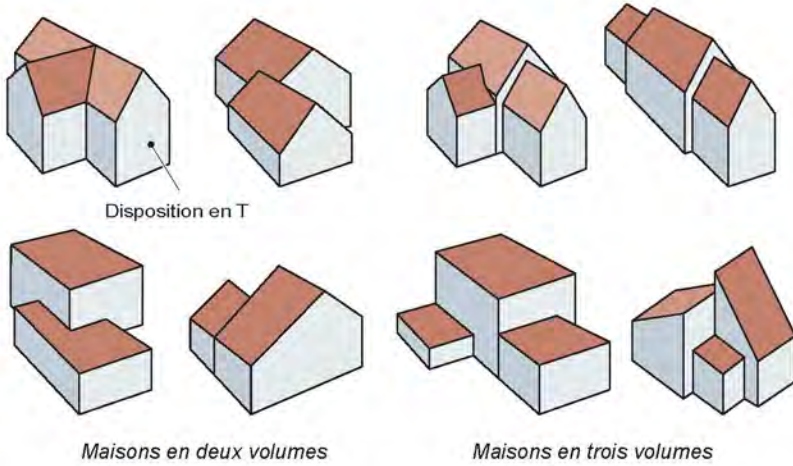


EDITIONS
LE MONITEUR

+ de 2 000 illustrations

Sommaire

Principes et formalités	9	Fondations	83
01. Principes	10	14. Fondations	84
02. Augmenter la valeur d'une maison	16		
03. Extensions	18	Murs	101
04. Surélévations	22	15. Murs maçonnés	102
05. Formalités	26	16. Murs en béton armé	126
06. Chantier et sécurité	30	17. Murs en pans de bois	138
Identification du bâti	35	Dalles, voûtes et planchers	145
07. Chronologie et évolution des maisons d'habitation	36	18. Dalles, voûtes et planchers	146
08. Maisons rurales, de villages ou de bourgs	38	19. Mezzanines	168
09. Maisons de maître	44		
10. Maisons ouvrières	50	Façades	171
11. Maisons de constructeurs	56	20. Façades	172
Diagnostics et dégradations	63	Références – Bibliographie	186
12. Diagnostics	64	Index	187
13. Dégradation des matériaux	76	Table des matières	190



a Associations de volumes anciens et modernes

■ Associer le moderne et l'ancien (a) et (b)

Associer des styles modernes et anciens dans la rénovation de maisons permet de valoriser le patrimoine, tout en intégrant des éléments contemporains (verrières, menuiseries aluminium, béton ciré). Cette hybridation exige de porter une attention particulière à l'harmonie des matériaux, aux proportions et au respect des volumes existants. Pour les bâtiments situés en secteur protégé, zone ABF (Architecte des Bâtiments de France) ou inscrits aux Monuments Historiques, toute modification de façade, toiture ou menuiserie visible depuis l'espace public nécessite une autorisation d'urbanisme. L'accord de l'ABF est obligatoire pour valider l'intégration stylistique. Faire appel à un architecte ou un maître d'œuvre spécialisé en patrimoine est souvent recommandé pour garantir la qualité du projet et faciliter l'instruction. Respecter ce cadre légal est essentiel pour éviter des sanctions et préserver l'identité architecturale locale.



Bardage en bois, baies vitrées toute hauteur



Extension en bardage métallique vitrée sur pignon



Bardage en bois, baie vitrée et œil de boeuf sur pignon



Extension cubique en bardage métallique



Extension cubique en bardage bois



Surélévation en bardage métallique

b Exemples d'associations modernes et anciennes (formes et matériaux)

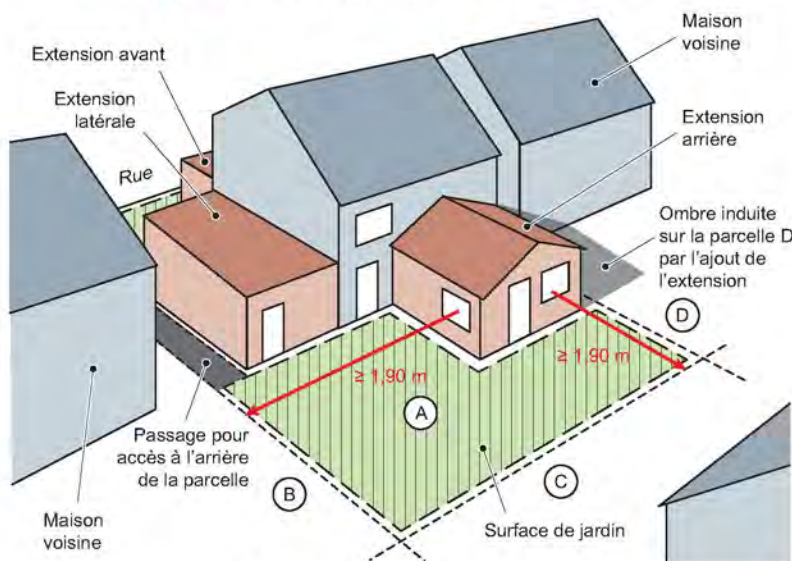


Extension à toit plat en ossature bois



Extension-liaison sous forme de sas en ossature métallique

a Harmonie des extensions avec le bâti existant



b Implantation des extensions

03 Extensions

Une extension doit former un ensemble harmonieux avec la maison existante (a). Sur un bâti traditionnel ou récent, la création de surfaces prend la forme d'un ou de plusieurs volumes attenants, sur un ou plusieurs niveaux. L'approche architecturale d'une extension peut privilégier une rupture ou, au contraire, une filiation avec le bâtiment d'origine.

03.01 Formalités administratives

■ **Cadre administratif**

Une consultation en mairie permet de savoir si le projet d'agrandissement de maison est réalisable dans le cadre du plan local d'urbanisme (PLU) ou du plan d'occupation des sols (POS). Ces documents définissent un ensemble de règles auxquelles sont soumises toutes les constructions de la commune dont dépend l'agrandissement.

■ **Contraintes de servitudes**

- si une parcelle présente une servitude de passage pour un terrain voisin enclavé, aucun agrandissement n'est possible sur la partie de parcelle soumise au droit de passage ;
- pour les copropriétés horizontales (lotissements où l'on est propriétaire de sa maison mais pas du terrain, qui appartient à l'ensemble des copropriétaires), l'agrandissement doit faire l'objet d'une autorisation collective, la surface induite étant à déduire de la surface constructible totale du lotissement.

■ **Permis de construire ou déclaration de travaux**

Aucune autorisation n'est nécessaire pour les extensions de moins de 5 m², en revanche :

- pour la création d'une extension supérieure à 5 m² et inférieure ou égale à 40 m² de surface de plancher ou d'emprise au sol en zone urbaine couverte par un PLU ou un POS (20 m² en zone non urbaine), une déclaration préalable de travaux (DP) suffit. Dans les zones comprenant un secteur protégé, une DP est exigée pour toute surface d'agrandissement ;
- s'il s'agit de créer une extension de surface de plancher ou une emprise au sol de plus de 40 m² pour les terrains couverts par un PLU ou un POS en zone urbaine (20 m² en zone non urbaine), il est nécessaire de déposer une demande de permis de construire. L'extension ne doit pas porter la surface de plancher de la maison à plus de 150 m². Dans le cas contraire (maison de 120 m² et agrandissement de 50 m² par exemple), il faut obligatoirement obtenir un permis de construire et solliciter les services d'un architecte.

■ **Obligations fiscales**

Il est nécessaire de remplir l'imprimé 6704 IL (Cerfa n° 10517*02). Ce document permet en effet au centre des impôts fonciers de réévaluer la valeur cadastrale locative du bien. La taxe foncière augmente en conséquence.

03.02 Implantation et conséquences pour le voisinage

■ **Implantation (b)**

- les extensions « avant », adossées à la façade principale de la maison, présentent un risque de prééminence au détriment de l'unité architecturale du quartier et d'altération de la vue générale depuis la rue ;
- les extensions « latérales » sont implantées en recul par rapport à la façade de la maison. Il est préférable de conserver un passage permettant l'accès à l'arrière de la parcelle entre l'extension et la limite de



c Surélévation respectant le style de la maison d'origine

Les surélévations présentées ci-contre illustrent différentes manières d'agrandir une maison ancienne en pierre tout en s'adaptant aux contraintes architecturales et aux préférences esthétiques. Certaines d'entre elles adoptent une approche contemporaine (**d**) avec des volumes cubiques en bardage métallique, apportant un contraste fort avec la base en pierre. Ce choix technique permet une légèreté structurelle et une préfabrication rapide grâce à l'ossature bois. D'autres s'intègrent davantage dans le style existant (**c**), en reprenant les mêmes matériaux ou les mêmes pentes de toiture. Les toitures plates favorisent l'esthétique contemporaine et peuvent accueillir des toits végétalisés, tandis que les surélévations plus traditionnelles conservent des toitures en tuiles. Les grandes ouvertures vitrées des versions modernes offrent des vues dégagées. L'usage de l'ossature bois pour la surélévation réduit le poids global. L'utilisation du bardage bois (naturel ou teinté) apporte une chaleur visuelle tout en assurant une bonne isolation extérieure. Le métal, souvent de type zinc ou acier laqué, assure une durabilité importante et une faible maintenance.



Toiture à deux pentes et bardage métallique



Surélévation de type cube métallique



Toiture à 4 pentes et bardage en bois



Toiture à une pente et bardage mixte bois/métal

d Exemples de surélévations rompant avec le style et les matériaux de la maison d'origine

05.02 Permis de construire ou déclaration préalable

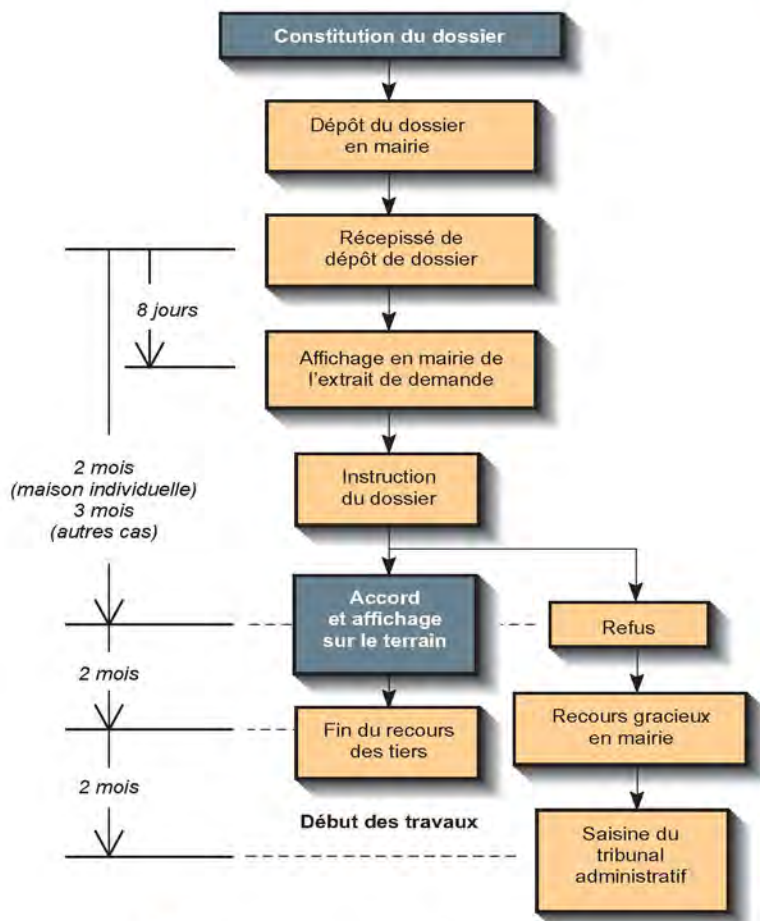
Le permis de construire (a) et la déclaration préalable sont des actes administratifs qui permettent à l'Administration de vérifier qu'un projet de construction respecte les règles d'urbanisme en vigueur. Les démarches d'obtention n'exigent pas du demandeur de documents justifiant d'une habilitation particulière à construire : une attestation suffit. Le recours à un architecte est obligatoire si la surface de plancher de la future construction est supérieure à 150 m².

■ Démarches et travaux concernés (b)

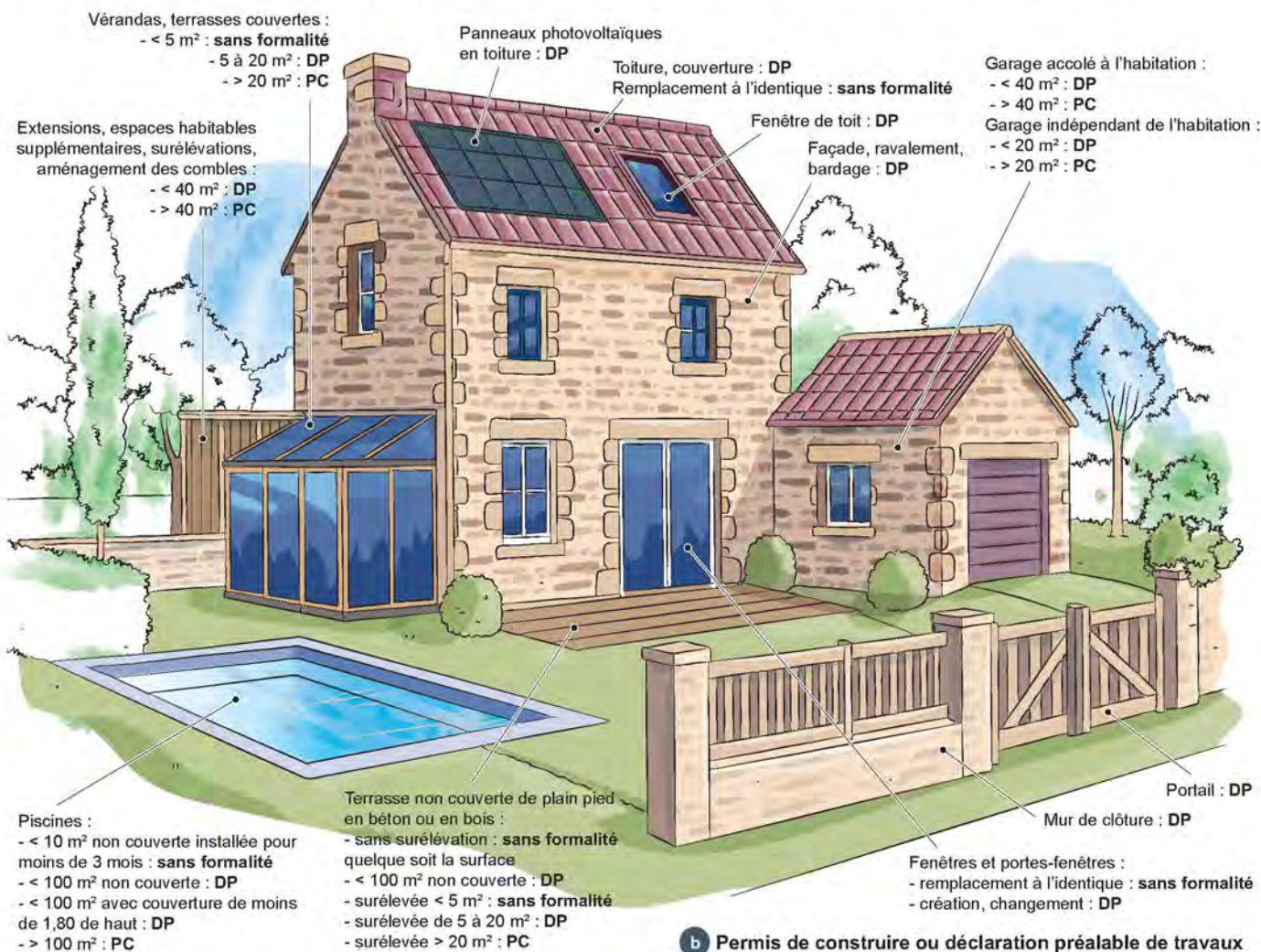
Un permis de construire est exigé pour les travaux sur une construction existante qui :

- créent une surface de plancher ou une emprise au sol supérieure à 20 m², sauf dans les zones urbaines où cette surface est portée à 40 m² à condition que la surface totale soit inférieure à 150 m² ;
- modifient la structure porteuse ou la façade lorsque ces travaux s'accompagnent d'un changement de destination (par exemple, transformation d'un local commercial en local d'habitation) ;
- portent sur une maison classée monument historique ou se situant dans un secteur sauvegardé.

Une déclaration préalable est exigée pour les travaux modifiant l'aspect extérieur d'un bâtiment existant, tels que le changement de fenêtres, la pose de volets ou le ravalement de façade. Elle concerne également les extensions de surface comprise entre 5 m² et 20 m² (jusqu'à 40 m² en zone urbaine avec PLU). L'aménagement de combles sans modification de la structure porteuse peut aussi y être soumis. La création d'ouvertures (portes, fenêtres, lucarnes) en fait partie. Enfin, les constructions légères de type abri de jardin ou garage, dès 5 m², sont également concernées.



a Délai d'instruction d'un permis de construire



b Permis de construire ou déclaration préalable de travaux



a Maison de bourg



b Déclinaison des styles suivant les régions



c Implantation isolée



d Implantation dans un village

08 Maisons rurales, de villages ou de bourgs

08.01 Rappel historique

La maison rurale (a), ou maison paysanne, bâtie du XIII^e au XIX^e siècle, constitue un habitat modeste. Lorsqu'elle forme un rectangle long, étroit et de plain-pied, elle est appelée « longère ». À la fois maison d'habitation et locaux d'exploitation agricole, elle peut être de plusieurs types :

- la « longère » d'une seule pièce commune dans laquelle se retrouvaient hommes et animaux ;
- la « longère » comprenant une étable ;
- la « longère » comprenant une grange étable ;
- la « longère » avec une étable ou une grange étable séparée, formant ainsi le début d'une cour ouverte.

Aux XVIII^e et XIX^e siècles, la longère était l'un des bâtiments de la ferme. Aujourd'hui, elle est principalement dédiée à l'habitation.

08.02 Implantation

Les maisons rurales sont implantées isolées au sein des exploitations agricoles ou, dans les villages et les bourgs, parallèlement à la voie, en front de rue et en prolongement des murs de clôture en pierre (c) et (d). Les maisons de villages et de bourgs sont reconnaissables par leur porte cochère qui permettait de faire passer les animaux et les charrettes à fourrage vers l'arrière-cour et les étables. Afin d'optimiser les apports solaires et de limiter les déperditions thermiques, la façade principale des maisons rurales est orientée au sud. Des appentis adossés à la façade nord, aveugle, protègent du froid et des vents dominants.

08.03 Style régional

On trouve des maisons rurales, et des longères en particulier, dans tout le nord-ouest et le centre de la France, notamment en Bretagne, Touraine, Normandie, Picardie, Artois, dans le Poitou, le Morvan, le Maine, mais également en Île-de-France ainsi que dans les départements du Cantal, de la Lozère ou de l'Ariège. Les volumes, l'implantation et les matériaux utilisés pour la construction d'une maison paysanne ou d'une longère illustrent la diversité de l'habitat rural. Elles portent des caractéristiques propres à chaque région qui doivent être respectées lors de travaux de rénovation ou d'extension (b) et (e) à (l).



e Ile-de-France



f Bourgogne-Franche-Comté



g Pays de la Loire



h Normandie



i Hauts-de-France



j Nouvelle-Aquitaine

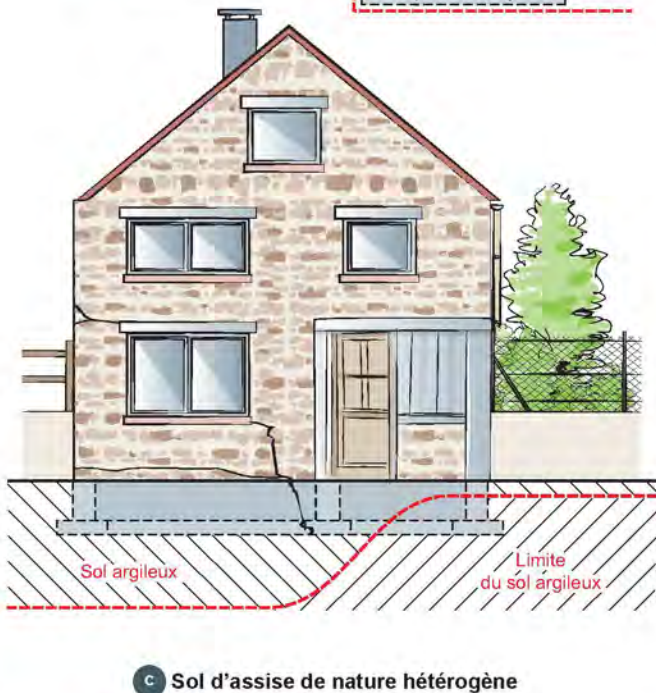
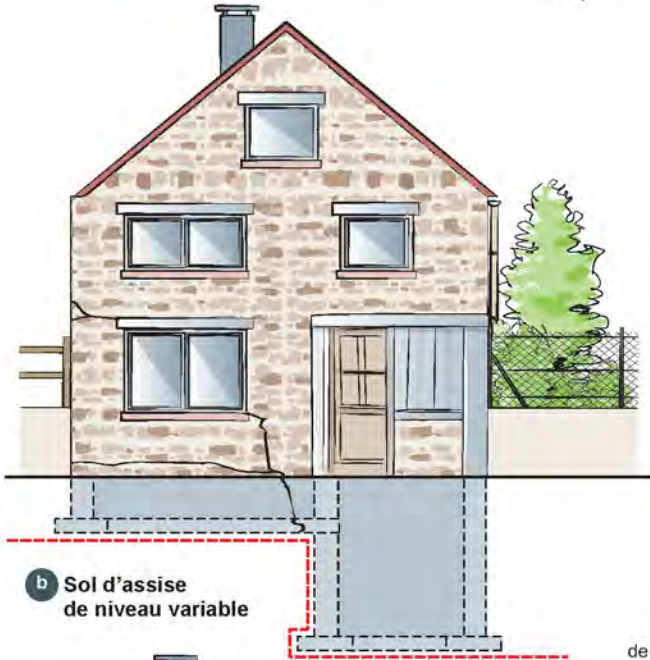
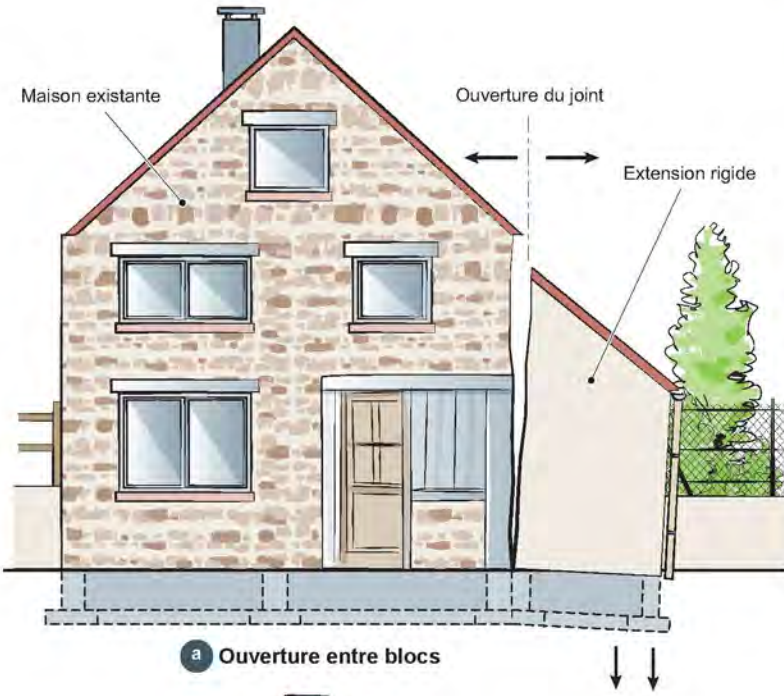


k Bretagne



l Centre-Val de Loire

14.02 Manifestation des désordres dans les fondations



Les fondations des maisons anciennes ont généralement résisté aux aléas du temps et à l'usure pour les raisons suivantes :

- les charges transmises au sol sont relativement faibles par rapport aux performances des sols ;
- les maçonneries sont adaptées aux éventuels déplacements d'appuis (souplesse liée au mortier de jointoiment) ;
- les corrections successives apportées par les différents propriétaires ont limité les désordres.

Lorsque les désordres se manifestent, ils proviennent en particulier :

- d'une mauvaise conception ou réalisation des fondations non corrigée dans le temps ;
- d'une modification des charges de la structure (ajout de chapes en particulier) ;
- d'une modification de la structure elle-même (suppression de certains éléments, poteaux, entrails, etc.) ;
- d'une évolution des conditions de stabilité du terrain (hydrologie dans le sol).

Les ouvrages existant n'ayant pas tous fait l'objet d'une étude de sol, une adaptation mal réussie conduit invariablement à un sinistre.

■ **Manifestation des désordres**

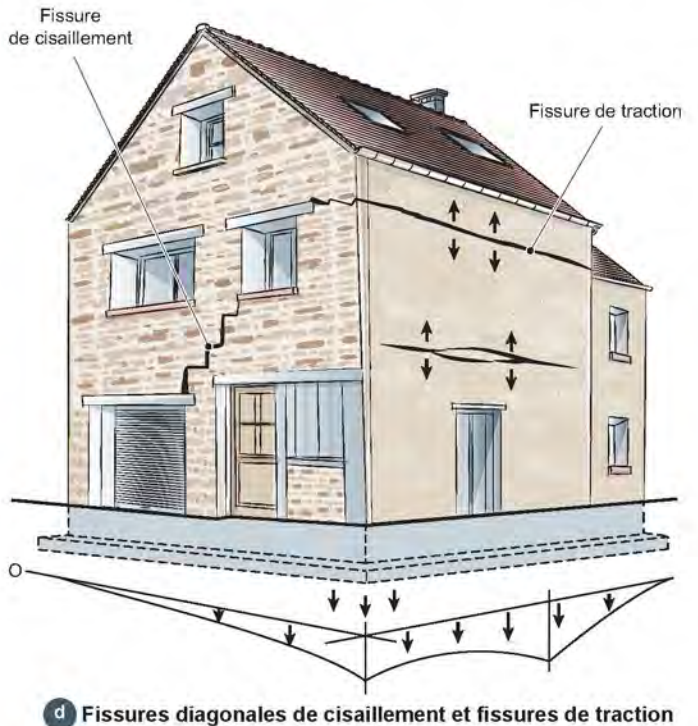
Les fondations n'étant pas directement visibles, les désordres liés à des tassements différentiels non maîtrisés se manifestent sous forme de fissures dans les superstructures.

■ **Types de structures**

- Structures fragiles : les fissures des structures fragiles se font principalement à 45° depuis les angles des ouvertures ou des linteaux ;
- structures rigides : les déformations se font par blocs et les désordres se manifestent au niveau des ouvertures des joints (a) ;
- structures en maçonnerie : dans ce cas, les fissures se font en escalier.

■ **Sols d'assise**

- Sol d'assise de niveau variable : dans ce cas, les désordres se manifestent comme indiqué sur la figure (b) ;



14.04 Techniques de renforcement et réparation des fondations



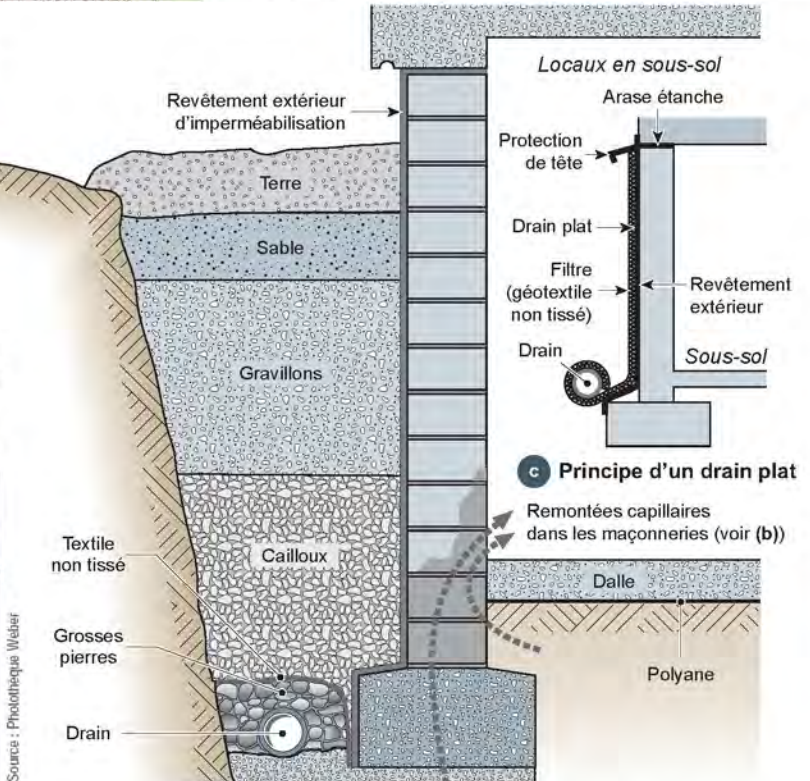
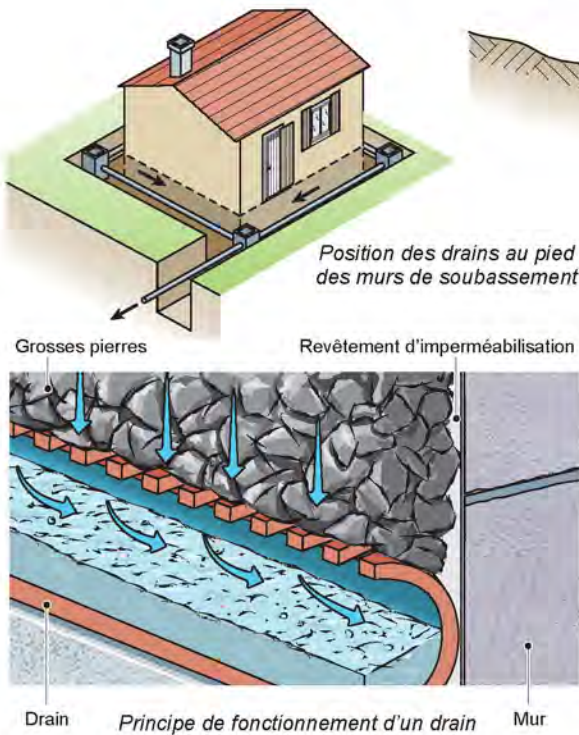
Le renforcement des fondations doit être effectué par des intervenants compétents. Il est de deux types et porte sur :

- les matériaux constitutifs des fondations ;
- les fondations elles-mêmes, si les désordres sont dus au terrain.

■ **Renforcement des matériaux**

- bétons : voir chapitre 16.07 sur le béton armé ;
- mortiers : les mortiers dégradés peuvent être traités par des injections de coulis à base de ciments surmoulus. La mise en œuvre de ces injections est très délicate. Si les pressions d'injection ne sont pas maîtrisées, le remède peut être pire que le mal et donner lieu à des soulèvements, des éclatements, puis à la rupture des fondations, qui entraînent la ruine de la maison.

a Pose d'un drain en pied de mur



c Principe d'un drain plat

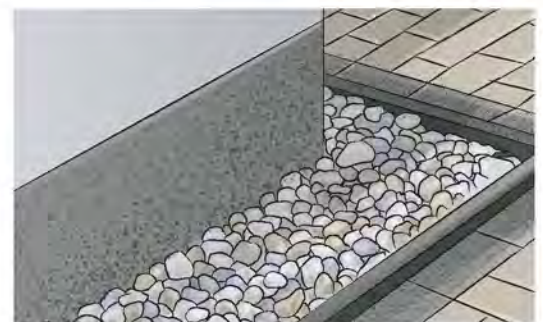
b Principe d'une tranchée drainante

■ **Rabattement ou drainage**

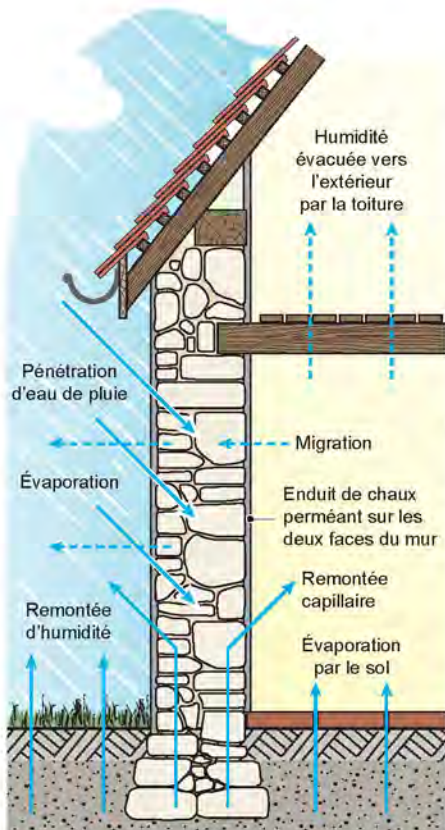
Ces techniques sont utilisées lorsque les désordres sont dus à l'eau. Les eaux de ruissellement, s'infiltrant dans les sols qui servent d'assise aux fondations, peuvent entraîner des modifications des caractéristiques et donc de capacité portante. Une solution consiste à éloigner les eaux de ruissellement :



d Trottoir pavé en pente vers l'extérieur



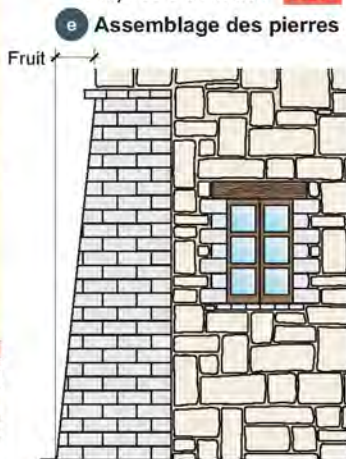
e Drainage de surface sur caniveau en pente



d Inertie (mur respirant)



e Assemblage des pierres



f Fruit d'un mur de soubassement

Les pierres les plus courantes sont le basalte, le calcaire, le granite et le grès.

■ Mise en œuvre

Les pierres sont montées à sec ou au moyen d'un liant hydraulique à base de chaux. Le mortier de ciment pur est déconseillé. Les pierres sont posées dans le sens du lit de carrière ou des joints de stratification pour éviter qu'elles se fissurent sous le poids de la maçonnerie supérieure. Elles sont superposées à joints croisés, en évitant absolument les empilements de type « pile d'assiettes » (e). Les vides sont remplis avec des petites pierres, car les combler avec du mortier altérerait la solidité du mur. Pour contre-carrer les forces de déjètement auxquels sont soumis les murs de soutènement ou de retenue, on donne un fruit au parement extérieur du mur (décalage entre la base et son faite) (f).

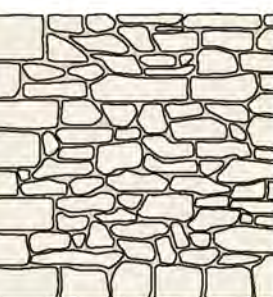
■ Appareillages

L'appareillage d'un mur en pierres (g), soit l'assemblage de ses éléments, peut être :

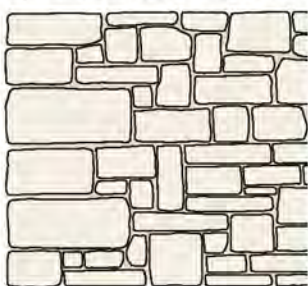
- irrégulier ou à tout-venant (pierres de grosseurs et de formes irrégulières posées librement) ;
- assisé (pierres ébauchées ou équarris posées d'aplomb sans ordre particulier) ;
- réglé (les pierres d'un même rang ont plus ou moins la même hauteur) ;
- à alternance d'assises régulières (la hauteur des rangs varie alternativement) ;
- à assises régulières (les pierres, de longueur variable, ont toutes la même hauteur) ;
- régulier (les pierres sont de taille identique).



Irrégulier ou à tout-venant (pierres sèches sans mortier)



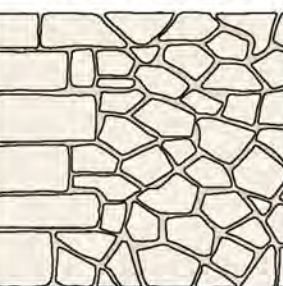
Assisé (moellons ébauchés)



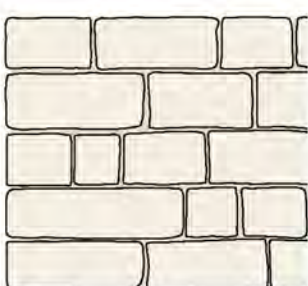
Assisé (moellons équarris)



Réglé (moellons ébauchés ou équarris)



Irrégulier en Opus Incertum (Pierre meulière)



À assises régulières (moellons équarris)



Éléments	Tolérances en façade (cm)		
	Planéité	Surplomb	Corniches et bandeaux
Pierre dimensionnée	Mesurée à l'aide d'un cordeau tendu de 10 m de longueur : pas de flèche supérieure à 2 cm	Ne doit pas excéder 2 cm pour une hauteur d'étage, ni pouvoir s'additionner sur plusieurs étages consécutifs	Les différences de niveaux ne doivent pas être supérieures à 2 cm sur 10 m
Moellons équarris	bruts de sciage, smillés, pointés, piqués, striés, bouchardés	2 cm pour 10 m	--
	éclatés, bossagés	5 cm pour 10 m	--
Moellons	5 cm pour 10 m	Ne doit pas excéder 2 cm pour une hauteur d'étage	--

E = épaisseur moyenne, H = hauteur maxi

g Appareillages des murs en pierres

Tolérances de planéité et état de surface



■ Dégradation d'un mur en pierre ou en brique

Les causes à l'origine de l'apparition d'un ventre de bœuf et de l'effondrement partiel d'un mur sont les suivantes (b) et (c) :

- l'humidité et le gel, qui s'infiltrent dans les cavités du mur et dégradent la maçonnerie ;
- l'eau, qui s'infiltré dans les joints, les mortiers, les pierres ou les briques, qui se détachent progressivement jusqu'à former un gonflement ;
- la détérioration par la rouille des attaches métalliques anciennes, qui entraîne la désolidarisation des parements des murs doubles.

Les ventres de bœuf se forment généralement sur les parties hautes des façades extérieures. S'ils se créent dans le bas du mur à cause d'une pression exercée trop forte, le mur peut s'effondrer à tout moment (a).

■ Réparation des parties courantes

Les maçonneries anciennes, bombées ou mal liaisonnées et présentant une cohésion insuffisante, font l'objet des réparations suivantes :

- reconstruction partielle du mur après étaieage des planchers et parties de murs adjacentes (a) ;
- injection d'un coulis de ciment avec bentonite ou résine époxy dans la partie endommagée (d).

■ Reconstruction partielle d'un mur (a)

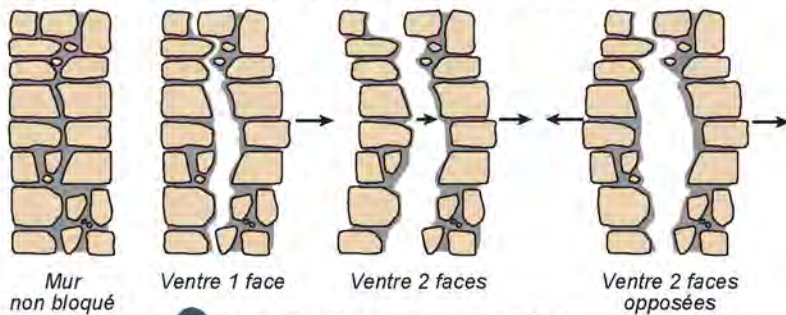
Les opérations suivantes sont à entreprendre :

- étaieage de la partie supérieure du mur ;
- démontages des pierres ou des briques partiellement descellées sur le pourtour de la zone effondrée ;
- reconstruction de la partie effondrée avec les pierres ou les briques récupérées et nettoyées, hordées au mortier de chaux. Mise en place de parpaings et boutisses de liaison entre les parements ;
- finalisation par homogénéisation de l'aspect du mur, rejointoiement au mortier de chaux sur toute la zone.

■ Confortement par coulage (d)

Les injections de coulis à base de ciment naturel permettent de réparer des ouvrages en maçonnerie présentant des désordres structurels qui doivent absolument être maintenus par un remplissage des vides et fissurations. Cette technique consiste à injecter gravitairement, ou sous basse pression, un coulis qui remplira les vides à l'intérieur du mur (d). Avant de procéder à l'injection du coulis, un rejointoiement préalable des pierres, ou la mise en œuvre d'un enduit pouvant assurer ce rôle, est nécessaire. Le support est ensuite percé d'orifices d'injection de 10 à 20 mm de diamètre inclinés vers le bas à 45° sur les 2/3 de l'épaisseur du mur, tous les 50 cm en triangle. Suivant l'état de la maçonnerie, l'opération peut s'effectuer par tranches de 1 m de hauteur. Le coulis est ensuite préparé à la bétonnière ou au malaxeur électrique avant de passer à l'injection au moyen d'un entonnoir ou d'une auge prolongée d'un tuyau souple qui viendra remplir le vide en plusieurs passes par les orifices préalablement créés.

a Reconstruction partielle d'un mur en pierres



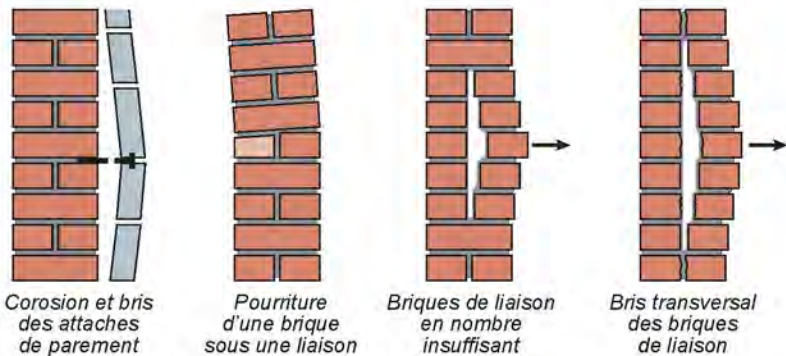
Mur non bloqué

Ventre 1 face

Ventre 2 faces

Ventre 2 faces opposées

b Types de ventres sur murs en pierre



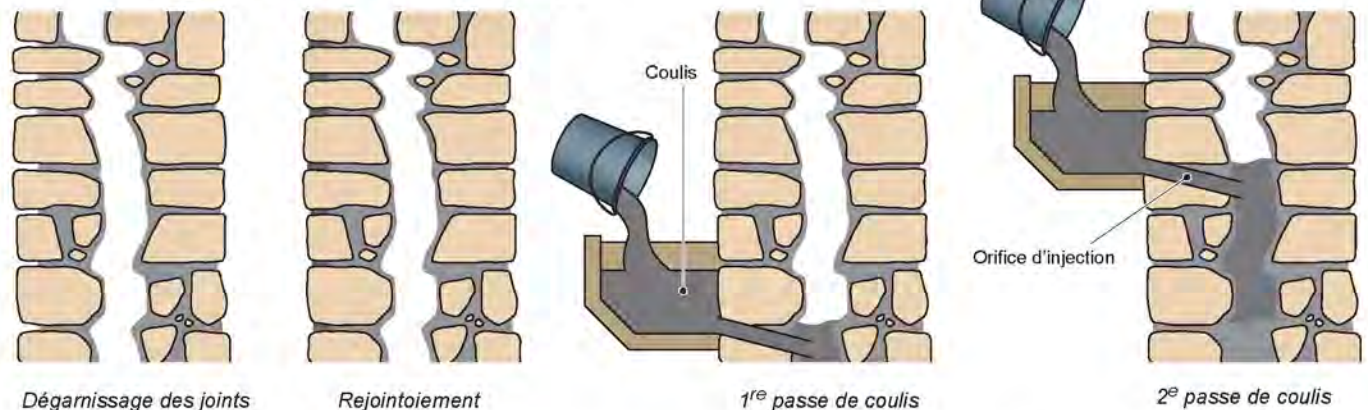
Corrosion et bris des attaches de parement

Pourriture d'une brique sous une liaison

Briques de liaison insuffisantes

Bris transversal des briques de liaison

c Types de ventres sur murs en brique



Dégarnissage des joints

Rejointoiement

1^{re} passe de coulis

2^e passe de coulis

d Confortement des assemblages d'un mur en pierre par coulage

16.06 Désordres courants des murs en béton armé

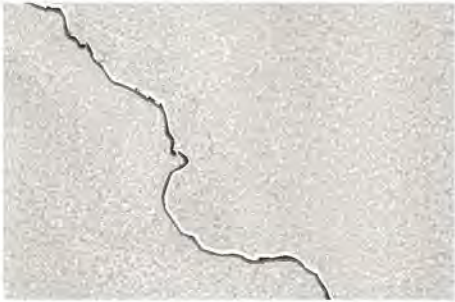

Les désordres courants des murs en béton armé comprennent les fissures structurales ou superficielles, l'écaillage du béton, la corrosion des armatures et les infiltrations dues à une mauvaise étanchéité (a).








Armatures dégarnies

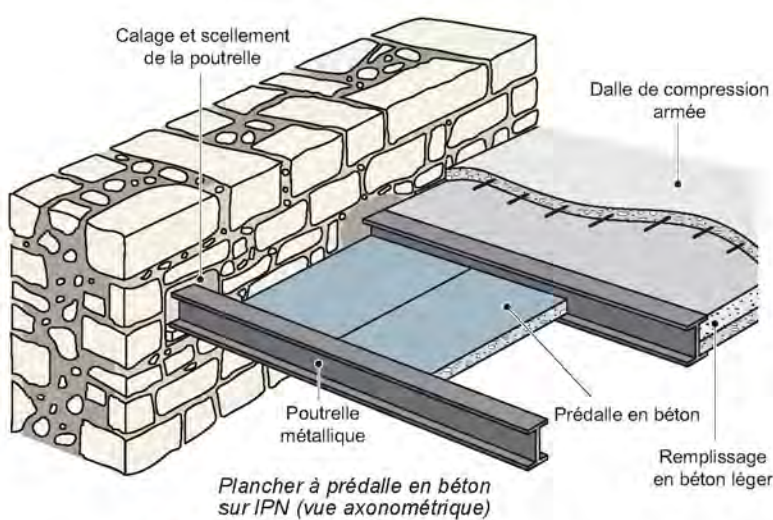
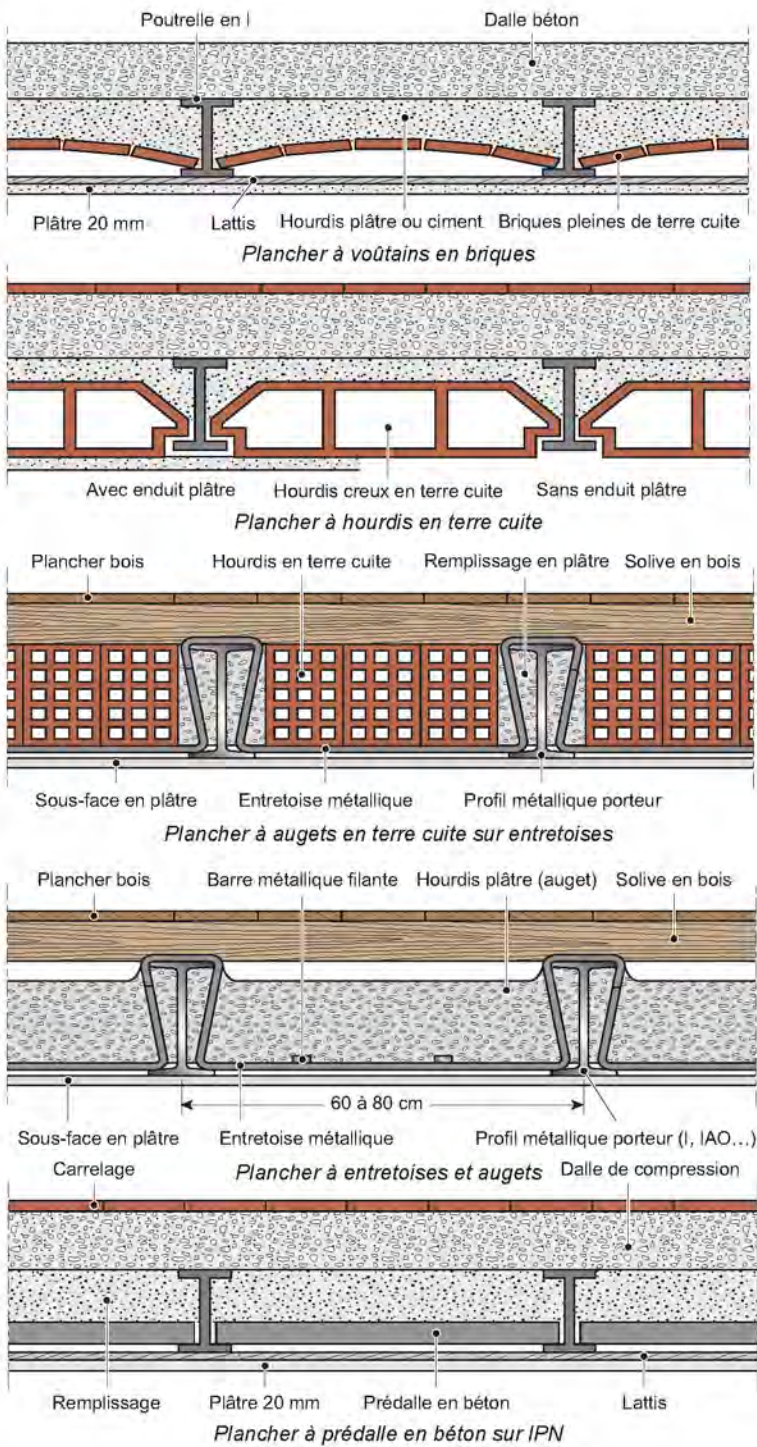
Fissure de forte intensité

a Dégradation des murs en béton armé

Principaux désordres des ouvrages en béton armé		
Aspect	Types de désordres	Réparation
	<p>Fissures de faible intensité sur un voile</p> <p>Les fissures de faible intensité sur un voile en béton armé sont fines, souvent inférieures à 0,2 mm, et majoritairement superficielles. Elles proviennent généralement du retrait du béton, de variations thermiques ou de défauts de cure. Ces fissures n'affectent pas la stabilité structurelle immédiate, mais peuvent favoriser l'infiltration d'humidité.</p>	<p>La réparation des fissures de faible intensité sur un voile en béton consiste généralement à les colmater en surface. Après nettoyage et ouverture légère de la fissure, un mastic souple ou un mortier de résine est appliqué. Ce traitement empêche les infiltrations d'eau et la pénétration d'agents agressifs. Il préserve ainsi la durabilité du béton sans intervention lourde.</p>
	<p>Fissures de forte intensité sur un voile</p> <p>Les fissures de forte intensité sur un voile en béton armé dépassent généralement 0,5 mm de largeur et peuvent traverser toute l'épaisseur du mur. Elles sont souvent liées à des surcharges, mouvements différentiels, retraits importants ou à la corrosion des armatures. Ces fissures compromettent la durabilité et la stabilité de l'ouvrage.</p>	<p>La réparation des fissures de forte intensité sur un voile en béton commence par un diagnostic pour en déterminer la cause et la profondeur. La fissure est ensuite élargie, nettoyée, puis injectée avec une résine époxy ou un coulis adapté pour recoller les lèvres. Si les armatures sont touchées, un dégainage et un traitement anticorrosion sont nécessaires. Enfin, un regainage au mortier permet de rétablir l'intégrité structurelle.</p>

Principaux désordres des murs anciens en pans de bois (suite)

Situation	Types de désordres	Réparation
	<p>Dégradation des assemblages</p> <p>La dégradation des assemblages est induite par une déformation du pan de bois qui peut mener jusqu'à leur rupture. Les origines peuvent être multiples : structurelles : poussées, surcharge du plancher ou de la charpente ou transformations abusives de la structure engendrant une rupture au niveau des assemblages. Les pièces de bois qu'ils assemblent se déforment par des mouvements divers, compression, rotation et traction.</p>	<p>La réparation des assemblages doit être effectuée selon les méthodes traditionnelles par tenons et mortaises, à mi-bois sans clous ni vis. Les trous dans les poutres sont rebouchés avec des coins en bois en évitant le mastic qui fissure et fait retrait dans le temps. S'il est nécessaire de purger la partie endommagée d'une pièce assemblée, il faut la remplacer par du bois de même essence, si possible de récupération, s'il n'y a pas de fluage.</p>
	<p>Fléchissement d'une poutre lindeau</p> <p>Lorsqu'une poutre, au comportement élastique, est soumise à un chargement qui provoque une flexion, une déformation appelée flèche se produit selon la direction transversale à l'axe longitudinal. Lorsque la poutre fait office de lindeau, son fléchissement exerce une pression sur la menuiserie (porte, fenêtre, baie vitrée, etc.) pouvant mener au blocage des parties ouvrantes voire au fissurage du dormant.</p>	<p>Il existe 3 possibilités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - stopper l'évolution du fléchissement en rigidifiant la poutre en la doublant au moyen d'un plat métallique boulonné ; - s'il y a la place, superposer un IPN et remonter la flèche de la poutre au moyen de tiges filetées ; - inverser la flèche avec un système d'étalement avec vérin à charge contrôlée. Ce procédé lent n'empêche pas l'apparition de désordres qu'il faudra reprendre.
	<p>Détérioration du remplissage en petits éléments</p> <p>Les remplissages de compartiments de pans de bois anciens, en maçonnerie de petits éléments en terre cuite, terre crue ou en pierres peuvent présenter des dommages occasionnés par le temps et les intempéries et qui doivent être réparés. Les mouvements de l'ossature agissent sur le hourdage des pierres ou des briques, qui se descellent, notamment à cause du fissurage des joints de mortier de chaux.</p>	<p>Les matériaux de remplissage ou d'habillage seront remplacés, après le nettoyage des compartiments, une fois que l'ossature sera remise en état si nécessaire. Il faut privilégier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la brique en terre cuite, la brique en terre crue, la pierre, le béton chaux/chanvre ; - pour le montage des briques en terre cuite, on réalisera des joints épais avec un mortier à base de chaux naturelle afin de limiter les phénomènes de retrait entre le mortier et le bois.
	<p>Détérioration du torchis sur lattis</p> <p>Le torchis est un complexe de garnissage ou de remplissage composé d'un mélange de terre à bâtir peu ou très argileuse (de maigre à grasse), de fibres végétales et d'eau, fixé sur des supports en bois et/ou en fibres végétales. En l'absence d'un enduit protecteur de terre et de chaux, le torchis de remplissage des murs à pans de bois se détériore lorsqu'il est exposé à la pluie battante. Le support de lattis en bois est alors exposé et se détériore à son tour.</p>	<p>Pour reprendre un torchis dégradé, il n'est ni facile, ni recommandé de le faire par zone. Il vaut mieux refaire entièrement chaque compartiment. Le torchis traditionnel doit être posé avant séchage et sur un lattis imbibé d'eau pour favoriser l'adhérence. Une fois le hourdis terminé, on applique une finition comme un enduit à la chaux. L'enduit doit raser les poutres mais ne pas les recouvrir. Le surplus est retiré à la truelle avant séchage.</p>
	<p>Détérioration du torchis sur clayonnage</p> <p>D'autres matières ligneuses telles que les saules, roseaux, cannes, ronces et joncs sont employables pour remplacer le bois des lattis. Leur souplesse est indispensable au clayonnage. Ils peuvent être utilisés verts (non séchés), ils se raidissent alors et séchent avec le mélange. Les sections importantes sont fréquemment refendues. Les conditions de détérioration du torchis sur clayonnage sont similaires à celles du torchis sur lattis.</p>	<p>Les trames de barreaux qui supportent le clayonnage et sur lesquels sont entrelacés les tiges souples de saule, noisetier, jonc, etc. sont fixées horizontalement ou verticalement dans les compartiments des murs en pans de bois. Les barreaux sont insérés dans un rainurage ou dans des trous assurant leur blocage. La pose et la protection de l'enduit est similaire à celle du torchis sur lattis.</p>

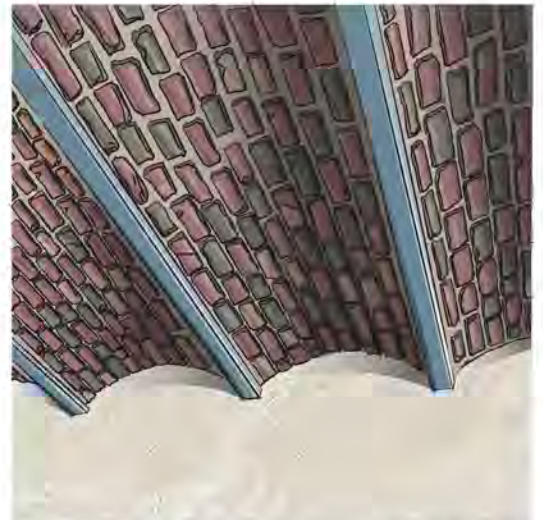


d Différents types de planchers métalliques

■ Planchers métalliques (d)

Les planchers métalliques à poutrelles en I sont mis en place principalement entre 1870 et les années 1930, époque à partir de laquelle se développent les planchers en béton (poutrelles et hourdis en particulier). Sont distingués principalement les systèmes suivants :

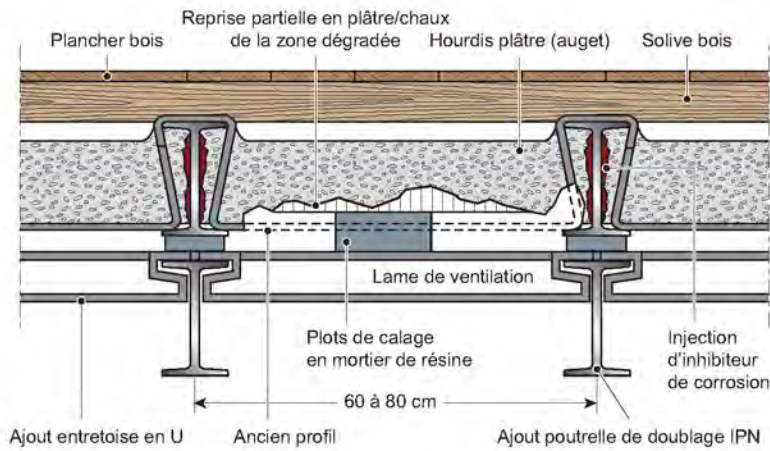
- **le plancher à voûtains ou voussettes (e)**, qui met en œuvre des solives ou poutrelles métalliques en I, parallèles, de porteur à porteur. L'écartement est choisi en fonction du matériau utilisé pour réaliser le voûtain. Ce dernier a la forme d'un arc surbaissé qui transfère la charge du plancher sur les poutrelles par effet de voûtes. Le voûtain est généralement monté avec des briques, pleines ou creuses selon l'époque. Elles peuvent être posées à plat ou sur chant, parallèlement aux poutrelles ou perpendiculairement, en fonction de l'écartement, du matériau et des pratiques locales. L'espace résiduel entre le voûtain de briques et le sommet des éléments de structure est rempli d'un matériau neutre (plâtre ou ciment), destiné à égaliser la surface avant de recevoir le revêtement de sol, carrelage en terre cuite ou parquet sur lambourdes ;
- **le plancher à hourdis** : il est constitué d'éléments creux formant le hourdis qui peuvent être de plusieurs types :
 - hourdis en poterie creuses portées par des entretoises métalliques (ces poteries ou pots creux sont également appelées globes). Ils sont utilisés dès les premiers combles métalliques à la fin du XVIII^e siècle, puis sont remplacés par les briques creuses,
 - hourdis en briques creuses de forme parallépipédique, retenues elles aussi par des entretoises et des barres métalliques filantes appelées fentons,
 - hourdis en carreaux de plâtre creux, qui portent d'une seule pièce entre deux poutrelles. L'utilisation de ces carreaux en plâtre creux, prêt à poser, augmente autour des années 1860,
 - hourdis en plâtre creux, où des vides cylindriques parallèles aux solives sont ménagés dans le hourdis lors du coulage par des mandrins en bois ;
- **le plancher à entretoises et augets** : également appelé système « Roussel », il est constitué d'un grillage qui met en œuvre des entretoises et des barres métalliques filantes appelées fentons sur lequel est coulé un remplissage de plâtre appelé « auget », généralement relevé sur le flanc des poutrelles métalliques ;
- **le plancher à prédalle en béton** : ce système fait porter l'effort sur les profilés par l'intermédiaire de dalles en béton de faible portée. Ces dalles, travaillant à la flexion, sont soit coiffées, soit coulées après coffrage. Dans certains immeubles ou maisons anciennes, on peut trouver un simple platelage en bois reliant les profilés métalliques.



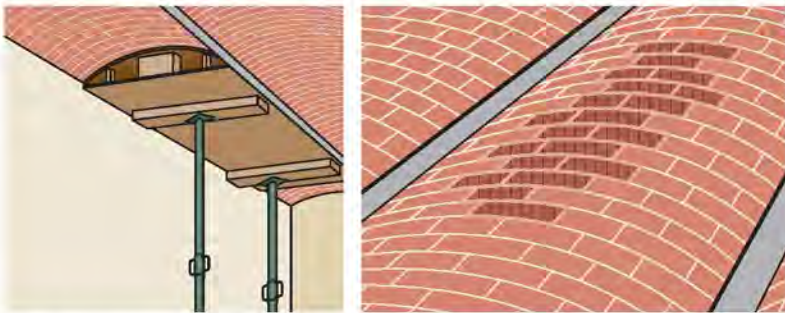
e Plancher à voûtains

Principaux désordres des planchers anciens (suite)

Situation	Types de désordres	Réparation
	<p>Présence de champignons et de moisissures</p> <p>Dans le volume confiné des planchers, sous un revêtement de sol étanche à l'air enfermant un plancher en bois par exemple ou dans un surbaissement de plafond constituant un plénum non ventilé et mal isolé ou encore sous une isolation thermique inadaptée ou mal posée favorisant des condensations. Lorsqu'une pièce n'est pas ou insuffisamment ventilée.</p>	<p>La rénovation d'un plancher doit assurer sa salubrité et sa durabilité en protégeant les bois de l'humidité sous toutes ses formes. Il est nécessaire d'éliminer les quatre sources d'excès d'humidité possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'eau du sol qui imprègne les murs ; - les infiltrations d'eau de pluie ; - l'humidité de condensation ; - l'humidité d'origine accidentelle.
	<p>Présence de trous, de galeries et de vermoulures</p> <p>La présence sur le bois de trous d'envol, de galeries et de vermoulures indique la présence d'insectes xylophages. Les insectes à larves xylophages, dits « de bois sec » sont majoritairement responsables des dégradations constatées dans les planchers. Les indices indiquant la présence de termites sont peu apparents et les dégâts sont parfois tardivement découverts.</p>	<p>Selon leur destination dans le plancher, les bois peuvent être traités préventivement <i>in situ</i> contre les insectes seuls, ou contre les insectes, les moisissures et les pourritures dues aux champignons. Les colonies de termites présentes dans une maison sont éliminées au moyen de pièges contenant un poison à effet retard ou par l'installation de barrières physico-chimiques imprégnées de produits insecticides.</p>
	<p>Dislocation des assemblages en bois</p> <p>Les dislocations des assemblages des planchers en bois se manifestent davantage par leur nuisance esthétique (creux de plancher, flèche d'un plafond) que par une réelle atteinte à la solidité du plancher. On trouve à l'origine du désordre un retrait au séchage, la présence d'insectes xylophages ou encore la pourriture des bois due à l'humidité.</p>	<p>Le renforcement des assemblages est réalisé par ajout de pièces métalliques et d'étriers de solidarisation, par reconstitution des bois dégradés au moyen de résines armées ou encore par moilage de bois ou de plaques métalliques destinées à stabiliser les pièces entre elles.</p>
	<p>Fissures des poutrelles et entrevous en béton</p> <p>Un plancher en béton est généralement supporté par des poutrelles en béton armé particulièrement longues qui reposent sur les murs extérieurs et les murs de refend. Il arrive que le plancher soit sujet à un fléchissement ou une rétraction. Cela peut être dû à un défaut de construction (des appuis trop espacés par exemple), qui entraîne l'apparition de fissures.</p>	<p>Le renforcement des planchers à poutrelles et entrevous s'effectue en appliquant un connecteur chimique sur la surface du plancher existant en collaboration avec une nouvelle dalle de compression en béton coulée sur place. Toutes les opérations se déroulent par le dessus, sans perçage ni engravures. Une autre solution consiste à mettre en œuvre des poteaux et des poutres de soutien.</p>
	<p>Corrosion des armatures d'une dalle en béton coulé</p> <p>La dégradation en sous-face d'une dalle de plancher coulée en béton armé laissant apparente les armatures (aussi appelée carbonatation) est due :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit à un défaut d'enrobage, la dilatation des armatures faisant éclater le béton ; - soit à une infiltration d'eau par des fissures non colmatées entraînant la corrosion et l'augmentation du volume des aciers constituant l'armature. 	<p>Pour réparer une carbonatation, on enlève le béton fragilisé jusqu'à l'armature avant d'en ôter la rouille par burinage, bouchardage, repiquage, sablage ou à l'aide d'un jet d'eau puissant pour qu'aucune trace de corrosion ne subsiste. Il est ensuite nécessaire d'appliquer sur les aciers une ou deux couches de primaire et/ou d'enduit, avant de colmater les trous à l'aide de mortier.</p>

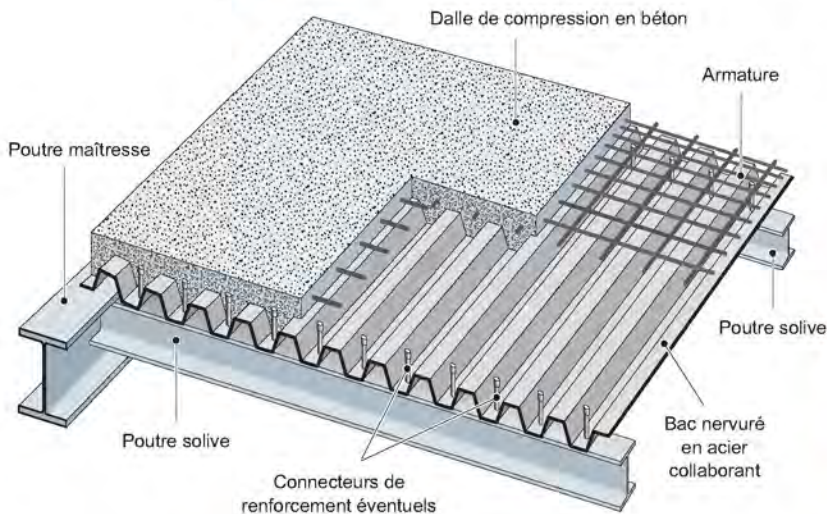


a Réparation par passivation et doublage des poutrelles

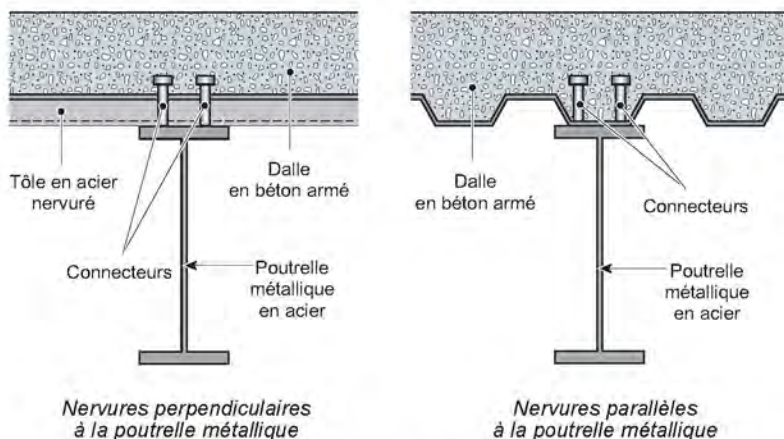


Pose d'une forme en bois et étayage Remplacement des briques et jointoiment

b Restauration de voûtains en briques



c Éléments d'un plancher collaborant



d Coupes sur poutre mixte acier/béton

■ Planchers métalliques

La réparation des planchers à poutrelles et hourdis en plâtre (augets) consiste à **(a)** :

- purger les augets en sous-face et éliminer les pièces métalliques irrécupérables ou fortement corrodées ;
- injecter un inhibiteur de corrosion sur les parties métalliques inaccessibles et procéder à la passivation de celles qui sont accessibles ;
- mettre en place des poutrelles IPN de consolidation sous les poutrelles existantes ;
- mettre en place des entretoises UPN posées sur les IPN en réservant une lame d'air de ventilation et caler le tout au moyen de plots en mortier de résine ;
- effectuer une reprise partielle au mortier de plâtre/chaux en sous-face.

Les planchers métalliques à voûtains en briques **(b)** sont étayés au moyen de formes en bois, puis dégarnis sur leur partie supérieure avant remplacement des briques abîmées et rejointoiment.

■ Planchers collaborants

Les planchers à bacs collaborants sont coulés sur une armature qui repose sur des bacs nervurés en acier formant coffrage et participant à la résistance des ouvrages **(c)**. Ils sont utilisés en réhabilitation en raison de leur facilité de pose et de leur système de liaison avec la structure. Les bacs nervurés en tôle d'acier sont découpés sur le chantier **(e)**, puis fixés sur un ensemble porteur constitué de poutres et de solives **(f)**.

Ce type de plancher présente plusieurs avantages :

- les bacs acier sont pris en compte dans le calcul de dimensionnement du plancher ;
- ils servent de platelage de chantier et de coffrage perdu à la dalle de répartition en béton ;
- un seul treillis métallique peut servir d'armature à la dalle béton, en complément des nervures du bac qui font office d'armatures basses.

Les poutres mixtes **(d)** sont constituées d'une partie en acier (poutrelle) et d'une partie en béton armé (dalle) mécaniquement reliées afin de résister ensemble aux charges appliquées.



e Découpage des tôles nervurées



f Fixation des tôles nervurées en acier



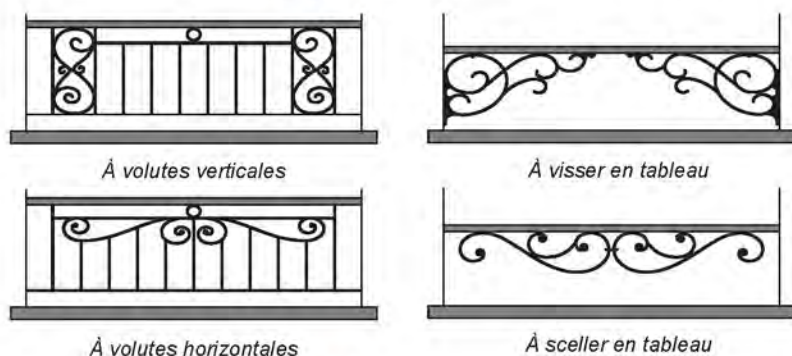
i Différents styles de maisons de ville



j Portes



k Fenêtres et volets



l Garde-corps

■ Enduits et crépis (b) à (h)

Les crépis de façade des maisons anciennes jouent un rôle essentiel de protection et d'esthétique. Constitués traditionnellement de chaux aérienne, sable et parfois ciment pour les plus récents, ils permettent aux murs de respirer tout en les protégeant des intempéries. On distingue plusieurs types de finitions : le crépi projeté, souvent rugueux, est appliqué mécaniquement ; l'écrasé est lissé après projection pour un aspect plus doux. Le gratté est raclé après application pour une texture uniforme. Le ribbé, obtenu à l'aide d'une taloche à clous, peut être vertical, en rond ou tramé au rouleau, offrant différents effets décoratifs. Ces finitions influencent l'esthétique mais aussi l'entretien. Dans la rénovation, il est crucial de respecter la nature des matériaux anciens pour garantir l'adhérence et la durabilité du crépi.

■ Style architectural (i) à (l)

La rénovation des maisons anciennes exige un respect rigoureux de leur style architectural afin de préserver leur authenticité et leur valeur patrimoniale. En façade, les menuiseries doivent conserver leurs proportions d'origine, avec un choix de matériaux et de profils cohérents : le bois peint reste souvent privilégié, avec des vitrages adaptés mais discrets. Les garde-corps doivent également s'inspirer des modèles anciens (feronneries simples ou ouvragées), en respectant les dimensions et l'ancrage d'origine. Les modénatures – encadrements, corniches, bandeaux, chaînes d'angle – doivent être conservées ou restituées à l'identique, en utilisant des matériaux compatibles (enduits à la chaux, pierres de taille, staff). Toute modification doit s'intégrer sans rupture visuelle. Pour la toiture, il est essentiel de préserver les pentes, les débords, la couverture (tuiles plates, ardoises naturelles, etc.) ainsi que les éléments singuliers comme les lucarnes, génoises ou souches de cheminées. L'ajout d'isolants ou de fenêtres de toit doit être discret et conforme aux prescriptions des Architectes des Bâtiments de France le cas échéant. Le respect du style garantit non seulement la cohérence architecturale mais aussi la pérennité du bâti. Des teintes de matériaux compatibles avec les traditions locales participent à l'harmonie visuelle. Une étude préalable du bâti existant et de son environnement permet d'orienter les choix techniques et esthétiques de manière pertinente.

20.03 Désordres des façades en milieu rural

Désordres constatés	Origine des désordres
Dégradation des enduits et infiltrations d'eau	Présence de plantes grimpantes (lierre, vigne vierge)
Apparition de mousses, lichens et champignons	Humidité ambiante et manque d'ensevelissement dû à la végétation dense
Fissures dans les murs ou fondations	Racines d'arbres proches perturbant la structure
Encrassement des façades et obstruction des gouttières	Vents chargés de poussières agricoles, feuilles ou pollens
Érosion des soubassements et éclaboussures sur l'enduit	Ruissellement non maîtrisé sur terrains en pente
Détérioration des menuiseries bois	Présence d'insectes xylophages ou humidité prolongée

En milieu rural, les façades des bâtiments anciens sont soumises à divers désordres liés à leur environnement naturel (a). La présence de plantes grimpantes, comme le lierre ou la vigne vierge, peut provoquer des infiltrations d'eau, détériorer les enduits et fragiliser les joints de maçonnerie. L'humidité ambiante dans les zones boisées favorise le développement de mousses, lichens et champignons, altérant l'esthétique et accélérant la dégradation des matériaux. Les insectes xylophages ou fousseurs peuvent aussi s'installer dans les menuiseries extérieures, accélérant leur détérioration. L'ombre permanente, causée par la végétation dense, empêche le séchage naturel des murs, créant un terrain propice aux remontées capillaires et aux efflorescences salines. Les racines d'arbres proches peuvent aussi perturber les fondations et provoquer des fissures. Le ruissellement non maîtrisé, accentué par les fortes pentes ou les sols imperméables, accentue l'érosion des enduits. Un entretien régulier et un bon drainage sont essentiels pour prévenir ces désordres et conserver l'intégrité des façades.

Origine des désordres en milieu rural



a Façade en milieu rural

RÉNOVER UNE MAISON étape par étape

Comment rénover durablement une maison ? Quelles étapes respecter ? Comment identifier les points sensibles des différents éléments du bâti ? Quels matériaux et techniques privilégier ? Quelles précautions prendre pour réparer ou consolider une structure ?

Synthétique, ce guide pratique, entièrement en couleurs et richement illustré, vous accompagnera pas à pas dans toutes les phases d'un projet de rénovation, quelle que soit l'époque ou la localisation de la maison (urbaine ou rurale) : du diagnostic initial aux finitions, en passant par le choix des matériaux et les techniques de mise en œuvre.

Accessible et exhaustif, cet ouvrage est conçu comme une boîte à outils visuelle : il vous permet de comprendre immédiatement les principes de la rénovation et d'appliquer des techniques conformes aux règles de l'art.

Pensé comme un véritable guide pratique, ce livre entièrement illustré de détails de construction, schémas de principe et pédagogiques, traite successivement :

- des grands principes de la rénovation : définition des besoins, état des lieux, aménagements possibles, comme les extensions ou surélévations ;
- des formalités administratives, de l'organisation et de la mise en place du chantier ;
- de l'identification des points sensibles du bâti, selon son époque de construction et son style régional ;
- du repérage et du diagnostic des pathologies et dégradations des matériaux, mais aussi des désordres éventuels, de leurs causes et des techniques de réparation et de renforcement à mettre en œuvre pour y remédier ;
- du choix des procédés adaptés pour réparer, consolider et améliorer la solidité, la durabilité et l'esthétique du bâti et donc sa valeur patrimoniale.

Ce guide tout en images s'adresse aussi bien aux maîtres d'œuvre, aux maîtres d'ouvrage et aux artisans curieux de découvrir les techniques spécifiques de la rénovation, qu'aux particuliers ou aux étudiants qui y trouveront une synthèse claire et opérationnelle des techniques propres à la rénovation des maisons en ville ou à la campagne.

Responsable de la production graphique aux Éditions du Moniteur, **Alain Bouteville** a assuré les fonctions de chargé d'affaires et de chef de projet en bureau d'études avant de rejoindre et d'encadrer les équipes d'illustrateurs de groupes de presse et de maisons d'édition. Journaliste-graphiste free-lance, **Ursula Bouteville** a écrit, traduit et illustré de nombreux articles et ouvrages techniques en France comme à l'étranger.

Ils sont également auteurs, aux Éditions du Moniteur, de *La Construction : comment ça marche ?*, *Construire, rénover et aménager une maison*, *Aménager une maison ou un appartement pièce par pièce* et *Traité de charpente et couverture*.

Sommaire

Principes

Pourquoi rénover ? • Entretien, réparations, qui fait quoi ?
• Principes de rénovation • Augmenter la valeur d'une maison
• Extensions • Surélévations • Formalités • Chantier et sécurité

Identification du bâti

Chronologie et évolution des maisons d'habitation • Maisons rurales, de village ou de bourgs • Maisons de maître • Maisons ouvrières
• Maisons de constructeurs

Diagnostics et dégradations

Principes du diagnostic • Diagnostics architecturaux et réglementaires
• Collecte d'informations • Dégradation des matériaux

Fondations

Types de fondations • Manifestation des désordres dans les fondations
• Principales causes de désordres dans les fondations • Techniques de renforcement et réparation des fondations

Murs

Structure des murs • Murs en pierres brutes, ébauchées ou équarries • Murs en pierre de taille • Murs en brique pleine • Murs mixtes • Murs composites et de parement • Murs en blocs de béton ou de terre cuite alvéolés • Murs voiles en béton armé coulé en place • Murs et ouvrages en béton préfabriqué
• Désordres courants des murs en maçonnerie • Renforcement et réparation des murs maçonnés • Désordres courants des murs en béton armé
• Renforcement et réparation des ouvrages en béton • Murs en pans de bois
• Désordres courants des murs en pans de bois • Renforcement et réparation des murs en pans de bois

Dalles, voûtes et planchers

Typologie des dalles, voûtes et planchers • Manifestation des désordres des dalles, voûtes et planchers • Renforcement et réparation des dalles, voûtes et planchers

Façades

Typologie des façades • Manifestation des désordres sur les façades
• Désordres des façades en milieu rural • Désordres des façades en milieu urbain • Rénovation et ravalement des façades

ISBN 978-2-281-14719-3



9 782281 147193

EDITIONS

LE MONITEUR