

Guide pour la **rénovation** **énergétique** des bâtiments anciens



AUP SCPA Steff Lemoine Davy Geffard Berthomé - D. GROLEAU - POUGET Consultants

PRÉAMBULE

Le patrimoine bâti est une des composantes de l'identité de Grand Poitiers. Il se compose de bâtiments emblématiques (édifices religieux, grands édifices civils, hôtels particuliers...) ou d'éléments plus modestes (maisons particulières, anciennes fermes, clôtures et portails...). Certains ensembles urbains, bien que composés d'éléments relativement modestes, sont remarquables et constituent une autre forme de patrimoine (par exemple, la cité jardin des Castors à Buxerolles). Le patrimoine peut être moderne comme par exemple l'ensemble de la place de Provence au niveau du quartier des Couronneries (ancienne ZUP) à Poitiers.

On trouve ces différents éléments de patrimoine, soit dans des espaces urbains où ils prédominent largement (centres villes et centres bourgs, faubourgs...), soit disséminés dans des quartiers où ils sont plus isolés.

Nous souhaitons d'une part privilégier le développement de Grand Poitiers par renouvellement des espaces urbains et d'autre part favoriser la rénovation des bâtiments existants (accessibilité, efficacité énergétique). Pour cela, il convient avant tout d'identifier le patrimoine afin de le préserver et d'inciter à sa mise en valeur. Le secteur sauvegardé de Poitiers constitue à lui seul un espace sur lequel le patrimoine est omniprésent. Ailleurs, le PLU complète ce repérage et oriente les interventions à envisager.

Deux objectifs essentiels sont à concilier partout, en trouvant à chaque fois le bon équilibre ;

- D'une part veiller à ne pas dénaturer le patrimoine. Il en va de l'identité du territoire, mais aussi de son attractivité. Pour cela, on recherchera en permanence l'authenticité des bâtiments, le respect des techniques et des matériaux traditionnels, la réparation des éléments en place plutôt que leur remplacement par des éléments neufs...
- D'autre part faire en sorte que ce patrimoine corresponde à des usages. Rien n'est pire qu'un élément de patrimoine dont on n'a plus l'usage. C'est la certitude que personne ne veillera sérieusement à son entretien et qu'il déperira à court ou moyen terme. Il faut donc accepter que l'usage des éléments de patrimoine puisse évoluer afin de garantir leur pérennité à long terme.

C'est au nom de ce second objectif qu'il convient de définir dans quelles conditions le bâti est susceptible de pouvoir évoluer. C'est l'objet du présent document. Il traite de l'amélioration de l'efficacité énergétique et des possibilités d'extension.

Nous sommes convaincus que l'histoire de la Ville doit nourrir sa modernité. C'est pourquoi ce guide a été élaboré. Nous vous en souhaitons bonne lecture.

SOMMAIRE

1. OBJECTIFS ET CONTEXTE

- Une volonté d'économiser l'énergie
- Atouts et faiblesses des constructions anciennes en milieu urbain
- A quelle occasion réhabiliter ?
- Comment réhabiliter ? Que réhabiliter ? Quels types d'interventions ?

2. TROIS ETUDES DE CAS POUR Y VOIR UN PEU PLUS CLAIR

- Maison 1
 - Analyse de l'état initial
 - Simulation d'amélioration thermique possible
 - Proposition
- Maison 2
 - Analyse de l'état initial
 - Simulation d'amélioration thermique possible
 - Proposition
- Maison 3
 - Analyse de l'état initial
 - Simulation d'amélioration thermique possible
 - Proposition
- Bilan
- Quels coûts d'investissements ? Quel temps de retour ?

3. FICHES DE TRAVAUX D'AMELIORATION THERMIQUE

- Fiche 1 : Isolation des planchers bas
- Fiche 2 : Isolation des combles
- Fiche 3 : Isolation des murs
- Fiche 4 : Restauration ou remplacement des baies vitrées
- Fiche 5 : Ajout d'une serre et véranda
- Fiche 6 : Contrôle de la ventilation
- Fiche 7 : Amélioration de la production de chauffage
- Fiche 8 : Amélioration de la production d'eau chaude sanitaire
- Fiche 9 : Amélioration des dispositifs de régulation/programmation
- Fiche 10 : Amélioration de l'éclairage naturel et artificiel

ANNEXE

- Tableau des performances thermiques à respecter
- Pertinence technico-économique d'isolants courants

GLOSSAIRE

Objectifs et contexte

Une volonté d'économiser l'énergie

Le secteur bâtiment émet le quart du CO₂ produit en France et représente la moitié de l'énergie primaire consommée totale. Les interventions dans le secteur du bâtiment sont donc essentielles pour atteindre les objectifs fixés par la convention de Kyoto et le Grenelle de l'Environnement. Elles passent en particulier par la réhabilitation thermique des bâtiments anciens.

Depuis fin 2007, toute intervention d'amélioration thermique sur un logement existant doit répondre à un certain niveau de performance thermique défini par arrêté ministériel. Aujourd'hui, l'objectif à atteindre est le niveau « BBC rénovation », visant une consommation énergétique de 80kWh d'énergie primaire/m² de SHON par an. Niveau ambitieux mais en adéquation avec les objectifs environnementaux cités précédemment.

A Poitiers, le patrimoine ancien (d'avant 1950) représente plus du tiers des constructions de logements qui à terme se doivent de respecter ces objectifs.

Atouts et faiblesses des constructions anciennes en milieu urbain

- Une consommation assez forte (en moyenne 200 kWh/m²/an) mais cependant nettement plus faible que celle des constructions en parpaing et béton des années 1950 à 1980, qui malgré des cloisons de doublage, ne comportaient aucune isolation (environ 350 kWh/m²).
- Une réduction importante de déperdition (environ 30% en moyenne) due à la mitoyenneté des logements.
- Un micro climat plus chaud d'environ 2° par rapport aux zones plus ouvertes des alentours.

Objectifs et bénéfices de la réhabilitation thermique

Economiser les énergies fossiles, participant ainsi, avec une moindre consommation d'énergie du logement, à l'objectif commun d'indépendance énergétique et de préservation des ressources fossiles.

Réduire les émissions de gaz à effet de serre, contribuant alors à l'effort collectif de réduction du bilan carbone et aux exigences du Grenelle de l'environnement, notamment celles concernant le réchauffement climatique.

Améliorer le confort du logement, confort pas seulement thermique (air à bonne température, sans courants d'air ni parois froides...), mais aussi visuel grâce à l'éclairage naturel ou plus largement de confort de vie (agrément, facilité de gestion des équipements ...).

Réduire les dépenses du foyer, en économisant sur les dépenses de chauffage, de production d'eau chaude et d'éclairage du logement (bien évidemment à mettre en relation avec les coûts d'investissement de la réhabilitation, mais pas seulement).

Anticiper les futures hausses des tarifs de l'énergie, par des investissements visant à réduire les besoins énergétiques du logement.

Améliorer de manière globale le patrimoine bâti ancien, les bénéfices financiers escomptés (et les temps de retour sur investissement), ni même les économies d'énergie ne peuvent être les seuls objectifs de la réhabilitation. L'entretien, la mise aux normes d'habitabilité des bâtiments anciens ainsi que l'obtention de confort et d'agrément de vie adaptés aux modes de vie actuels paraissent être les moteurs nécessaires au maintien du patrimoine ancien et à son attractivité.

Contribuer à l'amélioration du cadre de vie, la réhabilitation thermique est la manifestation de l'engagement citoyen en faveur du cadre de vie. Elle intéresse, de manière diffuse et collective, le confort de vie, la santé, le patrimoine transmis aux générations futures, l'espace urbain, l'emploi ou encore le maintien des savoir-faire.

A quelle occasion réhabiliter ?

Un peu obligé, à l'occasion d'un dysfonctionnement, d'une panne, d'un désordre technique (une chaudière défectueuse par exemple).

Un peu contraint, pour pallier un désagrément, une gêne (chauffage insuffisant en particulier).

Très motivé, à l'occasion par exemple d'une acquisition ou de l'arrivée d'un nouvel occupant, pour remettre en état le logement, satisfaire de nouvelles exigences et couvrir de nouveaux besoins.

Encouragé, par des campagnes d'incitations, de promotions ou d'aides ou des mesures fiscales...

Incité, à l'occasion de la mise en place de nouvelles dispositions réglementaires (PLU, PSMV,...), de cession du logement dans de bonnes conditions, ou simplement d'un engagement citoyen en faveur des économies d'énergie...

Comment réhabiliter ? Quoi réhabiliter ? Quel type d'interventions ?

La réhabilitation est éminemment contextuelle. Elle s'inscrit dans un cadre urbain et architectural donné, elle est spécifique du bâtiment concerné et constitue avant tout une intervention décidée par un propriétaire sur son logement avec ses exigences, ses objectifs et ses moyens. Donc, pas de règles rigides mais un ensemble de recommandations à respecter :

Prendre appui auprès de structures "conseils", organismes d'aide et de conseils (services techniques municipaux, ADEME, Point Info Energie, ANAH...), ou structures professionnelles (bureau d'études thermiques, architectes...) habilités et experts de la réhabilitation thermique. Au-delà des seules informations thermiques, ces structures peuvent conseiller et renseigner sur les aides et les subventions accordées suivant le type d'intervention.

Etablir un diagnostic énergétique du logement, à la manière des DPE obligatoires lors de la vente d'un logement, mais peut être plus complet et détaillé incluant des propositions et des stratégies de réhabilitation.

Penser globalement et croiser les points de vue mêlant réflexions techniques (thermique, acoustique, sanitaire, hygiène, éclairage, confort d'hiver, confort d'été...) mais aussi spatiales et architecturales.

Hiérarchiser les interventions, en considérant d'abord les interventions sur l'enveloppe (isolation des murs, renforcement des performances thermiques des vitrages, contrôle des infiltrations d'air...) et la réduction des besoins énergétiques, puis l'installation de systèmes thermiques performants (chaudière, régulation, ventilation...) adaptés à ces besoins énergétiques plus faibles.

Respecter le patrimoine architectural et urbain, le bâti ancien de Poitiers est porteur de valeurs patrimoniales exprimant aussi bien des modes de construction et des modes d'expressions architecturales spécifiques que des dispositions urbaines particulières qu'il convient de conserver, quand il constitue des ensembles urbains remarquables, notamment dans le Secteur Sauvegardé.

S'inscrire dans la réglementation existante, la réglementation thermique applicable au moment des travaux (RT2010), la réglementation des Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) et, dans le périmètre du Secteur Sauvegardé, le règlement spécifique du Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV). Certains types de travaux doivent en effet faire l'objet d'une demande d'autorisation.

Trois études de cas pour y voir un peu plus clair

Choix des constructions étudiées

Le patrimoine ancien présente un certain nombre de particularités constructives mais aussi des propriétés architecturales et urbaines qui interfèrent avec la réhabilitation thermique. Des études conduites dans le périmètre du Secteur Sauvegardé de Poitiers ont permis de mieux connaître le patrimoine bâti ancien et d'en révéler atouts et contraintes. Sur cette base, un premier échantillon d'une douzaine de constructions très diverses a été étudié. Mais, pour mener à bien la suite de l'analyse, il fallait pouvoir appréhender la totalité des caractéristiques de chaque construction, de leur usage et de leur consommation ce qui était très difficile pour les immeubles rassemblant plusieurs logements ou activités. Notre choix s'est donc porté sur l'analyse de trois maisons individuelles avec des programmes assez semblables mais permettant de mettre en évidence des différences de comportement très instructives. Ce guide concerne donc principalement les maisons individuelles qui constituent une part importante du patrimoine de Poitiers mais ses conclusions peuvent être facilement extrapolées pour l'ensemble du patrimoine ancien.

Objectifs

L'objectif recherché était de comprendre le comportement thermique de chacune d'elles et d'envisager des interventions ciblées susceptibles de réduire les consommations d'énergie fossile tout en améliorant le confort et l'état de la construction. L'approche détaillée maison par maison mais également l'approche globale et comparative menée après coup a permis d'établir une marche à suivre et de proposer une gamme d'interventions et de mesures efficaces pour la réhabilitation thermique de ce type de construction, à Poitiers.

Relevés et diagnostic thermique

Le relevé détaillé de chaque maison s'est effectué au travers de 4 grands thèmes :

- Relevé des caractéristiques architecturales, constructives et techniques : plans par niveau, façades, coupes...
- Relevé de l'environnement urbain et aspects solaires : mise en évidence de l'insertion de la maison dans le tissu urbain, gabarit des rues, mitoyenneté, exposition, masques solaires ...
- Relevé des consommations : analyse détaillée des factures des fournisseurs d'énergie sur au moins 3 ans, permettant de calculer une moyenne annuelle fiable.
- Relevé du type d'occupation, des modes d'usage et des avis des occupants : mise en évidence des scénarios d'utilisation, des modes d'habiter l'espace et du ressenti des habitants vis-à-vis de leur maison, du confort, de la facture de chauffage...

Le croisement de ces thématiques a permis de comprendre certains résultats ou comportements et d'améliorer ainsi le diagnostic sur le logement. Ainsi, par exemple, la faible consommation peut autant être le fait d'une bonne performance thermique du logement que d'un faible niveau de chauffage et de confort.

Evaluation par simulation des consommations

En appliquant un modèle de calculs, il a été possible de mettre en relation la consommation relevée et la consommation calculée en référence à des niveaux de confort actuel. Le modèle de calcul retenu est le modèle réglementaire en cours auquel il peut être reproché de ne pas prendre en compte l'aspect dynamique du comportement d'un bâtiment en fonction des fluctuations des températures. Mais pour cette étude, ce n'est pas tant l'écart entre les consommations réelles et calculées qui est important mais le fait de pouvoir par ce même mode de calcul établir un niveau de référence de consommations et mesurer ainsi l'impact des transformations proposées.

Application d'un panel d'améliorations et impact thermique des interventions envisageables

Chaque maison a été soumise à un même ensemble de mesures de réhabilitation thermique pour en apprécier les effets en termes de gain de consommation énergétique. Elles concernent les principaux éléments de construction et dispositifs techniques associés :

- Façades :**
 - isolation de la façade sur cour par l'extérieur,
 - isolation de l'ensemble des murs par l'intérieur (100 mm de laine minérale),
 - isolation intérieure des murs avec un enduit naturel de type chaux/chanvre,
- Ouvertures :**
 - remplacement des baies par des menuiseries bois double vitrage,
 - remplacement des baies côté cour seulement par des menuiseries bois double vitrage,
 - application de survitrage
- Planchers bas sur caves :**
 - isolation du plancher bas sous face 10 cm,
 - isolation plancher bas sous chape 6 cm,
- Combles :**
 - isolation des combles horizontaux,
- Véranda :**
 - installation d'une véranda sur cour entre mitoyen,
- Chaudière et régulation :**
 - installation d'une chaudière à condensation, chauffage seul,
 - amélioration de la régulation et calorifugeage,
 - installation d'une chaudière à condensation, chauffage et production d'eau chaude,

Capteurs solaires : - intégration d'eau chaude sanitaire solaire,

- Ventilation :**
 - installation d'une VMC simple flux hygro-réglable de type basse consommation,
 - installation d'une VMC simple flux autoréglable,
 - installation d'une VMC double flux avec récupérateur.

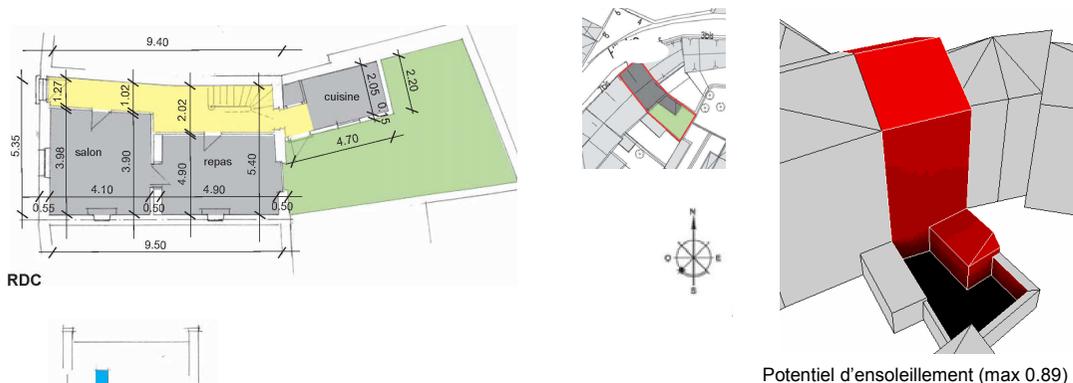
Simulation de variantes de situations urbaines

Il ne s'agit évidemment pas d'amélioration à apporter mais seulement d'évaluer l'impact de la situation urbaine sur la consommation. Pour cela sont simulés : la non mitoyenneté et une exposition différente de 90° par rapport à l'état existant.

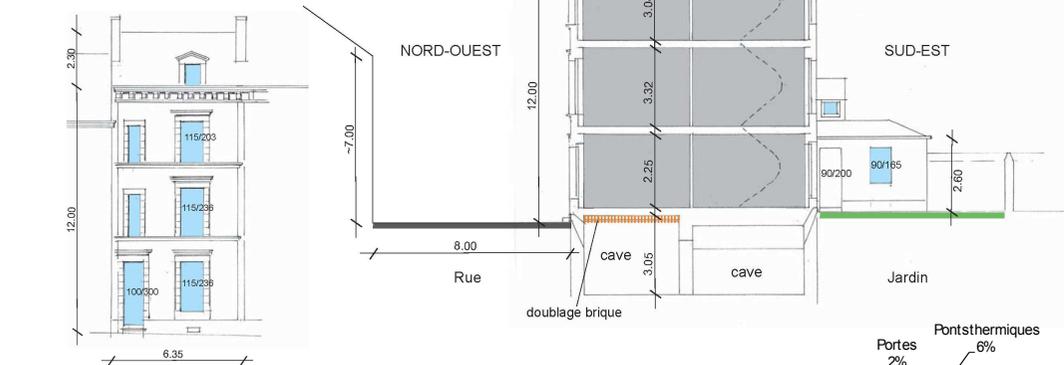
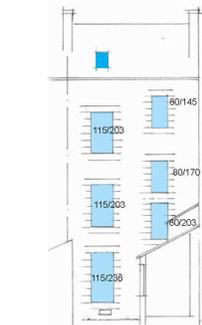
Une fiche synthétique pour chacune des 3 maisons

Cette fiche met en évidence les principales caractéristiques architecturales et urbaines de ces maisons et l'effet des mesures de réhabilitation proposées sur les consommations (exprimé en gain par rapport à la situation d'origine). Pour chaque maison, un "bouquet" de solutions est proposé pour tenter d'atteindre l'objectif de consommation de 80kWhEP/m²Shon.an, tout en respectant sa valeur patrimoniale.

MAISON 1 - Etat initial



Potentiel d'ensoleillement (max 0.89)



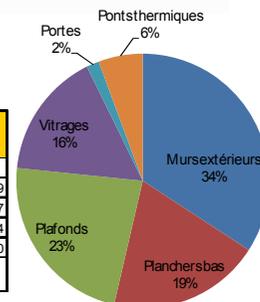
Type et date de construction : maison fin 19^e
Derniers travaux : état d'origine
Occupation actuelle : logement individuel
Nombre d'habitants : 5 (un couple + 3 enfants)
Surfaces habitables : 163 m² (SHON = 185)

Mode de chauffage : chauffage gaz + radiateurs
Mode de production de l'eau chaude : 2 ballons électriques
Appareils de cuisson : brûleurs et four à gaz
Consommations relevées :
 - Gaz naturel ≈ 30 100 kWh/an
 - Electricité ≈ 7 100 kWh/an

CONSUMMATION CALCULEES		Maison 1 (185 m ² de SHON)	
En kWh d'énergie primaire par m ² de Shon	Conso	% total	
Chauffage	224	79	
Eau chaude sanitaire	49	17	
Electricité (éclairage, ...)	10	4	
TOTAL	283,00	100	

283 Kwh d'énergie primaire par m² de SHON et par an

Répartition initiale des consommations



Dépérdition

Simulation d'amélioration thermique possible

n°		Propositions	Ce p total	Δ en %	Δ en kWhép/ m ² SHON
0	base	base	283	-	0,0
1	BATI	Murs isolé extérieur cour 200mm R=5	269	4,8%	14
2	BATI	Murs isolé intérieur partout 100mm sur ossature R=3,15	230	18,6%	53
3	BATI	Murs isolés partout 10cm chaux/chanvre R=1,00	243	14,2%	40
4	BATI	Baies BOIS DV Uw=1,40 partout + gain étanchéité	263	6,9%	20
5	BATI	Baies BOIS DV Uw=1,40 sur cour + gain étanchéité	271	4,1%	12
6	BATI	Survitrage Uw=2,50 partout	271	4,3%	12
7	BATI	Survitrage Uw=2,50 sur cour	276	2,6%	7
8	BATI	Double fenêtre partout, Uw=1,1	263	7,2%	20
9	BATI	Isolant plancher bas sous-face 10cm R=2,55	254	10,3%	29
10	BATI	Isolant plancher bas sous-chape 6cm R=2,55	252	10,8%	31
11	BATI	Isolant combles horizontaux 24cm R=6	260	8,0%	23
12	BATI	Véranda RDC sur cour (Baie BOIS DV Uw=1,4 / b=0,5)	276	2,5%	7
13	SYS	Chgt chaudière condensation (CH seul)	221	22,0%	62
14	SYS	Amélioration régulation + calorifuge	244	13,7%	39
15	SYS	Changement chaudière condensation (chauffage+eau chaude)	194	31,3%	89
16	SYS	ECS solaire + appoint électrique	254	10,4%	29
17	SYS	VMC simple flux hygro B	280	1,2%	3
18	SYS	VMC simple flux autoréglable	288	-1,8%	-5
19	SYS	VMC double flux	276	2,4%	7
20	BATI	suppression cuisine	260	8,2%	23
21	BATI	isolation cuisine	247	12,6%	36
22	BATI	Extension cuisine + véranda RDC	239	15,4%	44
23	GE O	Sans mitoyenneté	361	-27,5%	-78
24	GE O	Rotation 90° (NS / EO)	285	-0,7%	-2

Propositions

Le « bouquet » des solutions optimales surlignées dans le tableau ci-dessus permet d'atteindre la performance suivante (améliorations non cumulables de façon linéaire).

Combinaison	Consommation d'énergie primaire en kWh/m ² de SHON et par an	chauffage	ECS	Electricité	Δ en %	Δ en kWhép / m ² SHON
3+4+9+14+15+22	99	70	20	9	65%	184

L'objectif de performance « BBC rénovation » (80kWhEP/m²Shon) : non totalement atteint, il paraît difficile de faire mieux dans le cadre du respect du patrimoine existant, sans envisager des travaux plus lourds ou plus contraignants (démolition du sol du rez-de-chaussée pour poser une isolation au dessus de la cave voûtée... isolation de l'étage de combles déjà très bas de plafond).

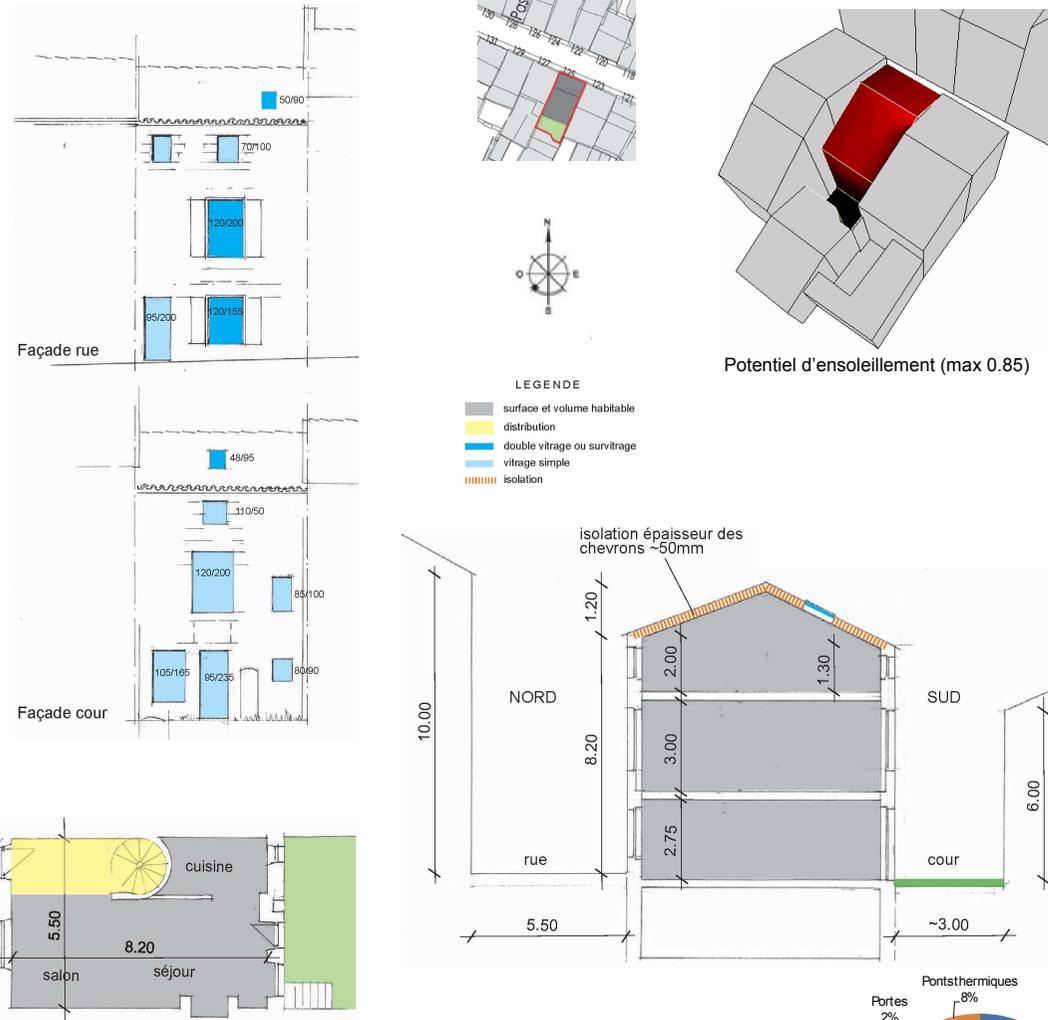
La plus efficace des améliorations se trouve être le remplacement de la chaudière existante assurant le chauffage seul et du ballon d'eau chaude électrique par une chaudière mixte (tout gaz). Ceci permet de réduire d'environ 1/3 les consommations.

Le remplacement des baies ou la pose de doubles fenêtres apportent assez peu sur le bilan énergétique mais participent au confort global et pourraient permettre aux occupants d'obtenir des températures de confort plus facilement.

L'implantation de capteurs solaires pourrait éventuellement être envisagée sur le volume bas côté jardin (cuisine) mais le rendement risque d'être plus faible que celui calculé du fait des masques des constructions voisines.

MAISON 2 – Etat initial

Simulation d'amélioration thermique possible



n°		Propositions	Cep total	Δ en %	Δ en kWhép/m² SHON
0	base	base	173	-	0,0
1	BATI	Murs isolé extérieur cour 200mm R=5	160	7,7%	13
2	BATI	Murs isolé intérieur partout 100mm sur ossature R=3,15	147	15,0%	26
3	BATI	Murs isolés partout 10cm chaux/chanvre R=1,00	155	10,4%	18
4	BATI	Baies BOIS double vitrage Uw=1,40 partout	159	8,1%	14
5	BATI	Baies BOIS double vitrage Uw=1,40 sur cour	163	5,7%	10
6	BATI	Survitrage Uw=2,50 partout	165	4,9%	8
7	BATI	Survitrage Uw=2,50 sur cour	167	3,7%	6
8	BATI	Double fenêtre partout (baie initiale+double vitrage) Uw=1,1	158	8,6%	15
9	BATI	Isolant plancher bas sous-face 10cm R=2,55	142	17,9%	31
10	BATI	Isolant plancher bas sous-chape 6cm R=2,55	141	18,5%	32
11	BATI	Isolant combles horizontaux 24cm R=6,00	158	8,4%	15
12	BATI	Véranda RDC sur cour (Baie BOIS Uw=1,4 / b=0,5)	156	9,9%	17
13	SYS	Amélioration régulation + calorifuge	147	15,2%	26
14	SYS	Changement chaudière condensation (Chauffage+eau chaude)	140	19,3%	33
16	SYS	ECS solaire + appoint lié chaudière	168	3,1%	5
17	SYS	VMC simple flux hygro B	167	3,4%	6
18	SYS	VMC simple flux autoréglable	176	-1,5%	-3
19	SYS	VMC double flux	166	3,8%	7
20	GE	Sans mitoyenneté	230	-33,2%	-57
21	GE	Rotation 90° (NS / EO)	174	-0,7%	-1

Propositions

Le « bouquet » des solutions optimales surlignées dans le tableau ci-dessus permet d'atteindre les performances suivantes (améliorations non cumulables de façon linéaire par ailleurs) :

Combinaison	Consommation d'énergie primaire en kWh/m² de SHON et par an	CepCH	Cep ECS	Cep Elec	Δ en %	Δ en kWhép / m² SHON
3+4+10+12+13+14	75	46	20	9	56%	98

Objectif de performance « BBC rénovation » (80kWhEP/m²Shon) atteint !

Les plus efficaces des opérations individuelles se trouvent être le remplacement de la chaudière et l'isolation du plancher bas par l'intérieur, permettant de réduire d'environ 20% chacune les consommations. L'implantation de capteurs solaires n'est pas envisageable sur cette maison en raison de son orientation est/ouest et de son encastrement urbain.

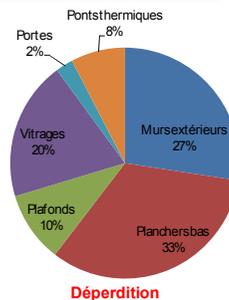
Type et date de construction : maison à boutique 16°/19°
Derniers travaux : rénovation générale année 1990
Occupation actuelle : logement individuel
Nombre d'habitants : 4 (un couple + 2 enfants)
Surfaces habitables : 130 m² (SHON = 150)

Mode de chauffage : chaudière gaz + radiateurs
Mode de production de l'eau chaude : chaudière mixte
Appareils de cuisson : gaz
Consommations relevées :
 - Gaz naturel ≈ 17 500 kWh/an
 - Electricité ≈ 3 000 kWh/an

CONSUMATION CALCULEES	Maison 2 (150 m² de SHON)	
	Conso	% total
En kWh d'énergie primaire par m² de Shon		
Chauffage	144	83
Eau chaude sanitaire	19	11
Electricité (éclairage, ...)	10	6
TOTAL	173	100

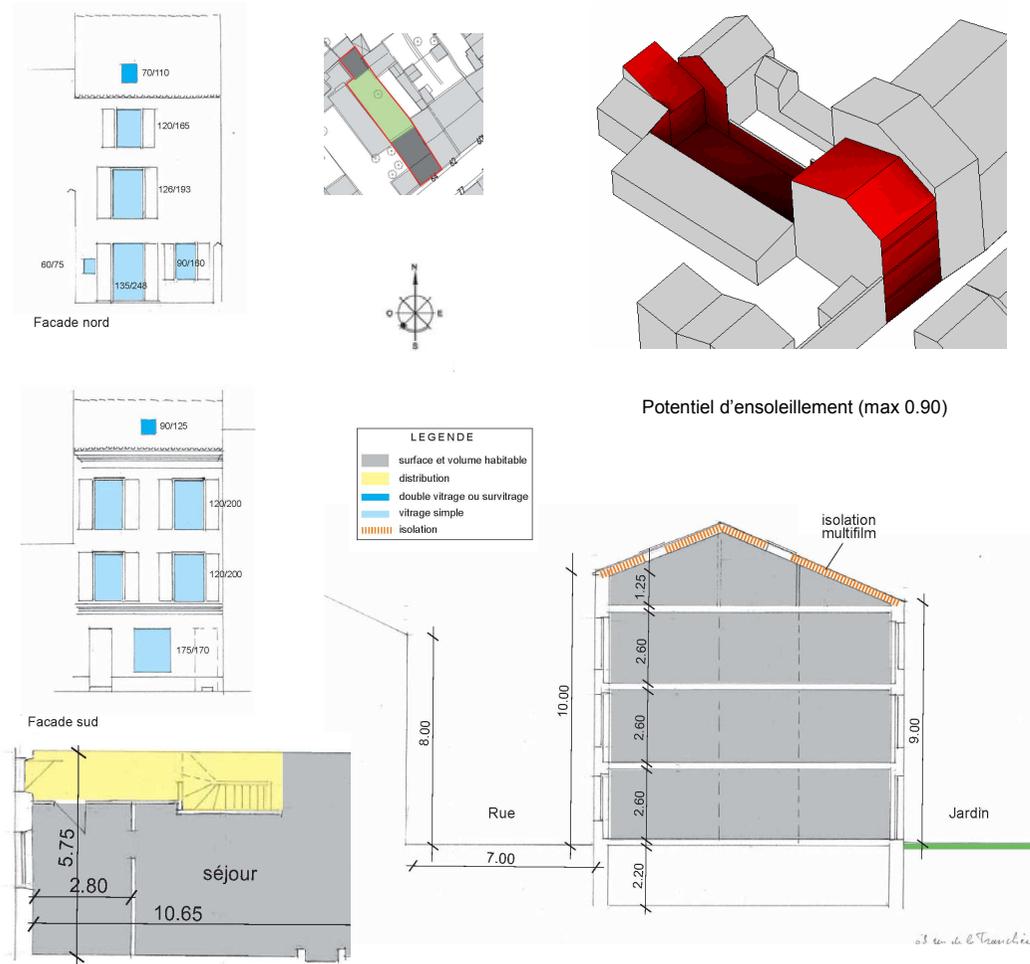
173 Kwh d'énergie primaire par m² de SHON et par an

Répartition initiale des consommations



Il est à noter que cette maison est dans une situation très protégée avec une mitoyenneté complète de chaque côté ; ce qui lui assure une économie de chauffage de 33% par rapport à une même maison isolée.

MAISON 3 – Etat initial



RDC

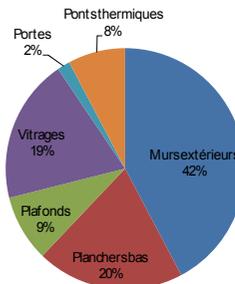
Type et date de construction : maison individuelle mi-19^e
Derniers travaux : isolation des combles, changement de chaudière année 2000
Occupation actuelle : logement individuel
Nombre d'habitants : un couple + 5 enfants)
Surfaces habitables : 203 m² (SHON = 230)

Mode de chauffage : chaudière gaz à condensation + radiateurs
Mode de production de l'eau chaude : chaudière eau gaz
Appareils de cuisson : gaz
Consommations relevées :
 Gaz naturel ≈ 28 900 kWh/an
 Electricité ≈ 5 500 kWh/an

CONSUMATION CALCULEES		Maison 3 (230 m ² de SHON)	
En kWh d'énergie primaire par m ² de Shon	Conso	% total	
Chauffage	99	75	
Eau chaude sanitaire	21	16	
Electricité (éclairage, ...)	11	8	
TOTAL	131	100	

131 Kwh d'énergie primaire par m² de SHON et par an

Répartition initiale des consommations



Dépérissement

Simulation d'amélioration thermique possible

n°		Propositions	Cep total	Δ en %	Δ en kWhép/m ² SHON
0	base	base	131	0,0%	0,0
1	BATI	Murs isolé extérieur cour 200mm R=5	123	6,3%	8
2	BATI	Murs isolé intérieur partout 100mm sur ossature R=3,15	103	21,5%	28
3	BATI	Murs isolés partout 10cm chaux/chanvre R=1,00	113	14,0%	18
4	BATI	Baies BOIS double vitrage Uw=1,40 partout	120	8,7%	11
5	BATI	Baies BOIS double vitrage Uw=1,40 sur cour	126	3,6%	5
6	BATI	Survitrage Uw=2,50 partout	124	5,5%	7
7	BATI	Survitrage Uw=2,50 sur cour	128	2,2%	3
8	BATI	Double fenêtre partout (baie initiale+double vitrage) Uw=1,1	119	9,1%	12
9	BATI	Isolant plancher bas sous-face 10cm R=2,55	117	10,4%	14
10	BATI	Isolant plancher bas sous-chape 6cm R=2,55	116	11,2%	15
11	BATI	Isolant combles horizontaux 24cm R=6,00	121	7,8%	10
12	BATI	Véranda sur cour (Baie BOIS Uw=1,4 / b=0,5)	125	4,5%	6
13	SYS	Amélioration régulation + calorifuge	131	0,3%	0
14	SYS	ECS solaire + appoint lié chaudière	121	7,7%	10
15	SYS	VMC simple flux hygro B	128	2,0%	3
16	SYS	VMC simple flux autoréglable	134	-2,0%	-3
17	SYS	VMC double flux	127	2,8%	4
18	GEO	Sans mitoyenneté	164	-25,3%	-33
19	GEO	Rotation 90° (NS / EO)	131	0,0%	0

Propositions

Le « bouquet » des solutions optimales surlignées dans le tableau ci-dessus permet d'atteindre les performances suivantes (améliorations non cumulables de façon linéaire par ailleurs) :

Combinaison	Consommation d'énergie primaire en kWh/m ² de SHON et par an I	CepCH	Cep ECS	Cep Elec	Δ en %	Δ en kWhép / m ² SHON
3+4+9+14	84	64	9	11	36%	47

Objectif de performance « BBC rénovation » (80kWhEP/m²Shon) presque atteint ; il paraît difficile de faire mieux dans le cadre du respect du patrimoine existant.

Cependant, l'isolation des combles pourrait être améliorée mais compte tenu de la faible hauteur sous plafond cela ne peut être réalisé qu'entre le chevron ce qui nécessite la démolition du plafond actuel.

La plus efficace des opérations individuelles se trouve être l'isolation des murs extérieurs, puisque le système de chauffage est performant (chaudière neuve à condensation). Il serait

pertinent de faire également rapidement l'isolation du plancher bas, c'est facile, pas cher et efficace ! Le potentiel solaire du site peut être exploité par l'intermédiaire de capteurs solaires thermiques pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire. L'implantation de capteurs solaires pourrait éventuellement être envisagée sur la dépendance au fond du jardin mais le rendement risque d'être plus faible que celui calculé qui suppose une implantation en toiture principale.

Bilan

Les trois maisons, bien qu'utilisant un système constructif identique et partageant de nombreuses propriétés en commun, sont toutefois localisées différemment dans le site urbain de la ville, sont occupées de manière spécifique par leurs habitants et bénéficient d'équipements de technologies et d'âges différents. Leurs niveaux de consommation sont donc aussi différenciés, s'établissant entre 189 et 301 Kwh d'énergie primaire par m² de SHON par an.

Pour autant, le poids des principaux postes de déperdition est équivalent sur les 3 maisons : murs extérieurs, planchers bas et vitrages. Les mesures d'isolation proposées sont donc dans tous les cas primordiales ; elles permettent de réduire, de manière cumulée, de plus de 30% les consommations de chauffage. Pour autant, elles ne sont pas forcément faciles à mettre en œuvre dans le contexte de ces bâtiments anciens dont il est nécessaire de respecter les spécificités architecturales et les surfaces habitables parfois réduites dans les parcellaires urbains denses.

Les calculs mettent aussi en évidence le bénéfice des mitoyennetés qui réduisent de manière très importante la surface de parois en contact avec l'extérieur et donc la consommation (de 25% à 30%) ; c'est un des atouts des constructions urbaines, en plus du micro-climat adouci qui y règne. En revanche, la contribution relativement modeste des baies vitrées en double vitrage s'explique par le taux de surface de vitrage faible par rapport à la surface totale des parois. Toutefois, la performance thermique des fenêtres en double vitrage (ou double fenêtre) apporte d'autres gains, notamment sur le confort.

L'orientation des constructions (et des façades) ne paraît jouer aucun rôle thermique sur les consommations d'énergie. Cela tient principalement au fait que les maisons sont d'abord fortement inertes et que les vitrages, compte tenu de leur taille et des masques urbains environnants, ne permettent pas au soleil de pénétrer largement dans les pièces. Le résultat tient sans doute aussi au mode de calculs qui lisse et moyenne les variations diurnes gommant ainsi des gains qui seraient davantage ressentis durant des périodes ensoleillées.

Les équipements de chauffage et la régulation constituent la deuxième gamme de mesures susceptibles de réduire les consommations. Les équipements actuels ont des performances bien supérieures aux matériels d'une dizaine d'années. C'est d'ailleurs une des raisons pour laquelle la maison 3, qui possède une chaudière à condensation, a le plus bas niveau de consommation.

L'utilisation du solaire pour chauffer l'eau chaude sanitaire n'amène, en comparaison des deux principales mesures (isolation et équipement de chauffage), qu'une faible réduction des consommations (au maximum 10%) ; elle est en plus dépendante des possibilités d'implantation de panneaux solaires, compte tenu à la fois des contraintes de respect du patrimoine (problème d'intégration, notamment en toiture) et de site (positionnement et exposition solaire). Dans les 3 maisons urbaines, et par extrapolation à la morphologie urbaine de Poitiers, dans le centre-ville, le recours à l'énergie solaire paraît difficile.

Plus surprenant sans doute, mais encourageant, la possibilité pour les 3 maisons d'approcher, voire d'atteindre, par un ensemble de mesures ciblées, l'objectif de consommation de 80 kWh/m² an.

Ces analyses de détail et le comparatif effectué ont enfin permis de proposer un certain nombre de mesures de réhabilitation thermique normalement applicables au patrimoine ancien de Poitiers. Celles-ci doivent toutefois être mises en œuvre avec discernement ; chaque intervention dépend bien évidemment du contexte (technique, architectural, urbain, d'usage) dans lequel elle s'insère.

Quels coûts d'investissements ? Quel temps de retour ?

Questions délicates qui au premier abord pourrait décourager d'entreprendre des travaux de réhabilitation, mais n'oublions pas toutefois, comme cela a été mentionné au début de ce document, que les gains escomptés ne concernent pas seulement les économies réalisées sur la facture énergétique.

Le tableau ci-contre présente les résultats d'un calcul prenant en compte :

- le coût actuel de l'énergie
- des ratios de coûts d'investissements, en €HT fourni posé, issus de différents audits énergétiques menés dernièrement sur la région Nantaise (2009),
- une TVA à 5,5%. Les quantités sont issues des relevés sur site et des fiches établies par AUP.

Le temps de retour calculé ne tient évidemment pas compte des augmentations inévitables du coût de l'énergie qui risque d'être plus rapide que celui de travaux à réaliser.

Propositions	MAISON 1			MAISON 2			MAISON 3		
	économie en €TTC/an	Coût d'investissement en €TTC	Temps de retour brut en années	économie en €TTC/an	Coût d'investissement en €TTC	Temps de retour brut en années	économie en €TTC/an	Coût d'investissement en €TTC	Temps de retour brut en années
base	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Murs ITE cour 200mm R=5	117	18000	154	89	13900	156	85	32300	380
Murs ITI partout 100mm sur ossature R=3,15	443	4000	9	178	3100	17	298	7300	24
Murs isolés partout 10cm chaux/chanvre λ=0,10	334	3600	11	123	2800	23	192	6500	34
Baies BOIS DV Uw=1,40 partout + gain étanchéité	167	14200	85	96	7900	82	117	12700	109
Baies BOIS DV Uw=1,40 sur cour + gain étanchéité	100	-	-	69	-	-	53	-	-
Survitrage Uw=2,50 partout	100	5700	57	55	3200	58	75	5100	68
Survitrage Uw=2,50 sur cour	58	-	-	42	-	-	32	-	-
Double fenêtre Uw=1,2 ou Uw=1,1	167	11400	68	103	6300	61	128	10100	79
Isolant plancher bas sous-face 10cm R=2,55	242	1400	6	212	1200	6	149	1600	11
Isolant plancher bas sous-chape 6cm R=2,55	259	1600	6	219	1900	9	160	2600	16
Isolant combles horizontaux 24cm R=6	189	2800	15	100	2200	22	102	3000	29
Véranda sur cour (Baie BOIS DV Uw=1,4 / b=0,5)	61	19000	-	128	30400	-	77	38000	-
proximité mer	2807	-	0	1369	-	0	1660	-	0
Chgt chaudière condensation (CH seul)	502	5300	11	-	-	-	-	-	-
Amélioration régulation + calorifuge	317	1060	3	166	1100	7	-	-	-
Chgt chaudière condensation (CH + ECS)	878	6300	7	211	6300	30	-	-	-
ECS solaire + appoint élec	409	6300	15	-	-	-	-	-	-
ECS solaire + appoint lié chaudière	-	-	-	11	6300	573	75	6300	84
VMC simple flux hygro B	12	1100	92	18	1100	61	9	1100	122
VMC simple flux auto	-72	1000	-	-75	1000	-	-86	1000	-
VMC DF	6	3700	-	-47	3700	-	-53	3700	-
Sans mitoyenneté	-651	-	-	-393	-	-	-350	-	-
Rotation 90° (NS / EO)	-17	-	-	-3	-	-	0	-	-

FICHES DE TRAVAUX

Ces fiches détaillent les travaux proposés pour chacune des maisons étudiées précédemment et en montrent les principales variantes :

- 1 Isolation du plancher bas (cave)**
- 2 Isolation des combles**
- 3 Isolation des murs**
- 4 Restauration ou remplacement des ouvertures (baies vitrées)**
- 5 Ajout d'une serre ou d'une véranda**
- 6 Remplacement du générateur de chauffage et d'eau chaude sanitaire**
- 7 Installation de capteurs solaires**
- 8 Améliorer ou installer des dispositifs de régulation**
- 9 Installation d'un système de ventilation**
- 10 Améliorer l'éclairage (naturel et artificiel)**

Des travaux respectueux des qualités patrimoniales

Les fiches qui suivent présentent une gamme de travaux possibles permettant d'économiser l'énergie et d'améliorer le confort des habitants.

L'objectif n'est pas de transformer le bâti actuel en logement standard.

Habiter dans le patrimoine ancien reste un mode de vie particulier qui profite d'un environnement riche et complexe auquel il doit s'adapter.

Les travaux réalisés doivent se montrer respectueux des qualités et des variations du patrimoine existant. Il faut donc se méfier des solutions standards et rechercher au cas par cas les solutions les plus adaptées.

Il faut aussi savoir s'abstenir de faire afin de privilégier la préservation des qualités spécifiques du bâtiment. Les études de cas présentées dans les pages précédentes montrent clairement certaines interventions qui ont un impact faible au regard de l'ensemble des économies pouvant être réalisées et qu'elles ne méritent pas de sacrifier une façade ou un décor de qualité.

Il faut savoir garder le décor d'un salon et sa cheminée quitte à mettre un pull et parfois allumer un feu de bois.

FICHE 1 Isolation des planchers bas

Constat

La plupart des immeubles anciens, à Poitiers, sont construits sur cave avec plancher bois sur solives. C'est la disposition la plus courante dans les immeubles construits à partir du début du 19^{ème} siècle. D'autres situations sont cependant rencontrées avec des constructions sur cave voûtée ou sur terre-plein. Dans les deux situations, il n'y a traditionnellement pas d'isolation. Un gain sur le confort et sur les consommations peut être assez facilement réalisé en intégrant une couche d'isolation au plancher bas.

Isolation de la sous-face du plancher bois sur solives

La sous face du plancher est en général accessible par la cave et il est alors facile d'appliquer un isolant dont la nature sera choisie en fonction de ses qualités thermiques (voir en annexe le tableau résumant les qualités des principaux types d'isolant) et de sa facilité de pose (rouleaux ou panneaux semi-rigides).

L'épaisseur d'isolant doit être d'au moins 10 cm, à ajuster avec la structure du plancher et la hauteur disponible.

La pose d'un panneau de plafond (en placo-plâtre par exemple) permet d'améliorer l'étanchéité.

Avantages

La pose est aisée, ne nécessitant pas d'intervention lourde ; elle peut facilement être réalisée par un bon bricoleur.

Le gain escompté est évalué entre 10% et 15% sur la consommation de chauffage. Le coût de l'opération étant assez modeste, l'intervention est donc d'un bon rendement.

Restauration du plancher sur terre-plein ou cave voûtée

Dans le cas de constructions sur terre-plein ou cave voûtée l'isolation en sous face du plancher est plus difficile. Ces travaux ne peuvent être réalisés qu'en déposant le sol. Ils sont donc contraignants et onéreux, mais peuvent être toutefois envisagés et même s'imposer dans le cas du remplacement d'un sol pour cause de mauvais état, de changement de type de surface ou de rénovation d'ensemble du logement, suite à une acquisition par exemple.

L'isolation est alors réalisée en panneaux rigides ; le nouveau sol peut être un plancher traditionnel sur des lambourdes ou une dalle de béton permettant la pose de tous types de matériaux (carrelage, plancher mince, moquette...). Une surépaisseur, de 10 cm au moins, est à prévoir incluant 5 cm d'isolant et 5 cm de chape béton. Le sol d'origine devra être soigneusement déposé et remplacé s'il est intéressant.

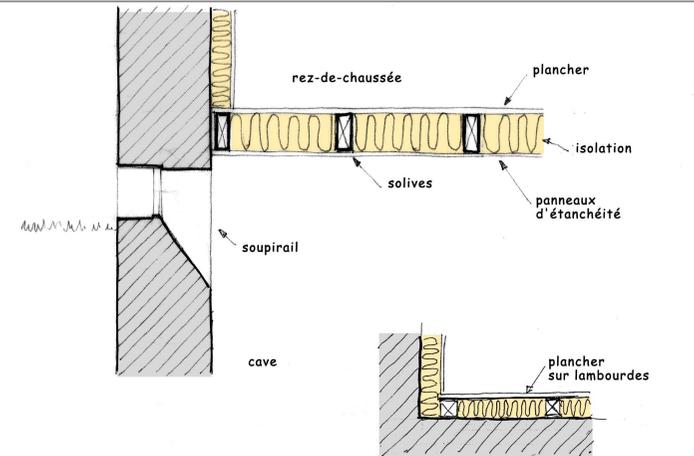
Cette opération pourra être l'occasion de revoir l'installation de chauffage en intégrant un plancher chauffant basse température.

Avantages et inconvénients

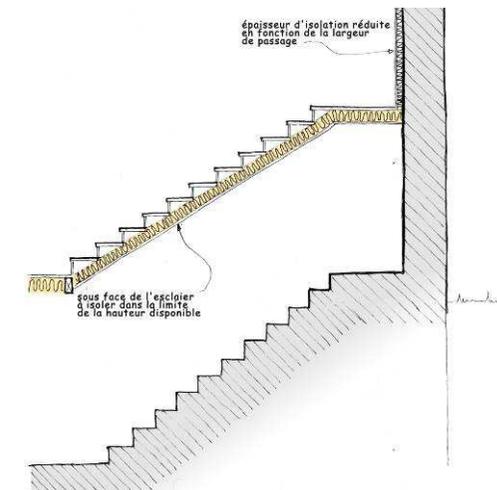
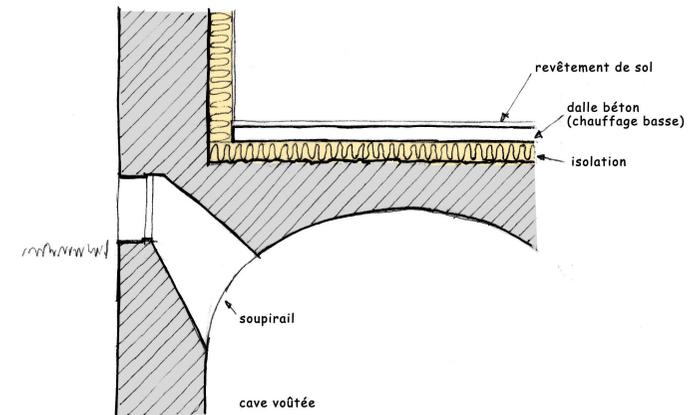
Dans tous les cas, il s'agit d'interventions lourdes qui rendent les locaux inutilisables le temps des travaux. Le coût conséquent est toutefois variable suivant le type de plancher et l'intégration ou non d'une dalle chauffante. Outre le gain de consommation d'au moins 10%, le confort thermique d'hiver est très largement accru, grâce à l'augmentation de la température de surface du plancher. Le type de revêtement du sol est déterminant pour le confort de contact (le marbre donne une sensation de froid, le bois est plus chaleureux). Cette opération peut aussi amener un gain de luminosité de la pièce par le choix d'un revêtement de couleur claire qui augmentera considérablement les réflexions lumineuses.

Ce type de solution peut toutefois dégrader le confort d'été dans la mesure où le plancher avant isolation était en contact avec une masse (perte d'inertie) ou un espace plus frais.

Attention à bien maintenir la ventilation de la cave qui est indispensable pour évacuer l'humidité de celle-ci.



Pour l'isolation des murs, Cf. fiche n°3 : préférer un enduit chaux-chanvre



FICHE 2

Isolation des combles

Constat

Les toitures des constructions anciennes de Poitiers sont généralement à faible pente et en tuiles. Traditionnellement, ces toitures quand elles n'ont pas été réaménagées ne comportent pas d'isolation. Elles constituent pourtant une source de déperditions très importante en raison de leur faible pouvoir isolant et leur forte porosité à l'air. Ces déperditions sont très pénalisantes en hiver durant la saison de chauffe pour la consommation de chauffage, mais aussi l'été pour le maintien du confort, quand elles sont soumises en plus à un rayonnement solaire très élevé.

La solution à ces problèmes est bien connue ; elle consiste à isoler la sous-face de la toiture et à conforter l'étanchéité à l'air des pièces situées au-dessous. La mise en œuvre est facile tant que les combles ne sont pas aménagés, ce qui devient de plus en plus rare, plus délicate autrement.

Combles non aménagés

Trois techniques sont possibles pour isoler les combles :

- Isolant déroulé directement sur le plancher du comble, si possible en couches croisées, pour une épaisseur totale de 200 mm.
- laine soufflée, cette technique convient bien pour l'isolation des combles très bas des toitures en tuiles tiges de botte ; elle consiste à insuffler des flocons d'isolant au-dessus du plafond du dernier étage sur environ 240 mm.
- Isolation contre la toiture, cette solution s'imposera si le volume du comble doit être utilisé en grenier voire à terme transformé en pièce habitable, cependant cette technique revient à chauffer un volume supplémentaire occasionnant évidemment une consommation plus importante.

Combles aménagés

La sous-face intérieure de la toiture constitue le plafond des pièces aménagées sous la toiture. Deux cas peuvent se présenter :

- Si l'aménagement existant doit être conservé, il est en général possible de doubler les parois par des panneaux sandwichs intégrant un isolant (100 à 200 mm selon la hauteur disponible).
- Si l'aménagement est à faire ou à refaire, il sera souvent préférable de poser une laine semi rigide entre les pannes ou en rouleau contre les chevrons à condition de laisser une ventilation suffisante entre l'isolant et la couverture ; pour arriver à une épaisseur totale de 200 mm et assurer une bonne étanchéité, une deuxième couche croisée sera en général nécessaire.

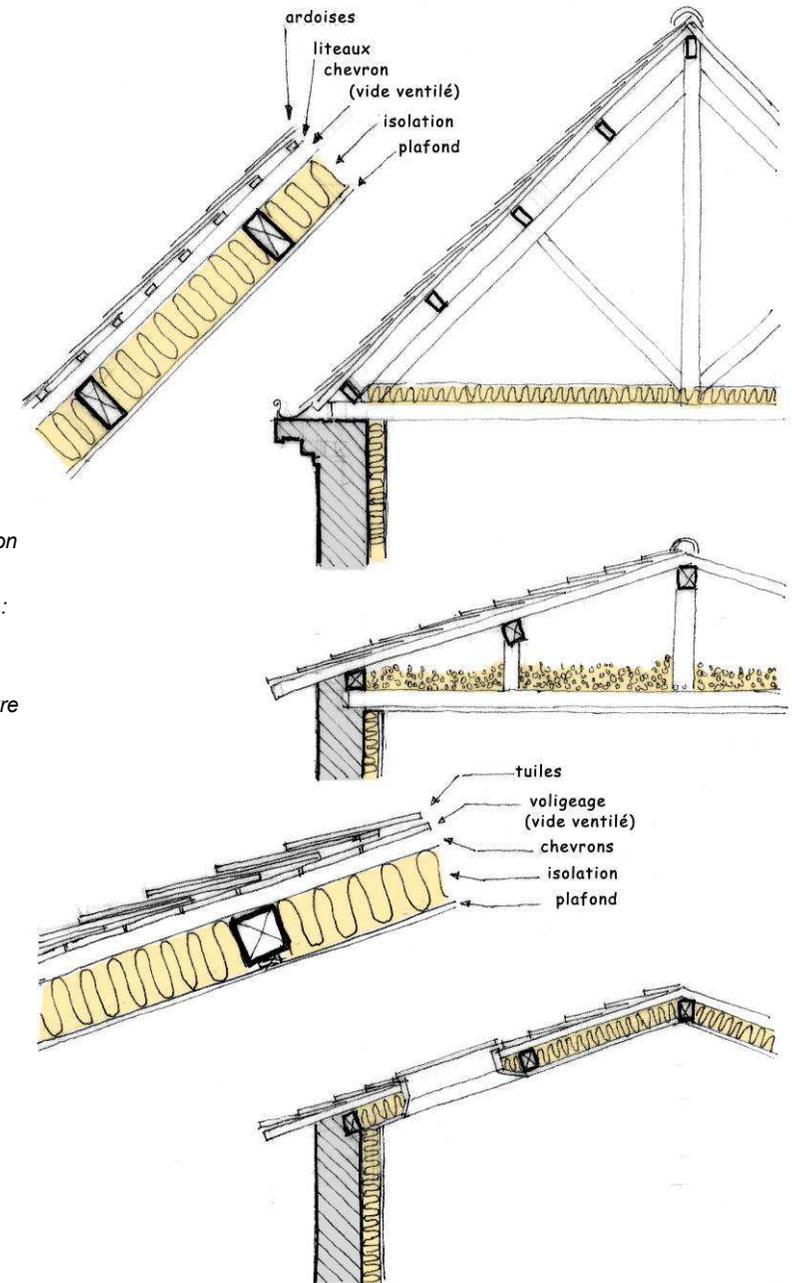
A l'occasion d'une réfection de toiture il est possible de rajouter une isolation mince thermo-réfléchissante sous la couverture ; cette isolation renforce le confort d'été en arrêtant le rayonnement solaire. Cette technique doit constituer un complément d'isolation pour le confort d'hiver en l'accompagnant de 10 cm minimum d'isolant classique.

Dans tous les cas, il est nécessaire de respecter les règles de pose de l'isolant et notamment celle qui consiste à toujours laisser un espace ventilé entre une toiture et un isolant.

Voir en annexe le tableau résumant les qualités des principaux types d'isolant.

Avantages

L'intervention d'isolation des combles ne représente pas un investissement trop important ; il peut même être à la portée des bricoleurs. Le gain en termes de consommation de chauffage est de l'ordre de 8% à 10%, dépendant des situations et des épaisseurs d'isolant installé. L'isolation des combles conduit aussi généralement à une réduction significative des pertes thermiques par infiltration. Enfin, il constitue un élément fort appréciable pour le confort d'été, en évitant que la toiture, véritable capteur et radiateur solaire, ne transmette sa chaleur vers les espaces intérieurs.



FICHE 3 Isolation des murs

Constat et mise en garde

Les murs des constructions anciennes à Poitiers sont généralement en maçonnerie, certains en pans de bois avec remplissage. Leur épaisseur et leur masse sont importantes mais ne jouent en aucun cas un rôle d'isolant. En revanche, leur inertie thermique a une forte incidence sur la mise en régime et les variations thermiques du bâtiment ainsi que sur le confort d'été.

Les murs constituent la surface de déperdition la plus importante. Leur isolation est évidemment fortement recommandée mais elle se heurte à trois problèmes :

- **Le contrôle de l'humidité** : les murs de maçonnerie montés en moellons de pierre, mortier de chaux et parfois de terre conduisent facilement l'humidité du sol par capillarité ; cette humidité s'évapore par les faces intérieures et extérieures et ne crée pas en général de désordre particulier tant que les enduits de ces deux faces restent poreux. C'est pour cela qu'il ne faut pas utiliser pour les parements extérieurs des mortiers de ciment ou autres préparations étanches (comme on le ferait sur des murs de parpaing) mais un mortier de chaux aérien traditionnel. Il en est de même du côté intérieur où l'enduit plâtre traditionnel laisse passer suffisamment d'air pour assainir le mur. Il faut donc éviter les doublages étanches (type plaques de plâtre) en particulier au rez-de-chaussée.

- **La préservation des décors intérieurs et de l'architecture de façade** : le respect de l'architecture des façades exclut en général la technique d'isolation par l'extérieur. De même, beaucoup de maisons possèdent encore des décors intérieurs intéressants (plinthes moulurées, corniches de plafond, cheminées...) qu'il faut aussi préserver, ce qui limite les possibilités d'isolation intérieure. Dans les maisons ordinaires, ces décors ne concernent souvent qu'un niveau et une seule façade et il est possible d'isoler le reste des parois.

- **La réduction des surfaces et des largeurs de passage**, dans les maisons construites sur une parcelle étroite, il est parfois difficile de rajouter une épaisseur d'isolation importante en particulier le long de murs mitoyens. L'épaisseur d'isolation peut alors être diminuée mais il faut éviter de l'interrompre complètement pour éviter tout risque de condensation sur ces parties de murs et créer des ponts thermiques.

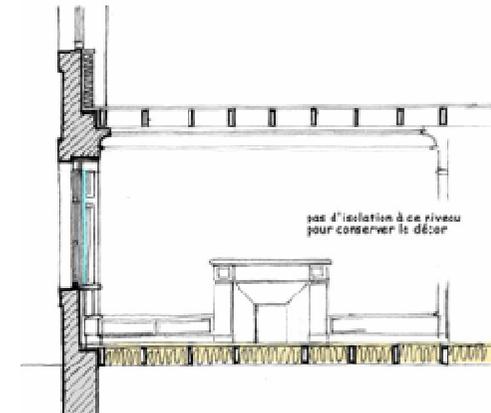
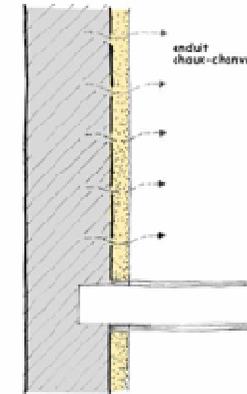
L'épaisseur d'isolation optimale est de 10 cm, à réaliser en enduit chaux-chanvre. Toute autre technique est fortement déconseillée, car elle peut conduire à terme au dépérissement des murs.

Cette dernière technique d'enduit relativement nouvelle a l'avantage de faire corps avec le mur de maçonnerie et d'être perméable à l'air, ce qui évite les risques d'humidité. Elle ne permet cependant pas de faire disparaître l'humidité là où elle se manifestait déjà. Un autre de ses avantages est de pouvoir faire varier son épaisseur suivant les endroits où l'enduit est appliqué, s'ajustant ainsi aux détails constructifs de la maison (retour dans les ébrasements de fenêtre par exemple).

Avantages

Les dépenses généralement engagées sont modérées mais les incidences constructives et architecturales (traitements spécifiques, détails...) de la pose d'isolant peuvent entraîner certains surcoûts. Un gain allant de 10% à 20% sur la consommation totale peut aisément être obtenu. La suppression des parois froides et l'augmentation des températures de surface améliorent fortement l'impression de confort.

La protection solaire des baies vitrées en période estivale, en stoppant la transmission des rayons solaires, peut pallier l'élévation trop importante des températures.



Cas possible de l'isolation par l'extérieur

L'isolation par l'extérieur pourra être retenue sur certaines façades arrière de constructions non protégées à titre patrimonial.

Cette solution pourra concerner par exemple certains volumes en saillie des façades arrière, souvent des cuisines ou des pièces d'eau construites en paroi légère et pour lesquelles une isolation intérieure risque de réduire des surfaces déjà très petites. Dans ce cas la solution du bardage de bois permettra de maintenir un certain pittoresque en accord avec l'ambiance des cœurs d'îlots d'habitation.

Dans la mesure où l'isolation par l'extérieur altère les façades, chaque intervention devra être traitée au cas par cas et faire l'objet d'une demande d'autorisation de travaux.

FICHE 4 Restauration ou remplacement des baies vitrées

Constat et mise en garde

Malgré une certaine pression de la publicité et des démarcheurs commerciaux, il ne faut pas décider trop hâtivement du remplacement des menuiseries anciennes. Il existe encore quelques fenêtres et portes datant du XVII^e et des XVIII^e siècles qui constituent elles-mêmes un patrimoine respectable et qui doivent être restaurées. Par ailleurs, beaucoup de fenêtres du XIX^e siècle sont encore en très bon état, leur isolation et leur étanchéité peuvent être améliorées par des moyens simples. Le remplacement de certaines d'entre elles est cependant nécessaire et dans ce cas la menuiserie de remplacement devra avoir des caractéristiques les plus voisines possibles de la menuiserie d'origine. Si le renforcement de la qualité d'isolation des baies est souvent une des premières mesures préconisées de la réhabilitation thermique, il faut bien reconnaître que le gain de consommation correspondant est limité. La réhabilitation des baies doit donc faire l'objet d'une réflexion globale : technique, thermique, visuelle, aérodynamique voire acoustique.

Confortation des menuiseries existantes en bois

La menuiserie est en bon état et peut supporter une réfection de ses vitrages :

- soit en appliquant un survitrage intérieur ; dans ce cas, le survitrage est à la dimension de l'ouvrant,
- soit en remplaçant des vitrages d'origine par des doubles vitrages minces qui respectent le découpage en petit bois actuel de la fenêtre.

Le calfeutrement des joints par joints élastomères est facile à réaliser et efficace mais peu durable ; des joints métalliques sont probablement préférables.

Pose d'une double fenêtre

La double fenêtre est mise en place en arrière (côté intérieur) de la baie d'origine qui, elle, reste en place. Si une isolation intérieure est prévue, la double fenêtre prend logiquement place en continuité du doublage isolant.

Avantages et inconvénients

Le coût de la pose d'une double fenêtre reste inférieur à celui du remplacement de la baie existante pour un résultat d'isolation thermique et acoustique un peu supérieur.

Les principaux inconvénients sont la difficulté d'accès à la fenêtre de façade et la réduction de l'éclairage naturel.

La présence d'un radiateur dans l'embrasure pose un problème supplémentaire de bonne convection de l'air chaud.

Remplacement des ouvertures

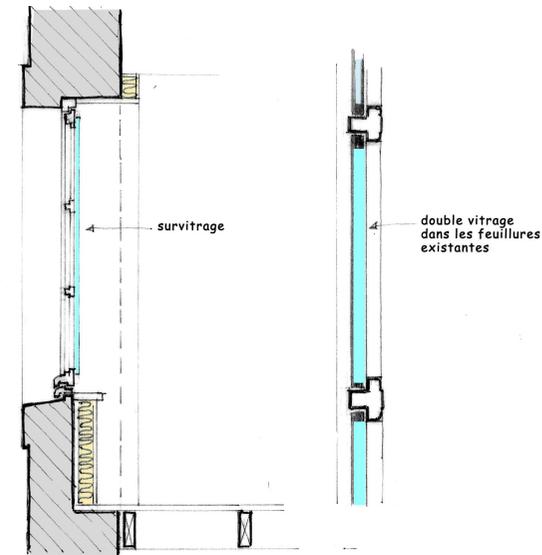
Le remplacement des ouvertures ne doit pas compromettre l'aspect de la façade. Pour les façades protégées du Secteur Sauvegardé et pour toutes les façades à caractère patrimonial la nouvelle menuiserie devra reprendre les caractéristiques de celle d'origine.

Avantages et inconvénients

En termes d'économies d'énergie et de confort thermique et acoustique les avantages du remplacement sont à peu près les mêmes que ceux d'une double fenêtre. Ce choix s'impose évidemment si la menuiserie d'origine est en trop mauvais état pour être restaurée.

L'amélioration de l'étanchéité des ouvertures peut nécessiter la pose d'une ventilation mécanique pour assurer un renouvellement d'air intérieur suffisant.

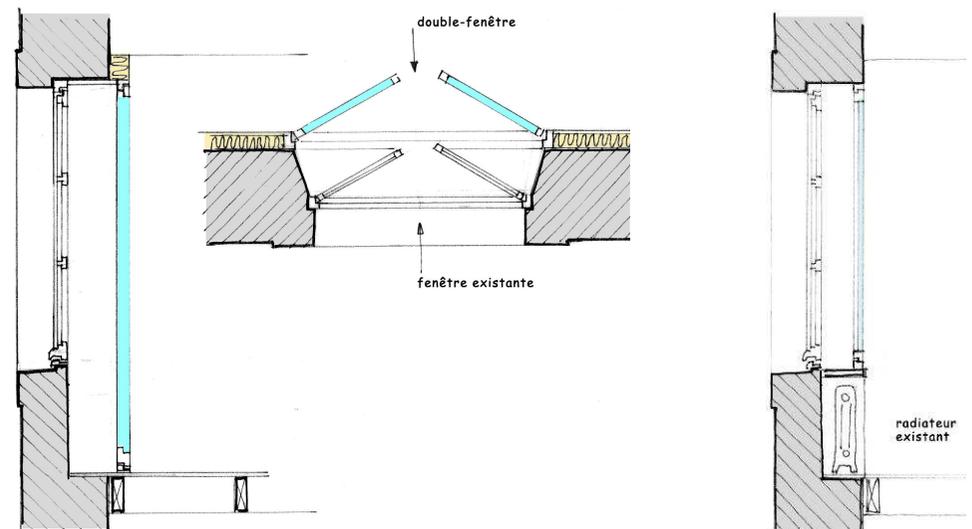
Les volets extérieurs jouent un rôle non négligeable pour le confort thermique. Fermés la nuit, l'hiver, ils renforcent le pouvoir isolant des fenêtres mais surtout réduisent l'effet déperditif du rayonnement nocturne ; fermés le jour, l'été, ils évitent les apports solaires internes non souhaitables à cette saison. Les volets roulants sont en revanche incompatibles avec la préservation de l'aspect patrimonial de la plupart des façades.



En cas de remplacement de la fenêtre, les nouvelles menuiseries devront reprendre les mêmes dimensions que celles d'origine



Les crémones constituent un patrimoine à préserver



FICHE 5 Ajout d'une serre et véranda

Constat

Des serres et vérandas adossées aux façades arrière ou aux murs de clôture ont été construites à partir de la fin du XIXe siècle dans diverses maisons de Poitiers ; aujourd'hui cette demande renaît pour diverses raisons : il s'agit soit comme par le passé de créer un espace tampon entre l'extérieur non chauffé mais utilisable en fonction de la saison, soit de créer une véritable extension de surface habitable plus lumineuse que le reste de la maison. Cependant, en termes d'isolation et de gain de consommations, elles n'ont que peu d'efficacité. Une telle solution ne peut se concevoir que si elle ne vient pas masquer ou détruire une façade de valeur patrimoniale.

Installation d'une serre véranda

Cette installation consiste en un doublage d'une partie de la façade (arrière) par un volume vitré non chauffé qui va assurer un rôle de tampon (isolant) entre l'intérieur et l'extérieur. Si l'orientation au soleil est favorable elle devient une sorte de capteur solaire qui peut réchauffer le mur auquel elle est adossée et réchauffer l'air ambiant par une simple ouverture des baies entre l'espace de vie et la serre. En termes d'agrément, cet espace peut devenir jardin d'hiver, prolongement de l'espace de vie à la mi-saison. Il doit pouvoir être très ventilé, grâce à des ouvrants verticaux et en toiture, pour éviter les surchauffes d'été. La toiture peut également être protégée du soleil par des stores amovibles. Le sol doit être lourd et inerte pour tempérer les fortes variations de température jour/nuit.

Avantages

La serre peut régler en partie les problèmes d'isolation des parois de la façade cour du rez-de-chaussée et éviter le remplacement de menuiseries de façade peu performantes.

Un fort taux de transparence des vitrages doit être recherché pour ne pas réduire de manière sensible l'éclairage naturel des pièces de séjour situées en arrière.

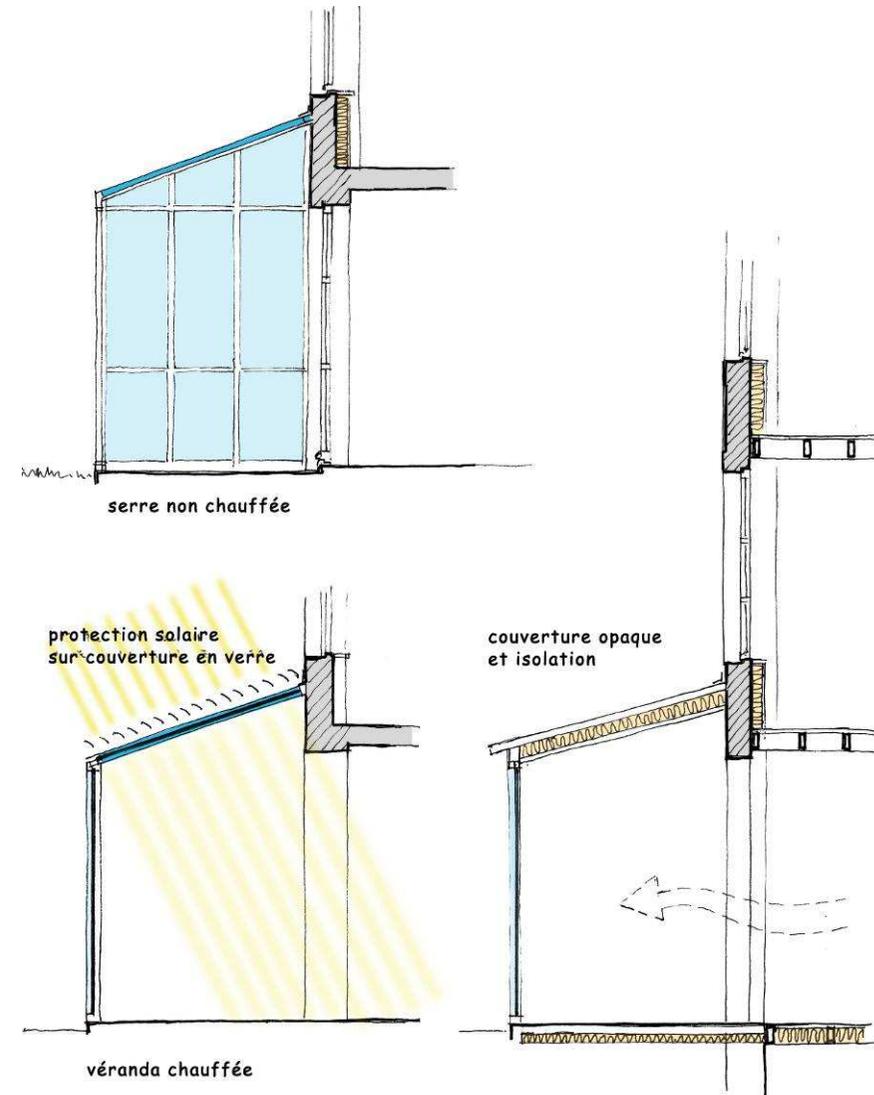
Réalisation d'une extension habitable du logement

Il s'agit alors d'un volume chauffé qui agrandit la surface habitable de la maison. Il ne constitue pas vraiment un dispositif d'économie d'énergie mais, s'il est correctement isolé, la consommation globale de la construction n'en sera pas ou peu augmentée.

L'intérêt de ce type d'extension est en particulier de créer une pièce lumineuse. Les surfaces vitrées sont donc généreuses et fortement transparentes ; elles nécessitent d'être protégées du soleil pour réduire les surchauffes liées à l'ensoleillement. Des protections sont à prévoir tant en toiture qu'en façade en cas d'orientation au Sud et à l'Ouest.

Avantages

Les coûts sont importants mais les gains en termes d'agrément et d'extension de l'espace habitable sont conséquents sans entraîner des consommations supplémentaires de chauffage sensibles. Suivant l'orientation de la façade à laquelle elle est accolée, et selon l'importance des masques, cet espace, serre ou véranda, peut jouer soit le rôle de capteur solaire, soit d'espace tampon ; les relations avec les espaces de vie sont alors à régler en conséquence. La véranda extension devra être très lumineuse et bien réfléchir la lumière, pour limiter l'effet d'occultation du ciel qui réduit l'éclairage naturel intérieur des pièces situées en arrière. Enfin, la surface de la toiture de la véranda pourra accueillir, si les conditions s'y prêtent (bonne exposition vers le sud, connexion facile réseau de chauffage d'eau) des panneaux solaires pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire.



FICHE 6 Contrôle de la ventilation

Constat

Une des particularités de l'habitat ancien c'est sa porosité à l'air, comme à l'eau d'ailleurs. Les baies sont rarement totalement étanches, les murs respirent, la toiture laisse passer l'air, et, ces infiltrations contribuent cependant au maintien en bon état des constructions. Sur le plan thermique pur et celui des consommations, ces déperditions sont catastrophiques et les premières mesures de réhabilitation consistent à rendre la construction étanche en intégrant de l'isolation ou en remplaçant portes et baies vitrées. Il est alors nécessaire d'harmoniser les interventions de réhabilitation avec la nécessité de maintenir une ventilation suffisante pour le confort mais aussi pour la santé de la construction (voir fiche 3). Dans tous les cas la ventilation naturelle des caves doit être maintenue.

Pose d'une VMC simple flux : La meilleure façon de maîtriser les débits d'air circulant dans le logement est l'installation d'une ventilation mécanique contrôlée. Une VMC simple flux comprend les éléments suivants :

- Entrées d'air par des bouches intégrées en partie haute des baies (neuves ou pas) des pièces principales (séjour, salon, chambres),
- Bouches d'extraction dans les pièces humides (cuisine, salles d'eau, WC) reliées à un réseau de gaines,
- Extracteur suspendu dans les combles perdus si possible relié à une sortie de toiture pour évacuer l'air extrait.

Cette VMC simple flux peut être de type autoréglable (entrées d'air et extractions à débits constants) ou hygroréglables (débits variables en fonction de l'hygrométrie dans les pièces). Cette dernière est plus performante techniquement mais présente l'inconvénient de réduire les débits, et dans un bâti ancien, nous préconisons de ne pas trop limiter ces circulations d'air, souvent salvatrices pour la pérennité du bâtiment.

Avantages

Débits contrôlés, ventilation générale et permanente. Investissement moindre dans la mesure où la maison s'y prête (passage de gaines faciles) pour des économies générées rapidement et une certaine assurance au niveau de la durabilité du bâtiment.

Pose d'une VMC double flux : en plus du système simple flux, cette fois l'air neuf est soufflé dans les pièces principales via un réseau de gaines et non via les fenêtres. L'air neuf est préchauffé au contact de l'air extrait (à 20°C généralement) via un échangeur. Ceci permet d'avoir une qualité d'air intérieure meilleure (filtres intégrés), de s'affranchir des gênes acoustiques dues aux entrées d'air dans les menuiseries. Ceci nécessite par contre un double réseau de gaines techniques ce qui peut s'avérer difficile, voire impossible, dans certains types de maison. Cependant elles peuvent prendre place dans les espaces de distribution sous un double plafond.

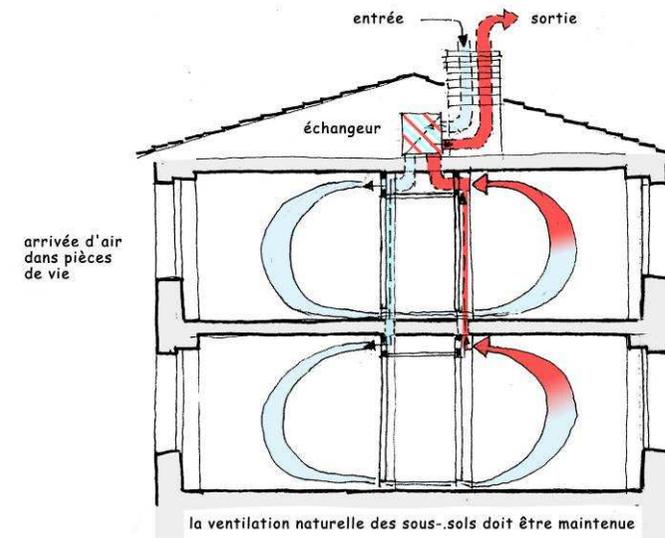
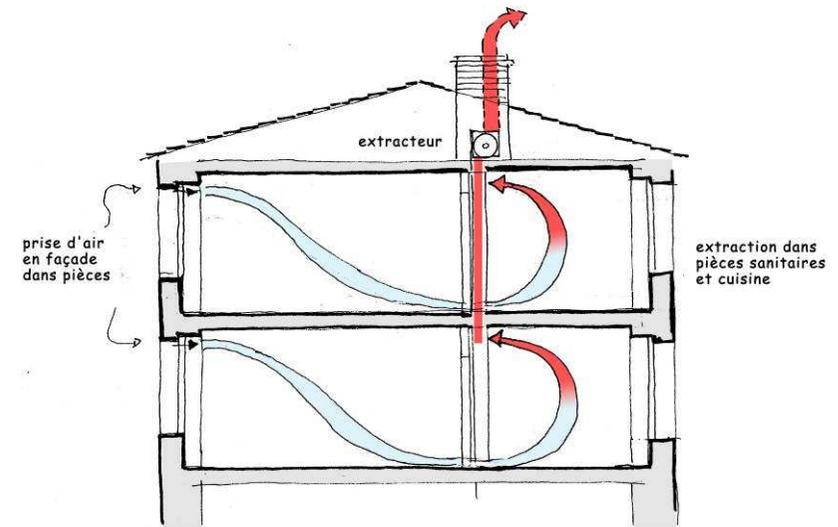
Avantages

Investissement assez important mais les avantages ne sont pas que thermiques : Economies de chauffage grâce au préchauffage de l'air neuf, qualité d'air intérieure meilleure, acoustique de façade traitée.

Ventilation mécanique répartie (VMR) : S'il est impossible d'installer une VMC complète, certaines pièces humides (cuisine, SDB) peuvent être équipées d'une VMR : extracteur indépendant qui aspire l'air de la pièce et le rejette directement via un passage de conduit dans le mur extérieur. La ventilation n'est pas traitée de façon générale mais cela peut traiter ponctuellement des problèmes d'humidité.

Avantages

Simple et pas cher à la pose, mais l'économie à l'usage n'est pas évident de par la consommation électrique de l'extracteur. Légère nuisance sonore dans la pièce concernée.



FICHE 7 Amélioration de la production de chauffage

Constat

Les équipements de chauffage ont connu durant ces dernières années des évolutions significatives, notamment en matière d'efficacité et de régulation, mais aussi en variété de types de dispositifs, rendant rapidement obsolètes les équipements déjà en place (les chaudières principalement). Les raisons de changer la chaudière ne tiennent pas qu'à cela ; elles sont multiples allant de dysfonctionnements répétés ou de coûts d'entretien élevés ou des dépenses de consommation importantes à l'impossibilité par exemple d'obtenir un confort satisfaisant dans la maison, ce qui est fréquemment le cas dans les constructions anciennes à Poitiers.

Quoiqu'il en soit "changer sa chaudière" est une décision d'importance et coûteuse qui implique avant toute réalisation de procéder à une analyse globale et détaillée des équipements mais aussi des performances thermiques de la maison et de son état. Certaines mesures liées à l'enveloppe (voir fiches 1 à 5) appliquées conjointement peuvent réduire de manière significative la puissance et les consommations de la machine à installer. Il est souhaitable aussi d'intégrer à la réflexion le mode de production de l'eau chaude sanitaire.

C'est d'abord le type d'énergie utilisé qu'il convient de confirmer ou de modifier.

Chauffage électrique : cette énergie s'avèrera économe et confortable si des efforts sur l'isolation globale de la maison ont été faits. Dans ce cas, il est pertinent de remplacer les vieux convecteurs électriques par des panneaux rayonnants (ou radiateurs chaleur douce, à inertie, à fluide caloporteur).

Avantages

Coût d'investissement réduit, travaux peu contraignants. Attention encore une fois au niveau d'isolation !

Chauffage à combustibles fossiles : on retiendra surtout le **gaz naturel** (disponible dans toute la ville de Poitiers) qu'il paraît opportun d'utiliser vu le coût (encore) raisonnable de l'énergie qu'il procure. Le remplacement d'une installation existante avec cuve (fioul, propane, etc....) est encore plus pertinent. Le remplacement de la chaudière existante par une chaudière à condensation améliorera le rendement global de l'installation d'environ 20%. Il faut d'abord s'assurer que les radiateurs en place soient compatibles avec cette technologie basée sur des températures d'eau de chauffage basses (50° au lieu de 80° dans le cas courant). Les radiateurs anciens en fonte sont l'idéal, les radiateurs aciers récents sont malheureusement moins favorables pour exploiter toutes les capacités de la chaudière à condensation. Il faut également valider le système d'évacuation des fumées, généralement à ventouse (conduit étanche horizontal ou vertical). Ils seront autant que possible intégrés dans les anciens conduits de fumée. A défaut, les sorties devront rester les plus discrètes possible. Les sorties en façade sont interdites sur les façades à caractère patrimonial. Le positionnement de la chaudière dans le volume habitable (cuisine) est préférable pour tirer là encore un maximum de profit de l'installation.

Avantages

Investissement important mais efficace, et encore plus dans la mesure où cela vient en complément de travaux pour la réduction des besoins (isolation, ouvrants, ventilation). L'amélioration du confort est non négligeable notamment grâce au rayonnement des radiateurs réglés en basse température. Ces économies d'énergie génèrent en parallèle une réduction des émissions de CO₂ mise en valeur lors de la réalisation du DPE par exemple.

Le tout doit être associé à une optimisation des autres composants de l'installation de chauffage (distribution, régulation et programmation), voir fiche 9.

Chauffage au bois : l'installation existante peut être complétée ou remplacée par un poêle à bois si la maison s'y prête : volume suffisant au RDC avec emplacement central, espace de stockage pour le combustible. Il existe deux types de combustibles : bois bûches ou granulés, ce dernier apportant les

rendements les plus performants et un gain d'espace de stockage non négligeable. Ce type d'installation s'accompagne d'émetteurs d'appoints, souvent électriques, pour les pièces à l'étage notamment. Le conduit d'évacuation des fumées, assez encombrant, doit être bien prévu lors de la conception de l'installation. L'eau chaude sanitaire doit continuer à être produite par un autre système, électrique bien souvent.

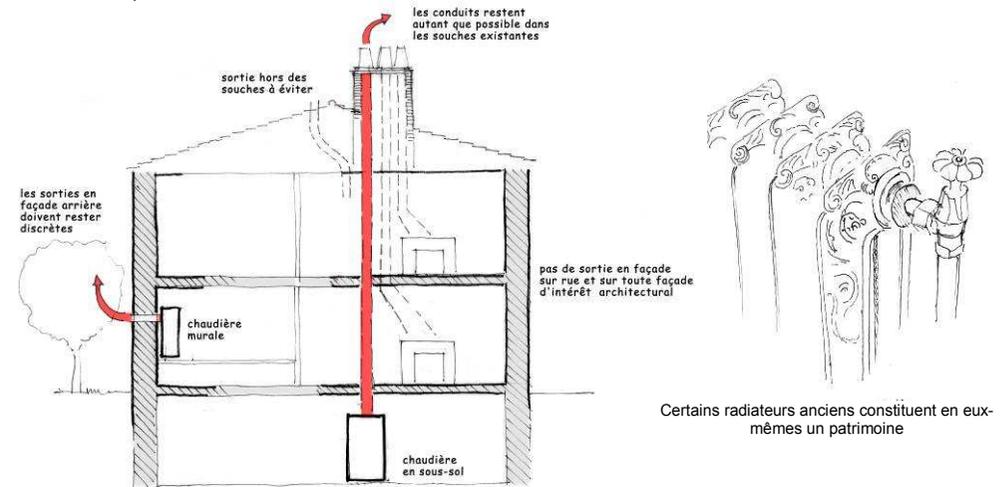
Avantages

Utilisation d'une énergie renouvelable, pertinente surtout en cas de chauffage électrique existant, et encore plus avec un faible niveau d'isolation. La chaleur est agréable si le volume chauffé au RDC est grand et bien ouvert sur le reste de la maison.

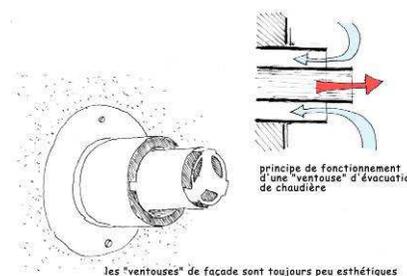
Chauffage thermodynamique : utilisation d'une pompe à chaleur de type aérothermie pour le chauffage à la place d'une chaudière, tout le reste du circuit intérieur étant inchangé par rapport à une installation au gaz.

Avantages - Inconvénients

Utilisation d'une énergie renouvelable, générant également de réelles économies sur les factures mais à un coût d'investissement bien plus élevé que le remplacement d'une chaudière. Cette solution est performante mais nécessite une place suffisante à l'extérieur pour des raisons de prise d'air neuf et acoustiques.



Certains radiateurs anciens constituent en eux-mêmes un patrimoine



Les "ventouses" de façade sont toujours peu esthétiques



Radiateur fonte traditionnel



Radiateur fonte moderne

La ventouse d'évacuation d'une chaudière à condensation doit être de préférence intégrée dans les anciennes cheminées. Les évacuations en façade sont interdites sur les façades à caractère patrimonial.

FICHE 8 Amélioration de la production d'eau chaude sanitaire

Constat

Traditionnellement, l'eau chaude sanitaire (ECS) était produite soit dans des ballons électriques indépendants, soit par des réservoirs intégrés à la chaudière. Comme pour les équipements de chauffage, même si l'offre classique perdure, l'offre se diversifie faisant de plus en plus appel à des sources d'énergie alternatives, soit en intégrant au dispositif du ballon des équipements de récupération de chaleur (PAC), soit en ayant recours à l'énergie solaire.

Production ECS liée à une chaudière : dans le cadre du remplacement de la chaudière, il est évident que la production d'eau chaude sanitaire doit être traitée en même temps et donc profiter de cette amélioration. En fonction du nombre d'occupants dans le foyer, du nombre de salles de bains, il convient de dimensionner le volume de stockage. Aujourd'hui la production d'eau chaude sanitaire dans les chaudières est de 3 types :

- Instantanée : idéal pour de très faibles besoins, couple sans enfants, petit logement (T1, T2),
- mini-accumulation : petite réserve d'eau intégrée, idéal pour 3 personnes dans un logement de taille moyenne (T3),
- accumulation : véritable ballon intégré à la chaudière convenant aux couples avec plusieurs enfants et logements T4 et plus. Attention à l'encombrement si la chaudière est murale.

Avantages

La production est liée à la chaudière, les débits des nouvelles chaudières permettent d'assurer une eau chaude en quantité suffisante et avec des temps d'attente faibles si les pièces ne sont pas trop éloignées de la chaudière.

Production eau chaude sanitaire électrique ou thermodynamique : dans le cas d'installation électrique existante, c'est vrai que le remplacement par de nouveaux ballons électriques est le plus simple. Le gain énergétique ne sera pas significatif. Dans ce cas une alternative peut constituer à installer un ballon d'eau chaude thermodynamique, qui fonctionne comme une pompe à chaleur en récupérant les calories soit dans l'air extérieur, soit dans l'air ambiant d'un garage ou d'une cave, soit dans l'air extrait via la VMC. Le choix du dispositif dépendra de la place disponible et de la position de ballon existant. La capacité de stockage des ballons varie de 200 à 400 litres suivant les besoins du foyer.

Avantages

Cette nouvelle technologie apportera des économies de l'ordre de 40 à 60% sur la facture d'eau chaude sanitaire pour un coût « intermédiaire » entre le simple ballon électrique et l'installation solaire.

Intégration d'une production d'eau chaude sanitaire solaire :

Constat

La réhabilitation thermique des bâtiments dans l'ancien et dans des secteurs urbains sauvegardés comme dans la ville de Poitiers pose la question délicate de l'intégration des énergies renouvelables et principalement solaires. Comment ne pas dénaturer le patrimoine architectural et urbain avec l'installation de capteurs placés sur l'enveloppe du bâtiment ? Une seconde question doit être également abordée, celle de savoir si l'installation d'un tel système est efficace et pérenne.

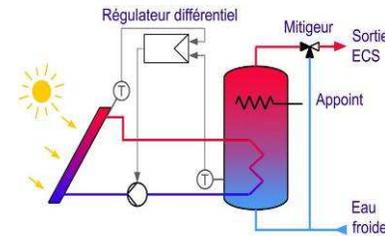
Il paraît d'abord difficile d'envisager l'installation de capteurs, en façade ou en toiture dans des ensembles urbains à caractère patrimonial tel que le centre de Poitiers. Même si au niveau de la rue les toitures et les façades arrière ne sont souvent pas visibles, elles le sont de tous les habitants ayant vue sur le cœur d'îlot. Ceci limite donc les possibilités d'implantation aux parties basses du cœur d'îlot qui demeurent plus discrètes.

Dans un second temps, il est nécessaire de s'assurer de la bonne exposition du capteur au soleil mais il ne suffit pas que le capteur soit orienté au sud, il faut aussi s'assurer que le temps

d'ensoleillement est suffisant. Les études réalisées en centre-ville de Poitiers montrent que les effets de masque et d'ombrage sont importants en raison de la densité construite. Une étude d'ensoleillement s'impose donc pour évaluer sérieusement les gains d'énergie possibles.

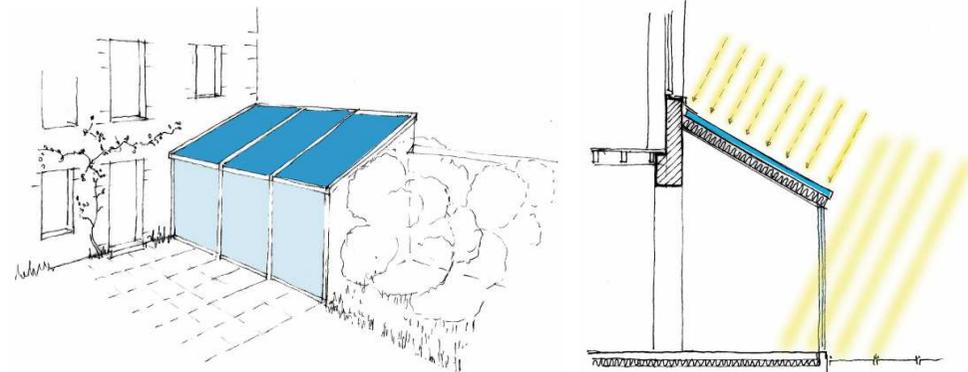
Enfin, sur le plan technique, le raccordement des capteurs aux réseaux de stockage et de distribution d'eau ou d'électricité existants doit être suffisamment court pour éviter des pertes importantes d'énergie, ce qui exclut des installations trop détachées de la construction principale.

Capteurs thermiques



Ils doivent être orientés au sud avec une pente de 30° à 45° ; la dimension et le nombre de capteurs dépendent des besoins du foyer ; des « kits solaires » proposent des installations de 4 à 6 m² de capteur. Il n'est pas nécessaire d'installer plus de capteurs, l'intérêt est de couvrir 100% des besoins en été, plus serait gaspillé. Le reste du temps, la part d'eau chaude sanitaire non solaire est produite via la source d'énergie initiale (électrique ou gaz naturel). On peut espérer une réduction de la facture liée à l'eau chaude sanitaire de 30 à 50% suivant les conditions, mais l'investissement reste assez élevé.

Dans tous les cas, comme pour le chauffage, la position du générateur d'eau chaude sanitaire dans le volume chauffé (habitable) permettra d'obtenir de meilleurs rendements et d'améliorer les temps d'attente lors du tirage d'eau chaude, ce qui génère également des économies sur la facture d'eau froide !



Capteurs photovoltaïques :

Malgré une communication offensive dans ce domaine on peut se demander s'il est bien raisonnable de disperser des petites installations dans la ville tant en termes d'efficacité que d'esthétique. Indépendamment du rendement réel de ces installations, il paraît bien évident qu'elles sont incompatibles avec le respect d'un paysage urbain à caractère patrimonial ; en particulier dans une ville comme Poitiers où les toitures en tuiles sont les plus nombreuses. Il semble donc préférable de réserver l'implantation de ce type de capteurs aux bâtiments plus récents dont la volumétrie et l'architecture le permettent.

Le solaire passif

Hormis l'installation de capteurs qui constitue une intervention relativement lourde, toutes les maisons bien orientées peuvent profiter du rayonnement solaire direct au travers des baies vitrées contribuant ainsi de manière passive au chauffage des pièces ensoleillées. On peut s'inspirer des interventions proposées dans les fiches 11 (éclairage) et 5 (serre, véranda) pour appliquer certaines mesures visant à profiter au mieux des apports solaires gratuits.

FICHE 9 Amélioration des dispositifs de régulation/programmation

Constat

Un système de chauffage n'est réellement performant que dans la mesure où il s'accompagne de dispositifs de régulation et programmation également performants. L'installation d'une chaudière ou d'un équipement de chauffage neuf intègre généralement une régulation thermique spécifique, mais pas forcément totalement appliquée sur l'ensemble des composants du système (comme les radiateurs par exemple). Pour les chaudières déjà en place, il est souhaitable de vérifier les systèmes de contrôle et de régulation / programmation et de les améliorer. Des gains importants de consommations peuvent être ainsi facilement obtenus (jusqu'à 15% pour des équipements existants sans aucune régulation autre qu'une intervention manuelle).

Amélioration de la régulation : il s'agit de contrôler les températures intérieures pièce par pièce pour mieux atteindre la température de confort souhaitée (19°C par exemple). Ceci passe généralement par l'installation de robinets thermostatiques sur les radiateurs existants de façon à avoir un contrôle assez fin de la température dans la pièce. Une sonde d'ambiance murale peut être installée dans la pièce principale, faisant alors bien souvent office de thermostat programmable.

Avantages

Plus la régulation sera optimisée plus la chaudière s'adaptera aux réels besoins des occupants et procurera du confort. Dans le cadre d'un remplacement de chaudière, cette dernière sera certainement équipée d'une sonde extérieure, permettant en plus du contrôle de la température intérieure, d'anticiper les écarts de température extérieure.

Amélioration de la programmation : il s'agit cette fois d'optimiser les périodes de chauffe en programmant des scénarii présence / absence et donc de jouer sur deux régimes de température : confort / réduit. Une différence de 3°C entre les deux régimes (19°C / 16°C) apportera des économies intéressantes. Il paraît presque évident de chauffer moins quand on est absent ou quand on dort. Il faut toutefois que l'installation s'y prête : attention aux questions de déphasage, d'inertie thermique, de masse des matériaux. Ceci est également à proscrire avec des émetteurs de type plancher chauffant, le temps de réaction du système étant trop long, ceci aurait l'effet inverse sur la facture de chauffage et le confort.

Avantage

Economies vite réalisables pour un investissement moindre. L'intérêt est de chauffer où il faut, quand il faut, ce qui procure confort et économies. Des technologies sans fil permettent de s'adapter à une chaudière existante sans travaux. Il existe une large gamme de thermostats programmables du plus simple au plus sophistiqué.

Isolation des réseaux de distribution : Dans le cas de chaudières et/ou ballons d'eau chaude existants positionnés dans la cave, l'isolation des réseaux de chauffage et d'eau chaude sanitaire s'avère primordiale. Il s'agit d'entourer les conduites en question d'un matériau isolant (coquille en mousse isolante) qu'on appelle un calorifuge. Ceci permet simplement de limiter les pertes thermiques tout au long du réseau en dehors du volume chauffé. Mieux vaut conserver la chaleur dans la tuyauterie jusqu'à sa destination finale plutôt que de réchauffer sa cave.

Avantages

C'est le geste le plus simple à faire pour commencer à optimiser son installation thermique. Très faible investissement, retour immédiat.

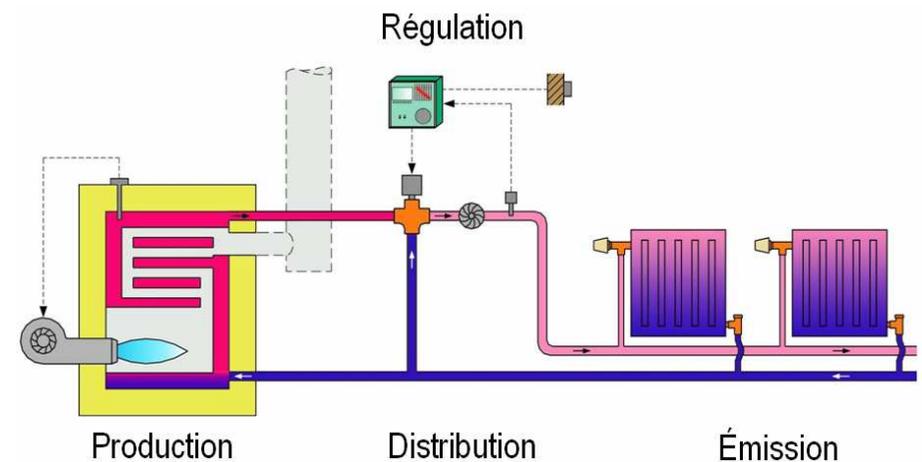
La combinaison de toutes ces améliorations peut conduire jusqu'à 15% d'économie sur la facture énergétique.



Robinet de régulation thermostatique pour radiateur



Programmeur/régulateur



FICHE 10 Amélioration de l'éclairage naturel et artificiel

Constat

Les analyses urbaines et les divers relevés réalisés sur l'habitat ancien du centre-ville de Poitiers révèlent que les conditions d'éclairage dans de nombreux bâtiments sont assez défavorables, et notamment dans les pièces de séjour généralement situées au rez-de-chaussée. Ceci tient à différents facteurs comme la densité urbaine et l'étroitesse des rues, la hauteur des constructions (R+2 à R+3), le parcellaire étroit et les pièces profondes ou encore la couleur sombre des enduits. Il en résulte de mauvaises conditions d'éclairage naturel ayant à la fois des incidences sur le confort visuel et sur la consommation d'électricité. L'éclairage artificiel peut représenter jusqu'à 10% des dépenses énergétiques du logement. Compte tenu des caractéristiques du patrimoine bâti, il n'existe pas de solutions types mais une variété d'interventions qui cumulées vont contribuer à rendre l'éclairage plus performant et donner une place plus large à l'éclairage naturel.

Des moyens divers pour améliorer les conditions d'éclairage :

- **Augmenter la pénétration du soleil et le niveau de visibilité du ciel** en réduisant les masques. La marge de manœuvre est faible, les obstacles urbains constitués par les bâtiments voisins ou architecturaux comme l'ébrasement dans les murs épais, bien que réduisant considérablement la visibilité du ciel, n'offrent guère de place à des interventions majeures. Les effets de masque du côté des cœurs d'îlots peuvent cependant dans certains cas être modérés ; le déplacement d'un arbre ou arbuste placé trop près de la façade, la destruction d'un appentis, voire la réorganisation de la cour et du jardin peuvent considérablement améliorer la visibilité du ciel et augmenter la luminosité ambiante. A l'intérieur des pièces, le positionnement des meubles peut également favoriser la distribution lumineuse de la pièce.

- **Augmenter les prises de jour.** Là encore, le nombre des fenêtres, leur distribution dans la façade et leurs dimensions constituent des données importantes du patrimoine architectural de Poitiers. Si, sur les façades sur rue, les interventions paraissent difficiles, sur les façades sur cour, et principalement au niveau du rez-de-chaussée, la création d'une grande baie ou encore l'adjonction d'un espace très vitré pourraient contribuer à une meilleure pénétration de la lumière à l'intérieur des pièces. A l'occasion du remplacement des baies vitrées, il apparaît en tout cas opportun d'y réfléchir. Il faudra cependant que ces transformations restent compatibles avec l'intérêt architectural des façades (elles doivent toujours faire l'objet d'une demande d'autorisation).

- **Améliorer la transparence.** Les vitrages constituent un filtre à la transmission solaire et lumineuse. Le remplacement d'un vitrage simple par un vitrage double contribue à réduire davantage la transparence. L'adjonction de voile ou de rideau peut aller jusqu'à annihiler la transparence lumineuse. Les interventions sont limitées mais peuvent être efficaces ; elles se réduisent au choix des voilages à placer sur la fenêtre durant la journée en favorisant tout à la fois l'intimité visuelle (notamment sur rue) et la transparence lumineuse (voir mais n'être pas vu).

- **Améliorer les réflexions lumineuses.** Les mesures précédentes visent à favoriser la pénétration de la lumière dans les pièces de l'habitation. On peut augmenter l'éclairage lumineux et sa distribution dans les pièces par des mesures qui favorisent les réflexions solaires. Par l'extérieur, côté rue, d'abord en améliorant le pouvoir réfléchissant des façades des constructions situées en face, à l'occasion de la réfection d'un enduit et en préférant les teintes claires ; côté cœur d'îlot, en utilisant des revêtements de sol clairs pour les terrasses, la quantité d'énergie lumineuse entrant dans les pièces attenantes peut augmenter sensiblement à l'intérieur des pièces. Le pouvoir de réflexion des parois et du mobilier peut favoriser grandement la distribution de lumière et la répartir plus uniformément dans les pièces. La question de la couleur est alors essentielle ; un plafond blanc, des murs et un sol aux teintes claires permettent de transmettre la lumière par réflexion des parties directement éclairées aux parties plus sombres.

- **Aménager en fonction des sources d'éclairage naturel.** L'aménagement intérieur des pièces, agencement du mobilier, hauteur, couleur, lieux de vie, de travail, de lecture et de repos doivent tenir compte des sources et dispositifs d'éclairage et favoriser le confort visuel tout en profitant au maximum de l'éclairage naturel.

- **Augmenter l'efficacité lumineuse des dispositifs d'éclairage artificiel :** par le remplacement des ampoules à incandescence qui dépensent la plus grande part de leur énergie en chaleur par des ampoules à économies d'énergie (à basse consommation et à efficacité lumineuse renforcée) ; par le positionnement adéquat des luminaires et l'utilisation de variateurs de lumière en fonction des activités et de la demande de lumière ; enfin par un comportement responsable pour allumer et éteindre l'électricité dans les pièces.

Coûts et avantages

Les coûts d'intervention sont généralement faibles ou du moins intégrés dans des opérations dont le but essentiel n'est pas la recherche d'efficacité lumineuse (relookage du logement, travaux d'aménagements du jardin, reprise d'enduit de façades, remplacement des fenêtres...). Dans toute intervention, il est toujours important de questionner tous les aspects du projet de réhabilitation dont celui de l'éclairage.

La mise en place d'un bon système d'éclairage, qui profite au mieux de la lumière du jour, améliore le confort, l'agrément visuel et la santé, tout en réduisant les dépenses d'éclairage.



Les couleurs claires des murs et des menuiseries favorisent une ambiance plus douce et nuancée que les couleurs sombres



C'est l'épaisseur des murs qui crée une ambiance lumineuse caractéristique du patrimoine ancien

Annexes

Tableau des performances thermiques à respecter suivant deux critères :

- Exigence minimale (réglementaire) = respect de la réglementation thermique sur la réhabilitation des bâtiments existants éléments par éléments, arrêté du 3 mai 2007.
- Exigence ouvrant droit à des crédits d'impôts en 2010.

Bâti (enveloppe)	réglementation thermique par éléments (arrêté du 03/05/2007)	Crédit d'impôt 2010
Murs extérieurs	R=2.30 m ² .K/W	R=2.85 m ² .K/W
Combles perdus	R=4.50 m ² .K/W	R=5.00 m ² .K/W
Menuiseries extérieures	Uw=2.30 W/m ² .K (2.60 pour les coulissants)	PVC : Uw=1.40 W/m ² .K BOIS : Uw=1.60 W/m ² .K ALU : Uw=1.80 W/m ² .K
Plancher bas	R=2.00 m ² .K/W	RAS
Plancher haut		

Taux des crédits d'impôt 2010		
Produits d'isolation thermique	Murs, planchers, plafonds	25% y compris main d'oeuvre
Baies vitrées ou vitrages		15%
Equipements techniques (chauffage, eau chaude sanitaire) *	Chaudière à condensation	15%
	Chauffage ou ECS bois	40 % si installation nouvelle
	Pompe à chaleur aérothermie	25%
	Pompe à chaleur géothermie (y compris forages)	40%
	Pompe à chaleur destinée à l'eau chaude sanitaire	40%
	Chauffe eau solaire individuel	50%

* Chacune de ces opérations est soumise à la réglementation thermique par éléments (arrêté du 03/05/2007) sous forme d'exigences minimales en termes de rendements, de performances.

Se reporter aux textes officiels pour plus de détails, via les sites de l'ADEME, les points infos énergie, Grand Poitiers...

Pertinence technico-économique d'isolants courants (liste non exhaustive)

	Laine de verre	Laine de roche	Fibre de bois	Enduit chaux-chaivre	Ouate de cellulose	Laine de chanvre	Autre isolant écologique
Usage	Plancher Mur Toiture	Plancher Mur Toiture	Plancher Mur Toiture	Mur	Toiture	Mur Toiture	Mur Toiture
Pertinence « hiver »	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Pertinence « été »	😞	😞	😊😊	😊😊	😊	😞	😞
Coût	€	€€	€€€	€€	€€	€€€	€€€

Se rapprocher des fabricants pour plus de détails.

Organismes à consulter pour la réhabilitation :

- ADEME
- ANAH
- Communauté d'Agglomération Grand Poitiers
- ANAH
- POINT INFO ENERGIE
- SITE RT2005
-

Glossaire

ABF : architecte des bâtiments de France

ADEME institution ayant pour but la protection de l'environnement et la maîtrise de l'énergie

BBC : basse consommation caractérisant les systèmes de très faible consommation énergétique

Cep : consommation exprimée kilowatt heure d'énergie primaire par m² de SHON (kWhEP/m²Shon)

DPE : diagnostic de performance énergétique du logement, obligatoire lors de la mise en vente d'un bien immobilier

ECS : eau chaude sanitaire

EP : énergie primaire ; forme d'énergie disponible dans la nature sans transformation. Les énergies des différentes sources (Gaz, Electricité, Fuel...) sont converties en énergie primaire à des fins de comparaison. Coefficient de conversion : 1 Gaz et Fuel, 2,58 pour l'électricité.

kWh : énergie consommée par un appareil de 1 000 watt (1 kW) de puissance pendant une heure

kWh/ m².an : énergie consommée par m² (de plancher ou de surface hors œuvre) pendant un an

PLU : Plan Local Urbanisme (communal ou agglomération)

PSMV : plan de sauvegarde et de mise en valeur (secteur sauvegardé)

R : résistance thermique d'un matériau ou composant, unité m².KW

RT : réglementation thermique applicable aux bâtiments en France (la RT2005 est actuellement en vigueur)

SHAB : surface de plancher habitable en m² (dans l'ancien, à Poitiers SHON est estimé à SHAB +15%)

SHON : surface de plancher hors œuvre nette en m²

U : conductivité d'un matériau ou d'un composant, unité W/m².K

VMC : ventilation mécanique contrôlée pour le renouvellement d'air, simple ou double flux

W : Watt, unité de puissance (1joule/s) du flux énergétique ou de flux thermique

PAC : pompe à chaleur.

.....