



DOSSIER D'EXPERTS

2^e édition

AMÉNAGEMENT, URBANISME ET CONSTRUCTION

Bâtiments passifs

Solutions durables et économiques
pour les collectivités locales

Catherine Charlot-Valdieu

Économiste

Philippe Outrequin

Docteur en Économie

territorial *éditions*

Bâtiments passifs

Solutions durables et économiques
pour les collectivités locales

Cet ouvrage explique pourquoi il est crucial de se tourner vers les standards du bâtiment passif, indépendamment du type de bâtiments, surtout dans un contexte d'instabilité énergétique. Il présente de nombreuses solutions pour la construction et la rénovation passive, détaillant leurs contraintes et avantages économiques, de confort et de qualité d'usage. L'ouvrage démontre que le bâtiment passif peut devenir le standard de construction et de rénovation, en accord avec les exigences de la RE 2020 et du décret Tertiaire.

Des milliers de bâtiments passifs construits dans le monde, ainsi que plusieurs bâtiments publics présentés, prouvent l'efficacité et l'économie des bâtiments passifs, qui consomment très peu d'énergie et réduisent les coûts de fonctionnement. Ils répondent parfaitement aux besoins des usagers et utilisent des systèmes techniques simples, reposant sur une conception de grande qualité, une ingénierie compétente, une pose correcte et une compréhension des besoins des usagers.

Cette démarche implique une montée en compétences de toute la filière du bâtiment, visant à accroître le savoir-faire collectif. Le bâtiment passif s'appuie sur une ingénierie optimisant les besoins énergétiques, avec un complément d'énergies renouvelables locales. Les matériaux biosourcés jouent souvent un rôle clé dans la construction et l'isolation. Ainsi, le triplé gagnant de la construction future repose sur le bâtiment passif, les matériaux biosourcés et les énergies renouvelables.



Catherine Charlot-Valdieu et Philippe Outrequin sont tous deux économistes de formation, avec une spécialisation plus marquée pour les bâtiments et l'énergie. Ils travaillent ensemble depuis plus de vingt ans comme consultants pour favoriser la mise en œuvre de stratégies et d'actions de développement durable (écoquartier, documents d'urbanisme, évaluation de projets). La plupart de leurs travaux ont été réalisés pour les collectivités territoriales, comme AMO ou dans des équipes de maîtrise d'œuvre. Depuis leur découverte, en Allemagne, lors d'un projet européen de recherche, ils se passionnent pour le développement des bâtiments passifs, neufs ou rénovés, résidentiels ou tertiaires. Ceci s'est traduit par la rédaction de plusieurs ouvrages sur ce thème.

boutique.territorial.fr

ISSN : 1623-8869 – ISBN : 978-2-8186-2241-4

territorial éditions



DOSSIER D'EXPERTS

2^e édition

AMÉNAGEMENT, URBANISME ET CONSTRUCTION

Bâtiments passifs

Solutions durables et économiques
pour les collectivités locales

Catherine Charlot-Valdieu
Économiste

Philippe Outrequin
Docteur en Économie

territorial éditions

CS 70215 - 38501 Voiron Cedex - Tél.: 04 76 65 87 17 - Référence TDE 871A

Retrouvez tous nos ouvrages sur boutique.territorial.fr

**Vous souhaitez
nous contacter
à propos de votre ouvrage ?**

C'est simple !

Il vous suffit d'**envoyer un mail** à :
service-client-editions@territorial.fr
en précisant l'objet de votre demande.

Pour connaître l'ensemble de nos publications,
rendez-vous sur notre boutique en ligne
boutique.territorial.fr

Avertissement de l'éditeur:

La lecture de cet ouvrage ne peut en aucun cas dispenser le lecteur
de recourir à un professionnel du droit.
Nous sommes vigilants concernant les autorisations
de reproduction et indiquons systématiquement
les sources des schémas, images, tableaux, etc.
Pour toute demande de modification, mise à jour
ou suppression d'un élément au sein de cet ouvrage,
merci de contacter les éditions Territorial.

 <p>DANGER LE PHOTOCOPIAGE TUE LE LIVRE</p>	<p>Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente publication sans autorisation du Centre Français d'exploitation du droit de Copie. CFC 20, rue des Grands-Augustins 75006 Paris. Tél. : 01 44 07 47 70</p>
--	---



© Territorial, Voiron

ISBN: 978-2-8186-2241-4

ISBN version numérique: 978-2-8186-2242-1

Imprimé par Reprotechnic, à Bourgoin-Jallieu (38) - Août 2024

Dépôt légal à parution

Sommaire

Introduction	p.9
--------------------	-----

Partie 1 Des bâtiments passifs

Chapitre I

Définitions et enjeux	p.13
A - Un objectif central : réduire les consommations d'énergie	p.13
B - Une démarche rationnelle : réduire les consommations avant de chercher à produire des énergies renouvelables pour compenser les consommations	p.14
C - Qu'est-ce qu'un bâtiment passif ?	p.14

Chapitre II

Le passif : une démarche avec une obligation de résultat	p.17
A - Origine de la démarche : l'importance de la physique du bâtiment	p.17
B - Des labels pour garantir la performance	p.19
1. Le label Bâtiment Passif Classique	p.20
2. Le label EnerPHit pour la réhabilitation	p.22
3. Les labels Premium et Plus pour les bâtiments producteurs d'énergie	p.24
C - Le siège social d' Airoptima à Kaufbeuren en Bavière, premier bâtiment certifié premium au monde	p.27
1. La labellisation du bâtiment	p.30
2. Un bâtiment durable	p.31
D - Une exigence de qualité et l'importance du couple architecte-thermicien	p.31
E - La nécessité d'un suivi de chantier rigoureux : l'exemple du bâtiment de Sud Indre Développement (37)	p.35
F - Des usagers actifs et responsables	p.37

Chapitre III

Le passif : une démarche fiable	p 39
A - Concevoir des bâtiments intelligents : privilégier la simplicité comme dans le bâtiment 22-26 de Lustenau	p 39
B - Un outil de calcul fiable : le PHPP	p 42
1. Le PHPP : un outil d'optimisation incontournable pour être passif	p 42
2. La STD en complément du PHPP pour assurer le confort d'été	p 43
C - Du besoin de chauffage théorique au réel ?	p 44
1. Exemple de comparaison des résultats de deux moteurs de calcul (PHPP du passif et TH-BCE de la RE2020)	p 45
2. Quelques avis de professionnels soulignant l'absence de fiabilité du moteur de calcul réglementaire	p 46
3. Des retours d'expérience soulignant la fiabilité du PHPP	p 46
D - Des produits certifiés à efficacité garantie	p 47

Chapitre IV

Les apports ou avantages du bâtiment passif	p 49
A - Une garantie de confort et de santé	p 49
1. Qualité de l'air intérieur (QAI)	p 49
2. Une gestion optimale du taux d'humidité et l'élimination des risques de moisissures et de condensation	p 52
3. Qualité acoustique	p 52
4. Éviter les systèmes de climatisation active pour assurer le confort d'été	p 54
5. Des matériaux n'émettant pas de composés organiques volatils (COV)	p 58
6. Une condition : l'association du maître d'ouvrage à la conception des bâtiments	p 58
B - L'anticipation des risques de précarité énergétique dans les logements	p 59
C - Exemples de bâtiments de santé passifs	p 59
1. L'EHPAD de Bouchain (59)	p 60
2. Une maison de retraite médicalisée à Innsbruck en Autriche	p 61

Chapitre V

La place du passif en France et dans le monde	p 65
A - La réglementation environnementale en France (RE 2020)	p 65
1. Les exigences de la RE 2020	p 65
2. Les indicateurs et objectifs de la réglementation environnementale RE 2020	p 66
3. La mise en œuvre de la réglementation environnementale RE 2020	p 67
B - Le décret Tertiaire pour la rénovation des bâtiments	p 68
C - Évolution de la réglementation énergétique sur les bâtiments	p 70
D - Le positionnement du passif dans la réglementation française	p 70
1. La réglementation environnementale RE 2020 et le passif	p 70
2. Le décret Tertiaire et le passif	p 72
3. Un bâtiment de bureaux passif, à énergie positive et économe sur tous les usages de l'énergie à Pont-de-Barret (26)	p 73
E - Le développement du passif dans le monde	p 78
1. Des exemples du développement du passif en Allemagne	p 78
2. Des exemples ailleurs dans le monde	p 80
F - Le passif en France	p 82

Chapitre VI

Une réponse aux défis que doivent relever les collectivités locales et territoriales p.85

A - Les enjeux de la transition énergétique	p.85
1. Des objectifs très ambitieux à décliner localement	p.85
2. L'exemplarité : un immeuble de bureaux passif durable, vitrine d'un quartier d'affaires à Braine-l'Alleud en Belgique	p.90
B - L'enjeu énergétique et l'effet de ciseau	p.92
1. Le poids de l'énergie dans le budget des collectivités locales et territoriales	p.92
2. Des dépenses de fonctionnement de plus en plus contraintes	p.93
3. Exemplarité : une mairie passive et à énergie positive dans un village savoyard (Saint-Offenge, 73)	p.93

Partie 2

Construire ou rénover en passif : des solutions pour tous les types de bâtiment

Chapitre I

Les caractéristiques générales des bâtiments passifs p.99 |

A - Un bâtiment exemplaire : le collège passif Samuel-Paty à Valenton (94)	p.99
1. Le contexte	p.103
2. La construction du collège passif	p.105
3. Le système constructif privilégiant le bois et le plan libre	p.105
4. Caractéristiques de l'opération	p.111
5. Performances du bâtiment	p.111
6. Retour d'expérience	p.112
B - Une conception architecturale bioclimatique	p.114
C - L'isolation de l'enveloppe opaque	p.115
1. Une construction sans pont thermique	p.115
2. Le choix des isolants	p.116
3. Exemple d'un bâtiment avec un mur rideau (double peau vitrée), une protection acoustique et une optimisation énergétique	p.118
D - Les menuiseries extérieures	p.121
1. Fenêtres et châssis	p.121
2. Portes	p.124
E - L'inertie thermique	p.125
F - L'étanchéité à l'air	p.126
1. Le test d'étanchéité	p.126
2. L'importance du traitement de l'étanchéité à l'air	p.127
G - La ventilation et le renouvellement d'air	p.127
1. Qu'est-ce que la VMC double flux ?	p.127
2. Ventilation centralisée ou décentralisée ?	p.129
3. La ventilation double flux : un élément essentiel qui nécessite un véritable savoir-faire professionnel	p.129
H - Chauffage et rafraîchissement	p.130

I - La compacité des bâtiments passifs	p.132
J - Le confort d'été	p.132
1. Mesures à prendre pour le bâtiment	p.132
2. Mesures à prendre pour l'aménagement	p.139
3. La prise en compte du confort d'été et les matériaux à changement de phase dans un bâtiment communal à Ixelles	p.139

Chapitre II

Le passif pour tous les types de bâtiments publics

A - Des écoles passives	p.143
1. L'enjeu énergétique	p.143
2. Un groupe scolaire passif à Templeuve-en-Pévèle (59) pour réhabiliter une sorcière et vaincre l'ignorance !	p.145
3. Une école passive à Ancenis (44), source de 22 000 euros d'économies par an	p.147
B - Des bureaux passifs	p.149
1. L'enjeu énergétique	p.149
2. Un bâtiment emblématique sur une friche industrialo-portuaire : l'ancien siège de Rouen Normandie Métropole	p.149
3. Un bâtiment passif, représentatif des valeurs portées par l'entreprise	p.154
C - Des locaux techniques passifs sans aucun surcoût	p.159
1. De fortes contraintes d'usage	p.159
2. Le centre technique municipal (CTM) de La Roche-sur-Yon (85)	p.159
D - Des équipements sportifs passifs	p.161
1. Un nouveau marché pour le passif	p.161
2. Une salle de sport à Lille (59)	p.162
E - Des équipements publics recevant du public (ERP) passifs	p.164
1. La bibliothèque passive de Woluwe-Saint-Pierre (Belgique)	p.164
2. L'extension d'un bâtiment d'accueil de loisir sans hébergement (ALSH) à Rieux (56)	p.165

Chapitre III

La rénovation passive adaptée aux bâtiments publics

A - Les spécificités de la rénovation passive	p.169
1. Rappel des enjeux énergétiques des bâtiments communaux	p.169
2. La première réhabilitation EnerPHit Plus en France : les bureaux du syndicat départemental d'énergie et des déchets (SDED) de Haute-Marne	p.170
3. La transformation d'un bâtiment du XIX ^e siècle en un centre social confortable à Londres	p.173
4. La rénovation passive du collège Chepfer de Villers-lès-Nancy (54)	p.177
B - La rénovation passive à travers un changement d'usage	p.180
1. Démolir ou réhabiliter ?	p.180
2. Des logements de fonction transformés en bureaux pour une antenne du Grand Chambéry (73)	p.181
C - La problématique des bâtiments classés	p.183
1. Les contraintes des bâtiments classés ou inscrits au patrimoine	p.183
2. L'aménagement de bureaux passifs dans un bâtiment industriel classé de Manufrance à Saint-Étienne (42)	p.183

Chapitre IV

Le passif face aux enjeux de site et d'usages p.189

A - Les contraintes de site : l'exemple d'une crèche à Nogent-sur-Marne p.189

1. L'enveloppe p.191
2. Le chauffage p.191
3. L'eau chaude sanitaire p.191

B - Les contraintes d'usage : la problématique des musées p.193

1. L'enveloppe p.194
2. Chauffage et ECS p.195
3. La ventilation p.195
4. Principaux enseignements de l'opération p.196

Chapitre V

Les collectivités locales, pionnières de la transition énergétique p.199

A - Les enjeux énergétiques et climatiques dans l'urbanisme réglementaire p.199

1. La réduction des dépenses et dépendances énergétiques p.199
2. La réduction des émissions de carbone p.200
3. Un cadre législatif p.200

B - Les effets d'entraînement : la stratégie de la métropole rouennaise p.203

1. La commande par un élu d'un bâtiment exemplaire et démonstrateur et la mobilisation des agents p.204
2. La livraison d'un premier Bâtiment Passif : la pépinière et hôtel d'entreprises BTP (Ecopolis) à Saint Etienne de Rouvray (2010 - 2014), labellisée Passifhaus p.207
3. Une montée en compétences en interne et le choix du passif pour d'autres bâtiments p.208

C - L'inscription du passif dans les documents réglementaires : la démarche de Rennes Métropole p.211

1. Test du passif sur quelques opérations afin de permettre aux professionnels locaux d'acquérir les savoir-faire et compétences indispensables p.211
2. Intégration du passif dans les documents réglementaires (PLH) pour favoriser sa diffusion et la montée en compétences des acteurs locaux p.212
3. Le plan climat air énergie territorial (PCAET) p.213
4. Le PLUi de Rennes Métropole fin 2019 p.214

D - Le passif face aux enjeux énergétiques et climatiques des collectivités locales ... p.215

Conclusion p.217

Annexes

Annexe I	
Foire aux questions de la construction passive	p.221
Annexe II	
Les bâtiments tertiaires certifiés Bâtiment Passif en France au 1^{er} juin 2024 ...	p.229
Annexe III	
Quelques exemples de bâtiments passifs en Europe	p.239
Annexe IV	
Liste des opérations passives tertiaires présentées dans ce livre	p.241
Annexe V	
Liste des architectes et maîtres d'œuvre cités	p.245
Annexe VI	
Liste des BET fluides, physique du bâtiment et PHPP cités	p.247
Bibliographie	p.249

Introduction

Pour être cohérent avec les engagements pris dans le cadre de l'accord de Paris en 2015, l'ambition de la France est d'atteindre la **neutralité carbone dès 2050** (diviser par six les émissions de carbone en 2050 par rapport à 1990) et de réduire l'empreinte carbone des Français.

La loi européenne n° 2021/1119 du 30 juin 2021 sur le climat adoptée en juin 2021 par l'Union européenne, *Fit for 55*, est encore plus ambitieuse avec une trajectoire de baisse des émissions de 57 % d'ici à 2030 par rapport à 1990. La conséquence pour la France serait un doublement du rythme de réduction des émissions brutes de gaz à effet de serre (GES), correspondant à une baisse de 17 Mt eqCO₂ par an (contre 9,1 Mt eqCO₂ par an entre 2019 et 2022), avec l'objectif d'une réduction de 50 % des émissions en 2030 par rapport à 1990.

Pour cela, les énergies décarbonées sont privilégiées, la sobriété dans les usages de l'énergie est encouragée, l'efficacité énergétique des bâtiments (enveloppe et systèmes) doit être améliorée par une politique d'investissement ambitieuse et, enfin, les produits et équipements de construction et de rénovation doivent avoir une faible empreinte carbone.

La traduction sur les consommations d'énergie des bâtiments est la suivante : **baisser de près de 50 % la consommation d'énergie d'ici 2050** avec des objectifs intermédiaires de réduction de la consommation de 30 % en 2030 et de 40 % en 2040 par rapport à 2012. Il s'agit de passer d'une consommation finale, tous secteurs et usages confondus, de 1 611 TWh (milliards de kilowattheures) en 2021 à environ 900 TWh en 2050.

En même temps, la part des énergies fossiles dans la consommation finale doit passer de 60 % aujourd'hui à 42 % en 2030, 29 % en 2035, pour sortir complètement de cette dépendance d'ici 2050 : plus de pétrole ni de gaz naturel, celui-ci devant être remplacé dans les réseaux par du biogaz et une part d'hydrogène (vert).

Pour les bâtiments neufs, la réglementation environnementale 2020 (RE 2020) fixe des exigences allant dans ce sens en améliorant la performance de l'enveloppe (niveau d'isolation) et surtout en favorisant les énergies décarbonées et les matériaux de construction biosourcés, mais aussi en intégrant un objectif de confort d'été, pour adapter les bâtiments au réchauffement climatique.

Pour les bâtiments existants, le décret n° 2022-305 du 1^{er} mars 2022 fixe des objectifs élevés de réduction des consommations d'énergie des principaux bâtiments du secteur tertiaire, en premier lieu les bureaux et les écoles.

C'est dans ce contexte institutionnel très fort que les collectivités territoriales doivent agir, construire mieux et réhabiliter de façon très performante. La France dispose des compétences pour respecter ces objectifs. **Les bâtiments passifs ou en réhabilitation permettent de réduire drastiquement les consommations d'énergie, les factures énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre.**

De plus, la loi Climat et résilience n° 2021-1104 du 22 août 2021 a défini des objectifs très concrets de réduction des surfaces artificialisées qui favorisent le renouvellement urbain, la réutilisation et la revalorisation des bâtiments existants ou des friches.

L'idée de cet ouvrage est qu'en premier lieu, **l'urgence et la nécessité donnent la priorité à la rénovation énergétique des bâtiments**, laquelle peut être très performante. Pour les bâtiments neufs, le choix du passif doit s'imposer, car il répond au mieux aux objectifs de transition énergétique.

Partie 1

Des bâtiments passifs

Définitions et enjeux

A - Un objectif central : réduire les consommations d'énergie

Réduire les consommations d'énergie est le principal enjeu : il assure une facturation énergétique moindre, prévient les hausses subites issues des crises géopolitiques, contribue en même temps à réduire les émissions de gaz à effet de serre et, enfin, contribue à notre indépendance énergétique (en ce qui concerne les énergies fossiles¹).

Évidemment, la politique nationale met prioritairement l'accent sur l'urgence climatique qui exige qu'on réduise la vulnérabilité des bâtiments au réchauffement climatique et qu'on diminue les émissions de gaz à effet de serre. La réduction de ces émissions ne doit pas se faire par une simple substitution d'une énergie carbonée par une énergie décarbonée, ce qui aura souvent pour effet d'augmenter la facture énergétique, mais bien **par un travail en amont sur l'enveloppe des bâtiments afin de réduire les besoins énergétiques**.

La vulnérabilité des bâtiments au réchauffement climatique est un sujet de plus en plus prégnant avec les conséquences sur le bâti des fortes pluies, des épisodes de canicule ou de sécheresse, le gonflement des argiles et aussi la difficulté de travailler dans des locaux inadaptés. **Des mesures de prévention** sont à prendre qui, parfois, vont aussi dans le sens de la réduction des consommations d'énergie.

Cette réduction des consommations d'énergie va principalement concerner le traitement de l'enveloppe chauffée et utile du bâtiment, les murs, la toiture, le plancher bas (sur sous-sol ou terre-plein), les menuiseries ainsi que, de façon tout aussi incontournable, la ventilation, le renouvellement d'air et ensuite seulement les systèmes de génération de chaleur et de rafraîchissement.

1. Charbon, pétrole/fioul et gaz.

Dans les bâtiments existants, la rénovation énergétique ne peut pas se faire sans prendre en compte les usagers du bâtiment. Ceux-ci doivent avoir des comportements de sobriété, mais surtout **il doit y avoir une cohérence entre la gestion du bâti et les besoins ou les attentes des usagers**. Faute de quoi, on observera une perte de performance énergétique et un manque de satisfaction des usagers. La problématique est assez proche dans les bâtiments neufs, mais les usagers futurs ne sont pas dans les murs.

Une question récurrente est que la performance se paie et qu'elle peut coûter plus cher qu'une opération conventionnelle. Cependant, le retour sur investissement existe aussi, car les bâtiments sont peu coûteux en fonctionnement et surtout plus confortables. De nombreuses collectivités territoriales supportent de fortes contraintes sur leur budget de fonctionnement alors qu'elles ont des marges de liberté sur leur budget d'investissement. **C'est l'intérêt du bâtiment très performant au plan énergétique que de soulager la contrainte sur le budget de fonctionnement.**

B - Une démarche rationnelle : réduire les consommations avant de chercher à produire des énergies renouvelables pour compenser les consommations

Faut-il choisir entre rénover un bâtiment communal ou produire son électricité avec des panneaux photovoltaïques ? Il y a la possibilité d'effectuer un calcul économique qui peut faire que les panneaux solaires soient plus rentables que l'isolation du bâtiment. En effet, le prix des panneaux solaires a largement baissé et le prix de l'électricité achetée au réseau a largement augmenté faisant de l'autoconsommation une opération pouvant être rentable.

Est-ce toutefois le sens de la transition énergétique : produire plus pour consommer toujours autant ?

Nous reprenons l'adage de l'Ademe (Agence de la transition écologique) pour qui *« l'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas »*. **Il convient donc de faire en sorte que les bâtiments consomment le moins possible d'énergie finale facturée.**



Ce qu'il faut retenir

Il faut construire ou réhabiliter des bâtiments très performants, ayant une consommation d'énergie très faible, avant d'en faire des bâtiments producteurs d'énergie.

C - Qu'est-ce qu'un bâtiment passif ?

Un **bâtiment passif** est un bâtiment qui n'a pas de système actif de chauffage et donc qui ne consomme réellement que très peu d'énergie, pour le chauffage comme pour le rafraîchissement. Le terme passif vient du fait que l'on considère que les apports solaires directs (les rayons du soleil) et les apports internes (chaleur des occupants et des appareils électriques, ordinateurs notamment) peuvent satisfaire à eux seuls ou presque les besoins de chaleur du bâtiment.

La construction ou la rénovation passive va par conséquent exiger que tous ces apports gratuits soient valorisés au mieux, ce qui peut se faire aujourd'hui avec les technologies existantes, qui sont matures, et avec une ingénierie compétente et bien formée, qui existe aussi.

Les principales caractéristiques du bâtiment passif sont de permettre une faible consommation d'énergie pour le chauffage comme pour le rafraîchissement et de fournir un confort accru et une très bonne qualité de l'air.

Chapitre II

Le passif : une démarche avec une obligation de résultat

Un bâtiment passif est issu d'une démarche de **conception associant étroitement l'architecte et l'ingénieur thermicien, afin de créer une interaction permanente entre la qualité architecturale et la performance thermique.**

Avant de montrer ce qui distingue un bâtiment passif d'un bâtiment respectant simplement la réglementation thermique en vigueur (RE2020), nous précisons ci-après l'origine et la nature de la démarche.

A - Origine de la démarche : l'importance de la physique du bâtiment



La première définition des bâtiments passifs en 1988

La définition du bâtiment passif a été donnée en 1988 par le docteur allemand Wolfgang Feist et le Suédois Bo Adamson et elle s'appuie sur la physique du bâtiment. Elle repose sur l'idée que le bien-être thermique peut être parfaitement assuré par l'emploi de mesures passives : isolation de l'enveloppe, récupération de la chaleur, utilisation de la chaleur solaire passive et des sources de chaleur intérieures, tout en respectant les principes d'hygiène quant à la température de l'air.

La construction passive est basée sur plusieurs éléments

- L'utilisation des apports de chaleur du soleil et internes.
- Une très forte isolation de l'enveloppe du bâtiment (murs, fenêtres, toiture et plancher bas).
- L'absence de ponts thermiques.
- Une grande étanchéité à l'air.
- Le contrôle de la ventilation et du renouvellement d'air.

L'isolation très poussée de l'enveloppe du bâtiment et sa forte étanchéité à l'air réduisent fortement les besoins en énergie. La chaleur dégagée à l'intérieur de la construction par les êtres vivants et les appareils électriques, ajoutée à celle apportée à l'extérieur par l'ensoleillement, suffit presque entièrement à satisfaire le besoin de chaleur du bâtiment. Un échangeur de chaleur entre l'air extrait chaud et l'air entrant frais (ventilation double flux) permet de conserver cette chaleur.

Pour permettre d'assurer le complet équilibre entre les besoins de chaleur pour les occupants d'un bâtiment, d'une part, et les apports de l'énergie solaire et ceux fournis par l'ensemble des activités et des occupants, d'autre part, un équipement de chauffage est quand même nécessaire, mais ne constitue qu'un appoint pour les jours de très grand froid ou pour réchauffer ponctuellement le bâtiment (par exemple, pour des bureaux ou une école après un week-end froid).

Le système passif est fondamentalement un système de réchauffage de l'air. Ce système doit être compatible avec les conditions d'hygiène qui donnent une limite de température à l'air neuf : au-delà de 50 °C, la poussière s'agrège et les conditions ne sont plus respectées. Ceci conduit, en respectant la norme allemande DIN 1946 sur les conditions d'hygiène, à limiter l'apport de chaleur à environ 10 watts par mètre carré (10 W/m²) habitable.

En limitant l'apport de chaleur indépendamment du lieu où l'on se trouve, le niveau d'isolation du bâtiment va alors directement dépendre des conditions climatiques locales.

L'été, les protections solaires, la ventilation nocturne et une bonne inertie du bâtiment suffisent pour éviter les besoins de climatisation (active : climatiseurs). Des brasseurs d'air peuvent aussi suffire pour maintenir une bonne qualité d'occupation du bâtiment (confort d'été).

Il y a donc un quasi-équilibre entre les besoins de chaleur pour les occupants d'un bâtiment d'une part et les apports de l'énergie solaire et ceux fournis par l'ensemble des activités et des occupants, d'autre part. L'équipement de chauffage ne constitue qu'un appoint pour les jours de très grand froid ou pour réchauffer ponctuellement le bâtiment (par exemple pour des bureaux ou une école après un week-end froid).

Le **besoin de chaleur** (qui doit être apporté par un système de chauffage) est ainsi estimé entre 0 et 15 kWh/m² de surface du bâtiment.