

DIAGNOSTIC

**MARS
2013**

Département de la Loire
**VILLE DE
FIRMINY**

**Aire de mise
en Valeur de
l'Architecture et
du Patrimoine**

DIRECTION REGIONALE DES AFFAIRES CULTURELLES
SERVICE DEPARTEMENTAL DE L'ARCHITECTURE ET DU PATRIMOINE
SELARL D'ARCHITECTURE FÉASSON GAGNAL GOULOIS

SOMMAIRE

I Préambule :	P. 5
----------------------	-------------

II Contextes :	P. 7
-----------------------	-------------

III Le faubourg Sud :	P. 9
------------------------------	-------------

1. SITUATION :	P. 9
----------------	------

2. LE BÂTI :	P. 11
--------------	-------

3. DÉFINITION URBAINE :	P. 14
-------------------------	-------

4. ESPACES VERTS :	P. 17
--------------------	-------

5. GABARIT :	P. 18
--------------	-------

IV Cônes de visions:	P. 19
-----------------------------	--------------

1. LA RUE SOUS-MARQUANT :	P. 21
---------------------------	-------

2. LA RUE DES RAZES :	P. 23
-----------------------	-------

3. LA RUE TRÉMOLLET :	P. 25
-----------------------	-------

V DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL	P. 27
-------------------------------------	--------------

1. CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES	P. 27
---------------------------------------	-------

2. ÉCONOMIES D'ÉNERGIE	P. 34
------------------------	-------

L'œuvre architecturale et urbaine de Le Corbusier
Candidature à l'inscription sur la Liste du patrimoine mondial
Décision du Comité du Patrimoine mondial, Seville juin 2009

« Le Comité du patrimoine mondial,

1. Avant examiné les documents WHC-09/33.COM/8B et WHC-09/33.COM/INF.8B1,

2. Renvoie la proposition d'inscription de l'œuvre architecturale et urbaine de Le Corbusier, Allemagne, Argentine, Belgique, France, Japon, sur la Liste du patrimoine mondial afin de permettre aux États parties de :

a) étayer les arguments qui justifient de la Valeur Universelle Exceptionnelle afin de prouver l'influence de Le Corbusier sur l'architecture au XX^e siècle et le mouvement moderne ;

b) améliorer la délimitation des zones tampon au regard des paramètres topographiques et visuels et assurer une protection appropriée ;

c) mettre en place des systèmes et/ou plans de gestion pour donner des orientations plus claires aux propriétaires et impliquer les autorités et communautés locales dans le processus de gestion.

3. Considère qu'une proposition révisée n'inclura pas forcément les 22 éléments constitutifs du bien proposé. Le nouvelles additions appeleraient une nouvelle proposition d'inscription.

4. Invite les États à renforcer leur coopération afin d'assurer la gestion et la protection appropriée en concentrant l'attention sur les bâtiments et les ensembles urbains.

5. Encourage les États à continuer à travailler sur le mécanisme de coordination global entre les sites associés à Le Corbusier comme mécanisme positif, que les sites soient ou non inscrits sur la liste du patrimoine mondial. »

I Préambule :

Lors de l'examen en juin 2009 par Comité du Patrimoine Mondial de l'UNESCO de la demande d'inscription de l'œuvre architecturale et urbaine de Le Corbusier » sur la liste du patrimoine mondial présentée par la France avec l'Allemagne, l'Argentine, la Belgique, le Japon et la Suisse :

Le Comité du patrimoine Mondial a notamment indiqué, en son point b : la nécessité d' « améliorer la délimitation des zones tampons au regard des paramètres topographiques et visuels et assurer une protection appropriée ; ... »

Dans son rapport n°1531, daté du 10 mars 2009 : l'ICOMOS avait, pour le site de Firminy, indiqué une faiblesse dans le dossier : la Zone de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager de Firminy-Vert avait été jugée trop peu étendue entre les secteurs FV1:et FV3 en regard de la piscine et de l'église Saint Pierre et en direction du centre ville. Dans ce secteur, le PLU, de plus, ne présente pas de solides garanties de bonne conservation des abords du site.

Ce point avait été abordé précisément et le secteur à considérer défini lors de la mission d'évaluation sur site avec l'expert de l'ICOMOS en septembre 2008 à Firminy.

Plan routier 1785/1786 - ADL 3PL407

Route Royale n°88
Tracé 1786

Emplacement de la zone
considérée

Château
de Bruneaux





Cadastre napoléonien - 1813 - ADL

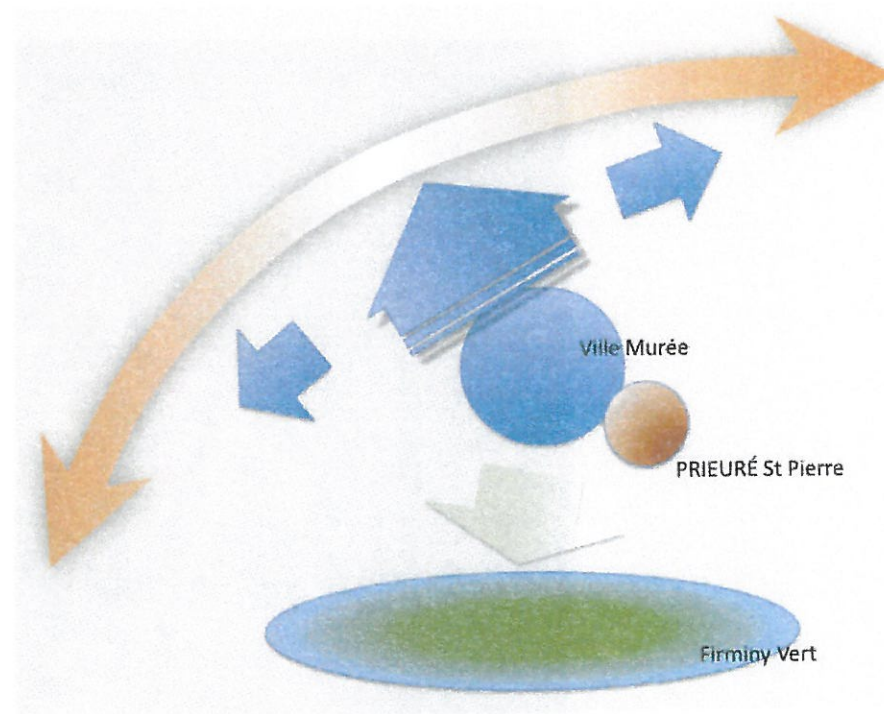


Schéma D'évolution de la ville de Firminy

II Contextes :

Née de l'implantation d'un prieuré (Saint Pierre relevant de l'Abbaye de l'Ile Barbe), la Ville de Firminy s'est développée au Sud en direction de l'antique voie de communication (devenue route royale en 1708), et de la plaine de l'Ondaine. Le chemin de fer est venu par la suite renforcer cette extension. L'industrie s'est naturellement installée le long des cours d'eau et à proximité des voies de communications.

De l'autre côté d'une ligne de crête, les terrains au Sud n'ont connus que très peu d'extensions jusqu'à une date récente. Les ténements ont manifestement appartenu longtemps au Prieuré. Ces terrains, bien exposés sur un versant Sud, étaient vraisemblablement destinés aux vergers.

Ce n'est que dans la première moitié du XIX^e siècle qu'ils ont été progressivement investis par les constructions. L'urbanisation est semblée très lente, puisque les premiers immeubles construits ne sont guère antérieurs aux années 1850.

Ce n'est vraiment qu'au XX^e siècle que l'urbanisation s'empare de cette partie de la Commune et aboutira à l'essor de Firminy-Vert.

SECTEUR D'INTERVENTION



III Le faubourg Sud :

1. SITUATION :

Le secteur d'intervention, tel qu'il a été défini suivant les recommandations de l'ICOMOS est situé au Sud de la Ville de Firminy, entre la Ville ancienne et Firminy-Vert.

Ce secteur est limité :

- À l'Ouest, par la rue des Razes,
- À l'Ouest, par les rues de la Vieille porte et Jules Ferry,
- Au Nord, par les rues Trémollet et Centrale et au Sud par la rue des Carrières.

Il est traversé par les rues (Ouest en Est) Sous-Marquant, Sadi Carnot et Ernest Renan.



VILLE DE FIRMINY
AVAP

SECTEUR D'INTERVENTION

SELARL D'ARCHITECTURE
R.FÉASSON - G.GAGNAL - R.GOULOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond

REPERAGE DES BATIMENTS REMARQUABLES

SELARL D'ARCHITECTURE
R.FÉASSON - G.GAGNAL - R.GOULOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond

Bât. Protégé au titre des M. H.
Bâtiments caractéristiques du secteur considéré





RUE HAUTEVILLE
Immeubles d'Habitations 1850 / 1870



Rue Centrale
Immeuble 1902



Impasse du Vieux Cloître
Immeuble à coursive 1890



Rue Centrale
Immeuble 1904



2. LE BÂTI :

Les immeubles construits sur ce secteur sont représentatifs des différentes périodes d'urbanisation.

Les plus anciens ne sauraient être antérieurs à la première moitié du XIX^e siècle.

Ce sont des immeubles austères, sans doute de rapport, édifiés sur trois niveaux. Construits en pierre de taille (grès houiller), ils sont représentatifs du style néo-classique, bien représenté dans le bassin stéphanois.

A la fin du XIX^e siècle et au début du siècle suivant, d'autres immeubles de rapport sont édifiés. De style éclectique, ils s'inscrivent dans la continuité de ceux existants. L'usage de la coursive est particulièrement à noter.



Rue Sous Marquant
Maisons 1920 - 40



Rue Jules Ferry
Immeuble 1960



Rue Trémollet
Immeuble 1950 60

Longtemps les parcelles ont été occupées par des jardins et des «clos» dédiés aux vergers, ce caractère transparaît par la construction de maison n'ayant plus un caractère urbain, mais plus proche de maison située sur un terrain de plus ou moins vastes dimensions. Elles s'apparentent à des maisons patronales, tout en étant un peu plus modestes. Construites essentiellement dans les années 1910 - 1930, elles empruntent leur vocabulaire à l'architecture du moment.

Ces constructions s'établissent essentiellement au Sud des précédentes.

Plus récemment des constructions d'immeubles de rapport occupent des parcelles encore libres. Il s'agit de petits collectifs, très caractéristiques des années d'après guerre. Ils ont été construits en retrait de l'alignement et parfois sans clôture, l'espace public et privé étant confondus. Ces deux immeubles sont l'œuvre d R. Perrin, Architecte à Firminy.



- | | | |
|---|--|--|
| Logements Collectifs | Bât. d'Activité | Bât. d'Activité indépendante |
| Logements individuels | Garages | |

VILLE DE FIRMINY
AVAP

TYPOLOGIE DES BATIMENTS

SELARL D'ARCHITECTURE
R.FÉASSON - G.GAGNAL - R.GOULOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond



3. DÉFINITION URBAINE

La carte des densités du construit permet de confirmer la lente urbanisation de cette partie de la ville.

Au Nord, au contact de la ville ancienne, les rues s'organisent et deviennent lisibles par des constructions établies à l'alignement.

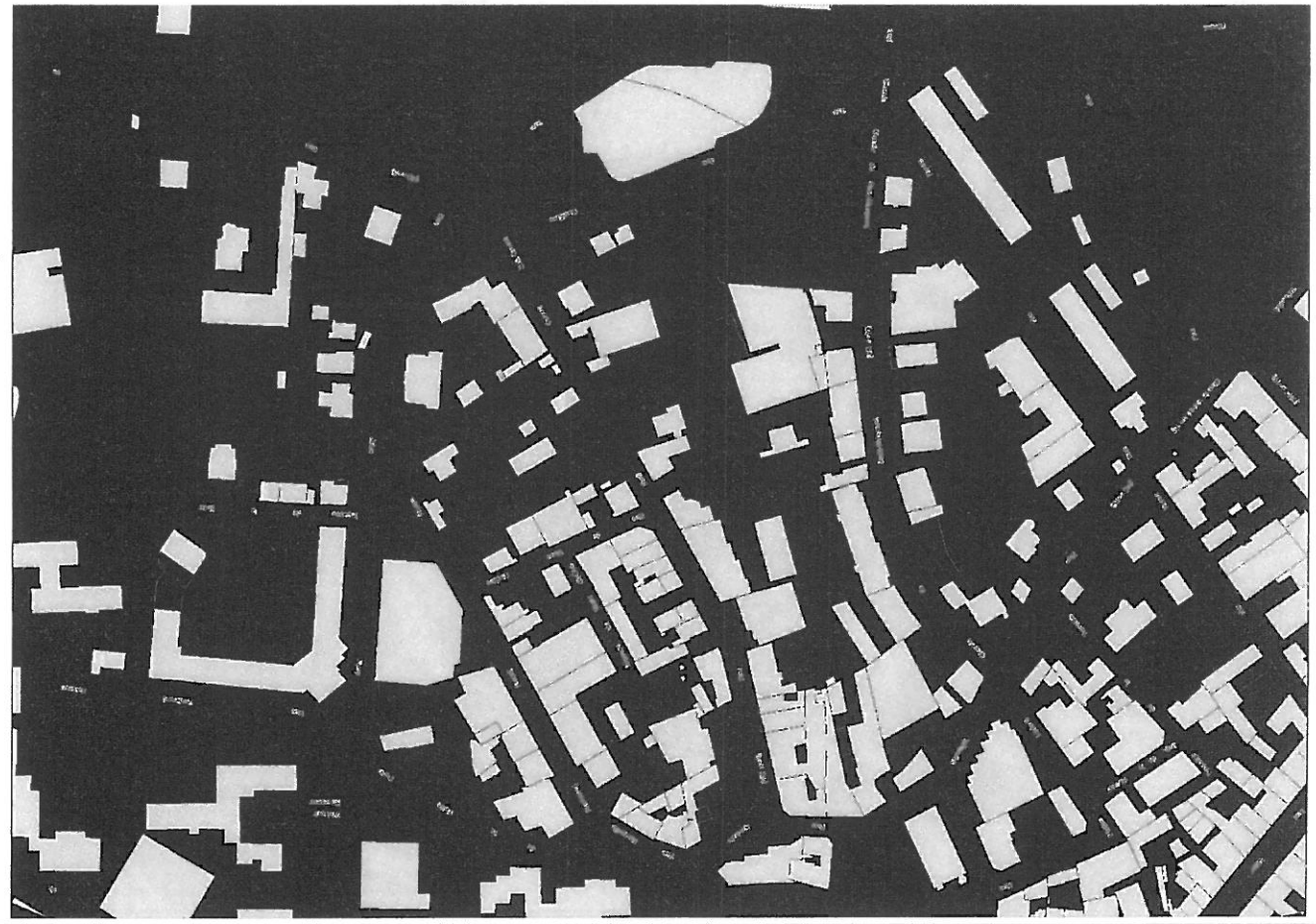
Au fur et à mesure que l'on chemine vers le Sud les constructions se rarefont, et «s'évadent» des alignements pour entrer dans les parcelles.

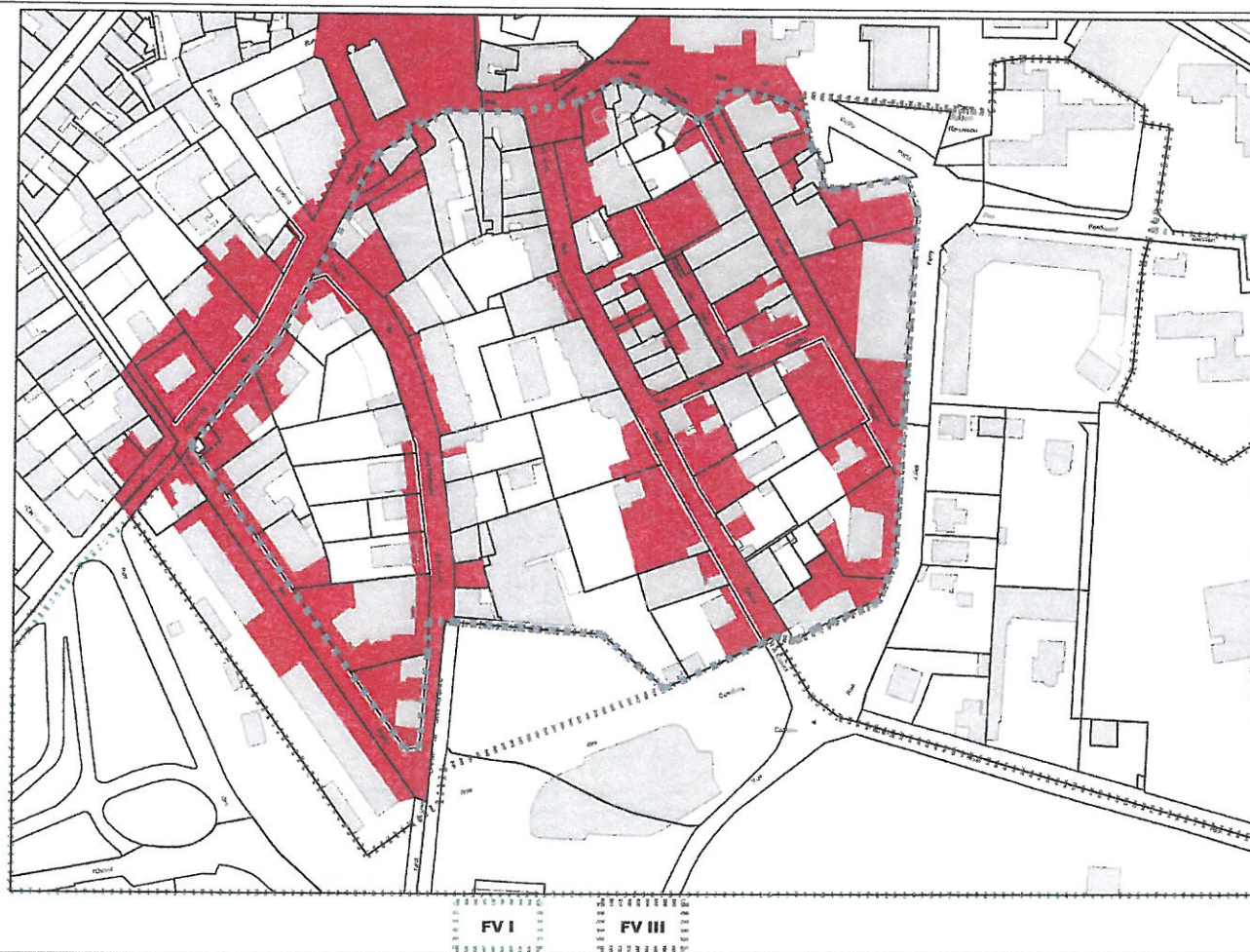
A l'extrême Sud de notre secteur les constructions sont éparées au point où la rue ne devient pratiquement plus perceptible.

VILLE DE FIRMINY
AVAP

DENSITE

SELARL D'ARCHITECTURE
R. FEASSON - G. GAGNAL - R. GOULOIS
42, Rue de la République





VILLE DE FIRMINY
AVAP

ALIGNEMENTS

SELARL D'ARCHITECTURE
R.FÉASSON - G.GAGNAL - R.GOULOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond

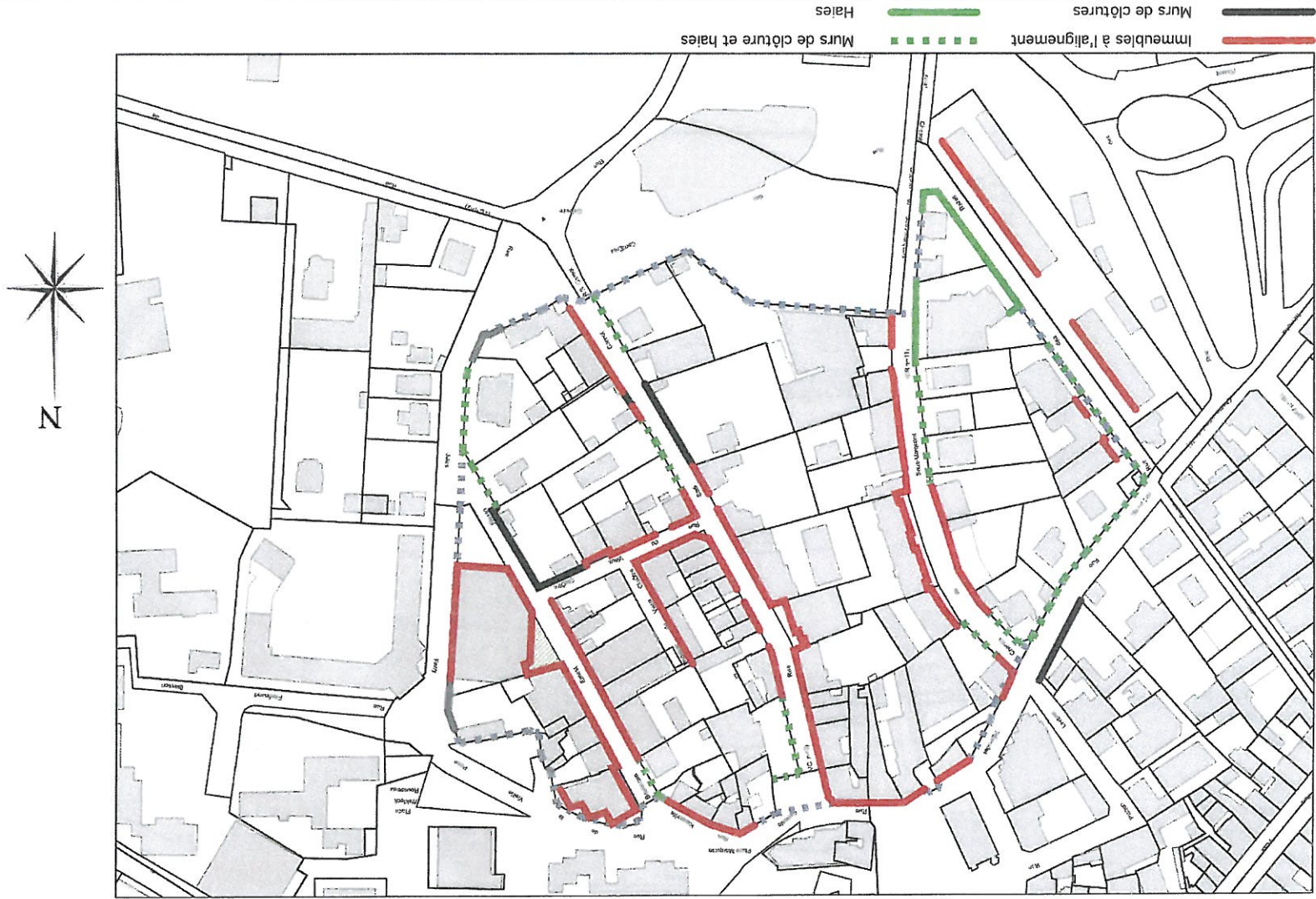
L'analyse des alignements conduit à la même constatation, du Nord au Sud les alignements sont assurés par le bâti lui-même, au Sud des dilatations de l'espace sont observables.

Le plan suivant, déterminant la nature des alignements montre la présence des murs et haies de clôture, seuls à assurer la continuité d'alignement.

VILLE DE FIRMINY
AVAP

TYPES DE CLÔTURE

SELARL D'ARCHITECTURE
R. FÉASSON - G. GAGNAL - R. GOULOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond



4. ESPACES VERTS :

La répartition des espaces libres de construction suit le même schéma : les espaces libres et plantés sont de plus en plus denses au fur et à mesure que l'on s'avance vers le Sud. La combinaison des remarques précédentes sur la densité et sur les alignements confirme la présence d'une organisation urbaine qui passe du continu au discontinu puis au diffus.

C'est aussi la mémoire de ces anciens terrains clos à vocation maraîchère ou fruitière.

Le paysage urbain, en conséquence s'ouvre de plus en plus, suivant un axe Nord Sud et Nord - Sud/Ouest.



VILLE DE FIRMINY
AVAP

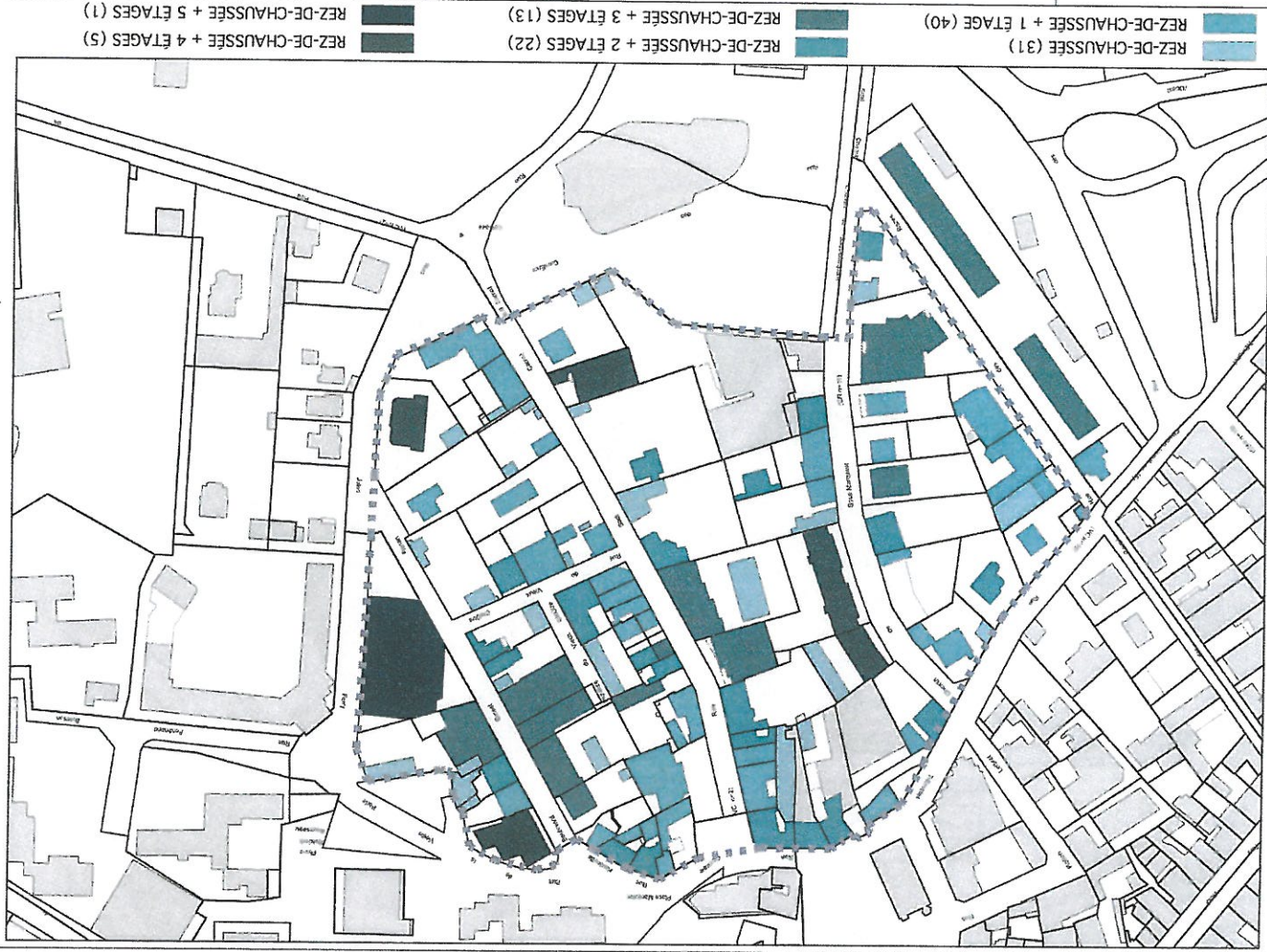
ESPACES VERTS ET VÉGÉTATION

SELARL D'ARCHITECTURE
R. FÉASSON - G. GAGNAL - R. GOULOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond

5. GABARIT :

Les immeubles ou constructions édifiés sur le secteur présentent globalement des hauteurs voisines qui n'excèdent pas à une exception près le R+4.

La répartition des hauteurs n'est pas très uniforme, on constate cependant une prépondérance des constructions en rez-de-chaussée ou à un étage. (71). Ceci indique clairement la destination plus particulière de ce périmètre.

VILLE DE FIRMINY
AVAP

HAUTEURS D'IMMEUBLES

SELARL D'ARCHITECTURE
R. FÉASSON - G. GAGNAL - R. GOULLOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond

IV Cônes de visions:

Firminy-Vert et le centre civique de Le Corbusier ont été établis au-delà des limites de la ville ancienne.

Le secteur étudié se trouve à la jonction entre les deux.

Il permet ainsi des transitions entre la ville nouvelle et la ville ancienne.

La morphologie des espaces urbains et des constructions accompagnent ces itinéraires de l'un vers l'autre.

Ainsi, ce passage de la continuité urbaine (Nord) à une discontinuité de faubourg, favorise des cônes de vues de plus en plus larges vers l'ensemble de Firminy-Vert.

Cette remarque justifie la demande de renforcement de la protection formulée par l'ICOMOS.

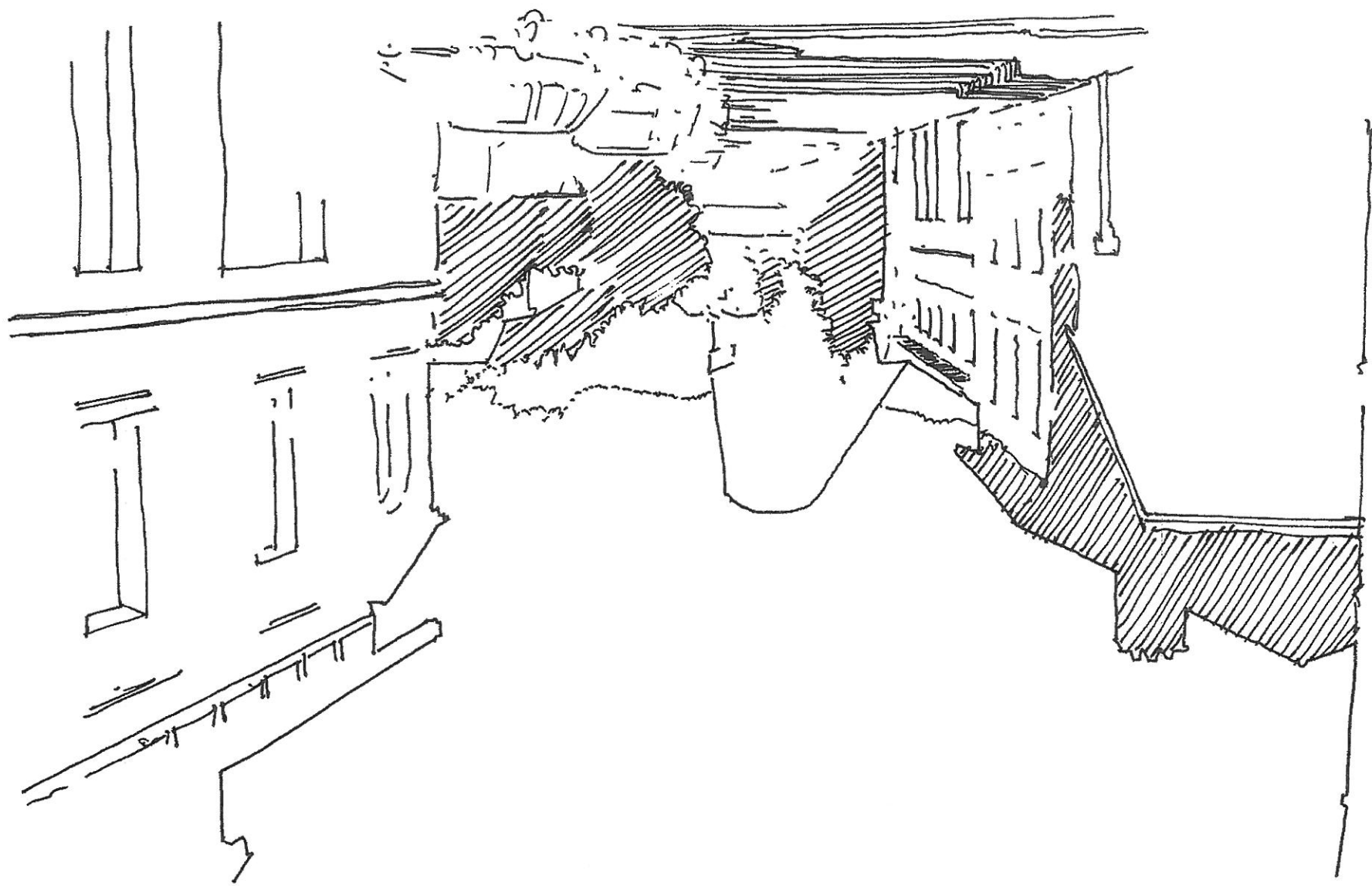


VILLE DE FIRMINY
AVAP

**POINTS DE VUE
CÔNES DE VISION**

SELARL D'ARCHITECTURE
R.FÉASSON - G.GAGNAL - R.GOULOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond

Cône A : Rue Sous-Marquant



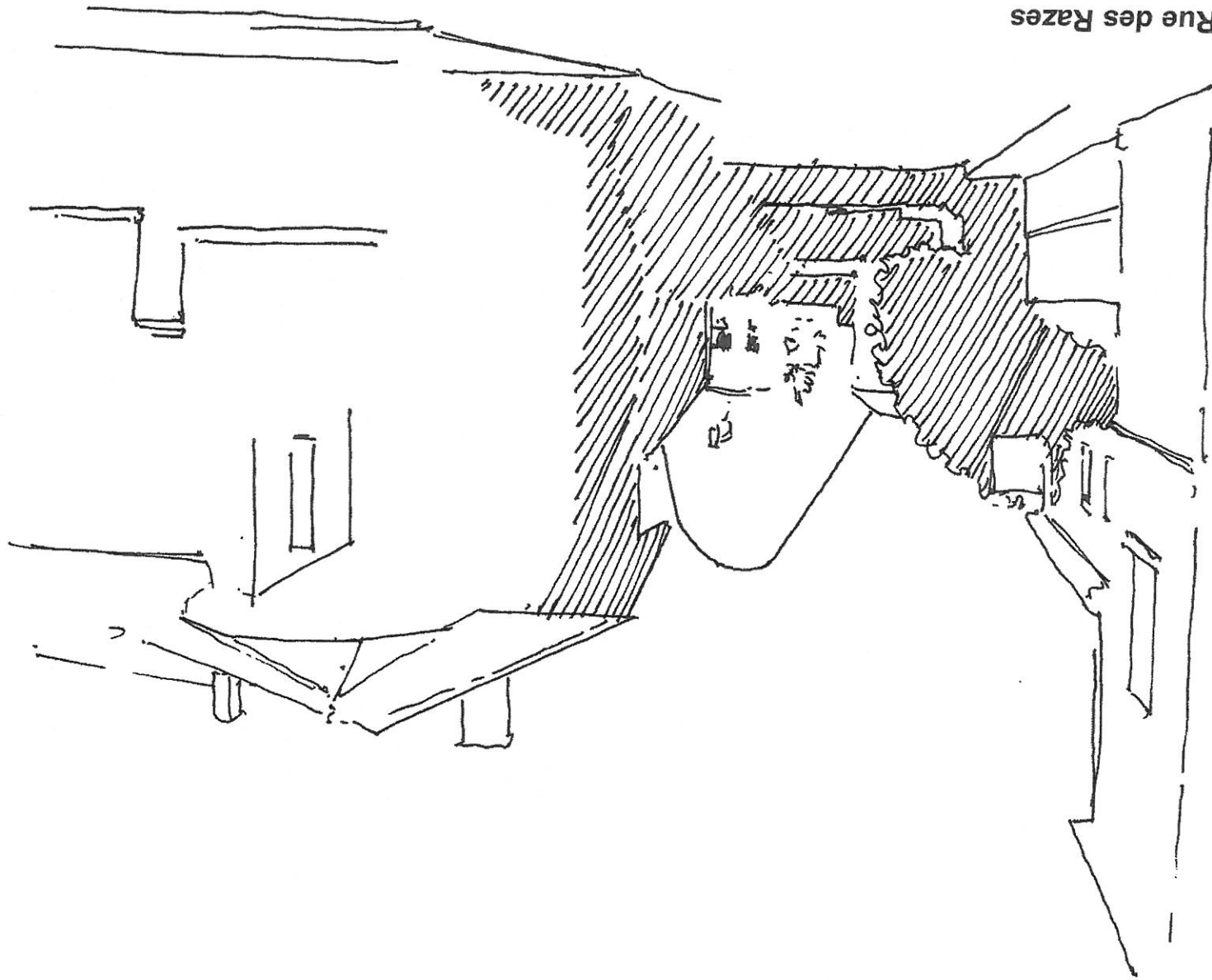


1. LA RUE SOUS-MARQUANT :

La rue Sous-Marquant, est l'accès le plus direct entre ville ancienne et Firminy-Vert. Sa forme incurvée permet une lente découverte du site du centre civique de Le Corbusier, avec une vue privilégiée vers la nouvelle église Saint Pierre. Le cadrage serré, s'élargie peu à peu, résultat de la morphologie urbaine.



Cône B : Rue des Razes



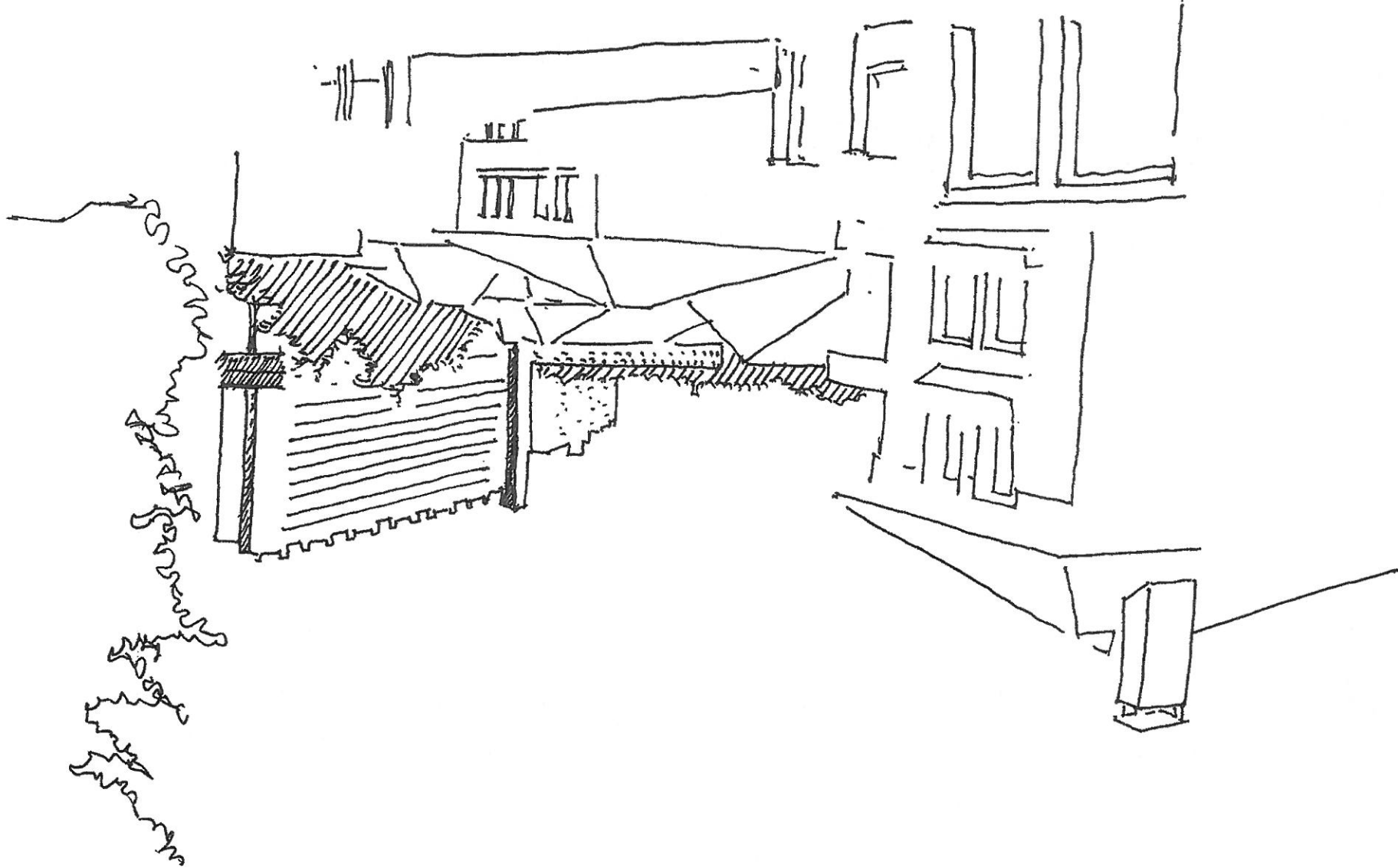


2. LA RUE DES RAZES :

La rue des Razes, pratiquement parallèle à la rue Sous Marquant, offre également une convergence vers l'église Saint Pierre. Mais son côté Sud, constitué de bâtiments collectifs des Houillères de la Loire, offre par ses dispositions un point de vue latérale intéressant sur un autre secteur de Firminy-Vert : Le bâtiment du H, et plus éloignée l'Unité d'Habitation.



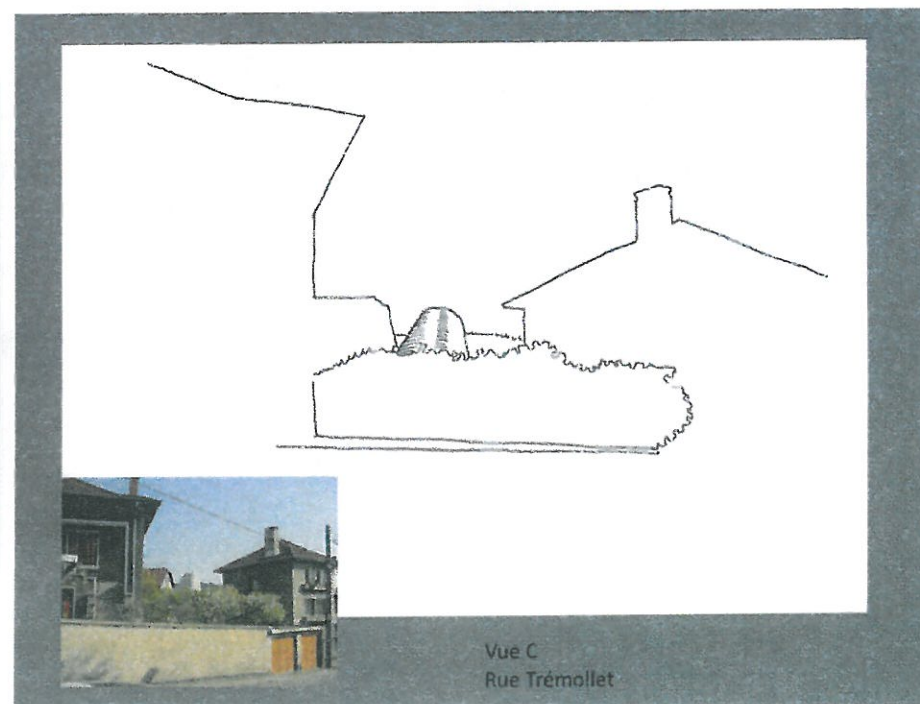
Cône D : Rue Trémollet





3. LA RUE TRÉMOLLET:

La rue Trémollet, orientée suivant un axe Sud-Ouest Nord-Est, ouvre un large panorama sur le bâtiment du H et l'Unité d'Habitation. Latéralement des vues s'échappent vers l'église Saint Pierre.



VILLE DE FIRMINY
AVAP

POINTS DE VUE CÔNES DE VISION - VUES AFFINÉES

SELARL D'ARCHITECTURE
R. FÉASSON - G. GAGNAL - R. GOULOIS
42, Rue de la République - Saint-Chamond



V DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL

1. CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

A. LA COMMUNE

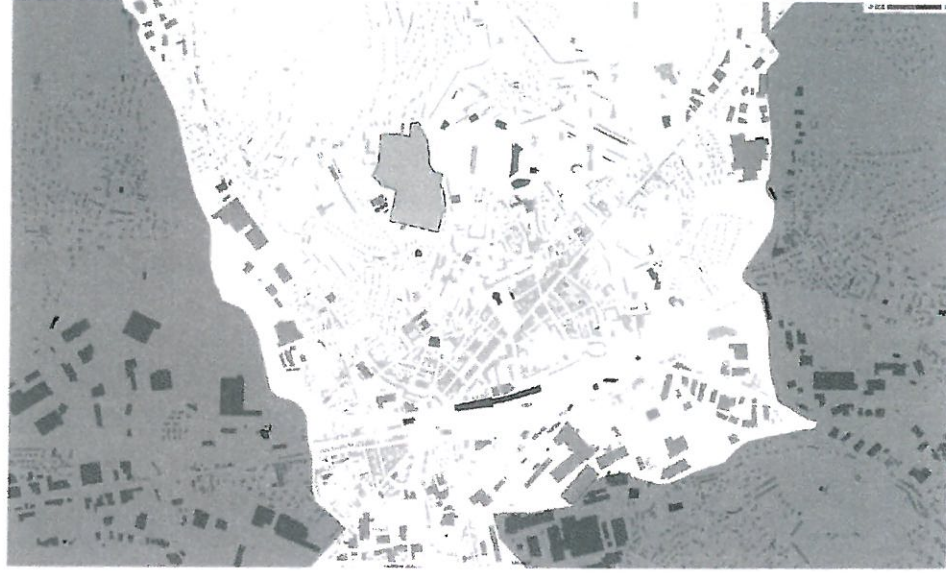
Vue aérienne de la commune de Firminy



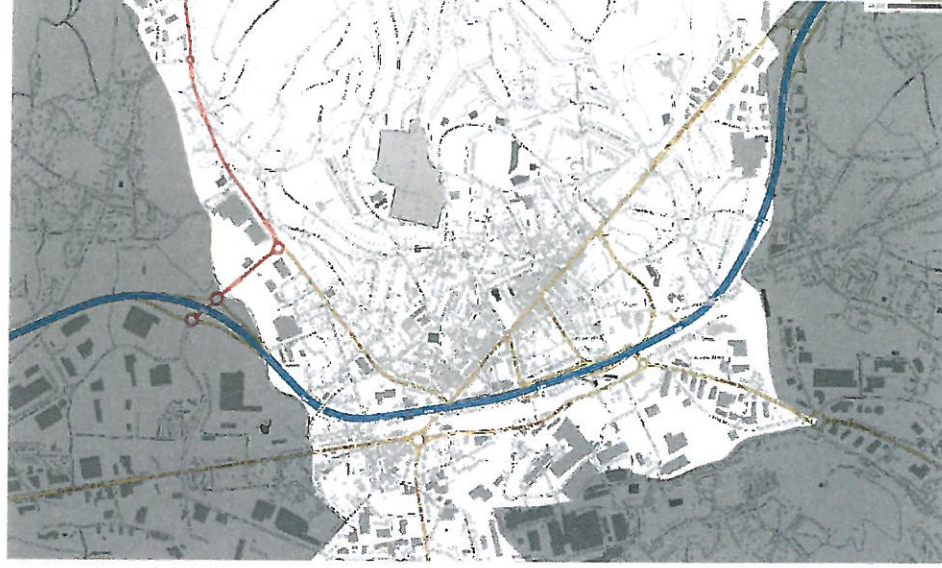
Fond de carte IGN/ Limites communales



Carte densité du bâti



Carte du réseau viaire



La densité urbaine montre un phénomène classique de concentration maximale à proximité du centre ville et suivant les principaux axes de circulation.

Au sud, la densité diminue fortement mais progressivement, plus particulièrement autour de Firminy vent.

Le réseau viaire dense s'articule sur l'ancien tracé de la route nationale, dans un système en arête de poisson, lié au développement urbain de Firminy au XIX^{ème} et XX^{ème} siècle.

Aux extrémités plus lointaines, le réseau viaire issu du monde rural répond au développement. Il se conforme également au relief qui s'accroît au sud de la commune.

Carte du réseau hydraulique



Situation du secteur d'intervention



Lié à l'Ondaine, le réseau hydraulique est peu abondant sur le territoire communal. Il s'agit essentiellement de ruisseaux affluents de l'Ondaine et provenant des reliefs du Massif du Pilat.

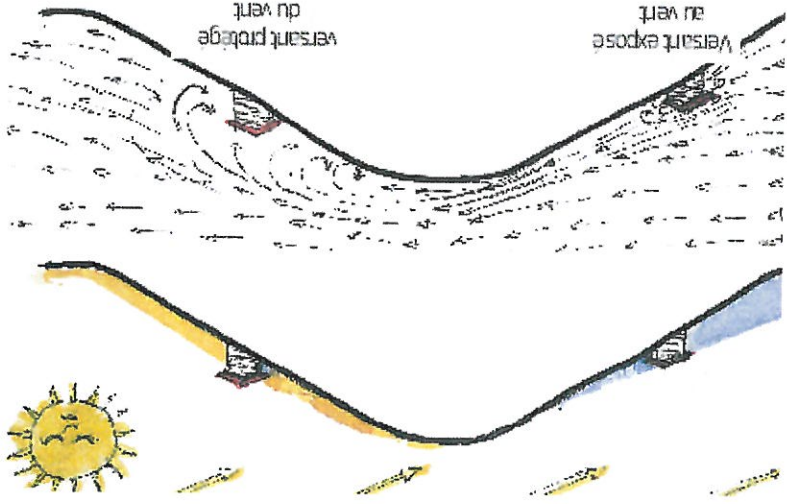
B. MILIEU PHYSIQUE ET NATUREL DE FIRMINY

RELIEF et EXPOSITION

Relief du secteur étudié



Exposition selon le relief



Le relief est relativement accentué sur la zone considérée ; il s'abaisse progressivement au sud-ouest.
L'ensemble de la zone est soumise aux vents dominants latéraux.
Exposée essentiellement sur un coteau ouest, la zone bénéficie d'un ensoleillement général moyen, plus important dans l'après-midi.

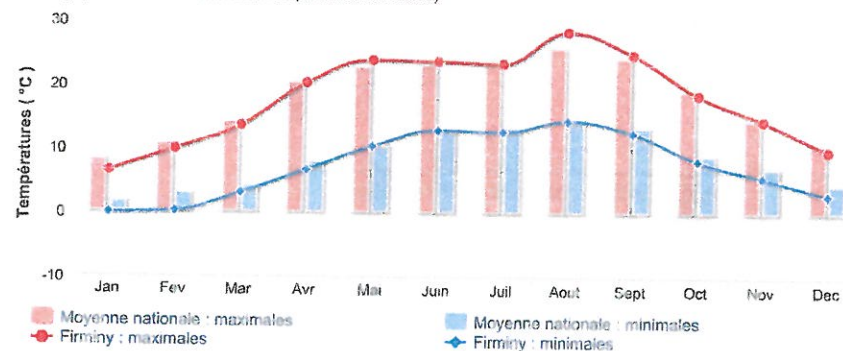
CLIMAT

Firminy : le climat par saison en 2011

	Hiver	Printemps	Été	Automne
Soleil				
Heures d'ensoleillement	359 h	773 h	723 h	335 h
Moyenne nationale	353 h	765 h	661 h	338 h
Équivalent jours de soleil	15 j	32 j	30 j	14 j
Moyenne nationale	15 j	32 j	28 j	14 j
Pluie				
Hauteur de pluie	75 mm	119 mm	183 mm	162 mm
Moyenne nationale	138 mm	110 mm	192 mm	245 mm
Vent				
Vitesse de vent maximale	72 km/h	68 km/h	58 km/h	94 km/h
Moyenne nationale	140 km/h	155 km/h	133 km/h	215 km/h

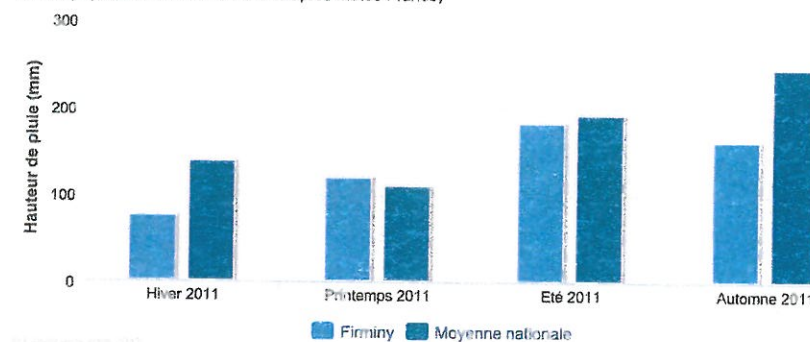
Evolution des températures en 2011

Firminy (source : Linternaute.com d'après Météo France)



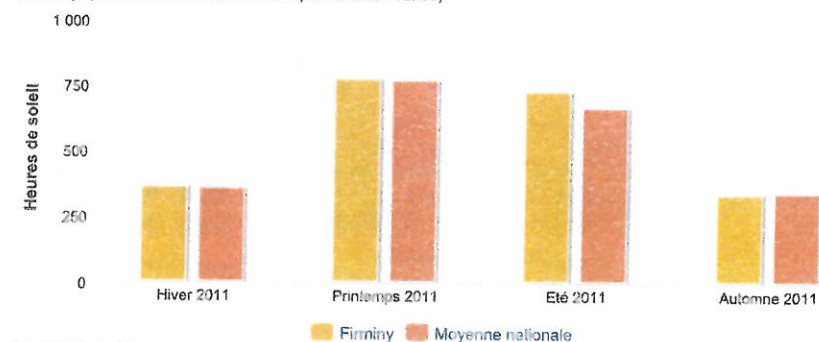
Hauteurs de précipitations par saison

Firminy (source : Linternaute.com d'après Météo France)

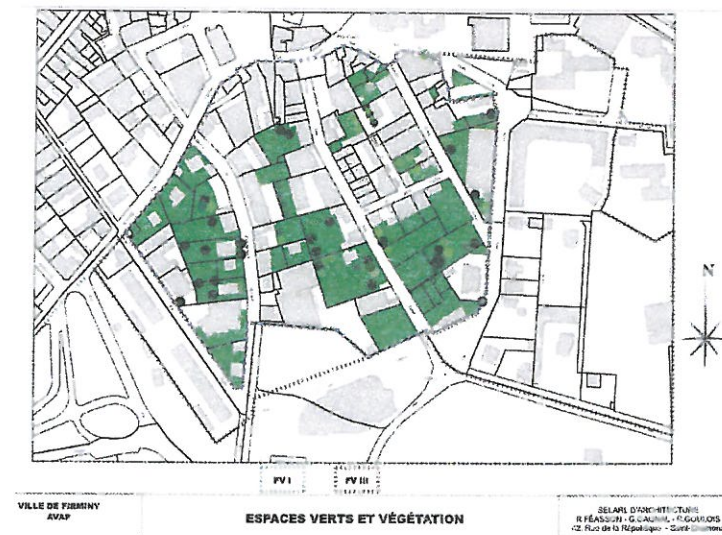


Heures d'ensoleillement par saison

Firminy (source : Linternaute.com d'après Météo France)



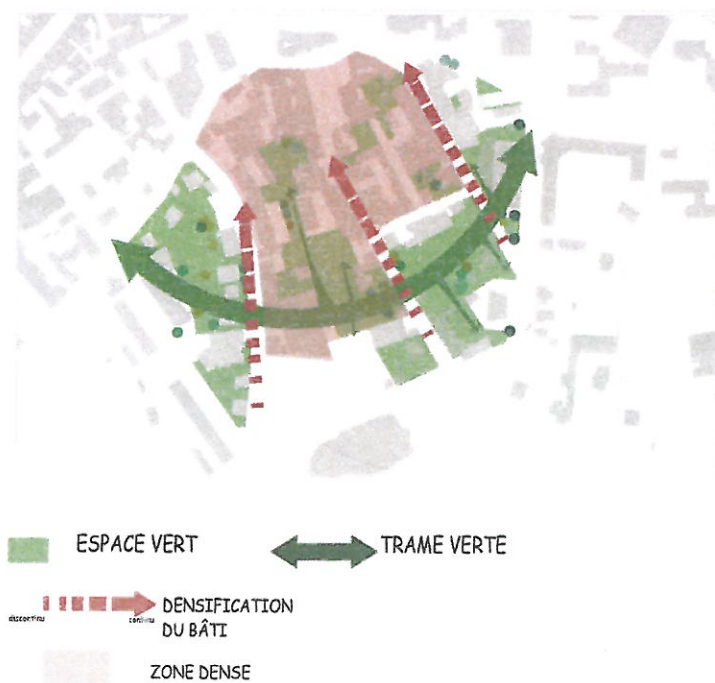




VÉGÉTATION :

Il s'agit d'une végétation d'anciens vergers, associée à des plantations plus urbaines, avec maronniers, tilleuls et conifères.

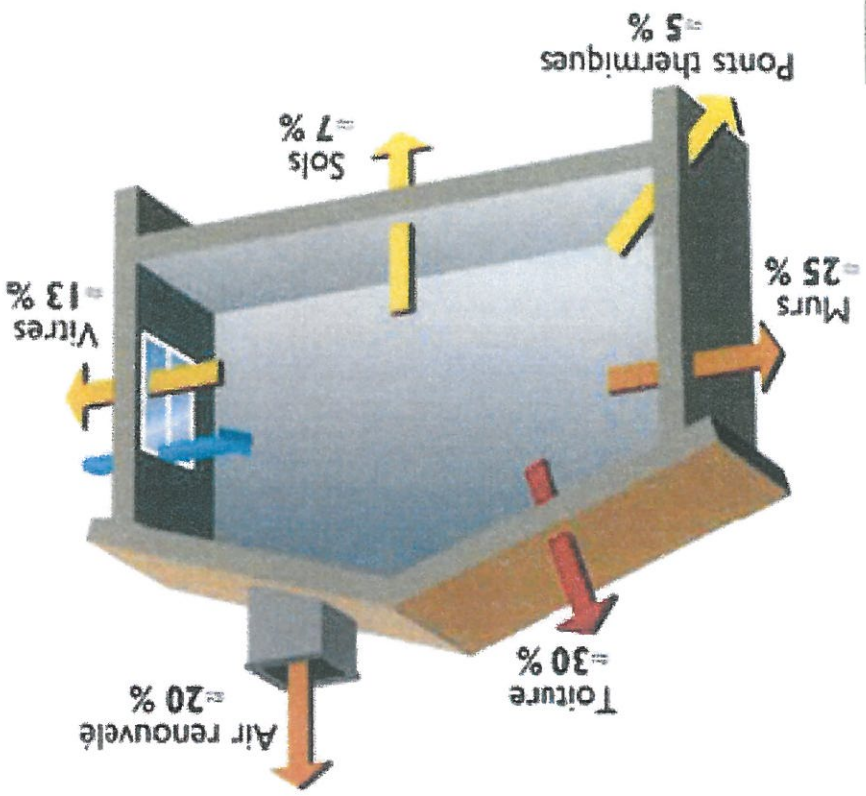
Il existe une trame au sud bien orientée car protégeant les élévations Sud. Cette végétation à feuilles caduques peu permettre une protection en été ou une exposition au soleil en hiver.



2. ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

La classification du bâti par époque de construction se détermine par :

- Caractéristiques des constructions
- L'isolation, les types de solutions :
 - isolation thermique intérieure
 - isolation thermique extérieure
 - enduit isolant
 - Récupératif
- Les Menuiseries
- Les abords des constructions



34

A. CONNAISSANCE DU BÂTI

De nombreuses études et autres statistiques font apparaître deux catégories de bâtiments :

- Les bâtiments « neufs », construits selon les réglementations thermiques (RT) 1975 et suivantes
 - Les bâtiments « existants », antérieurs à ces réglementations (<1975).
- Il est très simpliste et dangereux de regrouper dans une même catégorie de performance, tous les bâtiments conçus avant 1975.

Pour appréhender au mieux la réhabilitation énergétique des bâtiments, il convient de prendre en compte deux échelles d'évolution dans la construction :

- L'évolution de l'approche thermique
- L'évolution des modes constructifs

Nous dégagerons donc trois époques aux modes de construction différents.

Face à cette importante différenciation des techniques constructives, il convient d'aborder la problématique des économies d'énergie dans le « bâti ancien » avec la plus grande prudence.

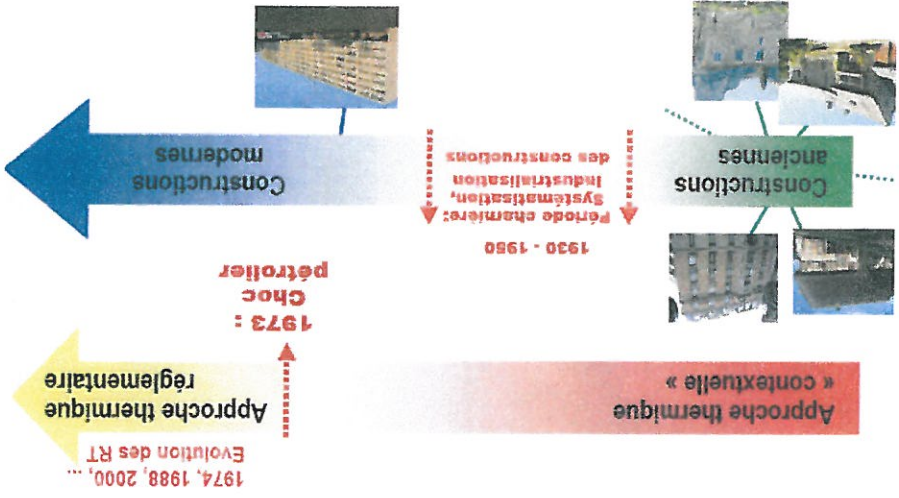


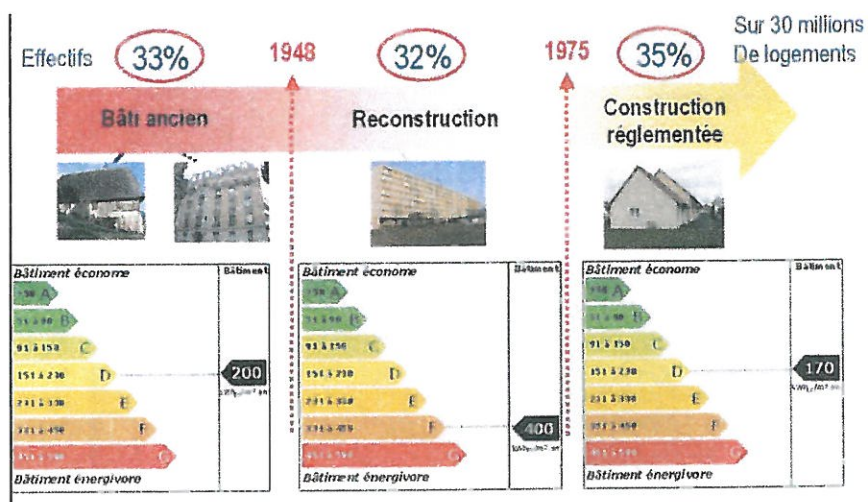
Schéma présentant les évolutions non parallèles des réglementations thermiques (flèche supérieure) et des modes constructifs (flèche inférieure)

Evaluation des performances énergétiques du bâti existant

La première réglementation thermique introduisant la question de performance date de 1975. On peut considérer que le bâti construit avant cette date présente de faibles performances pour le confort d'hiver (absence d'isolation thermique à quelques exceptions près).

Cependant, plusieurs études comme le programme BATAN ou une étude de l'APUR sur le bâti parisien ont largement fait avancer les connaissances en établissant un lien entre la date de construction, la typologie et la performance énergétique du bâti.

Ces études révèlent l'existence de trois grandes familles de constructions présentant de forts contrastes en matière de consommations énergétiques.



B. Caractéristiques du bâti ancien

• Constructions anciennes (jusqu'à 1948)

Architecture qui s'appliquait à prendre en compte l'environnement par l'emploi de matériaux locaux, l'implantation du bâti suivant contexte naturel ou urbain, etc.

« Les parois sont hétérogènes dans leur composition verticale (exemple dans le pan de bois et torchis, sur soubassement de maçonnerie) comme dans leur composition horizontale : la mise en oeuvre agglomère les matériaux entre eux : terre, chaux, sable, pierres de différents modules, taillées ou non, tuileau, enduits, bois, dérivés de bois, fibres végétales, pierre, plâtre, etc.

Les caractéristiques thermiques de telles parois sont à prendre en tant que système, elles dépendent de leurs situations, de leurs expositions, de leurs états, de leurs mises en oeuvre, de leurs dimensions (épaisseurs). »

Guide « inspection sur site » du bien à diagnostiquer. •



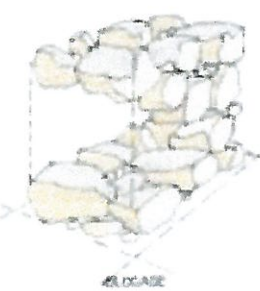
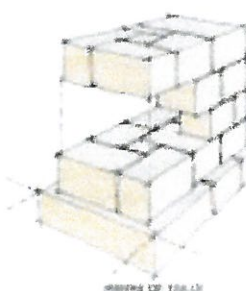
Façade sur rue Sadi Carnot en blocage



Façade sur rue Centrale en moellons ordonnés



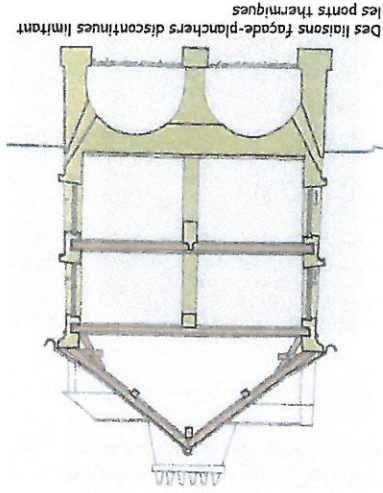
Immeuble en pierres de taille rue Benoît Frachon



CONSTRUCTIONS ANCIENNES (JUSQU'À 1948)

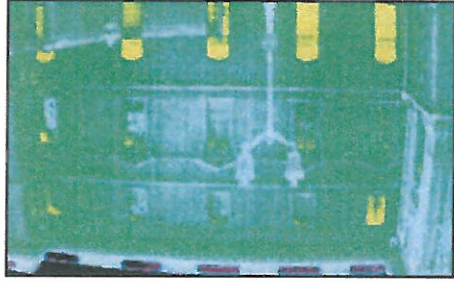
La grande propriété thermique d'un mur ancien, c'est son inertie :

- Il garde longtemps la chaleur ou la fraîcheur ressentie.
- En hiver, il restitue lentement la chaleur par rayonnement.
- En été, il ne cède la chaleur additionnelle de la journée que pendant la nuit, à l'heure où la ventilation naturelle par les fenêtres peut se faire. La climatisation n'est pas nécessaire.
- A l'intérieur, le mur crée une sensation de fraîcheur.



ABSENCE DE PONTS THERMIQUES - THERMOGRAPHIE
DU LOUVRE (SOURCE APUR)

Des bâtiments à structure lourde :
maçonneries portuses, utilisés en façades et refends intérieurs,
ayant une forte inertie thermique



Dans le bâti ancien, les repos des abouts de poutres, en bois ou en fer, sont généralement réalisés en aménageant des espaces libres (niches) autour de ces pièces de structure ; ceci afin d'éviter le pourrissement du bois ou la rouille du fer au contact des maçonneries. D'un point de vue thermique, cette discontinuité des structures limite considérablement les échanges par conduction entre le plancher et la façade. Si, de plus, la sous face du plancher est recouverte d'un enduit de plâtre, un caisson d'air très faiblement ventilé est constitué. Ce dernier limite alors les échanges thermiques par convection, au niveau de la liaison plancher - façade.

Dispositions constructives particulières : cas des liaisons planchers - façade



Nous observons ici les propriétés suivantes :

A : Réduction des échanges thermiques par conduction : discontinuité des structures plancher - façade

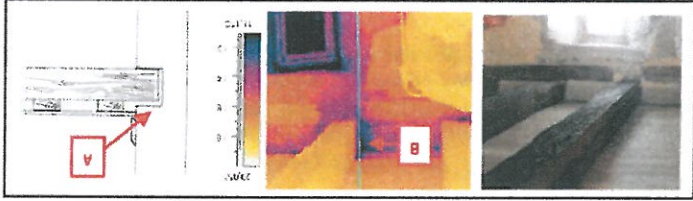
B : Réduction des échanges thermiques par convection : présence d'une lame d'air faiblement ventilée.

Figure 21 : cas d'un plancher simple à poutres encastées apparentes (bâtiment 7) :

Nous observons ici les propriétés suivantes :

A : Réduction des échanges thermiques par conduction (discontinuité des structures plancher - façade) :

B : Échanges thermiques par convection dans les niches des poutres ventilées, visibles par thermographie infrarouge.



Exemples de constructions anciennes



Maçonnerie de Pierres apparentes à joints affleurés sans modénature

Immeuble ancien (antérieur à 1948) rue Centrale

Immeuble ancien rue Sadi-Carnot



Immeuble ancien rue Centrale

Immeuble à structure Enduite et cimenterie



Maçonnerie de Pierres apparentes à joints affleurants et modénature

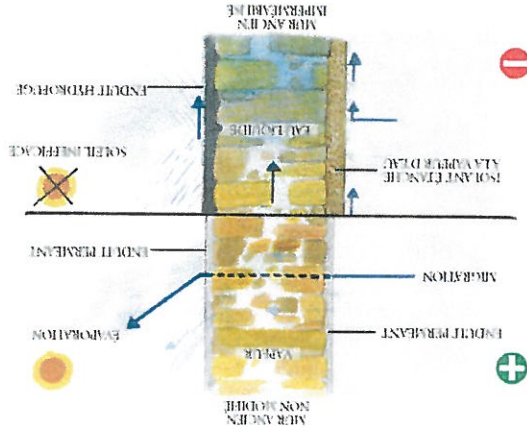
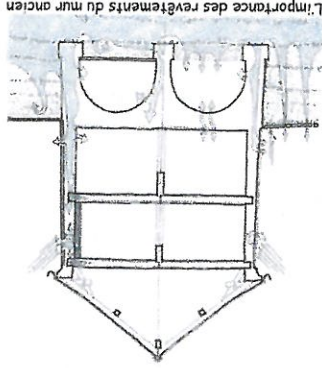
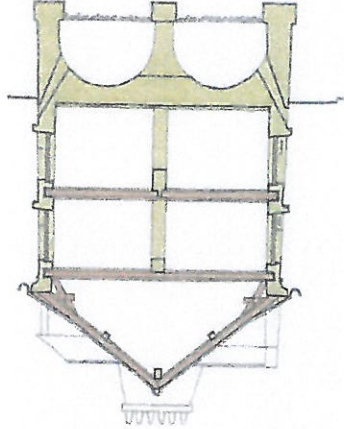


Immeuble ancien rue Centrale

• CONSTRUCTIONS ANCIENNES (JUSQU'À 1948)

Caractéristique:

Libre passage de la vapeur d'eau par l'utilisation de matériaux très sensibles à l'humidité (magonneries de pierres, plâtre, charpentes de bois, mortiers à la chaux aérienne).



L'humidité, un élément bien géré dans le bâti ancien

C. Caractéristiques du bâti constitutif de la reconstruction

• PÉRIODE CHARNIÈRE : 1948 JUSQU'EN 1974

Concernant l'histoire des modes constructifs, nous pouvons considérer une « période transitoire », l'évolution des modes constructifs des bâtiments d'habitation : nous passons ici d'une architecture dite « haussmannienne » à une architecture « moderne » de plus en plus industrialisée, qui apparaît au début du 20^{ème} siècle et se développe largement après la seconde Guerre Mondiale.

Les éléments qui permettent d'effectuer cette distinction constructive sont, de façon non exhaustive :

- la disparition des savoir-faire après l'hécatombe humaine de la première guerre mondiale, en particulier de celle des artisans de la construction (maîtrise des détails constructifs, assemblages et dimensionnement de matériaux pour obtenir une meilleure performance et une plus longue conservation),
- l'apparition de nouveaux matériaux de construction manufacturés plus facilement mis en oeuvre (planchers en béton armé, structures poteaux-poutres, parpaings en terre cuite ou en béton), aux propriétés hygrothermiques différentes :

- les contraintes d'urbanisme dues au prix et à la rareté des terrains de construction, qui ne permettaient plus de construire en tenant compte de l'environnement proche (orientations selon l'ensoleillement, les vents dominants, etc),
- la demande massive de logements due au développement économique.

Du point de vue de la thermique il s'agit d'une mutation très importante :

- D'une architecture qui s'appliquait à prendre en compte l'environnement climatique, utilisant des ressources et des matériaux locaux, on est passé à une architecture industrialisée, assujettie à des contraintes d'urbanisme, employant des nouveaux matériaux de construction aux propriétés hygrothermiques très différentes.
- C'est aussi le début d'un certain désengagement du concepteur vis-à-vis des conditions du site (rendu possible par le développement des techniques). Le début du 20^{ème} siècle marque ainsi le début de la production de « logements hermétiques » ventilés, chauffés et éclairés artificiellement, et dont le fonctionnement thermique est relativement déconnecté du milieu environnant.



Classe énergétique la plus mauvaise des trois périodes

• PÉRIODE CHARNIÈRE : 1948 JUSQU'EN 1974

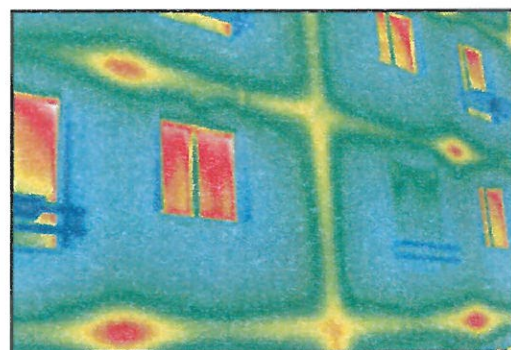
Les apports climatiques potentiels souvent négligés et les systèmes constructifs sont conçus en fonction de contraintes économiques et industrielles imposées par l'essor démographique.

L'apparition du ciment après la seconde guerre mondiale (1948) et son emploi massif lors de la reconstruction d'après guerre, s'est largement substitué aux modes constructifs à l'ancienne.

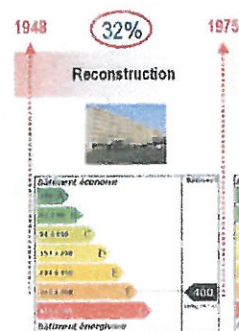
Ce sont des bâtiments à l'origine non isolés, et ayant une faible inertie.

Des systèmes constructifs légers, de type poteaux-poutres, libérant l'intérieur du bâtiment de parois porteuses lourdes

Immeubles construits avec ossature et façades en béton armé.
Façades ordonnancées. Forte présence de loggias et balcons.



IMPORTANTS PONTS THERMIQUES - THERMOGRAPHIE
D'UN BÂTIMENT DES ANNÉES 60 (SOURCE APUR)



Classe énergétique la plus mauvaise des trois périodes



Pavillon rue Trémollet

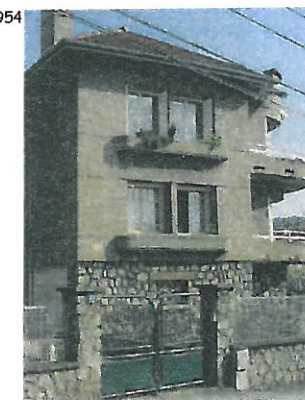


Pavillon rue Trémollet



Pavillon rue Trémollet

Immeuble 1954



Correspondant à une phase de développement récent de la commune, ce secteur de ville a été établi au fur et à mesure de la libération des terrains.

• CONSTRUCTIONS RÉCENTES : 1974 (PREMIÈRE RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS D'HABITATION) À NOS JOURS

Avec un minimum d'isolation (suivant réglementation).
Mode constructif supposé étanche. Environnement plus ou moins pris en compte.

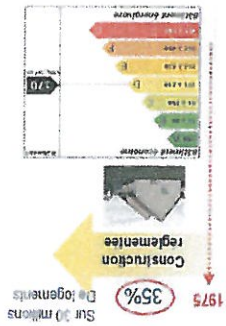
Les bâtiments construits à partir de 1975 systématisent l'isolation des parois opaques et voient l'arrivée des doubles vitrages.

Depuis 1974, des réglementations thermiques ont été établies afin de réduire progressivement la consommation d'énergie de la construction neuve.

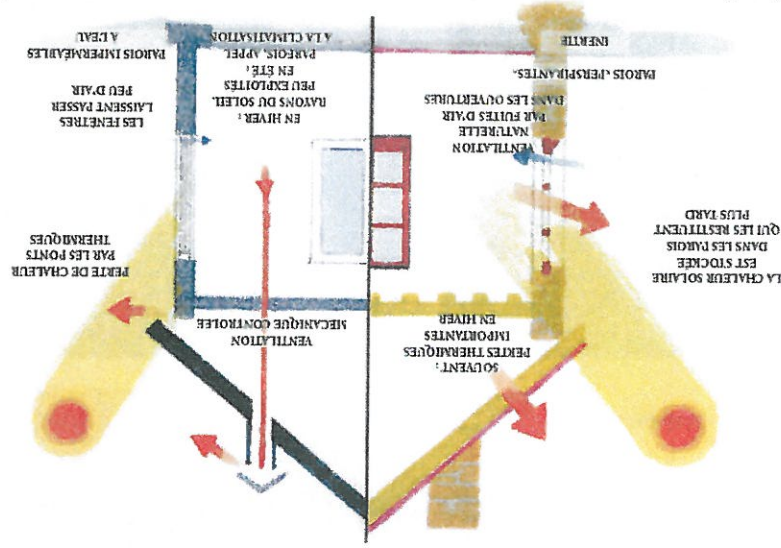
En France, c'est l'isolation thermique par l'intérieur, favorisant le confort d'hiver, qui a été le plus souvent utilisée depuis la première réglementation thermique. Les épaisseurs d'isolant ont suivi l'augmentation des exigences thermiques.

Les bâtiments construits durant cette période sont dotés d'une inertie très faible, du fait de l'isolation par l'intérieur.

Bâtiments en majorité construits en parpaings et béton armé.



Bâti moderne



Bâti ancien



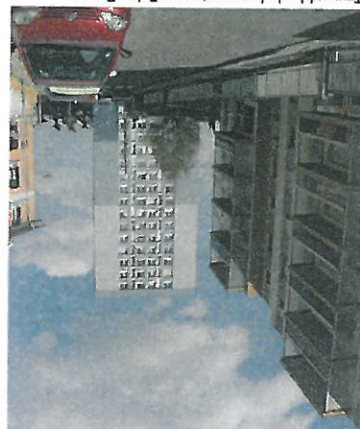
Habitat pavillonnaire Chemin des quatre vents



Immeuble de logements rue du Vieux Cloître



Immeuble de logements rue Sadi Carnot



Immeuble de logements rue Jules Ferry

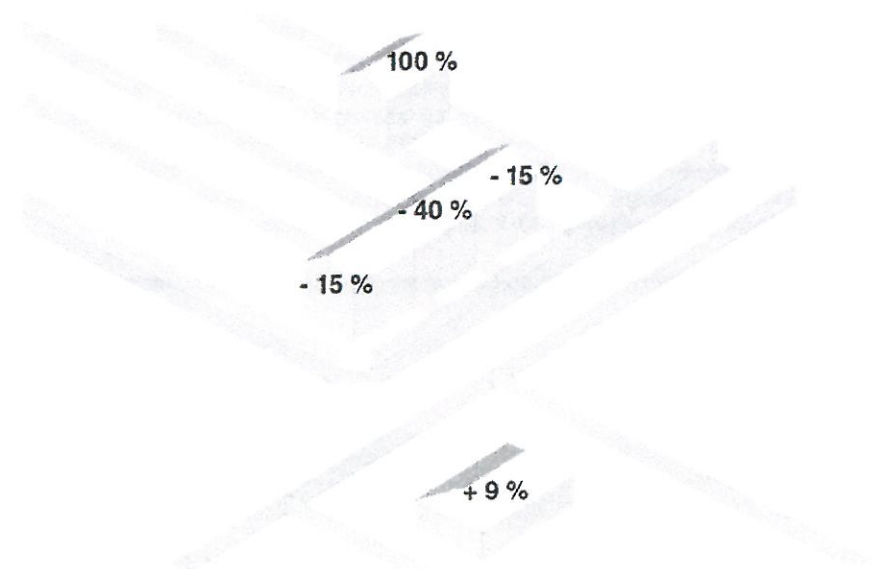
D. Densité bâtie et mitoyenneté

Autre paramètre influant sur la performance énergétique et le confort, et donc sur le choix ou non d'isolation:

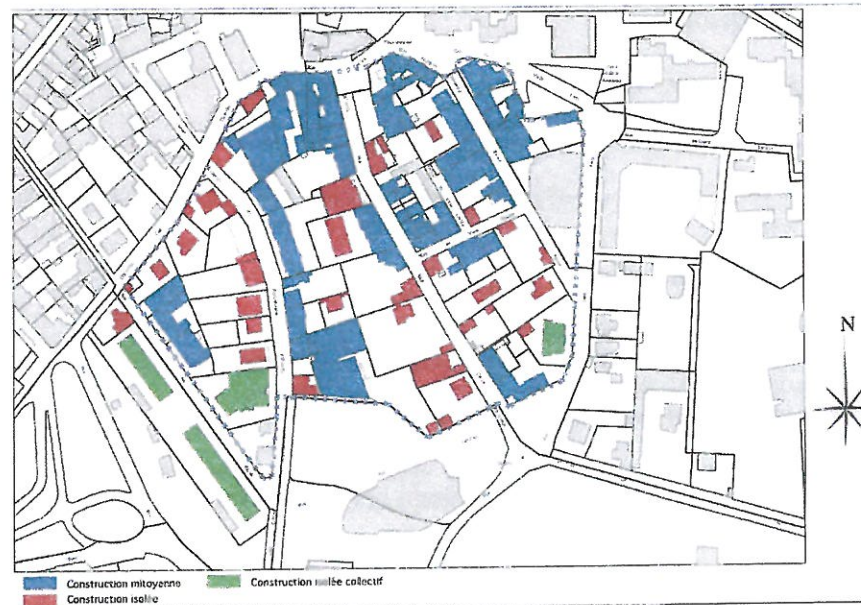
Protections mutuelles grâce à la densité bâtie et à la mitoyenneté.

En hiver, la consommation énergétique liée au chauffage est fortement influencée par la surface et l'orientation des parois dites « déperditives », principalement les façades et la couverture, en contact direct avec l'extérieur.

Ainsi, une maison individuelle à quatre façades, du fait de ses importantes surfaces d'échange, consomme jusqu'à deux fois plus d'énergie pour le chauffage qu'une maison de ville, protégée par ses deux voisins.



Dans le centre ancien, la très forte continuité des fronts bâtis et l'étagement régulier des constructions sur la pente permettent de limiter les consommations d'énergie. À contrario, un bâtiment isolé sur sa parcelle présentant 4 façades consommera jusqu'à 2 fois plus d'énergie pour le chauffage.



E. Murs pignons

Les pignons ont une forte importance, ils sont visibles de loin.

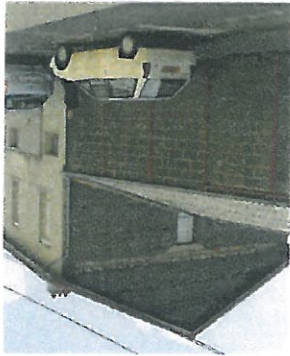
Murs pignons ou façades pignons lisses et dépourvues de décors

Les pignons observés dans le centre ancien sont souvent délaissés par rapport aux problèmes de voisinage.

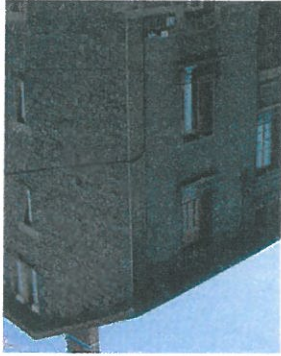
Ils présentent 2 principaux types de finition:

- Pignons en moellons de pierre enduits à pierres vues correspondant principalement à des pignons anciens.
- Pignons en moellons de pierre enduits à pierres vues correspondant principalement à des pignons anciens.
- Pignons en moellons de pierre enduits à pierres vues correspondant principalement à des pignons anciens.

- Pignons entièrement enduits correspondant soit à l'enduisage d'origine de pignons ou façades latérales de constructions du XIX^e siècle, soit consécutifs à une intervention encore plus récente.



Mur pignon du Chemin Sous-Marquand



Mur pignon de la rue Ernest Renan



Mur pignon de la rue Ploton Lerret

F. La réglementation thermique 2012

LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE SUR L'EXISTANT PAR ÉLÉMENTS

La règle du jeu est donnée par l'arrêté du 3 mai 2007 qui fixe une résistance minimale « R » pour les isolations thermiques dans l'existant.

Mais de nombreuses dérogations dans l'arrêté:

L'article 2 indique que l'obligation de performances minimales d'isolation thermique ne vise que des supports et éléments constructifs de type industriel tels que « briques industrielles, blocs béton industriels ou assimilés, béton banché et bardages métalliques » et ne concerne donc pas les murs anciens constitués de maçonneries traditionnelles.

L'article 6 précise que ces exigences peuvent ne pas être satisfaites lorsque les modifications en résultant sur l'aspect de la construction sont en contradiction avec les protections prévues pour les secteurs sauvegardés, les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager, les abords des monuments historiques, les sites inscrits et classés, les sites inscrits sur la liste du Patrimoine mondial de l'humanité de l'UNESCO ou toute autre préservation édictée par les collectivités territoriales, ainsi que pour les immeubles bénéficiant du label Patrimoine du XX^e siècle et les immeubles désignés par l'alinéa 7 de l'article L. 123-1 du code de l'urbanisme.

L'article 15: dans ces contextes, les exigences sur les fenêtres peuvent également ne pas être respectées.

Valeur du coefficient U (W/m².K) suivant l'arrêté du 3 mai 2007	Valeur du coefficient R (m².K/W) suivant l'arrêté du 3 mai 2007	Epaisseur minimale d'isolant en mm, pour une conductivité thermique de 0,040 W/m.K
≤ 0,4	≥ 2,05	> 100
≤ 0,25	≥ 4	> 160
≤ 0,43	≥ 2,33	> 95
≤ 2,30	≥ 0,43	
≤ 0,43 ou 0,5 sur vide sanitaire	≥ 2,33 ou 2 sur vide sanitaire	> 95 ou 8 sur vide sanitaire
Dalle du rez-de-chaussée		

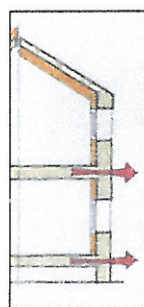
U: déperditions thermiques d'une paroi
U=1/R

G. Solutions d'isolation

DIFFÉRENTS TYPES D'ISOLATION

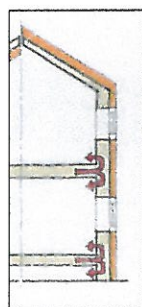
Il existe trois principales techniques pour l'isolation des façades existantes:

- l'isolation thermique par l'intérieur (ITI), très répandue en rénovation en France depuis 1975,
- l'isolation thermique par l'extérieur (ITE),
- les enduits isolants à base de chaux que l'on peut appliquer soit à l'intérieur, soit à l'extérieur. Bien que moins performants du point de vue thermique, ils peuvent apporter une solution pertinente dans bien des situations.



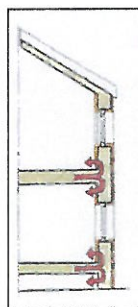
ISOLATION THERMIQUE INTERIEURE (ITI)

On applique un isolant sur la face interne des façades permettant ainsi de réduire les effets de paroi froide en hiver. En revanche l'isolation est interrompue aux jonctions entre planchers et façades.



ISOLATION THERMIQUE EXTERIEURE (ITE)

On applique un manteau isolant sur les parois qui vont conserver par inertie la chaleur l'hiver et la fraîcheur l'été. Cette technique modifie à la fois l'aspect et l'épaisseur de la façade.



ENDUITS ISOLANTS

Solution applicable en intérieur et en extérieur. D'une performance plus modeste qu'un isolant classique elle a néanmoins l'avantage d'être bien adaptée aux maçonneries anciennes et s'apparente à un ravalement classique.

SOLUTIONS D'ISOLATION INTÉRIEURE (ITI)

Isolation Thermique par l'intérieur (ITI) - Éléments de synthèse

L'isolation thermique intérieure (ITI) a été très employée dans la rénovation mais aussi dans la construction neuve jusque récemment.

PRINCIPE DE POSE

L'isolation thermique intérieure (ITI) consiste à fixer ou à coller sur la face interne des façades un isolant thermique, revêtu d'un parement de finition. Les doublages courants utilisent des laines de roche, de verre ou de bois, des polystyrènes.

Pose conventionnelle : les laines minérales ou végétales étant sensibles à l'humidité, elles nécessitent la pose d'une membrane les protégeant de la vapeur produite dans les logements (pare ou frein vapeur.).

AVANTAGES

- Réduction d'une partie des déperditions et réduction de l'effet de paroi froide,
- Intervention privative et économique, ne nécessitant pas d'outillages ou d'installations lourdes (échafaudages) ni d'autorisation particulière,

INCONVÉNIENTS

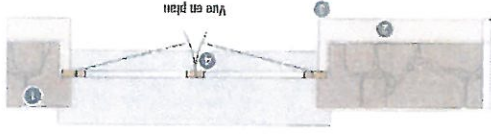
- Accentuation des ponts thermiques car la chaleur s'enfuit là où l'isolation ne peut être installée (dans l'épaisseur des planchers par exemple voir schéma),
 - Possibilité de réduction de l'inertie des murs, provoquant un abaissement possible du confort d'été,
 - Réduction de la surface habitable,
 - Nombreux travaux induits par l'intervention : adaptation nécessaire de l'électricité, de la plomberie, du chauffage,
 - Risques d'accumulation d'humidité entre l'isolant et le mur en cas de remontées capillaires ou de fuites internes (si membrane étanche)
- Une autre solution consiste à appliquer un isolant perméable à la vapeur d'eau et hydrophile (qui ne se détériore pas en présence d'eau) laissant transiter librement la vapeur d'eau à travers la paroi (partie basse du schéma).

Isolation intérieure sans décoration intérieure à préserver:

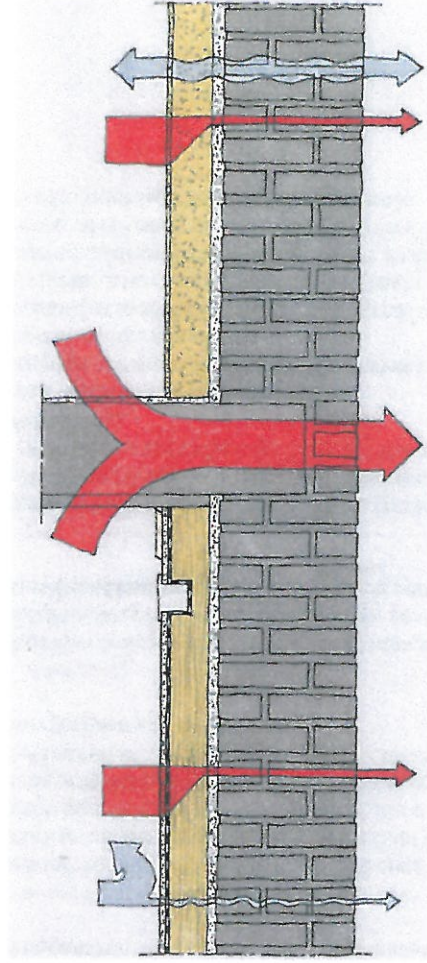
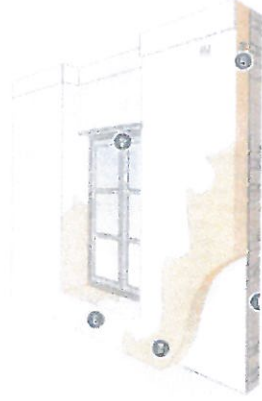
Bâtiment urbain
Mur en pierre de 45cm
U de 1,6W/m².K avant travaux
Pas de possibilité d'isoler par l'extérieur
Pas de lambris, de moulure ou d'encadrement de fenêtre: isolation intérieure possible.

>Enduit chaux chanvre

Si on souhaite conserver l'inertie thermique du mur, la solution consiste à placer un enduit chaux-chanvre de 5cm pour une correction thermique, -10 cm pour revenir à un bâtiment neuf -15cm pour une performance écologique.
Avec 15cm: U=0,56W/m².K-O.



- 1 Mur en pierre
- 2 Enduit chaux chanvre (150 mm)
- 3 Enduit à la chaux
- 4 Mortier, éventuellement nouveau
- 5 Passage des gaines électriques



Technique du doublage isolant
incluant
frein ou pare vapeur (côté
intérieur)

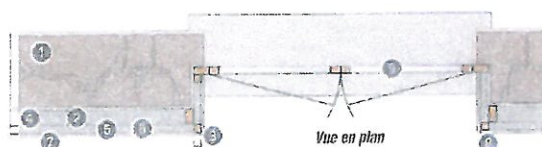
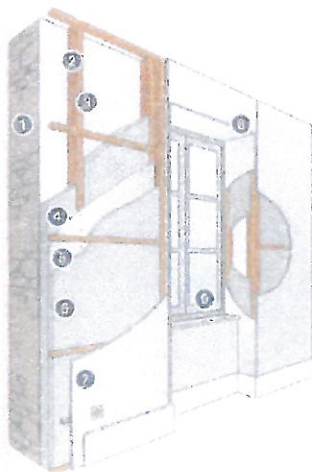
Pont thermique

Isolant minéral perspirant
et insensible à la vapeur
d'eau qui peut transiter
en tous sens

>Isolation rapportée avec ouate de cellulose

Pose d'une isolation rapportée constituée d'une ossature bois, première couche de ouate de cellulose, freine-vapeur, ouate de cellulose et Fermacell.

$U=0,23W/m^2.K$



Vue en coupe de la mise en œuvre d'une isolation rapportée avec ouate de cellulose

- 1 Mur en pierre
- 2 Ossature bois « primaire »
- 3 Ossature bois « secondaire »
- 4 Première couche de ouate en panneaux (100 mm)
- 5 Freine-vapeur
- 6 Deuxième couche de ouate en panneaux (50 mm)
- 7 Plaque de Fermacell
- 8 Traitement des joints entre plaques
- 9 Menuiserie, éventuellement nouvelle

Le frein-vapeur a pour but, de réguler le passage de la vapeur d'eau à travers le mur, jamais de l'arrêter, contrairement à un pare-vapeur.

Isolation intérieure avec préservation de la décoration:

Bâtiment urbain

Mur en pierre de 45cm

U de 1,6W/m².K avant travaux

Pas de possibilité d'isoler par l'extérieur

Architecture bourgeoise à l'intérieur de l'appartement: lambris, moulures, encadrements de fenêtre.

>Pose d'un isolant en fibre de bois

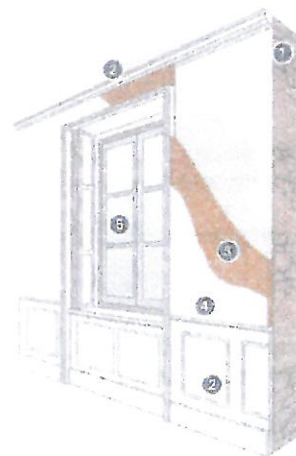
Pose d'une correction thermique de faible épaisseur en fibre de bois, au dessus des lambris, jusqu'à la moulure du plafond.

Point fort: préservation du patrimoine

Point faible: performance énergétique faible.

$U=0,63W/m^2.K$

$U_{global}= 0,95W/m^2.K$



Vue en coupe de la mise en œuvre d'une isolation intérieure en fibre de bois

- 1 Mur en pierre
- 2 Moulure, lambris
- 3 Isolant fibre de bois (40 mm)
- 4 Enduit plâtre (ou terre, ou chaux)
- 5 Menuiserie, éventuellement nouvelle

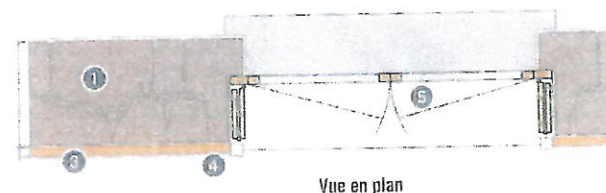
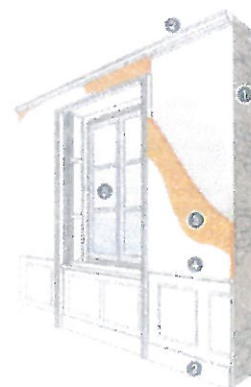
>Pose d'un isolant en liège plâtré

Pose d'une correction thermique de faible épaisseur en liège, au dessus des lambris, jusqu'à la moulure du plafond.

Point fort: préservation du patrimoine

Point faible: performance énergétique faible.

$U=0,62W/m^2.K$



Vue en coupe de la mise en œuvre d'une isolation intérieure en liège plâtré

- 1 Mur en pierre
- 2 Moulure, lambris
- 3 Isolant liège (40 mm)
- 4 Enduit plâtre
- 5 Menuiserie, éventuellement nouvelle

SOLUTIONS D'ISOLATION: EXTÉRIEURE (ITE)

Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) - Éléments de synthèse

AVANTAGES

- bonne protection des murs contre les chocs thermiques extérieurs,
- l'amélioration de l'inertie des murs et donc du confort en toute saison
- suppression des ponts thermiques,
- permet en cas de façades dégradées de cumuler revalorisation et isolation du bâtiment et n'impacte pas le logement.

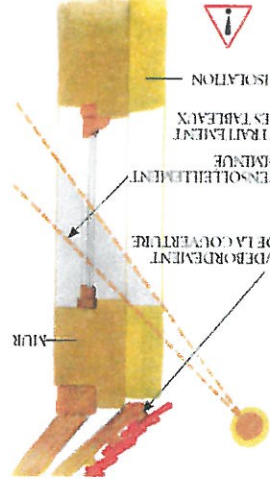
INCONVÉNIENTS

- épaississement des tableaux, donc des apports solaires moindres, à l'intérieur, modification de l'aspect extérieur nécessitant des autorisations préalables (urbanisme et droit privé),
- épaississement de la façade, nécessitant le déplacement des canalisations ou éléments fixés sur la façade et induisant parfois l'empiètement sur les parcelles voisines, et sur l'espace public,

LIMITES D'EMploi

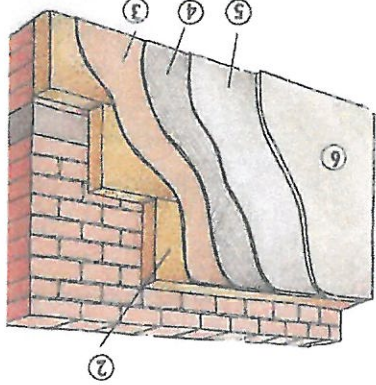
- incompatibilité de certains isolants (étanches) avec les murs anciens nécessitant une bonne perméabilité à la vapeur.

Problèmes éventuels de l'isolation extérieure



Caractéristiques hygrothermiques
Pour les parois conventionnelles non perméables à la vapeur d'eau, l'isolation avec ces panneaux apporte une inertie thermique et des gains appréciables de chauffage dans les habitats occupés de façon permanente.
Pour les parois « respirantes », elle apporte en outre une régulation hygro-mécanique de l'air intérieur à condition bien sûr que l'enduit qui recouvre les panneaux soit lui aussi respirant. Les fabricants de ces isolations écologiques par l'extérieur proposent ces complexes panneaux-enduits combinés, et il vaut mieux ne pas chercher à « panacher » plusieurs systèmes.

> Isolation par panneaux enduits



Isolation extérieure par panneaux isolants et enduit sur mur en briques pleines (doc. J.-P. Oliva).

- 1 Mur d'origine
- 2 Panneaux isolants
- 3, 4, 5 Treillis d'homogénéisation et couches d'accrochage
- 6 Enduit de finition

Isolation extérieure par panneaux isolants collés ou vissés sur le mur, puis recouverts d'un enduit de finition.
Sur support lisse et régulier, on fixe des panneaux isolants soit par collage au moyen d'un mortier colle, soit par vissage, ou encore entre des tasseaux de bois fixés sur la paroi.

SOLUTIONS D'ISOLATION: EXTÉRIEURE ENDUIT ISOLANT

Enduits isolants - Éléments de synthèse

AVANTAGES

- faible épaisseur, permettant une amélioration thermique sur la rue ou en limite parcellaire à l'occasion d'un ravalement lourd classique.
- perméabilité à la vapeur d'eau identique aux enduits traditionnels à la chaux,
- amélioration thermique répartie, restant compatible avec les maçonneries anciennes

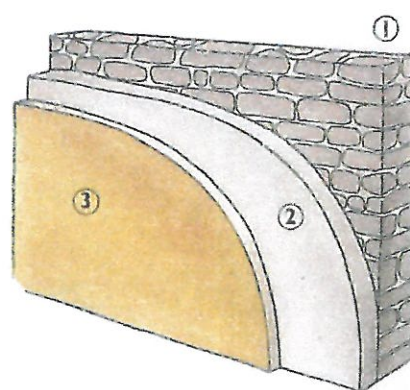
INCONVÉNIENTS

- faible nombre de produits disponibles sur le marché français,
- nécessite pour certains produits un savoir faire particulier pour leur application (enduits chaux - chanvre notamment)

LIMITES D'EMPLOI

Façades à modénatures

Façades enduites à décors.



>Enduits isolants:

Isolation extérieure par projection d'enduits hydrauliques composés de liants et de particules allégées, soit minérales (perlite, vermiculite,... mauvais comportement à l'humidité), soit végétales (chanvre, liège,...)

Projeté manuellement ou mécaniquement, ou coffré pour les grandes épaisseurs.

Convient particulièrement en rénovation, sur tous supports, irréguliers ou fragiles.

Après piquage de l'enduit qui libère 2-3cm, réalisation d'un enduit de 5-6cm qui doublera presque la résistance thermique de la paroi.

Isolation par enduit isolant épais sur mur en maçonnerie de pierre

(doc. J.-P. Oliva).

- 1 Mur d'origine
- 2 Enduit isolant
- 3 Crépi de finition

Caractéristiques hygrothermiques

Pour les parois anciennes non «respirantes», l'isolation avec des enduits isolants par l'extérieur apporte une inertie thermique et des gains appréciables de chauffage dans les habitats occupés de façon permanente.

Pour les parois «respirantes», elle apporte en outre une régulation hygro-métrique de l'air intérieur, à condition bien sûr que cet enduit soit perméable à la vapeur d'eau, de même que le crépi de protection qu'il reçoit.

Attention particulière: Le principe à respecter est d'encourager le passage de la vapeur d'eau à travers le mur. On utilisera donc des matériaux de plus en plus perméables à la vapeur d'eau à mesure que l'on progresse vers l'extérieur de la paroi.

H. Solutions d'isolation

Objectifs pour la réussite d'un projet d'isolation

Une amélioration thermique réussie doit permettre d'augmenter la performance du bâtiment tout en maintenant intactes ses qualités constructives et sa valeur architecturale.

SUR LE PLAN ARCHITECTURAL:

-respecter l'architecture du bâtiment en maintenant sa lisibilité historique:

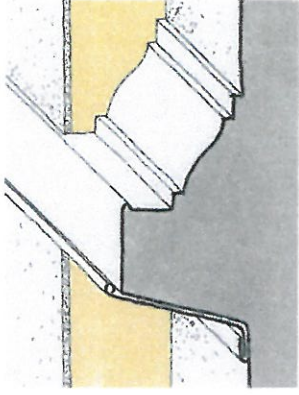
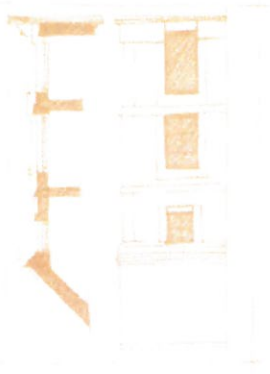
- > préserver les décors ornant la façade (modénatures, enduits à décors,...)
- > laisser visibles les équipements d'origines indissociables de la façade: menuiseries, volets, garde-corps ouvragés, bas de pentes travaillés,...)
- > laisser visible les appareillages de pierres, de briques s'ils le doivent.

SUR LE PLAN CONSTRUCTIF:

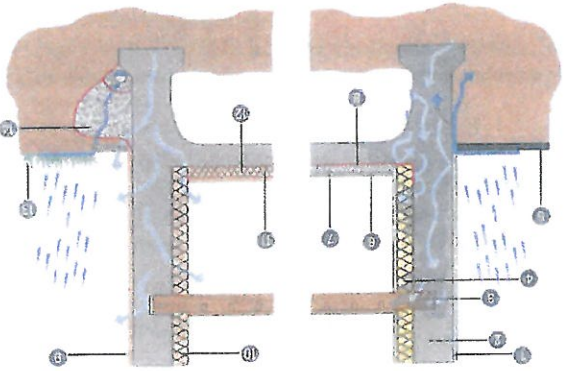
- conserver et si possible améliorer l'inertie thermique du bâtiment qui garantit le confort des habitants en toute saison,

- la modénature joue un rôle esthétique dans l'architecture, mais également un rôle technique qui consiste à éloigner de la façade les eaux de ruissellement et ainsi protéger le parement de la façade. Pour cette raison, la conservation ou la restitution de la modénature est recommandée.

- utiliser des matériaux compatibles avec la nature des matériaux employés dans la construction. Si les façades modernes supportent sans difficulté l'application d'isolants étanches (polystyrènes, polyuréthanes, etc), une construction traditionnelle nécessitera en revanche quelques précautions sur le choix des matériaux afin de ne pas contrarier son comportement.











- 1 Enduit en ciment
- 2 Mur en pierre ou en pisé
- 3 Poutre en bois
- 4 Isolation avec pare-vapeur
- 5 Crêpe
- 6 Chappe en ciment
- 7 Polystyrène
- 8 Polyane
- 9 Enduit chaux
- 10 Mortier de chaux
- 11 Chape de chaux
- 12 Dalle chaux-chamre
- 13 Sol perméable
- 14 Drain, protégé par un géotextile



I. Datation des immeubles du centre ancien

SYNTHÈSE DES SOLUTIONS D'AMÉLIORATION THERMIQUE PROPOSÉES PAR TYPOLOGIE DE FAÇADE

		Immeuble urbain à modénatures XIX/XXème	Immeubles urbains Enduit et cimenterie	Immeuble urbain sans modénatures	Immeuble urbain pierres apparentes	Maison type rurale	Pavillon XIXème / début XXème	Immeubles de 1948 à 1974	Pavillons XXème
Caractéristiques du bâti existant	Vue générale								
	Technique de construction	Murs porteurs à base de moellons tout venant, montés sur mortier de chaux Mitoyen	Murs porteurs à base de moellons tout venant, montés sur mortier de chaux Mitoyen	Murs porteurs à base de moellons, montés sur mortier de chaux Mitoyen	Murs porteurs à base de moellon, montés sur mortier de chaux souvent mitoyen	Murs porteurs à base de moellon, montés sur mortier de chaux Isolé	Murs porteurs à base de moellons pierre ou construction brique pleine ou pisé de machefier Isolé	Ossatures et façades en béton armé	Murs porteurs de faible épaisseur en parpaings de ciment Isolé
	Finition des façades principales	Pierre de taille Enduit à décor abondant	Enduits anciens et cimenterie	Enduit	Enduit dit « à pierre vue »	Enduit dit « à pierre vue »	Enduit à base de chaux Modénatures ciment prompt	Enduits ou peintures imperméables	Enduits imperméable
	Finition des pignons	Enduit dit « à pierre vue »	Enduit dit « à pierre vue »	Traitement identique des façades principales	Enduit dit « à pierre vue »	Traitement identique des façades principales	Enduit à base de chaux Modénatures ciment prompt	Enduits ou peintures imperméables	Enduit imperméable
	Ornementation, reliefs	Cordons, Corniche pierre Pierre de taille Encadrements de baies Ornaments des parements	Suivant les cas	Sans	Sans	Sans	Cordons Encadrements de baies	Balcons Loggias	Sans
	Traitement RDC	Idem étage	Pierre nue boutique coffre	Pierre nue boutique coffre	Idem étage Vitrine comm.	Idem étage Garage	Idem étage Garage	Idem étage Garage	Idem étage Garage
	Percements	Multiplication des percements	Peu de percements	Percements réguliers	Percements réguliers	Percements de petites dimensions	Percements divers	Percements divers	Percements divers
Préconisations pour l'amélioration thermique	Façades et pignons	- Isolation extérieure INTERDITE sauf en pignon par enduit isolant (impact visuel des pignons)	- Isolation extérieure INTERDITE NI ENDUIT ISOLANT	Isolation extérieure : Enduit isolant perspirant jusqu'à 5cm Isolation intérieure	Isolation extérieure : Enduit isolant perspirant jusqu'à 5cm Isolation intérieure : Enduit isolant - Isolation rapportée : Intérieur compatible avec la maçonnerie - Isolation par panneaux enduits INTERDITE	Isolation extérieure : Enduit isolant jusqu'à 20 cm, compatible avec maçonnerie ancienne. (ex : chaux / chanvre) Isolation intérieure : Isolation rapportée : Intérieur compatible avec la maçonnerie	- Isolation intérieur si aucune possibilité due à la présence d'une forte modénature	- Isolation extérieur et intérieur par panneaux enduits	- Isolation extérieur par panneaux enduits Isolation intérieur

J. Abords des constructions

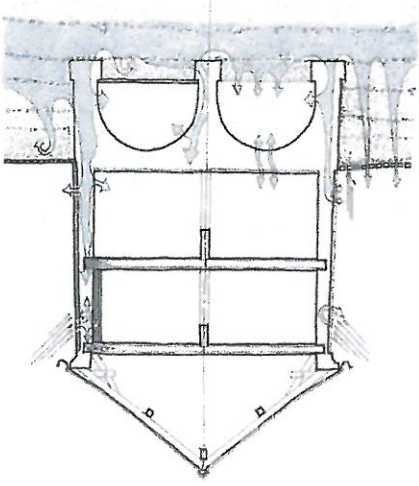
TRAITEMENTS DE SOLS

La nature des traitements de sols aux abords des constructions modifie fortement les mouvements d'eau et l'équilibre hydrique du sous-sol.

L'existence de sols imperméabilisés

De nombreux sols ont été recouverts de revêtements étanches tels que bitume, béton ou revêtements jointoyés au mortier de ciment. Ces traitements présentent les inconvénients suivants :

- suppression des possibilités d'évaporation naturelle des eaux souterraines et donc augmentation de la quantité d'eau aux contacts des fondations entraînant une amplification des remontées capillaires dans le bâti ancien, (voir schéma)
- réduction du réapprovisionnement des eaux souterraines des nappes phréatiques,
- augmentation de la quantité d'eaux de ruissellement entraînant parfois la saturation des canalisations pendant certains épisodes pluvieux : incapacité de traitement de ces eaux pluviales et pollution possible des cours d'eau liés au lavage des voiries (graissses, hydrocarbures, etc.)



Sur le Schéma :

A GAUCHE :

l'humidité naturelle du sol peut s'évaporer librement grâce à l'emploi de matériaux perméables à la vapeur d'eau (pavés sur lit de sable, terre battue en cave, enduits à base de chaux naturelle, etc)

A DROITE :

l'évaporation de l'humidité naturelle est bloquée par plusieurs types de barrières étanches (bitume ou pavés à joints étanches, dallages ciment en cave, enduits étanches, doublages incorporant un pare-vapeur, etc). L'impossibilité d'évaporation entraîne une canalisation et un confinement de l'humidité dans les zones poreuses des murs et des planchers.

