



Département de la Loire  
COMMUNE DE  
LA RICAMAIRIE

AIRE DE MISE  
EN VALEUR DE  
L'ARCHITECTURE ET  
DU PATRIMOINE

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



## SOMMAIRE

## 10. MENUISERIES 23

- TYPES DE MENUISERIE 23
- MENUISERIES EXISTANTES EN BON ÉTAT 25
- MENUISERIES EXISTANTES EN MAUVAIS ÉTAT 28

## 11. LES VOILETS 30

## 12. ABORDS DES CONSTRUCTIONS 31

- TRAITEMENTS DE SOLS 31

## 13. SYNTHÈSES 32

- SENSIBILITÉS URBAINES 32
- SYNTHÈSE DU PAYSAGE 33
- CARTES DES ENTITÉS 34
- LES ENJEUX 35

## 14. CONCLUSION 36

- LE ZONAGE 36

## 1. LA COMMUNE :

- LES CARTES GÉOGRAPHIQUES 4

## 2. MILIEU PHYSIQUE ET NATUREL DE LA RICAMARIE 7

- LE CLIMAT 7

## 3. ÉCONOMIES D'ÉNERGIE 8

- CONNAISSANCE DU BÂTI 8
- ÉVALUATION DES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DU BÂTI EXISTANT 9

## 4. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTI ANCIEN 9

- CONSTRUCTIONS ANCIENNES (JUSQU'À 1948) 9

## 5. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTI CONSTITUTIF DE LA RECONSTRUCTION 11

- PÉRIODE CHARNIÈRE : 1948 JUSQU'EN 1974 11
- CONSTRUCTIONS RÉCENTES : 1974 (PREMIÈRE RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS D'HABITATION) A NOS JOURS 13

- DENSITÉ BÂTIE ET MITOYENNETÉ 14

- MURS PIGNONS 14

## 6. LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE 2012 15

- LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE SUR L'EXISTANT ÉLÉMENTS PAR ÉLÉMENTS 15

## 7. SOLUTIONS D'ISOLATION 15

- DIFFÉRENTS TYPES D'ISOLATION 15
- SOLUTIONS D'ISOLATION INTÉRIEURE (ITI) 16
- SOLUTIONS D'ISOLATION EXTÉRIEURE (ITE) 18

## 8. LES IMMEUBLES ANCIENS 21

## 9. SYNTHÈSE DES SOLUTIONS D'ISOLATION 22

- SYNTHÈSES DES SOLUTIONS D'AMÉLIORATION THERMIQUE PROPOSÉES PAR TYPOLOGIE DE FAÇADE 22



## 1. LA COMMUNE :

### • LES CARTES GÉOGRAPHIQUES

La Commune de La Ricamarie est un maillon urbain de la vallée de l'Ondaine

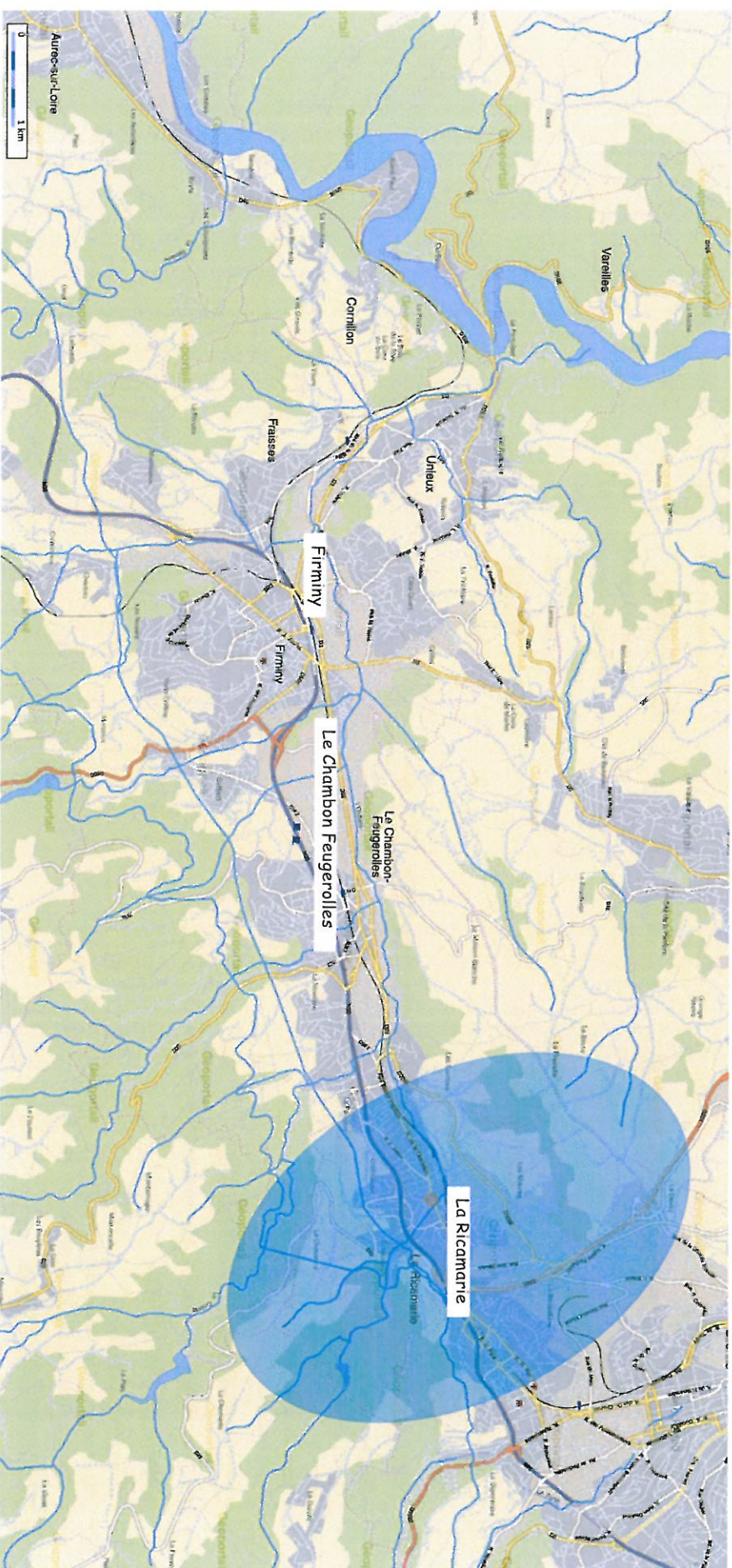


Fig 1. Fond de carte IGN / La vallée de l'Ondaine



VUE AÉRIENNE

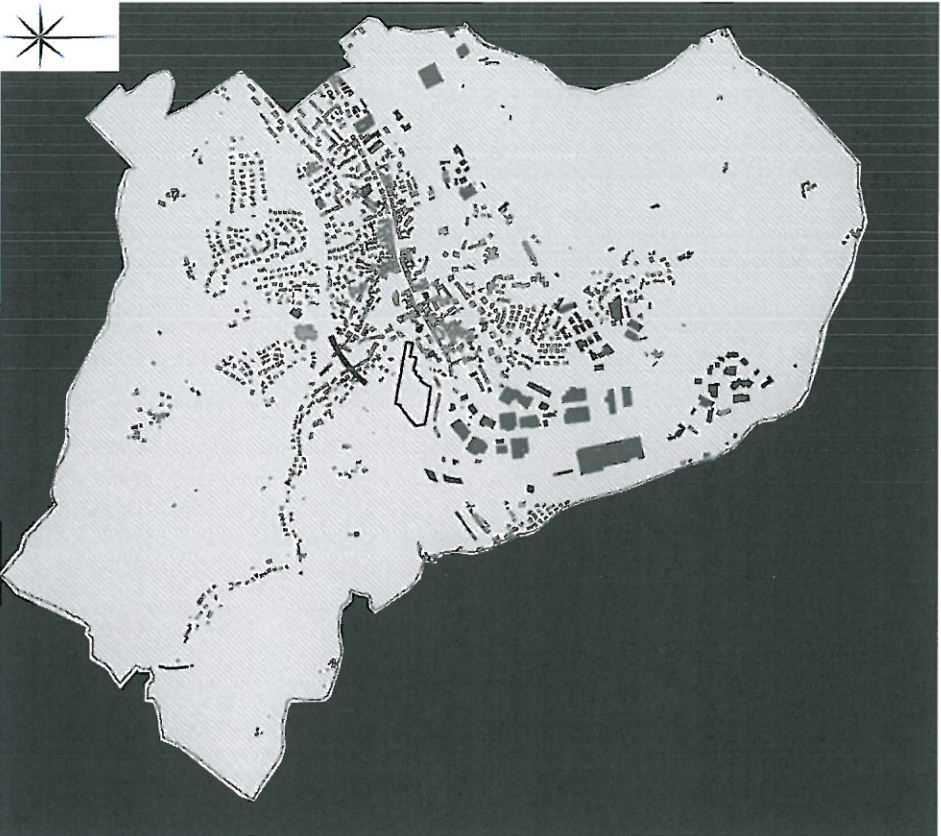


CARTE DU RELIEF

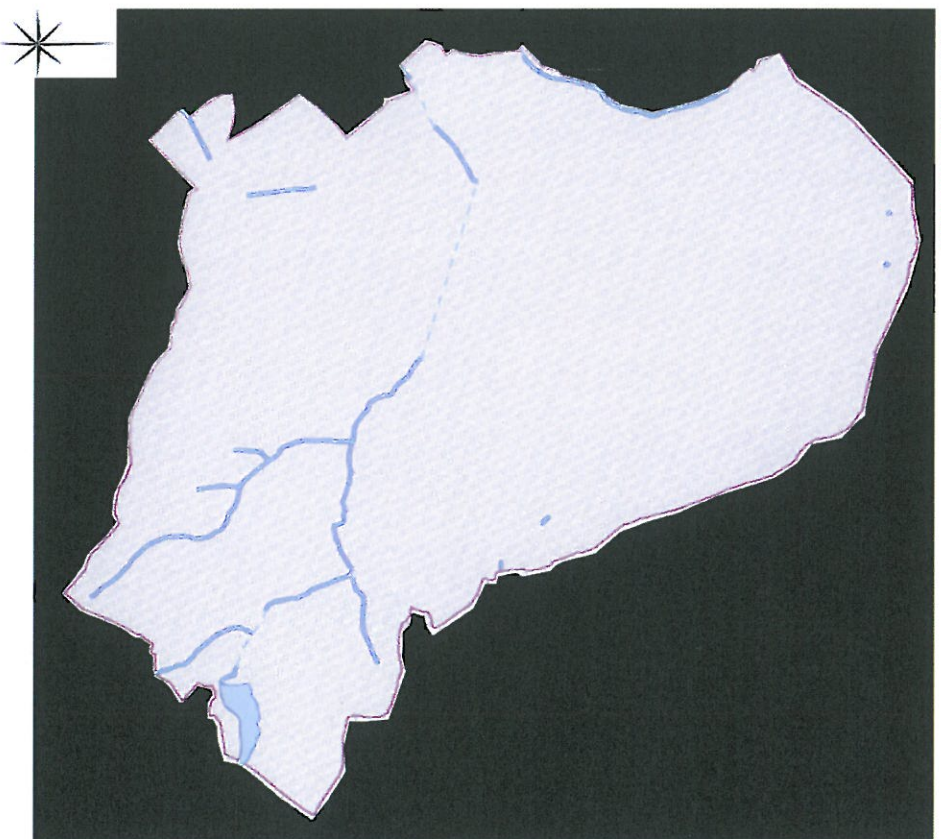




CARTE DE LA DENSITÉ DU BÂTI



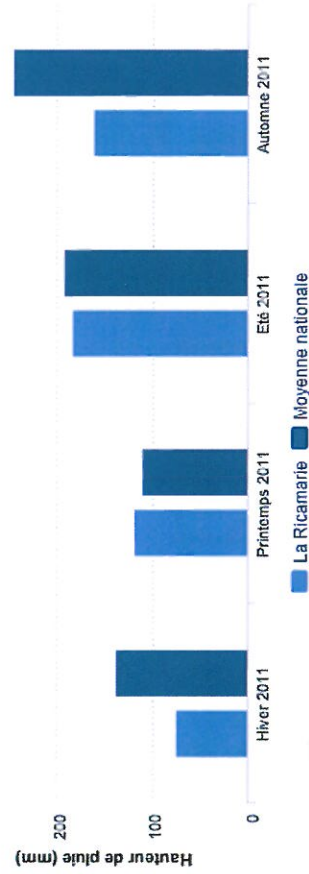
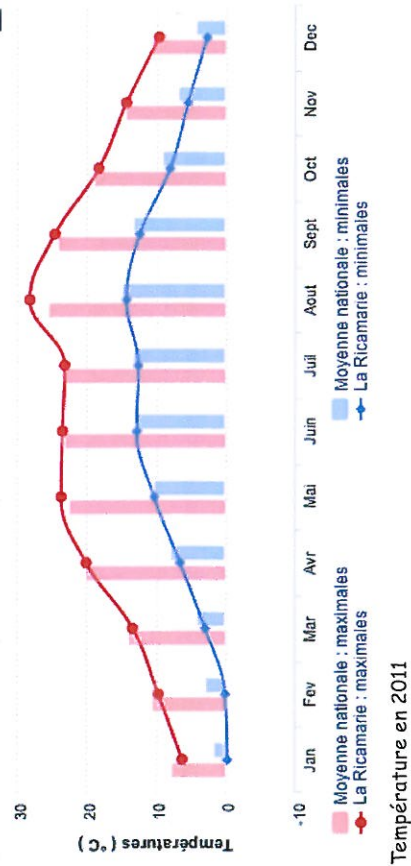
CARTE HYDRAUOGRAPHIQUE





## 2. MILIEU PHYSIQUE ET NATUREL DE LA RICAMARIE

### • LE CLIMAT

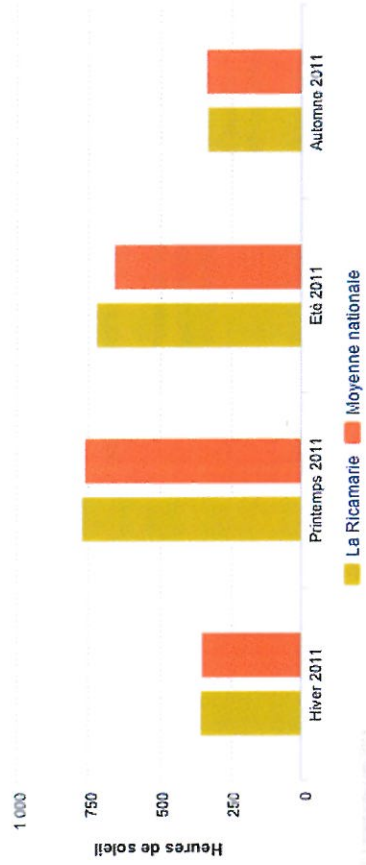


### La Ricamarie : la pluie en 2011

Hauteur de précipitations en 2011 : 539 millimètres de pluie (moyenne nationale : 685 millimètres de pluie).

Position dans le classement national : n°31 296.  
Pluviométrie en 2011

### Ensoleillement en 2011



### La Ricamarie : le soleil en 2011

Heures d'ensoleillement en 2011 : 2 190 heures (moyenne nationale : 2 106 heures de soleil), soit l'équivalent de 91 jours de soleil.

Position dans le classement national : n°7 251.

### Synthèse du climat en 2011

Soleil	Hiver	Printemps	Été	Automne
Heures d'ensoleillement	359 h	773 h	723 h	335 h
Moyenne nationale	353 h	765 h	661 h	338 h
Equivalent 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	66 km/h	58 km/h	94 km/h
Moyenne nationale	140 km/h	155 km/h	133 km/h	216 km/h

### 3. ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

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

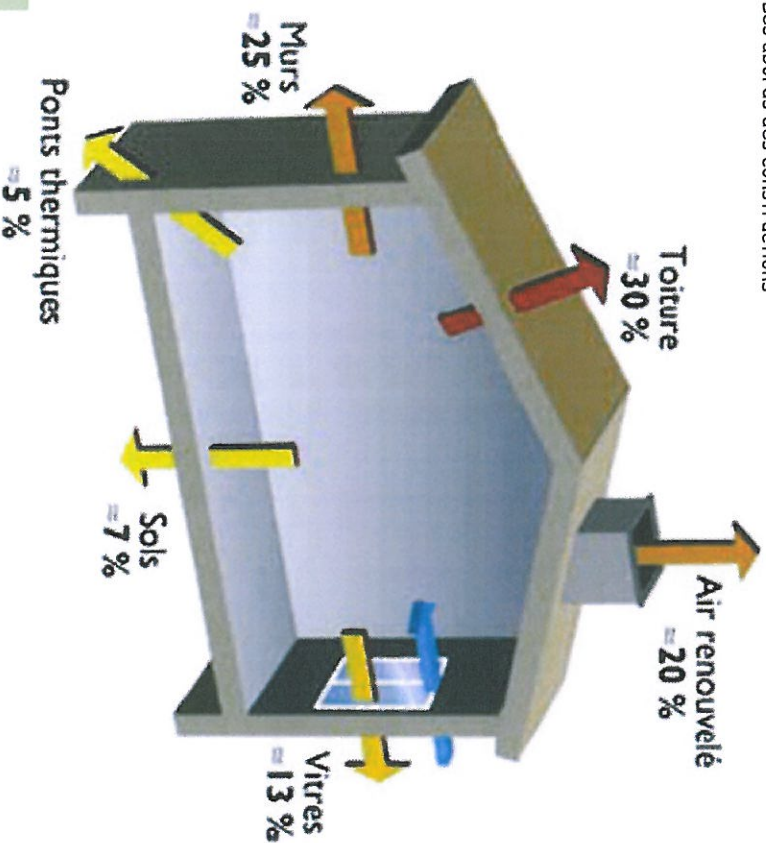
- Les caractéristiques des constructions

L'isolation, les types de solutions :

- isolation thermique intérieure
- isolation thermique extérieure
- enduit isolant
- » Récapitulatif

- Les Menuiseries

- Les abords des constructions



#### • 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

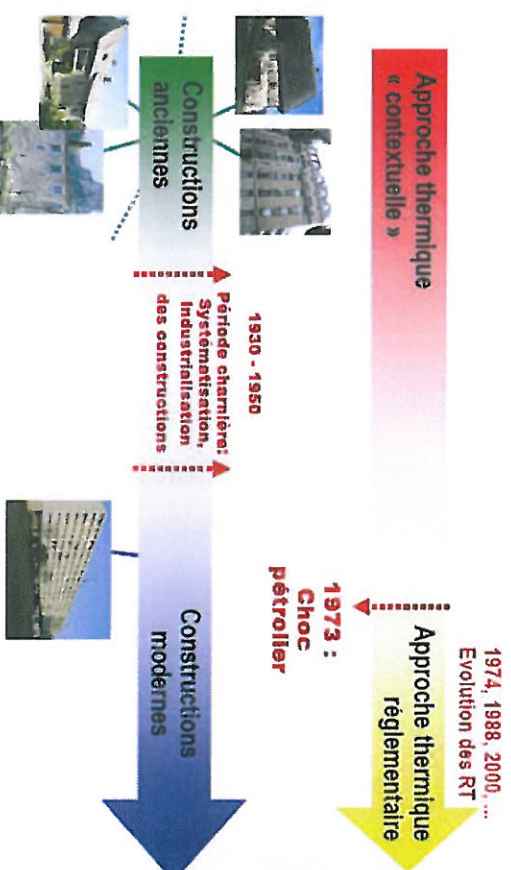


Schéma présentant les évolutions non parallèles des réglementations thermiques (flèche supérieure) et des modes constructifs (flèche inférieure)



## 4. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTI ANCIEN

### • ÉVALUATION 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...

### • 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). »

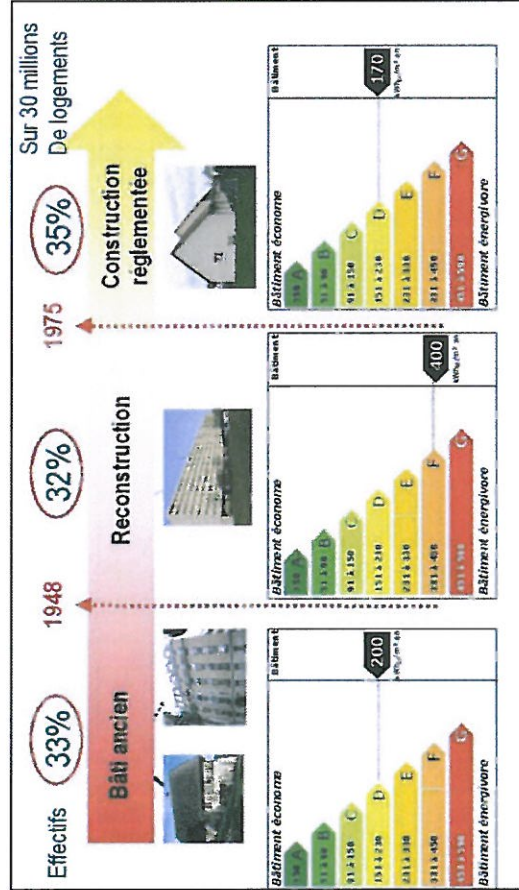
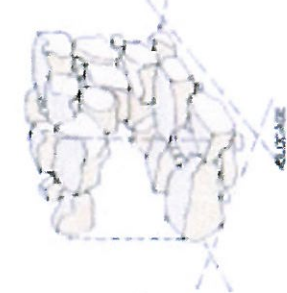
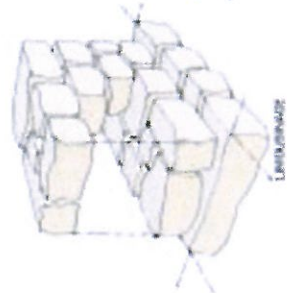
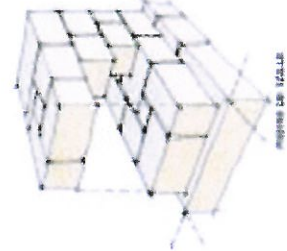
Guide « inspection sur site » du bien à diagnostiquer.



Fig 2. Pierre de taille, Château du Bessy

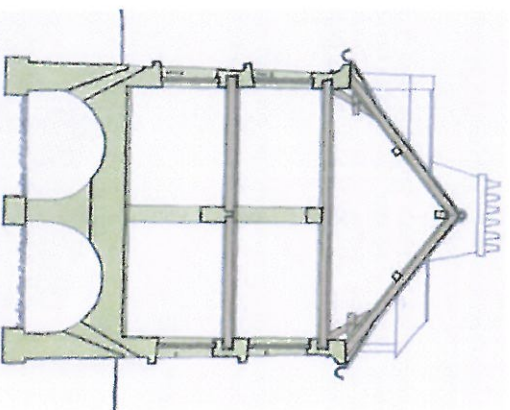


Fig 3. Limousinage, Chemin des Combes



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 supplémentaire 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.

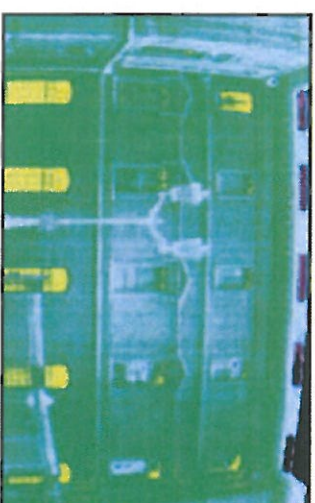


Des bâtiments à structure lourde :  
maçonneries portuses, utilisées en façades et refends  
intérieurs, ayant une forte inertie thermique

- A l'intérieur, le mur crée une sensation de fraîcheur.
- dispositions constructives particulières : cas des liaisons planchers - façade

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.

Des liaisons façade-planchers discontinues limitant les ponts thermiques



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



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** : Echanges thermiques par convection dans les niches des poutres ventilées, visibles par thermographie infrarouge.

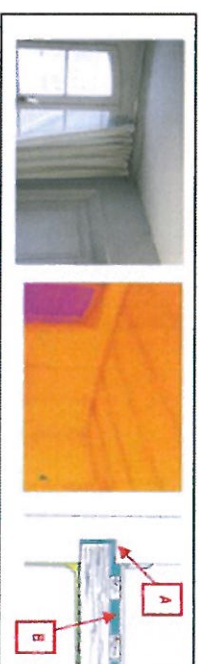


Figure 22 : cas d'un plancher complet : poutres encastées, enfermées dans un caisson en plâtre (bâtiment 3) :

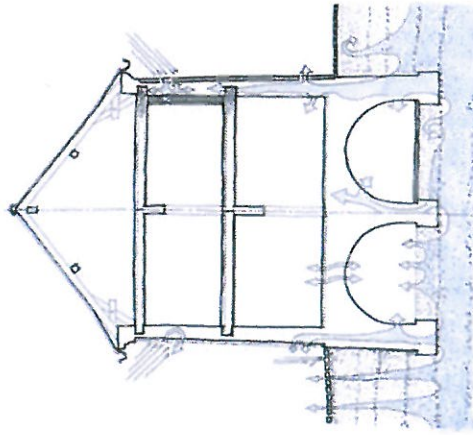
Nous observons ici les propriétés suivantes :

- 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.

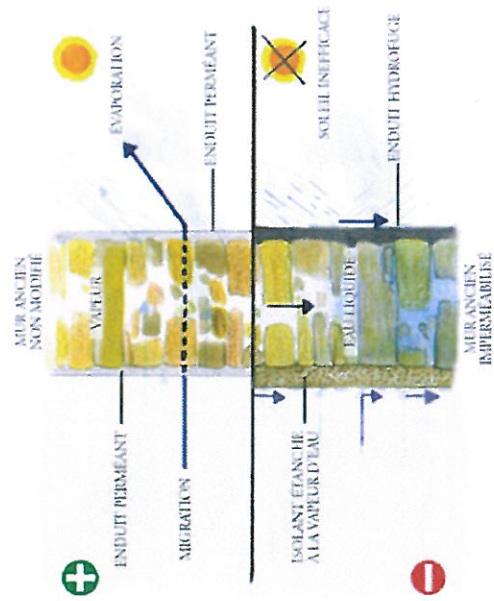


## CARACTÉRISTIQUE:

Libre passage de la vapeur d'eau par l'utilisation de matériaux très sensibles à l'humidité (maçonneries de pierres, plâtre, charpenteries de bois, mortiers à la chaux aérienne)  
L'importance des revêtements du mur ancien



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



## 5. 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 », constituée par le début du 20<sup>ème</sup> siècle. Cette période marque en effet de réels changements dans 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<sup>ème</sup> 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'écroulement humain 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 œuvre (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<sup>ème</sup> 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.

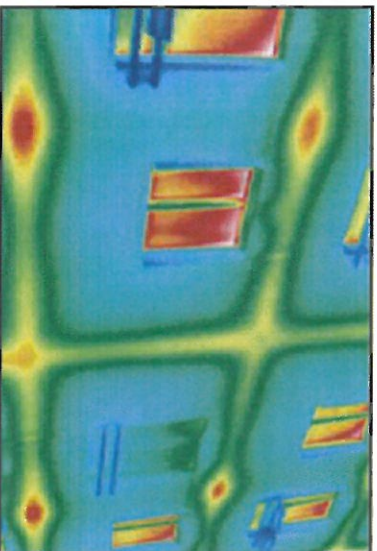
Les apports climatiques potentiels souvent négligés et les systèmes constructifs sont conçus en fonction de contraintes économiques et industrielles imposées par l'essor démographique.

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.

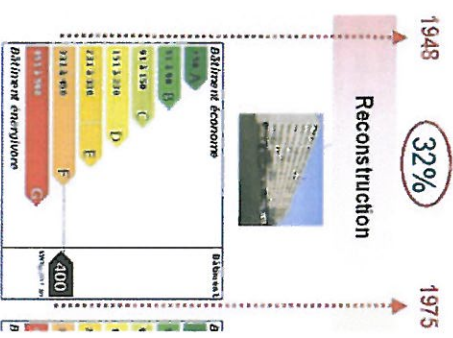
Ce sont des bâtiments à l'origine non isolés, et ayant une faible inertie.

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 route du Guizay, commune de la Ricamarie



### • 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.

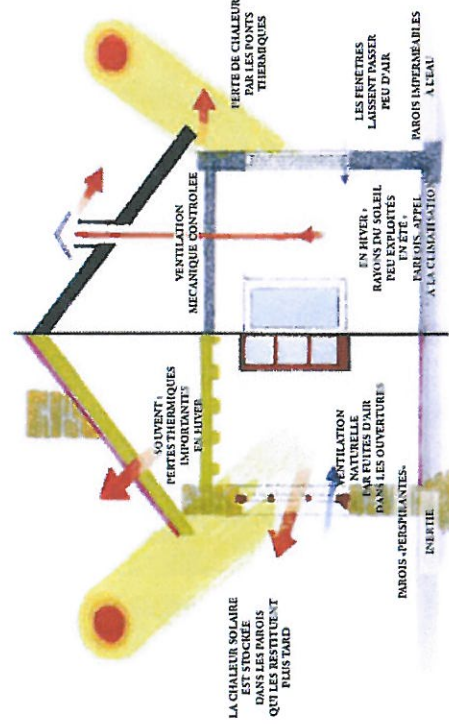
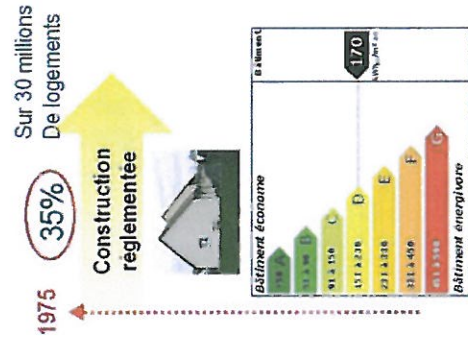
En France, c'est l'isolation thermique par l'intérieur, favorisant le confort d'hiver, qui a été le plus souvent utilisée depuis la première réglementation thermique. Les épaisseurs d'isolant ont suivi l'augmentation des exigences thermiques.

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.



Pavillon rue du Puit des Combes, commune de la Ricamarie



Bâti ancien

Bâti moderne

### • 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'étéagement régulier des constructions sur la pente permettent de limiter les consommations d'énergie.

À contrario, un bâtiment isolé sur sa parcelle présenterait 4 façades consommant jusqu'à 2 fois plus d'énergie pour le chauffage.

### • 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 immeubles implantés dans le tissu ancien. L'absence d'un bon entretien sur certains de ces pignons a parfois fortement dégradé les bâtiments (perte d'étanchéité à l'air et à l'eau)
- Pignons entièrement enduits correspondant soit à l'enduisage d'origine de pignons ou façades latérales de constructions du XIX<sup>ème</sup>, soit consécutifs à une intervention encore plus récente.

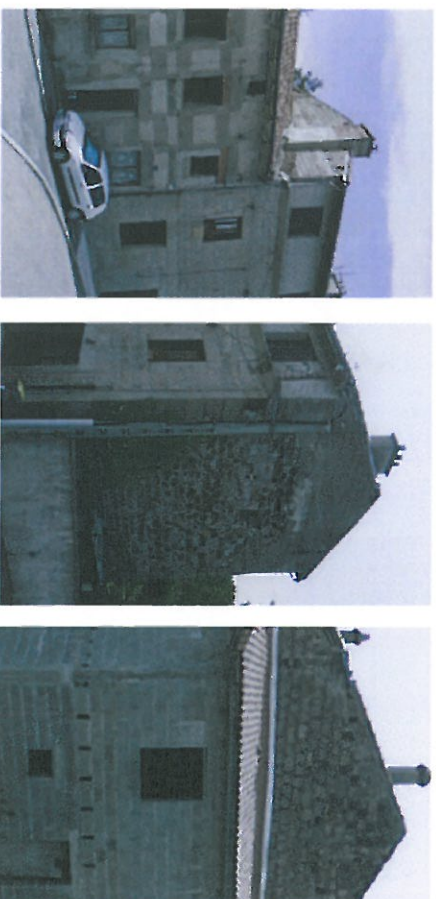


Fig 4. Murs pignons non enduits rue Sadi-Carnot, commune de la Ricamarie



## 6. LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE 2012

### • LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE SUR L'EXISTANT ÉLÉMENTS 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 XXe 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/m <sup>2</sup> .K) suivant l'arrêté du 3 mai 2007	Valeur du coefficient R (m <sup>2</sup> .K/W) suivant l'arrêté du 3 mai 2007	Épaisseur minimale d'isolant en mm, pour une conductivité thermique de 0,040 W/m.K
Toiture	≤ 0,4	≥ 2,05	> 100
Combles perdus	≤ 0,25	≥ 4	> 160
Murs	≤ 0,43	≥ 2,33	> 95
Fenêtres	≤ 2,30	≥ 0,43	—
Dalle du rez-de-chaussée	≤ 0,43 ou 0,5 sur vide sanitaire	≥ 2,33 ou 2 sur vide sanitaire	> 95 ou 8 sur vide sanitaire

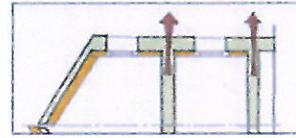
U: déperditions thermiques d'une paroi  
U=1/R

## 7. SOLUTIONS D'ISOLATION

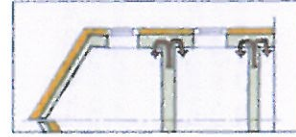
### • DIFFÉRENTS TYPES D'ISOLATION

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

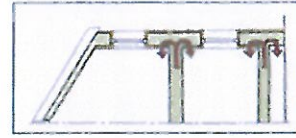
- l'isolation thermique par l'intérieur (ITI), très répandue en rénovation en France depuis 1975,
- l'isolation thermique par l'extérieur (ITE),
- les enduits isolants à base de chaux que l'on peut appliquer soit à l'intérieur, soit à l'extérieur. Bien que moins performants du point de vue thermique, 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 parois froides en hiver. En revanche, l'isolation est interrompue aux jonctions entre planchers et façades.



**ISOLATION THERMIQUE EXTERIEURE (ITE)**  
On applique un matériau isolant sur les parois qui concentrent par hiver et la fraîcheur l'été. Cette technique module à la fois l'impact et l'épaisseur de la façade.



**ENDUITS ISOLANTS**  
Solution applicable en intérieur et en extérieur. D'une part, on peut appliquer un isolant capable de résister à l'humidité, aux intempéries, aux incrustations, aux moisissures, aux rongeurs et à un mouvement climatique.

## • 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 (échauffaudages) ni d'autorisation particulière,

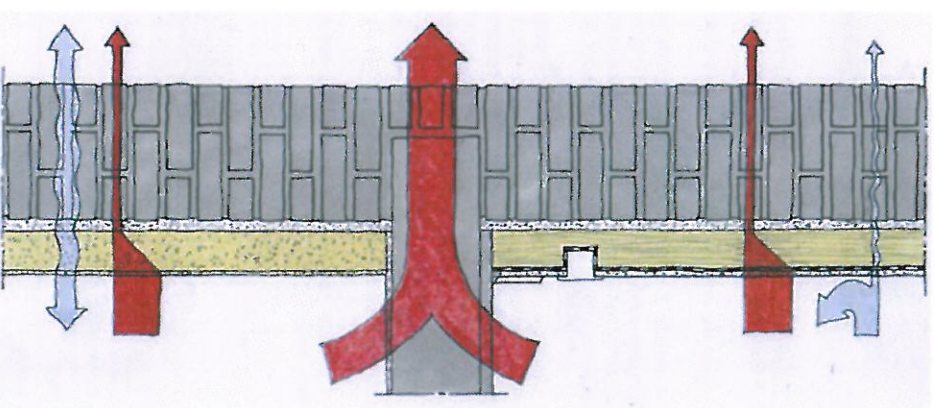
#### INCONVÉNIENTS

- 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).

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 intérieure sans décoration intérieure à préserver**

Bâtiment urbain

Mur en pierre de 45cm

U de 1,6W/m<sup>2</sup>.K avant travaux

Pas de possibilité d'isoler par l'extérieur

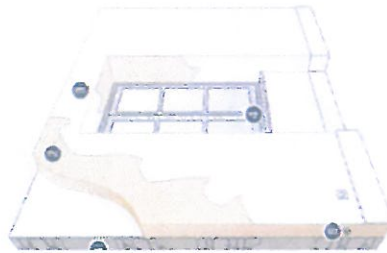
Pas de lambris, de moulure ou d'encadrement de fenêtre: isolation intérieure possible.

**Enduit chaux chanvre**

Si on souhaite conserver l'inertie thermique du mur, la solution consiste à placer un enduit chaux-chanvre de

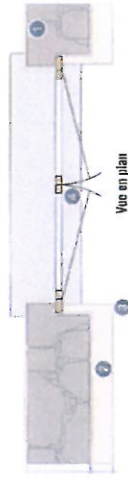
- 5cm pour une correction thermique,
- 10 cm pour revenir à un bâtiment neuf
- 15cm pour une performance écologique.

Avec 15cm: U=0,56W/m<sup>2</sup>.K.-O.



Vue en coupe de la mise en œuvre d'un enduit chaux-chanvre

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

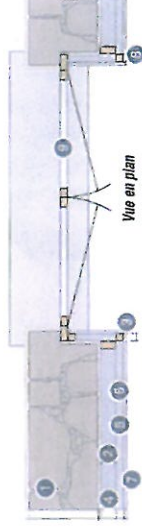
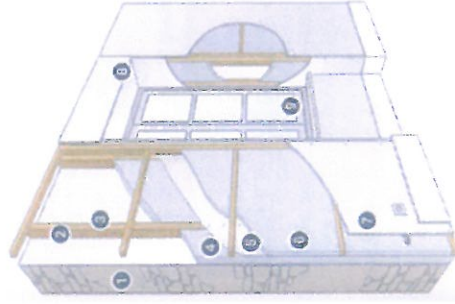


Vue en plan

**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<sup>2</sup>.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 Plaques 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/m<sup>2</sup>.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**

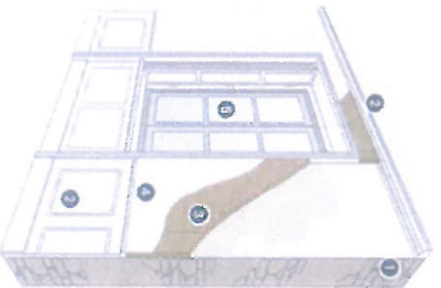
Pose d'une correction thermique de faible épaisseur en fibre de bois, au dessus des lambris, jusqu'à la moulure du plafond.

Point fort: préservation du patrimoine

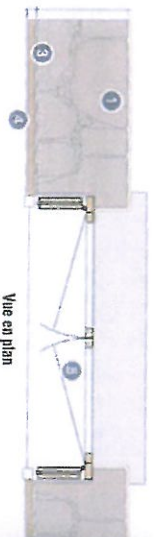
Point faible: performance énergétique faible.

U=0,63W/m<sup>2</sup>.K

Uglobal= 0,95W/m<sup>2</sup>.K



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



### Vue en plan

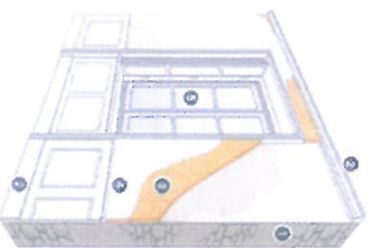
## Pose d'un isolant en liège plâtré

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.

Point faible: performance énergétique faible.

$$U=0,62\text{W/m}^2.\text{K}$$



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



### Vue en plan

## • SOLUTIONS D'ISOLATION EXTÉRIEURE (ITE)

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

## AVANTAGES

- bonne protection des murs contre les chocs thermiques extérieurs,
- amélioration de l'inertie des murs et donc du confort en toute saison
- suppression des ponts thermiques,
- permet en cas de frégades 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 aussi parfois l'empiètement sur les parcelles voisines, et sur l'espace public.

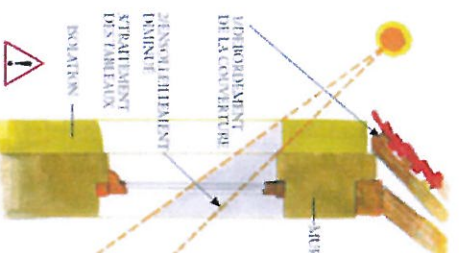
## LIMITES D'EMPLOI

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

### Caractéristiques hygrothermiques

Pour les parois conventionnelles non perméables à la vapeur d'eau, l'isolation avec ces panneaux apporte une vraie leçon d'hygiène 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 l'enduit qui recouvre les panneaux soit lui aussi respirant. Les habitants de ces isolations écologiques par l'extérieur proposent des «panneaux» enduits cohérents, et il vaut mieux ne pas chercher à «panacher» plusieurs systèmes.



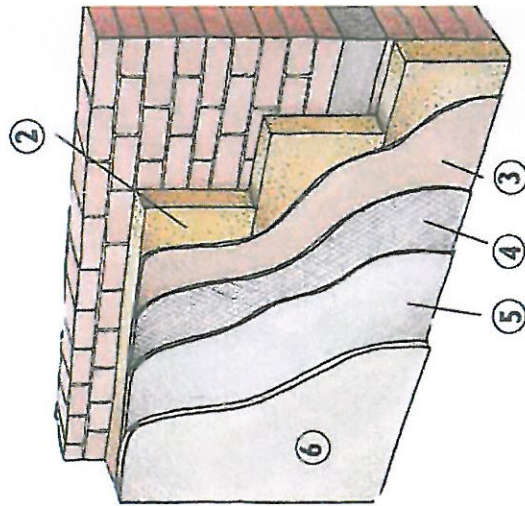
Problemas étnicos de Toluca, México



### Isolation par panneaux enduits

Isolation extérieure par panneaux isolants collés ou vissés sur le mur, puis recouverts d'un enduit de finition.

Sur support lisse et réguliers, 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.



### 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

### Enduits isolants - Éléments de synthèse

#### AVANTAGES

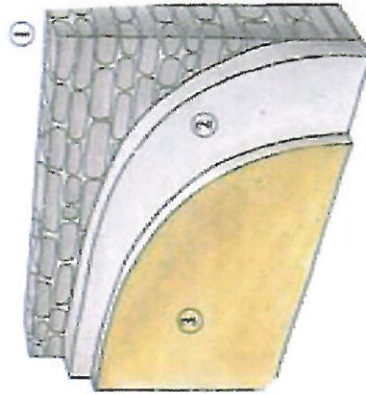
- faible épaisseur, permettant une amélioration thermique sur la rue ou en limite parcellaire à l'occasion d'un ravalement lourd classique.
- perméabilité à la vapeur d'eau identique aux enduits traditionnels à la chaux,
- amélioration thermique répartie, restant compatible avec les maçonneries anciennes

#### INCONVÉNIENTS

- faible nombre de produits disponibles sur le marché français,
- nécessité 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, ...), 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 Crèpe de finition

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.

### Caractéristiques hygrothermiques

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

Pour les autres cas, 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 qui reçoit.

## 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 étanches 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.

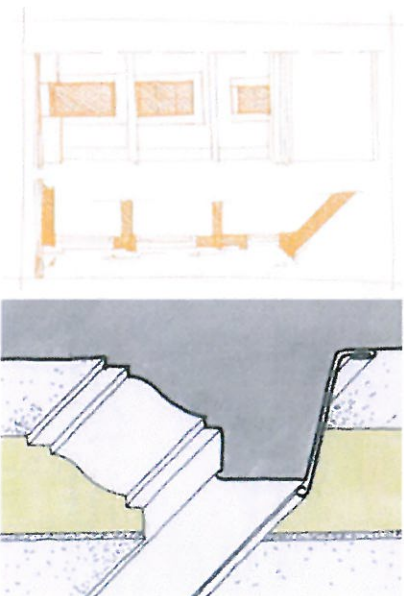
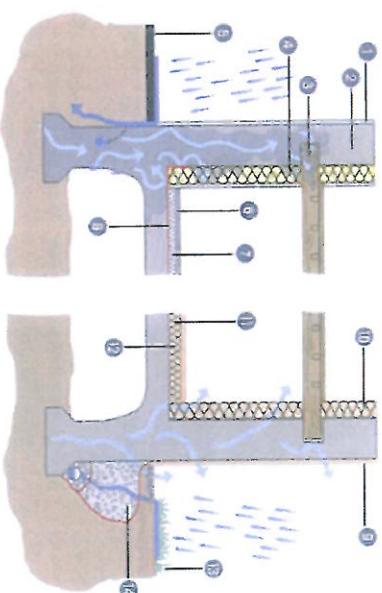


Fig 5. Château du Bossy, Façades à modénatures

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





## 8. LES IMMEUBLES ANCIENS

- Détruit après 1843
- Construit après 1843
- Conservé depuis 1843

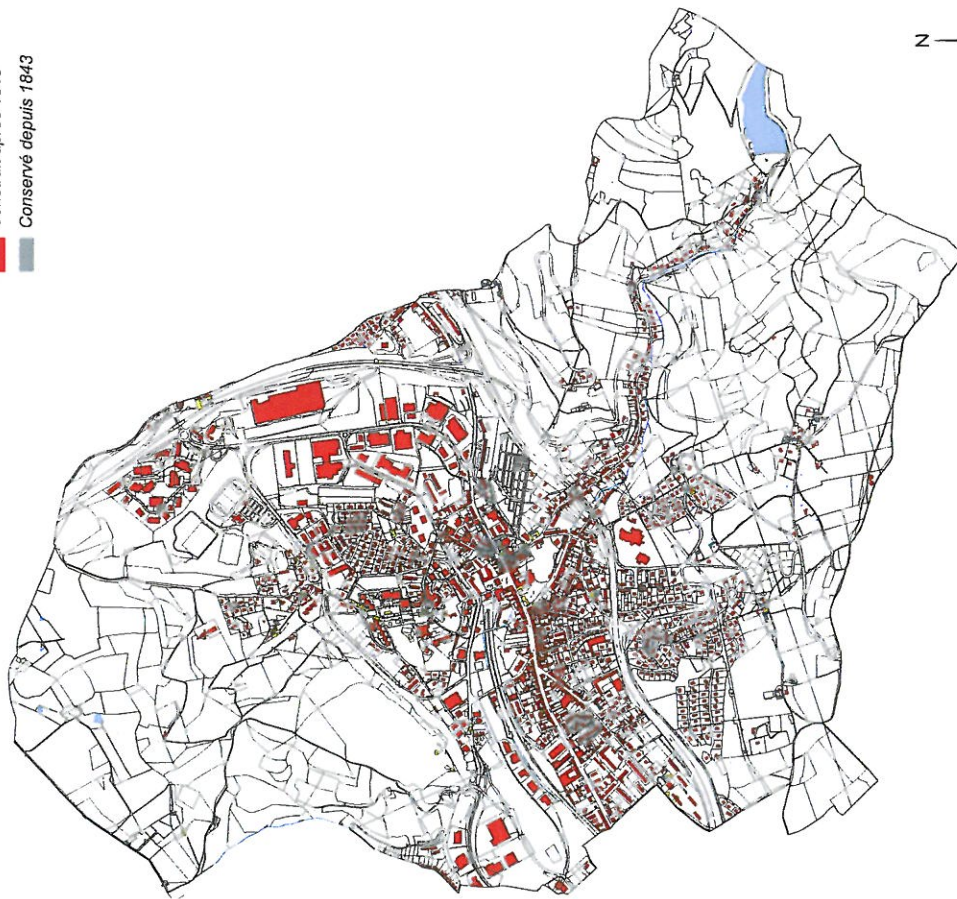


Fig 6. Bâti ancien rue Sadi-Carnot



Fig 7.

Bâti ancien chemin des Combes Fig 8.








Château du Bessy

9. SYNTHÈSE DES SOLUTIONS D'ISOLATION

• SYNTHÈSES DES SOLUTIONS D'AMÉLIORATION THERMIQUE PROPOSÉES PAR TYPOLOGIE DE FAÇADE

TABEAU DE SYNTHÈSE DES PRÉCONISATIONS D'AMÉLIORATION THERMIQUE PAR TYPE DE BÂTIMENT

Numéro plan		1	2	3	4
		Maison ouvrière XIXème Milieu	Bâtiments agricoles anciens Isolé	Pavillons XXème avant RT 1975 Isolé	Immeubles XXème Isolé
Vue générale					
	Technique de construction	- Maçonnerie pierre tout venant grès boulier - Plancher bois	- Maçonnerie pierre tout venant - Plancher bois	Murs poreux de faible épaisseur en béton	Ossatures et façades en béton armé
	Finition des façades	- Pierres apparentes	Enduit moderne	Enduit imperméable	Enduits ou peintures imperméables
	Finition des pignons	- Pierres apparentes	Idem façade principale	Enduit imperméable	Enduits ou peintures imperméables
	Ornementation, reliefs	- Aucun	Sans	Balcons béton	- Balcons - Loggias
	Traitement RDC	Idem étage	Idem étage	Idem étage	Idem étage
	Percements	Percements réguliers	Percements réguliers	Percements divers	Percements de grandes dimensions
	Menuiseries ext.	- Anciennes - Simple-vitrage - plein jour ou 3 carreaux (2 vantaux)	- Modernes - Double-vitrage bois	- Modernes - Double-vitrage bois et PVC - plein de jour	- Modernes - Double-vitrage PVC - plein de jour
	Ocullations	- Aucune	Volets intérieurs bois	Volets roulants	Volets roulants
	Préconisations pour l'amélioration thermique	- Isolation extérieure adossée par enduit matriçaux perspirant en faible épaisseur (chaux chanvre) - Isolation intérieure : enduit isolant perspirant	- Isolation extérieure : adossée par enduit matriçaux perspirant en faible épaisseur (chaux chanvre) - Isolation extérieure bois - Isolation intérieure : enduit isolant perspirant	- Isolation extérieure par panneaux enduits - Isolation intérieure toute solution - Traitement pignon idem façade	- Isolation extérieure par panneaux enduits - Isolation intérieure toute solution - Traitement pignon idem façade



## 10. MENUISERIES

Une menuiserie fait partie intégrante d'un style et d'une époque d'architecture, comme le dessin d'un pare-choc sur une voiture de collection.

### AMÉLIORATION DES FENÊTRES

La fenêtre est certainement l'organe ayant bénéficié des plus grands progrès techniques dans l'histoire du bâti ancien. La forme des fenêtres suit au cours de l'histoire les progrès techniques d'assemblages en menuiserie puis l'amélioration dans la fabrication des vitrages.

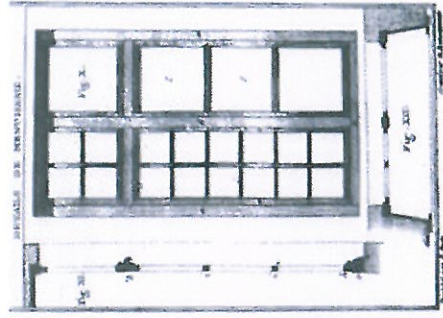
#### Evolution succincte des fenêtres dans le temps :

Jusqu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle, les coûts de fabrication du verre et de son transport ont fortement limité les surfaces vitrées et réservé les grandes fenêtres aux ouvrages de prestige.

Dans le courant du XVIII<sup>ème</sup> siècle, l'apparition des fermetures à noix et gueule de loup ainsi que l'espagnolette améliorent grandement l'étanchéité à l'eau et à l'air des menuiseries.

Parallèlement, on voit se généraliser les fenêtres à petits bois puis à « grands carreaux » qui deviendront au XIX<sup>ème</sup> siècle la formule commune des menuiseries semi industrialisées.

Quelques changements minimes interviendront au début du XX<sup>ème</sup> siècle comme une nouvelle composition des petits bois mais c'est surtout durant l'après guerre que la fenêtre, sous l'influence du mouvement moderne, change radicalement de proportion pour évoluer vers le rectangle allongé ou le carré.



Passage de la fenêtre à petits carreaux aux grands carreaux  
- extrait du cours de JF Blondel - 1750

### • TYPES DE MENUISERIE

#### MENUISERIES À 3 CARREAUX PAR VANTAIL

C'est le progrès de la vitrerie qui permet d'agrandir les verres. Dès les années 1760, il apparaît des verres de plus grandes dimensions qui autorisent l'usage de 4 puis 3 carreaux par vantail ; jusqu'à deux dimensions différentes.



Fig. 9. 3 carreaux (de même dimension) par vantail

#### MENUISERIES PLEIN JOUR

Aujourd'hui, il est possible de ne plus avoir de subdivision, l'adaptation à l'architecture ancienne est problématique et nuit à la qualité de l'écriture de la fenêtre. L'incorporation de « petits-bois » au sein des vitrages n'améliore en rien l'aspect de ces menuiseries.



Fig. 11. Fenêtres plein jour sur bâti ancien Chemin des Combes



Fig. 12. Fenêtre plein jour sur bâti ancien rénové rue Sadi-Carnot

**AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE DES FENÊTRES**

La présence de menuiseries en simple vitrage, peut représenter une part significative des pertes d'énergie: 15% pour un pavillon, parfois plus de 30% pour un immeuble collectif.

L'amélioration des menuiseries, permet de:

- supprimer l'effet de paroi froide, cause en hiver de buées et de condensations,
- supprimer les infiltrations d'eau et les courants d'air, sources d'inconfort et de fortes consommations énergétiques

Les menuiseries anciennes n'étant pas étanches à l'air, elles contribuaient souvent à la ventilation du logement.

De nombreuses menuiseries anciennes ont été remplacées par des menuiseries très étanches (parfois sans ventilations) ayant un aspect peu adapté au bâti ancien (menuiseries PVC de fortes sections, faux petits bois intérieurs en PVC ou en laiton, menuiseries aluminium, etc.).

	Valeur du coefficient U ( $W/m^2 K$ ) suivant l'arrêté du 3 mai 2007	Valeur du coefficient R ( $m^2 K/W$ ) suivant l'arrêté du 3 mai 2007	Épaisseur minimale d'isolant en mm, pour une conductivité thermique de 0,040 $W/m K$
Toiture	$\leq 0,4$	$\geq 2,05$	$> 100$
Combles perdus	$\leq 0,25$	$\geq 4$	$> 160$
Murs	$\leq 0,43$	$\geq 2,33$	$> 95$
Fenêtres	$\leq 2,30$	$\geq 0,43$	—
Orlé de rez-de-chaussée	$\leq 0,43$ ou 0,5 sur vitre sanitaire	$\geq 2,33$ ou 2 sur vitre sanitaire	$> 95$ ou 8 sur vitre sanitaire

*Nota : Les valeurs de l'arrêté de mai 2007 ont été simplifiées pour faciliter la compréhension de ce tableau: en ital, elles valent suivant les zones géographiques H1, H2, H3... (voir carte page 70).*

**- LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE SUR L'EXISTANT ÉLÉMENTS PAR ÉLÉMENTS****PRÉCAUTIONS À RESPECTER**

Le remplacement des menuiseries doit s'accompagner des précautions suivantes:

- En l'absence de grilles de ventilation percées dans les murs, il est impératif d'équiper les nouvelles menuiseries de grilles de ventilation aménagées dans les ouvrants.
- Il est conseillé de remplacer la totalité de la menuiserie (bâti dormant et ouvrant). Le remplacement seul des ouvrants avec conservation des dormants existants réduit le clair de jour et les performances thermiques de la fenêtre.

La performance thermique globale d'une fenêtre se mesure par la valeur  $U_w$  en  $W/m^2 K$  ( $W$  pour window). Plus  $U_w$  est faible, meilleure sera sa performance.

Les valeurs usuelles des fenêtres sont les suivantes :

Type de fenêtre	Bois simple vitrage	Bois double vitrage	Bois double vitrage + volets	Bois double vitrage à isolation renforcée	Bois triple vitrage à isolation renforcée
$U_w$ moyen	5	3	2,2	1,6	0,8

Les triples vitrages nécessitent, du fait de leur poids important, des profilés menuisés plus épais qui peuvent nuire à l'esthétique générale de la façade. La réduction du clair de jour des triples vitrages affaiblit l'éclairage des pièces et les apports solaires en hiver et en mi saison. Ceux-ci devront donc être réservés aux façades orientées au nord.



### • MENUISERIES EXISTANTES EN BON ÉTAT

Pour améliorer la performance thermique de fenêtres existantes en bon état (ou qui peuvent être réparées, restaurées), il y a plusieurs possibilités :

#### • Remplacer les verres existants par des vitrages isolants de restauration

Il existe aujourd'hui des simples vitrages dont le pouvoir isolant est celui d'un excellent double vitrage. On peut ainsi conserver les menuiseries d'origine, dont la feuillure est souvent trop mince pour accueillir des doubles vitrages courants.

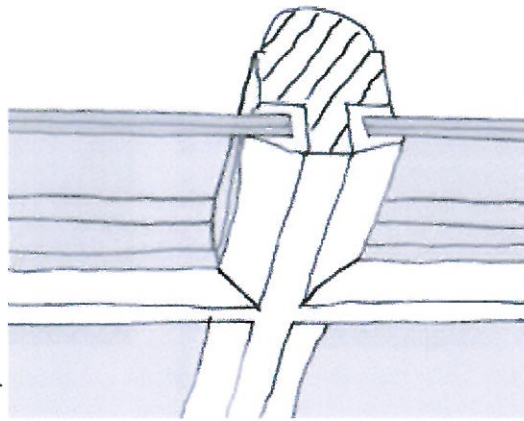
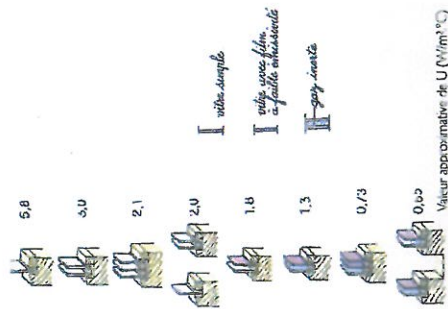
Ce procédé est fortement recommandé pour le bâti ancien, car c'est la manière la plus respectueuse de conservation du patrimoine en place.

Le choix du verre se fera suivant les menuiseries et le niveau de performance exigés.

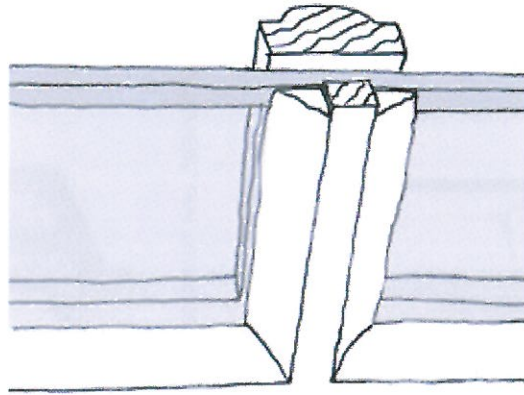
On peut ainsi avoir la même esthétique, tout en n'utilisant pas le même procédé. Exemple: pour une meilleure efficacité, on peut intégrer des verres sur toute la hauteur de la baie, puis coller les petits bois, on conservera ainsi la même apparence.

- Avantages: On peut ainsi garder l'aspect artisanal de certains verres (irrégularités). Cela permet en outre de pouvoir conserver les menuiseries d'origine.

Schémas de menuiseries en coupe:



Cas : installation de verres simple vitrage isolant dans des feuillures qui peuvent le supporter.

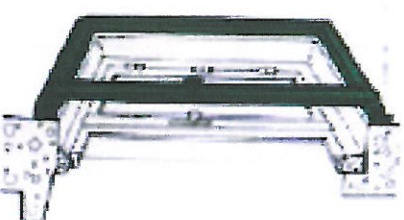


Cas : installation de verres simple vitrage isolant très performant donc plus épais. Le poids et l'épaisseur du verre ont conduit à couper les petits bois et ainsi permettre le passage du verre sur toute la hauteur de la baie.

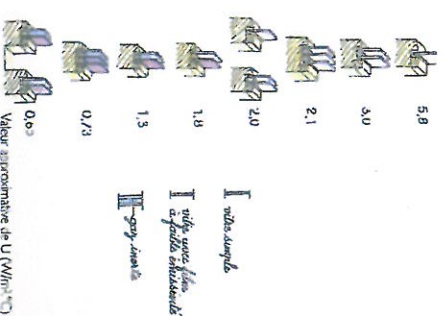
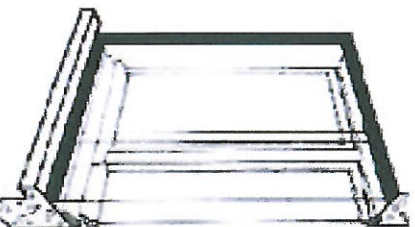
### • Mettre en place des doubles fenêtres

Cela consiste à installer des menuiseries ouvrantes, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur. Cela peut faire partie d'un projet d'isolation des murs, et ainsi rendre le système plus efficace.

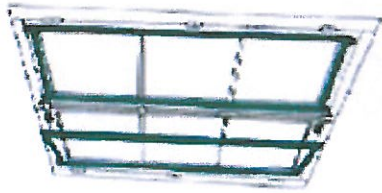
- Avantages: les performances thermiques sont comparables voire supérieure à une fenêtre double vitrage.
- La double fenêtre coté intérieur n'altère pas l'aspect et le dessin de la façade, puisqu'elles permettent de garder les menuiseries d'origine.



- La double fenêtre coté extérieur, une technique utilisée depuis très longtemps dans les montagnes, aux climats rigoureux.





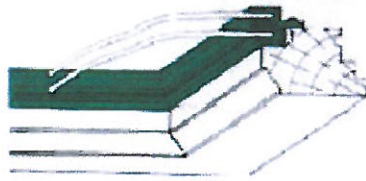


- **Mettre en place un survitrage**

Il consiste à poser sur la fenêtre existante une vitre rapportée à l'aide de profilés spécifiques. Il convient alors de renforcer l'étanchéité de la fenêtre à l'aide de joints appropriés.

Trois types de systèmes existent : ouvrants, démontables et fixes.

- Avantage : c'est une solution peu onéreuse, mais d'une efficacité relative.
- Inconvénient : le vitrage rapporté peut alourdir l'ouvrant et provoquer son affaissement puisque ni sa structure ni sa quincaillerie ne sont prévues pour supporter cette surcharge. Pour éviter tout problème, avant de choisir cette technique, il faut faire un diagnostic des menuiseries existantes.



- **Installer un double vitrage de rénovation sur la menuiserie existante**

Il consiste à remplacer sur la fenêtre existante le simple vitrage par un double vitrage dit de « rénovation ». Il s'agit de doubles vitrages équipés en atelier de minces profilés permettant de les fixer dans les feuillures existantes. Le choix des profilés se fait en fonction de l'esthétique recherchée et du mode de pose souhaité.

- Inconvénient : Comme pour la technique précédente, le vitrage de rénovation peut alourdir l'ouvrant et provoquer son affaissement puisque ni sa structure ni sa quincaillerie ne sont prévues pour supporter le doublement du poids du vitrage. Il est important également de renforcer l'étanchéité de la fenêtre.

**• MENUISERIES EXISTANTES EN MAUVAIS ÉTAT****CAS : MENUISERIES EN MAUVAIS ÉTAT**

- **Remplacer le vantail existant par une menuiserie avec un double vitrage**

En conservant le dormant existant s'il est en bon état.

Rapide et sans dommage pour l'environnement immédiat de la baie (enduit, papier peint, baguette de finition, etc.), il nécessite toutefois un bon état sanitaire du dormant de l'ancienne fenêtre.

Il est réalisé en mettant en oeuvre par recouvrement sur ce dormant une nouvelle fenêtre complète (dormant + ouvrant), en PVC, en aluminium ou en bois.

Avec cette méthode, il est essentiel d'éviter le confinement du dormant existant en s'assurant de sa bonne ventilation.

- Inconvénient : cette méthode sur épaissit les menuiseries et donc, en altère les proportions et crée une perte de luminosité à l'intérieur.

- **Remplacer toute la menuiserie par une menuiserie en double vitrage**

Opération plus lourde que la précédente, elle nécessite souvent des travaux de maçonnerie plus importants qui ne pourront préserver la décoration autour des baies.

Cette méthode est généralement retenue quand des contraintes d'ordre architectural existent, telles que le respect des lignes des cadres menuisés et des surfaces vitrées.

- Avantage : Le remplacement de la fenêtre complète (ouvrant et dormant) est la solution à retenir dans tous les cas où la fenêtre existante est en mauvais état. Elle apporte une isolation thermique et acoustique supérieure. Économiquement, c'est la solution la plus performante. Il est recommandé de choisir des fenêtres équipées d'un double Vitrage à Isolation Renforcée (VIR).





**CAS : DOUBLES-FENÊTRES EXISTANTES**

Une double fenêtre est plus performante thermiquement qu'une fenêtre en double vitrage.

**RECOMMANDATION** : les conserver impérativement

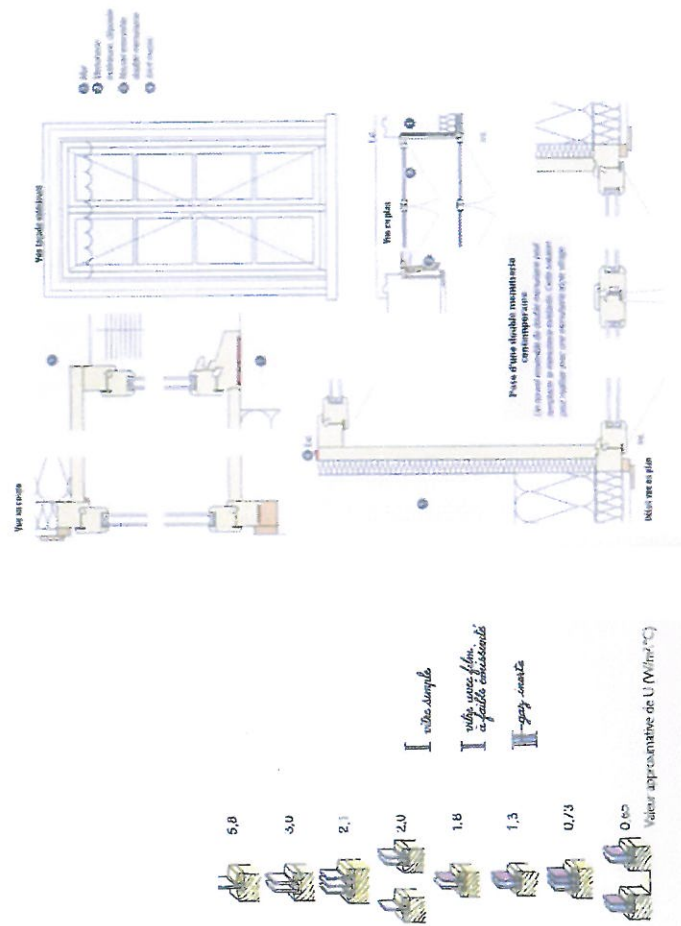
**CAS : FENÊTRES À INTÉRÊT PATRIMONIAL/BÂTIMENT À INTÉRÊT PATRIMONIAL**

Un simple vitrage performant pourra être mis en place suivant les cas de figure.

Certaines fenêtres ne peuvent pas accueillir de vitrage isolant, lorsque cela est possible, mettre en place des doubles fenêtres à condition de pouvoir les positionner coté intérieur.

Quelle que soit la solution choisie, il est impératif de maintenir les dimensions des clairs de vitrage et des menuiseries existantes, pour ne pas altérer la vision d'ensemble. Extérieurement, il faudra toujours veiller à garder l'aspect des menuiseries d'origine (couleur, rugosité, ombres,...).

**RECOMMANDATION**: les conserver, positionner des doubles fenêtres  
Installer un vitrage isolant sur la menuiserie existante  
Remplacer toute la menuiserie par une menuiserie avec vitrage isolant



## 11. LES VOLETS

### Rôle des volets

Les volets, constituent un élément protecteur complémentaire de la fenêtre, ceci hiver comme été :

- placés à l'intérieur, les volets permettent de réduire significativement les déperditions nocturnes et suppriment totalement l'effet de paroi froide de la fenêtre,
  - placés à l'extérieur, les volets contribuent à l'isolation l'hiver et réduisent surtout les surchauffes l'été en arrêtant le rayonnement solaire sur la fenêtre. Les volets persiennés permettent une ventilation nocturne tout en interdisant l'accès aux intrus.
- Nous préconisons de les préserver.



Fig 13. Contrevents bois persiennés

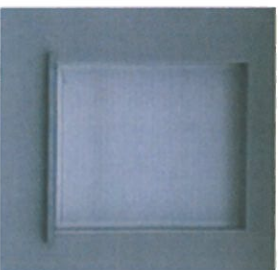


Fig 14. Volets roulants PVC

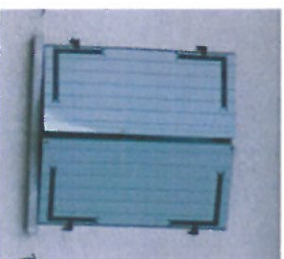


Fig 15. Volets bois à lames verticales



Fig 16. Volets bois à lames croisées à écharpe

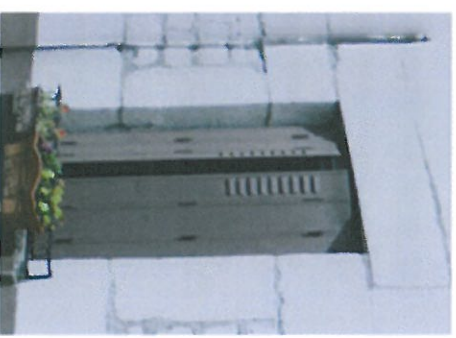


Fig 17. Volets à tableaux métalliques



## 12. 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 contact 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 liée au lavage des voiries (graisses, 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.

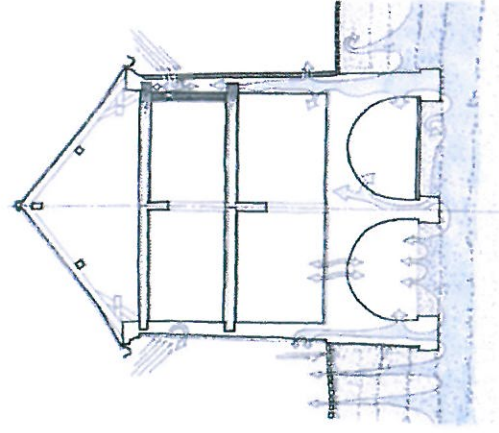


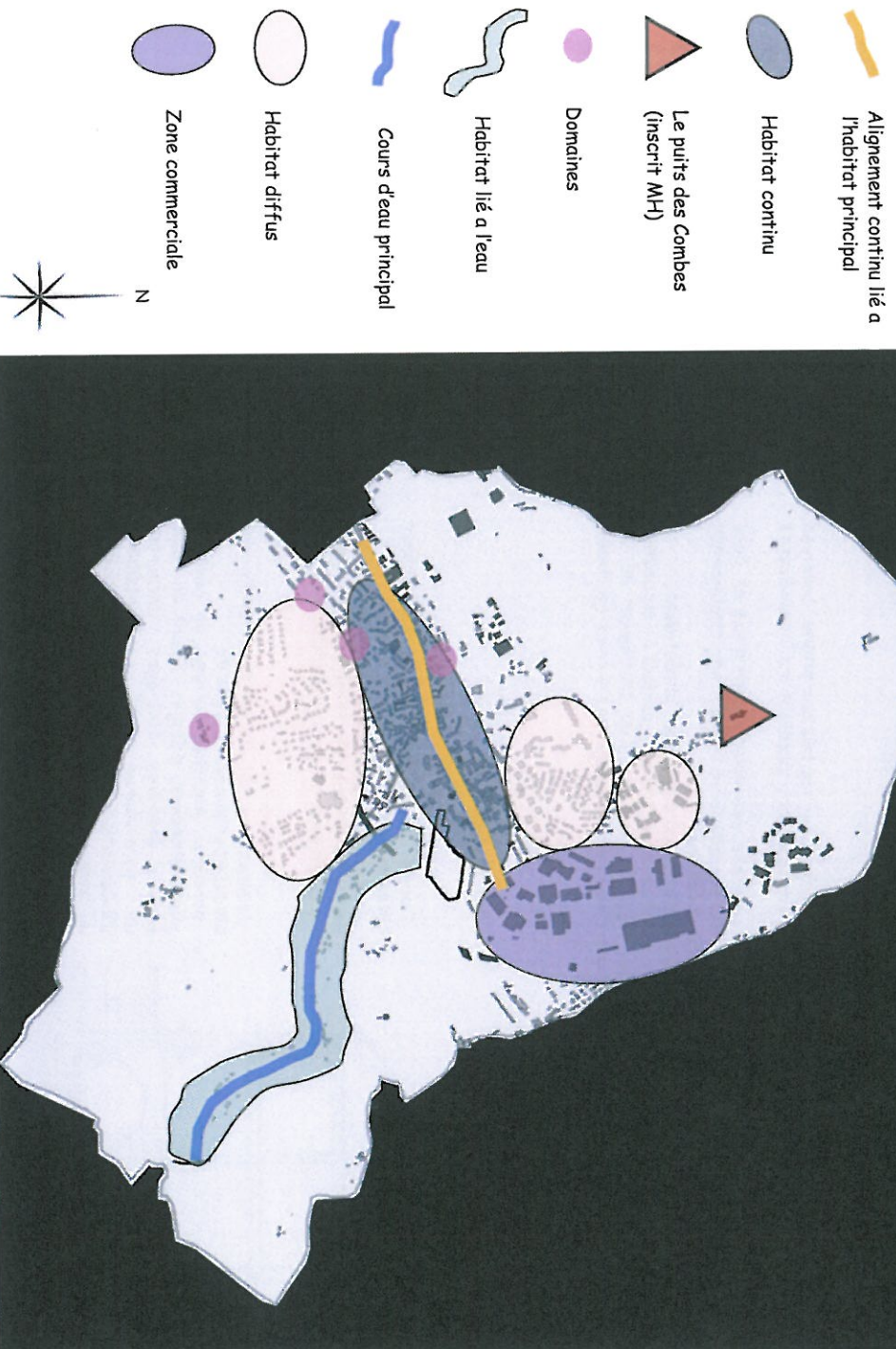
Fig 18. Revêtement de sol chaussée et trottoirs : bitume



Fig 19. Revêtement de sol rue Sadi-Carnot : bitume

### 13. SYNTHÈSES

#### • SENSIBILITÉS URBAINES





## • SYNTHÈSE DU PAYSAGE



TERRIL ST-PIERRE



LE PUITTS DES COMBES



Paysage vert

Paysage minier

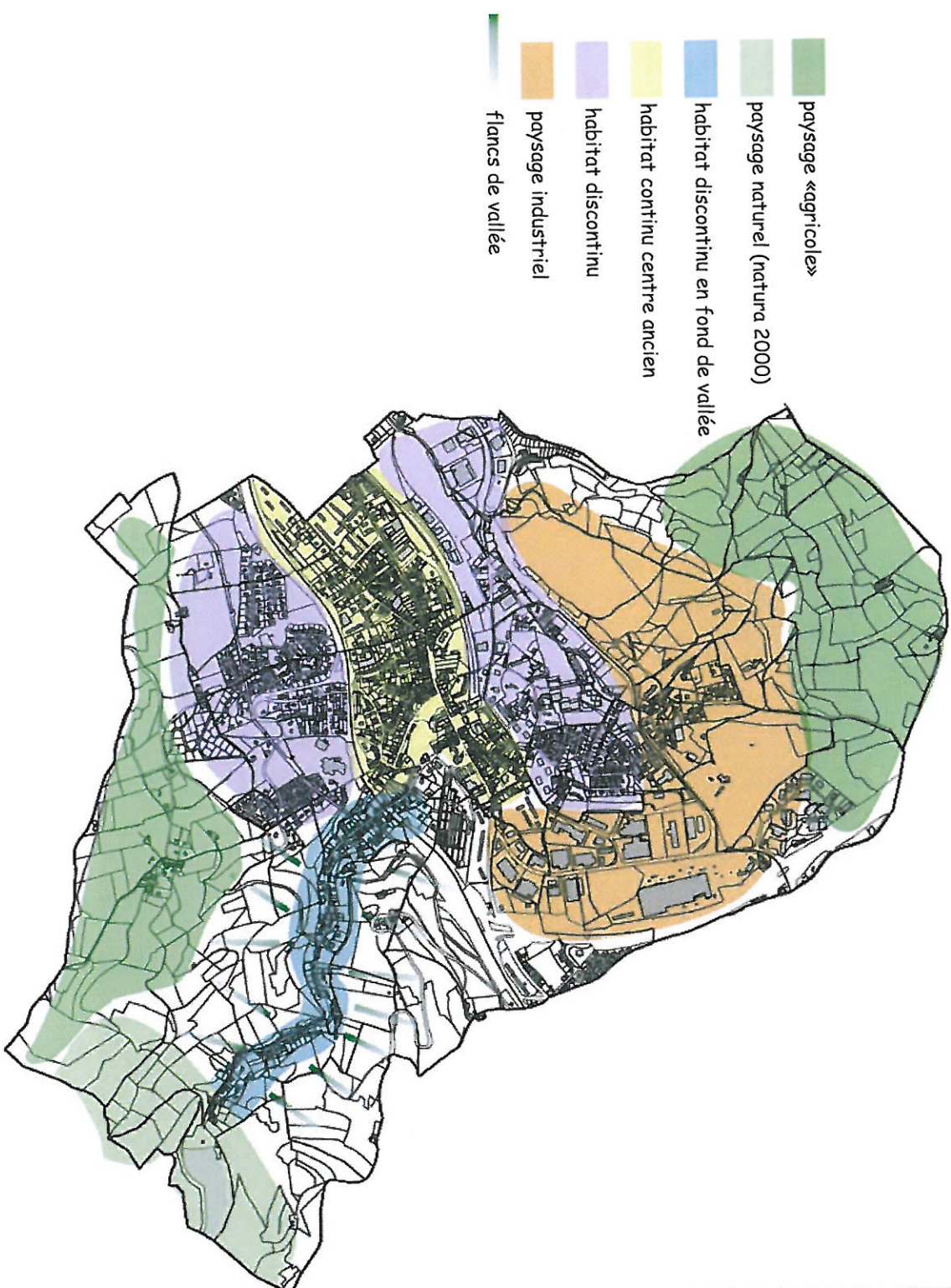
Paysage urbain

Paysage vert

Différentes strates contrastées composent le paysage de la commune :

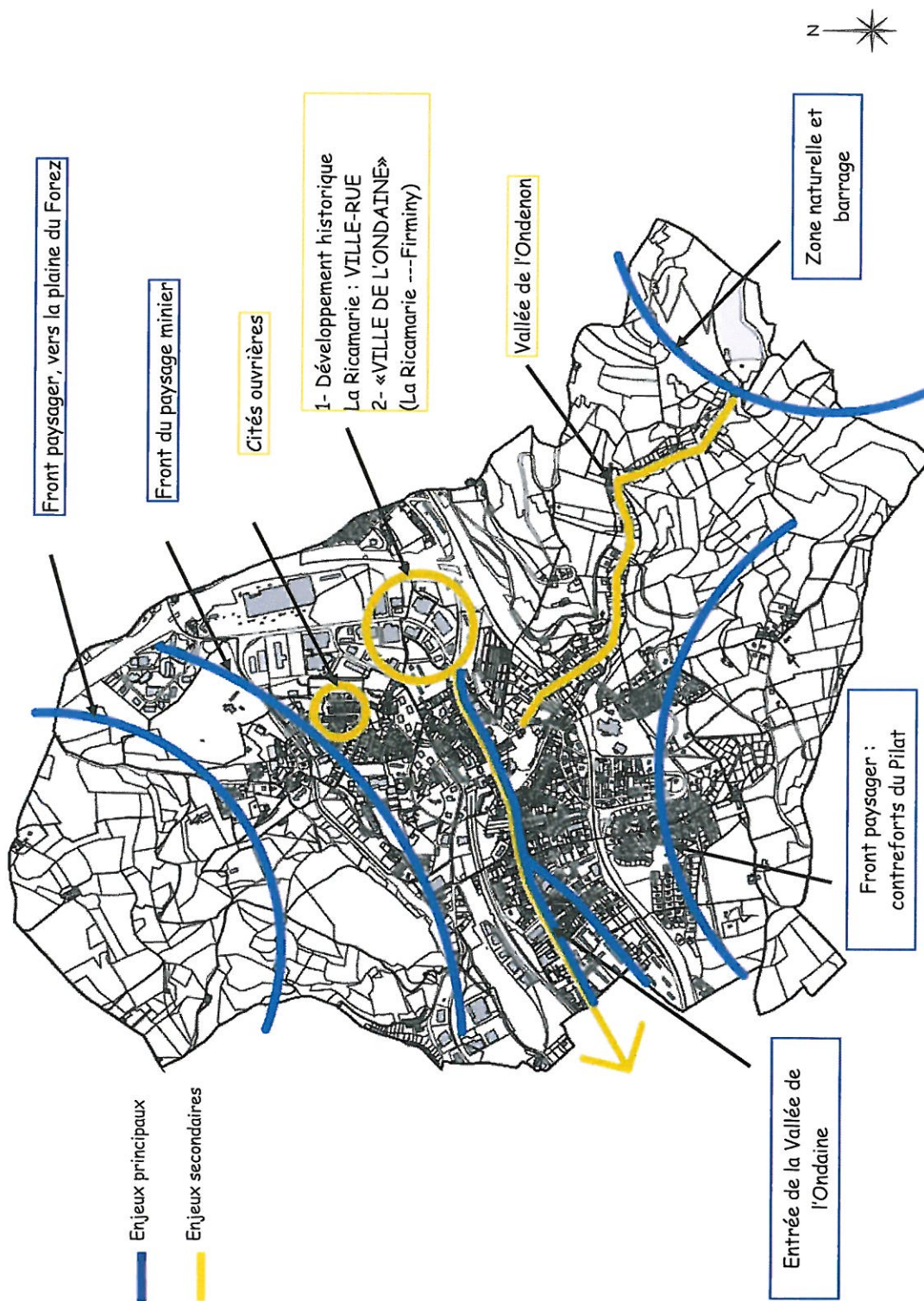
- Un **espace Minier** avec le Terril St-Pierre et le puits des Combes, ou le passé minier a empreints à jamais le site, marque le paysage soulignant ainsi l'identité de la commune
- Le **paysage urbain** du centre ville et de son expansion s'inscrit en contrebas du paysage industriel
- Un **paysage végétal** agricole et naturel sur les hauteurs (Plaine du Forez au nord ; contreforts du Pilat et vallée de l'Ondenon au sud) cadrent le champs de vision.

## • CARTES DES ENTITÉS

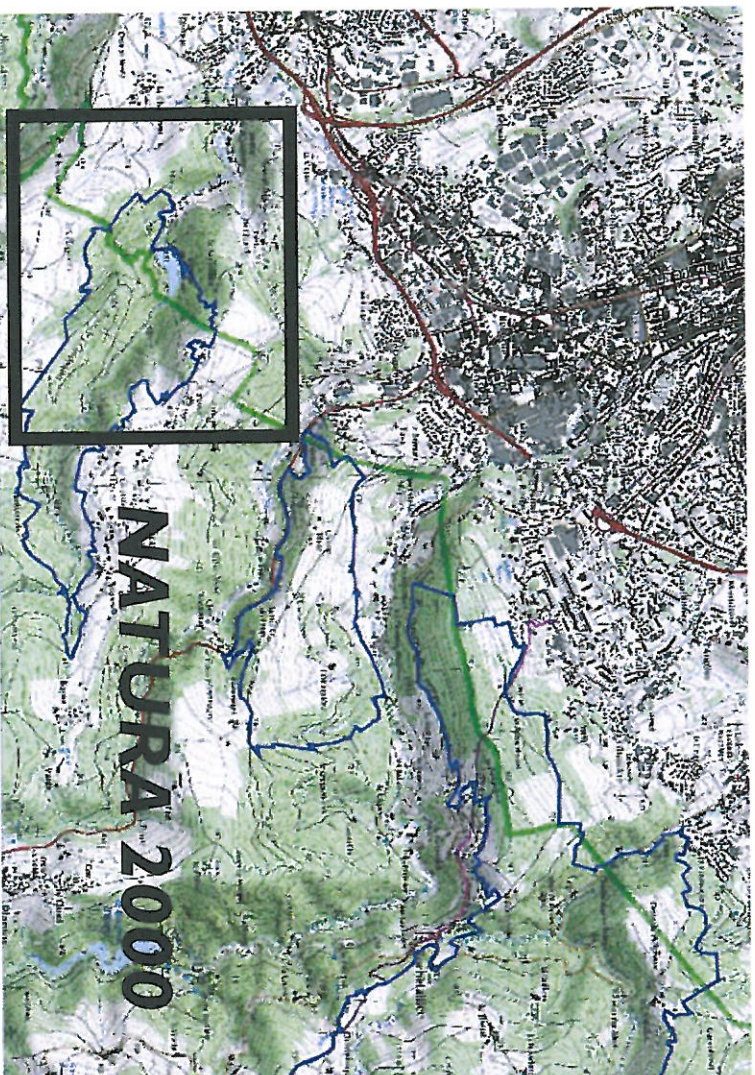




• LES ENJEUX

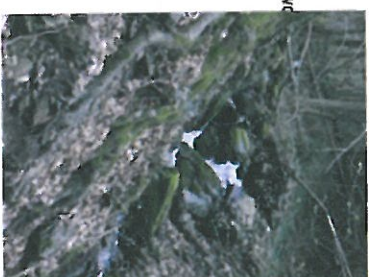






Kilomètres  
1 2

257  
IGNVauze\_SIGNature\_paysage\_biodiversitéZonages\_naturel  
Bj\_0202010Villes\_Ordreco\_corrrections\_PlanVilles\_Ordreco\_corrrections\_PlanVilles

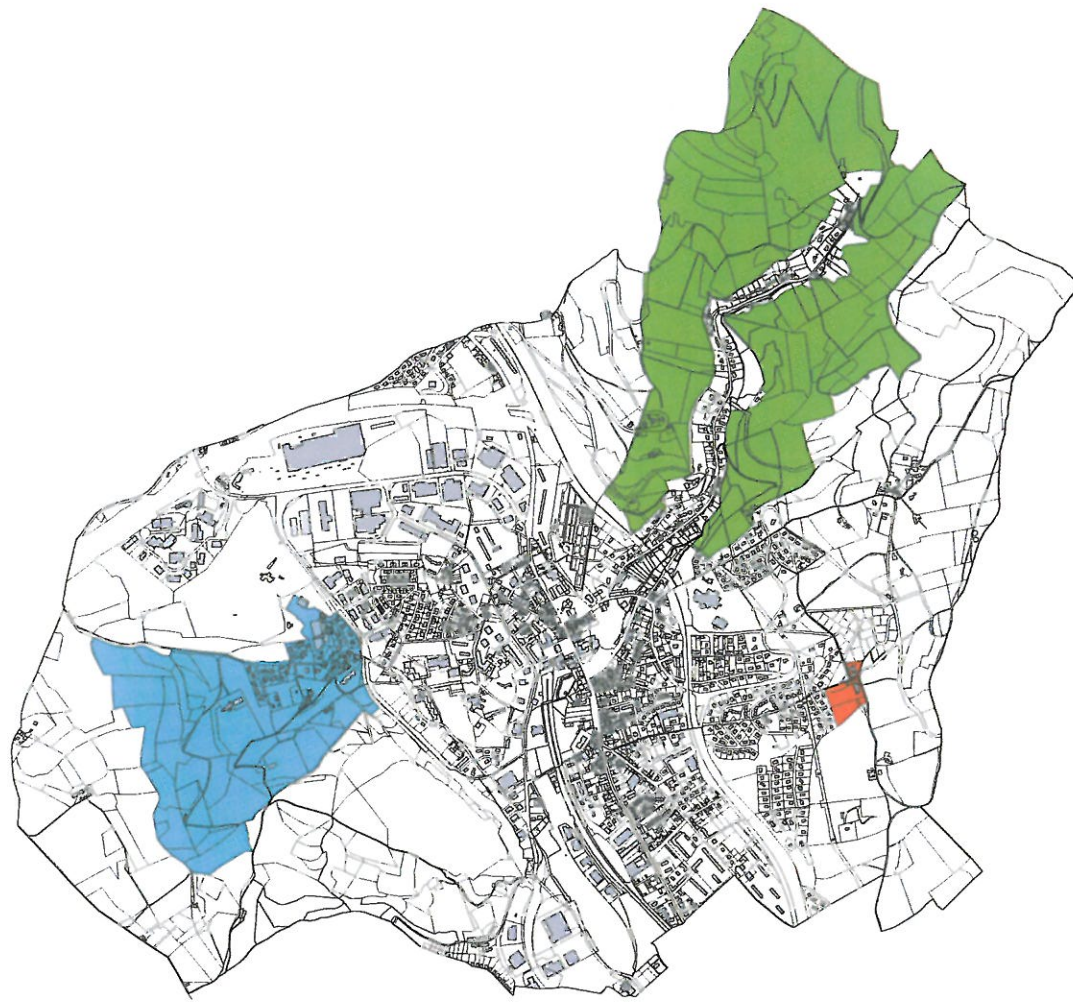


Source : [http://www.ville-larigamarie.fr/Site/Natura-2000\\_156.html](http://www.ville-larigamarie.fr/Site/Natura-2000_156.html)



## 14. CONCLUSION

### • LE ZONAGE



- Secteur 1  
S1 PENTE DE LA VALLÉE DE L'ONDENON
- Secteur 2  
S2 PAYSAGE MINIER
- Secteur 3  
S3 DOMAINE DU BESSY



**SOURCES IMPRIMÉES :**

- CONNAISSANCE DES BATIMENTS ANCIENS & ECONOMIES D'ENERGIE  
RAPPORT DE SYNTHESE - D6UHC / CETE DE L'EST / D6CB-LASH / MPF
- LA RENOVATION ECOLOGIQUE - P. LEVY - Terre Vivante 2010
- L'ISOLATION ECOLOGIQUE - J.P. OLIVIA - Terre Vivante 2010
- EXTRAIT DU COURS - J.F BLONDEL 1750
- ATHEBA
- ADEME

**SOURCES INTERNET :**

- <http://www.eco-strategie.fr/> - Dossier Natura 2000 Villereast
- <http://www.geoportail.com>
- <http://www.googlemaps.com>

