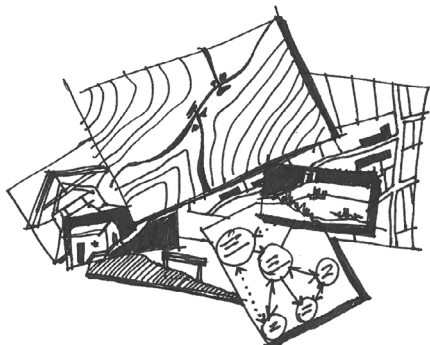


Travaux sur une construction existante

Ce guide est associé à une notice générale et à deux guides pratiques (Déclaration Préalable et Permis de Construire) téléchargeables sur le site www.les-caue-occitanie.fr.



Vous venez d'acquérir un bâtiment et vous envisagez d'y entreprendre des travaux plutôt que de construire ex-nihilo : ceci témoigne d'une démarche attentive de votre part, en matière d'environnement. Vous souhaitez réorganiser la distribution intérieure pour y aménager votre futur logement ou bien simplement améliorer le confort fonctionnel, acoustique et thermique.

Les travaux que vous engagerez peuvent modifier la structure, les façades et/ou la toiture : cela exige un vrai savoir-faire !

Que le bâtiment soit situé en ville, dans un village ou bien dans un site ouvert à dominante naturelle, votre bâtiment comporte un ensemble de caractéristiques architecturales qu'il importe de connaître et d'apprécier.

Il peut constituer une partie intégrante d'un patrimoine local qu'il convient de respecter et de valoriser.

Dans ce cahier, vous trouverez un ensemble de questions préalables nécessaires à vous poser.

Elles sont accompagnées d'un ensemble de recommandations dont le suivi vous aidera à concevoir et réaliser un projet de qualité.

1. Comprendre le contexte

Situer le bâtiment dans son histoire

Intervenir sur un bâtiment existant implique la rencontre entre vos besoins et ce lieu, donc ses caractéristiques et son histoire. Votre projet ne devra pas se limiter aux seules dimensions spatiales.

Avant toute intervention de réhabilitation ou restauration, prenez le temps de connaître l'histoire du bâtiment, sa destination initiale, ses usages successifs, la date de sa construction et celles des éventuelles interventions antérieures.



Ces façades témoignent, de par leur composition et décors, de l'époque de construction et des techniques qui leur sont associées.



?

Réhabiliter, rénover, restaurer

Définitions inspirées du Petit Robert

Réhabiliter : apporter le confort des normes et usages d'aujourd'hui à un bâtiment ancien. Réhabiliter peut être lié à un changement de fonction du bâtiment (exemple d'une remise agricole transformée en logement).

Rénover : rebâtir un bâtiment à neuf, sans prise en compte du caractère patrimonial. Cette attitude est fortement déconseillée par les CAUE.

Restaurer : retrouver le caractère originel du bâtiment, remettre en état, sans effacer les traces des interventions antérieures.

1. Comprendre le contexte

le conseil des CAUE en LR

Consultez :

- les éventuelles études portant sur le patrimoine local (en mairie),
- les cadastres anciens (ex.: napoléonien sur geoportail.gouv.fr),
- les archives locales (en mairie).

Questionnez également votre voisinage sur le passé du bâtiment.

en savoir +

Pour connaître les contraintes applicables à votre projet, consultez :

- l'atlas des patrimoines (atlas.patrimoines.culture.fr),
- le plan des servitudes disponible en mairie.

Si votre projet se situe dans le périmètre de protection des Monuments Historiques, se référer à la [notice générale « Les autorisations d'urbanisme »](#).

le conseil des CAUE en LR

Lorsque vous envisagez d'intervenir sur un bâtiment ancien à caractère patrimonial fort, **n'hésitez pas à faire appel à un architecte du patrimoine**, gage d'un projet conçu et réalisé selon les règles de l'art (cf. [liste des architectes du patrimoine](#)).

Pour la réalisation des travaux, adressez-vous aux entreprises spécialisées dans les techniques du patrimoine.

Évaluer sa valeur patrimoniale

Un bâtiment existant peut, de par sa qualité architecturale et urbaine, constituer un patrimoine bâti de valeur qu'il importe de préserver et valoriser. Y intervenir impliquera vigilance et attention.

Belle réhabilitation pour ces « couverts » aux enduits à pierre à vue



Cette façade porte de nombreux témoignages de son histoire. Dommage qu'elle ait été dénudée de ses enduits et munie de menuiseries banalisantes

Selon les régions et en fonction des époques, des techniques de construction spécifiques et adaptées au contexte local ont été employées. Il importe de les respecter, voire de les remettre à jour dans le cas où elles auraient été effacées. Il ne s'agit pas forcément de mener un travail d'archéologue mais de décrypter, de repérer les traces des différentes interventions à travers l'histoire. Elles pourront vous inspirer dans vos choix d'aménagement, alléger éventuellement le programme des travaux* et contribuer in fine à améliorer la valeur architecturale et patrimoniale du bâtiment.

* Sonder les murs, gratter les enduits peuvent permettre de découvrir d'anciennes portes, fenêtres, placards, plafonds..., autant d'éléments qui, mis à jour et réhabilités, pourront apporter une plus-value à laquelle vous n'aviez pas pensé au départ.

1. Comprendre le contexte

Apprécier son rôle dans le paysage

De par son implantation dans le contexte, son rapport au relief (pente, sommet), aux voies de circulation, aux constructions voisines, aux boisements, aux champs de culture, aux ruisseaux, à la rivière..., le bâtiment participe à la constitution d'un site et à l'écriture d'un paysage.

Restaurer sa toiture pour y créer une terrasse, refaire ses enduits, implanter une loggia, modifier ses ouvertures... autant d'interventions qui vont avoir un impact sur l'architecture du bâtiment, sa silhouette et par conséquent sur la perception du paysage par tous.

La façade de votre bâtiment n'appartient pas qu'à vous, elle concerne aussi tous ceux qui la regardent.

- **En milieu urbain**

Situé au débouché d'une rue, d'une allée, sur une place de village ou une esplanade, dans la perspective d'une avenue, votre bâtiment peut jouer un rôle clé dans le paysage. Il peut fonctionner comme un repère par son originalité ou bien constituer un maillon indissociable d'un ensemble architectural et urbain cohérent, à ne pas rompre.

Situé à l'entrée du village ou de la ville, il contribue à la constitution de la silhouette urbaine et à ses perceptions lointaines.

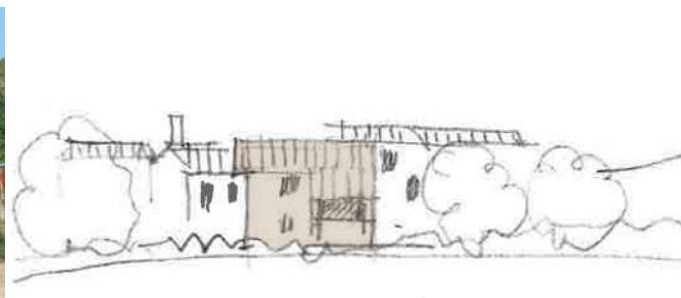


Autour de la place, le long d'une rue, votre bâtiment participe à la construction de l'espace public et à la définition du cadre bâti.

- **En milieu rural**

Isolé sur une crête ou un replat, adossé à une colline, entouré d'un bosquet, intégré dans un hameau ou une ferme, votre bâtiment témoigne de l'identité agricole et paysagère du territoire.

Sa visibilité dans le paysage lointain doit être examinée avec la plus grande attention.



Cette construction récente, située au premier plan de la silhouette du hameau, perturbe la cohérence paysagère de cette dernière par la mise en œuvre d'une toiture (sens de faitage) à l'opposé de celles du hameau. Sans parler de la couleur trop claire de ses enduits.

!

Votre bâtiment n'est pas visible depuis le paysage proche ou lointain, ce n'est pas pour autant que vous pouvez négliger la qualité de l'intervention ! Même ordinaire, il constitue un patrimoine dont la valeur sera améliorée par une intervention de qualité.

le conseil des CAUE en LR

Le repérage des éléments structurants du site (ruisseau, plantations, église, pont, monument historique...) enrichira la démarche de votre projet.

Votre bâtiment dispose d'un potentiel de transformation et/ou d'extension différent selon le contexte.

2. Analyser l'architecture du bâtiment

le conseil des CAUE en LR

Indépendamment du degré de complexité de votre projet, **faire appel à un professionnel (architecte, maître d'œuvre) pour analyser l'architecture du bâtiment et vous aider à concevoir votre projet.**

Nous vous recommandons aussi de solliciter un ou plusieurs diagnostics selon l'ambition de votre projet. Vous saurez ainsi d'où vous partez pour évaluer précisément les moyens et techniques à mettre en œuvre et parvenir à vos aspirations.

Ne pas tenir compte de l'état des lieux, c'est risquer de réaliser des travaux :

- inadaptés,
- plus onéreux,
- occasionnant des sinistres à plus ou moins longue échéance.

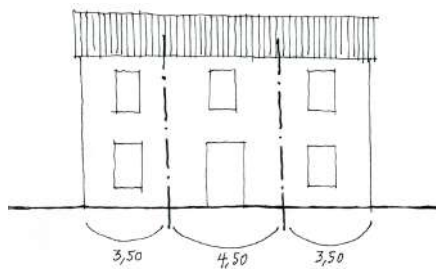
Considérer sa structure constructive

Généralement, les bâtiments construits jusqu'à la Seconde Guerre mondiale sont constitués de murs en pierre (moellons ou pierre de taille), et/ou en brique et de planchers et charpentes en bois.

Dans les **maisons à une travée**, les façades forment les seuls murs porteurs. Dans les **bâtiments à plusieurs travées**, des murs, également en pierre ou en brique mais de moindre épaisseur, séparent les pièces et soulagent une part des charges des planchers. Ce sont les murs de refend. Ils sont porteurs et leur suppression nécessite des travaux de reprise de charges, souvent coûteux.



Autour de cette place de village, on distingue des maisons à une, deux et trois travées.



Une maison de maître composée de trois travées. Derrière chaque travée, dans les maisons anciennes ordinaires, on trouve une pièce habitée. Le nombre de travées d'une maison servait à en passer commande.

Les bâtiments, construits après la Seconde Guerre mondiale et jusqu'à nos jours, peuvent être composés d'une toute autre manière. Les façades ne sont pas nécessairement porteuses et la structure du bâtiment est constituée d'un ensemble de poteaux et de poutres (béton, bois, acier...) ou bien de voiles et de murs de refend en béton. Les planchers sont majoritairement en béton armé ainsi que les toits terrasses lorsqu'ils existent.

Un diagnostic-structure détaillé doit être mené avant tout projet de restructuration de bâtiment existant. Il sera mené par un professionnel qualifié (architecte, ingénieur, bureau d'études).

Lors de la suppression de cloisons porteuses, des éléments de substitution adéquats (renforts et reprises de charges) devront être mis en œuvre pour garantir la stabilité de l'ensemble.

2. Analyser l'architecture du bâtiment

Lire attentivement ses façades

Les façades et les toitures, avec leurs détails et décors, constituent la partie visible des bâtiments.

Composées selon un certain nombre de règles, les façades de nos villes et villages forment un patrimoine identitaire qu'il importe de respecter.

C'est grâce à elles que l'architecture acquiert le statut d'intérêt public !

- **Le rôle de la façade**

Hormis son rôle habituellement porteur (construction en pierre, en brique...), la façade a un rôle de protection à jouer.

Les enduits garantissent son étanchéité, la corniche constituée d'une génoise ou de débord de chevrons la protègent de la pluie tandis que le soubassement lui évite de nombreux désagréments (coups, éclaboussures...).

N'enlevez pas les enduits d'une maison d'habitation sans en refaire de nouveaux.

- **Une écriture à respecter**

De nombreux détails jalonnent les façades : encadrements en pierre apparente ou en peinture, bandeaux peints et décorés sous corniche, liserets colorés soulignant les changements de textures et opérant la transition d'une teinte à une autre, ferronneries travaillées au niveau des balcons et balconnets.

Dans le cadre de travaux de ravalement, ces éléments « d'écriture », réel langage de l'architecture, doivent être conservés et mis en valeur.

en
savoir
+

« L'architecture est une expression de la culture.

La création architecturale, la qualité des constructions, leur insertion harmonieuse dans le milieu environnant, le respect des paysages naturels ou urbains ainsi que du patrimoine sont d'intérêt public. Les autorités habilitées à délivrer le permis de construire ainsi que les autorisations de lotir s'assurent, au cours de l'instruction des demandes, du respect de cet intérêt. »

Extrait de la loi n° 77-2 du 3 janvier 1977 sur l'architecture



Une belle réhabilitation de façade : toutefois, les portes d'entrée et de garage auraient dû adopter la même couleur que celle des autres menuiseries...

le conseil des CAUE en LR

Lorsque les façades du bâtiment sont typées d'une période historique de l'architecture, veillez à ne pas les altérer et à intervenir en poursuivant la logique de composition.

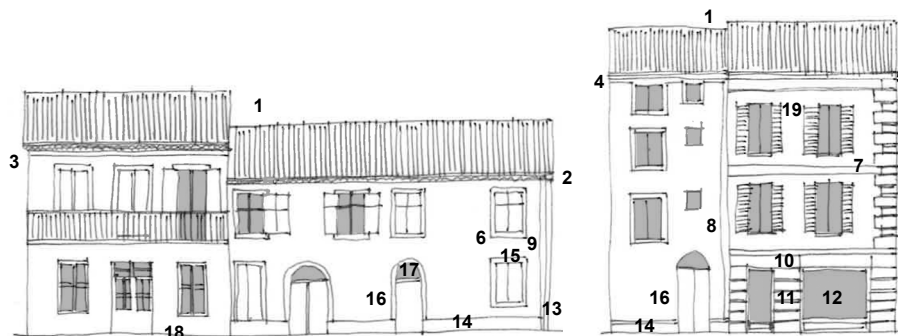
2. Analyser l'architecture du bâtiment

en
savoir
+

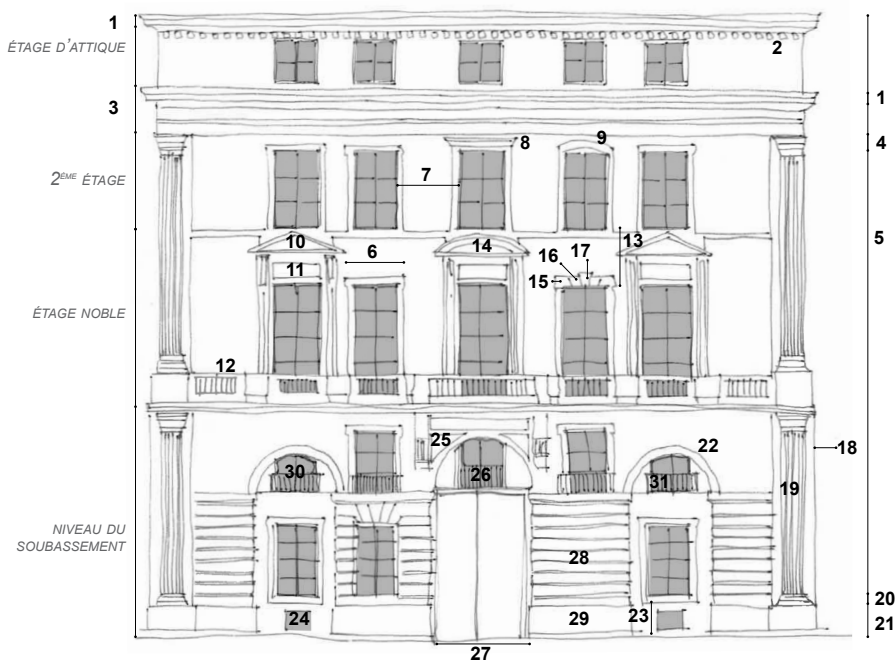
Consultez la plaquette [Fiches façades](#) qui aborde les questions qui se posent le plus souvent pour remettre en valeur une façade.

• Le vocabulaire de la façade

Les façades de maison sont constituées par un ensemble d'éléments communs qu'il faut connaître, apprécier et savoir nommer.



- | | | | |
|--------------------------|---|-------------------------|-------------|
| 1. toiture | 6. encadrement de baie | 11. bossages | 16. jambage |
| 2. génioise | 7. bandeau horizontal | 12. devanture | 17. imposte |
| 3. bandeau sous génioise | 8. bandeau vertical | 13. dauphin EP en fonte | 18. seuil |
| 4. gouttière en zinc | 9. descente EP (eaux pluviales) en zinc | 14. soubassement | 19. fond |
| 5. corniche | 10. enseigne | 15. linteau | |



- | | | | |
|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 1. corniche | 9. linteau en arc segmentaire | 17. clef | 25. écoinçon |
| 2. modillons | 10. fronton | 18. dossier | 26. tympan |
| 3. entablement | 11. table saillante | 19. pilastre | 27. travée principale |
| 4. chapiteau | 12. balustrade | 20. base | 28. bossages continus en table |
| 5. fût de colonne | 13. plein de travée | 21. socle | 29. soubassement |
| 6. travée | 14. fronton cintré | 22. arc plein-cintre | 30. fenêtre d'entresol |
| 7. trumeau | 15. sommier | 23. allège | 31. balconnet |
| 8. corniche de baie | 16. claveau | 24. soupirail | |

2. Analyser l'architecture du bâtiment

Évaluer ses qualités thermiques et acoustiques

Autant dans la construction neuve, les exigences de performance attendues sont lisibles et bien connues, autant dans l'ancien, elles sont réglementairement, en 2018, minimales et peu ambitieuses.

Pourtant, concernant la thermique, il est possible et même souhaitable de viser de très bonnes performances, avoisinant les 50 kWh ep/m².an (*). Ce seuil issu de la réglementation thermique dans la construction neuve en vigueur depuis 2012, devient alors l'objectif à atteindre dans les réhabilitations d'aujourd'hui.

Il importe de bien connaître l'état général du bâti ainsi que ses qualités, de manière à les conserver, voire les améliorer. Un diagnostic thermique et acoustique permet d'apprécier l'ampleur et la nature des travaux à réaliser au regard des objectifs de confort et d'économies recherchées.

Un premier état des lieux consiste à faire un bilan de sa construction :

- les murs sont-ils en bon état ? de quels matériaux sont-ils faits ? sont-ils isolés et comment ?
- idem pour la toiture et les fenêtres
- les façades sont-elles enduites ou décroûtées ? sont-elles isolées et comment ? les enduits sont-ils en bon état ?
- constatez-vous des ponts thermiques (**), acoustiques ?

Vous pouvez ensuite vous interroger sur le niveau d'étanchéité à l'air : des portes et fenêtres, des prises électriques et des traversées des réseaux (tuyaux d'eau, gaz, gaines électriques...).

Chaque passage d'air est synonyme de déperditions thermiques, en plus d'être un très bon vecteur du son.

Pour l'élaboration de ce premier bilan, vous pouvez vous faire accompagner par un acousticien et par un conseiller Espace Info Énergie qui vous fournira des conseils neutres et gratuits ainsi que des informations sur les aides financières mobilisables (liste disponible au 0808 800 700 ou www.infoenergie-occitanie.org).

Afin de préciser ce premier état des lieux et obtenir des préconisations de travaux nécessaires à l'amélioration thermique et acoustique du bâtiment, faites appel à un bureau d'étude spécialisé en thermique - fluide et/ou acoustique.



Consommation et étiquette énergie utilisée lors des diagnostics de performance
Unité : kWh ep/m².an
RT = réglementation thermique

en
savoir
+

(*) **ep** : énergie primaire, forme d'énergie disponible dans l'environnement avant toute transformation (bois, charbon, gaz, pétrole, vent, rayonnement solaire, hydraulique, géothermie) et directement exploitable.

L'énergie finale est l'énergie consommée et facturée, tenant compte des pertes (production, transport, transformation).

(**) **pont thermique** : point de faiblesse thermique dû à une interruption d'isolation (exemple : entre un mur et une dalle). Cf. page 30.



L'utilisation d'une caméra thermique peut être un vrai « plus » pour repérer les déperditions de chaleur de la maison. La caméra thermique est un scanner de petite taille, qui s'apparente à un appareil photo numérique. Le rayonnement infrarouge des surfaces scannées est converti en image visible, pour permettre leur lecture sur l'écran. Les images permettent ainsi de visualiser les pertes de chaleur, les défauts d'isolation, de localiser les ponts thermiques ou encore des fuites sur le toit. Les couleurs les plus chaudes témoignent d'une perte de chaleur. Par exemple, des fenêtres signalées dans une palette de couleurs correspondant aux températures les plus élevées sont signes d'un manque d'isolation. Dans cet exemple, les couleurs liées à la porte d'entrée et son imposte, la fenêtre et le caisson du volet roulant témoignent de défauts d'isolation.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Adopter une démarche globale, éviter les interventions isolées

Intervenir dans l'existant est d'une bien plus grande difficulté comparativement à la construction neuve !

Un bâtiment ancien, notamment en pierre, est comme un organisme vivant qui en traversant le temps et en composant avec les données de son environnement, s'est constitué en un système équilibré.

Ce système et cet équilibre, résultat de la nature, des modes d'assemblage et de mise en œuvre des matériaux, sont à la base de la longévité et de la pérennité des bâtiments anciens, lorsque ces derniers ont été bien entretenus. Y intervenir sans précaution risque de perturber cet équilibre !



Pensez à l'évolution de vos besoins de vie (anticiper une naissance, l'accueil d'un parent âgé...) et si vous optez pour une maison à étage(s), prévoyez un rez-de-chaussée suffisant ou une possibilité d'extension pour accueillir si nécessaire une chambre et une salle de bains accessibles en cas de handicap.

En matière de réhabilitation-restauration, deux attitudes peuvent être adoptées :

- s'appuyer sur l'existant en révélant et valorisant le patrimoine
- ou bien opter pour un parti d'expression architecturale radicalement différent.

Afin de préserver les qualités (constructives et de confort) d'un bâtiment existant en bon état, adoptez une démarche de projet global en évitant les interventions au coup par coup.

Examinez toujours les impacts de chaque intervention préconisée sur l'ensemble des données de ce système en équilibre.

Exemple : lorsque pour des questions de confort thermique, vous souhaitez améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment, vous devez en même temps agir sur son mode de ventilation pour éviter des pathologies tant sur le bâtiment même (humidité, moisissure des murs) que sur votre santé, voire ré-examiner son mode de chauffage...

Adapter le programme au bâtiment et non l'inverse

Avant d'envisager des travaux ou bien avant même d'acquérir un bâtiment ancien, **vérifiez que vos besoins en terme d'espace correspondent à ses capacités à les accueillir.**

Sachez qu'une construction existante n'offre pas toutes les possibilités d'agencement, d'articulation et de mise en relation des espaces tels que vous les auriez souhaités dans le cadre d'un projet de construction nouvelle.

Il se peut même que la distribution intérieure des pièces par rapport au soleil et aux vents ne soient pas des plus idéales. Autant de paramètres avec lesquels il faudra composer mais sachez d'ores et déjà qu'un minimum de compatibilité doit exister entre votre projet, c'est-à-dire vos désirs d'espace et d'habiter, et la nature architecturale et constructive du bâtiment.

Pour positionner les différentes pièces de votre habitation (espace jour, espace nuit, annexes), vous serez amené à considérer :

- **la course du soleil,**
- **l'orientation des vents dominants,**
- **et la structure porteuse** de manière à éviter les reprises de charges et autres travaux de consolidation qui génèrent des coûts importants et qui dans la plupart des cas peuvent être évités.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Si votre projet s'avère incompatible avec les dimensions, l'architecture et la structure constructive du bâtiment existant, il faudra soit l'abandonner, soit accepter de l'adapter à ces dernières.

Deux exemples de réhabilitation respectueuses de l'existant

Réhabilitation d'une maison de village à Aulas -30 (cf. page 10)
En façade, seuls les volets ont été remplacés.



Transformation d'un hangar en logement à Arzens -11 (cf. page 11)
Avant et après travaux



3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Réhabilitation légère d'une maison (Aulas - 30)

État des lieux et interventions en second œuvre




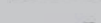

Au rez-de-chaussée, la suppression de la cloison de la cage d'escalier en bois a permis, outre l'agrandissement de l'espace, d'installer une source de chaleur centrale (poêle à bois).

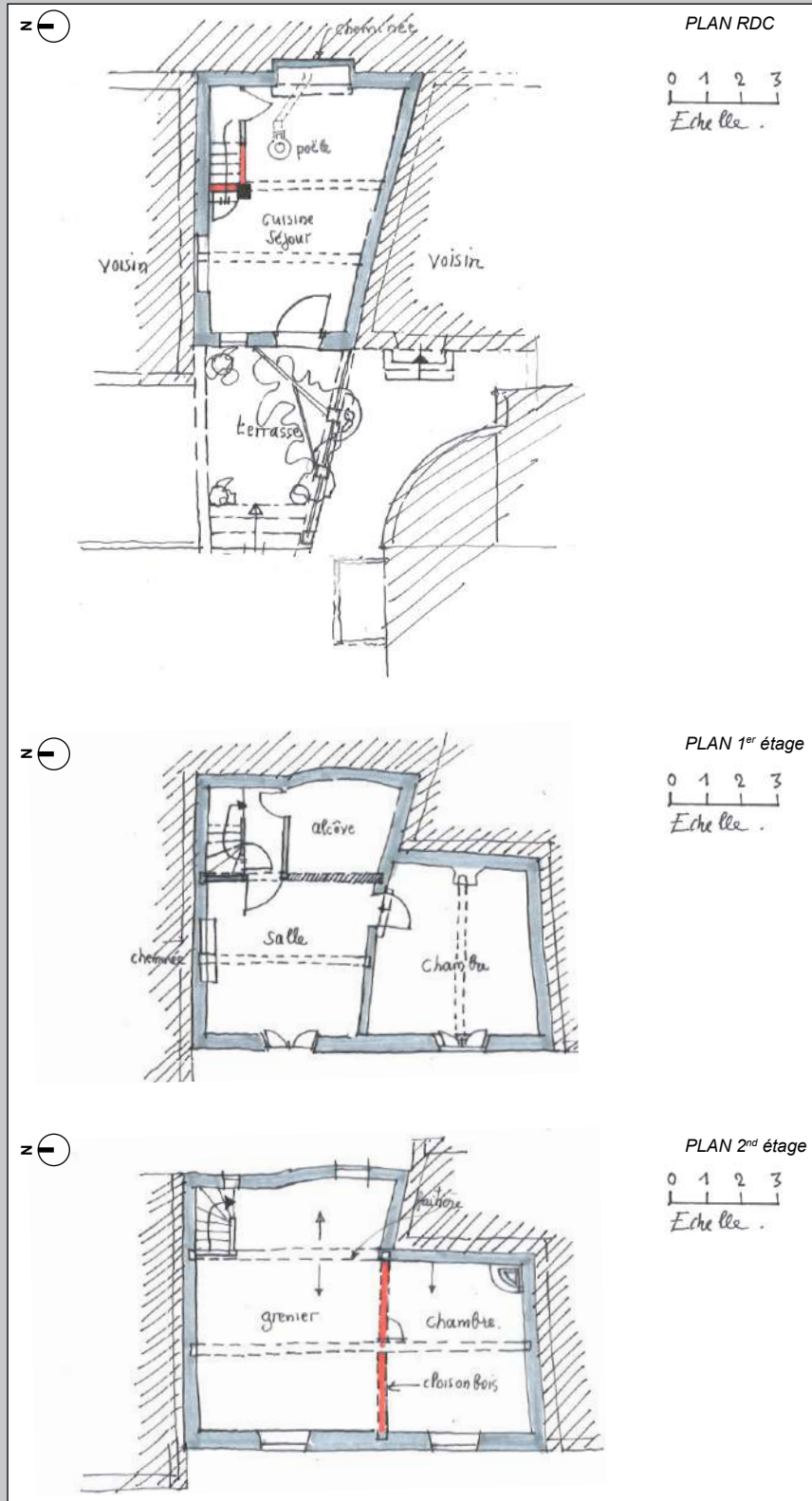
Le maigre poteau en bois intégré dans la cloison et supportant la poutre de plancher a été doublé par un poteau métallique.

Au 1^{er} étage, une cloison a été réalisée sous la poutre du plancher au niveau de l'alcôve pour créer une salle d'eau. Cette dernière a été éclairée en second jour par une baie située en hauteur sur toute la longueur de la cloison.

Au 2^{ème} étage, la cloison en bois a été démolie pour obtenir un seul grand espace (loft).

LÉGENDE

-  poutres de plancher ou pannes de charpente
-  sens de pente de la toiture
-  cloisons démolies
-  cloisons nouvelles
-  poteau métallique de confortement



Cette réhabilitation n'a exigé aucune intervention sur les façades, hormis la restauration à l'identique du toit et des volets. Elle n'a nécessité aucune demande d'autorisation d'urbanisme.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Refonte totale de la distribution intérieure d'un bâtiment (Arzens -11)

Deuxième vie pour un hangar

(CV Architecture Alain Cathala et Rachel Viot)

C'est un hangar traditionnel, resté, comme on dit, « dans son jus », avec sa belle charpente apparente et ses piliers en pierre.

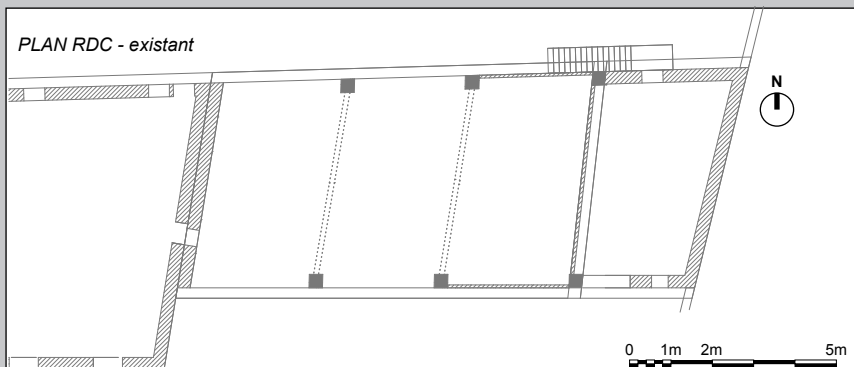
Sa situation en faisait un bâtiment idéal pour un projet d'habitation.

La composition s'appuie sur la structure existante. Entre les piliers visibles sur les façades, des parois pleines en béton brut et parement bois alternent avec des parois vitrées.

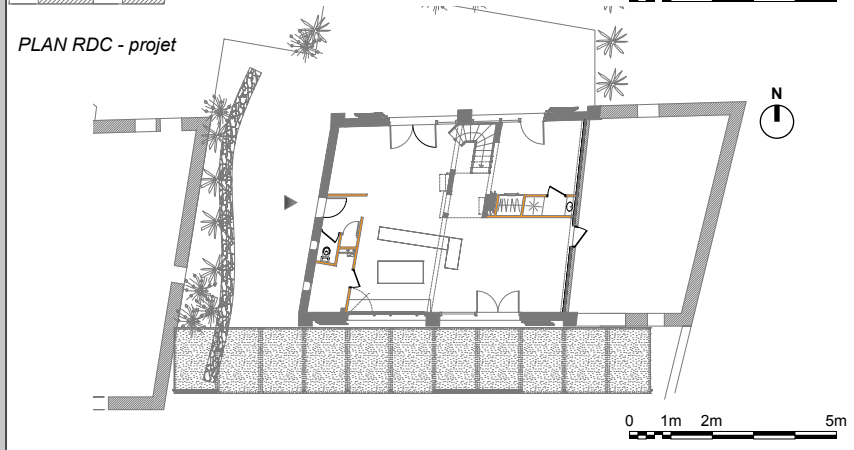
L'aménagement intérieur s'organise sur deux niveaux profitant de la hauteur sous faîtiage.

Tout le long de la façade Sud, des protections en clins de bois permettent de filtrer les vues depuis l'avenue, tout en jouant leur rôle de brise-soleil.

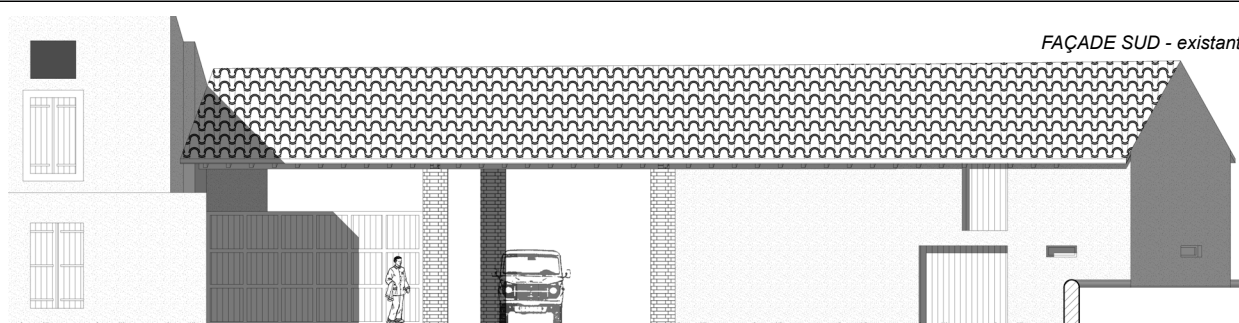
PLAN RDC - existant



PLAN RDC - projet



FAÇADE SUD - existant



FAÇADE SUD - projet



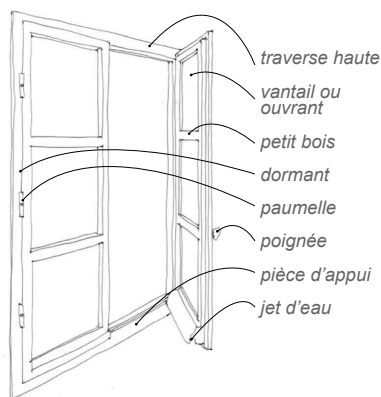
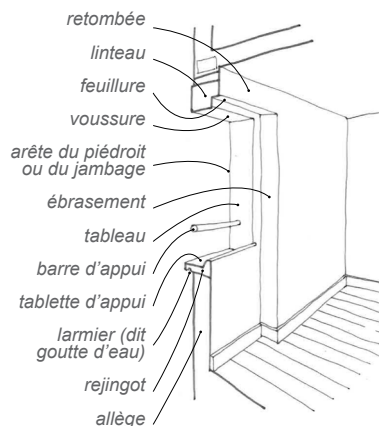
Ce projet a nécessité un changement de destination (hangar en habitation) et des modifications de l'aspect extérieur du bâtiment. C'est un dossier de Permis de Construire qui a donc été déposé en Mairie pour obtenir l'autorisation.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

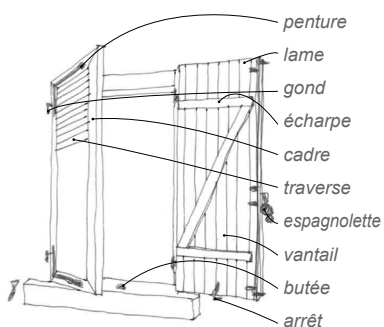
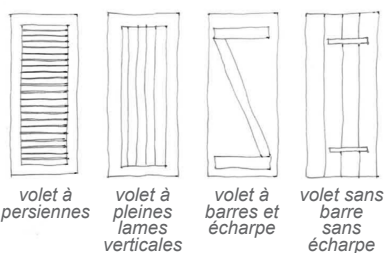
en
savoir
+

Le vocabulaire des ouvertures

Le vocabulaire de la fenêtre



Le vocabulaire du volet



Valoriser ses façades

La façade est le visage de votre bâtiment. Y intervenir, c'est engager un acte important à l'image d'une opération de chirurgie esthétique.

Les ouvertures

Les ouvertures avec leurs jeux de formes et de taille constituent les principaux éléments de composition des façades du bâti traditionnel. Dans le cadre de réhabilitation de bâtiments anciens, elles sont les premières à être concernées : remplacement de menuiseries (fenêtres et volets), suppression, modification, création...

Mais les façades des bâtiments anciens, qu'ils soient en ville, au village ou dans l'espace rural, sont les témoins des us et coutumes d'une époque. Et si leur adaptation aux aspirations actuelles de confort est légitime, elle ne doit pas se faire au détriment de leur cohérence de composition et de leur valeur architecturale.



- Remplacer portes, fenêtres et volets

Plusieurs paramètres induisent le remplacement des fenêtres : recherche d'un meilleur confort thermique et acoustique, un état de délabrement de la menuiserie lié à l'abandon et à son manque d'entretien...

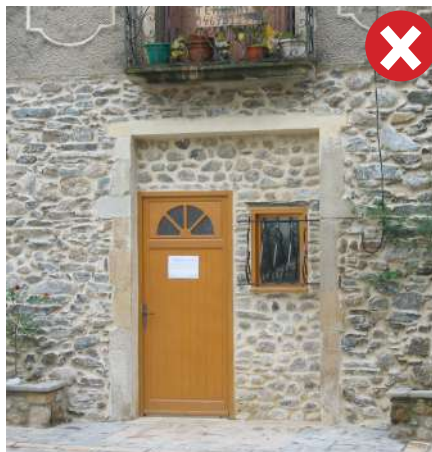


3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- **Adapter la menuiserie à l'encadrement**

Évitez à tout prix, lors du remplacement d'une porte ou fenêtre, de modifier la forme de son cadre (dormant) et par conséquent celle de son ouvrant initial.

Adaptez la forme et la dimension de la nouvelle menuiserie à la forme et la dimension de l'encadrement en pierre de l'ouverture.



- **Maintenir la feuillure et l'ébrasement**

Dans l'architecture traditionnelle en pierre, les fenêtres sont placées juste derrière l'encadrement en pierre, au tiers environ de l'épaisseur du mur depuis l'extérieur. Les deux tiers intérieurs restants sont évasés de l'extérieur vers l'intérieur.

Cette épaisseur évasée du mur s'appelle ébrasement. Elle sert à obtenir un ensoleillement optimal et à ranger les vantaux dans l'épaisseur du mur, ce qui évite l'encombrement de l'espace intérieur. Parallèlement, ce judicieux traitement produit un agréable jeu d'ombres et de lumière qui met en valeur le dessin de la fenêtre et anime la façade.

Malheureusement, cette mise en œuvre n'est, habituellement, pas respectée. Les fenêtres ne sont plus posées en feuillure dans l'épaisseur du mur mais plaquées au nu intérieur du mur, ce qui encombre l'espace intérieur de la pièce, diminue l'apport de lumière. Le jeu d'ombres généré sur la façade, violent, fait apparaître les fenêtres à des trous noirs ! Sans parler des nombreux travaux de reprise de maçonnerie qui pourraient être évités !

Lors du remplacement des fenêtres, maintenez leur position dans l'épaisseur du mur, maintenez feuillure et ébrasement !



Étanchéité à l'air

Soyez particulièrement vigilant lors d'un changement de vieilles fenêtres par des neuves.

Voir page 35 « *Changer ses fenêtres, oui mais...* »

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment



Pour la pose de nouvelles fenêtres, l'idéal est de choisir des vantaux avec des carreaux intégrés à la structure de la menuiserie.

Évitez de créer de faux carreaux avec des petits bois factices posés à l'intérieur du double vitrage ! Au pire, ils pourront être admis collés à l'extérieur.

- **Conserver le dessin des vantaux, petits carreaux ou pas ?**

Le choix sera dicté par le contexte :

- sur une façade où toutes les fenêtres comportent des carreaux, la nouvelle fenêtre devra contenir des carreaux, faute de quoi on obtiendra une dissonance gênante sur la façade,
- lorsque toutes les fenêtres sont remplacées, un nouveau dessin pourra être envisagé. On pourra alors modifier le nombre de carreaux, envisager leur suppression...



- **Penser la forme des volets**

Battants ou pliants, les volets animent la façade et contribuent à la gestion de l'éclairage ainsi qu'à la thermique du bâtiment.



Évitez de modifier le type des volets comme ceci arrive, malheureusement, si fréquemment avec la pose de volets roulants, étrangers aux typologies des bâtiments anciens. Si, toutefois, des contraintes vous y obligent, sachez qu'il faut qu'ils soient en couleur (en se référant à la tradition locale) et que leurs caissons soient impérativement situés à l'intérieur. Évitez à tout prix le PVC, préférez l'aluminium laqué.

Sachez aussi qu'il existe des systèmes motorisés de volets battants.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- **Modifier, supprimer une ouverture**

La création de salles d'eau et de dressings, de cuisines modernes dites « intégrées », entraîne la modification des ouvertures : agrandissement, réduction, voire même leur totale obstruction, produisant des effets néfastes en façade, même lorsque les travaux ont été bien exécutés !

Rehaussement d'allèges, ouvertures plus larges que hautes, diminutions, suppressions, perturbent le rythme de composition, brouillent la lecture, altèrent l'harmonie des façades et dégradent la qualité de l'espace public et du paysage !



Évitez de modifier les ouvertures surtout lorsque la façade est ordonnancée (travées-trumeaux, cf. le vocabulaire de la façade page 6). Et n'oubliez pas que cette dernière appartient d'abord à celui qui la regarde, votre voisin d'en face, le concitoyen ou visiteur, et bien après à vous qui habitez derrière (1977, Loi sur l'Architecture). Donnez-vous donc tous les moyens pour adapter les aménagements intérieurs à cette dernière et non pas l'inverse !

le conseil des CAUE en LR

Pour toute modification, suppression ou création d'ouvertures, n'agissez jamais seul. Prenez attache auprès d'un architecte qui dessinera pour vous leurs formes, tailles et détails, et passera commande aux entreprises de maçonnerie et de menuiserie !



Les travaux d'ouvertures (agrandissement, suppression, création) génèrent des reprises de maçonnerie : des encadrements identiques à ceux des baies existantes devront être créés autour des nouvelles fenêtres et un enduit similaire à celui de la façade devra être posé. L'objectif étant que les travaux passent entièrement inaperçus, comme si ils n'avaient jamais eu lieu !

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- **Créer une ouverture**

Dans l'ensemble, compte tenu de l'impact paysager et de l'ampleur des travaux générés par le percement d'un mur en pierre, il est déconseillé de procéder à la création de nouvelles ouvertures, surtout si vous n'êtes pas accompagné par un professionnel (architecte) ou une entreprise spécialisée dans l'ancien.

Toutefois, il existe de nombreux contextes où la création d'ouverture s'avère incontournable :

- réhabilitation d'une maison de village insuffisamment éclairée (tissu médiéval),
- réhabilitation de remises agricoles,
- réhabilitation de bâtiments disposant de longs pans de façades aveugles...

La création de telles ouvertures, si elles sont réalisées dans les règles de l'art, de composition et d'exécution, valorisent les bâtiments et améliorent leurs qualité d'habitabilité et d'usage.



3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- **Choisir les matériaux des menuiseries**

Le bois

Matériau durable par excellence et mauvais conducteur de la chaleur : son emploi est vivement recommandé. Bien que plus exigeant en matière d'entretien et un peu plus cher, le bois permet de personnaliser sa maison par l'application d'une gamme de couleurs infinie et d'en faire évoluer son aspect au fil du temps.

L'acier thermolaqué et l'aluminium laqué

Ils peuvent être utilisés pour leurs performances techniques mais ils sont jugés moins écologiques, compte tenu de la consommation d'énergie et de la pollution engendrées lors de leur production.

Le PVC

Les menuiseries en PVC comportent des sections (dormants et ouvrants) trop importantes qui rétrécissent le jour de la fenêtre et nuisent à la qualité des façades. L'usage du PVC, matière plastique, est **fortement déconseillé** en raison de la très mauvaise valeur environnementale de ce matériau dérivé du pétrole qui produit des gaz hautement toxiques lors de sa combustion.



A l'exception de la couleur blanche des fenêtres du 1er étage, cette réhabilitation de façade est de qualité.

- **Choisir les couleurs**

Dans le Languedoc-Roussillon, les fenêtres et volets en bois sont peints dans des couleurs plus ou moins vives, obéissant aux traditions locales. Les enduits et/ou parements en pierre étant de tons habituellement chauds, les teintes sur les menuiseries sont habituellement froides pour la création d'un contraste coloré. Mais le contraste en camaïeu existe également.

Regardez autour de vous, référez-vous à la tradition locale, consultez en mairie les éventuelles palettes de couleurs élaborés par les municipalités, évitez le blanc, propre aux menuiseries d'autres régions de France.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Les loggias ou terrasses au niveau du toit

Les maisons des centres anciens souffrent souvent de manque de lumière et ne disposent pas de balcon, terrasse ou jardin.

Dans le cadre de leur réhabilitation, des besoins en air et en lumière peuvent conduire à la création d'une loggia ou d'une terrasse, partiellement couverte ou pas au niveau du dernier étage, sous le toit.

Le projet est complexe et délicat (étanchéité, gestion de l'eau) et nécessite l'intervention d'un professionnel (architecte).

- **Préférer les terrasses couvertes aux tropéziennes**

Dans l'ensemble, afin de maintenir le toit dans son intégralité, on préférera les loggias ou terrasses couvertes, à la manière de celles créées dans certains bâtis au XVIII^e siècle.

La toiture sera portée par un ensemble de piliers et les travées constituées auront, de préférence, une forme verticale, ce qui n'est malheureusement pas le cas dans les exemples ci-dessous.

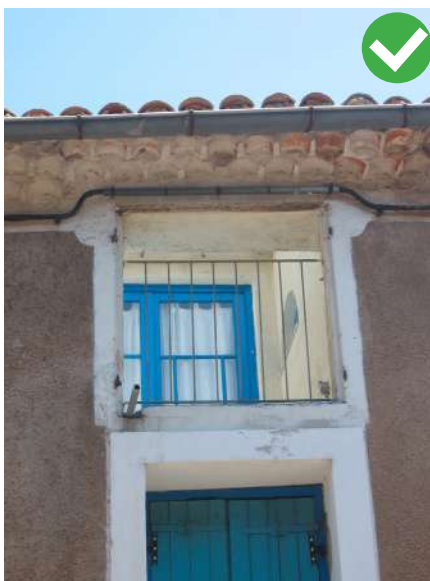


Des fenêtres de toit pourront être disposées au niveau de ces loggias pour les éclairer et augmenter l'éclairage en second jour de la maison. Ce dispositif a l'avantage d'éviter les éventuels désordres émanant d'une mauvaise gestion de l'étanchéité de la dalle de la terrasse.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- **Maintenir le mur initial de la façade**

L'idéal est de maintenir la totalité du mur de la façade initiale, permettant ainsi de sauvegarder le dispositif de la génoise et du chéneau ainsi que les éventuels ouvertures et encadrements. Les garde-corps seront les plus discrets possibles.



Les toitures constituent une partie de l'enveloppe d'un bâtiment. Elles sont particulièrement sensibles, car soumises aux assauts climatiques. **Les terrasses créées sur le toit ne font pas exception et nécessitent une extrême vigilance quant à leur parfaite étanchéité à l'eau.**

Une attention particulière doit être portée à l'évacuation des eaux pluviales ainsi qu'à la qualité du système d'étanchéité et de sa mise en œuvre.

- **Planter les terrasses sur l'ensemble de la largeur de la façade**

Afin d'éviter les terrasses dites « tropéziennes » qui constituent de réelles trouées de toiture, il est conseillé de concevoir l'espace de la terrasse sur l'ensemble de la largeur de la façade.

Des dispositifs légers de pergolas agrémentés de plantes pourront accompagner ces terrasses et apporter l'ombrage nécessaire aux mois d'été.



Cette terrasse aurait gagné à être accompagnée d'une pergola qui reprendrait en le complétant le rythme de la façade.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

?

Le ravalement de façade consiste à remettre en état de propreté (par nettoyage et/ou réfection) l'enveloppe extérieure d'un bâtiment.

Ravaler, c'est aussi :

- accompagner un programme de travaux de réhabilitation,
- revaloriser son patrimoine,
- apporter des solutions aux problèmes d'isolation et d'étanchéité des bâtiments anciens,
- redonner des couleurs à la rue,
- répondre à une obligation légale.

Ravalement de façade en pierre

Une attention particulière sera portée sur la restauration des différents éléments qui la composent. Les corniches et les soubassements, les bandeaux d'étages ou d'angles, les encadrements, souvent marqués par une texture et une couleur différentes, seront maintenus. Chaînes d'angles, moulures, ferronneries de balcons et autres détails seront également préservés et restaurés.

Le ravalement de façade sera également l'occasion de mieux intégrer les éventuels câbles de réseaux (électriques et téléphoniques) qui la sillonnent. Ils seront simulés par la couleur et positionnés sous corniche ou autre saillie capable de les faire visuellement disparaître.

- **Conserver, maintenir les enduits**

Lorsqu'ils sont peu dégradés, les enduits peuvent être conservés et restaurés.

Les reprises d'enduits existants devront se faire avec des mortiers de même nature : enduits de chaux sur enduits de chaux et enduits ciment sur enduits ciment. Laissez sécher les reprises en profondeur avant de passer aux finitions. La finition de surface sera apportée une fois les anciennes traces de peinture enlevées et décapées (à la pression d'eau).



Sur un enduit décapé ou à nu présentant quelques irrégularités après reprises, on pourra appliquer une couche d'enduit allégé prêt à l'emploi. Le support ne doit pas être hydrofugé. L'accrochage de l'enduit au mur ne doit pas laisser de doute, ne pas sonner creux par exemple. Enfin, vérifiez que l'enduit ne vienne pas en surépaisseur par rapport aux encadrements.

Sur un mur homogène sans salissures ni tâches d'humidité, on pourra poser :

- soit un lait de chaux opaque ou transparent. *Pour un volume de chaux aérienne : une proportion de 2 à 6 volumes d'eau détermine des nuances allant du badigeon (lait couvrant) à eau forte (lait transparent).*
- soit une peinture minérale qui apportera également, à la manière du lait de chaux, une finition mate.

en
savoir
+

Consultez les différents **cahiers de recommandations architecturales** disponibles sur les territoires et élaborés à l'initiative des collectivités locales, communes et communautés de communes.
Cf. Annexes p. 41

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Changement de couleur : on peut changer la couleur de sa façade sans forcément décaper les anciennes peintures, lorsque les supports d'enduits sont en bon état. Dans ce cas, on appliquera une peinture microporeuse pour façades. N'économisez pas sur le prix du produit, lui seul reste en façade.



Il est fortement déconseillé de « décroûter » les façades des maisons en pierre, les enduits jouant un rôle protecteur à la maçonnerie en pierre de tout venant (moellons).

- **Refaire ses enduits**

Lorsque les enduits sont très dégradés ou inexistantes, il faudra envisager de les refaire. **On appliquera trois couches**, chacune ayant une fonction déterminée.

Le préalable rejointement

Avant de procéder à la pose d'enduits, il faut vérifier l'état des joints de l'appareillage en pierre. Lorsqu'ils sont friables, il faudra les dégarnir et les refaire après les avoir nettoyés à l'eau mais pas sous forte pression. On les comblera avec le même matériau de la 2^{ème} couche constituant le corps principal d'enduit.

1^{ère} couche : le gobetis

En contact direct avec la pierre de support, sa forte dilution doit lui procurer un aspect rugueux qui lui permet de s'accrocher facilement tout en favorisant l'accrochage des couches suivantes, plus épaisses. Il sera réalisé avec un moindre dosage sur des murs en pierre tendre et à larges joints.

Il est uniquement composé de chaux hydraulique naturelle (plus résistante) et de sable dans un rapport de : 1 volume de chaux et 2 volumes de sable (granulométrie 0,4).

2^{ème} couche : le corps principal d'enduit

Par son épaisseur et sa porosité, il empêche l'eau de pluie de compromettre l'intégrité du mur en pierre et ses joints. L'humidité passagère du mur sera évacuée vers l'extérieur dès que l'enduit aura séché. Il recouvre tout et prépare le mur permettant l'application ultérieure d'une finition d'épaisseur régulière. Toutefois, évitez de modifier son fruit (pente vers l'intérieur).

Il est composé de : 2 volumes de chaux hydraulique, 1 volume de chaux aérienne naturelle et de 3 volumes de sable.

3^{ème} couche : les finitions, l'apport de la couleur

- Finition talochée, grattée ou jetée au balai

La couche finale d'enduit apporte la couleur à la façade. Cette couleur provient de la couleur même des sables conservée par la blancheur de la chaux aérienne, ce

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment



Évitez à tout prix les enduits comportant du ciment, ce qui est souvent le cas des enduits pré-mixés, dits monocouches. Si ces enduits peuvent convenir sur un mur en parpaings, ils sont entièrement inappropriés sur un mur en pierre. Le ciment empêche la pierre de respirer en créant humidité, moisissures et décrochage des plâtres et autres enduits intérieurs par l'effet du salpêtre, dit sel de la pierre (production de nitrates de sodium et potassium).

en
savoir
+

Le vocabulaire de la tuile



Tuile canal



Tuile plate



Tuile romaine

qui donne un effet pastel. Si on souhaite des couleurs plus soutenues des colorants pourront être ajoutés. La couche de finition contient : 1 volume de chaux aérienne et 4 volumes de sable.

- Une autre finition consiste à teinter l'enduit en surface une fois posé (en absence de coloration des sables). Un jus posé à la brosse, à base de chaux, de colorant et d'eau apporte la couleur souhaitée à un enduit encore frais, taloché et non teinté. Appliqué pendant la prise en cours, le jus teinté pénètre dans les pores et s'y trouve fixé. Une deuxième couche le lendemain assure un rendu homogène. Cette technique évite les irrégularités (tâches) des enduits talochés teintés en masse. Une plus ou moins grande proportion d'eau par rapport à la chaux rend le lait transparent ou opaque laissant apparaître le grain du sable ou le masquant selon l'effet recherché.

Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) sous enduit et bardage bois

Dans le cas d'une isolation thermique par l'extérieur, se référer à la page 30 : « *Isoler efficacement : hiver comme été* ».

Dans l'existant, la pertinence de cette solution technique n'est pas toujours avérée et nécessite un examen approfondi. N'hésitez pas à consulter les architectes des CAUE et les conseillers Espace Info Énergie (gratuit, sur rendez-vous).

La couverture

Dans le Languedoc-Roussillon, les toitures des bâtiments anciens sont majoritairement recouvertes de tuiles canal ou de tuiles plates (mécaniques), en terre cuite. Sur les bâtiments plus récents, on trouve la tuile romaine.

La restauration de la couverture est l'occasion d'améliorer la thermique du bâtiment par l'apport d'une meilleure isolation en sous-face. Avant de procéder à la pose des nouvelles tuiles, il faut vérifier l'état sanitaire du support qui est habituellement en bois : pannes, chevrons, voligeage et/ou en terre cuite (parefeuilles).



3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Les tuiles existantes, après avoir été vérifiées, peuvent être posées au niveau du couvrant et les nouvelles au niveau du courant, égout ou canal.

Une attention toute particulière sera accordée à la restauration des rives, de la faîtière, des corniches et génoises ainsi qu'aux différents raccords et aux problèmes d'étanchéité au niveau des articulations avec les toitures du voisinage.



- **La couleur de la tuile**

Pour le choix de la couleur, il faudra opter pour la couleur dominante du site.

- **Les chéneaux et descentes d'eau pluviales** en PVC, matériau non durable, seront vivement déconseillés au profit du zinc.

- **Les génoises et débords de toitures** devront être maintenus et restaurés.

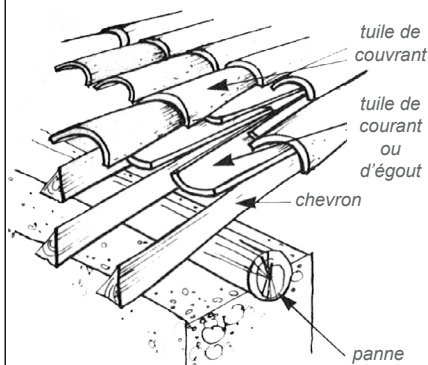
- **Les souches de cheminée** seront réhabilitées.

En cas de création de nouvelles cheminées, elles pourront être réalisées en maçonnerie enduite ou en brique. On les couvrira, à la manière d'une toute petite maison avec des tuiles ou un chapeau métallique angulaire ou arrondi. **On évitera, pour des raisons esthétiques, la simple dalle en béton, comme cela se fait souvent.** Et si votre cheminée est déjà recouverte d'une telle dalle, posez-y une pierre de forme arrondie et vous obtiendrez, notamment dans un contexte rural, la jolie silhouette d'un « chapeau de sorcière » !

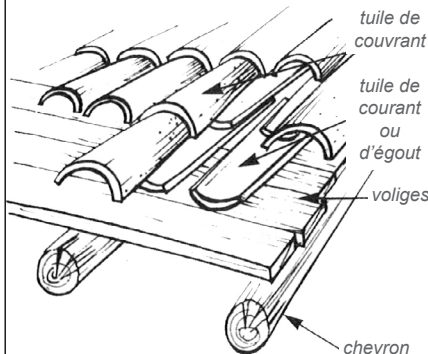
en
savoir
+

Le vocabulaire de la couverture

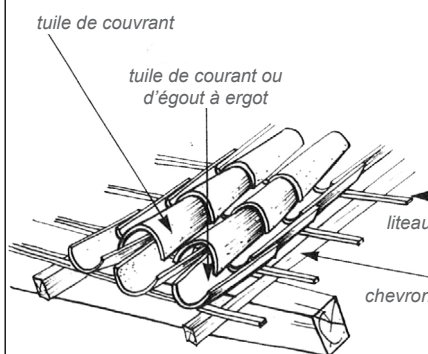
Pose traditionnelle sur chevrons (section triangulaire)



Pose traditionnelle sur voliges

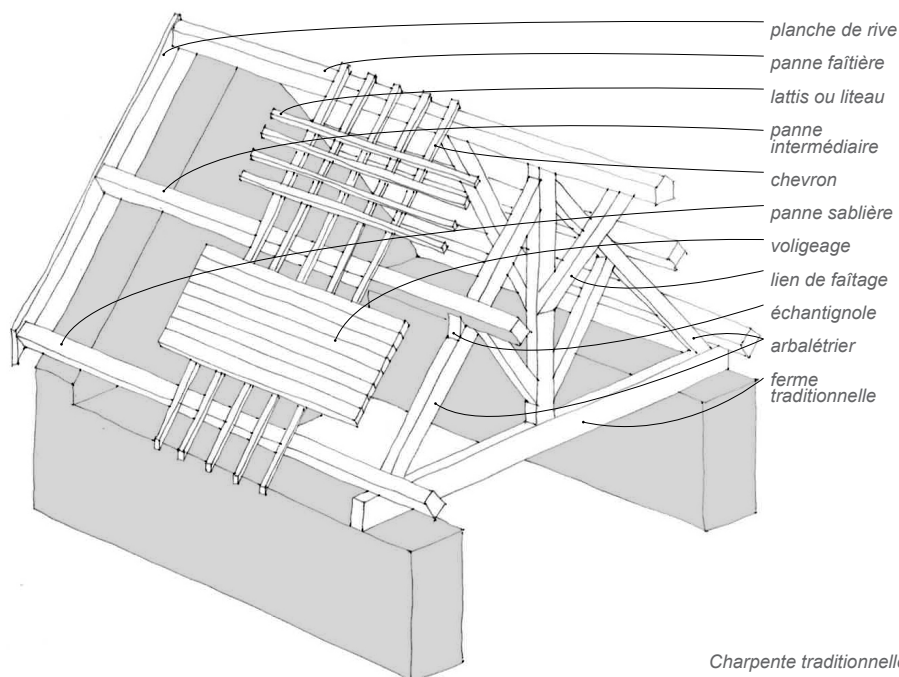


Pose sur liteau avec tuile de courant à ergot



3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- **Le vocabulaire de la couverture et de la charpente traditionnelles**



- **Les fenêtres de toit**

L'aménagement de combles habitables peut nécessiter la création d'une fenêtre de toit.

L'espace étant affecté habituellement aux chambres et non pas aux espaces de vie et les besoins en lumière étant limités, la fenêtre sera de proportions verticales et de petite taille.

Elle sera de préférence posée sur les versants arrières des toits.

Elle sera discrète et peu large, à la manière des vasistas. Sa largeur ne dépassera pas la distance entre deux chevrons. Les châssis larges sont proscrits. On créera deux fenêtres à la place d'une large et si la distance entre deux chevrons est importante, on divisera la surface vitrée en deux.



3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Les panneaux solaires

Les panneaux solaires, produits industriels, sont constitués de matériaux (couleurs et textures) très différents de ceux qui habituellement composent les façades et les toitures des bâtiments traditionnels. Ce contraste de matériaux et de couleurs est facilement nuisible au paysage qu'ils contribuent à créer. Il n'y a pas de recette car les réponses en matière d'intégration architecturale varieront en fonction des contextes.

• En toiture

Les panneaux thermiques (production d'eau chaude), habituellement de petite taille, pourront être disposés en fonction des ouvertures de la façade et plus particulièrement de celles disposées au dernier étage.

Lorsque des panneaux photovoltaïques sont sensés occuper la totalité du toit (ou presque), il faudra éviter le maintien ou la mise en œuvre des dispositifs de la couverture traditionnelle tels que génoises... et recouvrements de murs pignons et de la faîtière en tuiles canal.

Pour intégrer de tels panneaux en toiture, on fera appel à d'autres matériaux : ardoises, bacs aciers, zinc... au pire à la tuile plate couleur foncée (marron) tandis que de nouveaux dispositifs de débords et de recouvrement devront être mis en place.



Par leur contraste de couleur et de texture, les panneaux solaires s'intègrent assez mal sur les toitures en tuiles canal.

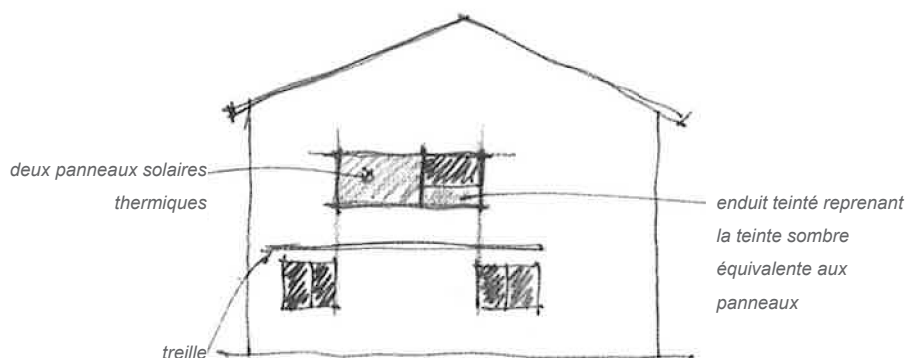


Le rapport nuancé entre les couleurs des ardoises et des panneaux solaires fait que la toiture du bâtiment dans sa perception globale, proche ou lointaine, présente une certaine homogénéité.

• En façade

Il est encore plus difficile d'intégrer un panneau solaire en façade !

Lorsque sa taille est importante, atteint et/ou dépasse les 2/3 de la façade, ici aussi, il faudra envisager de changer de matériau et de recouvrir la façade d'un bardage dont le matériau s'accorde du point de vue de la matière et de la couleur avec le panneau solaire, le but étant d'obtenir un effet global homogène.



Dans le cas de cette maison de faubourg, inscrite dans le périmètre de protection des Monuments Historiques, le premier projet d'implantation de panneaux thermiques en toiture, côté rue à l'Est, a été refusé. Le second projet, accepté - avec l'accompagnement du CAUE-, proposait l'implantation de deux panneaux solaires sur le pignon Sud, avec un traitement d'enduit adapté à la couleur des panneaux.



Avant d'envisager la pose de panneaux solaires pour profiter de l'énergie renouvelable et gratuite du soleil, **pensez à appliquer la démarche *Negawatt* : sobriété, efficacité, énergies renouvelables** (p. 29).

en
savoir
+

Dans l'Aude, en partenariat avec l'UDAP (Architecte des Bâtiments de France), la Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment et Pôle Energie 11, le CAUE a produit le [guide des capteurs solaires](#). Il donne des préconisations selon le contexte d'implantation du projet. Vous pouvez également consulter un architecte conseil au CAUE qui pourra vous accompagner dans ce type de projet.



Loi sur la transition énergétique

Il est interdit d'interdire la pose de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques, sauf exceptions dans certains secteurs sauvegardés ou délimités par les collectivités territoriales.

Se référer aux décrets :

- [n°2014-1414 de novembre 2014 relatif à l'utilisation de certains matériaux ou dispositifs prévus à l'article L.111-6-2 du code de l'urbanisme NOR : ETL1414147D](#)
- [n° 2011-830 de juillet 2011 pris pour l'application des articles L. 111-6-2, L. 128-1 et L. 128-2 du code de l'urbanisme NOR : DEVL1027987D](#)

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment



Vivre et réhabiliter avec le climat

Les occupants étant au cœur du projet, ce dernier doit prendre en compte besoins et modes de vie. Le confort thermique doit s'obtenir le plus naturellement possible, en exploitant les ressources locales - soleil, vent... - dans le respect de l'environnement.

Toutefois, pour bien profiter de ces ressources et ces atouts climatiques, un certain comportement de la part des usagers s'impose : gestion des ouvertures et occultations, mise en cohérence des usages et des saisons...

Améliorer le confort thermique

Les travaux de réhabilitation seront l'occasion d'améliorer le confort thermique. Une approche globale devra être adoptée pour :

- réunir plusieurs chantiers en un seul,
- réduire les coûts et les gênes occasionnées,
- chercher à valoriser l'ensemble du bien.

Sachez qu'autant dans la construction neuve, le confort thermique est relativement facile à obtenir, autant dans la construction existante, les performances et les niveaux atteignables sont limités. Cependant, tous les efforts qui pourront être faits ne seront pas à négliger.

- **Vérifier l'orientation des espaces**

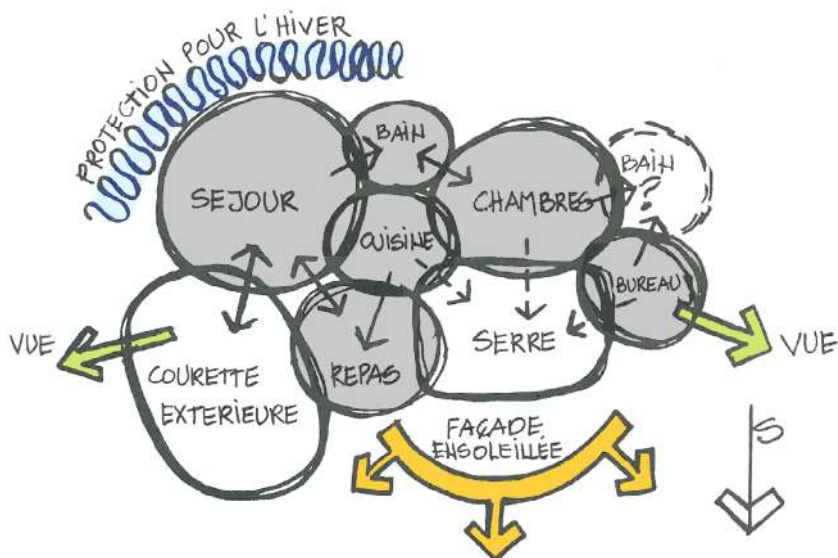
L'orientation de la construction par rapport à la course du soleil, été comme d'hiver, influe sur les besoins énergétiques et le confort intérieur.

S'il est difficile voire impossible de bouger les murs, il est possible de réorganiser les fonctions et usages au regard de l'orientation de chaque pièce.



Le soleil : une énergie gratuite à valoriser !

Le Languedoc-Roussillon bénéficie d'un niveau d'ensoleillement annuel moyen de plus de 2 680h pour une moyenne nationale de 1 700 h... Profitez-en !



Organigramme tiré de : David Wright « Soleil, nature, architecture » éditions Parenthèses, Roquevaire, 1979.

en
savoir
+

Rénovation et isolation

La récente loi n° 2015-992 de 2015 relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte, et son décret n° 2016-711 de 2016 indiquent que la rénovation thermique des bâtiments est un enjeu important pour réduire la consommation d'énergie en France. C'est pourquoi, elle incite fortement à l'isolation thermique de tous les bâtiments.

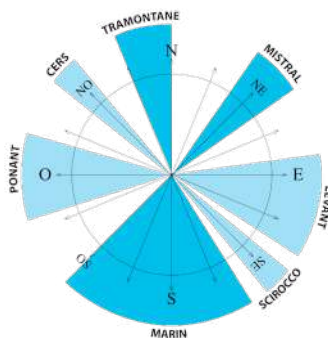
Ainsi, **depuis le 01/01/2017, à l'occasion d'une rénovation importante, les travaux de rénovation doivent être couplés avec des travaux d'isolation. Ce sont les travaux dit « embarqués ».**

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- **Prendre en compte les vents dominants**

Le vent est un élément capable d'influer largement sur le confort de l'habitat. C'est donc une contrainte à intégrer dans tout projet.

Face aux vents, on installera, si on peut, les espaces tampons de l'habitat tels que cellier, garage, cuisine, tandis que des volets pleins pourront protéger les ouvertures. Lorsque le terrain le permet, des végétaux judicieusement placés briseront les vents dominants.



Secteurs de vents méditerranéens

- **Profiter de la chaleur du soleil en hiver**

En hiver, les calories du soleil chauffent gratuitement l'habitation, minimisant ainsi le recours aux énergies. Étudiez la possibilité de création d'ouvertures au Sud. Elles permettront d'optimiser l'apport en lumière naturelle, de dégager des vues, de ventiler tout en « produisant » de la chaleur ! Toutefois, n'oubliez pas de les munir d'ouvrants suffisants et de protections (débords de toiture, casquettes, stores extérieurs) indispensables en période estivale.

Un autre moyen consiste à utiliser des matériaux à forte inertie thermique. La pierre, le béton ou la terre, utilisés dans les sols et les murs, ont la capacité d'absorber et de restituer la chaleur en hiver, et de la retarder en été, c'est ce qu'on appelle le déphasage (cf. page 30). **Essayez de conserver l'inertie dont vous disposez déjà, voire d'en ajouter à l'occasion de vos travaux.**

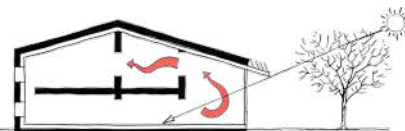


Cette transformation d'une ancienne bergerie en habitation a permis la création d'une serre sur deux niveaux, en façade Sud. En toute saison, la serre présente une température intermédiaire entre intérieur et extérieur. Drôme (26) Maître d'œuvre : O. Sidler, ingénieur.

en savoir +

Principe de la serre méditerranéenne

L'hiver, le jour



Les grandes baies vitrées piègent la chaleur du soleil. Celle-ci est redistribuée à l'intérieur de l'habitation par convection, grâce aux ouvertures entre l'habitation et la serre. Elle est également stockée dans les murs et les sols lourds de la serre, qui la restituent progressivement, en soirée, par rayonnement.

L'hiver, la nuit



La serre subit des variations de température importantes, nécessitant une séparation par rapport à l'habitation principale et des occultations nocturnes.

L'été, le jour



Pour éviter les surchauffes, il convient de fermer les portes et fenêtres de la maison et d'ouvrir en grand les ouvertures hautes et basses de la serre.

L'été, la nuit

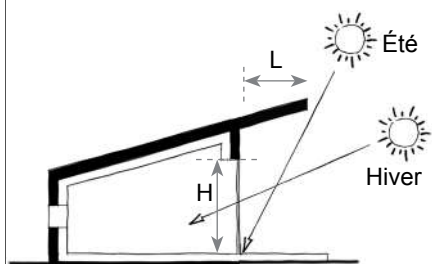


Quand la température extérieure est inférieure à la température intérieure, la serre ouverte sur l'extérieur et sur l'intérieur, participe à la circulation de l'air et au rafraîchissement de l'ensemble de l'habitation.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

en
savoir
+

Principe de la « casquette »



Dans notre région, pour une orientation plein Sud, il est recommandé de prévoir un débord de toiture tel que $L > H/2$.

- **Se protéger du soleil en été**

Les baies vitrées sont responsables des 2/3 des apports de chaleur en été. Elles nécessitent des protections solaires extérieures afin de réduire les surchauffes, de limiter les effets d'éblouissement et d'éviter l'installation de climatiseurs avec les effets énergivores et polluants qui leur sont attribués.

Deux orientations sont particulièrement concernées, le Sud et l'Ouest :

Au Sud, le soleil est haut sur l'horizon. Des protections horizontales fixes - auvent, casquette, débord de toiture - suffisent à ombrer une baie vitrée. Attention : les dimensions doivent également tenir compte des besoins d'ensoleillement en hiver (voir schéma ci-contre).

A l'inverse, l'**orientation Ouest** est plus contraignante. L'ensoleillement rasant en fin de journée pénètre largement à l'intérieur, induisant des surchauffes. Seules des protections totales de préférence verticales, amovibles et orientables - volets, stores, écrans -, peuvent assurer une protection tout en ne plongeant pas les pièces dans le noir.

Fermez les volets pour vous protéger des rayons du soleil et fermez toutes les portes et fenêtres quand l'air extérieur est plus chaud que l'air intérieur.

- **Tirer parti de la végétation**

La végétation caduque joue un rôle primordial dans la régulation des apports thermiques. Elle protège les ouvertures des rayonnements solaires directs et rafraîchit l'air ambiant par évapotranspiration, tout en préservant un bon éclairage dans l'habitation. Il convient de choisir des plantes adaptées au microclimat et aux besoins. Les essences méditerranéennes résistent mieux à nos conditions extrêmes de sécheresse et de fortes chaleurs.

Pour plus de détails, vous pouvez consulter le guide « [Quels végétaux pour Le Languedoc-Roussillon](#) » sur le site des CAUE en Languedoc-Roussillon.



Une pergola, support d'une végétation aux feuilles caduques, protège la façade de la surchauffe due au rayonnement solaire direct, l'été, tout en lui permettant d'en bénéficier, l'hiver.

- **Réduire sa consommation énergétique et ses impacts environnementaux**

Adopter la démarche [Negawatt](#).

Cette démarche se résume en trois points à adopter chronologiquement :

1. **Jouer la sobriété** pour éviter le gaspillage, diminuer le montant de ses factures, réduire les risques de pics de consommation et limiter la production d'énergies non renouvelables et les pollutions induites.
2. **Rechercher l'efficacité** pour optimiser l'utilisation des énergies et ne pas

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

continuer à en consommer toujours plus : en isolant les bâtiments, en choisissant minutieusement ses appareils et équipements et en les utilisant à bon escient.

3. Utiliser les énergies renouvelables pour se diriger vers l'autonomie énergétique, réaliser des économies à long terme et respecter l'environnement.

Tous travaux de réhabilitation devraient s'envisager à travers ce triptyque.

• Rafrâchir naturellement

En climat méditerranéen, le confort d'été est capital. Des solutions architecturales, des techniques bioclimatiques et un comportement responsable suffisent souvent à répondre aux besoins, sans recourir à des systèmes mécaniques.

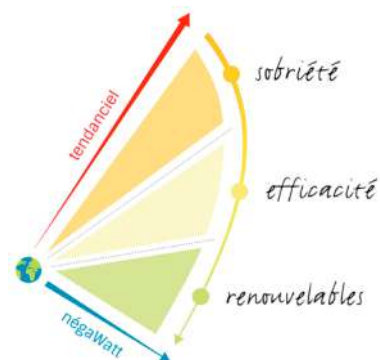
Évitez la climatisation artificielle qui est une source importante de consommation d'énergie. Par ailleurs, les fluides frigorigènes qui la composent ont un pouvoir de réchauffement climatique 1 300 à 3 000 fois plus important que le CO₂. Or, les fuites sont quasi-inévitables pour ce type d'appareil, souvent mal entretenu. En outre, ils peuvent provoquer allergies, rhinites, asthmes...

Après avoir mis en œuvre les conseils précédents (orientation des espaces, isolation, inertie, végétation, protections solaires), il vous faut donc :

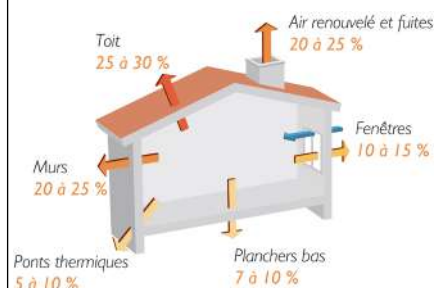
- Rafrâchir naturellement en créant des courants d'air favorables à l'abaissement de la température et au confort,
- Optimiser la circulation de l'air à travers les différentes pièces en aménageant des ouvertures en opposition,
- Réduire les apports de chaleur interne produits par l'informatique, l'électroménager, la cuisson...

en savoir +

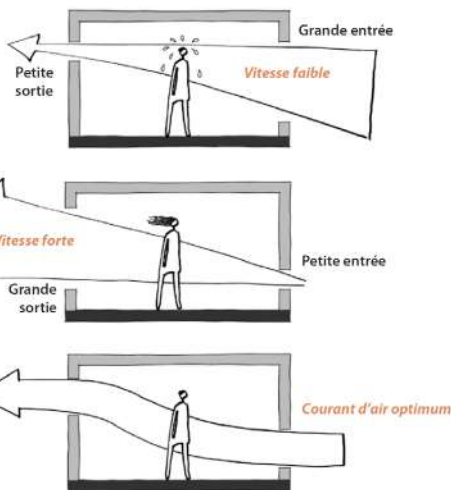
Démarche Négawatt



Dépense moyennes d'une maison d'avant 1975 non isolée

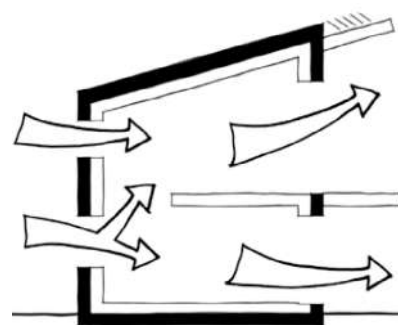


en savoir +



Optimisation de la ventilation naturelle

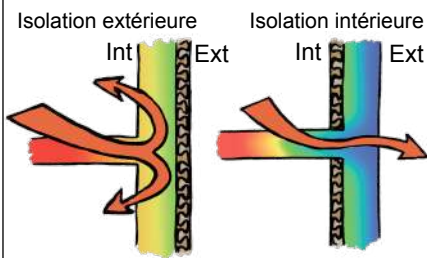
Grâce à des ouvertures à différents niveaux, la ventilation naturelle par tirage thermique permet l'évacuation de l'air chaud, plus léger que l'air froid, ainsi que la pénétration d'air frais. Le passage de l'air sur la peau améliore la sensation de confort thermique.



3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

en savoir +

Principe d'isolation par l'intérieur ou l'extérieur



en savoir +

Dès l'arrivée des premières températures élevées, le réflexe voudrait que l'on se précipite acheter une petite climatisation... Or, fabriquer du froid est ce qui consomme le plus d'électricité, et beaucoup de ces climatiseurs, à durée de vie courte, contiennent de puissants gaz à effet de serre. Le consommateur n'en sort pas gagnant : hausse de sa facture d'électricité et frais d'entretien non négligeables.

• Isoler efficacement : hiver comme été

Le niveau d'isolation thermique conditionne les consommations d'énergie du bâtiment tout au long de sa vie. Le « surcoût » d'une isolation performante est rapidement amorti par les économies de chauffage et de climatisation. Il n'existe pas (encore ?) d'isolant parfait, ni convenant à toutes les situations et toutes les bourses.

Par exemple, entre l'isolation par l'intérieur ou par l'extérieur, il n'y a pas de règle et le cas par cas s'impose. Selon qu'il s'agit d'une maison en pierre, en parpaing ou en béton, que l'occupation est permanente ou intermittente, en été ou en hiver, les besoins d'isolation et les réponses différeront très largement.

Néanmoins, dans la très grande majorité des cas, il faudra isoler votre logement. Voici quelques grands axes à retenir :

- Recherchez un compromis entre isolation et inertie thermique (cf. page 31)
- Isolez d'abord les parois opaques - toitures, murs et planchers. La toiture constitue le premier poste de déperdition loin devant les fenêtres. Nécessaire en hiver, son isolation est indispensable en été, surtout en Méditerranée !
- Isolez les parois vitrées,
- Assurez l'étanchéité à l'air de l'enveloppe tout en maintenant une ventilation correcte du logement,
- Prenez en compte le bilan carbone et l'énergie grise des isolants (cf. définition page 33) et des matériaux qui leur sont associés.

Caractéristiques des matériaux isolants pour une bonne isolation été comme hiver

Matériaux	densité (kg/m ³)	conductivité thermique λ (W/mK)	capacité thermique p.c (Wh/m ³ K)	épaisseur en hiver pour un R de 8 m ² K/W (cm)	épaisseur en été pour un déphasage de 12h (cm)
laine de bois	160	0,050	90	41	20
laine de bois	55	0,040	31	32	31
laine de bois	40	0,040	23	32	36
cellulose insufflée	60	0,038	31	30	30
cellulose panneau	85	0,040	44	32	26
chênevotte	90	0,055	48	45	29
liège expansé vrac	60	0,045	31	36	33
polyuréthane panneau	30	0,030	12	25	43
coton	20	0,040	6	32	71
laine de mouton	10	0,040	5	32	78
laine de verre	15	0,040	5	32	78
laine de roche hd	40	0,045	34	36	32
polystyrène	7	0,035	3	29	94
JP Oliva	Réhabilitation thermique du bâti existant / CAUE de l'Aude / janvier 2013				

Ce tableau met en évidence les différences d'épaisseurs exigées pour atteindre un bon confort, été comme hiver. La laine de bois et la ouate de cellulose insufflée constituent le meilleur compromis.

Quoi et quand isoler en Méditerranée - quelques cas types :

Dans tous les cas de figure, l'isolation de la toiture est incontournable.

Maison de campagne - occupée l'été seulement

- isolation des parois : souvent non nécessaire
- protections solaires : casquette au Sud et masques à l'Ouest

Maison de campagne - habitat intermittent, occupée été comme hiver

- isolation des parois : par l'intérieur ou par l'extérieur, selon durées d'occupation, particularités constructives et climatiques

Habitat permanent

- inertie du bâtiment : conserver ou augmenter (matériaux denses, lourds)
- isolation des parois : par l'extérieur, sauf contraintes architecturales ou urbanistiques
- protections solaires : casquette au Sud et masques à l'Ouest

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- **Choisir les bons matériaux : un métier !**

Lorsque l'on réhabilite une paroi, le choix des matériaux et de l'isolant est crucial. En passe de faire des travaux, vous êtes submergé par l'offre et les messages marketing.

Vous souhaiteriez que l'on vous indique ici le meilleur isolant. C'est impossible ! Parce que nous ne connaissons pas votre mur et parce que les isolants ne sont pratiquement équivalents que du point de vue de leur résistance thermique ($R = e / \lambda$ ou l'épaisseur divisée par le coefficient de conductivité thermique).

Or d'autres caractéristiques entrent en ligne de compte :

- coefficient de transmission surfacique (U)
- coefficient de transmission linéique (ψ)
- chaleur spécifique, chaleur massique ou capacité thermique massique (c)
- chaleur volumique ou capacité thermique volumique (C)
- chaleur latente (L)
- coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
- résistance à la diffusion de vapeur d'eau (Sd)
- diffusivité thermique (α)
- effusivité thermique (b)

Mais aussi :

- sensibilité et comportement face aux tassements, aux rongeurs, aux insectes, à l'humidité, aux feux,
- dangerosité de certains produits pour vous (irritations, qualité de l'air respiré),
- dangerosité de certains produits pour l'environnement en général (pollutions de l'eau, de l'air, des sols),
- durabilité du pouvoir isolant dans le temps,
- modes de fixations et qualité de mise en œuvre.

Le sujet peut s'avérer très complexe et suppose une connaissance du fonctionnement de votre bâtiment si approfondie, que vous ne devriez pas faire l'économie du recours à un professionnel.

Vous pouvez trouver une [liste de thermiciens et d'acteurs](#) déclarant adopter une démarche écologique sur le site de la revue *La maison écologique*.

Vous pouvez également télécharger le [guide des matériaux isolants](#) réalisé par les Espaces Info Énergie (EIE) Rhône-Alpes.

en
savoir
+

Des caractéristiques à connaître et à rechercher

Inertie : C'est la capacité d'un matériau à accumuler puis à restituer de la chaleur ou du froid. Les constructions à forte inertie thermique atténuent et retardent les effets des canicules ou des grands froids.

Plus l'inertie est grande, plus le bénéfice est important. Même dans l'ancien, il est souvent possible de maintenir l'inertie existante et d'en rajouter.

Perméabilité à la vapeur d'eau :

Les matériaux naturels tels que terre, pisé, ouate de cellulose, fibre de bois, liège, chanvre... facilitent la migration de la vapeur d'eau et l'autorégulation de l'hygrométrie, c'est-à-dire du taux d'humidité dans l'air (maîtrise des risques de condensation dans et sur les matériaux). Les besoins en ventilation se réduisent, la durabilité du bâti et le confort sont améliorés.

le conseil des CAUE en LR

Face à la multitude de produits et solutions techniques, il est judicieux de vous faire accompagner par un ou plusieurs professionnels (CAUE et EIE en amont, puis architecte, bureau d'étude et entreprises ensuite).

Venez rencontrer un architecte conseil des CAUE et un conseiller des Espaces Info Énergie le plus tôt dans votre projet. Ces rendez-vous sont neutres et gratuits !

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment



Risques et gestion de l'humidité dans les parois

En France, deux grandes stratégies s'opposent :

- l'ancienne : qui compose avec l'humidité, en permet le stockage temporaire, facilite le transit et favorise l'extraction. On parle généralement de **paroi perspirante**.
- la moderne : qui cherche à faire barrage, étanche à l'eau et à la vapeur d'eau.

La réalité des chantiers et de l'occupation au fil des ans montrent que cette stratégie a ses limites, voire qu'elle est dangereuse.

Au final, que votre paroi existante à isoler soit étanche ou perspirante, nous vous conseillons d'utiliser un doublage isolant perspirant de manière à ne pas bloquer l'humidité ou l'eau à l'intérieur de votre paroi.

le conseil des CAUE en LR

Privilégiez les négociants de matériaux indépendants aux grandes surfaces de bricolage. Certains d'entre-eux sont spécialisés dans les éco-matériaux et connaissent généralement mieux les problématiques des rénovations grâce aux retours de leurs clients artisans.

Veiller à sa santé, à la pérennité du bâti et à l'environnement

- **Choisir des matériaux et produits sains**

L'air est plus pollué à l'intérieur qu'à l'extérieur, notamment en raison de l'utilisation croissante de matériaux et produits aux émissions nocives.

Or, l'air intérieur - celui que nous respirons pendant 90 % de notre temps - n'est pas contrôlé et aucune valeur réglementaire maximale n'a encore été fixée.

La qualité sanitaire des matériaux et produits employés est donc de la responsabilité de chacun.

Privilégiez les produits :

- **sans composés organiques volatils.** La concentration de composés irritants - tels le formaldéhyde - peut être très substantiellement réduite par le choix de matériaux de construction, de mobilier et de produits d'entretien, pas ou faiblement émissifs. Les symptômes allergiques et asthmatiques peuvent ainsi être diminués de 8 à 25 %.
- **ne dégageant pas de vapeurs toxiques**, que ce soit au repos, lors d'un incendie ou au moment de leur fin de vie. À titre d'exemple, la combustion de polyuréthane (mousse isolante) peut conduire au coma et à la mort en quelques minutes.
- **ayant un bon comportement hygrothermique et hygroscopique.** Certains matériaux peuvent non seulement perdre leurs propriétés en fonction des conditions de température et d'humidité, mais aussi favoriser le développement des bactéries, des virus, des moisissures et de certains insectes. L'humidité augmente aussi les émissions de substances nocives que peuvent contenir les matériaux.
- **Choisir des matériaux et produits respirants**

Les matériaux respirants, étanches à l'air, mais ouverts à la diffusion de la vapeur d'eau évitent les problèmes de condensation et de moisissure sur et à l'intérieur des parois.



Soufflage en comble perdu de ouate de cellulose (au second plan) et fibre de bois.

Des isolants très performants y compris sur le plan sanitaire. Comme pour tout produit avec un risque de dégagement de poussières lors d'une mise en œuvre à sec, il convient de se protéger lors de l'insufflation et de s'assurer de l'étanchéité à l'air des parois.

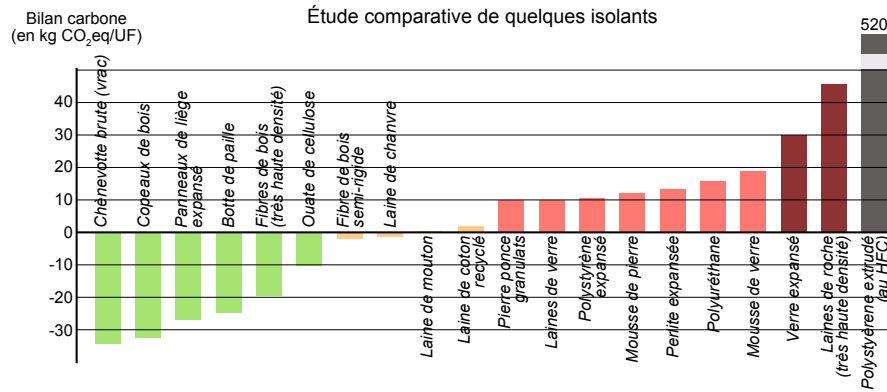
3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

- Privilégier l'emploi de matériaux locaux et à faible impact environnemental

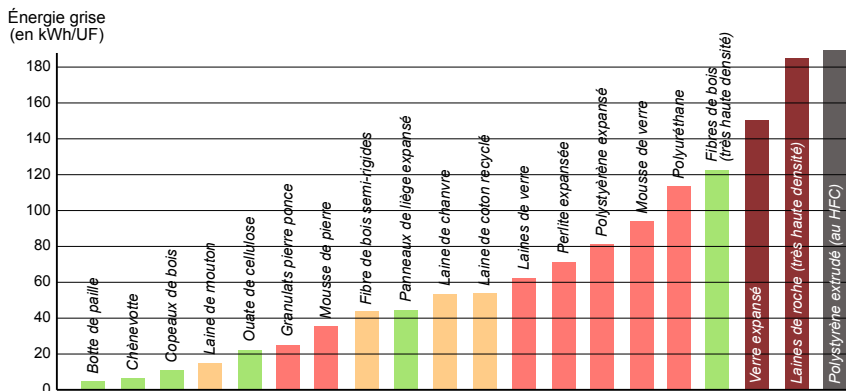
Les constructions traditionnelles savaient tirer parti du climat et des ressources locales pour offrir un habitat adapté.

Utiliser les matériaux de construction produits à proximité, voire *in situ*, permet de limiter les transports et les consommations d'énergie et stimule l'emploi et l'économie locale. Le recours à des compétences locales dynamise l'économie et entretient et valorise un savoir-faire parfois ancestral.

Parmi les matériaux locaux de la région, certains sont porteurs, d'autres isolants, servent de revêtement ou présentent ces trois qualités à la fois.



Bilan CO₂ de 1 m² de divers isolants pour une épaisseur correspondant à une résistance thermique de 5m²K/W



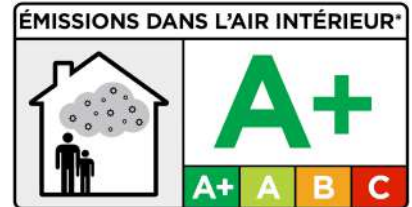
Coût Énergie grise de 1m² de divers isolants pour une épaisseur correspondant à une résistance thermique de 5m²K/W

Source : *La maison écologique*, JP Oliva et S. Courgey

L'énergie grise ou énergie intrinsèque est la quantité d'énergie nécessaire lors du cycle de vie d'un matériau ou d'un produit : la production, l'extraction, la transformation, la fabrication, le transport, la mise en œuvre, l'entretien puis pour finir le recyclage, à l'exception notable de l'utilisation.

en savoir +

Étiquetage imposé sur chaque produit du bâtiment



- A+ pour des émissions très faibles de **Composés Organiques Volatils**,

- C pour des émissions fortes.

A+ est à considérer comme un minimum, mais ne garantit pas pour autant l'absence de risque sanitaire ni le caractère écologique au sens large. De plus, cet étiquetage est autodéclaratif...



Attention à la compatibilité des matériaux.

Ne les choisissez pas seulement en fonction de leur caractéristiques intrinsèques (inertie, propriétés thermiques, perméabilité à la vapeur d'eau, étanchéité à l'eau, périodicité et facilité d'entretien). Pensez-les surtout comme faisant parti d'un **système**.

Par exemple, sur un mur en pierre enduit de ciment (ce qui est déjà incompatible), l'isolation par l'intérieur avec du polystyrène extrudé, très peu perméable à la vapeur d'eau, risque fortement de charger le mur en eau. Cette eau ruissellera et endommagera la plaque de plâtre de finition intérieure, voire l'intégrité du mur.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment



Des matériaux aux substances dangereuses pour la santé

En France, il aura fallu attendre 20 ans pour que l'usage de l'amiante, déclaré cancérigène en 1970, soit enfin totalement interdit !

Quelques matériaux, nocifs à divers degrés, sont pourtant vendus en France :

- **Polystyrène expansé ou extrudé**

Gaz pentane, extrêmement inflammable, et styrènes - classés dans la liste des molécules cancérigènes chimiques et biologiques - et autres gaz toxiques

- **Polyuréthane**

Amines, composés organiques aux effets nocifs sur la santé. Fumées très toxiques dégagées en cas de combustion (acide cyanhydrique). Additifs ignifuges, également toxiques, interdits par certains pays.

- **Laine de verre et de roche**

Très irritante (peau et voies respiratoires). Déclassées depuis 2001 seulement, de « cancérigène possible » en « substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ». Des incertitudes demeureraient quant à ce déclassement prématuré (rapport de l'InSERM de 1998).

- **PVC**

Utilisé dans les fenêtres, revêtements de sols et murs, contient du chlorure de vinyle, classé cancérigène certain pour l'homme. Le chlore est un gaz très réactif et toxique. Les principales autres substances dangereuses présentes dans le PVC sont le plomb, le cadmium, les organoétains, les phtalates (perturbateurs endocriniens).

- **Choisir des matériaux pérennes**

Le choix des matériaux est un compromis entre différents facteurs. Si la prise en compte de leurs **valeurs techniques**, associée à une **mise en œuvre** soignée, permet de limiter les risques de sinistre, il ne faut pas omettre de considérer leur durabilité, c'est-à-dire la manière dont ils se **comportent dans le temps**.

Le choix des matériaux « durables » s'avère moins coûteux sur le long terme (baisse des coûts de remplacement, de renouvellement, d'entretien et d'exploitation).

Les occupants négligeant trop souvent encore la **maintenance**, il convient de choisir dès le départ des matériaux nécessitant peu d'entretien.



Dans cette maison témoin, 20 ans après, la ouate de cellulose est intacte.

Insufflée en isolation de toiture, elle a gardé sa densité, sans tassement ni dégradation.

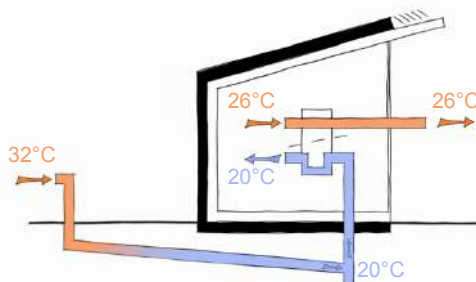
- **Assurer la qualité de l'air intérieur**

Réglementairement, tout logement doit bénéficier d'un renouvellement de l'air, permanent et présentant un débit minimal. Certaines activités (peinture, cuisine, aspirateur) nécessitent davantage d'aération.

L'amélioration de l'isolation thermique, acoustique, et de l'étanchéité à l'air de l'habitat, exige un renouvellement de l'air suffisant et permanent pour assurer la santé des usagers et la durabilité de la construction.

Mais cet apport d'air neuf, chaud en été et froid en hiver, est source d'inconfort. Cet inconfort peut être en partie pallié en étudiant finement les circuits de l'air intérieur des pièces en fonction des saisons et de leur orientation (Nord/Sud). Une solution peut être :

- en période hivernale, de faire passer l'air par un espace tampon comme une serre orientée au Sud,
- en période estivale, rafraîchir l'air par le recours à un puits provençal.



Principe du puits provençal, ici combiné à une VMC double flux (avec échangeur contourné l'été)

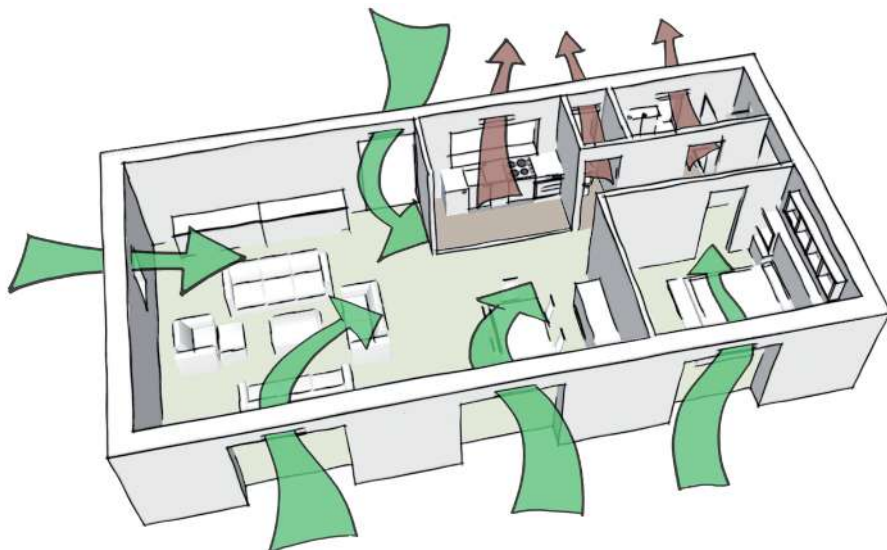
Pour une durabilité et une efficacité des dispositifs dans le temps, un entretien régulier est indispensable.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Évacuer l'humidité et l'air vicié

Les occupants produisent de la vapeur d'eau. Ce phénomène peut être accentué par des défauts de conception et de réalisation du bâtiment. Si celle-ci peine à s'évacuer, la vapeur d'eau provoque des moisissures qui peuvent être source de maladies pour les habitants, et de désordres pour la construction.

Dans tous les cas de figure, il est indispensable d'aérer quotidiennement 10 minutes le matin et le soir.



Le principe de la ventilation est d'apporter de l'air neuf dans les pièces de vie (salon, chambres) et d'extraire l'air vicié depuis les pièces « humides » (cuisine, sanitaires).



Changer ses fenêtres, oui mais...
soyez particulièrement vigilant !

Les risques :

- le renouvellement de l'air qui s'opérait par les défauts d'étanchéité à l'air des anciennes menuiseries, ne s'opère plus avec les nouvelles, plus performantes et bien posées,
- dégradation de la qualité de l'air intérieur,
- humidité et moisissure du bâti et dégradation de la santé des occupants.

Les solutions :

- vérifiez que les nouvelles fenêtres disposent d'entrées d'air,
- installez une VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée).



Ventilation : laquelle choisir ?

Chaque dispositif de renouvellement de l'air (naturel, mécanique et assisté) a ses qualités et ses défauts. La solution unique n'existant pas, il convient de choisir un système en fonction du contexte, voire de combiner plusieurs systèmes ou comportements pour concilier efficacement les objectifs de qualité de l'air et de sobriété énergétique. Quel que soit le dispositif retenu, **la circulation de l'air doit se faire principalement par balayage : entrée d'air dans les pièces principales et sortie d'air dans les pièces humides.**

Un [guide de l'ADEME](#) vous explique les différences entre :

- ventilation naturelle ou naturelle assistée,
- VMC simple flux autoréglable ou simple flux hygro-réglage (A ou B)
- VMC double flux
- et VMR (R comme répartie).

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

?

Isolation : C'est la technique ou l'action d'isoler.

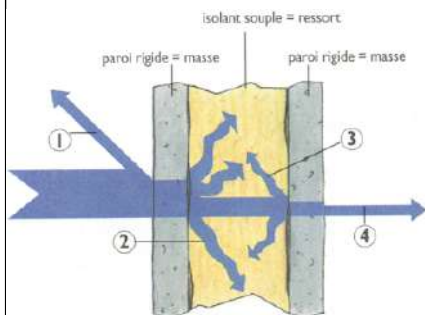
Isolement : C'est le résultat.

Effet de masse : c'est l'inertie, la lourdeur d'une paroi, qui empêche les sons de passer.

Effet ressort : la structure du matériau absorbe les sons dans son épaisseur.

en
savoir
+

Principe Masse - Ressort - Masse



1. La première paroi rigide réfléchit une partie du bruit, et en laisse passer une autre.

2. L'isolant souple absorbe encore une partie du bruit restant.

3. La paroi rigide opposée en réfléchit encore une part à l'intérieur du matériau souple.

4. Ce qui traverse finalement les trois épaisseurs n'est qu'une faible part du bruit initial. Source : *L'isolation phonique écologique. JL Beaumier. Ed. Terre Vivante.*

Le projet « À pas de velours » apporte des réponses aux questions d'isolement acoustique des planchers et plafonds dans l'éco-construction. Consultez librement sur apasdevelours.fr :

- plus de 70 solutions de planchers et plafonds,
- les résultats des mesures,
- les analyses et les conseils.

Améliorer le confort acoustique

• Se protéger du bruit, une affaire complexe

Protéger son logement des bruits est capital compte tenu de leurs effets néfastes, qu'ils soient forts ou faibles (mais continus), sur la santé et le comportement : agressivité, stress, dépression... Ce sont toutes les fonctions du métabolisme qui peuvent se trouver affectées. Or, la gestion du bruit est très complexe, relative aux perceptions, sensibilités et ressentis propres à chacun.

L'ambiance acoustique d'un lieu est le produit de bruits et de sons émis par des sources multiples et variées d'origine plus ou moins connue, plus ou moins permanente. Il arrive qu'on en supprime une pour qu'une autre prenne le relais. Ce phénomène, bien connu des acousticiens, s'appelle **l'émergence sonore**.

C'est le cas typique de la suppression des bruits de la rue (circulation automobile, nuisances nocturnes) par la pose de menuiseries isolantes qui fera émerger des bruits de voisinage ou des bruits internes au logement, ignorés jusqu'alors !

• Identifier les modes de propagation des bruits

Les bruits se propagent de deux façons différentes : par voie aérienne (par exemple : la musique) et/ou par voie solidienne (les pas du voisin du dessus).

Pour concevoir et réaliser des travaux adaptés et efficaces, il est donc primordial de bien identifier la ou les sources de propagations des bruits, et de ne pas s'arrêter à une simple impression.

• Isoler au plus près de la source

Il est important de toujours rechercher à réduire la nuisance à sa source lorsque c'est possible. Les traitements n'en seront que plus faciles, efficaces et économiques. Modifier les caractéristiques intérieures d'un local « récepteur » apportera généralement une correction acoustique (modification du taux de réverbération) mais ne crée pas une véritable isolation acoustique, c'est-à-dire de barrières entre la source sonore et le local de réception.

• Recourir au principe Masse - Ressort - Masse

Ce principe constitue le système universel d'isolation acoustique.

Au sein de celui-ci, il convient d'en appliquer trois autres :

1/ la loi de masse

C'est par l'augmentation de la masse et non par l'augmentation de l'isolant qu'on gagne en performance. *Ex. : dans une cloison formée de plaques de plâtre avec un isolant entre les deux, il est préférable de doubler les plaques de plâtre plutôt que d'augmenter l'épaisseur d'isolant.*

2/ la désolidarisation

C'est en évitant au maximum les transmissions entre les deux éléments « masse » d'un système que l'on obtient la meilleure efficacité. Les ossatures, le solivage, ou la visserie sont autant de « ponts acoustiques » qui réduisent la performance. *Ex. : un plancher flottant doit être posé sans que des fixations ne traversent la sous-couche isolante.*

3/ la cohésion

Une rupture de continuité des isolants produit un « trou acoustique » qui réduit la performance. *Ex. : dans une séparation d'étage, le contour d'une gaine technique ou les passages de canalisations doivent être réalisés avec le plus grand soin.*

• Faire appel au principe de la boîte dans la boîte

C'est la solution d'isolation la plus efficace. Même les portes et fenêtres sont doubles, sans liaison entre les deux « boîtes », distinctes et désolidarisées. Cette solution est rarement appliquée dans l'habitat car onéreuse et gourmande en place.

3. Concevoir un projet qui améliore le bâtiment

Confort acoustique et ventilation

- **VMC : attention aux modèles et à l'installation, sources de bruits**

Une Ventilation Mécaniquement Contrôlée est un équipement amené à fonctionner 24h/24, 7j/7. Une ventilation trop bruyante n'est pas normale et peut rapidement devenir insupportable.

Il s'agit de bien choisir son modèle en fonction du volume (m³), du nombre de pièces à ventiler, de l'implantation des bouches, mais pas uniquement.

Distinguons plusieurs sources du bruit :

1. Les vibrations du moteur :

Il faut désolidariser l'appareil de son support, soit à l'aide :

- d'une plaque isolante moyennement dense (type liège, feutre, cellulose),
- de silent-blocs si l'appareil est fixé sur une paroi,
- de fils permettant de suspendre l'appareil à l'aide d'un point d'accroche antivibratile.

2. Les sifflements aux bouches d'extraction de l'air vicié :

Ils dépendent de la forme des conduits, de leur matériaux, des modèles de bouches :

- créer une chicane dans le parcours de la gaine,
- changer la gaine pour un modèle acoustique microperforé,
- changer la bouche pour un modèle plus performant acoustiquement,
- installer un manchon acoustique « dans » le conduit.

3. Les bruits aux entrées d'air neuf :

Ces bruits sont en réalité bien souvent les bruits provenant de l'extérieur :

- choisir ou changer la grille d'entrée d'air pour un modèle dit « acoustique »,
- il en existe à placer à l'intérieur (« rallonge acoustique ») et à l'extérieur (« capuchon de façade ») ou « auvent acoustique » : installez les deux !
- dans le cas d'un changement concomitant de fenêtres avec une isolation par l'intérieur, vous pouvez utiliser des manchons acoustiques encore plus performants qui se logeront dans l'épaisseur du doublage.

Le Manchon ou Silencieux Haut de Fenêtre (MHF ou SHF)

Ce dispositif se place dans l'épaisseur du doublage isolant, au-dessus de la fenêtre et permet l'entrée d'air neuf à l'intérieur d'une pièce.

Qu'il soit en tôle galvanisée ou en plastique, il intègre une mousse acoustique tout au long du parcours de l'air, de fait, plus long qu'une grille classique.

Avantages :

- Discrétion : rien d'apparent en façade extérieure,
- Mise en œuvre simplifiée : pas de réservation à faire dans le mur, y compris dans l'ancien,
- Très bonnes performances acoustiques,
- Très bonne protection aux éventuelles pénétrations de pluie en zone exposée aux grands vents.

Manchon acoustique haut de fenêtre

grille d'entrée d'air
hygroréglable

rallonge
acoustique

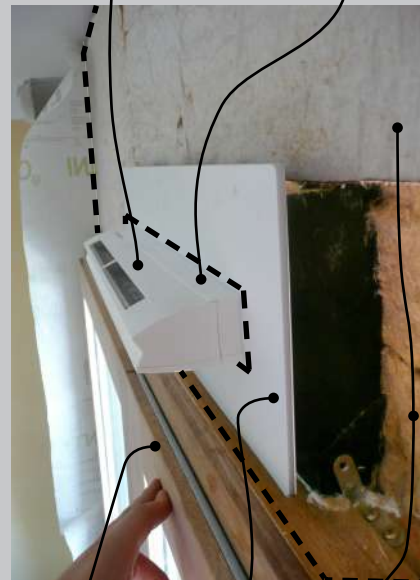
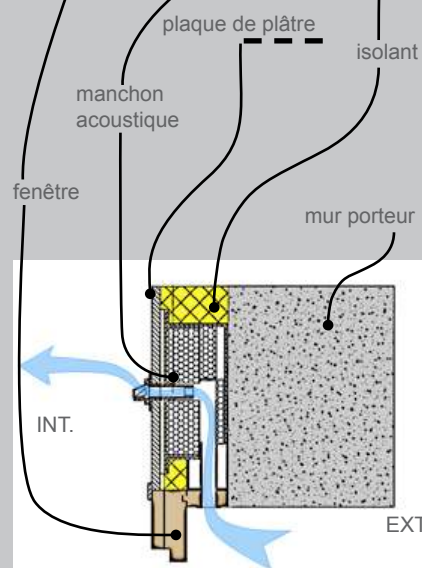


Photo prise avant la pose de la plaque de plâtre



4. Réaliser les travaux

le conseil des CAUE en LR

N'hésitez pas à confier à un **architecte, maître d'œuvre, une mission complète**. Elle comprend les études préliminaires (esquisse), d'avant-projet, l'assistance à la constitution du dossier administratif de la déclaration préalable ou du permis de construire, l'élaboration du projet détaillé, la consultation de entreprises, le suivi du chantier et l'assistance à la réception des travaux. Ce dernier sera alors **responsable de la bonne exécution des travaux. Il faudra donc préalablement signer un contrat d'architecte**.

le conseil des CAUE en LR

N'hésitez pas à demander **plusieurs devis détaillés**.

L'entrepreneur doit vous informer si le devis est payant (sinon il est réputé gratuit). Le prix du devis peut être déduit de la facture des travaux réalisés.

Avant la signature, vérifiez que toutes les mentions obligatoires sont bien présentes et que l'entrepreneur justifie d'une **assurance garantie décennale en cours de validité**.

le conseil des CAUE en LR

Vérifiez à chaque étape du chantier la réalisation effective des travaux facturés. L'entrepreneur ne peut pas vous interdire d'accéder au chantier. Ne payez pas avant d'avoir pu effectuer cette vérification.

Vous avez obtenu l'autorisation pour faire des travaux sur une construction existante.

Dans le cas où vous ne faites pas appel à un architecte, vous allez devoir passer commande directement aux entreprises pour la réalisation de votre projet.

Vous devrez alors **choisir les artisans après étude des devis proposés, vérifier leur situation juridique, leurs assurances, signer les contrats, surveiller la réalisation et la bonne exécution des travaux, veiller à la coordination, selon le cas, des différents corps de métiers, suivre le chantier et procéder à la réception des travaux**.

Les devis et contrats

Dès que le **montant des travaux est supérieur à 150€ TTC**, l'établissement d'un **devis est obligatoire**. Un devis de travaux est un document contractuel et se doit de respecter certaines obligations. Il engage l'entreprise et son client dès lors que ce dernier a apposé la **mention « bon pour travaux »** et sa **signature au bas du devis qui devient alors contrat**.

Le devis doit comporter obligatoirement les mentions suivantes :

- la date de la rédaction,
- le nom et l'adresse de la société,
- le nom du client et l'adresse d'exécution des travaux,
- le détail, en quantité, qualité et prix, pour chaque prestation et chaque matériau nécessaires à l'opération prévue en précisant à chaque fois la dénomination, le prix unitaire au ml (mètre linéaire), au m² et le coût de la main d'œuvre,
- la somme totale à payer HT et TTC,
- la date de début et de fin de travaux,
- la durée de validité de l'offre,
- le numéro du contrat d'assurance.

Éventuellement :

- l'échéancier des paiements pour un règlement au fur et à mesure de la réalisation des travaux,
- la mise en place d'une retenue de garantie,
- le montant de pénalités de retard,
- les références de l'assurance garantie décennale,
- l'actualisation légale du prix,
- le prix du devis si celui-ci est payant.

Le devis proposé par l'entrepreneur et accepté (signé) par le client (maître d'ouvrage) devient contrat de travaux et les engage mutuellement. Le prix annoncé est, en principe, définitif. Il peut être indexé par rapport à l'indice du coût de la vie, si le délai d'exécution dépasse 3 mois et si cela est précisé sur le contrat.

La réalisation des travaux

Les travaux de construction sont en cours. Pour vérifier leur bonne exécution, une surveillance régulière et attentive du chantier s'impose. Signaler les défauts par écrit, dès leur constat auprès de l'entrepreneur responsable.

Les travaux doivent être réalisés conformément aux règles de l'art et au descriptif indiqué dans le contrat.

4. Réaliser les travaux

Le règlement des travaux

Selon l'importance des travaux, un acompte à la signature du marché et un paiement échelonné en fonction de l'avancée des travaux, doivent être notifiés au contrat.

L'entrepreneur devra alors vous remettre une **facture intermédiaire** correspondant à la situation des travaux effectués. **Avant tout paiement, vérifiez que les travaux en question ont bien été réalisés conformément au descriptif annoncé.**

La réception des travaux

« La réception est l'acte par lequel le maître de l'ouvrage déclare accepter l'ouvrage avec ou sans réserves. Elle intervient à la demande de la partie la plus diligente, soit à l'amiable, soit à défaut judiciairement. Elle est, en tout état de cause, prononcée contradictoirement. » Article 1792-6 du Code Civil.

Les travaux achevés, vous devez procéder à leur réception, c'est-à-dire constater l'achèvement des travaux, leur bonne exécution et leur conformité au contrat, en établissant un procès-verbal. C'est le moment de formuler des réserves à la fin du chantier et c'est le point de départ des garanties.

En principe, l'initiative est prise par le maître d'œuvre (architecte, constructeur) ou en son absence par les entrepreneurs, puisque la réception des travaux justifie, généralement la demande de paiement du solde de la facture avec déduction éventuelle de la garantie de retenue. Si tel n'est pas le cas, vous pouvez, voire vous devez, provoquer vous-même la réception des travaux.

Si vous avez signé un contrat avec **plusieurs entreprises** (maçon, couvreur, électricien, chauffagiste, plombier...), vous devez procéder à une réception avec chaque entreprise.

Si vous avez signé un contrat avec un **architecte** pour une mission complète (cf. « le conseil des CAUE en LR » page précédente), ce dernier vous assistera (organisation d'une visite contradictoire des travaux en vue de leur réception, rédaction des procès-verbaux et établissement de la liste des réserves que vous aurez éventuellement formulées). En cas de réserves, l'architecte suit le déroulement des réparations et effectue leur levée, en votre présence ou celle de votre représentant et de l'entreprise concernée, conformément au PV (date, modalité d'exécution, détails...).

Dans tous les cas, notamment si vous n'avez pas de maître d'œuvre, vous pouvez vous faire assister par un professionnel du bâtiment.

La réception des travaux exige naturellement la plus grande attention de votre part. Vous devez examiner en détail le bâtiment et vérifier que tous les travaux exécutés sont parfaitement conformes aux caractéristiques précisés dans le contrat (surface, nature des matériaux, etc.).

Vous devez aussi vérifier le bon fonctionnement de tous les équipements : ouvrez et fermez chaque porte, chaque fenêtre et chaque arrivée d'eau, testez le fonctionnement du chauffage et des éventuels systèmes d'aération... Si l'ouvrage est déclaré en parfait état, la réception est prononcée sans réserve ; si des défauts ou des imperfections sont décelés (vices apparents), vous pouvez soit refuser la réception, soit l'accepter en prononçant des réserves : celles-ci seront décrites précisément sur le procès-verbal (document daté et signé par les parties concernées) et dénoncés (courrier recommandé avec accusé de réception) à l'entreprise responsable qui a obligation d'y remédier.

en
savoir
+

Est réputé constructeur de l'ouvrage :

1° Tout architecte, entrepreneur, technicien ou autre personne liée au maître de l'ouvrage par un contrat de louage d'ouvrage ;

2° Toute personne qui vend, après achèvement, un ouvrage qu'elle a construit ou fait construire ;

3° Toute personne qui, bien qu'agissant en qualité de mandataire du propriétaire de l'ouvrage, accomplit une mission assimilable à celle d'un locateur d'ouvrage.

Art. 1792-1 du Code Civil

Ainsi chaque corps de métier (architecte, constructeur, maçon, plombier, électricien, peintre...) qui a signé un contrat avec le maître d'ouvrage est un constructeur ; il est responsable de son travail et doit être assuré, notamment en matière de garantie décennale.



Lorsque les travaux sont terminés, vous disposez d'un délai de 30 jours pour faire parvenir à la mairie la Déclaration attestant l'Achèvement et la Conformité des Travaux (DAACT) accompagnée, le cas échéant, d'autres attestations (certificat de prise en compte de la RT2012, des règles de constructions parasismiques, de la réglementation acoustique, des règles d'accessibilité) - **voir notice générale** -.

Lorsque vous avez confié à un architecte une mission complète, ce dernier signera avec vous la DAACT.

4. Réaliser les travaux

le conseil des CAUE en LR

Si le constructeur ne vous fournit pas l'attestation de garantie décennale, demandez-la lui et vérifiez que cette dernière est en cours de validité (la cotisation doit avoir été réglée pour l'année ou le trimestre concerné) pendant la durée des travaux que vous lui faites réaliser.

La mise en place d'une **retenue de garantie**, qui permet de se prémunir des vices apparents relevés lors de la réception des travaux, est possible. **Elle doit être indiquée dans le contrat et obligatoirement cautionnée ou consignée** (la somme doit être bloquée et ne peut être utilisée par le maître d'ouvrage). Cette retenue est **au maximum de 5 % du montant total des travaux** et peut être gardée **pendant une durée d'un an maximum**.

Les responsabilités et les assurances

Tous les corps de métier (constructeurs : architectes, entrepreneurs, artisans...) ont la responsabilité des travaux qui leurs sont confiés et qu'ils doivent réaliser dans les règles de l'art. Leur responsabilité peut être engagée pendant ou après les travaux.

Pendant les travaux, les constructeurs supportent jusqu'à la réception **tous les risques affectant leurs travaux** quelle qu'en soit la cause : vol, incendie, dégradation des matériaux...

Après les travaux, les constructeurs sont responsables envers le maître ou l'acquéreur de l'ouvrage en cas de malfaçons affectant les travaux réalisés et doivent fournir :

- la **Garantie de Parfait Achèvement** (GPA) qui impose la réparation de tous les **désordres** (quelle qu'en soit la gravité) **signalés** par le maître d'ouvrage **lors de la réception** (réserves au PV de réception) **ou durant l'année qui suit** (notification écrite à l'entrepreneur concerné),
- la **Garantie de Bon Fonctionnement** (GBF) ou garantie biennale qui impose la réparation des **défauts affectant le bon fonctionnement des équipements** (dissociables du corps de l'ouvrage sans détérioration de leur support : radiateurs électriques, portes palières, cloisons mobiles...) **apparus lors de la réception ou durant les 2 années qui suivent**.

Pour les travaux importants :

- la **Garantie décennale** est valable pendant **10 ans après la réception**, les constructeurs sont responsables des **dommages** :
 - **compromettant la solidité de l'ouvrage** ou affectant la solidité d'un de ses éléments indissociables (c'est-à-dire lorsque sa dépose, son démontage ou son remplacement ne peuvent s'effectuer sans détérioration ou enlèvement de matière de l'ouvrage),
 - **rendant l'ouvrage impropre à sa destination** : c'est-à-dire que l'ouvrage ne peut, compte-tenu du dommage, remplir la fonction à laquelle il est destiné.
- le **maître d'ouvrage** (vous) doit souscrire une **Assurance Dommages-Ouvrage** :
Elle vous permet d'obtenir les remboursements ou à l'exécution de toutes les réparations, avant que les responsabilités des uns et des autres ne soient établies.
Par la suite, l'assureur de dommages fait jouer l'assurance en responsabilité obligatoire, afin de recouvrer l'indemnité versée au maître d'ouvrage auprès du ou des corps de métier responsables des malfaçons.
Si vous ne souscrivez pas cette assurance, l'indemnisation des réparations sera plus longue à obtenir et en cas de revente de la maison dans le délai de 10 ans suivant l'achèvement de sa construction, **le maître d'ouvrage est personnellement responsable vis-à-vis du nouvel acquéreur de toutes les conséquences résultant du défaut d'assurance.**

le conseil des CAUE en LR

Contractez une Assurance Dommages Ouvrage (ADO). **Si vous ne le faites pas**, vous devrez, en cas de problèmes, traiter directement avec l'entreprise, peut-être l'assigner en justice pour démontrer sa responsabilité dans les dommages subis.
Attendez-vous alors à une procédure longue entre 5 et 10 ans et coûteuse (minimum 15 000€ d'honoraires d'avocat et d'expert).

Connaître les caractéristiques et recommandations architecturales

Voici quelques documents qui pourront vous aider :

- en Occitanie :

- * Bâti XXème - Stratégies pour une rénovation adaptée en Occitanie bit.ly/2YvNDhs

- dans l'Aude :

- * Charte architecturale et paysagère du Pays Lauragais bit.ly/1TkrGx et bit.ly/1pmBcTT
- * Charte du Parc 2010 - 2022 Parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée bit.ly/24yl6pm
- * Charte Paysagère pour le Piémont des Corbières Maritimes et le plateau du Quatorze bit.ly/2ZfXt8i
- * Guide du bâti en Pays Carcassonnais bit.ly/2ctTJgi

- dans le Gard :

- * Connaître, préserver et construire le territoire du massif des gorges du Gardon : Cahier de recommandations architecturales et paysagères bit.ly/331Skms
- * Charte paysagère et architecturale du Grand Site de Navacelles bit.ly/3182kcn
- * Guide pratique pour valoriser le paysage agricole des Costières bit.ly/2Ybr7il
- * Cahier de recommandations architecturales, paysagères et environnementales des communes d'Aubussargues, Bourride, Collorgues, Garrigues Ste Eulalie bit.ly/1YrrFqz
- * Urbanisation des coteaux et paysage - recommandations paysagères bit.ly/314vlAc

- dans l'Hérault :

- * Construire, réhabiliter, aménager dans le site classé de la vallée du Salagou et du cirque de Mourèze, guide de recommandations de la Charte pour l'architecture, l'urbanisme et les paysages bit.ly/2GBsZ9w
- * Charte paysagère et architecturale du Grand Site de Navacelles bit.ly/3182kcn
- * Cahier de recommandations architecturales de la Communauté de Communes Vallée de l'Hérault
- * Guide « Les couleurs de Frontignan la Peyrade » bit.ly/2Dxjr0d

- dans les Pyrénées-Orientales :

consultables au **CAUE des Pyrénées-Orientales** :

- * Charte de qualité architecturale et paysagère Agly-Fenouillèdes
- * Schéma territorial de l'habitat et des paysages du Pays Pyrénées Méditerranée
- * Des paysages et des hommes en Pyrénées-Orientales, Tome I : bassin versant du Tech, Aspres et Côte Vermeille

consultables en ligne sur le site du **Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes** :

- * les chartes d'urbanisme et de paysage : Castellane, Vallée de la Têt, Capcir, Haute-Cerdagne, Basse-Cerdagne, Carol bit.ly/2K4jl16
- * le cahier des paysages - PNR PC : déclinaison des objectifs de qualité paysagère par unité paysagère bit.ly/1LSonVX

**RECOMMANDATIONS POUR LA CONCEPTION
ET LA RÉALISATION DE VOTRE PROJET**

Travaux sur une construction existante

1 Comprendre le contexte	1
Situer le bâtiment dans son histoire	1
Évaluer sa valeur patrimoniale	2
Apprécier son rôle dans le paysage	3
<i>En milieu urbain</i>	3
<i>En milieu rural</i>	3
2 Analyser l'architecture du bâtiment	4
Considérer sa structure constructive	4
Lire attentivement ses façades	5
<i>Le rôle de la façade</i>	5
<i>Une écriture à respecter</i>	5
<i>Le vocabulaire de la façade</i>	6
Évaluer ses qualités thermiques et acoustiques	7
3 Concevoir un projet qui améliore le bâtiment	8
Adopter une démarche globale, éviter les interventions isolées	8
Adapter le programme au bâtiment et non l'inverse	8
Deux exemples de réhabilitation respectueuses de l'existant	9
<i>Réhabilitation légère d'une maison (Aulas - 30)</i>	10
<i>Refonte totale de la distribution intérieure d'un bâtiment (Arzens - 11)</i>	11
Valoriser ses façades	12
<i>Les ouvertures</i>	12
<i>Remplacer portes, fenêtres et volets</i>	12
<i>Adapter la menuiserie à l'encadrement</i>	13
<i>Maintenir la feuillure et l'ébrasement</i>	13
<i>Conserver le dessin des vantaux, petits carreaux ou pas ?</i>	14
<i>Penser la forme des volets</i>	14
<i>Modifier, supprimer une ouverture</i>	15
<i>Créer une ouverture</i>	16
<i>Choisir les matériaux des menuiseries</i>	17
<i>Choisir les couleurs</i>	17
<i>Les loggias ou terrasses au niveau du toit</i>	18
<i>Préférer les terrasses couvertes aux tropéziennes</i>	18
<i>Implanter les terrasses sur l'ensemble de la largeur de la façade</i>	19
<i>Maintenir ou pas le mur initial de la façade</i>	19
<i>Le ravalement de façade en pierre</i>	20
<i>Conserver, maintenir les enduits</i>	20
<i>Refaire ses enduits</i>	21
<i>L'Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) sous enduit et bardage bois</i>	22

<i>La couverture</i>	22
<i>La couleur de la tuile</i>	23
<i>Les chéneaux et descentes d'eau pluviales</i>	23
<i>Les génoises et débords de toitures</i>	23
<i>Les souches de cheminée</i>	23
<i>Le vocabulaire de la couverture et de la charpente traditionnelles</i>	24
<i>Les fenêtres de toit</i>	24
<i>Les panneaux solaires</i>	25
<i>En toiture</i>	25
<i>En façade</i>	25
Améliorer le confort thermique	26
<i>Vérifier l'orientation des espaces</i>	26
<i>Prendre en compte les vents dominants</i>	27
<i>Profiter de la chaleur du soleil en hiver</i>	27
<i>Se protéger du soleil en été</i>	28
<i>Tirer parti de la végétation</i>	28
<i>Réduire sa consommation énergétique et ses impacts environnementaux</i>	29
<i>Rafraîchir naturellement</i>	29
<i>Isoler efficacement : hiver comme été</i>	30
<i>Choisir les bons matériaux : un métier !</i>	31
Veiller à sa santé, à la pérennité du bâti et à l'environnement	32
<i>Choisir des matériaux et produits sains</i>	32
<i>Choisir des matériaux et produits respirants</i>	32
<i>Privilégier l'emploi de matériaux locaux et à faible impact environnemental</i>	33
<i>Choisir des matériaux pérennes</i>	34
<i>Assurer la qualité de l'air intérieur</i>	34
Améliorer le confort acoustique	36
<i>Se protéger du bruit, une affaire complexe</i>	36
<i>Identifier les modes de propagation des bruits</i>	36
<i>Isoler au plus près de la source</i>	36
<i>Recourir au principe masse ressort masse</i>	36
<i>Faire appel au principe de la boîte dans la boîte</i>	36
Confort acoustique et ventilation	37
4 Réaliser les travaux	38
Les devis et contrats	38
La réalisation des travaux	38
Le règlement des travaux	39
La réception des travaux	39
Les responsabilités et les assurances	40

Annexes

41

