

SAINT LEONARD DE NOBLAT — HAUTE VIENNE S.P.R. PLAN DE SAUVEGARDE ET DE MISE EN VALEUR

Pièce 1.2 /6

Annexe au Rapport de présentation DOSSIER APPROUVÉ

SITE PATRIMONIAL REMARQUABLE DE SAINT-LEONARD-DE-NOBLAT 87400 D.R.A.C. NOUVELLE AQUITAINE COMMUNE DE SAINT-LEONARD-DE-NOBLAT

VU POUR ÊTRE ANNEXÉ à l'arrêté du 2 7 FEV. 2020 LE PREFET,

LE PREFET,
Pour le Préfet
le Secrétaire Général



Sommaire - annexes au Rapport de Présentation :

Fichier points de vue

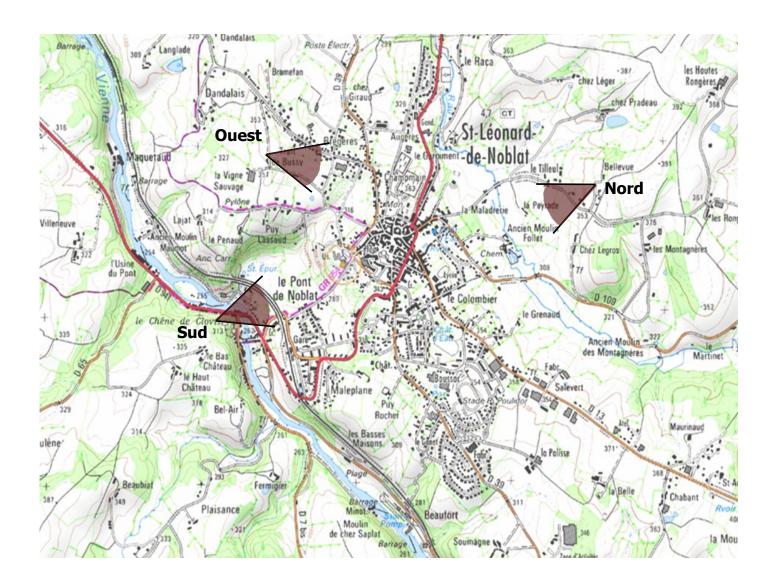
Fichier espaces publics

Rapport d'analyse par dendrochronologie dans le bourg de Saint-Léonard-de-Noblat Audit énergétique du bâti ancien de Saint-Léonard-de-Noblat

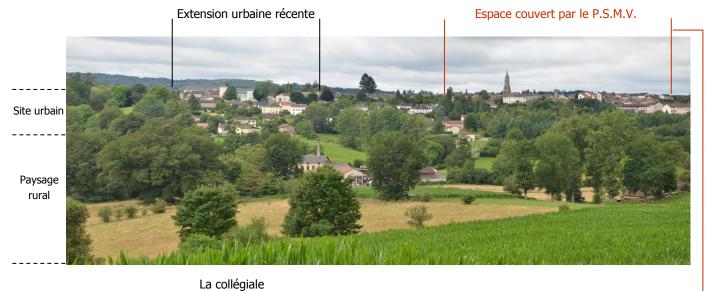
FICHIER POINTS DE VUE

_

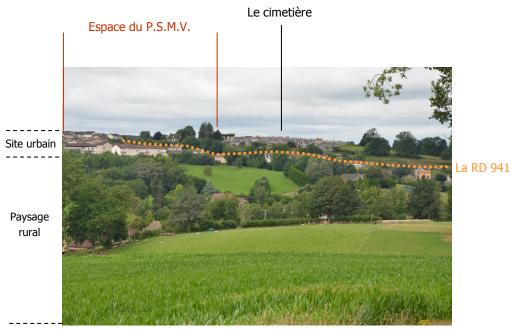
Les vues de l'extérieur vers Saint-Léonard-de-Noblat

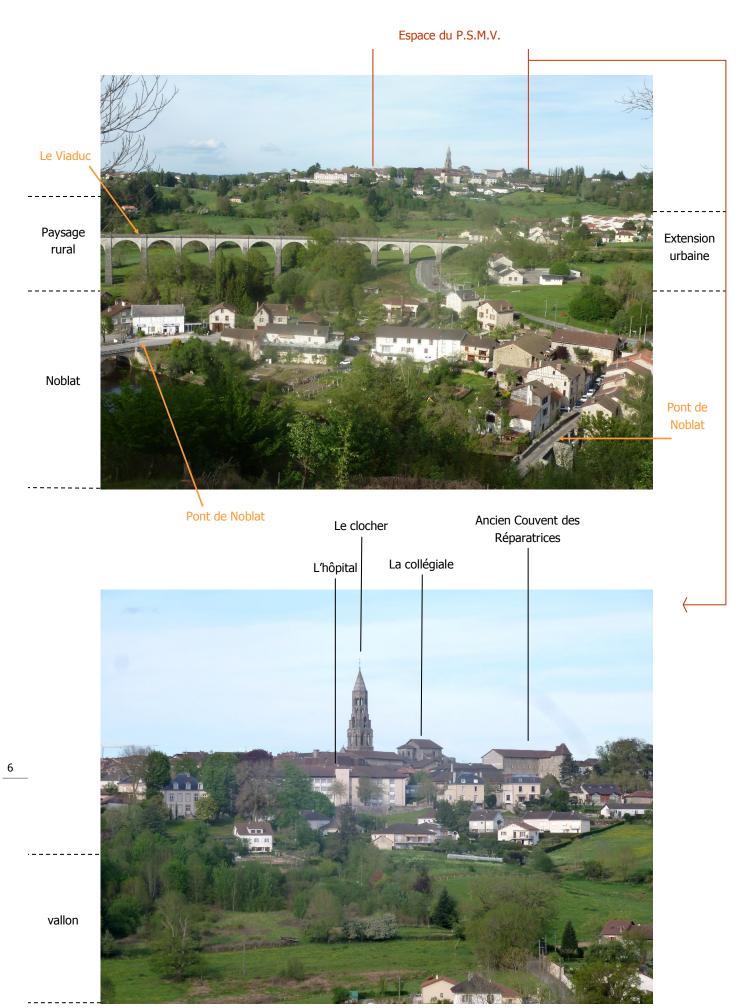


Les vues de l'extérieur vers Saint-Léonard-de-Noblat : point de vue Nord









Les vues de l'extérieur vers Saint-Léonard-de-Noblat : point de vue Sud



Evolution du paysage:

A cette époque, le pont de Noblat traversant la Vienne ainsi que le viaduc du chemin de fer étaient déjà présents. On retrouvaient également la petite entité urbaine de Noblat aux abords de la Vienne.

En revanche, les constructions à l'est du viaduc n'existaient pas; il s'agit donc d'une extension urbaine relativement récente. Enfin, sur les hauteurs du vallon, le bourg et le clocher de la collégiale font toujours partie du paysage.

En ce qui concerne le paysage naturel, on retrouve comme à l'époque, des champs délimités par des alignements d'arbre.

Perspective :

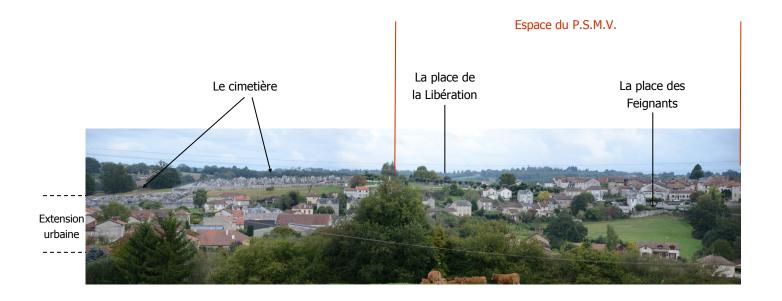
le Pont de Noblat, le viaduc, le vallon et ses boisements, le bourg et le clocher de la collégiale

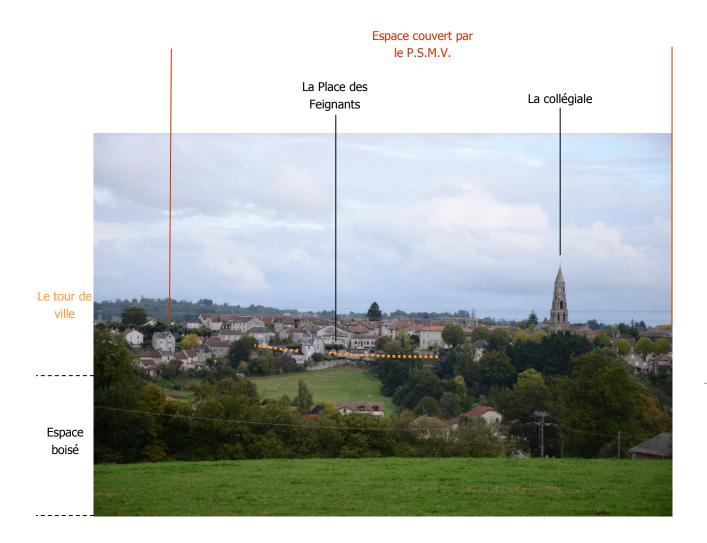
Intérêts du point de vue :

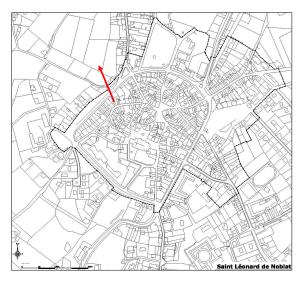
Enjeux / Préconisations :

Ce site et ses conséquences sont à prendre en compte dans l'Aire de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine de Saint-Léonard-de-Noblat.

Les vues de l'extérieur vers Saint-Léonard-de-Noblat : point de vue Ouest







Perspective:

Boulevard et paysage arboré du tour de ville

Localisation – origine du point de vue :

Passage Rambaud

Particularités :

Accès secondaire de tour de ville à rue principale (Georges Perrin) Poterne ?

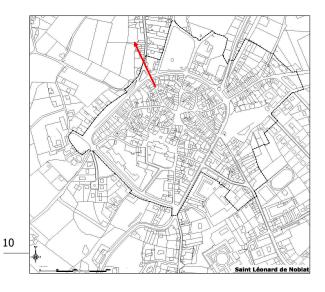
Documentation ancienne:

Préconisations:

Revêtement de sol de façade à façade (rue secondaire de caractère médiévale)

Non constructibilité de la cour dans l'axe du passage

Règles architecturales : traitement des murs, descente EU EP, ferronneries, couleurs, débords de toits



Perspective:

Boulevard et paysage arboré du tour de ville

Localisation - origine du point de vue :

Rue Jean Jaurès

Particularités:

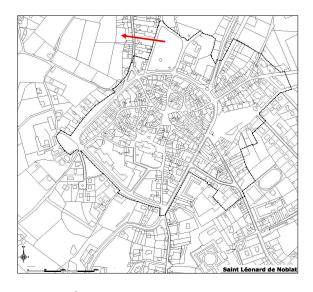
Documentation ancienne:

Préconisations:

Règles architecturales sur les enseignes commerciales









Perspective:

Paysage arboré du tour de ville et campagne environnante

Localisation - origine du point de vue :

Place de la Libération

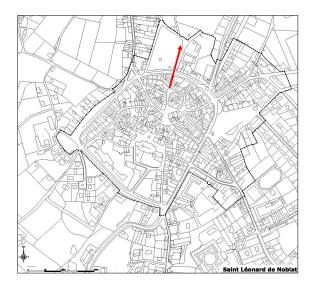
Particularités :

Place périphérique du centre-bourg

Documentation ancienne:

Préconisation:

Pas d'aménagements ou de plantations trop hauts pour ne pas boucher la vue sur la campagne



Perspective:

Le boulevard de tour de ville, l'esplanade et son monument

Localisation – origine du point de vue :

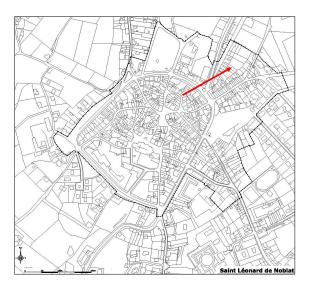
Rue Victor Hugo

Particularités :

Documentation ancienne:

Préconisation:





Perspective:

Boulevard et paysage arboré du tour de ville

Localisation – origine du point de vue :

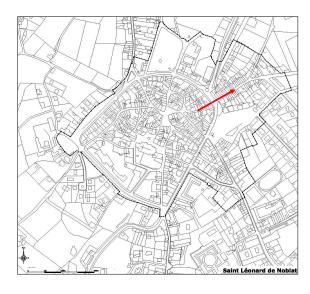
Rue Traversière

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:





12 **Perspective:**

Le boulevard de tour de ville, les rues des faubourgs

Localisation - origine du point de vue :

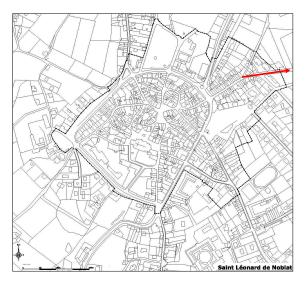
Rue de la Liberté

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:







Perspective:

Le paysage arboré du tour de ville et la campagne

Localisation - origine du point de vue :

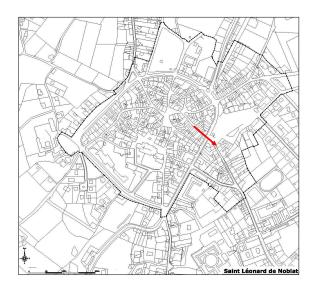
Rue du Colonel Ledot

Particularités :

Rue principale du faubourg Banchereau

Documentation ancienne:

Préconisation:



Perspective:

Le boulevard de ceinture, le Champ de Mars, le faubourg

Localisation – origine du point de vue :

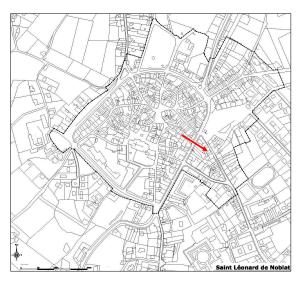
Rue de la Révolution

Particularités :

Documentation ancienne:

Préconisation:





Perspective:

Boulevard du tour de ville, faubourg

Localisation - origine du point de vue :

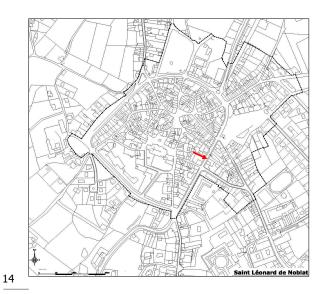
Rue des Sapeurs Pompiers

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation :





Perspective:

Boulevards du tour de ville

Localisation – origine du point de vue :

Rue des Coopérateurs

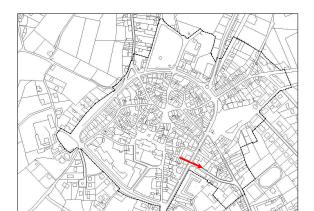
Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:







Perspective:

Les boulevards de ceinture, le faubourg

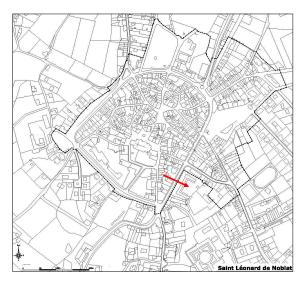
Localisation – origine du point de vue :

Rue de la Poste

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation :



Perspective:

Boulevard de ceinture, faubourg

Localisation – origine du point de vue :

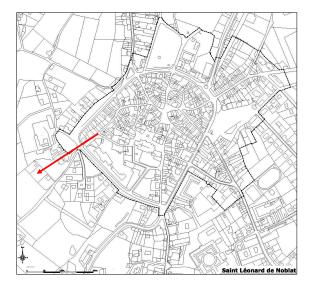
Rue des tanneries

Particularités :

Documentation ancienne:

Préconisation:





Perspective:

Le boulevard du tour de ville et paysage arboré du tour de ville.

Localisation - origine du point de vue :

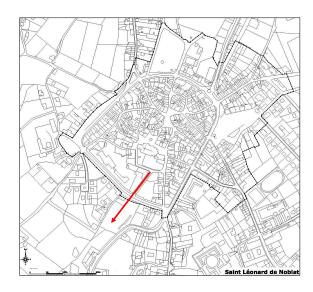
Rue Georges Perrin

Particularités :

Documentation ancienne:

Préconisation:







Perspective :

Le boulevard du tour de ville et paysage arboré du tour de ville.

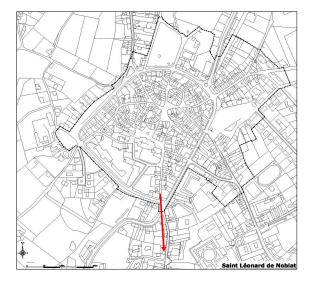
Localisation – origine du point de vue :

Rue Giraudoux

Particularités :

Documentation ancienne:

Préconisation:



Perspective:

Boulevard du tour de ville et paysage arboré autour de la ville

Localisation - origine du point de vue :

Rue Maréchal Foch

Particularités :

Entrée de ville historique : porte Fonpinou



Préconisations:

Règle de constructibilité limitée et d'accompagnement paysager – espace hors PSMV Dissimulation réseau et poteau dans l'axe de la rue – espace hors PSMV Revoir implantation signalétique – espace hors PSMV

Revoir positionnement des lanternes d'éclairage public pour en limiter l'impact visuel

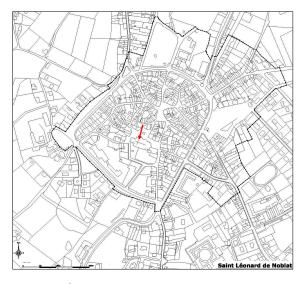
Revoir aménagement de sol dans le caractère des rues principales

Améliorer aspect et intégration du passage piéton- soit suppression (espace partagé zone 20) soit utilisation d'un matériau contrastant de bord à bord (réglementation PMR)

Marquage du seuil de ville

Règles architecturales : dissimulation des coffrets compteurs, boîtes aux lettres, ventouses





Perspective:

Clocher de la Collégiale

Localisation – origine du point de vue :

Rue des Etages

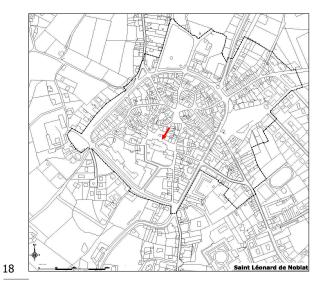
Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:

Enfouissement de la traversée aérienne du réseau Revoir positionnement de la lanterne d'éclairage public pour en limiter l'impact visuel Supprimer stationnement au pied de la collégiale

Revêtement de sol de façade à façade (rue secondaire de caractère médiévale)



Perspective:

La Collégiale

Localisation - origine du point de vue :

Rue Gay Lussac

Particularités:

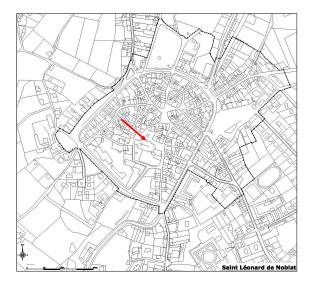
Documentation ancienne:

Préconisation:









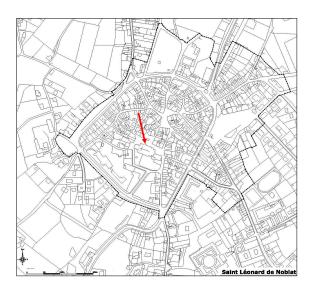
Perspective : Clocher de la Collégiale

Localisation – origine du point de vue : Rue du Clocher de la Collégiale

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:



Perspective : Clocher de la Collégiale

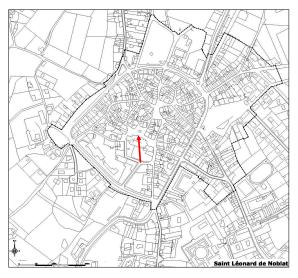
Localisation – origine du point de vue : Rue Saint-Léonard Collégiale

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:







Perspective:

Clocher de la Collégiale

Localisation - origine -du point de vue :

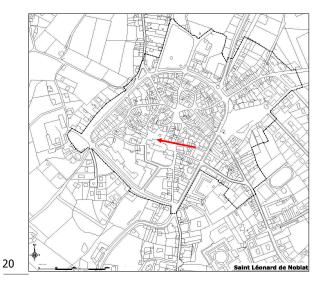
Rue Giraudoux

Particularités :

Documentation ancienne:

Préconisation:

Suppression du stationnement rue Roger Salengro pour rendre plus qualitative la vue sur l'ensemble de la collégiale



Perspective:

Clocher de la Collégiale

Localisation - origine du point de vue :

Rue des Coopérateurs

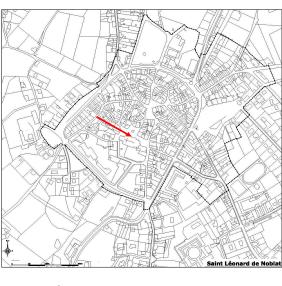
Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:

Enfouissement du réseau aérien





Perspective:

Clocher de la Collégiale

Localisation - origine du point de vue :

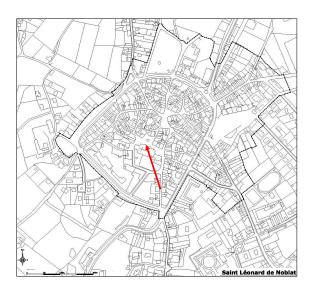
Georges Perrin

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:





Perspective :

Clocher de la Collégiale

Localisation – origine du point de vue :

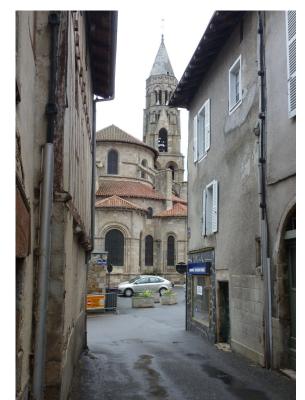
Rue Foch (Porte Fontpinou)

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:





Saint Léonard de Noblat

Perspective:

Clocher de la Collégiale

Localisation - origine du point de vue :

Rue de la Poste

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:

Suppression du stationnement au pied de la collégiale

Perspective :

22

Clocher de la Collégiale

Localisation - origine du point de vue :

Rue de Strasbourg

Particularités :

Rue du faubourg Bouzou

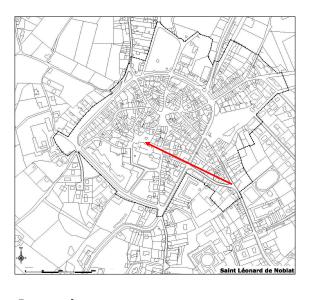
Documentation ancienne:

Préconisation:

Mieux intégrer la signalisation (panneaux de sens interdit)

Revoir la disposition du lampadaire afin de limiter l'impact visuel par rapport au clocher de la collégiale







Perspective:

Clocher de la Collégiale

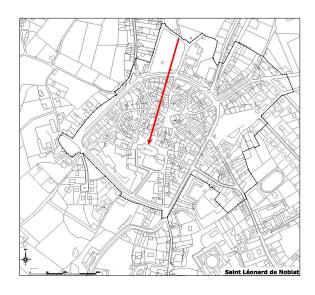
Localisation – origine du point de vue :

Rue de Strasbourg

Particularités:

Documentation ancienne:

Préconisation:





Perspective:

Clocher de la Collégiale

Localisation - origine du point de vue :

Place de la Libération

Particularités:

Place périphérique du tour de ville

Documentation ancienne:

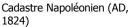
Préconisation:

Ne pas intégrer des plantations à hautes tiges qui gêneraient la vue

FICHIER ESPACES PUBLICS

Les espaces publics structurants : la place de la République



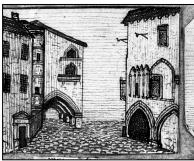




Plan d'alignement, (AD, 1862)



Carte postale ancienne



Gravure ancienne (AD)



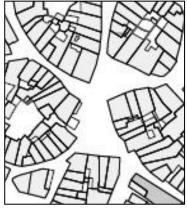
Ancien nom : Place de la Halle/ Place du Marché

Evolution : Au milieu du XIXème siècle, l'espace était encore divisé en deux places distinctes. Une partie était réservée au marché. Les devantures des commerces étaient en appliques et sont maintenant aménagées sous des arcades.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat et aménagement actuel : grande place minérale, espace bitumé

Valeur d'image : la grande place centrale de la ville

Fonctions: place de marché. Fonction commerciale: bars, restaurants, autres commerces et services. Passage des véhicules sur la place et présence de place de stationnements en périphérie.

Paysage urbain: Belle architecture aux abords de la place avec la présence de maisons médiévales ainsi que de la maison Tour Carrée. Le seuil avec la place de Noblat est marqué par un portique métallique. Vue sur la collégiale.

Diagnostic/problématiques:

- place a restructurer et requalifier
- réappropriation nécessaire du piéton et fonctions/usages à définir
- trop d'espaces de stationnement
- réflexion à mener sur les terrasses de la place pour une harmonisation d'ensemble

Les espaces publics structurants : la place de Noblat



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)



Cartes postales anciennes



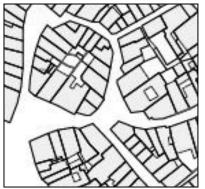
Ancien nom: Foro Vaccaru (F. Gaudy)

Evolution : Conservation de la même forme au cours du temps ainsi que de la fonction commerciale. A l'époque, la place de Noblat n'était pas traversée par des véhicules. On remarque également une disparition des portes en arcades.



Vue actuelle (atelier Lavigne, 2012)





Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : petite place bitumée reliée à la place de la République sous forme d'entonnoir, bacs à fleurs

Fonctions : fonction commerciale : boulangerie, pharmacie, boutique de vêtement, coiffeur... Passage des véhicules sur la place (« place giratoire ») et présence de stationnements sauvages.

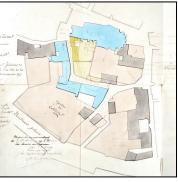
Paysage urbain : haut bâti qui donne un caractère de place contrairement au traitement du sol.

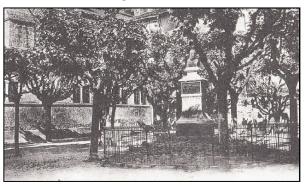
Diagnostic/problématiques:

- place à requalifier et usages à définir
 - trop grande présence de l'automobile
 - lien avec la place de la République à interroger

Les espaces publics structurants : la place Denis Dussoubs







Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Plan d'ensemble, (AD, 1861)

Carte postale ancienne

Ancien nom:

Evolution : La place Denis Dussoubs n'existait pas au début du XIXème siècle, il s'agissait d'un presbytère. En comparant les photos, on remarque une conservation des arbres plantés et du monument sur la place au cours du temps.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : petite place physiquement délimité au sol gravillonné. Elle correspond à une dent creuse. Présence de végétation avec des arbres plantés, d'un monument et des bancs de pierre.

Fonctions : Fonction de stationnement au niveau de la délimitation de la place avec la voie.

Paysage urbain : la place borde la collégiale et le jardin d'une villa du 18^{ème} siècle (forment un îlot). En face de la place, présence d'un îlot composé d'équipements publics (bibliothèque, espace culturel).

Diagnostic / Problématiques :

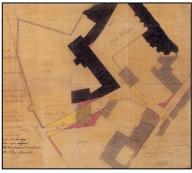
- usages à définir
- isolement de la place

Les espaces publics structurants : la place de la Collégiale



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Ancien nom : Place de la Mairie



Plan d'alignement, (AD, 1862)



Cartes postales anciennes

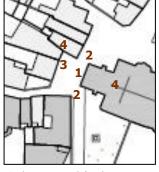






Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)





Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : petite place bitumée qui se situe à l'entrée de la collégiale, continuité avec la place Gay-Lussac, présence d'un bac à fleur

Fonctions: Stationnements

Paysage urbain : haut bâti, certaines façades à l'architecture remarquable, vue sur la collégiale

Diagnostic/Problématiques:

- place à requalifier : entrée de collégiale à valoriser (1), lien avec les autres places entourant la collégiale à interroger (2)
- traitement du sol qui n'est pas en adéquation avec le statut de place
- stationnement qui dénature le lieu (3)
- bâtiments à l'architecture remarquable aux abords à valoriser (4)

Les espaces publics structurants : la place Gay-Lussac







Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Cartes postales anciennes

Ancien nom: Rua inter las estacgias (F. Gaudy)

Evolution : La place Gay-Lussac a été construite autour d'une église et était à l'époque plus petite et de forme différente. On peut remarquer la destruction d'une parcelle bâtie qui a conduit à l'agrandissement de la place et à sa forme actuelle. La fontaine, quant à elle, a été conservée.



Plan actuel (atelier Lavigne, 2012)



Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : place bitumée formée de deux entités (haute et basse). Cette dernière correspond en partie à une dent creuse. Présence d'une statue/fontaine et peu de végétal.

Fonctions : stationnements au centre de la place et aux abords de la collégiale. Fonction commerciale.

Paysage urbain : la place se situe au pied du clocher de la collégiale. Présence de grandes maisons au fort caractère autour de la place.

Diagnostic/problématiques:

- usage à définir
- lien avec les autres places entourant la collégiale à interroger
- traitement de la place trop routier

Les espaces publics structurants : la place Wilson



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Ancien nom: A la Bel Arbre

Evolution:



Vue actuelle (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : petite place bitumée en continuité de la place Gay-Lussac. Absence totale de végétal et de mobilier urbain.

Fonctions : stationnements aux périphéries de la place et circulation automobile. Présence de services et commerces.

Paysage urbain : hétérogénéité du bâti. La place borde la collégiale et une belle maison du 18^{ème} siècle.

Diagnostic/problématiques:

- centre de l'espace public sans usage
- absence de mobilier urbain
- stationnement et circulation des véhicules dénaturant la place
- usage à définir
- lien avec les autres places entourant la collégiale à interroger

Les espaces publics structurants : la place des Coopérateurs



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)



Plan ancien (AD)

Ancien nom:

Evolution : en comparant les cadastres, on peut voir que cette place ainsi que le passage existaient déjà au début du 19^{ème} siècle.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : petite place bitumée, bacs à fleur. Présence d'un passage en fond de place qui mène rue de la Fraternité.

Fonctions: stationnements

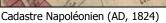
Paysage urbain : pas d'architecture remarquable

Diagnostic/problématique:

- Espace à requalifier
- Usage à définir : place ? parking pour les riverains ?
- Invisibilité de la présence d'un passage en fond de place

Les espaces publics structurants : la place du Champ de Mars







Plan ancien (AD)



Carte postale ancienne

Ancien nom: Champ de foire

Evolution : La place du Champ de Mars était autrefois le lieu d'accueil des foires. Quelques éléments tels que le lavoir ou le quai aux bestiaux ont d'ailleurs été conservés. La place s'est transformée pour devenir aujourd'hui un grand parking.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)

Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : grande place périphérique goudronnée à la topographie marquée (place en pente). Distinction de plusieurs sous-ensembles :

Nord-est : présence d'un ancien lavoir et château d'eau, d'alignements d'arbres et bancs Nord-ouest : présence d'un point de collecte des déchets et d'un ancien quai aux bestiaux qui donne sur une partie plus en contrebas de la place

Sud: présence d'un espace vert (réservoir) avec des arbres plantés, d'une statue représentant un bœuf et de l'office de tourisme

Fonctions : vaste espace de stationnement. Présence de quelques commerces et de services ainsi que d'un équipement public.

Paysage urbain : Bâti aux alentours à l'architecture généralement plus récente, notamment on peut voir l'apparition des premiers pavillons. Vue sur le clocher de la collégiale.

Diagnostic/problématiques:

- Plusieurs éléments historiques ne sont pas valorisés : lavoir, quai aux bestiaux (1)
- Vocation de stationnement à conserver (2)
- Présence d'un château d'eau inutile (3)
- Nécessité de revalorisation de l'office de tourisme : accessibilité, agrandissement (4)

Les espaces publics structurants : la place de la Libération







Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Cartes postales anciennes

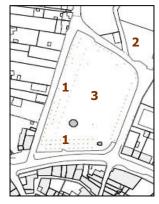
Ancien nom: Place Champmain

Evolution : Cette place était autrefois un espace naturel aménagé. On retrouvait une promenade en terre battue et un alignement planté de platane à haute tige. Une évolution a eu lieu avec l'aménagement d'un espace central réservé aux véhicules. On peut observer la conservation du kiosque ainsi que des alignements d'arbres. La vue sur le clocher de la collégiale a été conservée du fait de plantations plus basses, comme c'était le cas autrefois.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : grande place périphérique se composant de deux parties aux formes et fonctions distinctes : le centre de la place est sablé et réservé au stationnement. Au sud et à l'ouest de l'espace central, on trouve un espace vert avec des jeux pour enfants, bancs, tables de pingpong, arbres plantés et un kiosque. Le pourtour de la place est composé de bandes de pelouse, d'alignements d'arbres et de hauts lampadaires. Présence d'un point de collecte des déchets

Fonctions: stationnement dans la partie centrale. Fonction de loisirs dans l'espace vert notamment pour les enfants.

Paysage urbain : la place se situe à proximité du cimetière. Vue sur le clocher de la collégiale.

Diagnostic/problématiques:

- fonction de loisir et aspect « espace vert » de la place intéressants (1)
- lien avec le cimetière à interroger (2)
- réflexion sur l'espace de stationnement (3)

11

Les espaces publics structurants : la place du 14 Juillet



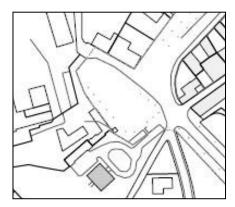


Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Plan d'alignement (AD, 1817)

Ancien nom:

Evolution:



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : place périphérique goudronnée. Le pourtour de la place est composé de bandes de pelouse et alignements d'arbres. Présence d'un point de collecte des déchets.

Fonctions : cette place comporte une quarantaine de places de stationnement.

Paysage urbain : place située dans le tour de ville. Elle se situe à proximité de la mairie et anciennement du couvent des Récollets. Vues extérieures sur la campagne.

- espace public faisant office de parking, plus de statut de place
- lien avec la mairie à interroger

Les espaces publics structurants : Boulevard Carnot







Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Cartes postales anciennes

Ancien nom: Boulevard de la Promenade

Evolution : Cet axe ne connaissait pas autrefois un traitement routier et il n'existait pas de places de stationnement aux abords. Il y a donc eu évolution des matériaux le composant et de la fréquence automobile. Les îlots aux alentours du boulevard étaient moins denses. On remarque au contraire une conservation des alignements plantés.





Vue actuelle (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : boulevard dont les trottoirs sont composés de pelouses, bancs et lampadaires. Présence d'alignements d'arbre en EBC des deux côtés de la voie. A l'est, conservation d'une petite partie de l'enceinte du tour de ville. Cet axe a été récemment réaménagé de façon satisfaisante.

Fonctions : axe principal du tour de ville comprenant trois entrées pour le cœur de ville. Présence d'un équipement avec l'îlot comprenant le nouvel hôpital. Fonction de stationnement tout le long du boulevard des deux côtés de l'axe.

Paysage urbain : vues extérieures sur la campagne. Architecture en rupture du nouvel hôpital avec la structure médiévale du bourg.

Diagnostic/Problématiques:

- réflexion à mener sur l'évolution de l'îlot de l'hôpital

Les espaces publics structurants : Boulevard Henri Barbusse



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

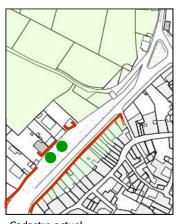
Ancien nom:

Evolution:





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : boulevard composé à l'ouest d'une esplanade avec un double alignement de platanes. L'autre côté de la voirie est aménagé de bandes de pelouse et de trottoirs avec des bancs et lampadaires.

Fonctions : axe principal du tour de ville comprenant deux entrées vers le cœur de ville. Fonction de stationnement tout le long du boulevard au niveau de l'esplanade.

Paysage urbain : cet axe borde des îlots composés de grandes maisons avec des jardins qui donnent sur le boulevard. Vues extérieures sur la campagne.

Diagnostic/problématiques:

- omniprésence du stationnement

Les espaces publics structurants : Adrien Pressemane







Carte postale ancienne

Ancien nom : Boulevard de Champmain/ Boulevard de Verdun ?

Evolution: Les façades bâties ont évoluées. Le rond-point à l'intersection de ce boulevard et de la RD941 n'existait pas.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : boulevard avec trottoirs de chaque côté (souvent monopolisés par les véhicules). A la fin du boulevard, présence d'un rond-point marquant une forte entrée de ville avec la D941. Etude de requalification de la D941 en cours.

Fonctions : axe principal du tour de ville avec deux entrées vers le cœur de ville. Fonction commerciale. Présence de places de stationnement.

Paysage urbain : Bâti à l'architecture plus récente que la structure médiévale du bourg. Boulevard qui borde la place de la Libération.

- peu de traversées sécurisées pour les piétons
- entrée de ville à requalifier

Les espaces publics structurants : Boulevard du Champ de Mars







Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Cartes postales anciennes



Vue actuelle (atelier Lavigne, 2012)

Ancien nom:

Evolution : A l'époque, le boulevard du Champ de Mars n'était pas traité comme un axe routier. Les îlots bordant cet axe étaient moins denses et beaucoup de nouvelles constructions sont aujourd'hui présentes au niveau de la partie extérieure au bourg => ce sont les faubourgs qui se sont densifier vers la fin du 19ème siècle



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : boulevard au fort passage automobile avec des trottoirs très étroits. Intersection avec arrivée de la RD19.

Projet de restructuration de l'îlot de la poste et étude de réaménagement du carrefour de la RD19 (av Champ de Mars et av de Strasbourg) en cours.

Fonctions : axe du tour de ville présentant quatre entrées vers le cœur de ville. Fonction commerciale et de services.

Paysage urbain : Bâti hétérogène mais présence de façades à l'architecture intéressante. Boulevard qui borde la place du Champ de Mars.

- entrée de ville à restructurer
- peu de traversées piétonnes sécurisées

Les espaces publics structurants : avenue du Maréchal Foch



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)



Plan ancien (AD, 1861)



Carte postale ancienne

Ancien nom : rue Fontpinou

Evolution:





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : grande voie droite, sol goudronné, absence de trottoirs

Fonctions : rue principale à sens unique qui rentre dans le centre depuis le sud et rejoint la place Wilson.

Paysage urbain : Au sud de l'avenue présence de l'hôtel Rigoulaine avec son architecture « remarquable » du 18^{ème} siècle. Vue extérieure sur la campagne.

Diagnostic/problématiques:

- Absence de liaisons piétonnes



Cadastre actuel atelier Lavigne, 2012)

Les espaces publics structurants : rue Jean Giraudoux







Plan d'alignement (AD, 1864)

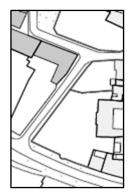
Ancien nom : C. de Leyssay / rue de la Caserne

Evolution : Au début du 19^{ème} siècle, la rue Jean Giraudoux n'avait pas le même tracé qu'aujourd'hui. Avec le plan d'alignement datant du milieu des années 1800, on peut effectivement voir le projet de changement de forme de la rue notamment avec la destruction d'une parcelle bâtie. Cela a conduit à un élargissement de cette rue et un tracé rectiligne.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel atelier Lavigne, 2012)

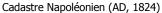
Etat actuel : rue rectiligne goudronnée avec des trottoirs étroits. Alignement d'arbres d'un côté de la voie.

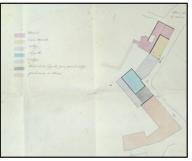
Fonctions : rue principale à double sens qui relie le tour de ville avec le cœur du bourg au niveau de la collégiale. Fonction de stationnement le long d'un côté de la voie.

Paysage urbain: Paysage végétal avec les jardins qui bordent cette rue dont un est en espace boisé classé (jardin de l'hôtel Rigoulaine). Présence d'un bâtiment à l'architecture remarquable (ancienne prison). Vue extérieure vers la campagne

Les espaces publics structurants : rue Roger Salengro







Plan de masse des anciens bâtiments du couvent des filles de Notre-Dame (Service de l'inventaire et du patrimoine culturel, années 1850)

Ancien nom: Via de Subtus Monasteri (F.Gaudy) / Rue de la Mairie

Evolution : Autrefois la rue Roger Salengro bordait un grand pôle d'équipements publics (mairie, école et collège, chapelle, gendarmerie et prison). Aujourd'hui cet îlot a gardé sa fonction première mais les équipements diffèrent (bibliothèque, espace culturel...). Sur l'autre voie de la rue Salengro, la place Denis Dussoubs n'existait pas au début du 19^{ème} siècle ; on trouvait un presbytère à cet emplacement.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : rue goudronnée, trottoir très étroit d'un seul côté de la voie

Fonctions : rue principale à sens unique entourant une partie de la collégiale. Présence d'un pôle d'équipements publics concernant la culture et le loisir (bibliothèque, espace culturel). Fonction de stationnement tout le long de la rue d'un seul côté de la voie.

Paysage urbain: vue sur la collégiale. Présence d'un paysage végétal par le biais des jardins privés et de la place Denis Dussoubs ainsi que d'une architecture « remarquable » : maison 18 ème siècle, pans de bois, bâtis des anciennes mairie et gendarmerie

Diagnostic/Problématiques:

- stationnement envahissant
- manque de place pour le piéton

19

Les espaces publics structurants : rue Jean Jaurès



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Ancien nom : rue du Four au Mas/rue Champlepot

Evolution : Un des axes les plus anciens de la ville qui a gardé le même tracé et phénomène d'élargissement et de rétrécissement.



Dessin des séquences de la rue (atelier Lavigne, 2012)





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : rue étroite qui s'élargit d'un coup puis rétrécit. Réaménagement récent peu satisfaisant sur cette rue.

Fonctions : rue principale qui rejoint la place de la République, en sens unique (vers le cœur de ville) puis en double sens sur la section proche de la place. Fonction commerciale.

Paysage urbain : façades de type médiéval. Présence d'un vestige des remparts au niveau de la porte de Champlepot. Vue extérieure sur la campagne.

Les espaces publics structurants : rue Victor Hugo



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Ancien nom: rue Champmain

Evolution:

Un des axes les plus anciens de la ville lié à la porte Champmain, itinéraire vers la chapelle Saint-Martin et le cimetière implantés en dehors les murs.







Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : rue aux trottoirs très étroits, bacs à fleurs

Fonctions : rue principale à sens unique (vers l'extérieur) qui relie la place de la République, Fonction commerciale : fleuriste, magasin de poterie... et un restaurant avec terrasse donnant dans la rue

Paysage urbain : bâti dense et en hauteur avec des arcades et façades en pans de bois. Vue extérieure sur la place de la Libération.

Les espaces publics structurants : rue de la Liberté



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)



Cartes postales anciennes



Ancien nom:

Evolution : La rue de la Liberté a gardé au fil du temps sa fonction commerciale. En comparant les cadastres on peut voir une conservation de la forme urbaine de cette rue. On remarque également la présence d'un passage qui menait vers le tour de ville et qui est encore existant aujourd'hui.



Vue actuelle (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : rue goudronnée en courbe, trottoirs, bacs à fleurs

Fonctions : rue principale à sens unique (vers le centre) qui relie le tour de ville à la place de Noblat. Fonction commerciale avec la présence de nombreux commerces et services en rez-de-chaussée.

Paysage urbain : Front bâti dense. Présence d'un espace en friche dans la séquence de milieu de rue.

Diagnostic/Problématique:

- espace en friche à aménager

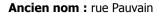
Les espaces publics structurants : rue de la Révolution



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)



Plan d'alignement (AD, 1864)



Evolution : On remarque une conservation de la forme urbaine ainsi que de la fonction commerciale. La rue de la Révolution comportait un passage vers le tour de ville toujours présent.



Cartes postales anciennes





Vue actuelle (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : rue étroite goudronnée, trottoirs, bacs à fleurs

Fonctions : rue principale à sens unique (vers l'extérieur) reliant le tour de ville à la place de Noblat.

Fonction commerciale en rez-de-chaussée.

Paysage urbain : Front bâti dense présentant parfois une architecture en pans de bois. Présence d'un passage menant au tour de ville en milieu de rue.

Les espaces publics structurants : rue des Sapeurs-Pompiers







Plan d'alignement (AD, 1864)



Carte postale ancienne

Ancien nom : rue des Trois Pigeons/rue des Trois Pommes

Evolution : Conservation du bâtiment des halles à son emplacement initial.







Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : rue étroite, absence de trottoirs

Fonctions : rue principale à sens unique (vers l'extérieur) qui relie le tour de ville à la Place de la République.

Paysage urbain : Front bâti dense. Présence des halles à l'architecture en arcade

- absence de cheminements piétons sécurisés
- gabarit de voie non adapté au passage des véhicules

Les espaces publics structurants : rue des Coopérateurs



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Ancien nom: rue des Escaliers

Evolution : Au cours du temps, la placette et les deux passages menant rue de la Fraternité et rue de la Poste ont été conservés.





Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : route goudronnée, absence de trottoirs

Fonctions : rue principale à sens unique (vers le cœur de ville) qui relie le tour de ville et la place Wilson.

Paysage urbain: bâti dense. Présence d'une ouverture dans le bâti créant une petite place et se prolongeant en passage vers la rue de la Fraternité. Présence d'un deuxième passage de l'autre côté de la voie menant rue de la Poste. Paysage végétal par le biais des jardins privés et vue sur la collégiale.

- absence de cheminements piétons sécurisés
- vue à conserver

Les espaces publics structurants : rue de la Poste



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Ancien nom: C. Deu Pis

Evolution : En comparant les documents, on observe peu de changement au niveau de la rue de la Poste. On retrouve la vue sur la collégiale, le tracé rectiligne, le passage vers la rue des Coopérateurs et la végétation en début de rue.



Carte postale ancienne



Vue actuelle (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : route rectiligne goudronnée, absence de trottoir

Fonctions : rue principale à sens unique (vers l'extérieur) qui relie le tour de ville et la place Wilson. Fonction de stationnement.

Paysage urbain : bâti dense. Paysage végétal en début de rue avec un jardin privé. Vue sur la collégiale.

Diagnostic/problématiques:

- vue à conserver
- absence de cheminements piétons

26

Les espaces publics structurants : rue Georges Perrin



Cadastre Napoléonien (AD, 1824)

Ancien nom : rue Aumônière

Evolution:







Vues actuelles (atelier Lavigne, 2012)



Cadastre actuel (atelier Lavigne, 2012)

Etat actuel : longue rue en montée au réaménagement récent .

Fonctions : rue principale à double sens

Paysage urbain : Unité du front bâti mais différentes façades. Présence d'une

architecture typique et riche.

Les espaces publics structurants : les rues secondaires





Rue du Clocher

Ancien nom : rue sous les arbres

Evolution : on peut observer un tracé et des angles de façade identiques à l'ancienne rue du Clocher. Le bâti dense et en hauteur à également était conservé.

Cadastre Napoléonien et actuel





Etat actuel : rue étroite, goudronnée et sans trottoirs à la topographie marquée (montée vers la collégiale).

Fonctions : rue secondaire à sens unique (vers le cœur de ville) rejoignant la place Gay-Lussac.

Paysage urbain : bâti dense et en hauteur, qui semble à certains endroits plutôt dégradé. Présence de quelques traces de végétation. Vue sur le clocher de la collégiale.

Diagnostic/Problématiques:

- bâti dégradé à requalifier
- absence de liaisons piétonnes

Carte postale anciennes et vue actuelle





Rue Saint-Léonard

Ancien nom: rue Notre Dame

Evolution : Dans cette rue le bâti a été rénové mais il y a eu conservation des formes architecturales initiales. On retrouve également la vue sur la collégiale comme autrefois.

Cadastre Napoléonien et actuel





Etat actuel : rue goudronnée à la topographie marquée. Absence de trottoirs.

Fonctions: rue secondaire à double sens rejoignant la place Gay-

Paysage urbain : Bâti rénové. Présence de végétaux avec des jardins privés. Vue sur la collégiale.

Diagnostic/Problématiques:

- circulation à double sens pour les véhicules qui n'est pas adaptée au gabarit de la voie => privilégier les liaisons piétonnes

Carte postale anciennes et vue actuelle



28



Rue des Etages

Ancien nom: rue des Etals

Evolution:

Cadastre Napoléonien et actuel





Etat actuel : rue sinueuse, goudronnée et sans trottoirs

Fonctions : rue secondaire à sens unique permettant de rejoindre la place de la République et la place Gay-Lussac. Fonction commerciale.

Paysage urbain : Présence de bâtis à l'architecture intéressante et de qualité et homogénéité des rez-de-chaussée en arcs. Différence d'alignement des façades.

Diagnostic/Problématiques:

- rue à la circulation piétonne : enjeu de piétonisation puisqu'elle permet de rejoindre deux places

Les espaces publics structurants : les rues secondaires





Cadastre Napoléonien et actuel

Rue Gay-Lussac

Ancien nom : Rua inter las estacgias (F. Gaudy)

Evolution:





Carte postale anciennes et vue actuelle

Etat actuel : courte rue goudronnée

Fonctions : rue secondaire piétonne qui est l'unique dans le centrebourg de Saint-Léonard. Elle permet de lier la place de Wilson et la place Gay-Lussac. Fonction commerciale.

Paysage urbain : Front bâti dense. Présence d'une architecture « remarquable » avec la maison Tour Ronde. Vue sur la collégiale.

Diagnostic/Problématiques:

- rue piétonne à préserver
- réflexion sur l'aménagement de continuités piétonnes à partir de





Cadastre Napoléonien et actuel

Rue Daniel Lamazière

Ancien nom : rue de la Conje

Evolution:



Carte postale anciennes et vue actuelle

Etat actuel : rue en pente, revêtement en bitume et absence de trottoirs.

Fonctions : rue principale à double sens qui rejoint la place de la Collégiale.

Paysage urbain: En début de séquence (vers la rue Georges Perrin), les îlots alentours sont aérés avec notamment une grande ouverture correspondant à un parking privé puis se densifient vers la fin de la rue avec un bâti en hauteur. Forte végétation au sein de cette rue par le biais de grands jardins privés. Vue sur la collégiale en fin de rue.

Diagnostic/Problématiques:

- absence de liaisons piétonnes

Rue de la Fraternité

Ancien nom:

Evolution:



Etat actuel:

Fonctions:

Paysage urbain:

Diagnostic/Problématiques:

29

Les espaces publics structurants : les passages



Nom: Passage Rambaud

Evolution:

Etat actuel: passage goudronné qui relie le tour de ville et la rue Georges Perrin

Paysage urbain : Vue sur le clocher de la collégiale



Nom: Passage Aumônière

Evolution:

Etat actuel: passage goudronné qui relie la rue Jean Jaurès et Georges Perrin. Une partie du tracé passe sous un bâtiment.

Paysage urbain : Présence de végétation (jardins privés)



Nom : Passage de la Pyramide

Evolution: Conservation au fil du temps du porche en fin de passage et des façades en pierre.

Etat et aménagement actuel : passage goudronné, recouvert de mousse, qui relie la rue Jean Jaurès et la rue Victor Hugo. Rétrécissement du cheminement en arrivant vers la rue Victor Hugo et présence d'un porche.

Paysage urbain : certains bâtis dégradés aux abords du passage.



Nom: Passage Champlepot

Evolution:

Etat actuel: passage goudronné qui relie la rue Jean Jaurès et la rue Victor Hugo

Paysage urbain : bâti dense et en hauteur



Nom : Passage Banchereau ou Traversière?

Evolution:

Etat actuel : passage qui relie le tour de ville et la rue de la Liberté.

Paysage urbain : bâti dense



Nom: Passage Equerre

Evolution:

Etat actuel: passage goudronné qui relie la rue des Coopérateurs et la rue de la Poste.

Paysage urbain : Présence de végétation (jardins privés)



Nom : Passage des Coopérateurs/ Passage des Trois Pigeons?

Evolution:

Etat actuel : passage étroit et goudronné situé au fond de la place des Coopérateurs et qui rejoint la rue de la Fraternité.

Paysage urbain: bâti dense





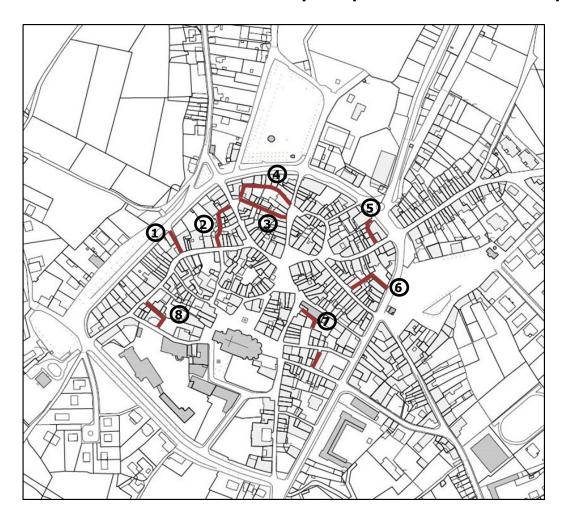
Nom : Passage Georges Perrin

Evolution : Ce passage existait au 19^{ème} siècle, mais une partie de ce dernier était plus large.

Etat actuel : passage à angle droit goudronné qui relie la rue Daniel Lamazière et Georges Perrin. Le revêtement au sol d'une partie est identique à celui de la rue Georges Perrin, récemment refait. L'autre partie est plus étroite et herbeuse.

Paysage urbain : Paysage végétal (jardins privés, plantations)

Les espaces publics structurants : les passages



Analyses par dendrochronologie dans le bourg de Saint-Léonard-de-Noblat (87)

Charpente du 5 rue Pasteur / Portique du 18 rue Jean Jaurès / Portiques du 23 rue Victor Hugo



1 – portique du 18 rue Jean Jaurès. 2 – semelle du portique de la pièce sur rue du 23 rue Victor Hugo. 3 – portique de la salle arrière du 23 rue Victor Hugo. 4 – charpente du 5 rue Pasteur.



Par Christelle BELINGARD, Docteur en sciences

Chargée d'études en dendrochronologie, dendrologie et anthracologie Chercheur associé au Géolab (UMR 6042)

05 55 39 61 58 - christelle.belingard@orange.fr



Dtalents Ingénierie, 29 avenue du Général Leclerc, 87100 Limoges

Etude financée par le bureau d'investigations archéologiques Hadès Responsable du projet : D. Paloumbas

1/ CONTEXTE

Dans le cadre de l'élaboration du Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV) de Saint-Léonard-de-Noblat, une étude archéologique du patrimoine bâti a été confiée à la société Hadès (D. Paloumbas). Plusieurs structures en bois présentant un intérêt architectural ou stylistique, découvertes dans des maisons du centre-bourg, avaient été proposées pour une analyse par dendrochronologie. A l'issue de la visite d'évaluation du potentiel de ces bois - longueur des séries de cernes, présence d'aubier / cambium, accessibilité (cf 2.2) - trois de ces structures ont finalement été retenues. Il s'agit du portique du 18 rue Jean Jaurès, des deux portiques du 23 rue Victor Hugo et de la charpente à pannes du 5 rue Pasteur.

2/ PRINCIPE DE L'ANALYSE PAR DENDROCHRONOLOGIE

2.1/ L'ARBRE, ENREGISTREUR PERMANENT ET AUTOMATIQUE DES VARIATIONS DE SON ENVIRONNEMENT.

Sous l'influence des facteurs environnementaux à impact permanent comme le climat et à impact occasionnel, comme les hommes, les animaux et les autres végétaux, la largeur des cernes annuels des arbres – c'est à dire la quantité de bois produit – varie d'une année à l'autre. L'utilisation des cernes de croissance des arbres à des fins scientifiques repose sur cette variabilité.

Pour chaque bois étudié, les largeurs des cernes sont mesurées sous loupe stéréoscopique avec une précision de 1/100 mm, afin de construire le patron de croissance de l'arbre dans lequel le bois a été débité (figure 1).

2.1.1/ Des variations temporelles

Lors de l'analyse du patron de croissance d'un arbre ou d'un groupe d'arbres, deux niveaux temporels de lecture peuvent être distingués (Fritts, 1987 ; Schweingruber, 1988) (figure 1).

Le signal de haute fréquence, dont le pas de temps est annuel, représente les variations rapides de la largeur des cernes. Il est presque exclusivement lié aux conditions climatiques durant la saison de végétation.

Le signal de moyenne et/ou basse fréquence, dont le pas de temps varie de quelques années à plusieurs dizaines d'années, est lié non seulement aux cycles et tendances

climatiques, mais aussi aux fluctuations des facteurs biotiques et à la tendance d'âge.

2.1.2/ Des variations spatiales

Les variations de croissance d'origine climatique sont observées à une échelle régionale, alors que les variations d'origine biotique comme les déboisements / chablis, régénération de la forêt / plantations, émondages, etc... sont observées à une échelle locale, voire stationnelle (Belingard et al., 1997).

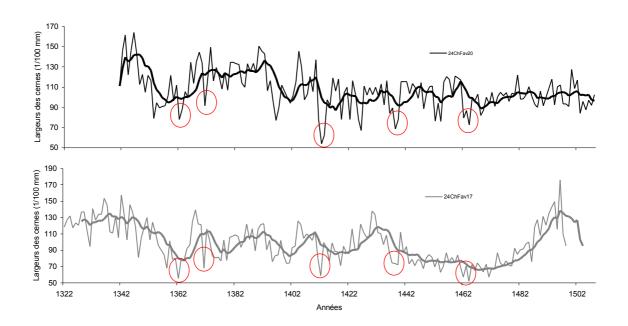


Figure 1 : patrons de croissance de deux bois de la même charpente. Signal de haute fréquence (traits fins) et signal de moyenne fréquence (traits épais). Signal commun d'origine climatique (cercles rouges).

2.1.3/ Des variantes d'un arbre à l'autre

La variabilité inter-individuelle du signal enregistré peut être importante. En effet, en fonction de ses exigences écologiques (liées à l'essence) et des particularités microstationnelles (substrat, statut dans le boisement...), chaque arbre inscrit dans ses cernes de croissance sa propre interprétation des variations de son environnement.

Il est admis que pour être le reflet d'un événement climatique, une variation donnée dans la largeur des cernes doit concerner plusieurs individus (Schweingruber et al., 1990) (figure 1). Les analyses dendrochronologiques sont donc menées sur des lots de bois – en général 6 à 10 bois par période chronologique supposée – afin de pouvoir travailler sur le signal climatique commun et de gommer les particularités individuelles en construisant une chronologie moyenne.

2.2/ LA DATATION DES BOIS ANCIENS

Quand l'analyse dendrochronologique vise à dater un bois ancien, c'est concrètement la date d'abattage de l'arbre dans lequel ce bois a été débité qui est recherchée, car elle

correspond, dans la plupart des cas, à la date de mise en oeuvre du bois sur le chantier (Hoffsummer 2002). C'est donc la date de l'élaboration du dernier cerne avant l'écorce qui est intéressante. Si la pièce de bois est équarrie, l'écorce et les derniers cernes ont disparu et la date d'abattage doit être estimée. C'est possible s'il s'agit de chêne et si au moins un cerne d'aubier a été conservé, car il est admis que l'aubier des chênes comporte entre 2 et 40 cernes (Lambert, 1998). S'il ne reste pas d'aubier – et pour toute autre essence que le chêne – seule une date *post quem* peut être donnée.

La datation par l'analyse dendrochronologique repose sur la comparaison – par glissement pas à pas – du patron de croissance des bois à dater avec le patron de croissance d'ensembles de bois déjà datés (références) (figure 2). L'objectif étant de trouver la position pour laquelle la ressemblance (le synchronisme) entre les courbes est statistiquement et graphiquement significative.

En raison de la variabilité inter-individuelle (voir 2.1.3), si un synchronisme satisfaisant entre deux patrons de croissance tend à prouver que les arbres étaient contemporains, une absence de synchronisme satisfaisant ne prouve pas que les arbres n'étaient pas contemporains.

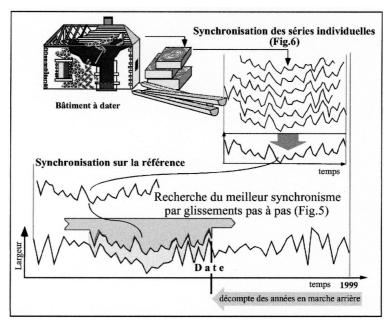


Figure 2 : datation de bois anciens (d'après Lambert, 1998)

Le nombre d'années de la série à dater est donc déterminant pour le succès de la datation. En effet, si la série est courte (< 50 ans), la probabilité que son patron de croissance ressemble à plusieurs périodes du référentiel est plus élevée. Concrètement, la recherche de synchronisme a les plus grandes chances d'aboutir lorsque le nombre d'années sur lequel porte la comparaison est supérieur à 80.

2.2.1/ Les calculs statistiques

La recherche de synchronisme est menée sur le signal de haute fréquence parce qu'il est quasi exclusivement d'origine climatique, c'est-à-dire enregistré à une échelle régionale et non perturbé par les changements environnementaux locaux d'origine biotique.

De fait, les calculs ne peuvent être réalisés directement sur les largeurs de cernes. En routine, deux tests statistiques permettent de quantifier la qualité du synchronisme.

Le premier est un test non paramétrique qui ne prend en compte que le sens de la variation interannuelle (Test de Eckstein, figure 3). Le second est un calcul de corrélation mené sur des données standardisées (indice Except visant à amortir le signal de basse et moyenne fréquence (Lambert et Lavier, 1992, Guibal, 1991)). La fiabilité du coefficient de corrélation est estimée par un test de Student.

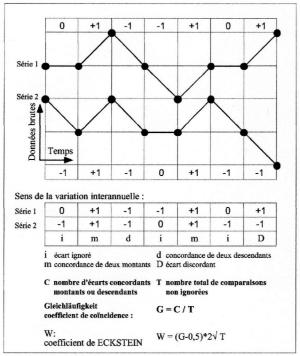


Figure 3 : test de Eckstein (1969)

2.2.2/ Présentation des résultats

La recherche de synchronisme par glissement produit une série de valeurs (figure 4) ; les meilleures propositions sont vérifiées graphiquement et une seule doit être jugée suffisamment exceptionnelle pour que la datation soit validée.

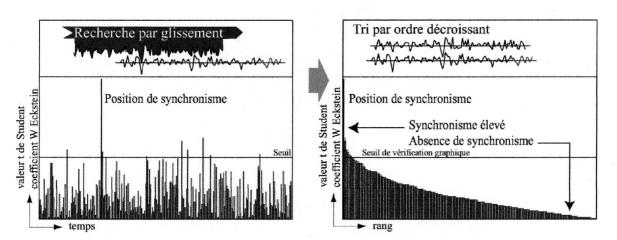


Figure 4 : recherche de synchronisme par glissement (graphique O. Girardclos et C. Perrault – Cedre).

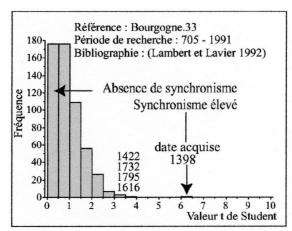


Figure 5 : présentation des résultats : justification du choix de la date (graphique O. Girardclos et C. Perrault – Cedre).

La décision de sélectionner l'une des propositions relève de la responsabilité du dendrochronologue ; c'est pourquoi la justification de ce choix est indispensable. Sur la figure de présentation des résultats (figure 5), plus la valeur de T correspondant à la date retenue est rejetée loin de la distribution statistique, plus le risque d'erreur est faible. La récurrence du résultat (même date proposée avec plusieurs références) est également un critère important pour la sélection de la date.

3/ MATÉRIEL ANALYSÉ

18 rue Jean Jaurès :

Le portique retenu est composé de deux poteaux, soutenant une poutre de forte section ; des contrefiches reliant les poteaux à la poutre assurent la stabilité de l'ensemble. Sa localisation actuelle, au milieu d'un salon, imposait des prélèvements discrets. Deux échantillons seulement étaient envisageables : le premier dans l'un des poteaux (duramen, proche de la limite d'aubier) et le second à une extrémité de la poutre (aubier).

23 rue Victor Hugo:

Deux portiques sont conservés au rez-de-chaussée de cette maison : le premier dans la salle donnant sur la rue, le second dans la salle aveugle suivante. Ils sont tous deux composés d'un poteau et d'une semelle reliés par des contrefiches, le tout supportant une poutre. Les deux poteaux sont de sections (au moins en partie) octogonales et agrémentés de sculptures – relief en pointe sous les contrefiches pour celui de la salle sur rue, anneaux pour le second. Les deux semelles présentent également des sculptures – assez semblables, bien que de dimensions différentes - à leurs extrémités (voir photos en couverture).

Quatre échantillons ont pu être prélevés dans les poteaux et les semelles des deux portiques. Celui du poteau de la salle sur rue, sans aubier, visait à renforcer la moyenne de site mais la série de cernes s'est révélée très courte (arbre jeune).

Un cinquième échantillon a été réalisé dans un poteau dont le style est identique à celui

de la salle arrière, mais qui est actuellement en remploi dans le plafond du réduit contigu à la salle sur rue.

5 rue Pasteur :

La charpente de cette maison est de type à fermes et à pannes. Les trois fermes qui la composent sont constituées d'un entrait, d'un poinçon et de deux arbalétriers. C'est surtout son contreventement qui a retenu l'attention des archéologues. En effet, si les pannes - faîtière, intermédiaires et sablières - n'ont rien d'exceptionnel, les liens de faîtage en revanche présentent un profil en « vagues » relativement travaillé (voir photo en couverture).

Des marques d'assemblage ont pu être relevées sur certaines pièces :

- I et λ sur l'entrait, le poinçon et les arbalétriers de la ferme située au sud-ouest du bâtiment ; III sur les deux liens de faîtage.
- pas de marques sur les bois de la ferme centrale mais marques II sur les liens de faîtage.
- III sur l'entrait et le poinçon de la ferme nord-est ; I sur les liens de faîtage.

Cinq échantillons ayant pour la plupart conservé un peu d'aubier ont pu être prélevés sur chacun des entraits, sur le poinçon de la ferme sud-ouest et sur l'arbalétrier ouest de la ferme centrale. Suite a une erreur de lecture (zone d'arrachement et changement de couleur au niveau de la moelle), l'arbalétrier a été pris pour un bois de brin, alors qu'il s'agissait d'un quartier, et prélevé « à l'envers ». Il manque donc probablement la moitié de son patron de croissance. Compléter la série de cernes n'a pas été possible puisque l'angle ayant conservé un peu d'aubier n'était pas accessible.

Ce sont au total 12 prélèvements qui ont été réalisés, à l'aide d'une tarière électrique Walesh et avec la collaboration de François Blondel (doctorant en dendrochronologie), sur l'ensemble des structures à étudier (tableau 1).

Lorsque c'était possible, un certain nombre de mesures et d'observations a été enregistré sur les bois échantillonnés – section, traces d'outils, mode de débitage (tableau 1B). Ces données sont fournies pour archivage (cf synthèses typo-chronologiques) et ne seront pas exploitées dans le cadre de ce rapport.

Tous les bois échantillonnés présentent les caractéristiques anatomiques du chêne à feuillage caduc, *Quercus fc* (Schweingruber, 1982) (tableau 1A). Les chênes caducifoliés dont l'aire naturelle de répartition inclut la région de Limoges sont le chêne pédonculé (*Quercus robur*) et le chêne sessile (*Quercus petraea*) (Rameau et *al.* 2009, Jacamon 2001).

Les largeurs des cernes de chaque échantillon ont été mesurées sous loupe stéréoscopique (chaîne de mesure semi-automatisée) avec une précision de 1/100 mm.

Une chronologie individuelle a été construite pour chacun des bois échantillonnés. La plus courte compte 26 ans (hugo2), la plus longue 170 ans (pasteur4) (voir plus loin tableau 2).

En raison d'une cassure au milieu de l'échantillon, pouvant être source d'erreur lors de la mesure des cernes et la construction du patron de croissance (manque possible de 3 ou 4 cernes), pasteur5 a été mesuré en 2 demi patrons de croissance pasteur5A et pasteur5B.

Identifiant	Localisation	Taxon	Anatomie DC	
18 rue Jean Jaurès				
jaures1	poteau sud	chêne fc	duramen	
jaures2	poutre	chêne fc	aubier	
23 rue Victor Hugo				
hugo1	semelle du portique de la salle sur rue	chêne fc	aubier	
hugo2	poteau du portique de la salle sur rue	chêne fc	duramen	
hugo3	poteau du portique de la salle arrière	chêne fc	duramen	
hugo4	semelle du portique de la salle arrière	chêne fc	aubier	
hugo5	poteau en remploi	chêne fc	duramen	
5 rue Pasteur				
pasteur1	entrait de la ferme centrale	chêne fc	aubier	
pasteur2	entrait de la ferme nord-est, marqué III	chêne fc	aubier	
pasteur3	arbalétrier ouest de la ferme centrale	chêne fc	х	
pasteur4	entrait de la ferme sud-ouest, marqué l	chêne fc	cambium ?	
pasteur5	poinçon de la ferme sud-ouest, marqué l	chêne fc	aubier	

Tableau 1A : Localisation et anatomie des bois échantillonnés. Anatomie DC : anatomie du dernier cerne observé sur le bois. Chêne fc : chêne à feuillage caduc.

Identifiant / fonction	Section (cm)	Traces d'outils	Débitage		
18 rue Jean Jaurès					
jaures1 - poteau	36 x 31	hache (?), peu lisible, surface altérée	brin		
jaures2 - poutre	34 x 27	hache (?), peu lisible, surface altérée	brin		
23 rue Victor Hugo					
hugo1 - semelle	21 x 16,5	doloire, gouge / ciseau (déco.)	brin		
hugo2 - poteau	20 x 19	doloire, ciseau (déco.) ?	brin		
hugo3 - poteau	16 x 15,5	x	brin		
hugo4 - semelle	21 x 13	doloire ? plane (déco.) ?? (peu lisible)	demi brin ?		
hugo5 - poteau	х	x	х		
5 rue Pasteur					
pasteur1 - entrait	29 x 22	doloire	brin		
pasteur2 - entrait	27,5 x 22	doloire	brin		
pasteur3 - arbalétrier	19 x 15	2 faces sciées	quartier		
pasteur4 - entrait	28,5 x 23	doloire	brin		
pasteur5 - poinçon	21 x 19	doloire	brin		

Tableau 1B : Dimensions et tracéologie des bois échantillonnés . Brin : bille équarrie. Quartier : brin scié en 4.

4/ RÉFÉRENTIFI UTILISÉ

Les références actuellement disponibles pour le chêne font partie des bases de données suivantes (réseau d'échange concerté des données) :

- base CNRS, version publique du 30 septembre 2002 (Auteurs : CNRS, Université de Franche-Comté, Besançon : Vincent Bernard, Virginie Chevrier, Claire Doucerain, Olivier Girardclos, Frédéric Guibal, Georges Lambert, Catherine Lavier, Christine Locatelli, Christophe Perrault, Patricia Perrier).
- base CEDRE (Christophe Perrault)
- base Christelle Belingard
- références communiquées par leurs auteurs :

La Pacaudière (03) contruite par Yvonne Trénard (CTB, Paris).

5/ DATATION

5.1/ Interdatation — construction des moyennes de sites

Les chronologies individuelles ont été comparées pour chaque ensemble deux à deux statistiquement et graphiquement. Des corrélations d'une qualité satisfaisante et la cohérence des corrélations croisées (pour la rue Pasteur) tendent à montrer que :

- le poteau et la poutre de la rue Jean Jaurès sont contemporains.
- la semelle du portique de la salle sur rue et le poteau en remploi rue Victor Hugo sont contemporains.
- les 5 bois échantillonnés dans la charpente de la rue Pasteur sont contemporains.

Ces bois ont été assemblés en 3 chronologies moyennes : JauresM1, HugoM1 et PasteurM1 (figure 6).

Trois chronologies individuelles de 26, 151 et 108 ans sont restées isolées à l'issue du processus d'interdatation ; il s'agit de hugo2, hugo3 et hugo4.

Il faut rappeler à ce stade de l'analyse que si un synchronisme statistique et graphique significatif entre deux patrons de croissance tend à montrer que les arbres étaient contemporains, l'absence de synchronisme significatif ne prouve pas que les arbres n'étaient pas contemporains.

Les 3 moyennes ainsi que les chronologies individuelles isolées de plus de 50 cernes hugo3 et hugo4 ont été comparées au référentiel de chêne de la période historique.

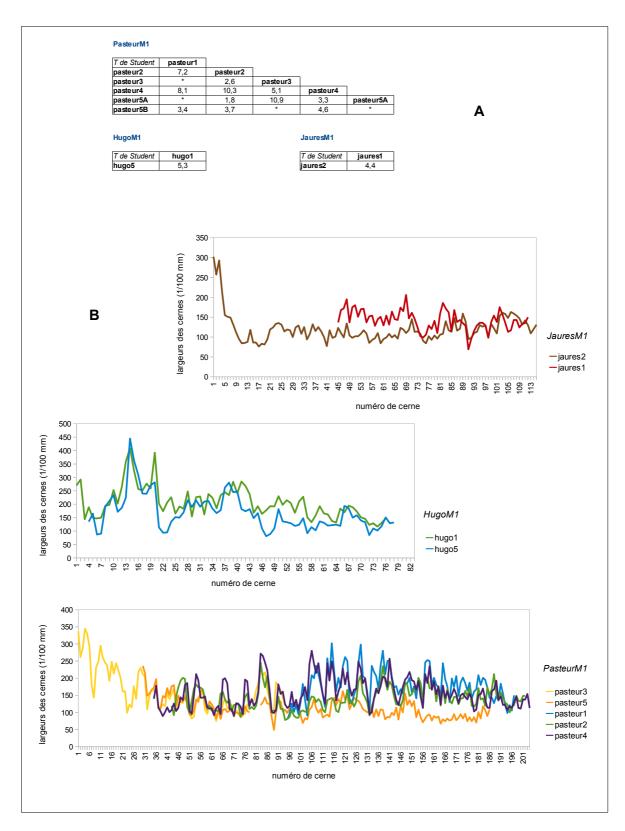


Figure 6: interdatation des patrons de croissance. **A**: Matrices de corrélations des trois chronologies moyennes. Valeurs du T de Student. Longueur de calcul (chevauchement des courbes) supérieure à 25 ans : risque d'erreur théorique < 0,001 quand T > 3,5, et risque d'erreur théorique < 0,01 quand T > 2,8. **B**: Concordance graphique des patrons de croissance composant les moyennes.

5.2/ Datation – Recherche de synchronisme avec les références

<u>Rappel</u>: la datation n'est effective que si les calculs statistiques révèlent un synchronisme significatif entre la chronologie à dater et plusieurs références les plus indépendantes possible les unes des autres, c'est-à-dire construites avec des bois différents.

Exemple de lecture des graphiques B : sur le graphique 7B, en Limousin-Auvergne, 17 références sur 28 proposent la date de 1578. 5 références avec 2,5 <T \leq 3,5 ; 5 références avec 3,5 <T \leq 4,5 ; 1 avec 4,5 <T \leq 5,5 ; 5 avec 5,5 <T \leq 6,5 ; 1 avec 6,5 <T \leq 7,5.

5.2.1 – La chronologie moyenne PasteurM1

La chronologie moyenne PasteurM1 est longue de 204 ans et elle représente les variations de croissance communes à 5 arbres. Les contraintes liées à la méthode sont pratiquement respectées et les conditions de la recherche de synchronisme sont bonnes.

La date de 1578, pour le dernier cerne mesuré de la moyenne, est proposée de façon récurrente par les calculs statistiques avec une valeur du T de Student supérieure à 2,5 (risque d'erreur théorique inférieur à 0,01). Plus de la moitié des références du Limousin-Auvergne et du Poitou-Charentes proposent 1578 (figure 7A). Le niveau de synchronisme atteint est élevé (figures 7B et C). Les meilleurs résultats de synchronisme sont obtenus avec des sites du Limousin, de l'Indre et du Puy de Dôme (figure 7C).

En conclusion, compte tenu de la longueur de la moyenne (+++), du nombre d'individus qu'elle représente (+) et de l'état du référentiel autour du site pour la période concernée (++) d'une part, de la récurrence de la proposition (++) et des niveaux de synchronisme observés (++) d'autre part, *la date de 1578 pour le dernier cerne mesuré de PasteurM1 est retenue avec un risque d'erreur quasi nul*.

5.2.2 – La chronologie moyenne JauresM1

La chronologie moyenne JauresM1 est longue de 115 ans mais elle représente les variations de croissance communes à 2 arbres seulement. Les contraintes liées à la méthode ne sont pas totalement respectées et les conditions de la recherche de synchronisme sont peu satisfaisantes.

La date de 1436, pour le dernier cerne mesuré de la moyenne, est proposée de façon très récurrente par les calculs statistiques avec une valeur du T de Student supérieure à 2,5 (risque d'erreur théorique inférieur à 0,01). Plus de la moitié des références du Limousin-Auvergne et du Centre proposent cette date. Le taux de réponses positives atteint ou dépasse les 70% en Midi-Pyrénées et en Poitou-Charentes (figure 8A). Le niveau de synchronisme atteint est relativement élevé (figures 8B et C). Les meilleurs synchronismes sont obtenus avec des références situées en Haute-Vienne, dans la Vienne, dans la région Centre et en Bourgogne (figure 8C).

En conclusion, compte tenu de la longueur de la moyenne (++), du nombre d'individus qu'elle représente (-) et de l'état du référentiel autour du site pour la période concernée (++) d'une part, de la récurrence de la proposition (+++) et des niveaux de synchronisme observés (+) d'autre part, *la date de 1436 pour le dernier cerne mesuré de JaurèsM1 est retenue avec un risque d'erreur faible*.

5.2.3 – La chronologie moyenne HugoM1

La chronologie moyenne HugoM1 est longue de 78 ans et elle représente les variations de croissance communes à 2 arbres seulement. Les contraintes liées à la méthode ne sont pas totalement respectées et les conditions de la recherche de synchronisme sont médiocres.

La date de 1468, pour le dernier cerne mesuré de la moyenne, est pourtant proposée de façon récurrente par les calculs statistiques avec une valeur du T de Student supérieure à 2,5 (risque d'erreur théorique inférieur à 0,01). Environ la moitié des références du Centre-Sud de la France proposent cette date (figure 9A) – Limousin-Auvergne, Midi-Pyrénées, Centre et Bourgogne. Le niveau de synchronisme atteint est relativement satisfaisant, notamment avec les sites Limousins (figures 9B et C). Les plus fortes ressemblances (meilleures corrélations) sont obtenues avec des sites du Limousin, du Lot et de la Nièvre (figure 9C).

En conclusion, compte tenu de la longueur de la moyenne (+), du nombre d'individus qu'elle représente (-) et de l'état du référentiel autour du site pour la période concernée (++) d'une part, de la récurrence de la proposition (++) et des niveaux de synchronisme observés (+) d'autre part, *la date de 1468 pour le dernier cerne mesuré de HugoM1 est retenue avec un risque d'erreur faible*.

5.2.4 – La chronologie individuelle hugo3

La chronologie individuelle hugo3 est longue de 151 ans mais elle représente les variations de croissance d'un seul arbre. Les contraintes liées à la méthode ne sont pas totalement respectées et les conditions de la recherche de synchronisme sont médiocres.

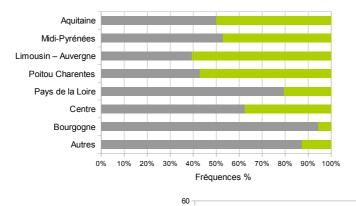
La date de 1481, pour le dernier cerne mesuré de la chronologie est proposée avec une certaine insistance par les calculs statistiques avec une valeur du T de Student supérieure à 2,5 (risque d'erreur théorique inférieur à 0,01), surtout dans le Centre et en Bourgogne (40 à 50% des références) (figure 10A). Le niveau de synchronisme atteint est plutôt bas (figures 10B et C), mais la récurrence de cette proposition peut difficilement être ignorée. A part celui du Lot, les « meilleurs » synchronismes sont obtenus avec des références situées assez loin au nordest et au nord-ouest de Saint-Léonard – Bourgogne, Pays de la Loire et Haute-Loire (figure 10C).

En conclusion, compte tenu de la longueur de la moyenne (+++), du nombre d'individus qu'elle représente (- -) et de l'état du référentiel autour du site pour la période concernée (++) d'une part, de la récurrence de la proposition (+) et des niveaux de synchronisme observés (-) d'autre part, 1481 apparaît comme la date probable d'élaboration du dernier cerne mesuré de hugo3. Mais le risque d'erreur n'est pas négligeable et cette date ne sera validée que si elle s'insère dans un faisceau d'indices concordants apportés par d'autres sources.

5.2.4 – La chronologie individuelle hugo4

Aucun synchronisme statistique et graphique significatif et récurrent n'a pu être mis en évidence entre hugo4 et les références. La chronologie individuelle *hugo4 n'est pas datée*.

Les séries de largeurs de cernes datées sont fournies en annexe.

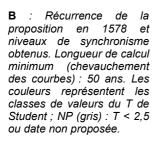


50

■ > 7,5 **1**6,5 – 7,5]

5,5 – 6,5]

A : Répartition géographique des références couvrant la période 1375 - 1578 (N = 311). vert les références proposant la date de 1578 avec . T > 2,5 et en gris les références proposant 1578 avec T < 2,5 ou proposant une autre date.



35

30 25

20 15

]5 – 5,5]]6 – 6,5]

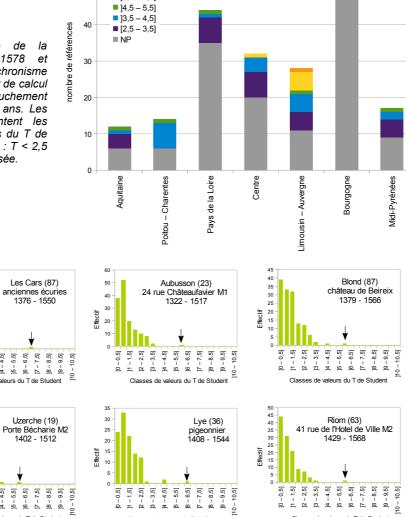
[5,7 – 7[

]4 - 4,5]

]3 – 3,5]]4 – 4,5]

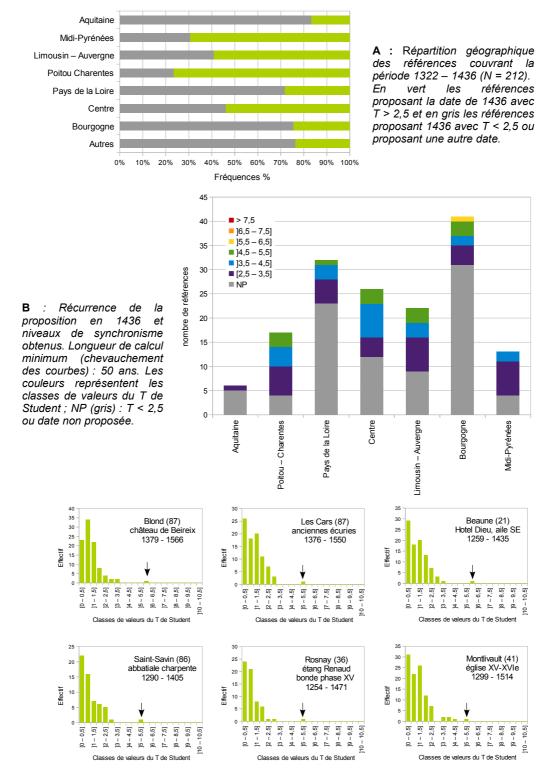
]5 – 5,5]]6 – 6,5]]7 – 7,5]

]2-2,5]]3-3,5]



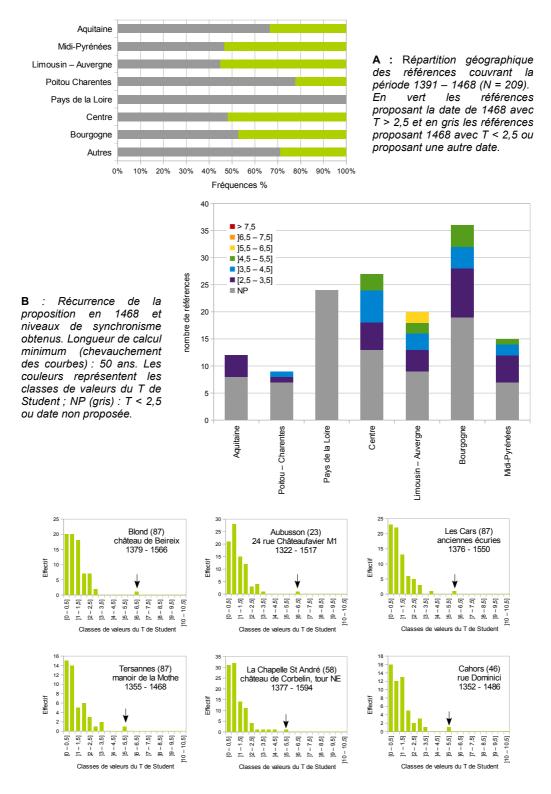
C : Meilleurs résultats de synchronisme obtenus entre PasteurM1 et les références. La flèche marque la valeur de T associée à la date de 1578.

Figure 7: résultats de la recherche de date pour la moyenne PasteurM1.



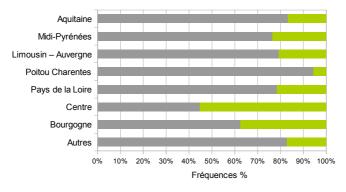
C : Meilleurs résultats de synchronisme obtenus entre JauresM1 et les références. La flèche marque la valeur de T associée à la date de 1436.

Figure 8 : résultats de la recherche de date pour la moyenne JauresM1.



C : Meilleurs résultats de synchronisme obtenus entre HugoM1 et les références. La flèche marque la valeur de T associée à la date de 1468.

Figure 9 : résultats de la recherche de date pour la moyenne HugoM1.



A : Répartition géographique des références couvrant la période 1331 - 1481 (N = 277). références les vert proposant la date de 1481 avec T > 2,5 et en gris les références proposant 1481 avec T < 2,5 ou proposant une autre date.

B : Récurrence de la proposition en 1481 et niveaux de synchronisme obtenus. Longueur de calcul minimum (chevauchement des courbes): 50 ans. Les couleurs représentent les classes de valeurs du T de Student; NP (gris): T < 2.5ou date non proposée.

30

25

20

15 10

[0-0.5]

Effectif

Avrillé (85)

[4-4,5]

4-4,5 [5-5,5] [5,7-7] J8 – 8,5] [9-9,5]

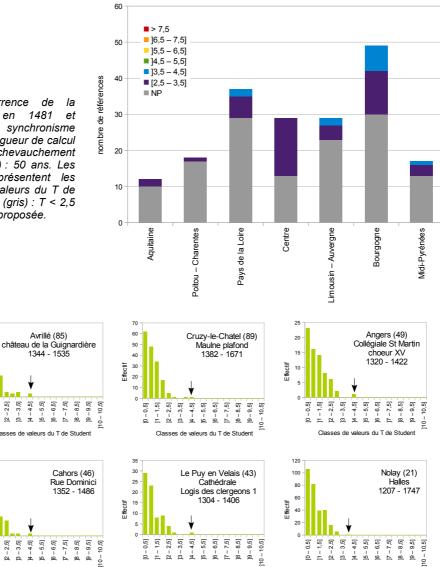
2-2,5 3-3,5

]2-2,5]

]8 – 8,5]

110-

[5,7-7]



C : Meilleurs résultats de synchronisme obtenus entre Hugo3 et les références. La flèche marque la valeur de T associée à la date de 1481.

Figure 10 : résultats de la recherche de date pour le poteau hugo3.

6/ INTERPRÉTATION - LES DATES D'ABATTAGE

La figure 11 présente le bloc-diagramme d'interprétation des trois moyennes datées, plus le bois hugo3. Les positions relatives des chronologies individuelles dans leurs moyennes permettent de déduire la date d'élaboration du dernier cerne mesuré sur chacun des bois. L'anatomie du dernier cerne mesuré sur le bois permet de donner ou d'estimer la date d'abattage de l'arbre dans lequel il a été débité (voir aussi tableau 2).

Quelques rappels et définitions :

TER : date d'élaboration du dernier cerne mesuré sur le bois

Cambium : couche de cellules embryonnaires, génératrice du bois et d'une partie de l'écorce (liber) ; sa présence indique que la série de cernes est complète, c'est-à-dire que le dernier cerne élaboré par l'arbre avant d'être abattu est bien présent sur le bois. Ce dernier cerne peut être incomplet si l'arbre a été abattu en cours de saison de végétation (printemps/été).

Aubier : cernes périphériques, juste avant le cambium et l'écorce, dans lesquels circule la sève montante.

Duramen : bois de coeur

Si le dernier cerne mesuré sur le bois (chêne) est un cerne d'aubier: le nombre de cernes d'aubier manquant (cf équarrissage ou érosion) peut être estimé; car l'aubier compte 21 +/- 19 cernes dans 95% des cas, soit 2 à 40 cernes (Lambert, 1998).

Si le dernier cerne mesuré est un cerne de duramen et pour toute autre essence que le chêne : la date obtenue est une date post quem (pq), c'est-à-dire la date après laquelle l'arbre a été abattu ; il est impossible de donner plus de précisions puisque le nombre de cernes perdus ne peut être estimé. Toutefois, sauf modes de débitages particuliers, il paraît raisonnable – dans le cas du chêne - de ne pas situer la date d'abattage au delà de 50-60 ans après le TER.

En raisonnant par structure (voir figure 11):

- la poutre et le poteau du portique du 18 rue Jean Jaurès ont été débités dans des arbres abattus entre 1437 et 1473.
- cinq bois des fermes de la charpente du 5 rue Pasteur proviennent d'arbres abattus entre 1579 et 1598.

Mais en théorie, pour chacune de ces deux structures (charpente du 5 rue Pasteur et portique du 18 rue Jean Jaurès) il est impossible d'exclure totalement que les bois (datés) qui les composent puissent appartenir à plusieurs phases d'abattage différentes - situées dans leur fourchette d'estimation propre ou après leur date *post quem* (voir tableau 2).

Le cas de l'arbalétrier pasteur3 mérite quelques explications supplémentaires. Ce bois, en réalité un quartier, qui avait été identifié comme un bois de brin a été échantillonné à l'envers

(en partant de la moelle) et seulement sur la moitié (environ) de son rayon (voir Matériel analysé). Il est donc assez probable que les quelques 90 cernes qui manquent pour que son TER (duramen) soit cohérent avec celui des autres bois datés de la charpente, correspondent à la partie du rayon non prélevée. En effet, le rayon mesuré est de 15 cm (somme des largeurs des cernes) ; en se basant sur 90 cernes manquants et en tenant compte de la tendance d'âge, le rayon non prélevé devrait être de 10 à 14 cm (cerne moyen calculé sur les 5 derniers cernes mesurés sur l'échantillon x 90). Or le rayon théorique de ce quartier, calculé grâce au théorème de Pythagore (cf sa section), serait de 24 cm. Ces estimations plaident en faveur du rattachement de ce bois à la phase d'abattage définie par les autres bois datés, mais l'hypothèse selon laquelle cet arbalétrier serait un bois en remploi abattu avant les autres (au début du 16e siècle??) ne peut être totalement exclue.

Au 23 rue Victor Hugo, la semelle du portique de la salle sur rue provient d'un arbre abattu entre 1474 et 1505. Le poteau en remploi a été taillé dans un arbre abattu après 1468, alors que le poteau du portique de la salle arrière (même gabarit, même sculptures) proviendrait d'un arbre abattu après 1481. Ce qui signifie qu'en théorie ces 3 éléments de portiques peuvent avoir été mis en oeuvre simultanément ou à peu de temps d'intervalle, au cours du dernier quart du 15° siècle. Toutefois les différences stylistiques constatées entre les deux portiques étudiés pourraient signifier que la semelle, contemporaine des poteaux à anneaux, est un remploi et que le portique de la salle sur rue est postérieur à celui de la salle arrière.

Identifiant - fonction	NC (AUB)	TER + anatomie DC	Abattage					
18 rue Jean Jaurès								
jaures1 - poteau	68	1433, duramen	après 1433					
jaures2 - poutre	115 (2)	1436, aubier	[1437 - 1473]					
23 rue Victor Hugo								
hugo1 – semelle salle sur rue	76	1466, + 7 aubiers comptés	[1474 - 1505]					
hugo2 – poteau salle sur rue	26	non daté, duramen	-					
hugo3 – poteau salle arrière	151	1481, duramen	après 1481					
hugo4 – semelle salle arrière	108	non daté, + aubier	-					
hugo5 – poteau en remploi	75	1468, duramen	après 1468					
5 rue Pasteur								
pasteur1 - entrait	103 (13)	1571, aubier	[1572 - 1598]					
pasteur2 - entrait	160 (17)	1576, aubier	[1577 - 1599]					
pasteur3 - arbalétrier	94	1468, duramen	après 1468					
pasteur4 - entrait	170 (16)	1578, aubier	[1579 - 1602]					
pasteur5 - poinçon	157	1560, + aubier [1563 - 1600						

Tableau 2 : les bois analysés, récapitulatif.

TER : date d'élaboration du dernier cerne mesuré sur l'échantillon. NC : nombre de cernes mesurés sur l'échantillon. AUB : nombre de cernes d'aubier. DC : dernier cerne mesuré ou compté sur l'échantillon.

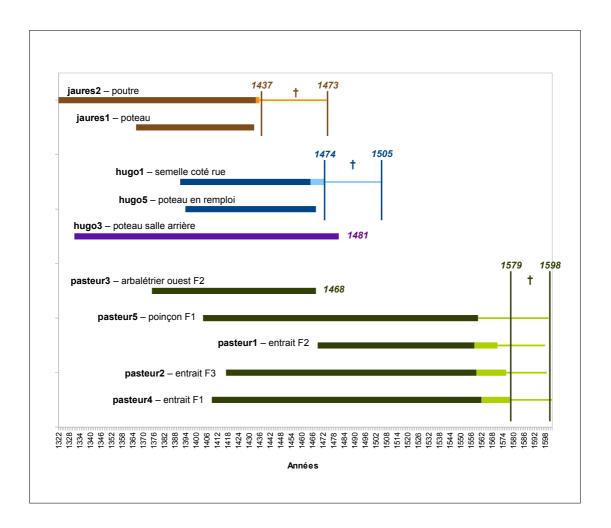


Figure 11 : bloc-diagramme d'interprétation des 3 moyennes contemporaines. En brun JauresM1, en bleu HugoM1, en vert PasteurM1. En magenta, le bois isolé hugo3. Traits épais foncés = duramen ; traits épais clairs = aubier ; traits fins clairs = aubier estimé.

7/ CONCLUSION

Le peu de prélèvements qu'il était possible de faire par structure, plaçait les analyses par dendrochronologie de la charpente et des trois portiques du centre-bourg de Saint-Léonard-de-Noblat en limite de méthode. Mais finalement, 10 des 12 bois échantillonnés ont pu être datés. La longueur des patrons de croissance obtenus a certainement beaucoup contribué au succès de l'entreprise.

La charpente du 5 rue Pasteur est datée, avec un risque d'erreur quasi nul, de la fin du 16° siècle. Le portique du 18 rue Jean Jaurès est quant à lui daté du milieu du 15° siècle, avec un risque d'erreur faible. Les choses sont moins simples avec les deux portiques du 23 rue Victor Hugo, puisque leurs mises en oeuvre relatives ne sont pas clairement établies, mais les trois bois datés – deux avec un risque d'erreur faible et un correspondant à une date probable (proposition) – semblent tous avoir été taillés dans des arbres abattus vers la fin du 15° siècle.

8/ BIBLIOGRAPHIE

BELINGARD C. et TESSIER L. 1997 Trees, man and climate over the last thousand years in southern french Alps. *Dendrochronologia* **15**: 73 - 87

ECKSTEIN D. 1969 Entwiclung und Andwendung der Dendrochronologie zur Alterbestimmung des Siedlung Haithabu. Thèse de doctorat, Université de Hambourg. 113 p.

FRITTS H. C. 1987 Tree rings and Climate I and II. Background document of the Task Force Meeting on Methodology of Dendrochronology: Est / West Approaches. 2-6 June, 1986, Krakow, Poland. Academic Press INC (London) LTD. 567 p.

GUIBAL F., LAMBERT G. N. et LAVIER C. 1991 Application de trois tests de synchronisation à trois types de données. *Dendrochronologia*, **9**: 193 - 206

HOFFSUMMER P. (collectif sous la direction scientifique de), 2002. Les charpentes du XI^e au XIX^e siècle. Typologie et évolution en France du Nord et en Belgique. Centre des monuments nationaux / Monum, Editions du Patrimoine, Paris, p. 75-83.

JACAMON M. 2001 (4° éd.) Guide de dendrologie. Arbres, arbrisseaux des forêts françaises. Ed. ENGREF Nancy. 348 p.

LAMBERT G.N., LAVIER C. & GUIBAL F. 1992 La dendrochronologie, une méthode précise de datation. *Mémoires de la Société Géologique de France* **160** : 109 - 117

LAMBERT G. N. 1998 La dendrochronologie, mémoire de l'arbre. Dans : Les méthodes de datation en laboratoire. Collection « archéologiques ». FERRIERE A. (Ed.) Editions Errance, Paris. 13-69.

LCE – 2002 Base CNRS, version publique du 30 septembre 2002 (Auteurs : CNRS, Université de Franche-Comté, Besançon : Vincent Bernard, Virginie Chevrier, Claire Doucerain, Olivier Girardclos, Frédéric Guibal, Georges Lambert, Catherine Lavier, Christine Locatelli, Christophe Perrault, Patricia Perrier)

RAMEAU J.C., MANSION D. et DUME, G. 2009 (ré-édition) Flore forestière française. Tome 1 : plaines et collines. Ed. IDF.

SCHWEINGRUBER F. H. 1982 Anatomie microscopique du bois. Ed : Institut Fédéral de Recherches sur la Forêt, la Neige et le Paysage - Suisse 226 p.

SCHWEINGRUBER F. H. 1988 Tree Rings – Basics and Applications of Dendrochronology. D. Reidel Publishing Company (Kluwer Academic Publishers Group). 276 p.

SCHWEIGRUBER F. H., ECKSTEIN, D., SERRE – BACHET, F., BRAKER, O. U. 1990 Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. *Dendrochronologia* **8**: 9 –38

ANNEXE - Les chronologies datées

```
. ST_LEONARD_DE_N_(87)_18_RUE_J_JAURES_M1
                                                              ESP
                                                              LON
                                                                    115
 ESP
 LON
                                                                    65535
                                                              POS
        115
       1322
                                                                    1322
 ORI
                                                              ORI
  TER
       1436
                                                                    1436
                                                              TER
VALEUR NAT
                                                            VALEUR NAT
  302 257
           293 214 155 151 149 130 111
                                                               302 257 293 214 155 151 149 130 111
           88 118 86 86 76 83 81
                                                                   85 88 118 86 86 76 83 81
                                                                       133 135 131 114 119 117 100
           133 135 131 114 119 117 100
                                          124
                                                                                                       124
  119
      124
                                                               119 124
                94 108 132 115 125
                                                               129
77
                                                                        125 94 108 132 115 125
   129
      108
            125
                                     114
                                          100
                                                                   108
                                                                                                  114
                                                                                                       100
      117
           98 101 130 139 136 164 120
                                                                   117
                                                                       98 101 123 110 99 134 104
   77
                                          136
       126
           139
                    123 118 124 112 128
                                                               102
                                                                   102
                                                                       108 117
                                                                                109
                                                                                     85
                                                                                         93 97
   141
                144
                                          118
                                                                                                 110
                        120 148 142
           120 132 125
                                                                   99 108 99 105 96 123 119 110 118
       126
                                      158
       130
            120
                105
                    94
                         95 116 106 122
                                                                   113 114 108
                                                                                90
                                                                                     84 102
       147 156 140 114 158 127 132 147 134
                                                               106
                                                                   108 140 117 113 148 116 121 159 139
       97 113 121 133 131 129 98 135 138
164 159 147 130 140 151 148 136 132
                                                               95 98 110 113 130 126 129 98 133 122
109 153 161 158 148 163 159 154 147 131
   82
   124
      140 109 120 131
                                                               142 130 109 120 131
   138
COMPOSANTE
              ST LEONARD DE N (87) 18 RUE J JAURES M1
                                                            . JAURES1
                                                              ESP
               JAURES1
                          45
               JAURES2
                                                              LON
                                                              POS
                                                                    65535
. ST_LEONARD_DE_N_(87)_23_RUE_V_HUGO_M1
                                                              ORI
                                                                    1366
 FSP
                                                              TFR
                                                                    1433
 LON
                                                            VALEUR NAT
 ORI
       1391
                                                               137
                                                                   168 172
                                                                            195
                                                                                 137
                                                                                      175
                                                                                          180
                                                                                              151 170
                                                                                                       171
       1468
                                                                                              154
  TER
                                                               137
                                                                   152
                                                                        154
                                                                            128
                                                                                 145
                                                                                     151
                                                                                          129
                                                                                                   131
                                                                                                        164
VALEUR NAT
                                                               145
                                                                   143
                                                                        174
                                                                            165
                                                                                 206
                                                                                     147
                                                                                          161
                                                                                              146
                                                                                                   125
                                                                                                       102
   270 292 144 162 157 117 120 193 205 244
                                                               99 106 129
                                                                                                  172
                                                                            120
                                                                                 141
                                                                                     110 159
                                                                                             186
       226
                427
                    343
                              246
                                  258
                                      265
                                                               115
                                                                       138
                                                                            143
                                                                                     128
                                                                                          69
   187
           292
                         283
                                                                   168
                                                                                135
                                                                                              96 116
                                                                                                  157
   158
       134
            150
                180 158
                         171
                              176
                                  232
                                      172
                                           220
                                                               136
                                                                   136 129
                                                                            99 137 154 138
                                                                                              175
  210
       186
           225
                204
                    176
                         206
                             254
                                  258
                                      264
                                           244
                                                               113
                                                                   117 143 143
                                                                                124 133
                                                                                         135
                                                                                              150
                                                            . HUGO5
  234
       221
           210
                158
                    180
                         137
                              129
                                  141 151
                                           206
  167
       174
           166
                144
                    166
                         188
                             122
                                  124
                                      130
                                           164
                                                              ESP
  148
       141
            130
                128
                    152
                         182
                             190
                                  170 166
                                                              LON
                                                                     75
                                           145
                    124 149 129 132
                                                                    65535
   140 104 120 110
                                                              POS
COMPOSANTE ST LEONARD DE N (87) 23 RUE V HUGO M1
                                                              ORI
                HUGO1
                                                              TER
                                                                    1468
                HUGO5
                                                            VALEUR
                                                                    NAT
                                                               135
                                                                   165
                                                                        87
                                                                            91 192 212 234 172 187 224
. ST_LEONARD_DE_N_(87)_5_RUE_PASTEUR_M1
                                                               445
                                                                        309
                                                                            240
                                                                                239 271
                                                                                         282 114 94
                                                                   362
 ESP
                                                               135
                                                                   152
                                                                        150
                                                                            170
                                                                                 215
                                                                                     190
                                                                                         215
                                                                                                   210
                                                                                                       212
                                                                                              191
                                                                                                   174
 LON
                                                               184
                                                                   167
                                                                        178
                                                                            262
                                                                                 281
                                                                                     245
                                                                                          247
                                                                                              182
                                                                                                       182
       1375
                                                                                 89 110 182 136 133 129
  ORI
                                                                   167
                                                                        110
                                                                             81
  TER
       1578
                                                                   123 148
                                                                             92 115 103 136 131 120
                                                               119
VALEUR NAT
                                                               124
                                                                   119
                                                                       194
                                                                            186
                                                                                150 159
                                                                                         139 133 85
  337
       262 288 345 330 293 180 143 231 248
                                                               102 118 151 129 132
                237
                    192 248
                                  244 223
                                                            . HUGO3
  295 261
           246
                             213
                                          201
               123 115 177
  161
       162
            99
                            140 219 230 224
                                                              ESP
                        182
  210
       129
            152
                166
                    158
                                                              LON
                             114
                                 109
                                      120
                                           121
                                                                     151
       130
            139
                142
                         145
                                                                    65535
                    120
                             150
                                  149
                                                              POS
               166
                        157
                                                              ORI
                                                                    1331
      100 128
                    160
                            160
   115
       100
            94
               110
                    104 147
                            147
                                 131
                                     116
                                          110
                                                              TER
                                                                    1481
   98
      114 112
                94
                    98 139 143 114 130 121
                                                            VALEUR NAT
                                                               165 176 191 182 171 176 121 71 101 78
       167
                201
                    195 181 145
                                  96
   139
           217
                                      90 126
                                                                   90 70 72 89 107 141 103 108 117
86 78 76 50 50 57 79 133 107
       140
                     93
                        103 124 109
                                      117
   162
            130
                108
                                          102
                                                               46
       127
  116
            124
                102
                    161
                             181
                                      174
                                           154
                                                               113
                         188
                                  173
                                                                       140 104 108 70 80
       108
            183
                154
                    206
                         178
                             131
                                  150
                                           188
                                                                   129
                                                                                             89
                                                                                                 99
   124
                                      152
                                                               123
   178
       196
            137
                134
                    145
                         151
                             204 214
                                      164
       99
           141
               146
                   161
                        144
                             176
                                                               76
76
53
86
64
                                                                   67
                                                                           90
                                                                               64
                                                                                   95
                                                                                       87
                                 206
                                      172
                                                                                       89
   196
       170
           145
                138 120
                         138
                             142
                                  180
                                      172
                                           176
                                                                   103 104
                                                                            99 92 89
                                                                                            84
                                                                                                67
                                                                                                    75
                                                                       71 51 55 46 53 67
88 87 68 70 77 62
                                                                   56
106
  156
       167
            139
                175
                    144
                         110
                             184
                                  183
                                      188
                                           148
                                                                                               79 82
                                                                                                   78
       138
                                                                                               70
   167
            152
                114 170
                         135
                             147
                                  120
                                      139
                                           146
       121
                                                                                       67
  146
            144
                         131
                                                                   36
                                                                       49
                                                                           43
                                                                               51
                                                                                   60
                                                                                           61
                                                                                               49
                145
                    148
                             150
                                  118
                                      117
                                           118
       138
                                                               48
                                                                   62
                                                                       37
                                                                           41
            158
                139
                    137
                         129
                                      165
                                                                               44
                                                                                   29
                                                                                       25
                                                                                           27
                                                                                               33
                                                                                                   23
   158
                             158
                                  169
                                           136
                                                               32
                                                                   45
       139
            124
                109
                    113 111 133 148 124 122
                                                                       46
                                                                           33
                                                                               42
                                                                                   66
                                                                                       33
                                                                                           46
                                                                                               78
                                                                                                   72
               113
                                                               57
                                                                       48
                                                                           50
                                                                               47
                                                                                       44
            154
                                                                                   58
                                                                                           46
                                                                                               45
COMPOSANTE
              ST LEONARD DE N (87) 5 RUE PASTEUR M1
                                                               32
                                                                   27
                                                                               59
                                                                                   48
                                                                                       51
                                                                                           48
                                                               72
                                                                   78 123
              PASTEUR1
                           95
                                                                           92
                                                                               136
                                                                                   128 90 93 97
CCCC
                                                               233
              PASTEUR2
                           43
                                                             HUGO1
              PASTEUR3
              PASTEUR4
                           35
                                                              ESF
С
              PASTEUR5A
                                                              LON
                                                                     76
                            30
                                                                    65535
              PASTEUR5B
                                                              POS
                                                              ORI
                                                                    1391
JAURES2
                                                              TER
                                                                    1466
```

```
VALEUR NAT
                                                           PASTFUR3
  270 292 144 189 149 147
                             150
                                 194 198 253
                    324
                             251
                                 277
                                          392
  202
       265
           359
               409
                        257
                                      259
                                                             ESP
                                                             LON
               226
                    165
                         192
                             183
                                 248
                                      154
                                          226
  202
       174
           206
                                                                    94
       162
                224
                                 234
                                      284
                                                             POS
                                                                  65535
  229
           238
                    185
                        234
                             245
                                          241
       268
           237
                168
                    193
                        164
                             177
                                 193
                                      192
                                          230
                                                             ORI
                                                                   1375
           204 168
                    210 228
       215
                             151
                                 133 158
                                                             TER
                                                                   1468
   166
       162
           137
                132
                    184
                        170
                             195
                                 189
                                     173
                                          151
                                                           VALEUR
                                                                    NAT
                                                              337 262 288 345 330 293 180 143 231 248
   146 123 129 117 130 147
. PASTEUR5B
                                                              295 261 246 237 192 248 213 244 223 201
                                                                       99 123 115 177 140 219 230 212
 ESP
                                                              161
                                                                  162
 LON
        104
                                                              204
                                                                  109
                                                                       149 165
                                                                               163
                                                                                    171 118 115
                                                                                                 124
                                                                                                     118
 POS
       65535
                                                              158
                                                                  139
                                                                           169 107
                                                                                    145
                                                                                        133
                                                                                                  149
                                                                       154
                                                                                             127
                                                                                                      132
                                                                  82 87 133 144 150 163 107 96 120
 ORI
       1457
                                                              97
  TER
       1560
                                                              119
                                                                      75 110 87 125 141 111 114 122
VALEUR
       NAT
                                                              88 106 98 86 91 97 121 129 134 135
                                                                  183 229 209 217 167 140 94 106 188
   121 130 144 126 125 86 49 104 138 131
                                                              166
   102 108
           98 112 101 126 123 121 91
                                          69
                                                              180 164 145 120
                                                           . PASTEUR2
              116 139 112 99 110 85 90
   83
       80 108
       87
                       139 127 162 137 152
          133
              142
                   121
                                                             ESP
           143 136 134 124 110 105 100 103
   109
       125
                                                             LON
                                                                   160
       86
           109
               89 109 107
                            80 87 85 99
                                                             POS
                                                                  65535
      114
           79 118
                   100 155 122 136 118 133
                                                             ORI
                                                                   1417
   86
      108
           86
               71
                   82
                      91 94 76 89 84
                                                             TER
                                                                   1576
   88
       67
           80
              74
                  82 76
                          79 95 77 84
                                                           VALEUR NAT
                                                              119 92 147 173 193 201 198 116 99 132
       82 96
              74
                  86
                      74
                          86
   95
                              70 101 82
                                                                  181 173 172 167
103 155 160 137
      107
           89 109
   118
                                                              170
                                                                                    140 115 120 105 105
                                                                                    128
                                                                                        137
                                                                                            103 122
. PASTEUR5A
                                                              106
                                                                                                      123
 ESP
                                                              126
                                                                   87 112 145 155 110 116 109 120 155
 LON
        49
                                                                  200 173 207 146
                                                                                    103 106 103 146 110
                                                                      81 86 107 90 85 84
132 147 144 130 139
 POS
       65535
                                                                                              102 106
                                                                                    130 139 131 107
 ORI
       1404
                                                              102
                                                                  100
                                                                                                      100
                                                                           134
                                                                               105
 TER
       1452
                                                              136
                                                                  139
                                                                       142
                                                                                    101
                                                                                        128
                                                                                            128 129
                                                                                                      166
VALEUR NAT
                                                              125
                                                                  134
                                                                       117
                                                                           131
                                                                                191
                                                                                    207
                                                                                        156
                                                                                            144
                                                                                                 127
                                                                                                      91
                                                                                    235
  236 216 149 155 166 172 197 111 110 148
                                                              117
                                                                  138
                                                                       159
                                                                           162
                                                                               185
                                                                                        194
                                                                                             166
                                                                                                 190
                                                                                                      179
   143 171
           151 176 180 122 149 131 132 144
                                                              148
                                                                  123
                                                                       129
                                                                           118
                                                                               136
                                                                                    188
                                                                                        180
                                                                                             148
                                                                                                 153
                                                                                                      168
           92 106 138 131 163 166 131 107
                                                              163
                                                                  201
                                                                                             170
                                                                       186 135
                                                                                197
                                                                                    202
                                                                                         171
                                                                                                 188
                                                                                                      132
      124 111 82 106 81 107 110 101 105
                                                              170
                                                                  120
                                                                       178
                                                                           127
                                                                                168
                                                                                    137
                                                                                         126
                                                                                             145
                                                                                                 146
                                                                                                      124
   108 95 100 97 87 94 118 104 100
                                                              141
                                                                  141
                                                                       163 147
                                                                                173
                                                                                    119
                                                                                        117
                                                                                            126 171
                                                                                                      138
. PASTEUR4
                                                              141
                                                                  119 173
                                                                           151
                                                                               169
                                                                                    212
                                                                                        153
                                                                                             137
                                                                                                 158
                                                                                                      141
 ESP
                                                              129 123 100 116 121
                                                                                    149
                                                                                        134
                                                                                             132 148
                                                                                                      149
 LON
        170
 POS
       65535
                                                           . PASTEUR1
 ORI
       1409
                                                             ESP
                                                             LON
  TER
       1578
                                                                   103
VALEUR
        NAT
                                                             POS
                                                                   65535
   140 178 114 103 89 101 115 101 107
                                         126
                                                             ORI
                                                                   1469
   104
       113 144 136 180 186 105
                                 96 149
                                         212
                                                             TFR
                                                                   1571
           143
               147
                                     112
                                                           VALEUR NAT
   194
       143
                    114
                        111
                            112
                                 92
                                         119
   95
      196
           200
               185
                    109
                        109
                             89
                                127
                                     125
                                          117
                                                              80
                                                                  95 126 102 122
                                                                                    95 131
                                                                                           183 136 91
                                 162
                                                                  209 200 236 212
                                                                                    183 151 116 258
   95
      196
               119
                        119
                            130
                                     272
                                                              162
                                                                                                     195
           191
                   139
                                          265
  246
       223
           170
                101
                     98
                        109
                            182
                                 154
                                          124
                                                              302
                                                                  224
                                                                       162
                                                                           201
                                                                                173
                                                                                    235 262
                                                                                             250
                                                                                                 140
                                     161
   113
       118
           160
               118
                    137
                            141
                                                                  169 243
                                                                           298
                                                                               206
                                                                                    200
                                                                                         147
                                                                                             107
                        108
                                          136
       280
           242
                215
                    244
                        191
                             152
                                                              206
                                                                  169
                                                                       236
                                                                           280
                                                                               211
                                                                                    250
                                                                                        251
                                                                                             204
                                                                                                 173
                                                                                                      177
  249
       210
           135
                161
                    181
                        228
                             182
                                 217
                                      175
                                          149
                                                              152
                                                                  168
                                                                      155
                                                                           183
                                                                                185
                                                                                    201
                                                                                         158
                                                                                             176
                                                                                                 141
                                                                                                      200
       168
                    185
                        199
                             154
                                                              156
                                                                                    180
   167
           249
               228
                                  94
                                     101
                                          140
                                                                  123 246
                                                                           253
                                                                               250
                                                                                        201
                                                                                             181
                                                                                                 172
                                                                                                      147
       156
                             257
                                 198
                                      168
                                                              244
                                                                       176
                                                                           130
                                                                                199
                                                                                    174
                                                                                        206
                                                                                             148
   170
           176
               204
                    201
                         175
                                          137
                                                                  197
                                                                                                 188
                                                                                                      202
                    203
       148
           175
                196
                        218
                                                              186
                                                                  164
                                                                       187
                                                                           140
                                                                                161
                                                                                    167
                                                                                        209
   121
                             194
                                 191
                                      166
                                          192
                                                                                             180
                                                                                                 201
                                                                                                      195
       113
           212
                186
                    235
                         166
                             191
                                 153
                                      176
                                                              172
                                                                  142
                                                                       143
                                                                           127
                                                                                148
                                                                                    135
                                                                                        184
                                                                                            155
                                                                                                 121
   146
                                          123
       142
           162
                    151
                             153
                138
                         169
                                 127
                                      150
                                          155
                                                                  105
                                                                       150
                                                                            ;
   145
       138
           155
                141
                    103
                         108
                             151
                                 153
                                      170
   114
       113
           162
               167
                    193 136
                             147
                                 122
                                     122
                                          107
  118
      113
           129
               147
                    113 111 138 137
                                     154
```

Audit Energétique du bâti ancien de St Léonard de Noblat

Mai 2015

Bureau d'études thermiques et environnemental FEBUS ECO-HABITAT

Sommaire

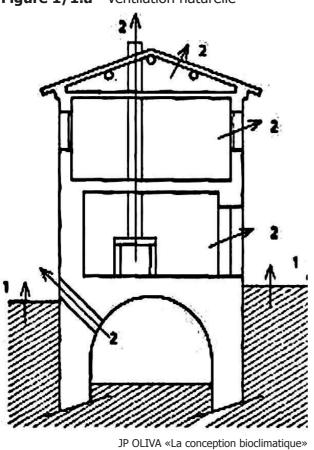
page 4 - Chapitre I Méthodologie du calcul thermique et les caractéristiques de base du bâti ancien.

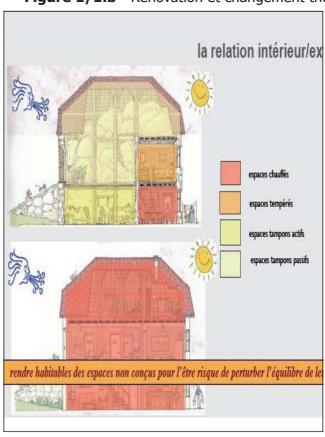
page 17 - Chapitre II Typologie et analyse thermique des immeubles non isolés en besoin de chauffage.

page 41 - Chapitre III Propositions d'amélioration et de réhabilitations.

Figure 1/1.a - Ventilation naturelle

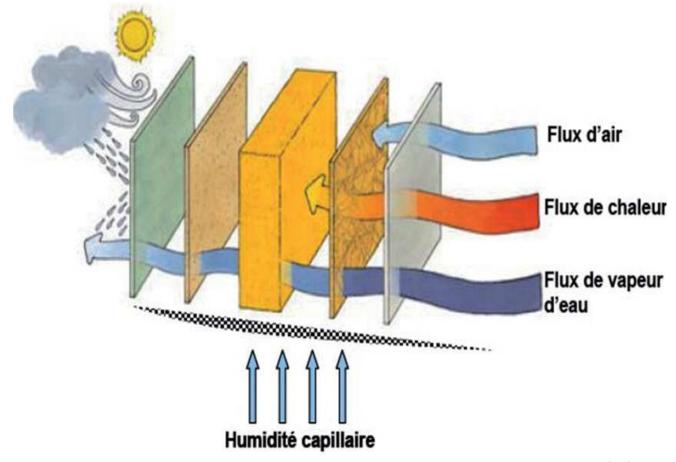
Figure 1/1.b - Rénovation et changement thermique





JP OLIVA «La conception bioclimatique»

Figure 1/1.c - Migration de chaleur d'eau et d'air dans les murs anciens



JP OLIVA «La conception bioclimatique»

Chapitre I

Méthodologie du calcul thermique et les caractéristiques de base du bâti ancien.

1 Méthodologie utilisée dans l'audit énergétique.

Suite à l'étude BATAN réalisée en 2007 par les services de l'Etat et l'association Maisons Paysannes de France, il a été montré que le bâti ancien avant 1948 avait un comportement thermique différent des bâtiments industrialisés.

Ce comportement est caractérisé par une forte inertie des matériaux qui accumulent la chaleur l'hiver et la fraîcheur l'été.

Les structures de plancher étant souvent en bois, ces bâtiments anciens ont peu de ponts thermiques, sauf au niveau des murs de refend et des encadrements en pierre des ouvertures.

Ils sont relativement compacts et assez mitoyens en ville donc les surfaces déperditives sont réduites en comparaison des surfaces habitables.

Le changement de phase de la vapeur d'eau dans les murs apporte de la chaleur en hiver par condensation et de la fraîcheur en été par évaporation.

Les ouvertures sont souvent de petite taille et peu nombreuses.

Les combles étaient utilisés pour le stockage de denrées ou matériaux qui assuraient une certaine isolation en hiver.

Les expositions les plus froides, rez-de-chaussée, façades nord, étaient consacrées à des pièces secondaires moins utilisées (couloirs, escaliers, débarras), elles servaient de tampon thermique.

L'humidité était fortement évacuée par les menuiseries non étanches et les cheminées ouvertes. (Figure 1/1.a)

Les pièces principales de vie (cuisine, salle à manger, salon) étaient chauffées par de grandes cheminées ou des gros poêles, les autres étaient tempérées par de petites cheminées ou non chauffées et bénéficiaient de la proximité des pièces chauffées. (Figure 1/1.b)

Ce confort à l'ancienne n'est plus accepté maintenant et la majorité des pièces sont chauffées à un niveau assez proche de 20°C.

Ceci entraîne un fonctionnement différent dans les parois lourdes et épaisses de plus de 30cm. L'intérieur du logement est chaud et humide en hiver à cause de la respiration des occupants et des différentes évaporations dues à la cuisine, au séchage du linge, au ménage, aux toilettes alors que l'extérieur est froid et sec. La vapeur va essayer de sortir du logement pour équilibrer les pressions de vapeur en traversant les parois. Seuls le métal, le verre et le goudron sont vraiment étanches à la vapeur d'eau. Donc les autres matériaux poreux vont accumuler en hiver des quantités d'eau importantes par le phénomène d'hygroscopie dans les microcavités des matériaux souvent poreux ou capillaires. Les quantités d'eaux accumulées en hiver dans les murs peuvent aller de 4 tonnes à 8 tonnes selon la taille du logement. (Figure 1/1.c)

Il faut que cette eau soit évacuée en été sinon cette accumulation délite les mortiers qui assurent la cohésion des pierres dans les murs. On assiste au bout de quelques dizaines d'années à un affaissement avec fissuration et jusqu'à un effondrement des

Figure 1/1.d -Effondrement par moitié

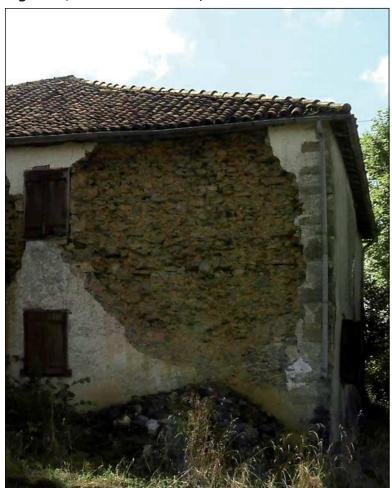
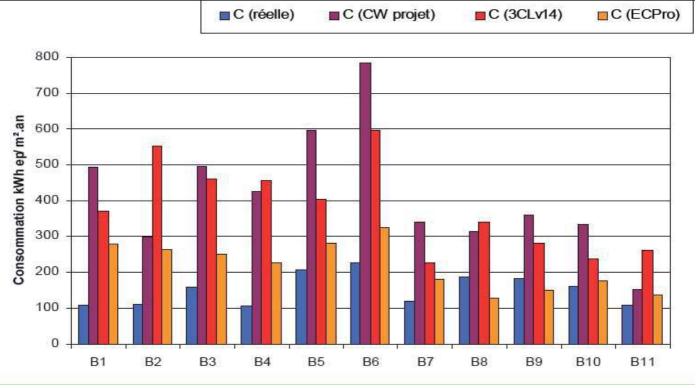


Figure 1/1.e - Décollement des enduits





Figure 1/1.f - En bleu consommation réelle de batiments anciens et autres couleurs calcul thermiques de logiciels règlementaires et calculs DPE.



Etude BATAN CEREMA et Maisons Paysannes de France

Toute les photos sont issues de la photothèque propriétée de FEBUS ECO-HABITAT murs. Les premières manifestations de ce phénomène sont la boursouflure puis la chute des enduits de surface (Figure 1/1e). Ensuite des fissures importantes apparaissent dans les points faibles, angles de mur, angles des encadrements des ouvertures et ceci peut aller jusqu'à l'effondrement partiel ou total de murs (Figure 1/1d) 1. Ce comportement est bien analysé par le laboratoire de l'Etat du CEREMA à Strasbourg dont les conclusions sont expliquées par les fiches HYGROBA (cf. site du CEREMA : http://www.est.cerema.fr/rapport-d-etude-hygroba-etude-de-la-rehabilitation-a3101. html)

L'étude BATAN de 2007 a montré la mauvaise prise en compte de ces phénomènes par les logiciels réglementaires thermiques avec des erreurs allant de 150 à 500%. (Figure 1/1.f)

Pour cette raison les études thermiques utilisées pour l'analyse de St Léonard de Noblat sont des études thermiques dynamiques qui prennent en compte toutes les composantes physiques des matériaux anciens et le fonctionnement des bâtiments heure par heure sur une année moyenne complète. Ceci permet de voir le comportement en hiver mais aussi en été, ce qui n'est pas possible avec des logiciels réglementaires.

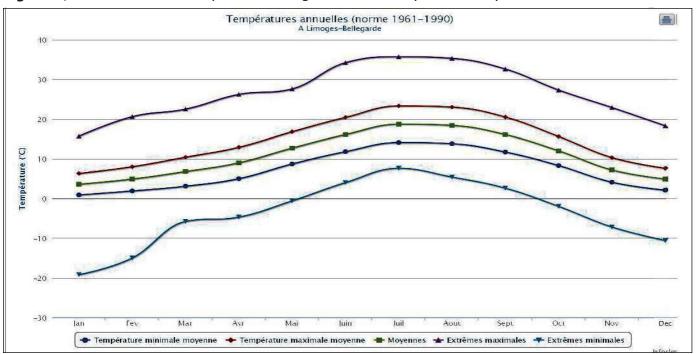
Ces études thermiques dynamiques intègrent aussi une bonne partie des objectifs du développement durable adapté au bâti ancien afin de préserver le patrimoine, l'architecture, le bâti, améliorer le confort des occupants, économiser les énergies et la pérennité des travaux de rénovation. Ces études thermiques dynamiques prennent en compte :

- La préservation de la structure du bâti ancien (humidité, condensation, remontées capillaires ...).
- Le confort hygrothermique des occupants autant en été qu'en hiver et surtout sa pérennité dans le temps.
- L'étanchéité à l'air et en contre partie la bonne ventilation des locaux.
- La qualité de l'air intérieur en fixant le niveau de qualité des matériaux utilisés à l'intérieur (A ou A+).
- La forte diminution des énergies consommées tout en préparant l'arrivée future des énergies renouvelables.
- Les énergies grises et le dégagement de CO² découlant des matériaux utilisés pour la rénovation. Ceci prend en compte les matériaux biosourcés et l'utilisation des filières locales de production de ces matériaux.

12 immeubles ont été visités, il en a découlé 18 variantes thermiques en modifiant les mitoyennetés des immeubles et leur nombre de niveaux. Ensuite par variante thermique 11 variantes standard de modification des parois ont été simulées plus des variantes spéciales sur des rez-de-chaussée avec ou sans commerce, des étages avec ou sans boiseries. Ensuite deux calculs DPE par variante avec et sans isolation. Ce sont 290 simulations dynamiques qui ont été faites pour caractériser le niveau thermique des bâtiments de Saint Léonard de Noblat et les améliorations possibles.

Chaque immeuble à été modélisé en 3 dimensions pour appliquer dessus la course du soleil durant la journée. Dans ce modèle en 3D les immeubles environnants ont été positionnés avec leur volume réel pour recréer les masques solaires proches qui modifient fortement en ville les apports solaires. L'utilisation des volets et des persiennes à été simulée aussi en fonction de leur utilisation possible heure par heure de manière différente en été, en demi-saison et en hiver. La présence des occupants et les fonctionnements des appareils électroménagers qui modifient les apports thermiques internes ont été modélisés sur des standards pour être reproductibles quels que soient les occupants.

Figure 1/2.a - Courbes de température Limoges Mini Maxi Moyenne et moyenne des mini et maxi



INFOCLIMAT

Figure 1/3.a- Lanière étroit Figure 1/3.b- Lanière moyen Figure 1/3.c - Immeuble massé Figure 1/3.d- Angle









Figure 1/3.e - Lanière**Figure 1/3.f** - Grande double maison ville

Figure 1/3.1g - Villa dans son parc

Figure 1/3.1h - Maison faubourg massée









2 La météo locale

Le climat pris en compte est celui de la station la plus proche ayant des enregistrements fiables sur de longues périodes.

LIMOGES moyenne de 30 ans 1961/1990 à 402 m d'altitude. (Figure 1/2.a)

- Température minimale moyenne hiver 2.8°C
- Température maximale moyenne été 19.9°C
- Température moyenne annuelle 10.9°C
- En moyenne il se produit 44 jours de gelée par an et 5.4 jours à plus de 30°C ainsi que 70 jours de pluie dont 32 de forte pluie, soit au total 1022 mm de pluviométrie annuelle.

L'insolation est de 1975 heures/an, le vents est très faibles avec 30 jours à plus de 57km/h. L'humidité moyenne est de 77%, variable de 71% à 85%.

- Le climat est froid et humide en hiver ceci oblige à tenir compte de l'effet parois froides dans les bâtiments anciens sur toutes les parois en pierre mêmes mitoyennes.
- Le climat est doux et humide en été avec une bonne insolation. Ceci oblige à tenir compte du confort d'été dans des combles aménagés pour éviter les surchauffes et donc les besoins de climatisation.

3 Les grands types architecturaux et les différentes implantations urbaines présents dans le centre ancien et les faubourgs.

Immeuble en lanière étroit, 1 fenêtre en façade par niveau et sur 3 niveaux (Figure 1/3.a).

Immeuble en la nière moyen, 2 fenêtres en façade par niveau et sur 3 niveaux (Figure 1/3.b).

Immeuble massé de 3 à 4 fenêtres en façade par niveau et sur 3 niveaux (Figure 1/3.c).

Ces immeubles sont souvent mitoyens des 2 cotés mais ils peuvent avoir une venelle sur un coté et être accolés à un garage ou un immeuble non chauffé de l'autre coté. Ils peuvent disposer ou pas d'un commerce au rez-de-chaussée. Ils peuvent être orientés dans tous les points cardinaux pour les façades libres. Si les rues sont étroites seul le dernier étage récupère des apports solaires en hiver et seulement du coté sud avec au maximum une orientation de 30° vers l'Est ou l'Ouest. Les immeubles étroits et moyens peuvent être regroupés par deux pour créer de plus grands logements par niveau (Figure 1/3.e).

Les immeubles d'angle avec 2 ou 3 niveaux (Figure 1/3.d).

Les grandes maisons de ville avec une cour intérieure mais encore mitoyennes ou en angle avec 3 à 4 fenêtre par niveau et 3 niveaux. (Figure 1/3.f)

Les grandes maisons de maître dans leur parc sur 3 niveaux. (Figure 1/3.g)

Les immeubles massés de faubourg avec 6 fenêtres par niveau et 2 niveaux. Ils peuvent être mitoyens des 2 cotés ou avoir une venelle. (Figure 1/3.h)

Les hôtels particuliers sont assimilés aux grandes maisons de maître dans leur parc.

Figure 1/4.a - Mur gneiss jointé

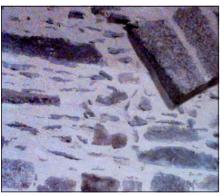


Figure 1/4.c - Pan de bois brut

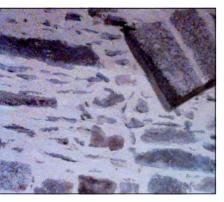




Figure 1/4.e - Pan de bois extérieur



Figure 1/4.g - Plancher bois



Figure 1/4.b - Mur gneiss dé-jointé



Figure 1/4.d- Pan de bois avec boiserie



Figure 1/4.f - Cave en pierre voutée



Figure 1/4.h - Plafond plâtré sous lattis bois



4 La liste des matériaux de construction qui composent chaque grand type et leur comportement thermique et hygroscopique.

Pour les matériaux existants sur Saint Léonard de Noblat nous avons recherché dans la littérature thermique les différents coefficients pour caractériser leurs valeurs thermiques :

Exemple pour la pierre en gneiss : conductivité 2.8W/m.K°, masse volumique 2700kg/m3, chaleur spécifique 0.280Wh/kg.K°, effusivité 2761 et diffusivité 1.029 E-6.

Pour chaque paroi nous la caractérisons par différents critères techniques : La masse surfacique soit le poids de $1m^2$ de paroi en kg/m^2 , la résistance thermique R en m^2 .K°/W ou l'inverse 1/R la déperdition U en W/m^2 .K° qui détermine combien de Watts traversent $1m^2$ de paroi quand on a 1°C d'écart entre l'intérieur et l'extérieur. De plus nous avons pris en compte pour chaque composant des parois, la conductivité en W/m.K°, soit son pouvoir global à transmettre la chaleur, sa masse volumique, sa chaleur spécifique, soit son pouvoir à stocker la chaleur en Wh/kg.K°, son effusivité, soit sa capacité à absorber plus ou moins rapidement la chaleur en surface et sa diffusivité, soit sa capacité à transmettre rapidement dans sa masse la chaleur.

Pour le centre historique de Saint Léonard de Noblat on trouve les parois suivantes :

- Les murs lourds sont en gneiss, granit, terre et chaux de différentes épaisseurs. (Figure 1/4.a et 1/4.b)

Ils sont faits d'une petite proportion de granit, une grosse proportion de gneiss et de terre granitique de type arène granitique, avec ou sans chaux pour la cohésion du mortier. La forte proportion de terre améliore le pouvoir isolant et la régulation de l'humidité si les parements ne sont pas étanches à la vapeur d'eau, sans enduits ciment ni pare vapeur intérieur. Mais la proportion de granit et de gneiss produit une paroi froide inconfortable en hiver. Pour 60 cm d'épaisseur les coefficients retenus sont : 1307 kg/m² et U = 1.25 W/ m^2 K°.

Pour 100 cm d'épaisseur les coefficients retenus sont : 2247 kg/m² et $U=0.8\ W/m^2.K^o.$

- Les murs en pan de bois sont comblés avec du torchis avec ou sans boiserie. (Figure 1/4.c, 1/4.d et 1/4.g)

Ils sont composés de 45% de bois et de torchis pailleux bloqué entre des éclisses en bois avec un enduit à la chaux à l'extérieur et en plâtre à l'intérieur. Leur régulation de l'humidité et leur pouvoir isolant est correct pour éviter l'effet paroi froide. Mais leur épaisseur est trop faible pour éviter les fortes déperditions thermiques dans un climat froid l'hiver. Pour 15 cm d'épaisseur sans boiserie les coefficients retenus sont : 185 kg/m² et U = $1.16 \text{ W/m}^2.\text{K}^\circ$.

Pour 15 cm d'épaisseur avec boiserie les coefficients retenus sont : 178 kg/m 2 et U = 0.88 W/m 2 .K $^\circ$.

- Le sol des caves est en terre battue

La terre battue permet la régulation de l'humidité sans surcharger les murs par remontée capillaire, si la cave est bien ventilée. La mise en place d'un sol cimenté entraîne une forte augmentation des remontées capillaires dans les murs.

Pour 27 cm d'épaisseur les coefficients retenus sont : 500 kg/m^2 et U = 3.12 W/m^2 .K°.

Le sol du rez-de-chaussée est sur une voûte en pierre. (Figure 1/4.f) Ce sol lourd en voûte de pierre a un fort effet paroi froide. Dans certains cas ce sol est en plancher bois sur solives. Ceci diminue fortement l'effet paroi froide mais aggrave les entrées d'air froid par la cave ventilée. Pour 27 cm d'épaisseur les coefficients retenus sont : 606kg/m^2 et U = 6.25W/m^2 .K°.

Figure 1/4.i - Combles perdus



Figure 1/4.k - Fenêtre petit



bois rénovée



Figure 1/4.j - Fenêtre petit bois

Figure 1/4.l - Porte cochère bois massif cloutée



Figure 1/4.m - Porte bois avec imposte



Figure 1/4.n - Porte bois grange



Figure 1/4.o - Vitrine magasin



Figure 1/5.a - Toitures à faible pente.





- Les planchers intermédiaires sont en planches simples ou plâtrées. (Figure 1/4.q et 1/4.h)

Ces planchers peuvent être visible des 2 cotés ou disposer d'un lattis plâtré sous la face inférieure. Le lattis plâtré avec une certaine proportion de gravas entre les solives à un bon pouvoir d'atténuation phonique entre les niveaux. Pour 3 cm d'épaisseur sans plâtre les coefficients retenus sont : $16 \text{ kg/m}^2 \text{ et U} = 7.7 \text{ W/m}^2.\text{K}^\circ$.

Pour 20cm d'épaisseur avec lattis plâtre et gravas les coefficients retenus sont : 100 kg/m^2 et U = 3.3 W/m^2 . K° .

- Les combles aménagés sont couverts en tuiles et lattis plâtre sous chevrons. Ces combles sont peu nombreux mais ils subissent les fortes chaleurs sous les tuiles en été. Dans l'état ils sont totalement inconfortables.

Pour 37cm d'épaisseur sans plâtre les coefficients retenus sont : 76 kg/m 2 et U = 2.17 W/m 2 .K $^\circ$.

- Les combles perdus non aménagés sont couverts en tuiles. (figure 1/4.i) Ces combles servaient de stockage de certaines denrées ou matériaux ce qui les rendait légèrement isolants pour le dernier étage habité. S'ils restent en l'état ils ont un léger effet tampon pour l'été mais une faible isolation pour l'hiver.

Pour 20cm d'épaisseur avec lattis plâtre et gravas les coefficients retenus sont : 100 kg/m^2 et U = 3.3W/m^2 .K°.

- Les fenêtres à petit bois. (Figure 1/4.j et 1/4.k)

Elles ne sont pas étanches et faiblement isolantes, en verre déroulé, avec ou sans volets extérieurs et parfois intérieurs. Les volets participent fortement à l'isolation en hiver et à la protection solaire pour éviter les surchauffes en été.

Le coefficient de déperdition de la fenêtre par m² est Uw de 3.9 W/m².K°

- Les portes pleines en bois massif. (Figure 1/4.l et 1/4.n) Il s'agit d'un double épaisseur de bois cloutées, elles ne sont pas étanches, alors qu'elles sont moyennement isolantes.

Le coefficient de déperdition de la porte par m² est Up de 3.5 W/m².K°

- Les portes avec impostes vitrées. (Figure 1/4.m)
Elles participent à l'apport de lumière dans le couloir, à la ventilation d'été, mais elles sont faiblement isolantes et pas étanches en hiver.
Le coefficient de déperdition de la porte par m² est Uw de 4.52 W/m².K°

- Les vitrines de magasin en simple vitrage anti-effraction. (Figure 1/4.o) Les vitrines sont souvent remaniées en vitrage feuilleté anti effraction pas isolantes mais étanches.

Le coefficient de déperdition de la vitrine par m² est Uw de 4.88 W/m².K°

- Les murs séparatifs sont en brique pleine plâtré des deux faces. Les murs entre pièces peuvent être en pan de bois garnis en torchis ou en briques pleines. Ils participent correctement à la régulation thermique et hydrique du bâtiment. Ils ont un pouvoir phonique moyen.

Pour 15 cm d'épaisseur les coefficients retenus sont : 210 kg/m² et $U = 6.25 \text{ W/m}^2$.K°.

5 Les modes constructifs connus, avec leur implication thermique.

La structure du rez-de-chaussée est le plus souvent en pierre de 60 cm à 120 cm. Les murs mitoyens sont en moellons assemblés avec terre ou terre et chaux. Donc les ponts thermiques sont importants au niveau des murs de refend ou des murs mitoyens. Leur composition donne un fort effet paroi froide en hiver.

Les liaisons entre planchers et murs se font par poutres bois, donc les ponts ther-

Figure 1/5.b - Ventilation naturelle de cave



Figure 1/5.c - Ventilation naturelle de cave



Figure 1/6.a - Tableau de typologie des immeubles

	caractéristique	Nbre		Pan de	Boiserie		Système	Consomm	Modification
Adresse	principale immeuble	niveaux	Mitoyen	bois	intérieure	Cave	chauffage	ation	variantes
5 rue de la Poste	en lanière étroit	3	1 coté	R+1 et R+2 coté rue	R+1 et R+2	totale	cheminées bois	inconnue	2 cotés mitoyens
8 rue de la fraternité	en lanière moyen	4	2 cotés	coté cour et R+2 R+3 coté rue	néant	totale	gaz	inconnue	ajout 1 venelle avec et sans magasin en R
rue J Jaurès	Double lanière	3	2	R+1 et R+2 coté cour R+2 coté rue	néant	80%	gaz	26000 kWh/an 50% chauffé	avec ou sans magasin en R
1 rue des Pompiers	Double Lanière	3	2 cotés	R+2	néant	80%	gaz	49000 kWh/an	1 et 2 venelles avec et sans magasin en R
Place Victor Hugo	Immeuble d'angle	3	2 cotés	R+2 et combles	néant	totale	gaz	inconnue	néant
8 rue G Perin	Immeuble d'angle bas	2	2 cotés	R+1	néant	totale	néant	néant	ajout R+2 pan de bois et chauffage
20 rue J Jaurés	Immeuble massé moyen	3	1 coté	néant	R+1 et R+2 coté rue	40%	gaz	inconnue	néant
27 rue Louis Pasteur	Grand immeuble bas Faubourg	2	1 coté	R+1 coté cour	néant	30%	gaz	29000 kWh/an	2 cotés mitoyens
Rue de la Révolution magasin Fleuriste	Immeuble massé	3	2 cotés	R+1 et R+2	R+1 et R+2 coté rue	totale	convecteurs électriques	inconnue	avec ou sans magasin en R
Place de la République Tour Carrée	Maison de ville avec cour intérieure	3	2 cotés	R+1 et R+2 coté cour	R+1 et R+2 coté rue	totale	néant	néant	Ajout chauffage avec ou sans magasin en R
16 rue J Jaurés Hôtel Pyramide	Maison de ville angle avec cour intérieure	3	1 coté	R+1 et R+2 coté rue	R+1 et R+2 coté rue	20%	gaz	inconnue	néant
1 rue G Perin	Villa dans son parc	3	néant	néant	1péce en R	totale	gaz	52200 kWh/an	néant

miques sont ponctuels et ainsi négligeables avec des ancrages supérieurs à 24 cm donc isolants.

Les étages sont construits souvent en pan de bois avec un remplissage en torchis et des enduits à la chaux à l'extérieur et en plâtre à l'intérieur. L'épaisseur totale est souvent de 15 cm ce qui limite fortement l'effet paroi froide mais ne produit pas une isolation suffisante en hiver.

On trouve régulièrement des boiseries intérieures de 3 à 4 cm d'épaisseur sur murs surtout au 1er et 2ème étage côté rue, ce qui annule fortement l'effet paroi froide et renforce le pouvoir isolant.

Les toitures sont à faible pente de 20° à 30° en tuiles canal sans pare pluie, mais avec une volige disjointe en sous face (Figure 1/5.a)

Les combles perdus sont rarement aménagés, donc ils procurent une protection thermique l'été et une très légère isolation l'hiver.

Les fenêtres en bois simple vitrage et petits bois sont peu étanches et pas isolantes. Leur encadrement en pierre donne un pont thermique important. Si l'encadrement est en pan de bois le pont thermique est plus faible.

La porte d'entrée avec imposte vitrée est souvent avec encadrement pierre donc avec un fort pont thermique. Elle n'est pas étanche mais légèrement isolante.

Le portail des portes cochères est en bois massif contre cloué en 2 fois 3cm avec encadrement pierre donc avec un fort pont thermique. Il n'est pas étanche mais assez isolant.

La présence de caves est très fréquente sur totalité ou partie de l'immeuble. Ces caves sont à la base ventilées et donc pas isolantes. Il faut garder cette ventilation pour limiter l'humidité et donc les remontées d'humidité dans les murs porteurs (Figure 1/5.b et 1/5.c). La présence régulière de puits dans les caves et d'aqueducs maçonnés ou creusés permet d'évacuer les ruissèlements et leur débouché est à conserver.

Le plafond de la cave est souvent en voûte de pierre qui est un matériau froid en hiver et de temps en temps en plancher bois simple qui laisse passer l'air froid de la cave dans les étages.

6 Fiches de typologie du bâti ancien : (Figure 1/6.a)

Chaque immeuble initial a pu subir des modifications de configuration pour explorer d'autres cas particuliers non visités. Ajout ou suppression d'une ou deux mitoyennetés de type venelle, surélévation d'un niveau, présence ou absence de boiseries sur les murs intérieurs. Tous les immeubles ont été testés avec présence ou absence de commerce au rez-de-chaussée.

- Immeuble en lanière étroit (5 rue de la Poste) : initialement il n'était pas mitoyen d'un coté et il a été testé aussi avec les 2 cotés mitoyens.
- Immeuble en lanière moyen (8 rue de la Fraternité) : il est mitoyen des 2 cotés, il a été testé aussi avec une venelle d'un coté.
- Immeuble en lanière moyen regroupé par deux (4 rue J Jaurès et 1 rue des pompiers) : Ils sont mitoyens des 2 cotés d'origine, ils ont été testés avec une venelle et deux venelles.
- Immeubles massés (20 rue J Jaurès et rue de la Révolution) : mitoyens des 2 cotés.
- Immeubles d'angle (place V Hugo et 8rue G PERIN) : mitoyens de 2 cotés.
- Maison de Maître dans son parc (1 rue G Perin) : pas mitoyen.
- Grandes maisons de ville avec cour intérieure (Hôtel Pyramide, Maison tour carrée place de la République) : mitoyennes de 2 cotés.
- Immeuble de faubourg avec jardin (27 rue L Pasteur) : mitoyen d'un coté, il a été testé mitoyen des 2 cotés.

Figure 2/1.a - Façade rue



Figure 2/1.b - Modélisation 3D

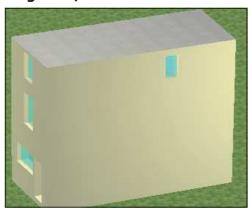


Figure 2/1.c - plan des niveaux

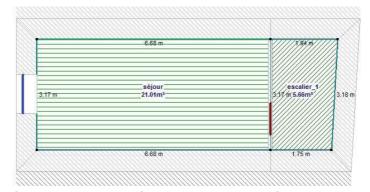


Figure 2/1.d - DPE avec 1 seul coté mitoyen et chauffé au bois par cheminée ouverte.

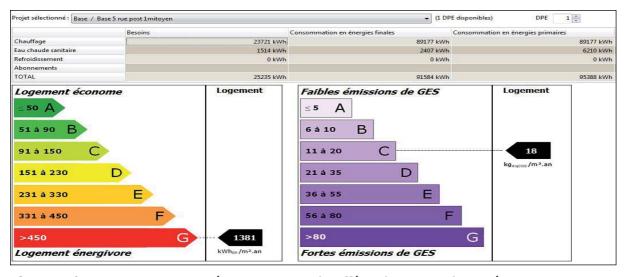
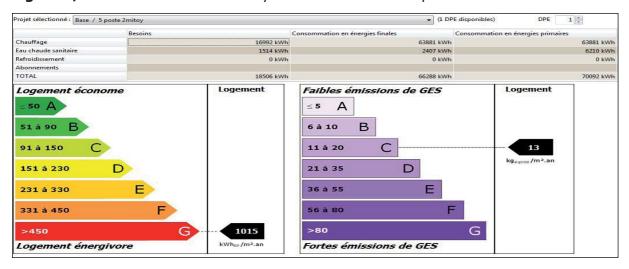


Figure 2/1.e - DPE avec 2 cotés mitoyens et chauffé au bois par cheminée ouverte.



Chapitre II

Typologie et analyse thermique des immeubles non isolés et besoins de chauffage.

Dans cette partie de l'étude il faut distinguer les différents niveaux thermiques des bâtiments.

Les besoins de chauffage sont les besoins du bâtiments pour chauffer à 19°C le jour et 17°C la nuit toute la partie habitable des logements , une fois pris en compte les apports solaires et les apports des occupants et de l'électroménager. Ce besoin ne dépend que de l'isolation de l'enveloppe du bâtiment et de son étanchéité à l'air.

La consommation en énergie primaire pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire prend en compte le besoin de chauffage et de production d'eau chaude ainsi que le rendement du système utilisé pour chauffer et l'énergie prélevée dans la nature pour la fournir au système.

1 Immeuble en lanière étroit.

Ces immeubles ont une seule fenêtre par niveau en façade. Ils sont bâtis sur 3 niveaux. Celui qui a été visité 5 rue de la Poste était mitoyen d'un côté sur les 3 niveaux avec un bâtiment chauffé et mitoyen de l'autre côté sur 2 niveaux mais avec un garage non chauffé (Figure 2/1.a) Le plan courant de chaque niveau est composé d'une pièce sur rue, d'un escalier en fond de bâtiment côté cour avec une petite pièce de service accolée (Figure 2/1.c).

Le rez de chaussée ainsi que la façade cour et le mur mitoyen chauffé sont en moellons de gneiss et granit, la façade rue et le mur mitoyen côté garage du 2ème et 3ème niveau sont en pan de bois garnissage torchis. Les menuiseries sont à petit bois simple vitrage sans volets. Les combles ne sont pas aménagés et la toiture a été rénovée en tuiles canal avec un pare-pluie souple. Tout l'intérieur est dans son état d'origine avec des boiseries au 2éme et 3ème niveau mais très dégradées. La cheminée d'origine s'est effondrée à l'intérieur.

Après avoir fait une modélisation (3D) en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/1.b) la simulation dynamique donne les résultats suivants :

- Les immeubles en lanière étroits sur 3 niveaux sans venelle avec une fenêtre en façade ont des besoins de chauffage autour de 200 kWh/m².an.
- Ce besoin augmente de 10% avec une venelle d'un coté de l'immeuble.

L'immeuble visité (5 rue de la Poste) était chauffé au bois par des cheminées ouvertes.

Dans ces conditions la consommation de bois pour arriver à maintenir une température de 19°C est énorme car le rendement d'une cheminée ouverte est de 10 à 15 %. Mais ce n'était pas le fonctionnement de l'époque où on se chauffait devant le feu le reste des pièces étant assez froid.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 1381 kWh/m^2 .an pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) et le dégagement de CO^2 de 18 kg/m^2 .an pour un bâtiment avec 1 venelle (Figure 2/1.d). Dans le cas d'un bâtiment mitoyen des 2 cotés la consommation en énergie primaire est de 1015 kWh/m^2 .an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de 13 kg/m^2 .an (Figure 2/1.e).

Si on équipe ce bâtiment d'une chaudière à gaz ancienne avec des radiateurs la consommation en énergie primaire est de 815 kWh/m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 191 kg/m².an pour un bâtiment avec 1 venelle.

Dans le cas d'un bâtiment mitoyen des 2 côtés la consommation en énergie primaire est de $628~\rm kWh/m^2.an$ pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de $147~\rm kg/m^2.an$.

Figure 2/2.a - Façade rue



Figure 2/2.b - Modélisation 3D

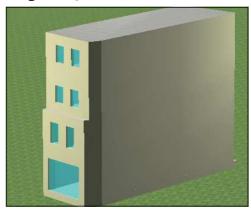


Figure 2/2.c - plan des niveaux

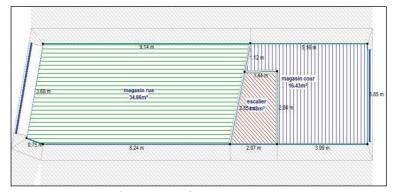


Figure 2/2.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville

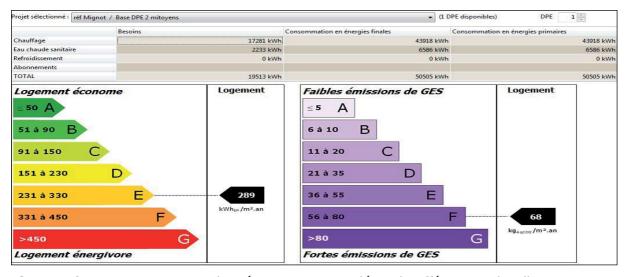
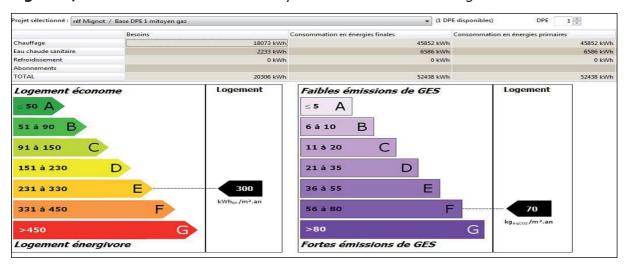


Figure 2/2.e - DPE avec 1 seul coté mitoyen non isolé et chauffé au gaz de ville



2 Immeuble en lanière moyen.

Ces immeubles ont deux fenêtres par niveau en façade. Ils sont bâtis sur 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité 8 rue de la Fraternité était mitoyen des deux côtés sur les 3 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/2.a).

Dans le plan courant de chaque niveau on trouve une pièce sur rue occupant les 2/3 du niveau, ensuite l'escalier et une autre pièce en fond de bâtiment côté cour (Figure 2/2.c). Dans cet immeuble les combles étaient aménagés côté rue.

Le rez-de-chaussée ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit, la façade rue du R+1 et R+2 et toute la façade cour sont en pan de bois garnissage torchis.

Les menuiseries sont à petit bois double vitrage 4.10.4 coté rue et simple vitrage ailleurs sans volets.

Le rez-de-chaussée à une vitrine coté rue et coté cour pour un commerce. Les combles sont aménagés coté rue.

Tout l'intérieur a été rénové il y a 20 ans sans les boiseries au 2éme et 3ème niveau. Il y a une cheminée par pièce de vie.

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/2.b). Nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout pour avoir une base sans rénovation. Pour le DPE une chaudière gaz ancienne d'avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques est prise en compte. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

- Les immeubles en lanière sans venelle avec deux fenêtres en façade par niveau sont les plus bas en besoin de chauffage avec moins de 100 kWh/m².an.
- Ce besoin double si on à une venelle d'un coté de l'immeuble.

L'immeuble visité était chauffé au gaz de ville avec des radiateurs. Les cheminées n'étaient pas correctement étanches donc nous avons pris une forte ventilation naturelle.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 289 kWh/ m^2 .an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de 368 kg/ m^2 .an pour un bâtiment sans venelle (Figure 2/2.d).

Dans le cas d'un bâtiment avec une venelle d'un côtés la consommation en énergie primaire est de 300 kWh/m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 70 kg/m².an (Figure 2/2.e).



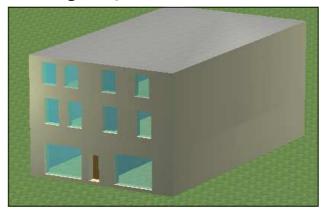


Figure 2/3.c - plan des niveaux

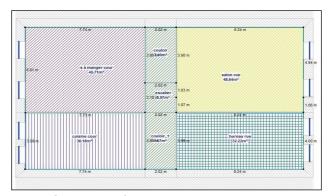


Figure 2/3.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville

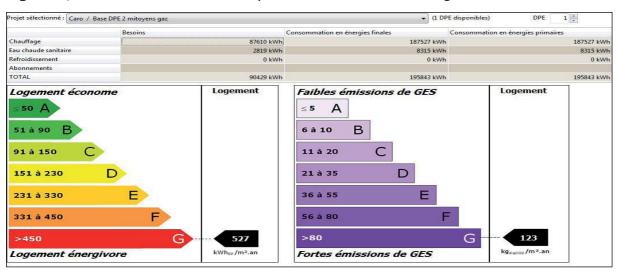
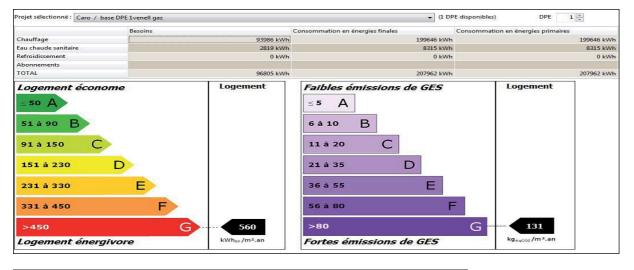


Figure 2/3.e - DPE avec 1 seul coté mitoyen non isolé et chauffé au gaz de ville



3 Premier immeuble en lanière double.

Ces immeubles ont trois ou quatre fenêtres par niveau en façade car ce sont deux immeubles en laniére moyens regroupés. Ils sont bâtis sur 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité 1 rue des Pompiers était mitoyen des deux cotés sur les 3 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/3.a).

Le plan courant de chaque niveau compte une rangée de pièces sur rue occupant la moitié du niveau, ensuite l'escalier et le couloir sont centraux et une autre rangée de pièces sont en fond de bâtiment côté cour (Figure 2/3.c). Dans cet immeuble les combles n'étaient pas aménagés.

Le rez de chaussée, le 1er étage, le 2ème étage côté rue d'un des deux immeubles ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit. Le 2ème étage côté cour et le 2ème étage côté rue d'un seul immeuble sont en pan de bois garnissage torchis.

Les menuiseries sont a petit bois double vitrage 4.12.4 VIR (Vitrage à Isolation Renforcée) , double fenêtre en cuisine avec volets.

Le rez-de-chaussée a deux vitrines côté rue et une cour couverte pour deux commerces. Les combles ne sont pas aménagés mais isolés avec 30 cm de cellulose et la cage d'escalier est isolée avec 5 cm de chanvre.

Tout l'intérieur a été rénové il y a 5 ans sans les boiseries. Il y a une cheminée par pièce de vie. La chaudière est neuve à condensation .

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/3.b), nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation, pour avoir une base sans rénovation.

Nous avons mis aussi pour le DPE une chaudière à gaz ancienne d'avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

Les doubles immeubles obtenus par regroupement de 2 immeubles qui ont 4 fenêtres en façade ont des besoins inférieurs à 200 kWh/m².an sans magasin au rez-de-chaussée et légèrement supérieur s'ils ont un magasin.

Leur besoin augmente de 10 % avec une venelle et de 20 % avec deux venelles.

Les besoins augmentent de 25 % si aucun mur n'est en pan de bois et torchis.

L'immeuble visité était chauffé au gaz de ville avec des radiateurs. Les cheminées n'étaient pas correctement étanches donc nous avons pris une forte ventilation naturelle.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 527 kWh/m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 123 kg/m².an pour un bâtiment sans venelle (Figure 2/3.d).

Dans le cas d'un bâtiment avec une venelle d'un côtés la consommation en énergie primaire est de 560 kWh/m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 131 kg/m².an (Figure 2/3.e).

Figure 2/4.a - Façade rue



Figure 2/4.b - Modélisation 3D

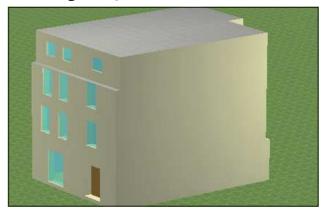


Figure 2/4.c - plan des niveaux

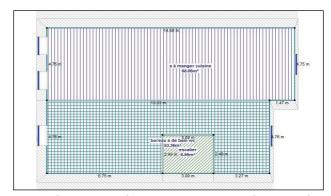


Figure 2/4.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville et électricité

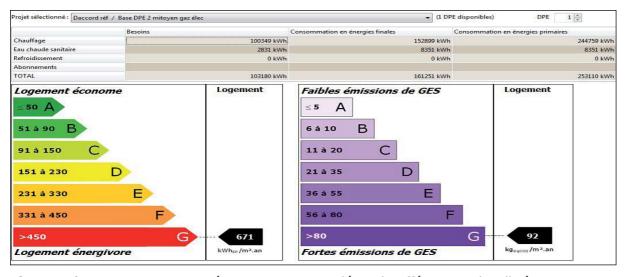
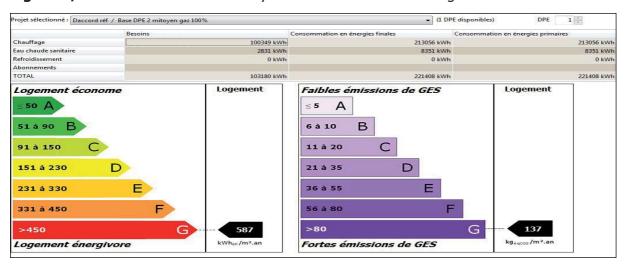


Figure 2/4.e - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville à 100%



4 Deuxième immeuble en lanière double.

Ces immeubles ont trois ou quatre fenêtres par niveau en façade car ce sont deux immeubles en lanière moyens regroupés. Ils sont bâtis sur 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité 4 rue Jean Jaurès était mitoyen des deux côtés sur les trois niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/4.a).

Le plan courant de chaque niveau comporte une rangée de pièces sur rue occupant la moitié du niveau, ensuite l'escalier et le couloir sont centraux et une autre rangée de pièces occupe le fond du bâtiment côté cour (Figure 2/4.c). Dans cet immeuble les combles étaient aménagés.

Le rez-de-chaussée, le 1er étage, le 2ème étage côté rue ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit. Le 2ème étage côté rue et le 1er et 2ème étage côté cour sont en pan de bois garnissage torchis. Les menuiseries sont à petit bois double vitrage 4.12.4 VIR , double fenêtre en cuisine avec volets.

Le rez-de-chaussée a une vitrine côté rue pour un commerce et une porte cochère pour un garage.

Les combles sont aménagés mais isolés avec 15 cm de laine de verre. Tout l'intérieur a été rénové il y a 15 ans sans les boiseries. Il y a une cheminée par pièce de vie. La chaudière au gaz de ville est ancienne et les combles aménagés sont chauffés par des convecteurs électriques .

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/4.b) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation pour avoir une base sans rénovation. Nous avons mis aussi pour le DPE, une chaudière gaz ancienne d'avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

Les doubles immeubles obtenus par regroupement de 2 immeubles qui ont 4 fenêtres en façade ont des besoins inférieurs à 200 kWh/m².an sans magasin au rez-de-chaussée et légèrement supérieur s'ils ont un magasin.

Leur besoin augmente de 10 % avec une venelle et de 20 % avec deux venelles.

Les besoins augmentent de 25 % si aucun mur n'est en pan de bois et torchis.

L'immeuble visité était chauffé au gaz de ville avec des radiateurs et à l'électricité. Les cheminées n'étaient pas correctement étanches donc nous avons pris une forte ventilation naturelle.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 671 kWh/m^2 .an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de 92 kg/m^2 .an pour un bâtiment chauffé au gaz et à l'électricité (Figure 2/4.d).

Dans le cas d'un bâtiment chauffé à 100~% au gaz la consommation en énergie primaire est de $587~kWh/m^2$.an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de $137~kg/m^2$.an (Figure 2/4.e).

Figure 2/5.a - Façade rue



Figure 2/5.b - Modélisation 3D

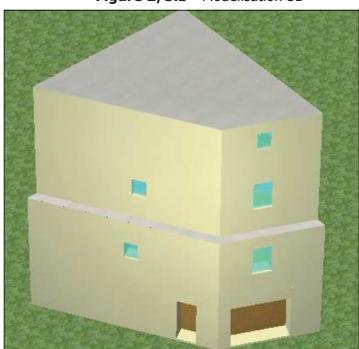


Figure 2/5.c - plan des niveaux

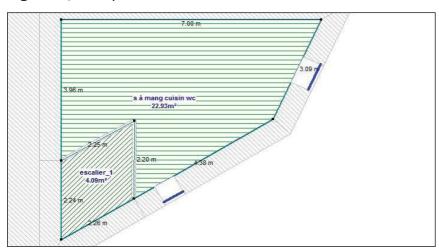
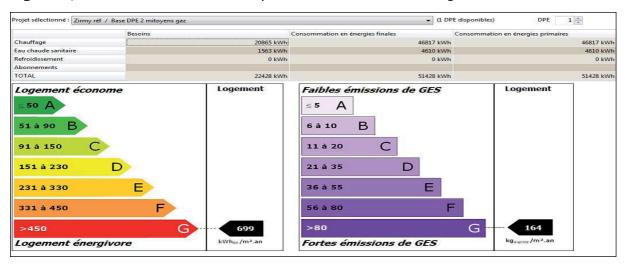


Figure 2/5.e - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville



5 Premier Immeuble d'angle étroit et haut.

Ces immeubles ont deux ou trois fenêtres par niveau en façade. Ils sont bâtis sur 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité place Victor Hugo était mitoyen des deux côtés sur les 3 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/5.a).

Le plan courant de chaque niveau comporte une ou deux pièces sur rue occupant tout le niveau. Ensuite l'escalier est en angle (Figure 2/5.c). Dans cet immeuble les combles étaient aménagés.

Le rez de chaussée, le 1er étage ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit. Le 2ème étage et les combles côté rue sont en pan de bois garnissage torchis. Les menuiseries sont à petit bois double vitrage 4.12.4 VIR , avec volets. Le rez-de-chaussée a une porte de garage côté rue. Les combles sont aménagés et isolés avec 20 cm de laine de verre.

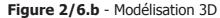
Tout l'intérieur a été rénové cette année sans les boiseries. Il y a une cheminée par pièce de vie. La chaudière au gaz de ville est neuve.

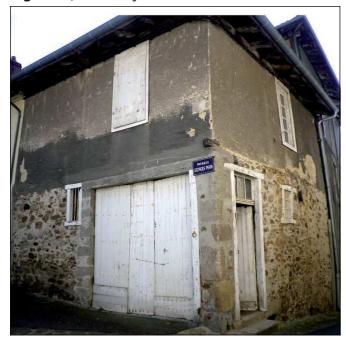
Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/5.b) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation pour avoir une base sans rénovation ni système récent de chauffage. Nous avons mis aussi pour le DPE une chaudière gaz ancienne avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double minimum la consommation par rapport à un système existant neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

Les immeubles d'angle ont des besoins de 200 kWh/m².an pour les plus petits et de 300 kWh/m².an pour les grands.

L'immeuble visité était chauffé au gaz de ville avec des radiateurs.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 699 kWh/m^2 .an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de 164 kg/m^2 .an pour un bâtiment chauffé au gaz et ayant deux niveaux (Figure 2/5.d).





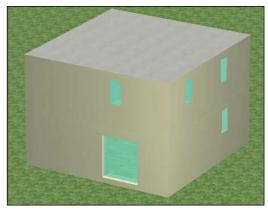


Figure 2/6.c - plan des niveaux

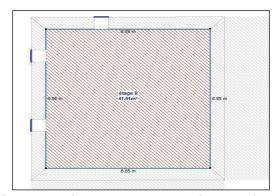


Figure 2/6.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville et électricité

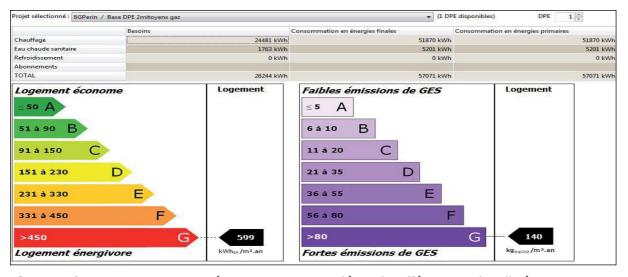
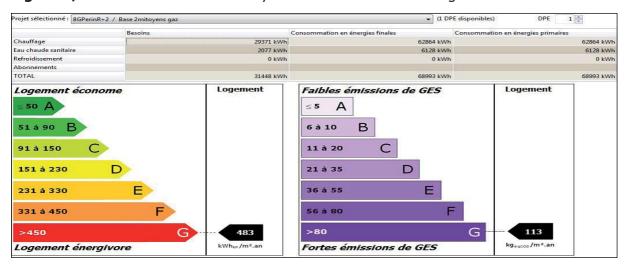


Figure 2/6.e - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville à 100%



6 Deuxième immeuble d'angle bas.

Ces immeubles ont deux ou trois fenêtres par niveau en façade. Ils sont bâtis sur 2 ou 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité 8 rue G Perin était mitoyen des deux côtés sur les 2 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/6.a).

Le plan courant de chaque niveau comporte une ou deux pièces sur rue occupant tout le niveau, ensuite l'escalier est en angle (Figure 2/6.c).

Nous avons testé la surélévation d'un niveau de ce bâtiment en pan de bois et torchis pour avoir une structure plus courante.

Le rez de chaussée ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit. Le 1er étage côté rue est en pan de bois garnissage torchis. Les menuiseries sont à petit bois simple vitrage avec volets.

Le rez-de-chaussée a une porte de grange. Cet immeuble était une grange vétuste dans son état initial

Nous avons testé thermiquement ce bâtiment comme si ce bâtiment était utilisé en logement ou salle d'exposition pou la ville. Le chauffage est prévu au gaz de ville.

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/6.b) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation, pour avoir une base sans rénovation. Nous avons mis aussi pour le DPE une chaudière gaz ancienne avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

- Les immeubles d'angle ont des besoins de 200 kWh/m².an pour les plus petits et de 300 kWh/m².an pour les grands.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 599 kWh/m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 140 kg/m².an pour un bâtiment chauffé au gaz et ayant deux niveaux (Figure 2/6.d).

Dans le cas d'un bâtiment chauffé au gaz et ayant 3 niveaux la consommation en énergie primaire est de 483 kWh/m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 113 kg/m².an (Figure 2/6.e).

Figure 2/7.a - Façade rue



Figure 2/7.b - Modélisation 3D

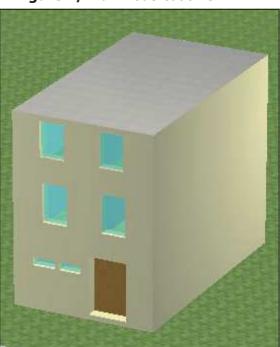


Figure 2/7.c - plan des niveaux

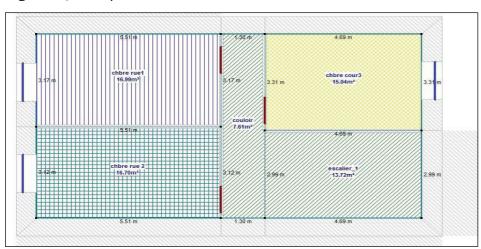
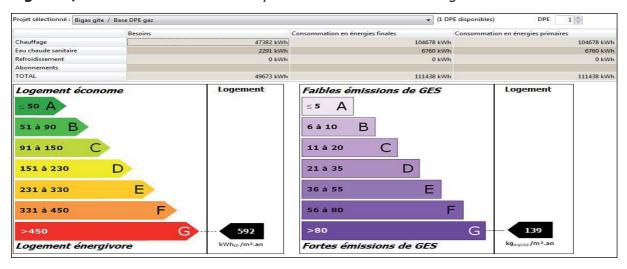


Figure 2/7.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville



7 Premier Immeuble massé moyen.

Ces immeubles ont deux ou trois fenêtres par niveau en façade. Ils sont bâtis sur 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité au 20 rue J Jaurès était mitoyen sur un coté et demi sur les 3 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/7.a).

Le plan courant de chaque niveau comporte une ou deux pièces sur rue occupant la moitié du niveau. Ensuite on trouve l'escalier en angle, le couloir au milieu et une pièce dans l'autre angle côté cour (Figure 2/7.c). Dans cet immeuble les combles n'était pas aménagés.

Tous les niveaux ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit.

Seuls les combles sont en pan de bois garnissage torchis. Les menuiseries sont à petit bois double vitrage 4.10.4 sans volets.

Le rez-de-chaussée a une porte de garage côté rue mais aménagé en cuisine et salle à manger. Tout l'intérieur a été rénové il y a 15 ans en gardant les boiseries. Il y a une cheminée par pièce de vie. La chaudière au gaz de ville est ancienne.

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/7.b) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation pour avoir une base sans rénovation. Nous ans mis aussi pour le DPE une chaudière gaz ancienne avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

Les immeubles massés qui ont de 2 à 4 fenêtres en façade ont des besoins inférieurs à 200 kWh/ m^2 .an sans magasin au rez-de-chaussée et légèrement supérieur s'ils ont un magasin.

Leur besoin augmente de 10 % avec une venelle et de 20 % avec deux venelles. Les besoins augmentent de 25 % si aucun mur n'est en pan de bois et torchis.

L'immeuble visité était chauffé au gaz de ville avec des radiateurs.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 592 kWh/m^2 .an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de 139 kg/m^2 .an pour un bâtiment chauffé au gaz et ayant trois niveaux (Figure 2/7.d).

Figure 2/8.a - Façade rue



Figure 2/8.b - Modélisation 3D

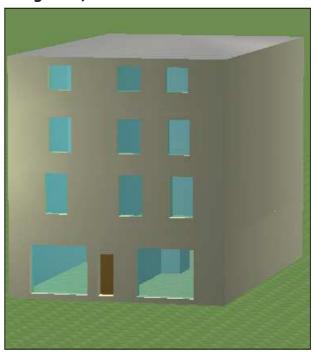


Figure 2/8.c - plan des niveaux

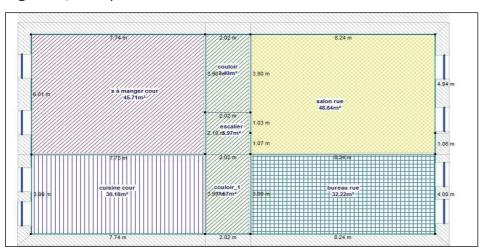
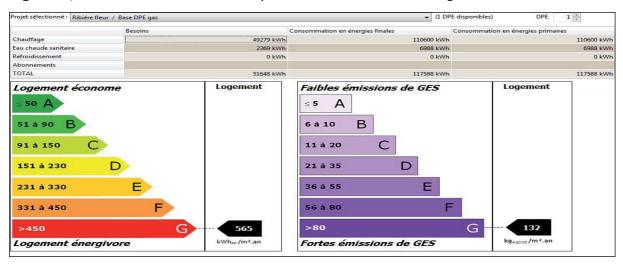


Figure 2/8.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville



8 Deuxième immeuble massé grand.

Ces immeubles ont trois ou quatre fenêtres par niveau en façade. Ils sont bâtis sur 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité au 20 rue de la Révolution était mitoyen sur deux cotés sur les 3 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/8.a).

Le plan courant de chaque niveau comporte une rangée de pièces sur rue occupant la moitié du niveau. Ensuite on trouve l'escalier et le couloir central et une autre rangée de pièces en fond de bâtiment côté cour (Figure 2/8.c). Dans cet immeuble les combles n'étaient pas habités.

Tous les niveaux côté cour ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit.

Seuls les combles et la façade côté rue sont en pan de bois garnissage torchis. Les menuiseries sont à petit bois simple vitrage avec volets.

Le rez-de-chaussée a deux vitrines et une porte d'entrée pour le magasin.

Le magasin a été rénové il y a 3 ans. Les étage sont dans leur état initial, assez dégradé avec des boiseries.

Il y a une cheminée par pièce de vie. Le commerce est chauffé par convecteurs électriques.

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/8.b) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation, pour avoir une base sans rénovation. Nous avons mis aussi pour le DPE une chaudière gaz ancienne avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

Les immeubles massés qui ont de 2 à 4 fenêtres en façade ont des besoins inférieurs à 200 kWh/ m^2 .an sans magasin au rez-de-chaussée et légèrement supérieur s'ils ont un magasin.

Leur besoin augmente de $10\,\%$ avec une venelle et de $20\,\%$ avec deux venelles. Les besoins augmentent de $25\,\%$ si aucun mur n'est en pan de bois et torchis.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 565 kWh/m^2 .an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de 132 kg/m^2 .an pour un bâtiment chauffé au gaz et ayant trois niveaux (Figure 2/8.d).

Figure 2/9.a - Façade rue



Figure 2/9.b - Modélisation 3D



Figure 2/9.c - plan des niveaux

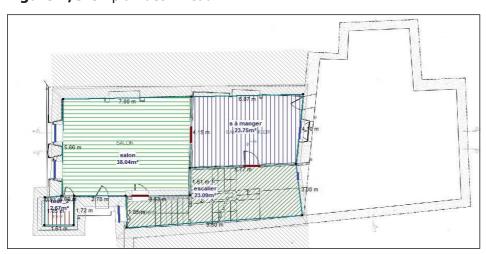
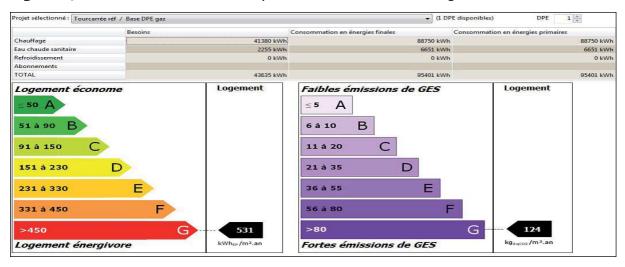


Figure 2/9.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville



9 Première maison de ville avec cour intérieure.

Ces immeubles ont trois ou quatre fenêtres par niveau en façade. Ils sont bâtis sur 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité au 20 rue de la Révolution était mitoyen sur deux cotés sur les 3 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/9.a).

Le plan courant de chaque niveau comporte une rangée de pièces sur rue occupant la moitié du niveau. Ensuite on trouve un escalier monumental en angle avec une petite pièce de service et une autre pièce en angle de bâtiment côté cour (Figure 2/9.c). Dans cet immeuble les combles étaient aménagés.

Les 1er et 2ème niveaux côté cour ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit.

Le 2ème niveau et les combles côté rue et la façade côté cour sont en pan de bois garnissage torchis.

Les menuiseries sont à petit bois simple vitrage avec volets. Le rez-de-chaussée a une porte cochère transformable en vitrine pour un futur magasin et une porte d'entrée pour le logement des étages.

Le bâtiment est en rénovation complète. Les étages sont dans leur état initial, un peu dégradé avec des boiseries côté rue. Il y a une cheminée par pièce de vie côté rue.

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/9.b) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation pour avoir une base sans rénovation. Nous avons mis aussi pour le DPE une chaudière gaz ancienne avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

Les maisons de ville avec cour intérieure ont des besoins de 200 kWh/m².an si elles sont mitoyennes sur deux cotés et 250 kWh/m².an si elles sont en angle ou mitoyennes d'un seul coté.

Leur besoin augmente de 10% avec une venelle et de 20% avec deux venelles. Les besoins augmentent de 25% si aucun mur n'est en pan de bois et torchis.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 531 kWh/ m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 124 kg/ m².an pour un bâtiment chauffé au gaz et ayant quatre niveaux (Figure 2/9.d).

Figure 2/10.a - Façade rue



Figure 2/10.c - plan des niveaux

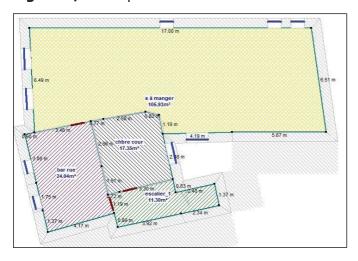


Figure 2/10.b - Modélisation 3D

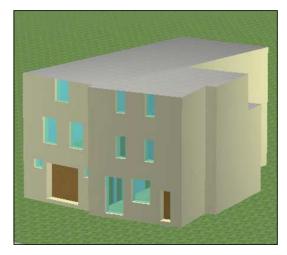
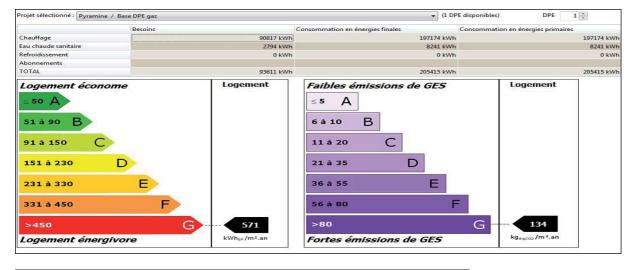


Figure 2/10.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville



10 Deuxième grande maison de ville en angle avec cour intérieure.

Ces immeubles ont cinq à sept fenêtres par niveau en façade du fait de leur position en angle. Ils sont bâtis sur 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité au 16 rue J Jaurès était mitoyen sur deux côtés en angle sur les 3 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/10.a).

C'était un hôtel avec une grande salle à manger et six chambres.

Le plan courant de chaque niveau correspond à la juxtaposition de deux immeubles. Un immeuble abritant au rez-de-chaussée un grand garage, au R+1 une grande salle à manger, au R+2 un grand grenier perdu.

L'autre immeuble plus petit et plus carré intègre la réception, la cuisine et les chambres (Figure 2/10.c).

Dans cet immeuble les combles étaient aménagés.

Le 1er niveau ainsi que les murs mitoyens chauffés sont en moellons de gneiss et granit.

Le 2ème et 3ème niveaux côté rue et les combles sont en pan de bois garnissage torchis.

Les menuiseries sont à petit bois simple vitrage avec volets pour les chambres. Le rez-de-chaussée a une porte cochère pour le grand garage et une porte d'entrée avec fenêtres pour la réception de l'hôtel.

Le bâtiment est inutilisé. Les étages sont dans leur état inial ,un peu dégradé avec des boiseries côté rue. Il y a une cheminée par pièce de vie coté rue.

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/10.b) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation, pour avoir une base sans rénovation. Nous avons mis aussi pour le DPE une chaudière gaz ancienne avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

Les maisons de ville avec cour intérieure ont des besoins de 200 kWh/m².an si elle sont mitoyennes sur deux côtés et 250 kWh/m².an si elles sont en angle ou mitoyennes d'un seul côté.

Leur besoin augmente de $10\,\%$ avec une venelle et de $20\,\%$ avec deux venelles. Les besoins augmentent de $25\,\%$ si aucun mur n'est en pan de bois et torchis.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 571 kWh/m^2 .an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de 134 kg/m^2 .an pour un bâtiment chauffé au gaz et ayant trois niveaux (Figure 2/10.d).

Figure 2/11.a - Façade rue

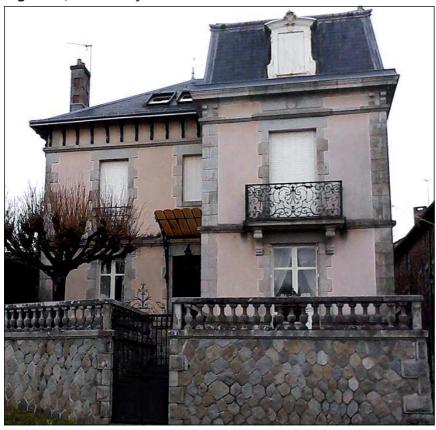


Figure 2/11.c - plan des niveaux

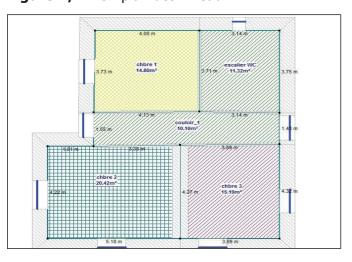


Figure 2/11.b - Modélisation 3D

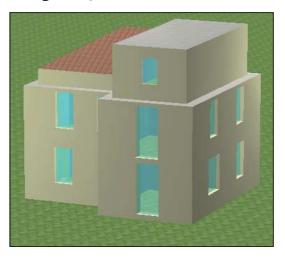
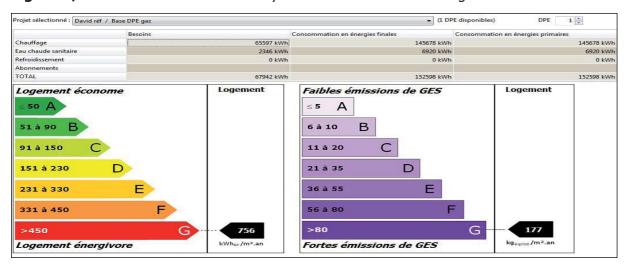


Figure 2/11.d - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville



11 Grande villa dans son parc.

Ces immeubles ont de six à seize fenêtres par niveau en façade du fait de leur position non mitoyenne. Ils sont bâtis sur 2 niveaux avec des combles mansardés, souvent couverts en ardoises. Celui qui a été visité au 1 rue G Perin avait reçu l'adjonction d'une véranda servant de cuisine (Figure 2/10.a).

Le plan courant de chaque niveau dispose d'un couloir central avec un important escalier, central ou latéral (Figure 2/10.c). Dans cet immeuble les combles étaient aménagés.

Les 2 niveaux sont en moellons de gneiss et granit avec des enduits épais à l'extérieur et du plâtre à l'intérieur.

Les menuiseries sont à grand jour simple vitrage avec volets métalliques. Le sous-sol dispose d'une porte cochère pour le grand garage.

Le bâtiment est en bon état avec des tentures et boiseries au rez-dechaussée dans le grand salon côté rue.

Il y a une cheminée par pièce de vie. Le bâtiment est chauffé au gaz de ville la chaudière est ancienne.

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/10.b) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation, pour avoir une base sans rénovation. Nous avons mis aussi pour le DPE une chaudière gaz ancienne avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques, ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

La villa de maître dans son parc a un besoin de chauffage de 300 kWh/m².an

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 756 kWh/m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 177 kg/m².an pour un bâtiment chauffé au gaz et ayant trois niveaux habités (Figure 2/10.d).

Figure 2/12.a - Façade rue



Figure 2/12.b - plan des niveaux

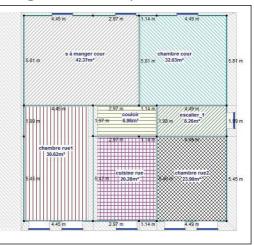


Figure 2/12.c - Modélisation 3D



Figure 2/12.d - DPE avec 1 coté mitoyen non isolé et chauffé au gaz de ville

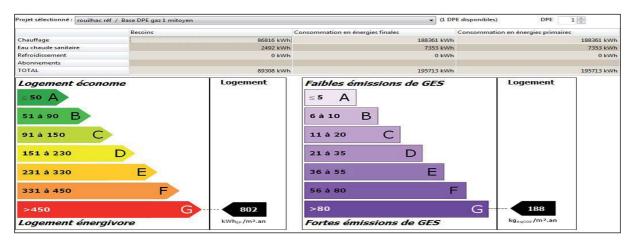
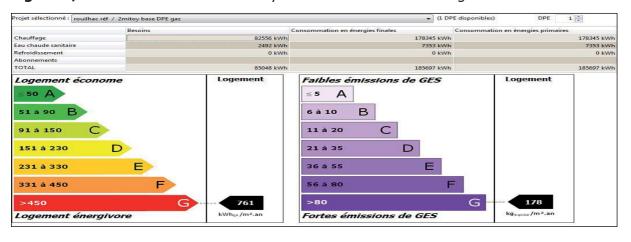


Figure 2/12.e - DPE avec 2 cotés mitoyens non isolé et chauffé au gaz de ville



12 Grand immeuble bas de faubourg.

Ces immeubles ont cinq ou six fenêtres par niveau en façade. Ils sont bâtis sur 2 ou 3 niveaux avec des combles aménagés ou pas. Celui qui a été visité 27 rue L Pasteur était mitoyen d'un côté sur les 2 niveaux avec des bâtiments chauffés (Figure 2/12.a). Il a aussi été simulé avec les 2 côtés mitoyens.

Le plan courant de chaque niveau comporte une rangée de pièces sur rue occupant la moitié du niveau. Ensuite on trouve un escalier et le couloir central et une autre rangée de pièces en fond de bâtiment côté cour (Figure 2/12.b). Dans cet immeuble les combles n'étaient pas aménagés.

Le rez-de-chaussée, la façade côté rue ainsi que le mur de la venelle sont en moellons de gneiss et granit. Le 1er étage côté cour et le mur mitoyen chauffé est en pan de bois garnissage torchis.

Les menuiseries sont à petit bois simple vitrage avec volets. Le rez-de-chaussée est utilisé par des activités tertiaires et des pièces de rengement. Le chauffage fonctionne au gaz de ville.

Après avoir fait une modélisation en 3 dimensions avec la composition de toutes les parois (Figure 2/12.c) nous avons simulé la référence avec des menuiseries petit bois simple vitrage partout, sans isolation, pour avoir une base sans rénovation. Nous avons mis aussi pour le DPE une chaudière gaz ancienne avant 1988 sans régulation ni robinets thermostatiques ce qui double au minimum la consommation par rapport à un système neuf à condensation avec régulation et robinets thermostatiques. La simulation dynamique donne les résultats suivants :

L'immeuble massé de faubourg sur deux niveaux a un besoin de plus de 300 kWh/m².an avec ou sans venelle.

Dans ces conditions la consommation en énergie primaire est de 802 kWh/m².an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO² de 188 kg/m².an pour un bâtiment chauffé au gaz et ayant deux niveaux (Figure 2/12.d).

Dans le cas d'un bâtiment chauffé au gaz et ayant 3 niveaux la consommation en énergie primaire est de $761~\text{kWh/m}^2$.an pour le chauffage et l'eau chaude et le dégagement de CO^2 de $178~\text{kg/m}^2$.an (Figure 2/12.e).

13 Synthèse des fiches d'analyse thermique.

Suite à l'analyse faite par l'étude BATAN en 2007 nous savons que le calcul DPE est très défavorable aux bâtiments anciens, par exemple :

Le bâtiment double du 4 rue Jean Jaurès chauffé à 50% consomme sur une année 26000 kWh en chauffage et ECS. Il est isolé en combles et a une chaudière plus récente. Si on re prend son DPE sans isolation il consomme 221408 kW/ an moins 51 % grâce à l'isolation et moins 50 % car chauffé à moitié et moins 20% pour la chaudière. Cela représente 43396 kWh/an de consommation théorique pour 26000 kWh/an de consommation réelle. Soit une surestimation de 67% .

Le bâtiment double du 3 rue des Pompiers consomme sur une année 49000 kWh. il est isolé en combles, les menuiseries sont en double vitrage ou doubles fenêtres et la chaudière à condensation. Sa consommation théorique DPE non isolé est de 195843 kWh/an. L'isolation permet de baisser la consommation de 42 % pour la toiture, 7 % de mieux pour les vitrages et un gain de 40% pour la chaudière à condensation. Cela représente 63382 kWh/an de consommation théorique pour 49000 kWh/an de consommation réelle. Soit une surestimation de 30% .

Le bâtiment double du 27 rue Louis Pasteur consomme sur une année 29000 kWh. il est isolé en combles et la chaudière plus récente. Sa consommation théorique DPE non isolé est de 195713 kWh/an. L'isolation permet

Figure 3/1.a - Accumulation d'eau avec enduit ciment étanche

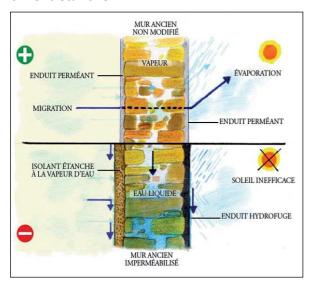


Figure 3/1.c - Remontées capillaire du sol à cause de parois trop étanches

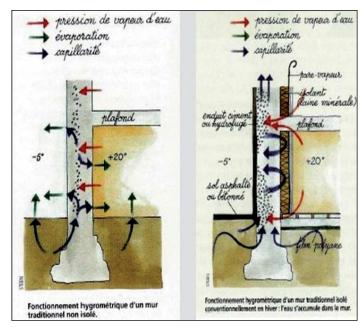


Figure 3/1.e - Effet paroi froide

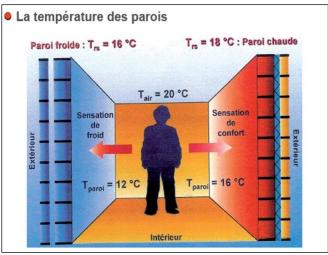


Figure 3/1.b- Stockage d'eau dans les capillaires des murs

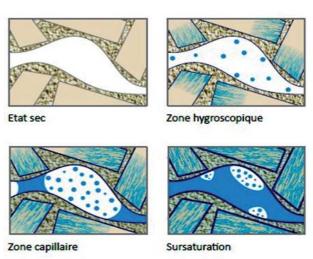
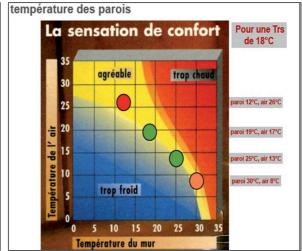


Figure 3/1.d - Effondrement d'une demiépaisseur de mur à cause de fortes remontées capillaires



Figure 3/1.f - Le confort selon la température de l'air et des murs



de baisser la consommation de 68~% pour la toiture, 20~% pour la chaudière plus récente. Cela représente 50103~kWh/an de consommation théorique DPE pour 49000~kWh/an de consommation réelle. Soit une surestimation de 2% .

La villa dans son parc du 1 rue G. Perin consomme sur une année 52200 kWh. il est isolé en combles, la véranda isole la moitié du mur nord et la chaudière plus récente. Sa consommation théorique DPE non isolé est de 152598 kWh/an. L'isolation permet de baisser la consommation de 29 % pour la toiture, 4 % pour la véranda et 20 % pour la chaudière plus récente. Cela représente 83208 kWh/an de consommation théorique DPE pour 52200 kWh/an de consommation réelle. Soit une surestimation de 59% .

Le besoin de chauffage en calcul dynamique est plus réaliste que le calcul DPE. Il permet de retrouver exactement les consommations de ces quatre bâtiments. C'est cette méthode par les besoins de chauffage en calcul dynamique que nous allons utiliser pour calculer les améliorations thermiques possibles.

Ces bâtiments anciens de Saint Léonard ont quatre gros avantages :

Ils sont simples de conception et relativement semblables dans les matériaux utilisés, ce qui permet d'envisager des solutions d'isolations standardisées efficaces.

Ils sont assez sains si on retire le ciment des enduits, donc leur pérennité n'est pas en cause.

Ils sont assez mitoyens. Ils seront d'autant plus facile à isoler pour obtenir de bons résultats.

De plus le centre ancien dispose du gaz de ville. Ceci permet d'avoir grâce aux chaudières à condensation et micro-accumulation des systèmes de chauffage et de production d'eau chaude simples, efficaces et modulables.

Chapitre III Propositions d'amélioration et de réhabilitation.

1 La réhabilitation d'un centre urbain protégé doit prendre en compte :

Les risques de détérioration de la structure des murs porteurs par une trop forte humidité ou une attaque par le gel. Pour cela il faut éviter d'étancher les parois et de trop isoler par l'intérieur. (Figure 3/1.a et 3/1.b)

Attention une trop forte épaisseur d'isolant appliquée par l'intérieur entraîne un refroidissement des murs extérieurs. Ce refroidissement entraîne en hiver une augmentation de la condensation dans la masse du mur ancien massif épais et donc une plus forte sensibilité au gel en profondeur. Au-delà de 4 cm d'isolant intérieur ce risque augmente rapidement dans les murs massifs épais de plus de 30 cm et il atteint son maximum vers 10cm d'isolant. L'action de l'eau et du gel combinées peuvent entraîner un effondrement de la moitié du mur la plus délitée. (Figure 3/1.c et 3/1.d)

Si architecturalement et patrimonialement un enduit extérieur isolant de 3 cm minimum est possible ce risque de gel en profondeur est largement écarté.

Le respect de la qualité architecturale et patrimoniale des bâtiments.

Le confort phonique des occupants car il existe peu de solutions fiables dans ce domaine en comparaison des solutions thermiques plus nombreuses.

Le confort thermique en évitant les courants d'air froids grâce à l'étanchéité à l'air renforcée, et en évitant l'effet paroi froide. (Figure 3/1.e et 3/1.f)

Figure 3/2.a - Tableau d'amélioration des besoins de chauffage des bâtiments testés.

	AMELIORATION THERMIQUE/gain par type	en lanière esson en la sière esson en la sière	eriasine en lanière etroit Zmitoyen 5 etroq	ərəinsi nə əlduəmmi tongiM nəyorim sárt	tongiM əráinɛJ əllənəvI +	Double immeuble Daccord	Double immeuble O160	Double immeuble Caro + 1 Venelle	Double immeuble Caro + 2 Venelles	algne'b alauemmi Zirmy	sed algne alduammi nina9 2 aun 8	S+Я eigns eiduemmi nite9 & eut 8	nayom alduarnmi segi8 afi2	sed elduemmi bneso Venelle Rouilhac	Grand immeuble bas sans Venelle Rouilhac	Grand immeuble Fleuriste	Grand immeuble sana caveTour carrée	Hôtel en angle petite cave Pyramide	Villa dans son parc David
Référence	Besoins de chauffage en kWh/m²/an	216	202	95	168	178	215	234	252	199	281	323	266	324	315	216	195	255	309
Variante 1	Isolation du planche haut 30cm cellulose R=7.5	42%	45%	17%	44%	21%	42%	38%	35%	49%	44%	38%	*04	%89	70%	34%	43%	51%	767
Variante 2	V1+ Isolation int 5cm sur mur gneiss R=1	42%	47%	18%	25%	24%	44%	45%	45%	24%	48%	41%	46%	73%	73%	41%	49%	%85	43%
Variante 3	V1+ Isolation int 10cm sur mur gneiss R=2	42%	48%	18%	28%	25%	45%	47%	48%	25%	%67	43%	48%	74%	74%	43%	48%	%09	46%
Variante 4	V1+ Isolation int 15cm sur mur gneiss R=3	42%	48%	18%	%09	%55	45%	48%	%05	%95	49%	43%	49%	75%	74%	44%	47%	61%	48%
Variante 5	V2+ isolation int 5cm sur pan de bois R=1.25	49%	21%	23%	%09	%95	45%	46%	46%	61%	25%	46 %	néant	74%	74%	45%	48%	61%	néant
Variante 6	V2+ isolation int 10cm sur pan de bois R=2.5	51%	23%	25%	61%	28%	46%	46%	46%	63%	23%	51%	néant	74%	74%	46%	48%	%29	néant
Variante 7	V6+ double vitrage mince 10mm Uw =2	85%	%95	28%	%99	%65	49%	20%	%05	64%	%55	23%	49%	%11%	77%	21%	20%	%59	46%
Variante 8	V7+ isolation plancher bas 10cm sur cave R=2.4	75%	74%	34%	%29	72%	%89	%19	%99	72%	75%	71%	%09	78%	78%	%59	51%	%99	61%
Variante 9	V7+ isolation plancher bas 4cm sur cave R=1.2	71%	20%	33%	%99	%69	%59	64%	93%	%01	72%	%89	%85	78%	78%	%29	20%	%99	28%
Variante 10	V9 avec vitrage feuilleté 6mm isolant Uw=3.1	%89	%89	30%	63%	%29	63%	62%	61%	%69	71%	%99	%95	76%	29%	%65	49%	64%	%95
Variante 11	V9 avec double fenêtre Uw=1.1	74%	74%	36%	71%	%92	%89	%49	%99	72%	74%	%02	61%	%08	%08	%99	23%	%89	61%
8/	Besoins chauffage tout l'immeuble	22	25	63	99	51	89	E	98	23	r	97	106	02	69	76	96	88	121
kWh/m²an	Besoins chauffage tout l'immeuble sans le magasin	néant	néant	88	20	47	49	02	8/	néant	néant	néant	néant	73	76	æ	92	néant	néant

L'effet paroi froide est effectif jusqu'à 2.5 m d'une paroi, vitrage, sol, plafond ou mur. Dés que la paroi descend en dessous de 18°C notre organisme émet un rayonnement infrarouge important ayant pour but de réchauffer la paroi. Si cette paroi est en pierre froide en hiver, notre organisme se décharge rapidement de sa chaleur et le resenti de froid est important. Pour compenser nous augmentons la température de lair par le chauffage mais ça ne change pas grand chose. Il s'agit d'un effet de surface des matériaux. S'ils sont isolants ils se réchauffent rapidement en surface, s'ils ne sont pas isolants ils absorbent la chaleur pour la conduire au ceour de la paroi.

La qualité de l'air intérieur par l'utilisation de matériaux sains, renouvelables, durables et une bonne ventilation par utilisation des cheminées, des escaliers ou des puits de jour.

L'arrivée possible des réseaux d'énergies renouvelables. Pour cela il faut conserver au maximum les réseaux hydrauliques de chaleur dans les immeubles. On peut ainsi y adapter différentes énergies renouvelables par la suite.

Dans le but d'atteindre de bons résultats dans le temps et qu'ils soient pérennisés il vaut faire une analyse globale de la rénovation thermique, car les interactions sont complexes entre l'humidité, la ventilation et le confort.

Il vaut mieux traiter correctement chaque point en commençant par les principaux (toiture, étanchéité et sol), que de faire au hasard des petits bouts mal coordonnés. Par contre si l'ensemble est analysé les travaux peuvent se faire par étapes décalées.

2 Les améliorations thermiques possibles.

Les différents matériaux proposés dans cette étude pour la réhabilitation tiennent compte de la structure hygrothermique des parois, de leur caractère patrimonial et de la qualité renouvelable des matériaux. Voici les différents matériaux souhaitables en fonction des parois à traiter pour respecter au mieux ces conditions.

- Pour les combles perdus la ouate de cellulose en vrac de 30 cm d'épaisseur après tassement (autour de 50 kg/m3) remplit toutes les conditions pour l'isolation d'hiver et d'été ainsi que pour la durabilité du produit dans le temps.
- Pour les combles aménagés il est conseillé d'utiliser la fibre de bois haute densité autour de 200 kg/m3 en 4 à 6 cm pour bloquer la chaleur d'été sur chevrons en pare-pluie ou sous chevrons et 12 à 10 cm de fibre de bois faible densité entre chevrons (autour de 50 kg/m3) pour renforcer l'isolation d'hiver. Sinon 30 cm de ouate de cellulose entre le pare pluie et le parement intérieur sont aussi possibles. Le pare vapeur est obligatoire sur plancher bois mais pas sur plaque de plâtre ou lattis de plâtre si l'étanchéité à l'air est parfaite.
- Pour les murs maçonnés en granit et gneiss, qui sont souvent au rez-dechaussée donc humides, seuls les enduits isolants à base de minéraux (perlite, pouzzolane, vermiculite, billes d'argile expansée) ou de liège sont souhaitables ainsi que le béton cellulaire moussé. Il faut une continuité parfaite entre l'isolant et le mur sans vide d'air et sans freine vapeur afin que l'eau circule dans le mur par les capillaires sous forme liquide et non en vapeur. Dans ces conditions le mur peut se vider de son humidité en été. Ces matériaux capillaires supportent très bien l'humidité sans se détériorer et en gardant leur pouvoir isolant à 70% dans les pires conditions.
- Pour les murs en pan de bois et torchis, qui sont plus secs et dans les étages, les différents végétaux isolants ou enduits isolants à base de végétaux sont possibles. Ils préserveront plus durablement les pans de bois que les minéraux isolants. Si des enduits épais extérieurs doivent être maintenus une isolation extérieure est possible à base de fibre de bois ou liège expansé enduits à la chaux.
- Les boiseries intérieures ont déjà un petit pouvoir isolant. Si elles doivent être démontées et remontées, on peut renforcer leur isolation en intercalant un isolant végétal avec le mur.
- Les sols sur cave peuvent être isolés par-dessous avec du liège expansé s'il s'agit de plancher bois. Si le sol est en pierre la seule isolation possible est par-dessus

Figure 3/2.b - Tableau d'amélioration des consommations d'énergie primaire pour le chauffage et l'eau chaude en passsant d'un bâtiment non isolé à un bâtiment bien isolé.

Adresse	caractéristique principale	Nbre niveaux	Mitoyen	DPE base kWh/m².an	DPE base CO ² /m ² .an	DPE tout isolé kWh/m².an	Gain des kWh en %	DPE tout isolé CO ² /m ² .an	Gain des kg de CO ²
5 rue de la Poste	en lanière étroit	3	1 coté	815	191	102	87%	24	87%
5 rue de la Poste	en lanière étroit	3	2 cotés	628	147	94	85%	22	85%
8 rue de la fraternité	en lanière moyen	4	2 cotés	289	68	44	85%	10	85%
8 rue de la fraternité	en lanière moyen	4	1 coté	300	70	66	78%	15	79%
4 rue J Jaurès	Double Ianière	3	2	587	137	55	91%	13	91%
1 rue des Pompiers	Double Lanière	3	2 cotés	527	123	56	89%	13	89%
1 rue des Pompiers	Double Lanière	3	1 coté	560	131	69	88%	16	88%
1 rue des Pompiers	Double Lanière	3	0 coté	590	138	80	86%	19	86%
Place Victor Hugo	Immeuble d'angle	3	2 cotés	699	164	110	84%	26	84%
8 rue G Perin	Immeuble d'angle bas	2	2 cotés	599	140	88	85%	21	85%
8 rue G Perin	Immeuble d'angle bas	3	2 cotés	483	113	72	85%	17	85%
20 rue J Jaurés	Immeuble massé moyen	3	1 coté	592	139	97	84%	23	83%
27 rue Louis Pasteur	Grand immeuble bas	2	1 coté	761	178	73	90%	17	90%
27 rue Louis Pasteur	Grand immeuble bas	2	2 cotés	802	188	81	90%	19	90%
Rue de la Révolution	Immeuble massé	3	2 cotés	565	132	80	86%	19	86%
Place de la République Tour Carrée	Maison de ville avec	3	2 cotés	531	124	114	79%	27	78%
16 rue J Jaurés Hôtel Pyramide	Maison de ville angle	3	1 coté	571	134	68	88%	16	88%
1 rue G Perin	Villa dans son	3	néant	756	177	136	82%	32	82%