

## II – 2 Développement Durable

La transmission de notre héritage aux générations futures est le principe fondateur du développement durable. Le patrimoine culturel et historique, élément essentiel de notre identité collective, fruit du travail de ceux qui nous ont précédés et qui nous l'ont légué, en fait partie et doit être préservé et mis en valeur. Comment concilier confort moderne, maîtrise de l'énergie et qualité environnementale avec la réception et la transmission de cet héritage historique ? Comment ces exigences s'illustrent-elles dans l'AVAP ?

## 1- Morphologie bâtie, urbaine et paysagère, densité de construction

- Dans les faubourgs, là où la structure urbaine est dense, où les bâtiments sont mitoyens, en ordre continu, où l'espace public est restreint, l'optimisation du foncier est un fait. Le regroupement du bâti, l'étroitesse des rues participent également à la lutte contre les effets négatifs du climat :
  - déperditions thermiques en hiver
  - chaleur en étéLà où elle réside, cette caractéristique urbaine de densité est donc à conserver et à conforter lorsqu'il s'agit de construire de nouveaux bâtiments.
- Dans les quartiers de type lotissement (Savoiron, Bellevue) ou plus rural (Charmettes, Côte Rousse), le tissu bâti est beaucoup moins dense et ne présente donc pas les mêmes caractéristiques ; en revanche, la présence d'éléments naturels (végétation, eau aux Charmettes) est un élément positif à mettre en valeur et à intégrer dans la réflexion sur l'évolution de ces quartiers.

## 2- Economies d'énergie dans le bâti ancien

La plupart des bâtiments anciens des faubourgs et des extensions proches de la ville « intramuros » sont représentatifs d'époques architecturales différentes avec des techniques constructives caractéristiques. Ces bâtiments fondent la singularité de la ville, son originalité, son identité. Ils lui donnent son image particulière, grâce à laquelle elle va se distinguer des autres villes, marquées chacune par leur histoire et leur vécu propre.

Aussi les typologies architecturales et constructives répertoriées dans le volet patrimonial de l'étude ne doivent pas être altérées par des techniques ou des interventions inadaptées qui au-delà des désordres qu'elles peuvent créer pour les bâtiments eux-mêmes, ont tendance à uniformiser les paysages urbains. La perte du bâti identitaire est une perte pour la ville, pour le tourisme, pour l'économie et pour l'Histoire....

En réhabilitation il faut en premier lieu oublier la mode, les habitudes et les techniques de la construction neuve. Pour bien s'adapter à l'existant il faut avant toute intervention avoir une bonne connaissance de l'édifice sur lequel on travaille : historique sommaire de la construction, implantation et orientation, volumes, façades, matériaux, etc. Une observation fine va donner les clés du projet.

Les objectifs de maîtrise de l'énergie et de qualité environnementale peuvent être atteints sans appliquer une méthode unique. Les interventions doivent avant tout être appropriées au bâti existant et, dans certains cas, il faut accepter de se limiter à des mesures correctives.

### Rappel : Bâti ancien ou bâti moderne ?

Il faut distinguer le bâti ancien du bâti moderne car ils ont des caractéristiques et des comportements différents. En voici les définitions et les caractéristiques :

#### Le bâti ancien ou bâti origine!

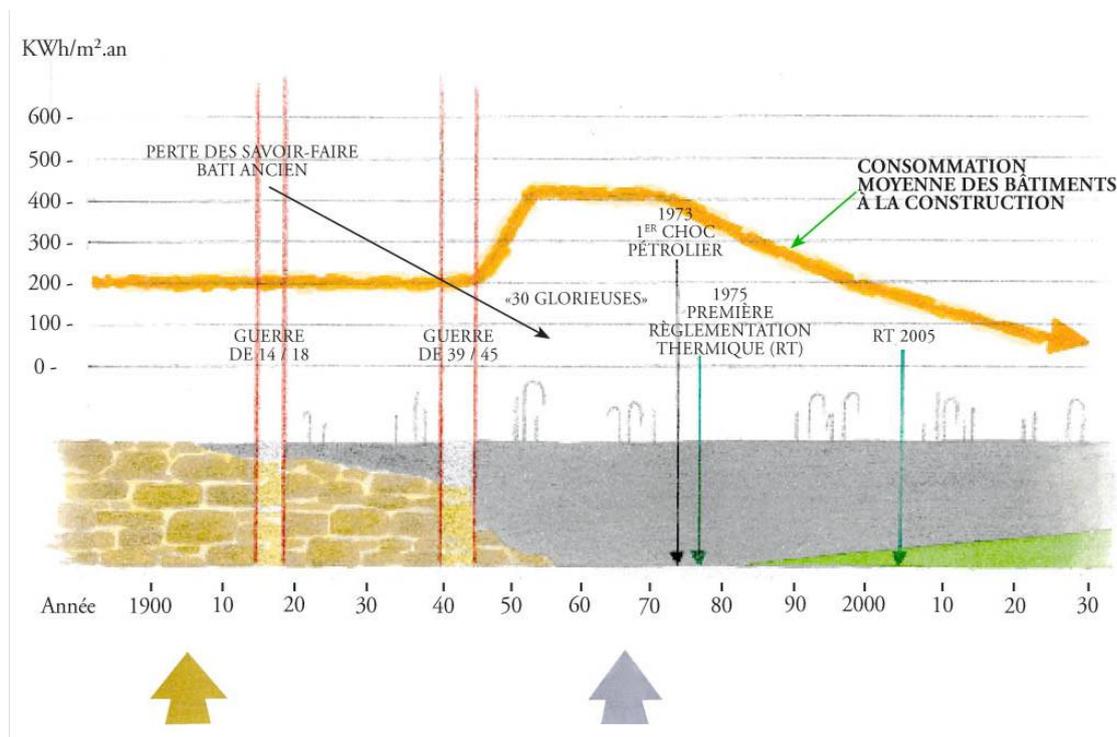
*Celui qui était construit depuis toujours jusqu'à un passé récent. Il possède des qualités thermiques et hydriques naturelles. Il vit avec son environnement (eau, air, climat) grâce à un équilibre subtil et fragile, qui ne doit pas être perturbé. On dit qu'il « respire ».*

*Il est constitué de matériaux naturels, peu transformés, le plus souvent trouvés dans un périmètre proche. Seuls appels à l'industrie : terre cuite, chaux, verre, fer. Il est durable et réemployable en majeure partie. Un bâtiment ancien, originel, bien traité, bien conservé, présente en général d'assez bonnes performances thermiques.*

#### Le bâti moderne qui a remplacé le bâti origine!

*Il a été imaginé dans les années 20/30 avec l'apparition du béton armé, utilisé pour industrialiser la construction à des périodes critiques où la France manquait de façon cruciale de logements.*

Il s'isole de son environnement. Il fait appel à une ventilation artificielle et parfois à la climatisation.  
Il est constitué de matériaux industriels. Moins construit pour la durée, il n'est pas facilement réemployable.  
Jusqu'en 1973, date du premier choc pétrolier, il est construit sans grand souci de la consommation d'énergie. Après 1975 (première réglementation thermique), il ne cesse d'améliorer ses performances.



Dessin ATHEBA

En raison des caractéristiques thermiques et hydriques bien spécifiques du bâti ancien, le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer a adopté un principe de précaution vis à vis du bâti ancien en cherchant, de manière générale, à ne pas imposer des travaux qui pourraient nuire à sa pérennité.

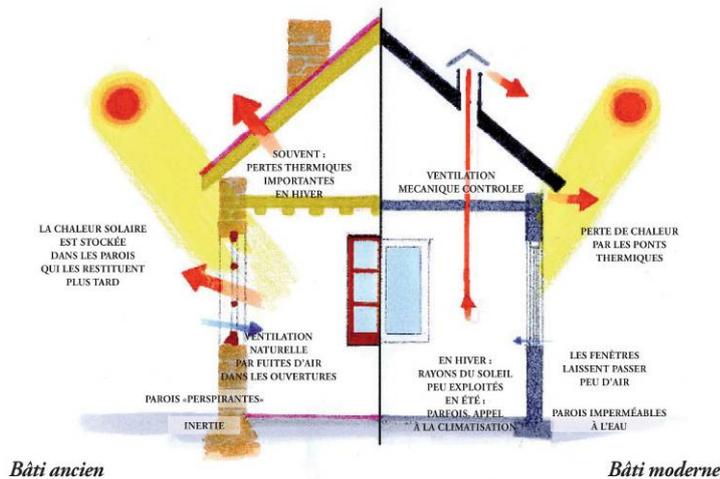
En 2007, la Direction Générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction a commandité l'étude BATAN, « Connaissance des bâtiments anciens et économies d'énergie » pour mieux connaître le comportement thermique de ce patrimoine bâti et d'observer sa prise en compte par les méthodes de calcul actuelles. L'étude a été réalisée par le Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Est (CETE de l'Est), le Département génie civil et bâtiment – Laboratoire des Sciences de l'Habitat de l'ENTPE et Maisons Paysannes de France (MPF).

En décembre 2010, le ministère a fait éditer les fiches ATHEBA, amélioration thermique du bâti ancien, guide pratique et pédagogique pour intervenir sur du bâti ancien. Réalisation : le Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Est (CETE de l'Est), le Département génie civil et bâtiment – Laboratoire des Sciences de l'Habitat de l'ENTPE et Maisons Paysannes de France (MPF).

Pour aller plus loin, consulter les fiches du projet ATHEBA (Amélioration Thermique du Bâti Ancien):

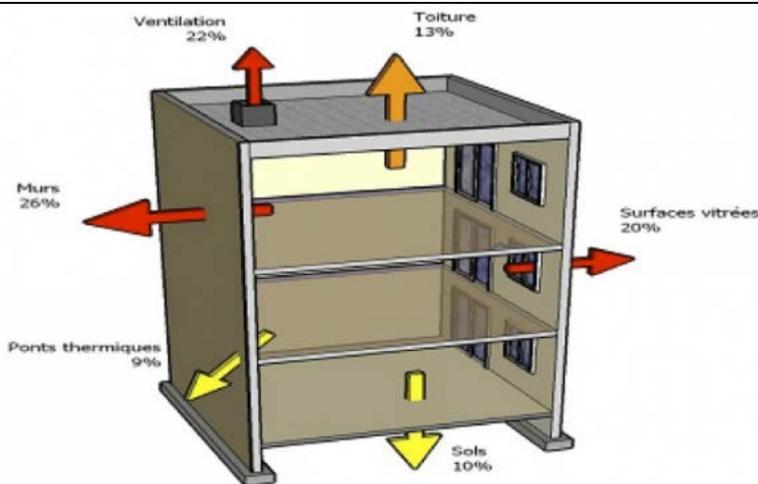
<http://www.territoires.gouv.fr/l-amelioration-thermique-du-bati-ancien?xtmc=fiches%20atheba&xtcr=3>

<http://www.maisons-paysannes.org/economies-d-energie/atheba.html>



Dessin ATHEBA

Schéma de circulation des flux thermiques et hygrothermiques dans un bâti traditionnel ancien et un bâti « moderne » en béton  
Le bâti ancien, considéré au sens réglementaire comme tout bâtiment construit avant 1945, a un comportement thermique très différent du bâti moderne construit après 1945

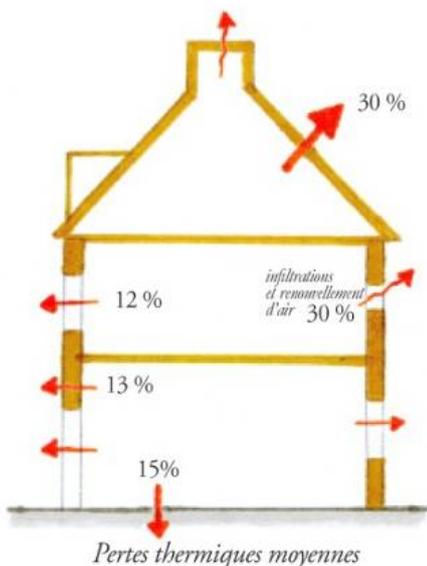


Parois béton 20 cm – surface vitrée 15% de la surface habitable  
Source ATHEBA

Le bâti moderne non isolé laisse s'échapper la chaleur principalement par :

- > la toiture (environ 13 %)
- > les murs (environ 26 %),
- > les ponts thermiques (9%)
- > les infiltrations et le renouvellement de l'air (environ 22 %),
- > les surfaces vitrées (environ 20 %)
- > les sols (environ 10 %)

Construits majoritairement en béton, ces constructions présentent des ponts thermiques dus au système constructif et une mauvaise performance énergétique des murs de façade



Dessin ATHEBA

Un bâtiment ancien mal isolé laisse s'échapper la chaleur par :

- > la toiture (environ 30 %)
- > les murs (environ 13 %)
- > les ponts thermiques (0%)
- > les infiltrations et le renouvellement de l'air (environ 30 %)
- > les vitrages (environ 12 %)
- > Les planchers (environ 15 %)

Les principales déperditions thermiques d'un bâtiment ancien se font par le toit, le plancher bas et les défauts d'étanchéité à l'air. Elles se font moins par les murs qui sont épais et qui présentent peu ou pas de pont thermique en raison du système constructif mis en œuvre.

Postulat :

On ne pourra pas obtenir dans un bâtiment ancien les mêmes performances énergétiques que dans un bâtiment neuf. Toutefois il est possible d'avoir une nette amélioration en limitant les déperditions et en maîtrisant la ventilation, ainsi qu'en adoptant un système de chauffage adapté.

### *L'amélioration thermique d'un bâtiment ancien ne peut se concevoir que **globalement***

D'abord, le **diagnostic** fera ressortir les qualités existantes qu'il faut préserver, les améliorations possibles, les défauts à corriger et les interventions à éviter.

Ensuite, le **choix des interventions** à réaliser. Elles peuvent être un retour en arrière (par élimination des erreurs et des pathologies) ou l'apport de solutions nouvelles.

#### *Interventions sur les **portes et fenêtres***

Comment améliorer leur efficacité : réparations, remplacements ?  
Comment éviter de modifier la valeur architecturale du bâti ?

#### *Interventions sur l'**organisation intérieure des espaces***

Comment respecter l'agencement des espaces de la maison : pièces de vie, espaces tampons, combles, caves, vides sanitaires.

#### *Interventions sur le **chauffage***

Comment obtenir le meilleur confort avec les moyens les plus économiques en énergie.

#### *Interventions sur la **ventilation***

Comment assurer un bon renouvellement d'air, tout en maîtrisant la consommation d'énergie.

#### *Interventions sur **toitures et combles***

Souvent à l'origine des pertes d'énergie les plus importantes  
Savoir choisir la meilleure solution.

#### *Interventions sur les **murs***

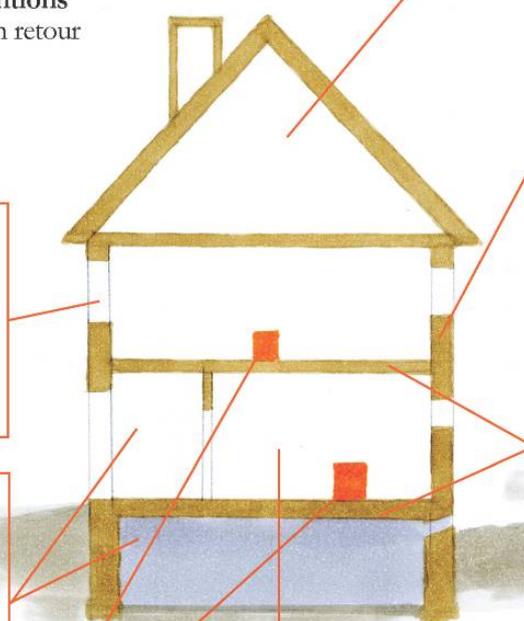
Comment ne pas détruire leurs qualités hygrothermiques originelles ou les retrouver.  
Comment les améliorer.

#### *Interventions sur les **planchers et sols***

Haut ou bas, légers ou lourds, ils ont aussi un rôle thermique très important

#### *Interventions sur les **abords***

Les sols, la végétation autour de la maison.  
Leur influence sur le comportement thermique de la maison est trop souvent négligé.



Dessin ATHEBA

L'amélioration d'un bâtiment, dans un objectif de développement durable, ne doit en aucun cas se limiter à l'isolation du bâtiment au regard de la thermique d'hiver.

De plus, l'effort d'isolation ne doit pas forcément être centré sur les parois mais plutôt se reporter sur les autres points (toiture, menuiseries, vitrages...).

## 2-1 Isolation thermique

### Isolation de la toiture

Les couvertures anciennes sont remarquables par la qualité de leurs matériaux et la souplesse de leur profil grâce aux coyaux, déversées, arêtiers courbes, et finesse des bandeaux de rive et d'égout.

Les combles n'étaient, en général, pas conçus pour être habitables, ils étaient occupés de façon secondaire.

On estime à 30% les déperditions thermiques par les planchers hauts et les combles, ils doivent donc être isolés quel que soit l'usage. Mais l'isolation ne doit pas porter atteinte à l'aspect des toitures anciennes, et en particulier des avancées de toiture, spécifique au patrimoine chambérien.

#### Cas de combles non habitables

Si le comble n'est pas habitable (si on conserve à l'espace sous toiture sa fonction de grenier), il est facile d'isoler sans altérer l'aspect des toitures : une couche d'isolant (environ 30cm) est simplement posée sur le plancher. On peut doubler l'isolation d'un parquet pour pouvoir circuler.

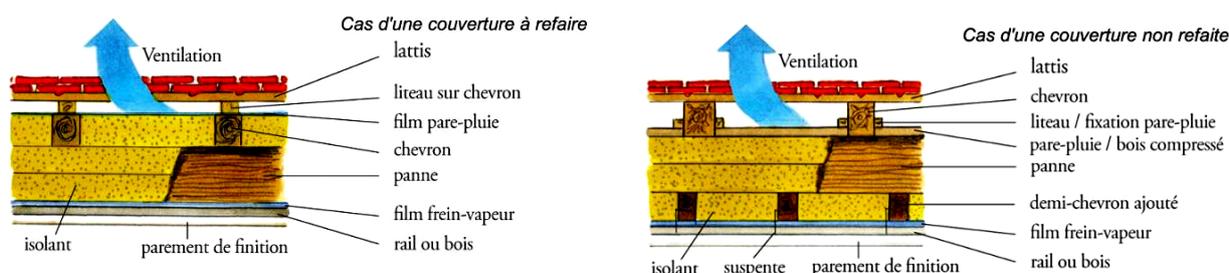
#### Cas de combles habitables

Si le comble est habitable deux modes de pose sont envisageables :

L'isolation par l'intérieur, posée en sous face de la couverture n'altère pas l'aspect des toitures. La contrainte est de maintenir la ventilation des bois de charpente et des supports de la couverture (lattis, voligeage).

Dans l'ordre de pose : un pare-pluie respirant, une forte épaisseur d'isolant (environ 30 cm) posé en couches croisées, un film frein vapeur continu (bandes adhésives) pour réguler l'humidité dans l'isolant et la charpente, un parement respirant en sous face (bois, plaques).

L'isolation par l'extérieur (au-dessus des chevrons), est la technique d'isolation la plus efficace et la plus répandue car elle permet de conserver le volume des combles sans modifier la charpente. Mais elle conduit à une modification architecturale importante en surélevant la couverture de près de 40 cm. Cette solution a pour conséquence l'épaississement des passées de toit et des rives ainsi que le raidissement des versants, ce qui altère considérablement les silhouettes générales des toitures : suppression des coyaux, des déversées, des arêtiers courbes, mise en place de bandeau bois de grande largeur, etc.... Cette technique doit être manipulée en respectant ces éléments, ce qui demande une étude préliminaire et une adaptation propre à chaque toit.

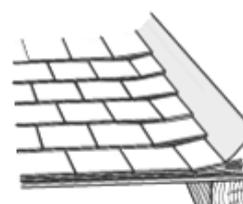


Dessins ATHEBA



**Coyau :**

rupture de l'inclinaison à la base du versant qui adoucit la pente



**Dicobat**

**Déversée :**

remontée des tuiles ou ardoises le long d'un mur

Malgré l'isolation, les combles sont surchauffés en été. Aussi dans les projets de réhabilitation du bâti ancien l'espace sous toiture doit être pensé comme un complément d'habitat (une chambre ou un bureau de l'appartement se trouve dans les combles) et non un habitat en soi (l'appartement est entièrement dans les combles). La répartition des surfaces lors d'une division doit tenir compte de ces données.

L'isolant que l'on va poser doit également présenter de bonnes qualités d'inertie pour le confort d'été : la laine de bois avec une densité adaptée et une lame de ventilation offre une bonne inertie, en été comme en hiver.

### **Isolation des planchers situés au dessus des passages**

Les passages sous les immeubles génèrent des problèmes de déperditions thermiques pour les appartements situés directement au-dessus. Mais dans le cas d'une isolation par le dessous rapportée en sous-face, la hauteur du passage est surbaissée et toute la qualité du plafond disparaît derrière l'isolant.

L'isolation thermique est seulement envisageable par le dessus, donc depuis l'étage, afin de ne pas modifier la qualité de ces espaces semi-publics qui participent au caractère patrimonial des immeubles (présence de caissons, moulures ou décors peints) et souvent de l'espace public lui-même, quand ces passages sont visibles de la rue. L'isolation thermique nécessite donc une dépose des sols existants, la mise en place d'un isolant et la reprise du revêtement (qui peut être le même si celui-ci présente un intérêt : parquet ancien, tomettes...).



*Exemples d'isolation par le dessous dans un passage ; à éviter ! (perte du volume et du décor peint)*

## Isolation des façades et hygrométrie

### Bâti ancien

#### Murs en moellons de pierre et plancher bois

Si les murs de façades sont en pierres, l'effort d'isolation ne doit pas forcément être centré sur ces murs mais plutôt se reporter sur les autres points (toiture, menuiseries, vitrages...). En effet les murs en pierres par leur épaisseur et leur constitution offrent une qualité thermique honorable, (classement de 175 à 220 kWh/m<sup>2</sup>/an suivant leur épaisseur et leur constitution), bien meilleure que celle des constructions d'après-guerre. Du fait de leur structure et du mode d'ancrage des planchers bois, **ces murs présentent peu ou pas de pont thermique.**

Cette qualité thermique s'accompagne d'une inertie forte qui lisse la température, en gardant longtemps la chaleur ou la fraîcheur ressentie.

Les murs anciens ont aussi des qualités hygrométriques : ils sont perspirants, l'échange d'eau à travers les parois est géré selon un équilibre qu'il est important de maintenir.

#### Equilibre hygrométrique des maçonneries de pierre ou montées à la chaux (hourdage à la chaux)

L'équilibre hygrométrique des bâtiments est une condition de confort intérieur et aussi une garantie pour leur pérennité. Les murs en pierre sont poreux et la plupart du temps posés directement sur le sol sans fondation étanche.

En premier lieu, ils doivent avoir un bon drainage, placé au-dessus du niveau des fondations.

Ensuite il faut éviter de rendre étanche l'intérieur ou l'extérieur d'un mur pour éviter qu'il ne pompe par capillarité l'humidité du sol et ne se dégrade à la longue.

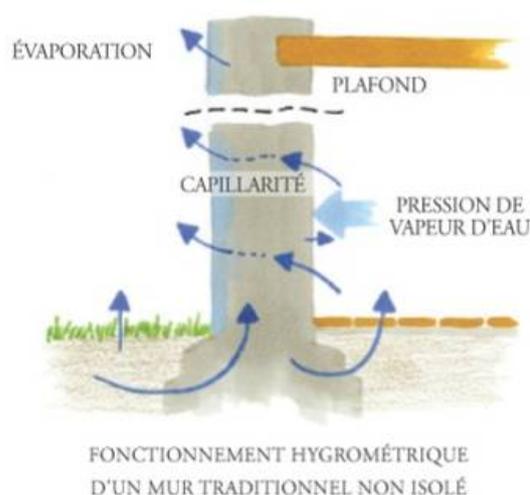
Les enduits au ciment (intérieur et extérieur) ainsi que l'enrobé appliqué jusqu'au pied du mur créent une paroi étanche et sont à éviter pour cette raison.

En pied de mur, les pavages posés sur lit de sable et non maçonnés qui permettent à l'eau du sol de s'évacuer librement sont plus appropriés.

La chaux naturelle (hydraulique ou aérienne) est mieux adaptée pour les enduits ;

En conséquence :

- Ne pas surévaluer les déperditions
- Conserver l'inertie, grande propriété thermique d'un mur ancien
- Respecter le comportement hygrométrique pour éviter les pathologies
- La bonne attitude relève davantage d'une « correction thermique » respectueuse des qualités originelles du mur. Une amélioration du confort est recherchée et non une forte isolation intérieure qui priverait les bénéfices de l'inertie de la maçonnerie, tout particulièrement en confort d'été. Dans le bâti ancien, il faut surtout atténuer la sensation de paroi froide.
- Toutefois pour certains de ces murs un appoint d'isolation peut être justifié.



Importance des échanges hygrométriques dans les maçonneries de moellons de pierre Dessin ATHEBA

Pour le bâti ancien une « Correction thermique » ou un appoint d'isolation

Le choix d'une isolation doit faire l'objet d'une étude complète : architecturale et thermique afin de déterminer une méthode et des matériaux adaptés respectueux des éléments typologiques du bâti et des exigences thermiques: isolation intérieure ou extérieure, parfois les deux suivant les façades et la qualité intérieure des décors, s'ils existent.

A l'intérieur :

Sur les édifices anciens en maçonnerie de pierres, en raison de leur modénature et des défauts de planéité, on préférera comme appoint d'isolation une solution par l'intérieur avec des matériaux denses pouvant absorber l'humidité.

- En intérieur l'isolation peut se limiter à une « correction thermique » qui atténue l'effet de paroi froide ; il s'agit de mettre en place un matériau de faible effusivité ; il existe ainsi de très nombreuses solutions, telles que l'application d'un enduit (à la chaux naturelle, avec un complément de silice, de chanvre, etc. ; ou d'enduit terre, ou à base de papier mâché,... ) ; la mise en place de lambris, de panneaux végétaux (panneaux de roseaux par exemple) ou même de revêtements textiles.

- S'il n'existe aucun décor intérieur, on peut opter pour des isolants plus épais, avec des matériaux dits « perspirants », tels que la laine de bois, le liège, ou des plaques d'isolant minéral qui conservent leur qualité isolante malgré la présence d'humidité, sans risque de bloquer les migrations d'eau. Attention : à l'intérieur les isolants épais ne permettent pas de retour en tableau sans risque de réduction de l'ouverture donc du clair de jour. Et l'absence de retour en tableau entraîne d'importants ponts thermiques et génère des points de condensation.

A l'extérieur :

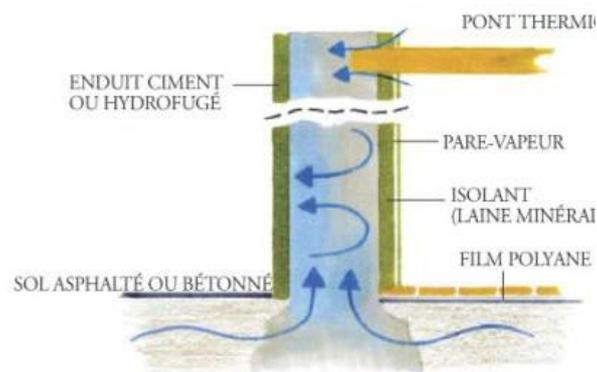
- Il est possible d'appliquer un enduit isolant et perméable à la vapeur d'eau (épaisseur 5cm, à la chaux naturelle avec silice ou chanvre).

- La pose de panneaux isolants peut être tolérée pour des parties de murs planes et peu visibles comme les pignons ou les façades arrières.

Les panneaux isolants doivent être perméables à la vapeur d'eau (ex : 10 à 20cm de laine de bois) et protégés par un enduit respirant (chaux naturelle) ou un bardage bois ventilé. Les isolants à base de polystyrène sont à exclure car ils bloquent les migrations d'eau à travers les maçonneries.

Même s'ils sont perméables à la vapeur d'eau, les panneaux par leur épaisseur présentent des inconvénients :

- perte de la modénature (décor en relief tel que génoises ou encadrement de fenêtre)
- réduction des débords de toiture
- ouvertures réduites et ensoleillement diminué

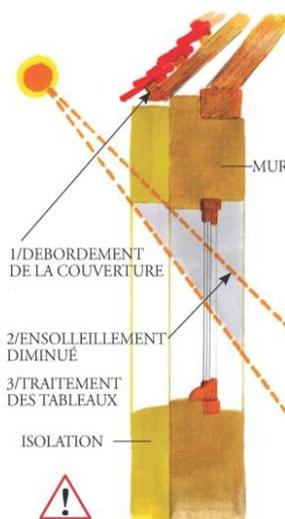


FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE D'UN MUR TRADITIONNEL, ISOLÉ CONVENTIONNELLEMENT, EN HIVER: L'EAU S'ACCUMULE DANS LE MUR

*Perturbations causées par des matériaux non adaptées. Dessin ATHEBA*

*Les remontées d'humidité doivent pouvoir s'évaporer à travers les maçonneries et les sols : les revêtements de sol étanches ainsi que les enduits imperméables, à base de ciment ou de résine, ou les isolants en polystyrène, sont totalement inadaptés. Ils contribuent à la dégradation des pieds de mur, et parfois des abouts de poutre des planchers, en concentrant l'évaporation de l'humidité des murs dans les zones poreuses.*

*Posée en façade ou à l'intérieur une isolation standard qui constituerait une barrière étanche risque de bloquer la migration de la vapeur d'eau, de créer des désordres à l'intérieur du mur et se manifester sur les parois du mur (traces de salpêtre, décollement des enduits ou décollement des revêtements intérieurs).*



*Problèmes éventuels de l'isolation extérieure*

*Dessin ATHEBA  
Problèmes liés à l'isolation des murs par l'extérieur*

Le bâti ancien de Chambéry :

Les bâtiments anciens XVIème-  
XVIIème siècle (anciennes  
auberges, couvents, hôtels  
particuliers ou simples maisons et  
boutiques de faubourg)

*Bâti ancien caractérisé par :*

- des murs épais en pierre
- des irrégularités de planéité  
(fruit), appuis saillants en pierre



Faubourg Maché



Faubourg Montmélian

Les demeures de campagne et  
les bâtiments d'exploitation liés  
aux domaines

*Bâti ancien caractérisé par :*

- des murs épais en pierre
- des irrégularités de planéité  
(fruit)



Côte Rousse



Charmettes

Les constructions XVIIIème-début  
XIXème siècle aux  
ordonnancements simples

*Bâti ancien caractérisé par :*

- des murs épais en pierre
- quelques reliefs de  
modénatures, décors peints,  
présence de corniches moulurées
- des balcons (dans certains cas)



Faubourg Reclus



Rue de la Banque

Les immeubles ornementés de la  
seconde moitié du XIXème siècle  
et du début du XXème siècle  
(architecture éclectique)

*Bâti ancien caractérisé par :*

- des murs épais en pierre
- des modénatures chargées  
(moultures), présence de  
corniches moulurées
- des balcons (assez nombreux)



Rue de la Banque



Boulevard de la colonne

Les hôtels particuliers du clos  
Savoiron

*Bâti ancien caractérisé par :*

- des murs épais en pierre
- le relief des modénatures,  
présence de corniches moulurées



Clos Savoiron



Clos Savoiron

Les immeubles et villas de style  
Art Déco ou pittoresques

*Bâti ancien caractérisé par :*

- des murs épais en pierre
- jeu de contraste avec les textures, relief des modénatures, présence de corniches, de balcons...



Rue Marcoz



Rue Pierre Lanfrey

## Bâti Moderne

### Isolation des murs du bâti moderne

Les bâtiments construits après-guerre (à compter des années 50-60) sont ceux qui ont le plus besoin d'être isolés. Ils peuvent recevoir, en façade et en tableau une isolation par l'extérieur, s'ils n'ont pas de modénature remarquable (moultures), ou s'ils n'ont pas de parement spécifique. Attention, l'isolation par l'extérieur ne doit pas occasionner de ressaut dans la planéité d'un alignement existant.

Cette isolation des façades par l'extérieur doit être complétée par une isolation renforcée des toitures, le remplacement des menuiseries et une révision de la ventilation.

### Le bâti moderne de Chambéry

Les immeubles modernes de la  
Reconstruction

*Bâti moderne*

- murs en pierre ou en béton, avec très souvent un travail du parement (exemple : bloc B : matériaux moulé imitant la pierre de taille ; bloc C : parement composé de plaques d'enduit grésé, calepinée façon « pierre »)
- jeu de contraste dans les textures, modénatures saillantes même si simplifiées



Angle rue Favre et Place de l'Hôtel de Ville



Place de Genève

Immeubles postérieurs aux  
années 50

*Bâti moderne*

- murs en béton
- façades plates et dénuées d'ornementation
- peu de débord de toiture



Quai Charles Ravet, immeuble de gauche



Quai Charles Ravet, immeuble de droite

## Isolation des menuiseries

### Bâti ancien

#### Amélioration des performances des fenêtres anciennes:

Les menuiseries anciennes ont une valeur patrimoniale, elles apportent tout leur caractère aux façades historiques ou traditionnelles. Il n'est pas rare de trouver encore aujourd'hui des menuiseries ayant plus d'un siècle. Ces châssis anciens sont souvent réalisés en chêne, matériau de qualité, durable et réparable, difficilement remplaçable aujourd'hui en raison de son coût...

C'est pour cette raison qu'il faut les entretenir et les maintenir le plus longtemps possible.

- **Pour éviter les entrées d'air**, on traitera avec soin l'interface menuiserie/maçonnerie, par l'application d'un joint souple ou d'un mortier sans retrait au niveau de la feuillure et de l'appui. Il faut toutefois éviter de rendre complètement étanche des intérieurs où la ventilation s'opère naturellement à travers le jeu des ouvertures (attention à la condensation et aux moisissures !), si on ne compense pas avec une ventilation contrôlée. La pose d'une ventilation régulée (hygroréglable) permet de concilier étanchéité des ouvertures et aération.

- **Renforcement du vitrage** : certains profils de menuiseries anciennes peuvent accepter des verres plus épais (double vitrage traditionnel) sans renouvellement de la menuiserie. Il existe également des vitrages isolants de faible épaisseur (5,9 à 6.6mm) qui permettent de conserver les profils en bois existants. Dans le cas de renforcement du vitrage la façade intérieure de la menuiserie reste inchangée. Il faut veiller à restituer à l'extérieur la partition de la fenêtre (intercalaires et petits bois).

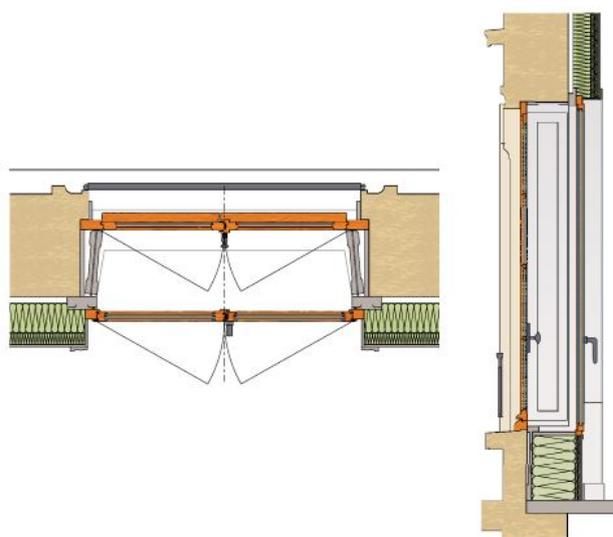
- **Double fenêtre** : dans certains cas une bonne solution consiste à poser un **deuxième châssis à l'intérieur** de l'habitation. La double fenêtre est un dispositif efficace que l'on retrouve dans certaines constructions anciennes.

Elle permet de conserver intacte la menuiserie d'origine, mais a des répercussions sur le traitement des intérieurs et doit être mise en œuvre en prenant un certain nombre de précautions

Une autre solution, à manier avec beaucoup de précautions, peut être la double fenêtre extérieure.

**Lien vers les guides « rage », guide « double fenêtre »**  
<http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr/regles-de-lart.html>

#### CAS DES DOUBLES FENETRES



▲ Figure 8 : Exemple de double fenêtre mise en œuvre côté intérieur avec isolation thermique intérieure complémentaire. Réalisation à Lyon

Extrait du guide cité en référence ci-contre



Double fenêtre à Besançon non adaptée !!



Double fenêtre à Grenoble correctement intégrée

### Remplacement par une nouvelle menuiserie :

Le remplacement d'une menuiserie ancienne doit se faire en dernier recours. Il constitue une réponse thermique mais il doit respecter les exigences architecturales et de renouvellement d'air.

Pour cela il faut :

- Déposer les châssis dormants anciens pour éviter les surépaisseurs, conserver le maximum de jour et éviter les ponts thermiques (pas de pose « en rénovation » avec rajout d'une menuiserie complète sur anciens dormants conservés),
- Exiger des montants fins, reprenant les mêmes dispositions que ceux d'origine
- Utiliser du bois, matériau pérenne et recyclable (ou du métal).
- Quand c'est possible, utiliser du vitrage isolant de faible épaisseur (5,9 à 6.6mm) qui permet de diminuer la section des profils et d'obtenir des châssis plus fins.
- Si on choisit du double vitrage, la partition des anciennes fenêtres peut-être restituée par des intercalaires et des petits bois collés (en extérieur et intérieur), en respectant l'assemblage avec le châssis ouvrant.
- La réduction forte des infiltrations d'air impose de repenser la ventilation (voir paragraphe suivant)

### **Bon à savoir :**

- *Le PVC est un matériau non écologique produit à l'aide de chlore et de dérivés de pétrole brut. Les premiers prix sont de qualité médiocre et présentent des profils larges et grossiers.*
- *A performances thermiques identiques, les profils à base de PVC ont une section largement supérieure à celle d'un profil bois dont la durée de vie et le bilan énergétique sont meilleurs. Les menuiseries de grande dimension en PVC sont renforcées par des structures métalliques, ce qui en diminue l'avantage financier.*
- *Recouvrir les anciens châssis dormants en bois par du PVC peut entraîner leur pourrissement.*

### Conservation ou remplacement des occultations (volets bois intérieurs, contrevents persiennés extérieurs)

Les volets bois ont un grand rôle dans le confort thermique. Fermés la nuit en hiver ils renforcent le pouvoir isolant des fenêtres et permettent une diminution des déperditions nocturnes, fermés le jour en été ils évitent les apports solaires internes et isolent très bien de la chaleur.

De plus, les volets persiennés en bois, très courants sur le bâti ancien de Chambéry, présentent l'avantage de permettre la surventilation nocturne, particulièrement importante pour le confort d'été.

Les volets en place sont donc à maintenir, en restauration si possible, ou en remplacement par des modèles identiques en bois. Leur remplacement par des stores roulants en PVC ou métallique est tout à fait contraire au respect du patrimoine (perte d'élément authentique), et au développement durable.



## 2-2 Ventilation

---

La prise en compte de la ventilation et du renouvellement d'air dans la réhabilitation des bâtiments existants est essentielle et transversale.

Le renouvellement de l'air est nécessaire pour assurer la qualité de l'air et donc la santé des occupants, mais également pour la pérennité du bâtiment.

Comme on l'a déjà indiqué cette donnée est à prendre en compte lors de toute modification ou remplacement de menuiserie, les menuiseries anciennes permettant souvent à elles seules le renouvellement d'air dans un bâtiment. Or, réduire les infiltrations d'air non maîtrisées est essentiel pour limiter les consommations d'énergie en hiver, mais il faut alors compenser par un renouvellement assisté et maîtrisé des apports d'air neuf.

Cette ventilation peut être améliorée, d'un point de vue des économies d'énergie, en mettant en place des installations visant à tempérer l'air entrant, en particulier avec les nouvelles technologies des VMC (ventilation mécanique contrôlée) double flux, qui sont cependant souvent difficiles à mettre en œuvre en réhabilitation,

En revanche, plus facilement adapté à l'existant, la ventilation naturelle, et particulièrement la surventilation nocturne (night-cooling), très importante pour la thermique d'été, peut être améliorée : il s'agit de surventiler les bâtiments la nuit avec de l'air plus frais (ou avec de l'air rafraîchi provenant d'espaces tampons exposés au nord ou en partie enterrée) pour extraire l'air chaud intérieur, et profiter de l'inertie des structures anciennes pour rafraîchir ainsi les intérieurs. Des dispositifs de ventilation naturelle, spécifiques à chaque configuration, doivent donc être envisagés (effet de cheminée, dispositif d'ouvrant pour la nuit, etc.). Les solutions de ventilation naturelle (assistées ou non) peuvent permettre d'améliorer considérablement les surchauffes en été et d'éviter ainsi le recours aux climatiseurs, très nocifs pour l'environnement (bruit, gaz utilisés) et très consommateurs d'énergie !

Il est à noter que dans les bâtiments anciens, cette notion de ventilation était déjà prise en compte, mais qu'elle a très souvent été oubliée au cours des travaux successifs (suppression des cheminées, des fenestrons dans les cages d'escalier, redécoupage de logement traversant...). Souvent il suffit de reconsidérer la logique fonctionnelle du bâtiment et de restituer cette logique (en l'adaptant bien sûr au nouveau contexte).

## 2-3 Usage

---

Il faut rappeler que l'usage doit s'adapter au bâti et non l'inverse si on veut garder sa cohérence à une réhabilitation.

Là encore, le diagnostic de l'existant et l'analyse du programme doivent conduire à une proposition raisonnée et adaptée qui prend en compte les potentialités et les contraintes du bâtiment.

Conserver des espaces tampons, non chauffés, mais tempérés ; accepter que certains locaux soient moins chauffés que d'autres en hiver, en fonction de leur usage... doit faire partie de la réflexion lors d'un projet de réhabilitation.

Adapter l'usage au bâti, mais aussi expliquer la logique aux occupants des bâtiments peuvent induire de fortes économies d'énergie. Pour un même bâtiment, la consommation des postes « chauffage » et « climatisation » peut varier, selon le comportement des habitants de 1 à 3 (d'après Jean-Pierre Oliva, « la conception bioclimatique »)

## 2-4 Lien avec l'environnement

---

Le bâti ancien était généralement construit en harmonie et en lien avec son environnement ; la reconsidération de cette notion fait partie intégrante du « développement durable ». Là encore, respect du patrimoine et qualité environnementale se rejoignent :

- Prendre en compte l'orientation des bâtiments : en cas de modification, limiter les baies au Nord, optimiser le bilan des baies vitrées (type de vitrage, d'occultation en fonction de l'orientation) ; utiliser les différences de pression en fonction des vents pour la ventilation naturelle...
- Maintenir ou prévoir des plantations ou de la végétation pour améliorer la thermique d'été
- Maîtriser l'environnement proche (perméabilité des sols...)

## 2-4 Favoriser les installations techniques performantes

Une fois les éléments évoqués ci-dessus pris en compte afin de limiter les besoins en énergie, il convient de favoriser la mise en place d'installations techniques performantes, pour le chauffage, l'électricité, la ventilation, ainsi que l'utilisation d'énergies renouvelables (cf. paragraphe 5- **Exploitation des énergies renouvelables**)

## 3- Usage des matériaux pour le bâti ancien

Le bâti ancien est constitué de matériaux sains et pérennes ; d'une façon générale la réutilisation de ces mêmes matériaux pour la restauration ou la réhabilitation est préconisée :

- La pierre locale, de même nature que celle utilisée, en cas de reprise importante de maçonnerie (dans certains cas, les carrières ne sont plus exploitées et il convient de trouver une pierre proche de celle utilisée)
- La chaux naturelle pour la réfection des mortiers (injection de coulis de chaux) ou des enduits de façades ; pour ses qualités hygrométrique et esthétique. Les enduits « monocouche » et « prêt-à-emploi » sont à proscrire. Les enduits plâtre, plâtre et chaux conviennent aussi. Dans la plupart des cas, les enduits sont peints, uniformément ou avec des décors ; il convient de restituer des badigeons à la chaux et, dans la mesure du possible de restituer les décors.



Enduit prêt à l'emploi inadapté !



Façade en trompe l'œil (altérée)



Décor ancien en place

- Certains immeubles 19<sup>ème</sup> présentent des décors en ciment naturel (ou ciment prompt) qu'il convient de restaurer avec le même matériau.
- L'ardoise naturelle, principal matériau utilisé pour les couvertures de Chambéry, était à l'origine de l'ardoise locale dite « de Maurienne » ou « de Cévens », aujourd'hui il est essentiel de reprendre les toitures en ardoise **naturelle**, présentant des caractéristiques (couleur, épaisseur, dimensions) le plus proche possible de celles existantes.
- La terre cuite : dans les rares cas où la tuile est présente, la terre cuite est prescrite en cas de remplacement. Ce matériau se patine correctement en donnant des tons nuancés. Il en est de même pour les maçonneries de briques qui doivent rester apparentes.
- Le bois (bois européen à peindre plutôt que bois exotique, au bilan carbone élevé) et le métal (recyclage) sont préférables pour les menuiseries.

Au-delà du choix des matériaux, il convient de bien maîtriser les techniques de mise en œuvre caractéristiques du patrimoine chambérien, et de les reproduire pour toute intervention sur le bâti existant.

#### 4- Prise en compte de la biodiversité dans le bâti

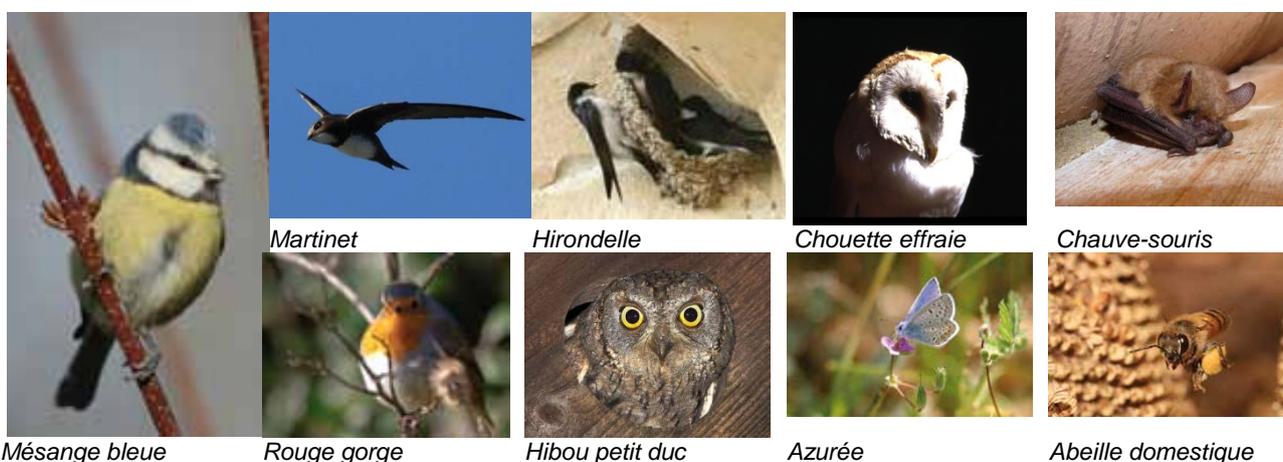
Ces informations ainsi que les photos sont tirées du guide technique « Biodiversité et bâti » réalisé par le CAUE de l'Isère (Conseil Architecture Urbanisme Environnement) et la LPO (Ligue de protection des oiseaux), septembre 2012. Le guide technique complet peut être téléchargé sur le site du CAUE : [www.caue-isere.org](http://www.caue-isere.org) ou [www.caue-isere.org/article/guide-en-ligne-biodiversite-et-bati/](http://www.caue-isere.org/article/guide-en-ligne-biodiversite-et-bati/)

#### Biodiversité urbaine

Les espèces pouvant potentiellement vivre en ville sont relativement nombreuses.

On trouve en milieu bâti :

- des mammifères : chauve souris, écureuils, hérissons...
- de nombreux oiseaux : moineaux, mésanges, martinets, hirondelles, pigeons colombins (espèce sauvage), rouges-gorges, rouges-queues noirs, bergeronnettes, certains rapaces...
- des reptiles et des amphibiens : lézards, tarentes...
- des insectes : abeilles solitaires, coccinelles, chrysopes, forficules, papillons...



Pour favoriser la biodiversité dans le bâti plusieurs pistes se présentent :

- utiliser la végétalisation du bâti comme base d'un milieu simple mais favorable à la diversité pour se reproduire, se nourrir, s'abriter, jouer sa fonction de pollinisation
- proposer des gîtes, des abris, des nichoirs pour favoriser la nidification, l'hibernation ou la protection contre les intempéries pour les oiseaux, les mammifères, certains insectes
- éviter de créer des aménagements susceptibles d'être des dangers pour la faune
- maintenir des trous, des cavités,.. dans le bâti existant

#### Quelles possibilités pour favoriser la biodiversité en milieu bâti ?

Sont extraits du guide les solutions et dispositifs qui peuvent être compatibles avec le bâti ancien et acceptables en milieu patrimonial.

D'une façon générale les matériaux sains (non nocifs pour la faune) qui sont préconisés dans le chapitre précédent pour leur adaptation au bâti patrimonial sont également bien adaptés pour la biodiversité.

#### La végétalisation des bâtiments

Pour favoriser la biodiversité, une végétation épaisse et enchevêtrée constituera des espaces de repos et de nidification. La végétation doit produire du nectar et des fruits. La plantation doit être variée et constituée si possible de végétation locale.

#### Façades

La végétalisation d'un mur peut se faire :

- à partir du sol (plantes grimpantes à palisser ou qui ont leur propre système de fixation)
- en intégrant la flore au bâtiment (jardinières, balconnières)
- en construisant des murs végétalisés, système complexe plus ou moins artificiel associant structure, substrat et végétaux

- Les murs végétaux sont à réserver pour les constructions neuves, pour les façades en béton du bâti récent qui sont dépourvues d'ouvertures et qui ne présentent pas de décor, éventuellement pour les murs pignons aveugle du bâti ancien dégagés suite à une démolition.
- La vigne vierge qui n'altère pas les maçonneries par son système d'accroche (ventouses ou vrilles) convient pour les murs en pierre et les enduits traditionnels. Il faut éviter les plantes qui vont dégrader le mur avec leurs systèmes de fixation (lierre, bignone, hortensia...) ainsi que les systèmes de fixations (treillis, câbles, fils de fer...) qui entraînés par le poids des végétaux peuvent provoquer des arrachements du mur.

### Toitures

Les systèmes de toitures végétalisées les plus répandus ont des substrats de faible épaisseur (3 à 14 cm) et des plantations de sédum, mousses et graminées qui nécessitent ni arrosage ni entretien. Ils présentent malheureusement peu d'intérêt écologique. Toutefois, si ces toitures ne sont pas accessibles elles peuvent sans doute présenter une zone de repos pour la biodiversité.

- Pour favoriser la biodiversité il faut mettre en place des systèmes plus élaborés permettant une végétation plus imposante (un substrat de 12 à 30 cm qui autorise les espèces arbustives).
- Le mieux est de créer de véritables jardins en terre naturelle présentant des profondeurs variées (30 cm à 2m avec des buttes et microreliefs) avec plusieurs strates de végétation (diversifiée et composée d'espèces résistantes aux conditions de vie sur les toits) comprenant des arbustes et des arbres.
- La biodiversité des toitures végétalisées peut être accrue par un apport de bois mort, de matériaux naturels et par la pose de nichoirs en bordure de toiture, de ruches, d'hôtels à insectes.
  - Les toitures jardins, en raison de leur contrainte d'installation due au surpoids sont à réserver pour les constructions neuves, ou pour les toitures terrasses en béton supportant de fortes surcharges.
  - Les toitures en sédum qui présentent peu de surpoids peuvent être mises en place lors d'une rénovation de toiture terrasse.

### L'installation de gîtes, nichoirs, abris

En ville, du fait de l'artificialisation du milieu, les espèces sauvages peuvent manquer de cavités pour nicher, se reposer, ou s'abriter. Les cavités de substitution peuvent être une solution intéressante. Il peut s'agir de cavités existantes à maintenir ou de cavités artificielles à installer.

- les nichoirs : cavités de forme et de taille variable utilisées par les oiseaux cavicoles (mésanges, moineaux, martinets, sitelles, pics...) ou semi cavicoles (rouge-gorge familier, rouge queue noir, bergeronnettes...)
- les gîtes : cavités utilisées principalement par les mammifères comme les hérissons et les chauve-souris pour se protéger pendant l'hiver ou les moments de repos. Ils peuvent également servir de lieu de mise bas pour les femelles
- les abris : ils servent à se protéger ponctuellement des intempéries et durant les périodes de froid.

### Façades

En premier lieu il faut veiller à ne pas reboucher des cavités déjà occupées par des animaux.

Sur les façades anciennes il est possible de conserver les cavités existantes, utiles pour la faune sauvage. Voici quelques opportunités :

- conservation des trous de boulins avec mise en place en façade soit d'une fine pierre plate verticale sur la moitié de la hauteur du trou soit d'une plaque de parement avec une petite ouverture, pour créer deux possibilités de nichoirs.
- conservation des fissures stables, omission de bouchage des joints donnant accès à l'espace entre le parement et le mur si cela ne met pas en péril l'étanchéité ni la qualité du bâtiment et n'occasionne pas la stagnation de l'eau.



Nichoirs de substitution proposés aux hirondelles, avec planchettes anti-fientes afin d'éviter les nuisances. Caserne de Bonne, Grenoble

Les nichoirs ou abris peuvent être posés en façade, sur les murs et sous les avancées de toit, en excroissance (fixation directe sur le mur ou simple suspension), à des hauteurs variables en fonction des espèces (3m minimum pour les passereaux, sous l'avancée de toit pour les hirondelles, à plus de 8m avec dégagement pour les martinets, au plus haut du bâtiment pour les rapaces, plein sud et au minimum à 3m de haut avec dégagement pour les chauve-souris).

Une planchette peut être installée sous le trou d'envol pour éviter les salissures.

- *Il ne faudrait pas que cet aménagement soit très voyant. Préférer les façades arrières si l'exposition s'y prête.*
- *Cette pose en excroissance est à éviter sur les murs qui ont reçu une isolation extérieure.*

Les nichoirs ou abris peuvent être plus intégrés dans le bâtiment.

Dans le cas d'une rénovation thermique il est possible d'intégrer les dispositifs dans l'isolation extérieure. On réserve un espace pour le nichoir qui sera fixé directement sur le mur. Dans ce cas il faut prévoir de minimiser le pont thermique par un isolant fin.

Une réserve dans le béton peut être prévue pour avoir un nichoir affleurant la façade. Une réserve plus grande permettant d'intercaler un isolant thermique entre le béton et le nichoir limitera le risque de pont thermique.

Les nichoirs et les gîtes peuvent également être intégrés dans un bardage bois.

- *Ces interventions sont envisageables pour une construction neuve ou pour la rénovation d'un bâtiment moderne non patrimonial.*

### Toitures

Les toitures et les combles qui ne sont pas habités peuvent être attractifs pour les chauve-souris, martinets, rapaces nocturnes. Il faut dans ce cas prévoir une bonne isolation du plafond pour contrecarrer l'ouverture permanente du comble ainsi qu'une bâche pour protéger le sol du comble.

On peut réserver simplement aux martinets quelques accès au haut des murs porteurs aux corniches situées sous la toiture, ils y installeront eux même leur nid. Prévoir de leur interdire l'accès au comble (treillis de protection ou installation d'un nichoir complet en bois)

Pour les chauve-souris, le plus important est de leur permettre un accès aux greniers (accès direct ou accès à des gîtes installés à l'intérieur des combles). Les interventions en toiture qui permettent un accès au comble ou un accès entre les tuiles et les voliges peuvent être discrètes : aménagement de fentes de 2 cm minimum à la base des tuiles faîtières ou d'ouvertures de 2 cm minimum à la pointe du pignon, mise en place de fausses tuiles d'aération qui débouchent sur un nichoir ou de réelles tuiles d'aération non grillagées. L'aménagement de chiroptières pour certaines chauve-souris qui accèdent au gîte en vol sera plus impactant pour la toiture : l'accès pour leur passage doit mesurer 40 cm minimum de largeur sur 7cm maximum de hauteur.

Les chouettes effraie des clochers peuvent nicher dans les combles ou greniers de grands bâtiments, clochers, pigeonniers si possible à 10-15m au dessus du sol. Leur nichoir doit être volumineux (100x40x50 cm) avec un accès direct et permanent et une chicane pour éviter les intrus. Il peut être posé derrière une ouverture en attique ou en pignon.



*La restauration de l'abbaye de Beauport (Côte d'Armor) inclut un volet biodiversité. De nombreuses cavités nichoir ont été réservées dans les murs, les combles sont aménagés de façon à accueillir de nombreuses espèces : les nichoirs à martinets sont invisibles depuis l'extérieur, un nichoir à effraie des clochers a été placé dans les combles avec une discrète ouverture sur l'extérieur, de nombreuses ouvertures dans la toiture servent de lieu de passage aux chauve-souris.*

### Annexes

Toute construction annexe au bâti principal, qu'il soit privé ou public, d'habitation ou de bureaux, les garages pour les véhicules ou les vélos, les bâtiments techniques peut également accueillir des gîtes pour la faune sauvage. Certains aménagements peuvent être apposés à un bâtiment déjà construit (nichoir pour les passereaux, nichoirs à hirondelles, à martinets, gîtes à insectes), d'autres doivent être prévus à la conception du bâtiment (nichoir à effraie des clochers, pour les chauve-souris aménagement d'ouvertures vers l'extérieur pour les bâtiments fermés).



Garage à vélos aménagé pour la biodiversité  
Toiture végétalisée, pose de nichoirs

### Prévenir les dangers

#### Dangers des surfaces vitrées (façades, passerelles, garages à vélo, abribus, jardins d'hiver)

La transparence des vitres crée un piège pour les oiseaux en laissant croire qu'il existe un passage sans obstacles. L'effet réfléchissant accentue le danger : le reflet d'un arbre peut donner l'illusion d'un endroit où se poser et attire les oiseaux jusqu'à l'obstacle.

- Ce risque peut être écarté en appliquant un marquage sur la surface vitrée (bandes, silhouettes...) ou en choisissant dès la conception un verre « visible » (vitres nervurées, cannelées, dépolies, sablées, imprimées, sérigraphiés...), le moins réfléchissant possible.

Il est également préférable de ne pas installer de mangeoires et nichoirs près des fenêtres.

#### Eclairage des bâtiments et des espaces

L'éclairage artificiel a des effets nocifs pour la majorité des espèces sauvages. Le principe de précaution voudrait en premier lieu que l'on préserve une période de nuit noire. En outre, voici quelques points de vigilance à avoir pour l'éclairage du bâti :

- Limiter l'intensité de la lumière (10 lux peut-être suffisant), éviter les luminaires diffusant la lumière vers le haut,
- Eviter les leds qui produisent une lumière blanche très perturbante pour la faune. Eviter les petites lampes à recharge solaire. Préférer les éclairages orange, moins impactants.
- Eviter les éclairages de mise en valeur architecturale, limiter les guirlandes lumineuses à Noël.

## 5- Exploitation des énergies renouvelables

### Energie solaire

---

#### Insertion paysagère :

Le recours aux dispositifs relatifs à la fourniture d'énergie solaire est compatible avec l'AVAP. Comme partout ailleurs les panneaux solaires (capteurs thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) et/ou chauffage, ou photovoltaïques pour la production d'électricité) y ont leur place.

Toutefois, compte tenu de leur impact paysager, les dispositifs solaires ne doivent pas porter atteinte à la qualité de l'ensemble des toitures et leur positionnement sera le plus discret possible afin de réduire cet impact.

Malgré toutes les précautions possibles, les panneaux modifient le patrimoine sur lequel ils s'insèrent, et sur certains bâtiments l'intégration de panneaux reste impossible car ils dénaturent les caractères qualitatifs de l'édifice.

Ainsi, la pose en toiture de panneaux solaires devrait être refusée :

- Sur les bâtiments protégés repérés et cartographiés
- Sur les bâtiments couverts de tuiles rouges (toiture principale)
- S'ils sont trop visibles depuis l'espace public
- S'ils nuisent à la cohérence architecturale des immeubles
- S'ils nuisent à la cohérence paysagère de l'ensemble urbain.

La pose en façade :

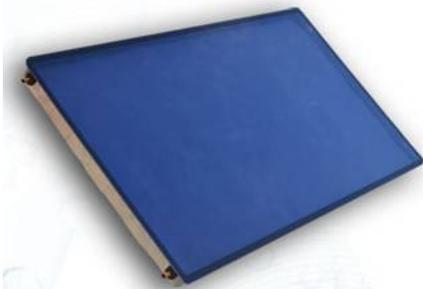
- Elle n'est pas envisageable sur le bâti existant.
- Elle peut être admise sur les constructions neuves, dans certains secteurs, si les dispositifs solaires font partie intégrante du projet architectural.

#### Intégration architecturale des panneaux :

En dehors des cas cités ci-dessus, là où leur présence a un moindre impact paysager, les panneaux sont envisageables s'ils respectent certaines caractéristiques, dans le but de maintenir une harmonie du bâtiment et d'éviter toute surcharge visuelle :

- Les panneaux doivent être de teinte sombre et de finition mate, anti réfléchissant (le verre peut-être granité afin d'éviter toute brillance ou traité chimiquement)
- Le cadre doit être du même coloris que le panneau
- Ils doivent être intégrés dans l'épaisseur de la couverture et ne pas « miter » la toiture
- Leur surface n'est pas limitée, dans la mesure où elle correspond aux besoins de la consommation domestique des occupants.

### Qualité des dispositifs



*Panneau solaire mat de teinte sombre, avec cadre de même couleur*



*Membrane amorphe*

De nouvelles technologies continuent à se développer, proposant des solutions qui doivent être étudiées au cas par cas, au fur et à mesure des innovations : panneaux teintés, membrane amorphe...

### Intégration technique

Sur les bâtiments existants l'objectif est d'assurer la préservation des couvertures caractéristiques dans plusieurs quartiers de la ville.

- Les panneaux doivent être intégrés dans l'épaisseur de la couverture, en place des tuiles ou des ardoises et non en superposition. (un système de ventilation doit être maintenu entre les panneaux et les chevrons afin d'éviter toute condensation)
- les panneaux doivent être impérativement regroupés pour ne pas « miter » le toit d'éléments isolés. Ils pourront être placés en bandeau, traités soit en verrière au sommet du versant, soit positionnés le long de la gouttière pour limiter leur impact visuel.

## À É V I T E R ☹

Certains systèmes trop visibles qui ne permettent pas une intégration des panneaux, sont à proscrire :



*Les panneaux à tubes*



*Les panneaux poly cristallins à facettes, les lignes argentées apparentes.*



*les panneaux posés en superposition, les cadres de teinte différente, le manque d'organisation.*

Pour intégrer des panneaux solaires à un bâtiment il n'existe pas de solution type. Selon la configuration de la toiture sur des couvertures plus complexes, on pourra remplacer certaines tuiles par des panneaux factices de même modèle pour obtenir un effet bandeau sur toute la longueur du toit. Dans tous les cas, la surface des panneaux doit être proportionnée à celle de l'édifice et les bandeaux ne doivent pas dépasser le tiers de la surface. Ces dispositions nécessitent une réflexion et souvent une conception élaborée et donc le recours à un architecte.

### Intégration architecturale sur bâti existant

Les panneaux peuvent être assemblés en bandeaux horizontaux ou verticaux (selon la configuration de la toiture) pour ne pas clairsemer le toit d'éléments isolés. Ils doivent être ordonnancés par rapport aux ouvertures de toit et de façade et respecter le parallélisme des lignes de la couverture.



*Regroupement des panneaux et intégration dans la couverture, teinte uniforme*



*Bandeau bien traité au sommet du toit*

Dans les secteurs de maisons avec jardin, on privilégiera les solutions de pose sur les constructions annexes plutôt que sur le bâtiment principal, afin d'être plus facilement traités comme des éléments d'architecture. On peut imaginer une implantation en toiture de véranda, d'un auvent ou sur un cabanon.



*Intégration en annexe, sur un auvent  
Couverture ardoise avec panneaux photovoltaïques*

### À É V I T E R ☹



*Non respect des ouvertures et des lignes de la toiture ce qui crée un « trou »*



*Mitige de la couverture, aucun souci d'ordonnancement*



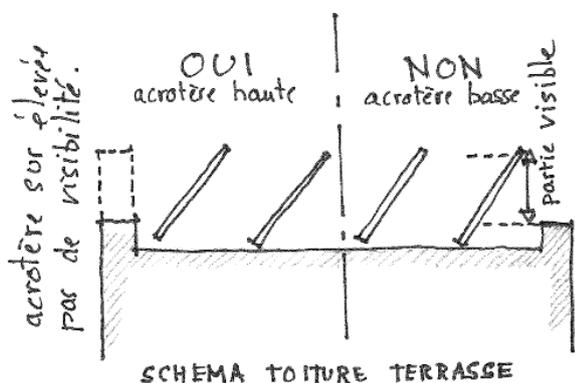
*Pas d'adéquation avec la forme, effet de carreaux renforcé par la structure apparente.*

Sur les couvertures en ardoise l'intégration est plus simple, mais elle doit respecter les mêmes règles de regroupement des panneaux. Exceptionnellement, des toitures en ardoise ou en zinc permettent une implantation de panneaux sur l'intégralité d'un versant. Sur les immeubles dits à la Mansart, l'implantation des panneaux peut se faire sur le terrasson, généralement en zinc ou parfois tuile plate.

#### Toitures terrasses

Sur les toitures terrasses sans visibilité depuis une hauteur proche, leur présence peut être dissimulée par les acrotères (bordure de la terrasse), ou placés au centre du toit, en recul de l'acrotère pour diminuer l'impact visuel tout en évitant l'effet de masque.

Il faut que l'implantation respecte une symétrie et les lignes du bâtiment.



Dessin Sylvie Amselem



Paris : acrotère surélevé



Aix les Bains : bureaux de la CALB, l'acrotère est traité comme un couronnement, en panneaux photovoltaïques.

Intégration architecturale des panneaux sur les bâtiments neufs :

L'intégration de panneaux solaires sur une architecture contemporaine est toujours possible mais elle doit être prévue initialement au projet afin d'être perçue comme une modénature ou un élément constitutif de son architecture. Les nouveaux projets architecturaux incluent toujours plus ces technologies qui évoluent très rapidement, permettant des intégrations variées et une grande créativité.

Panneaux photovoltaïques en toiture



Mairie de Paris : cellules photovoltaïques en verrière

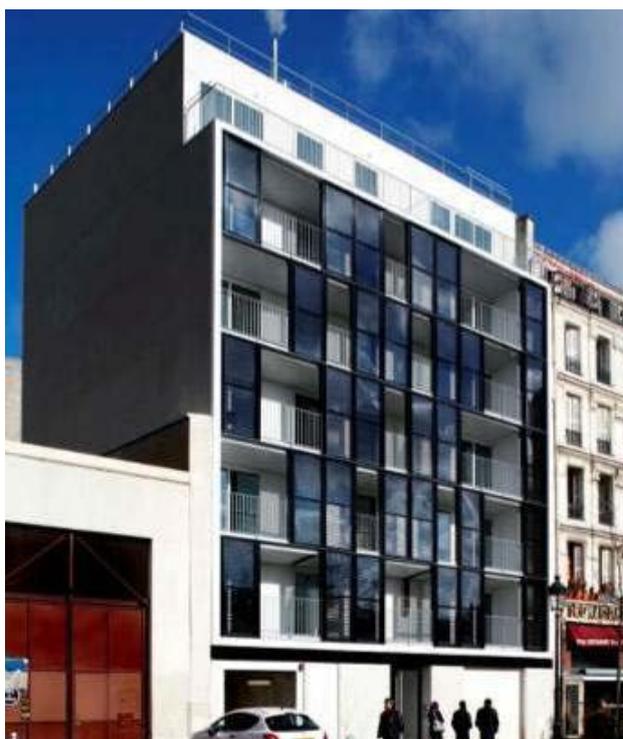


Panneaux photovoltaïques sur la totalité d'un versant

Panneaux photovoltaïques en façade



Emmaüs Paris



Agence Filippo- Kalt : immeuble de logements, Paris, avec vitrage isolant + capteur thermique (ECS) en façade

## Energie éolienne

---

L'exploitation de l'énergie éolienne, compte tenu des nécessités d'exposition au vent, comporte d'importants risques d'impact sur le paysage urbain, rural ou naturel, qu'il s'agisse de dispositifs d'usage industriel ou d'usage domestique. En effet, de quelque manière que les éoliennes soient disposées, isolées ou groupées, elles dépassent localement la ligne de faitage, émergent du vélum bâti général ou prennent possession du paysage à différentes échelles.

- En raison de cet impact, en règle générale, les éoliennes domestiques et les éoliennes sur mat sont à éviter dans le périmètre de l'AVAP afin de préserver la qualité du paysage. Toutefois, dans certaines situations, peu visibles, des modèles discrets d'éoliennes domestiques pourraient être admis.

## Energie géothermique

---

Chambéry présente un site particulièrement favorable à la géothermie, par la présence d'une nappe phréatique importante et peu profonde.

De toutes les exploitations des énergies renouvelables, l'exploitation de l'énergie géothermique est celle qui engendre le moins d'impacts sur la qualité architecturale et patrimoniale et sur le paysage ; elle nécessite cependant une prise en compte de la sensibilité écologique (contrôle des prélèvements et rejets, régularisation de la température de la nappe...).

Les installations hors sol nécessaires à l'exploitation, mais généralement de faible importance, peuvent avoir un impact visuel.

- Les dispositifs techniques doivent être règlementés, au même titre que les réseaux, coffrets techniques, divers...

## Energie hydraulique

---

Sans objet.

## Energie biomasse

---

La situation de Chambéry, à proximité de sites d'exploitation de la forêt, ainsi que le caractère semi-rural de certaines zones de l'AVAP, permettent d'envisager des solutions de chaufferie au bois (éventuellement collective pour des projets de constructions neuves).

Le réseau de chaleur de la ville de Chambéry (SCDC) concerne certains secteurs de l'AVAP. Il possède un mix énergétique diversifié avec la valorisation des déchets, une énergie thermique cogénérée, la biomasse et le gaz naturel. Il fournit de l'énergie à 25.000 équivalent logements. Chaque année, de nouveaux abonnés se raccordent au réseau de chaleur. On trouve une diversité importante dans ces nouveaux raccordements (logements, bâtiments municipaux, établissements de santé, bâtiments tertiaires...).

<http://chambery.reseau-chaleur.com>

## 6- Récupération des eaux de pluie

La récupération des eaux de pluie est un des enjeux important du développement durable ; des technologies de plus en plus élaborées se développent.

Chambéry connaît des précipitations relativement importantes et régulières, la récupération des eaux de pluie à l'échelle d'un bâtiment peut être intéressante, soit pour des bâtiments publics avec un usage domestique (alimentation des sanitaires, pour le nettoyage...), soit pour des maisons individuelles, notamment pour l'arrosage des jardins en été.

- Les installations (citerne, pompe...) doivent être règlementés, au même titre que les réseaux, coffrets techniques, divers...

## 7- Qualité environnementale des espaces publics

### S'adapter au changement climatique

Diverses actions peuvent être mises en place, à l'échelle de la ville, pour s'adapter au changement climatique. Ces actions, allant de la discussion préliminaire à l'investissement physique, en passant par la création d'un cadre institutionnel d'action ou l'information et l'éducation. Certaines villes (Lyon, Paris...) ont mis ou prévoient de mettre en place des mesures d'adaptation face aux risques liés au changement climatique et des mesures d'atténuation, ci-après quelques exemples pouvant être mis en œuvre à Chambéry.

#### > Se protéger contre la chaleur estivale, la réduction des îlots de chaleur urbains

L'îlot de chaleur urbain est un phénomène physique qui se caractérise par des différences de températures (températures estivales plus élevées en milieux urbains que dans les zones rurales environnantes). Si la ville est la cause du phénomène (du fait de ses activités, sa forme et ses matériaux), il est possible de trouver des solutions architecturales et d'aménagement qui réduisent l'effet de surchauffe de la ville ou tout du moins ne le font pas augmenter. L'aménagement est donc en première ligne pour trouver des solutions collectives de conception et de gestion des espaces urbains profitables à un rafraîchissement des villes.

### La végétalisation de la ville

Les espaces naturels et plus largement le végétal en ville permet de :

- Augmenter le taux d'humidité de l'air et de rafraîchir l'atmosphère (diminution de la température ambiante) grâce à la transpiration des plantes (évapotranspiration, îlots de fraîcheur),
- Créer des zones d'ombre dans l'espace urbain. Ainsi, les arbres d'alignement feuillus, ombragent les rues, mais aussi les façades d'immeubles, permettant ainsi aux logements de ne pas surchauffer.
- Gérer les eaux de ruissellement, qui plutôt que de ruisseler sur des surfaces imperméabilisées pour aller directement dans les réseaux restent dans le sol, nourrissent les plantes et s'évaporent en rafraîchissant d'autant plus l'atmosphère.
- Améliorer la qualité de l'air car certaines espèces végétales se comportent comme de réels filtres à pollution.
- Fournir aux citoyens des lieux où l'on peut se rafraîchir lorsque la température de la ville est trop forte (petits squares de quartiers ou parcs urbains).
- Réduire la demande énergétique liée à la climatisation.

L'introduction de végétal en ville est possible de plusieurs façons, chacune présentant des intérêts différents et complémentaires :

- Plantation d'alignement
- Création d'espaces verts
- Végétalisation des stationnements
- Végétalisation du pourtour des bâtiments, des murs, des toits...

Même si elles sont promues par les exigences de qualité environnementale, les plantations arborées doivent être utilisées en fonction du contexte historique et paysager.

### Privilégier la perméabilité des sols et conforter la présence d'eau en ville

#### Privilégier la perméabilité des sols, pour des sols humides

Grâce à l'évaporation, les sols humides ont des capacités de rafraîchissement semblables à celles de la végétation, et leurs températures de surface sont plus fraîches que celles des sols secs. En ville, l'eau est rapidement rejetée dans les cours d'eau (via le réseau). Cela a pour conséquence d'appauvrir les sols en eau (ils sont imperméabilisés à leur surface) et ainsi de limiter les possibilités d'évaporation. Pour mettre en œuvre une gestion durable des eaux pluviales, il s'agit de favoriser l'infiltration des eaux pluviales dans le sol, lorsque la configuration urbaine le permet et donc de mettre en œuvre :

- des espaces végétalisés : espaces verts, végétation, toitures végétalisées...,
- des sols perméables et drainants,
- des dispositifs de gestion des eaux pluviales : jardins pluviaux, noues, fossés, puits d'infiltration...

### Conforter la présence d'eau en ville

Au-delà de son rôle de protection contre la chaleur estivale et de réduction des îlots de chaleur urbain, la présence d'eau dans la ville contribue grandement au cadre et à la qualité de vie.



*Bassins du jardin du Verney*

Un projet majeur de reconquête de l'axe de la Leysse est en cours.

#### > Limiter les risques d'inondation

- Utilisation de matériaux perméables
- Déminéralisation de la ville
- Développement de systèmes de gestion d'eau de pluie...

#### > S'adapter aux épisodes de sécheresse

- Utilisation d'essences végétales adaptées au milieu, qui ne nécessitent pas d'arrosage
- Développement de systèmes de gestion d'eau de pluie : récupération des eaux de pluie, création de fossés ou noues de récupération d'eau de pluie...

**La reconquête de l'axe de la Leysse constitue un projet phare de la ville et de Chambéry métropole. Il s'inscrit dans une démarche de développement durable, de qualité environnementale des espaces publics, d'adaptation au changement climatique, de mise en valeur du cadre de vie et du paysage urbain** (reconquête des espaces au profit des piétons/cycles, rééquilibrage de la place de voiture...):

- Une attractivité renforcée : remise en valeur de la Leysse (enfouie sous sa couverture et masquée par l'emprise de la voiture), création d'un lieu de promenade (« parc de la Leysse ») et de flânerie urbaine (commerces, terrasses, cheminements doux, passerelles...). « La rivière n'est plus une coupure dans la ville mais un espace de liaison ».
- Une circulation apaisée : plus de place pour les transports en communs et les modes doux, plus d'espaces piétonniers
- La nature au cœur de la ville : une longue promenade le long de quais paysagers (palette végétale de bord de rivière, utilisation du bois et de la pierre, plateformes de bois en surplomb de la rivière, passerelles...), un grand parc urbain (les parcs de Clos Savoiroux et du Verney seront directement liés au grand Parc de la Leysse).



*Réouverture de la Leysse, face au Palais de justice*

## Prendre en compte les considérations environnementales dans le choix des matériaux et privilégier des matériaux drainants

### > Critères de choix des matériaux

Le choix des matériaux doit se faire en fonction :

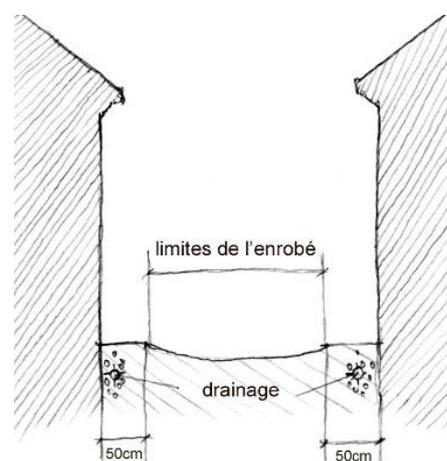
- du **lieu et de l'intégration du projet dans le paysage urbain et le contexte patrimonial** : couleur, aspect, modularité, esthétique souhaitée... sont des critères importants pour l'ambiance générale du lieu, son respect et sa mise en valeur
- des **usages du site** (voie ou place piétonne, trottoir, chaussée, stationnement...),
- de **l'entretien et la gestion** (vieillesse, réparabilité, nettoyage, recyclage...)
- des **exigences techniques** (caractéristiques physiques et mécaniques, résistance aux altérations, conditions de sécurité et de confort) qui vont conditionner la pérennité des aménagements doivent aussi être pris en compte.

### > Minimiser l'imperméabilisation des sols

#### Préserver les pieds de murs

Quand l'enrobé ou un autre matériau étanche est appliqué jusqu'au pied des façades, l'ensemble de la rue est rendu imperméable, empêchant l'humidité du sol de s'évacuer. L'eau va remonter par capillarité là où le matériau est poreux, donc à l'intérieur des murs des façades (montés en pierre et mortier de chaux) et ressortir en hauteur, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments. L'imperméabilisation des rues peut donc créer des désordres dans les murs du bâti ancien : dégradation des mortiers et des enduits en pied de murs, traces de salpêtre et autres sels minéraux, moisissures et décollements des papiers peints à l'intérieur des habitations sur les murs non doublés.

Pour respecter l'équilibre hygrométrique des bâtiments en pierre, notamment dans les faubourgs, il est important de choisir un revêtement perméable pour l'ensemble de la rue, ou du moins pour les parties latérales sur une largeur de 50cm environ. En cas de fortes pluies, un sol perméable retient une partie de l'eau qui s'infiltré directement. Dans une rue en pente, il minimise et ralentit la descente des eaux, atténuant ainsi les risques d'inondation en contrebas.



*Principe à retenir pour éviter la dégradation des murs*

#### Utiliser des matériaux drainants

Pour les espaces pas ou peu circulés, les sols végétalisés (couvre-sols, herbe), les sables et graves stabilisés, les pavages posés sur lit de sable (non maçonnés) évitent l'imperméabilisation des surfaces (un sol drainant absorbe une partie des pluies diluviennes) et bien sûr protègent, pour les sols végétaux, de la réverbération du soleil en été.

A contrario l'enrobé est à éviter car c'est un matériau imperméable.

Il existe des bétons et des enrobés « drainants », mais leur perméabilité est nettement inférieure à un pavage traditionnel ou à de l'herbe plantée sur un sol renforcé.

## SOLS DRAINANTS

### Calades

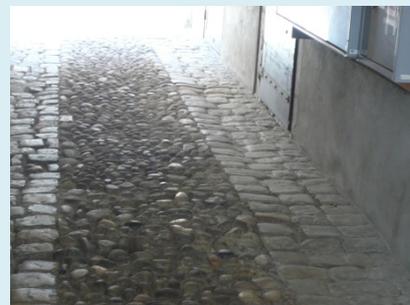
Les calades sont des galets entiers ou coupés, assemblés par blocage, au mortier maigre (sable + chaux hydraulique). Cette technique ancienne permet à l'humidité du sol de s'évacuer librement, car l'ensemble de la rue reste perméable. S'il existe une calade à l'origine (sous l'enrobé), il est conseillé de la conserver, il est possible de la restaurer.



Avenue de Lyon (Chambéry)



Rue de la banque (Chambéry)



Rue d'Italie (Chambéry)

### Pavés

Pour les zones non carrossables, les pavés de pierre sont posés sur un lit de sable, jointoyés au sable ou au mortier maigre. Attention, tout jointoyage au ciment rendrait l'ensemble imperméable. Un caniveau peut être reconstitué en incurvant le pavage. Pour les zones carrossables, une fondation rigide pourra être réalisée en prévoyant le recueillement des eaux d'infiltration par des drains.



Pavés granit gris (non jointoyés), il existe aussi du granit jaune (Portugal) mais celui-ci a tendance à rougir avec le temps.



Pavés et herbe (zone non carrossable)



Rue d'Italie (Chambéry)



Pavés rejointoyés au mortier de chaux avec bandeaux latéraux



Pavés rejointoyés avec caniveau central

### Les mixtes

Ce mode de disposition permet d'amoinrir le bruit du passage des voitures dans la rue. Chercher la simplicité dans la mixité des matériaux, 2 matériaux différents sont suffisants pour créer une composition.



Place Monge (Chambéry)



Pavés de Porphyre pour l'ensemble de la rue et dalle de pierre pour les bandes de roulement (Chieri, Italie)



Calade pour l'ensemble de la rue et dalles de granit pour les bandes de roulement (Turin, Italie)

## SOLS DRAINANTS

### Stabilisé, gravier, bois et dalles alvéolées engazonnées

Pour les chemins piétons, espaces verts, stationnements, cours et espaces d'accompagnement seront préférentiellement utilisés des matériaux naturels et drainants tels que :



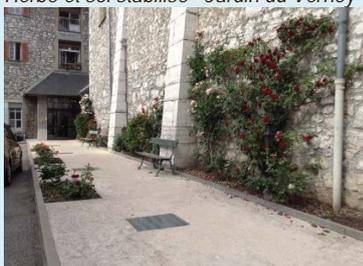
Herbe et sol stabilisé - Jardin du Verney



Stabilisé – Place du champ de Mars (Valence)



Stabilisé – Square Robert Marcon



Stabilisé – Chapelle Saint-Benoit



Parking engazonné (Nantes)



Parking en stabilisé (Sassenage, Isère)

Les platelages bois peuvent également être utilisés pour les espaces publics centraux : places, placettes, parvis...



Platelage bois – (Jarrie, Isère)



Platelage bois (Valence)



Copeaux de bois – Jardin du Verney

Les copeaux ou écorce de bois, ou encore les graviers seront préférés aux sols amortissants artificiels et non drainants pour les aires de jeux. Les graviers de teinte des pierres locales pourront également être utilisés pour les cours et espaces d'accompagnement. La pose d'un caillebotis métallique peut rendre ces espaces circulables pour les PMR (cf. ci-après).



Place Monge (Chambéry)



Graviers – Aire de jeux plage des Mottets (Bourget le lac)



Caillebotis métallique pour circulation PMR (Espagne)



## SOLS PEU OU PAS DRAINANTS

Il existe des bétons et des enrobés « drainants », mais leur perméabilité est nettement inférieure à un pavage traditionnel ou à de l'herbe renforcée. En cas d'imperméabilité, prévoir le recueillement des eaux de pluie par des fils d'eau ou des formes de caniveaux.

### Dalles et pavés

Les dalles et pavés naturels, peuvent être utilisés pour les trottoirs, places et placettes, rues piétonnes, cours et espaces d'accompagnement, et seront plutôt réservés aux espaces publics prestigieux du cœur de ville.



Dalles et pavage granit - Place du Palais de Justice



Pavage (ose en queue de paon) et dallage porphyre



Dalles calcaires – Avenue de Lyon  
Non jointoyées à l'origine



Dalles et pavés granit - Les Halles (Chambéry)



Pavés (Luzerne) – Place d'Italie (Chambéry)

### Les bétons

Les bétons offrent diverses textures, couleurs et ambiances. Ils peuvent être utilisés pour des chemins piétons, espaces d'accompagnement, stationnements, trottoirs, placettes...

- Les bétons « désactivés » : béton imperméable sur lequel on laisse agir, avant la prise, un produit désactivant (certifié « bio », utilisant des huiles végétales en remplacement des produits pétrochimiques) qui laisse apparaître le granulat.
- Les bétons qui sont « balayés » au moment de la mise en œuvre et qui préservent ainsi un aspect brut.
- Les bétons « sablés » que l'on vient traiter après 3 jours de séchage minimum, par projection de sable à haute pression, faisant apparaître les granulats et préservant un aspect lisse.



Béton désactivé



Béton balayé



Béton sablé, motifs non sablé (Fontaine – Isère)



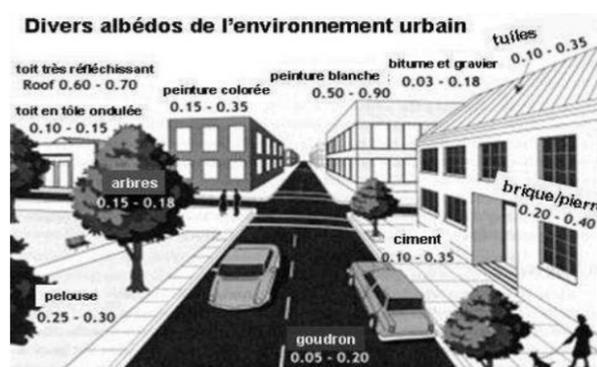
Béton désactivé – Les Halles (Chambéry)

> Intégrer les considérations environnementales dans le choix des matériaux de revêtement de sol

Enfin, il faut aussi intégrer dans le choix des matériaux les **notions de développement durable** (favoriser les produits provenant du recyclage ou du démontage de chantiers, utiliser des matériaux issus de secteurs proches (carrières, forêts), limiter les trajets de matériaux dans le cadre de l'approvisionnement) et leur **adaptation au changement climatique** (utilisation de matériaux perméables, déminéralisation de la ville, choix de matériaux non ou peu réverbérants...).

Les matériaux, notamment de revêtement de sols, sont généralement choisis selon différentes exigences techniques en fonction, entre autres, des besoins de sécurité et de durabilité, et des coûts. Les considérations environnementales sont souvent négligées. Pour autant, plus un matériau a une réflectivité (albédo) élevée et une inertie thermique (capacité d'un matériau à retenir sa température) faible, moins il risque d'emmagasiner de la chaleur et de la diffuser dans l'atmosphère. Il est donc important de choisir les matériaux aussi en fonction de leur comportement par rapport au rayonnement et à la chaleur :

	Albédo (de 0 à 1)	Inertie thermique
Roche sombre	0.04	
Asphalte noir	0.05	2.1
Sol nu, terre	0.2	0.75
Béton	0.25	0.92
Dalles, pavés gris clair-beige	0.45	Calcaire : 1 Granite : 2.2



*Lors de journées chaudes, les surfaces recouvertes de bitume et d'autres matériaux foncés qui absorbent la majorité du rayonnement solaire peuvent atteindre des températures de 80 °C, contribuant ainsi grandement à l'effet d'îlot de chaleur urbain.*

L'enrobé par son caractère réfléchif (matériau foncé qui absorbe la majorité du rayonnement solaire) et sa forte inertie (capacité à retenir la température) risque d'emmagasiner de la chaleur et de la diffuser dans l'atmosphère. En été il contribue à l'effet d'îlot de chaleur urbain. Il faut donc réserver son utilisation aux parties carrossables des voiries.

Tableau indicatif de comparaison des matériaux de revêtement de sol (croisement d'informations d'ordre quantitatif et qualitatif) :

Choix d'un revêtement de sol durable		Revêtements bitumineux	Bétons coulés	Pavés de béton	Pierres naturelles
Indicateurs techniques	Effet « Albédo »	●	●●●	●●●	●
	Frottement	●	●●●	●	●
	Durée de vie, robustesse	●	●	●	●●●
	Mise en œuvre	●●●	●	●	●
	Conditions d'adhérence	●●●	●	●	●
	Adaptation au trafic lourd	●●●	●●●	●	●
	Qualité acoustique (bruit de roulement)	●●●	●	●	●
Indicateurs environnementaux	Possibilité de réemploi et de recyclage du matériau	●	●	●	●●●
	Taux de matière recyclée	●	●	●	●●●
	Gestion de l'eau de ruissellement	●	●	●●●	●
	Emission CO2 / Consommation énergie	●	●	●	●●●
	ACV suivant classification « NIBE »	●	●	●●●	●●●
Indicateurs économiques	Pérennité du matériau	●	●	●	●●●
	Coût investissement	●●●	●	●	●
	Coût entretien	●	●●●	●	●
	LCC (life cycle cost)	●	●●●	●	●
Indicateurs socioculturels	Scénographie urbaine	●	●	●	●●●
	Valeur patrimoniale	●	●	●	●●●
	Confort et sécurité pour les modes actifs	●●●	●	●	●

Légende : ●●● très favorable  
● favorable  
● moins favorable

Source : Guide pratique pour la conception des espaces publics des quartiers durables – Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement - 2011

## Utiliser une palette végétale adaptée aux lieux et favoriser la biodiversité

**Le choix des essences devra avant tout répondre à une exigence locale (le site, le paysage de proximité, le sol...) tout en respectant une cohérence globale (histoire, secteurs d'implantation...), afin d'assurer une relation entre le projet et le contexte paysager (naturel, culturel, historique).**

Les végétaux à utiliser et à organiser devront :

> **Etre compatibles avec les ressources locales** (ensoleillement, pluviométrie, qualité des sols...), afin de ne pas nécessiter d'entretien supplémentaire.

> **Rester à l'échelle des lieux et des espaces dans lesquels ils se situent** : « le bon arbre au bon endroit » ! Tenir compte de l'évolution des végétaux au regard de la place disponible (espaces aérien et souterrain), des vues et des ambiances souhaitées, dès la conception du projet d'aménagement, et prévoir une faible densité pour les alignements d'arbres (respecter une interdistance qui prenne en compte le développement de l'arbre à terme), afin de limiter les surcoûts d'entretien et les nécessaires éclaircissements ou remplacements par la suite. Les arbres à grand développement seront réservés au centre des espaces publics majeurs et axes principaux. En périphérie, les essences plantées seront de dimensions moyennes, afin de favoriser la relation avec le revêtement de sol, la composition et la lisibilité des façades et leur mise en valeur.

> **Etre diversifiés** : pour répondre à des enjeux esthétiques (ambiances variées, fleurs, odeurs, fruits, écorces, feuillages, transparences, ombres, couleurs, tailles, ports...), des enjeux écologiques (plus grande résistance aux maladies et parasites, biodiversité...), des enjeux culturels (enrichissement culturel et botanique des citoyens...), mais de façon raisonnée (préservation de l'identité chambérienne).

> **Etre adaptés aux conditions urbaines** : racines pivotantes, croissance lente, adaptation à la pollution urbaine...

> **Etre le moins allergisant possible, non toxique et non dangereux.**

Il convient également de limiter voire d'éviter les espèces émettrices de composés organiques volatils. En effet, les plantes des milieux urbains, plus stressées, pollinisent davantage ce qui engendre la fixation de certaines substances polluantes aux particules de pollen et augmente le potentiel allergisant.

Genre d'arbre	Potentiel allergisant
Bouleau, chêne	Fort
Aulne, frêne	Moyen
Noyer, peuplier, saule, orme, érable	Faible

Source : R.N.S.A, 2009.

> **Ne pas faire partie d'espèces considérées comme invasives ou envahissantes** : ex. essences arborées :

- Ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*)
- Érable negundo (*Acer negundo*)
- Arbre aux papillons (*Buddleia davidii*)
- Cerisier tardif (*Prunus serotina*)
- Robinier (*Robinia pseudoacacia*)

> **Etre plantés en pleine terre** : Les plantations hors-sol (jardinières, suspensions) ne sont pas compatibles avec les pratiques du développement durable. Le manque de ressources nutritives et de réserve d'eau nécessite de mettre en place d'un réseau d'arrosage automatique et de recourir à des produits chimiques palliatifs. La plantation en pleine terre et la fertilisation naturelle (compostage des produits de tonte et de taille) permettront une meilleure maîtrise de la qualité des espaces publics.

**Cf. « Charte de l'arbre de la ville de Chambéry » - Direction Espaces-verts Service Parcs et Jardins**  
<http://www.chambery.fr/2304-la-nature-en-ville.htm>

Différentes palettes végétales pourront être utilisées selon les secteurs (centre, Charmettes, Cote Rousse, bord de Leysse) :

**1. Des essences ornementales pour le jardin du Verney et le Parc du Clos Savoiroux dans le respect de leur identité**

**2. Des essences diversifiées, ornementales, adaptées au contexte local, pour les alignements et espaces public :**

Arbres de 1e grandeur Au-delà 25 m	Arbres de 2e grandeur 15-25 m	Arbres de 3e grandeur 5/15 m
- Acer (érable) - Liriodendron tulipifera (tulipier de Virginie) - Fagus (hêtre) - Fraxinus (frêne) - Ginkgo biloba (arbre aux 40 écus) - Platanus (platane) - Quercus (chêne) - Tilia (tilleul)	- Acer (érable) - Alnus (Aulne) - Aesculus (marronnier) - Betula (bouleau) - Carpinus (charme) - Celtis (micocoulier) - Fraxinus (frêne) - Gleditsia (Févier) - Liquidambar(copalme) - Paulownia - Quercus (chêne) - Sophora - Salix (saule) - Tilia (tilleul) - Ulmus (orme) - Zelkova	- Acer (érable) - Alnus (Aulne) - Albizzia (arbre à soie) - Amélanchier - Betula (bouleau) - Carpinus (charme) - Cedrela - Cercis (arbre de Judée) - Chitalpa - Cornus (cornouiller) - Eleagnus - Euodia danielli (arbre à miel) - Fontanesia - Gleditsia - Koelreuteria (savonnier) - Laburnum (cytise) - Magnolia - Malus (Pommier) - Morus bombycis (Murier platane) - Ostrya (charme houblon) - Parrotia persica (Arbre de fer) - Phellodendron - Prunus (Cerisier) - Pyrus (Poirier) - Salix (saule)

**3. Des essences inféodées aux milieux humides le long des cours d'eau (la Leysse) :**

Arbres de 1e grandeur Au-delà 25 m	Arbres de 2e grandeur 15-25 m	Arbres de 3e grandeur 5/15 m
- Fagus sylvatica (hêtre) - Fraxinus excelsior (frêne) - Taxodium	- Pterocarya - Quercus palustris, coccinea, phellos (chêne) - Salix	- Alnus - Betula - Salix

**4. Des essences arbustives pour les haies de clôture en limite sur rue et en limite séparative :**

Les haies seront composées d'arbustes d'essences mixtes. Les haies monospécifiques (une seule essence) sont interdites.

Arbustes champêtres		Arbustes ornementaux	
- Acer campestre (érable champêtre) - Aronia (aronia) - Amelanchier ovalis (amélanchier) - Carpinus betulus (charme) - Corylus avellana (noisetier) - Evonymus europeus (fusain d'Europe) - Sambucus nigra ((sureau noir) - Viburnum opulus (viorne obier) - Viburnum lantana (viorne lantane)	- Cornus sanguinea (cornouiller sanguin) - Cornus mas (cornouiller mâle) - Prunus spinosa (prunellier) - Prunus Mahaleb (Cerisier de Sainte-Lucie) - Crataegus monogyna (aubépine) - Frangula alnus (bourdaine) - Lonicera xylosteum (camerisier à balais)	- Phylladelphus (seringa) - Spiraea (spirée) - Weigelia - Abelia - Cotinus - Perovskia	- Physocarpus (physocarpe) - Syringa (lilas) - Photinia - Eleagnus

A EVITER absolument :

Prunus lauro-cerasus (laurier palme ou cerise), Cupressocyparis / Cupressus / Thuya, Ailanthus altissima (Ailante glanduleux), Acer negundo (Érable negundo), Buddleia davidii (Arbre aux papillons), Prunus serotina (Cerisier tardif), Robinia pseudoacacia (Robinier)

## Prendre soin des pieds d'arbres

Les pieds d'arbres sont parfois négligés et les revêtements en enrobé viennent les recouvrir jusqu'au tronc. Au-delà des aspects inesthétiques, ce revêtement imperméable prive l'arbre d'eau et d'air. Parfois, le système racinaire se surélève pour pallier à ce manque, soulevant ainsi l'enrobé. Il est donc préconisé, à l'image de certains aménagements déjà réalisés sur la ville de prévoir soit du mobilier type grille, soit un revêtement drainant (gravier, paillage, résine gravillonnée ...) au pied des arbres lorsqu'ils s'insèrent dans un contexte urbain avec des revêtements imperméables.



Jardin du Verney



Collège Louise de Savoie



Mise en valeur d'arbres remarquables  
Square Jules Daisay



Pied d'arbre perméable  
Place du 8 mai 1945



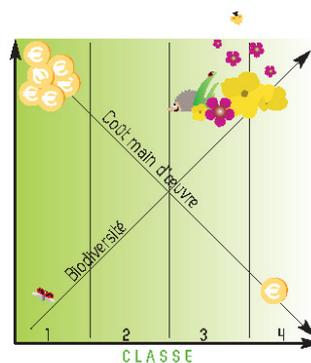
Grille d'arbre – Place d'Italie

## Mettre en œuvre une gestion raisonnée des espaces verts

La gestion différenciée s'inscrit dans le développement durable. Elle vise à concilier un entretien environnemental des espaces verts, des moyens humains et du matériel disponibles avec un cadre de vie de qualité.

La gestion différenciée consiste à pratiquer un entretien adapté des espaces verts selon leurs caractéristiques et leurs usages. Il s'agit de faire le bon entretien au bon endroit. Elle répond à plusieurs enjeux :

- **Enjeux environnementaux** : préserver la biodiversité des espaces naturels, limiter les pollutions (produits phytosanitaires, herbicides et pesticides, bâches plastiques...), gérer les ressources naturelles (économies d'eau, gestion des déchets verts...)
- **Enjeux culturels** : identité des paysages, mise en valeur des sites, diversifier et transmettre le savoir-faire et l'art du jardinier.
- **Enjeux sociaux** : améliorer le cadre de vie des habitants en mettant à leur disposition une diversité d'espaces, éduquer le grand public à l'environnement, favoriser l'autonomie des agents
- **Enjeux économiques** : faire face à des charges de fonctionnement de plus en plus lourdes (augmentation des surfaces), optimiser les moyens humains, matériels et financiers, maîtriser les temps de travail, adapter le matériel (faucheuse, broyeur...).



Relation entre le coût de main d'œuvre et la biodiversité

Source : La gestion raisonnée des espaces communaux – Gentiana, Conseil général de

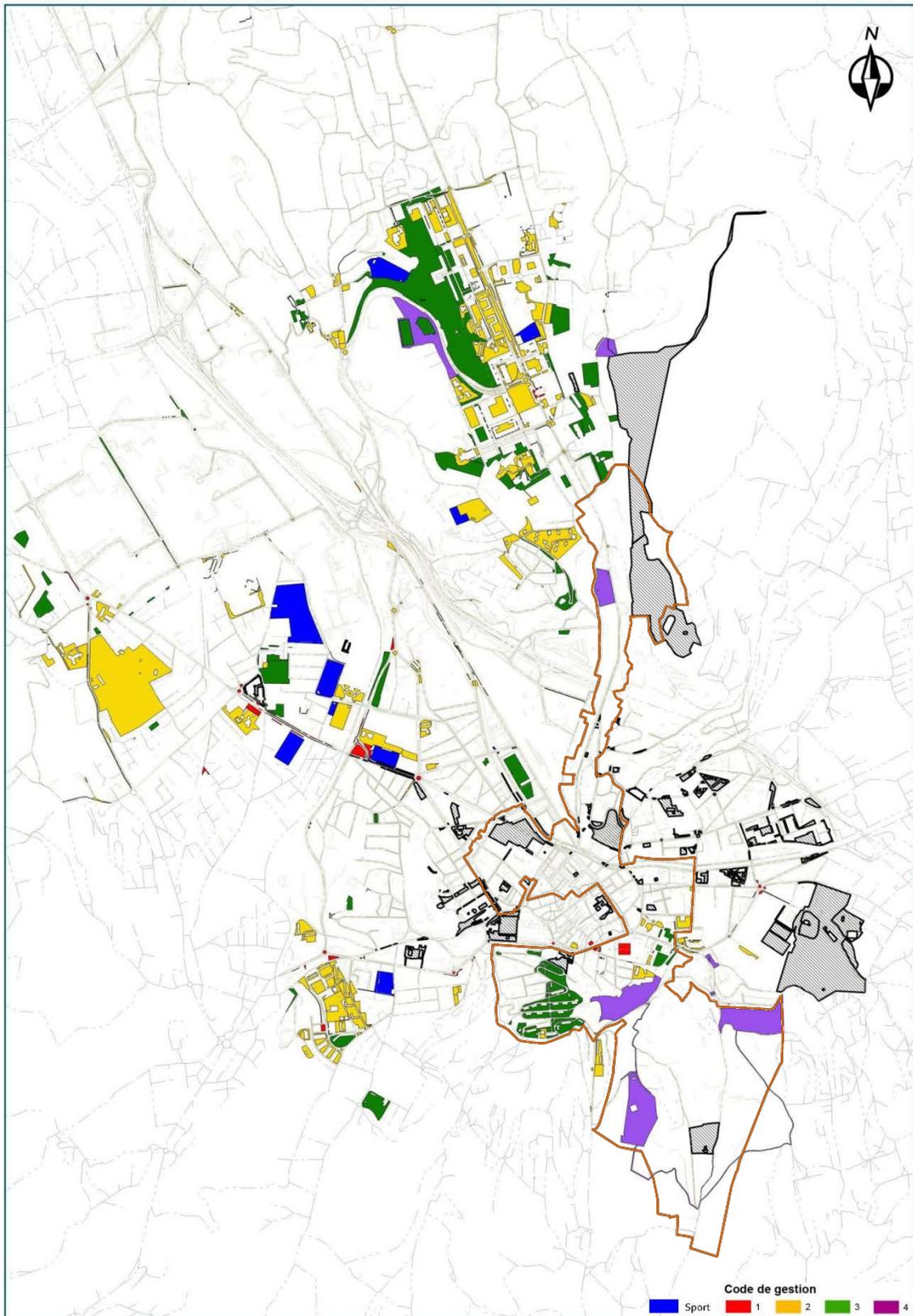
La gestion différenciée à Chambéry :

La ville de Chambéry a mis en œuvre une gestion différenciée de ses espaces verts. Elle a identifié 4 codes d'entretien :

Code	Type d'espace	Définition	Travail du jardinier	Objectifs	Identification
<b>1</b> <b>Espace horticole</b>	Jardinage très soigné Accompagnement horticole permanent	Espaces verts structurés avec palette végétale et caractère soignés Espaces verts vitrine et artistiques Zones de prestige Situés à proximité des monuments à forte valeur patrimoniale ou de lieux à fréquentation forte et régulière	Lieu de création, d'expression et d'imagination	Recherche d'intérêt esthétique ainsi que mise en valeur du site et des infrastructures  Les adventices ne peuvent être acceptées ou exceptionnellement  Fleurissement adapté aux saisons avec rotations pouvant aller sur 3 cycles	<b>Parc du Verney</b>  <b>Carré currial place Mitterrand</b>  <b>Place Monge</b>  <b>Avenue de Lyon</b>
<b>2</b> <b>Jardin classique</b>	Jardinage +	Jardin d'agrément, accompagnant les axes de communication piétonniers ou routiers, et le long des bâtiments  Espaces destinés à différents usages : jeu, rencontre, repos...  Ils constituent l'essentiel de la trame verte en milieu urbain	Maintien de la propreté Entretien régulier Jardinier à l'écoute des attentes du public	Aspect spontané de la végétation dominant Palette végétale assez rustique	
<b>3</b> <b>Jardin rustique</b>	Jardinage -	Espaces visuellement champêtres où le public vient observer le paysage à l'état quasi naturel	Peu de présence Entretien en faveur de la biodiversité végétale et animale.	Végétation spontanée soigneusement sélectionnée selon critères précis (floraison intéressante, plante tapissante, plante hôte...) Fleurissement complémentaire potentiel : apport de bulbes naturalisés, prairies, fleuries ou vivaces rustiques	<b>Les espaces verts de Bellevue</b>
<b>4</b> <b>Espace naturel</b>	Jardinage naturel	La nature domine face aux usages. Principalement couverts de forêt, et situés à l'extérieur du centre-ville	Le jardinier accompagne la nature, opérations de sécurité comme l'abattage, la taille mais aussi pour le maintien de l'équilibre végétal en limitant les espèces invasives  Des comptages floristiques et faunistiques peuvent avoir lieu	Gestion favorable aux espèces présentes sur le site  Sensibilisation possible avec installation de structures pédagogiques d'observation de la faune et de la flore	<b>Parc de la Calamine</b>  <b>Vallon des Charmettes</b>

Source : « La gestion différenciée à Chambéry » - Ville de Chambéry – Direction des Parcs et Jardins - 2014

## CARTOGRAPHIE DES CODES DE GESTION A CHAMBERY



Source : « La gestion différenciée à Chambéry » - Ville de Chambéry – Direction des Parcs et Jardins – 2014

Superposition des contours de la ZPPAUP (en orange)

Exemples d'actions mises en œuvre dans le cadre d'une gestion différenciée :

Gestion ressource en eau	Conservation et enrichissement de la biodiversité (flore, faune)	Gestion déchets
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choisir des végétaux adaptés peu gourmands en eau : plantes vivaces, essences locales...</li> <li>• Planter en pleine terre avec un paillage biodégradable, maintenant l'humidité, plutôt qu'en jardinière ou en potée suspendue.</li> <li>• Récupérer les eaux de pluie</li> <li>• Restreindre l'arrosage aux espaces de prestige</li> <li>• Mise en place de systèmes d'arrosage automatique (goutte à goutte) au pied des végétaux (éviter l'évaporation de l'eau, réduire les pertes)...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choisir des essences locales et diverses.</li> <li>• Définir les conditions de qualité de sélection des sujets, de plantation, de suivi, de protection, d'entretien, d'élagage et de remplacement des arbres existants et à venir...</li> <li>• Supprimer les produits de traitement chimiques : modifier notre perception (laisser pousser l'herbe et accepter « la nature en ville », <i>acceptation des herbes sauvages</i>), techniques préventives (paillage, plantes couvre-sol), techniques curatives (désherbage manuel, mécanique, thermique), mise en place d'une protection biologique intégrée (utiliser des organismes vivants pour prévenir les dégâts causés par les ravageurs)</li> <li>• Laisser des espaces « sauvages » et faucher après la montée des graines... (<i>fauchage raisonné</i>)</li> <li>• Maintenir et développer la flore naturelle ou sauvage : support de biodiversité et outil de valorisation des parcs et espaces verts</li> <li>• Lutte contre les plantes invasives</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire la quantité de déchets en diminuant ou supprimant certains produits (ex. bâche plastique).</li> <li>• Réduction des tontes</li> <li>• «Recycler» les déchets verts (déchets de tonte, taille, feuilles) : compost, paillage...</li> </ul>