

maisons paysannes de france

Connaissance des bâtiments anciens
&
économies d'énergie

Rapport de synthèse

Maisons Paysannes de France

8 passage des Deux Sœurs

75009 Paris

Tél. 01 44 83 63 63, Fax 01 44 83 63 69

maisons.paysannes@wanadoo.fr

Direction
Générale de
l'Urbanisme de
l'Habitat et de la
Construction



Centre
d'Etudes
Techniques
de l'Équipement
de l'Est

maisons
paysannes
de france



NOTICE ANALYTIQUE

Titre de l'étude	Connaissance des bâtiments anciens et économies d'énergie	
Maître d'ouvrage de l'étude	Direction générale de l'urbanisme de l'habitat et de la construction / bureau QC2 Étude suivie par : - M-C. Roger - P. Viola	
Maîtrise d'œuvre de l'étude	Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Est (CETE de l'Est) Laboratoire de Strasbourg – groupe construction Référence : 2004 75 018 - Étude suivie par : - B-G. Royet - J. Burgholzer	
	Département génie civil et bâtiment – Laboratoire des Sciences de l'Habitat - ENTPE Étude suivie par : - G. Guaracino - R. Cantin	
	Maisons Paysannes de France (MPF) Étude suivie par : - M. Fontaine - S. Tamelikecht	
Restitution	Présent rapport de synthèse : (août 2007) 71 pages	<i>Rapports d'avancement intermédiaires :</i> - <i>Protocole de mesures (avancement phase 1)</i> - <i>Synthèse des données recueillies sur les bâtiments du panel (avancement phase 2)</i> - <i>Analyse individuelle des bâtiments (avancement phase 3)</i>
Mots-clés	Bâtiments anciens, comportement thermique, analyse in situ, simulations thermiques	
Résumé	La présente étude s'inscrit dans le cadre des travaux de transposition de la directive européenne 2002 / 91 / CE sur la performance énergétique des bâtiments existants. Reposant sur une double approche (analyse du comportement in situ, simulation théorique), cette étude met en évidence : - Les propriétés thermiques particulières du bâti ancien : influence du contexte local, comportement bioclimatique, dispositions constructives particulières au niveau des liaisons planchers-façade, des ouvertures, etc. - La non adéquation des moteurs de calcul actuels : les différences observées entre les consommations réelles et les consommations théoriques, ainsi que l'analyse de la structure des méthodes mettent en évidence certaines difficultés de modélisation des caractéristiques thermiques du bâti ancien.	
Abstract	This study joins within the framework of the works of transposition of the european directive 2002 / 91 / CE on the energy performance of the existing buildings. Basing on a double approach (analysis of the real behavior, theoretical simulation), this study brings to light : - the particular thermal properties of the former(ancient) built: influence of the local context, bioclimatic behavior, particular constructive capacities at the level of the connections floors-facade, openings, etc. -The not adequacy of the current thermal models: the observed differences between the real consumptions and the theoretical consumptions, as well as the analysis of the structure of the methods bring to light certain difficulties of modelling the thermal	

PREAMBULE

La directive européenne 2002 / 91 / CE sur la performance énergétique des bâtiments a été adoptée par le Parlement européen et le Conseil de l'union européenne le 16 décembre 2002 et publiée au Journal officiel des communautés européennes le 4 janvier 2003. Cette directive envisage l'adaptation de la réglementation énergétique actuelle aux bâtiments existants et aux spécificités régionales.

Partant du constat que le patrimoine bâti français est très hétérogène, la recherche d'économies d'énergie dans les bâtiments existants doit être engagée avec une grande prudence. En particulier, les bâtiments dits « anciens »¹ sont régis par un fonctionnement physique relativement méconnu et très différent de celui des bâtiments d'après-guerre (l'apparition de procédés industriels ayant considérablement modifié les ouvrages dans leur conception). Les principaux matériaux anciens (pierres, bois, mortiers, terres crues ou cuites,...) présentent ainsi un équilibre hygrothermique subtil et sont très sensibles aux conditions d'humidité.

L'objectif de cette étude est de mieux connaître le comportement thermique de ce patrimoine bâti et d'observer sa prise en compte par les méthodes de calcul actuelles.

¹ Dans cette étude, on entend par bâti ancien : « bâti généralement conçu avant le début du 20^{ème} siècle et l'émergence en architecture du mouvement moderne (< 1950). Il se caractérise notamment par l'emploi de techniques constructives et de matériaux non industrialisés, subordonnés à un contexte local. »
--

Sommaire :

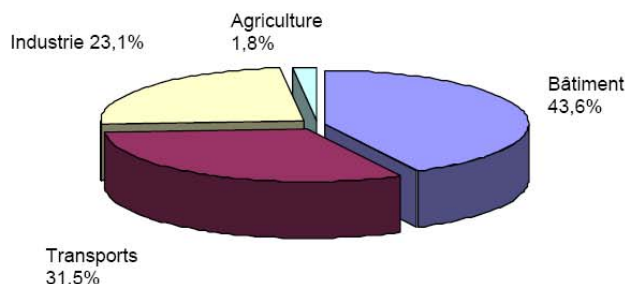
1- LE CONTEXTE DE LA REHABILITATION DU BATI EXISTANT	2
1.1 Rappels sur les consommations énergétiques du secteur du bâtiment	2
1.2 La forte prédominance du bâti existant	2
1.3 Au sein du bâti existant : des différences constructives fondamentales – cas du bâti ancien	3
1.4 Le bâti ancien : un enjeu culturel majeur	4
2- LE BATI ANCIEN : DES QUALITES THERMIQUES IMPORTANTES ET MECONNUES...	5
2.1 Le comportement thermique d'hiver : une consommation énergétique réelle compris entre 150 et 230 kWh ep/ m².an	5
2.2 Un comportement thermique d'été très favorable	7
2.3 Des modèles physiques et des outils de calcul à développer	7
3- DES PISTES POUR UNE REHABILITATION DURABLE DU BATI ANCIEN ...	8
3.1 Avoir une vision d'ensemble du bâtiment	8
□ Proscrire toute solution systématique	8
□ Raisonner selon une approche « confort d'hiver + confort d'été »	8
3.2 Conserver et exploiter les qualités initiales du bâti ancien	8
□ L'inertie	8
□ Des matériaux « respirant »	8
□ La conception bioclimatique	8
3.3 Utiliser des techniques adaptées	9
□ Utiliser des matériaux naturels, compatibles avec le bâtiment initial	9
□ Agir préférentiellement sur les ouvertures et les équipements	9
□ Remplacer des équipements de chauffage peu performants	9
□ Favoriser l'emploi d'énergie renouvelable	9

1- LE CONTEXTE DE LA REHABILITATION DU BATI EXISTANT

1.1 Rappels sur les consommations énergétiques du secteur du bâtiment

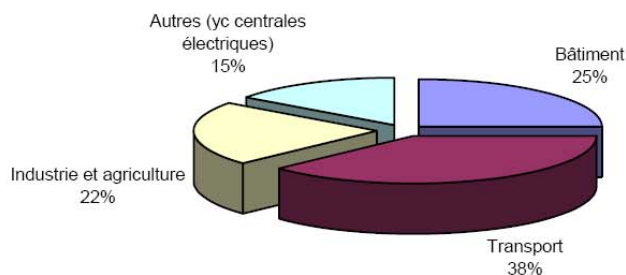
Dans le contexte environnemental actuel et depuis la signature du protocole de Kyoto visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, la notion d'économie d'énergie apparaît comme une nécessité.

En France, le secteur du bâtiment apparaît en première position dans le bilan énergétique national : il absorbe 43,6% de la consommation d'énergie finale du pays, avant le transport qui compte pour 31,5%, et l'industrie pour 23,1%.



Consommation d'énergie finale par secteur d'activités, en France - 2006 (source : Observatoire de l'Énergie – DGEMP)

Concernant l'émission de gaz à effet de serre, il se situe en deuxième position derrière les transports parmi les secteurs responsables.



Émissions de CO₂ liées à la combustion d'énergie en France - 2006 (source : ADEME)

1.2 La forte prédominance du bâti existant

On estime que le parc existant aujourd'hui représenterait toujours **deux tiers du parc de 2050** [Habitat et développement durable : bilan rétrospectif et prospectif, avril 2001].

Pour atteindre l'enjeu de réduction d'un facteur 4 l'émission de gaz à effet de serre d'ici 2050, **l'essentiel de l'effort doit donc porter sur le parc existant.**

1.3 Au sein du bâti existant : des différences constructives fondamentales – cas du bâti ancien

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

- les bâtiments « neufs », construits selon les réglementations thermiques (RT) 1975 et suivantes
- les bâtiments « existants », antérieures à ces réglementations (<1975)

S'il est vrai que, depuis les années 70, les exigences d'isolation des bâtiments ont été considérablement et régulièrement renforcées, il serait **très simpliste et dangereux de regrouper dans une même catégorie de performance, tous les bâtiments conçus avant 1975**.

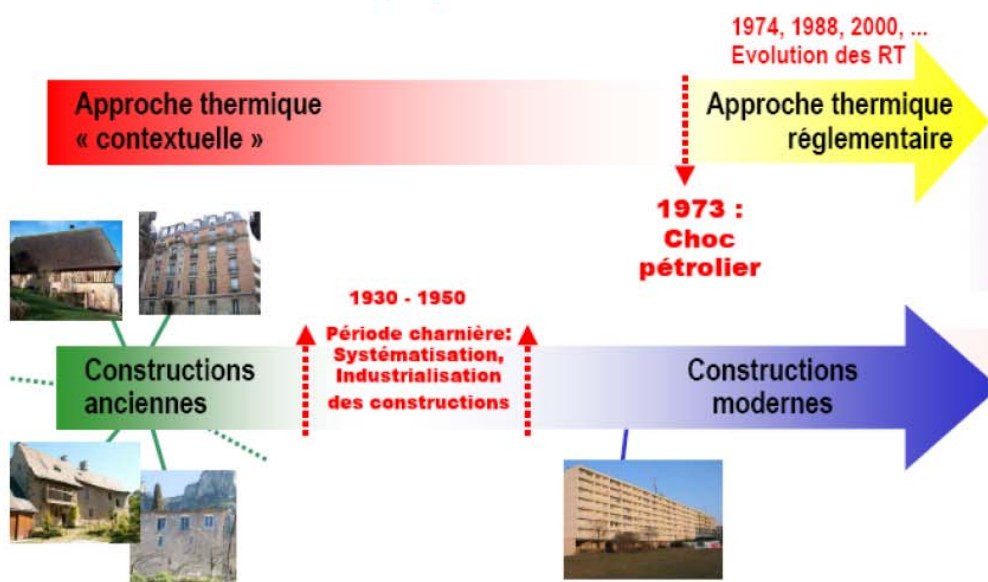
Secteur	Usage	Bâtiments <1975	Bâtiments neufs	Ensemble actuel
Résidentiel	Chauffage kWh/m ² /an	328	80 à 100	210
	ECS ¹ kWh/m ² /an	36	40	37,5
	Electricité à usage spécifique (kWh/pers/an)	1000	1000	1000
Tertiaire	Chauffage kWh/m ² /an	209	155	196
	ECS ¹ kWh/m ² /an	19	40	29
	Electricité à usage spécifique (kWh/m ² /an)	?	?	96

Source : Observatoire de l'énergie, INSEE, 2003

Confusion récurrente entre modes constructifs antérieurs à 1975

Cette confusion, couramment effectuée, est très réductrice : elle ne tient pas compte de la grande diversité des modes constructifs. Pour appréhender au mieux la réhabilitation énergétique des bâtiments, il convient donc de prendre en compte cette échelle d'évolution :

L'évolution des RT n'est pas parallèle à l'évolution des modes constructifs :



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

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

- la disparition des savoir-faire après l'hécatombe humaine de la première guerre mondiale, en particulier de celle des artisans de la construction (maîtrise des détails constructifs, assemblages et dimensionnement de matériaux pour obtenir une meilleure performance et une plus longue conservation),
- l'apparition de nouveaux matériaux de construction manufacturés (béton, acier...), aux propriétés hygrothermiques différentes ;
- le développement de nouvelles techniques constructives, plus légères et plus rapides à mettre en œuvre (systèmes poteaux poutres du mouvement moderne)
- les contraintes d'urbanisme qui ne permettaient plus de construire en tenant compte de l'environnement proche (orientations selon : l'ensoleillement, les vents dominants, etc).

Du point de vue de la thermique, les particularités du bâti ancien sont également très importantes :

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

1.4 Le bâti ancien : un enjeu culturel majeur

Au sein de ce parc existant, on estime que les logements anciens (<1948) représentent un tiers du parc existant (Source : MELTLM, Compte logement 2002) :

	Logements construits avant 1948	Logements construits entre 1949 et 1979	Logements Construits entre 1975 et 1998	Total
Part	33 % soit près de 10 Millions de logements	33 %	34 %	100% = 29,6 Millions

2- LE BATI ANCIEN : DES QUALITES THERMIQUES IMPORTANTES ET MECONNUES...

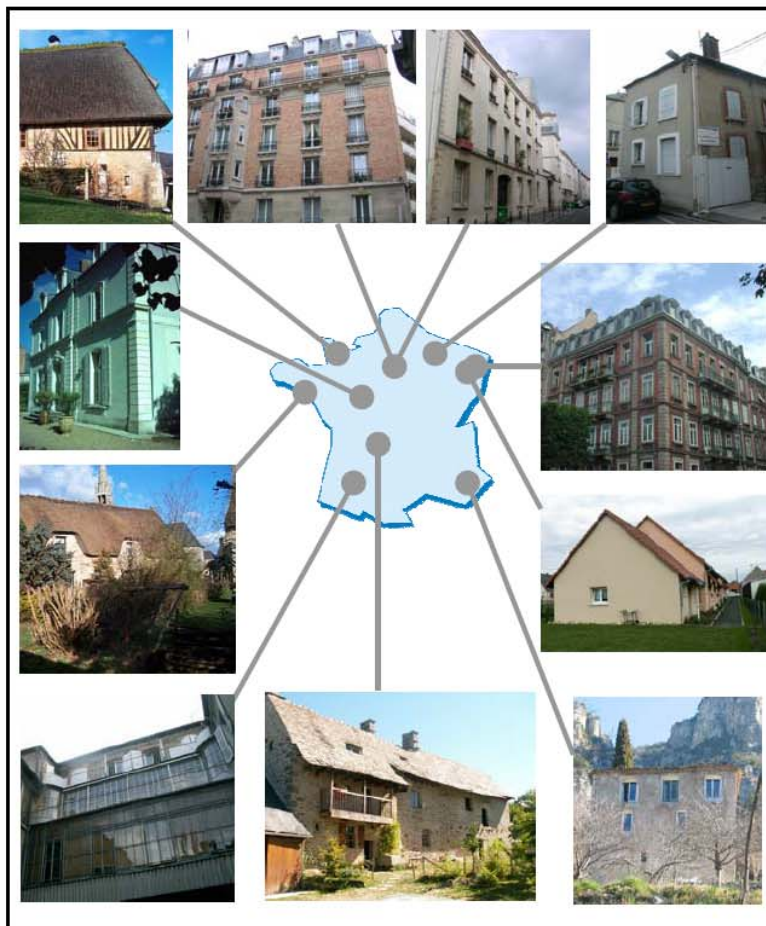
L'amalgame couramment constaté pour définir le niveau de performance thermique des bâtiments existants n'est réellement justifié :

- ni par des critères constructifs (cf § ci-dessus)
- ni même par des caractéristiques thermiques (celles du bâti ancien étant très différentes de celles du bâti suivant les années 1950)

Une étude, réalisée par la DGUHC – le CETE de l'Est – le laboratoire des sciences de l'habitat de l'ENTPE et Maisons paysannes de France, a pu mettre en évidence ce comportement thermique spécifique du bâti ancien et les limites des méthodes de calcul actuelles pour évaluer ces bâtiments.

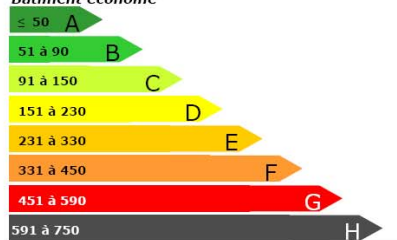
2.1 *Le comportement thermique d'hiver : une consommation énergétique réelle compris entre 150 et 230 kWh ep/ m².an*

Un audit énergétique ainsi qu'un relevé des consommations énergétiques réelles a pu être effectué sur un panel d'étude de 10 bâtiments anciens, regroupant des immeubles collectifs et des maisons individuelles, de diverses régions françaises.



Bâtiment											
Occupation	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente	permanente
T° moy séjour (en période d'occupation hivernale)	19,8 °C	20,2 °C	18,2 °C	18°C	19,7°C	22°C	19,2°C	19 °C	18 °C	17,5°C	22°C
Sources d'énergie	Chaudière individuelle gaz	Chaudière individuelle fuel	Chaudière individuelle gaz	Chaudière individuelle fuel	Chaudière individuelle gaz	Chauffage électrique + poêle bois	Chaudière individuelle gaz + chem. bois	Chaudière individuelle gaz + chem. bois	Chaudière individuelle fuel+ chem. bois	Chaudière individuelle fuel+ chem. bois	Chaudière collective gaz
Consommation réelle exprimée en KWh ep/ m².an (chauffage + ECS)	110	112	160	107	205	227	120	187	183	162	110
Classification DPE correspondante	C	C	D	C	D	D	C	D	D	D	C

Bâtiment économe



Concernant les consommations énergétiques (chauffage +ECS) réelles (recensées par facture énergétique) : elles sont toutes inférieures à 230 kWh ep / m².an

Si l'on se réfère au classement de performance énergétique des bâtiments (allant d'une échelle de A à I), les bâtiments du panel sont donc classés dans une catégorie de performance énergétique C (91 à 150 kWh ep/ m².an), à D (151 à 230 kWh ep/ m².an).

Soit des valeurs qui sont très éloignées des statistiques généralement avancées pour les bâtiments conçus avant 1975 (de l'ordre de 350 kWh/m².an)

Le niveau de performance des bâtiments anciens du panel est ici très similaire de celui constaté sur le bâtiment témoin du panel, conforme à la RT2000.

2.2 Un comportement thermique d'été très favorable

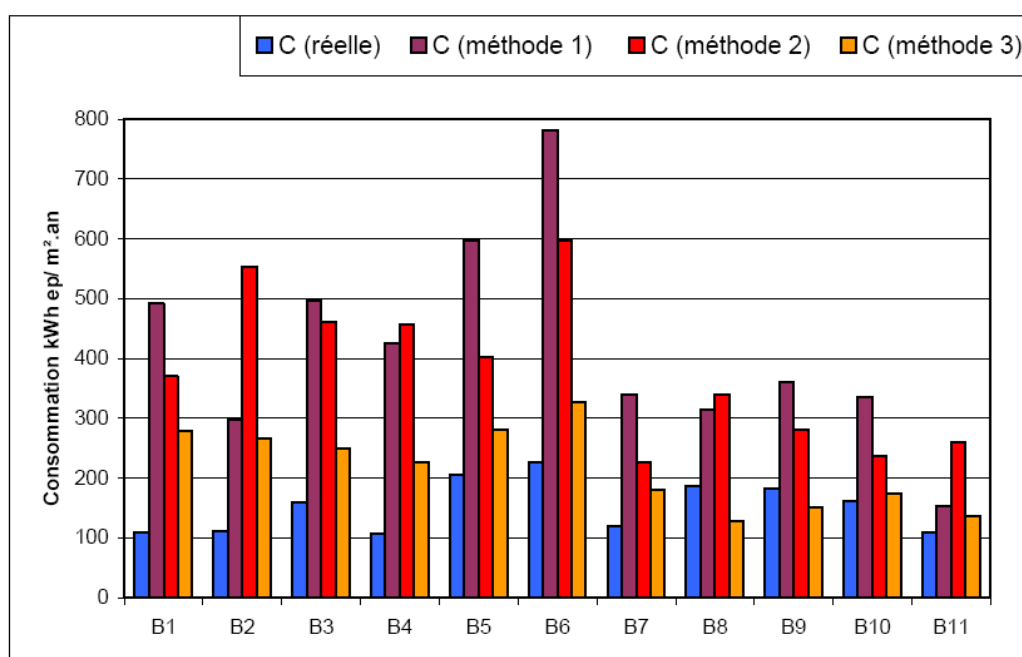
Les enregistrements de température dans les bâtiments du panel d'étude font état de performances très intéressantes :

- des températures intérieures en moyenne inférieures aux températures extérieures
- une inertie très forte (jusqu'à 8h de déphasage) permettant de restituer la fraîcheur nocturne en journée à l'intérieur des logements

2.3 Des modèles physiques et des outils de calcul à développer

L'étude a par ailleurs permis de tester différents moteurs de calcul thermique, sur leur capacité à restituer le comportement thermique réel du bâti ancien.

D'une façon générale, nous pouvons constater un écart important entre les consommations réelles des bâtiments anciens du panel et les consommations simulées.



Les consommations théoriques, obtenues par les moteurs de calcul actuels, surestiment dans un rapport de 2 à 4 la consommation réelle des bâtiments anciens.*

Face à ce constat, il convient de prendre un certain recul sur les modèles thermiques actuels.

La connaissance et la recherche doivent indéniablement progresser dans le domaine du bâti ancien, peu investi jusqu'à lors : les modèles actuels ont en effet été développés sur des bâtiments contemporains, basés sur un modèle thermique très différent (opposition bâtiment étanche – bâtiment respirant).

* Cette **difficulté générale de modélisation du comportement des bâtiments anciens** peut s'expliquer par plusieurs phénomènes.

En premier lieu, les modèles de calcul utilisés reposent sur un régime stationnaire. Or, si cette simplification des calculs est acceptable pour un bâtiment récent (« étanche » et dont on montre par ailleurs que le comportement est relativement stable et peu sensible aux variations extérieures), elle est beaucoup plus discutable pour des bâtiments anciens dont le comportement thermique est, à l'inverse, dynamique et en forte corrélation avec les variations extérieures.

En second lieu, les modèles de calcul utilisés présentent certains manquements, dans les données d'entrée, quant à la prise en compte des nombreuses spécificités du bâti ancien : celles-ci concernent tout autant les modes constructifs que l'organisation spatiale (espace tampons) ou encore les propriétés particulières des matériaux anciens.

3- DES PISTES POUR UNE REHABILITATION DURABLE DU BATI ANCIEN ...

3.1 Avoir une vision d'ensemble du bâtiment

- ⇒ Proscrire toute solution générique
- ⇒ Raisonner au cas par cas, en ayant une vision d'ensemble du bâtiment et en considérant toutes les problématiques (notamment confort d'hiver **et** confort d'été)

➤ Proscrire toute solution systématique

Chaque bâtiment ancien constitue un système complexe, aux interactions multiples avec son environnement. Sa réhabilitation doit nécessairement passer par une analyse complète du bâtiment et de ces interactions.

➤ Raisonner selon une approche « confort d'hiver + confort d'été »

La réhabilitation énergétique des bâtiments ne peut se faire que selon une approche globale, combinant les aspects du confort d'été et du confort d'hiver. Ainsi, des solutions d'isolation, qui pourraient sembler, à prime abord, favorables à la thermique d'hiver, pourraient sensiblement réduire les propriétés d'inertie et de respiration du bâtiment, essentielles pour le confort d'été et de mi-saison.

3.2 Conserver et exploiter les qualités initiales du bâti ancien

➤ L'inertie

➤ Des matériaux « respirant »

➤ La conception bioclimatique

- ⇒ Gestion des apports solaires
- ⇒ Protection des façades Nord
- ⇒ Compacité des bâtiments



Façade Sud :
- Aucun masque proche
- Végétation caduque

Implantation du bâtiment :
- Implantation en terrasse couvrant la moitié inférieure de la façade Nord
- La partie supérieure de la façade Nord est protégée par un volume tampon (constitué par un débarras)

Façade Nord :
Protection au vent constitué par :
- le relief
- la végétation persistante

3.3 Utiliser des techniques adaptées

- Utiliser des matériaux naturels, compatibles avec le bâtiment initial
- Agir préférentiellement sur les ouvertures et les équipements
- Remplacer des équipements de chauffage peu performants
- Favoriser l'emploi d'énergie renouvelable