

- dont le renouvellement d'air est suffisant pour assurer une bonne hygiène qui passe par :
 - des taux de gaz carbonique et de polluants de l'air conformes aux seuils sanitaires,
 - une hygrométrie de l'air maîtrisée dans une plage d'environ 50 à 70 % d'humidité relative.

La construction de parois en paille est compatible avec l'ensemble de ces objectifs grâce à :

- une gestion de l'étanchéité à l'air des locaux (voir p. 38) avec des moyens appropriés ;
- l'emploi de matériaux de parement (plaques, membranes, enduits) dont l'ordonnement participe à la gestion de l'hygrométrie intérieure.

L'inertie thermique, un atout ou pas ?

L'inertie thermique d'un matériau qualifie sa capacité à ne pas évoluer lorsque la température varie. Ainsi, soumis à une sollicitation extérieure, un matériau dense va mettre plus de temps à changer de température qu'un autre plus léger (par exemple, à sollicitation thermique équivalente, 1 m³ d'eau change plus lentement de température que 1 m³ d'air).

Ce terme peut aussi s'appliquer à une paroi. Dans ce cas, on s'intéresse à la vitesse avec laquelle la température évolue de son côté intérieur. Plus largement cette notion s'applique à une zone thermique ou à un bâtiment dans son ensemble. Ainsi, toutes choses étant égales par ailleurs, plus l'inertie d'un bâtiment est forte, plus il se réchauffe et se refroidit lentement.

La méthode d'évaluation de l'inertie thermique des parois est décrite dans la norme de calcul NF EN ISO 13786. À l'échelle d'une zone thermique ou d'un bâtiment, la réglementation thermique intègre la méthode Th-I¹⁸ qui classe l'inertie des zones thermiques selon la terminologie suivante : très légère, légère, moyenne, lourde, très lourde.

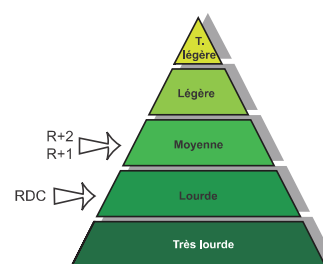
Nous avons évalué l'inertie de l'ensemble des bâtiments décrits dans cet ouvrage à partir de cette méthode (figure ci-contre). Par ailleurs, nous présentons dans le tableau page suivante les principales caractéristiques thermiques de « parois types » isolées en paille. Ceci a été calculé avec le logiciel COCON à partir des compositions de matériaux et des épaisseurs indiquées en légende.

Inertie et climat

Selon le climat et l'usage d'un bâtiment l'inertie peut se révéler un atout ou une contrainte.

D'une manière très schématique on peut considérer que l'inertie :

- est principalement utile en été dans les régions aux journées chaudes (et idéalement aux nuits fraîches) ;
- présente peu d'intérêt :



Exemple des classes d'inertie des 3 niveaux d'un bâtiment selon la méthode Th-I. Le RDC est caractérisé par une classe d'inertie lourde. Les 1^{er} et 2^e niveaux présentent une classe d'inertie moyenne.

Face extérieure











Enduit sur paille : 30 mm
 Enduit sur plaques : 10 mm
 Plaques : 16 mm
 Bardages : 27 mm
 Lame d'air ventilée : 30 mm

Isolant

Petites bottes de paille : 370 mm
 Grosses bottes de paille : 1 200 mm
 Terre-paille : 350 mm
 Paillettes en vrac : 300 mm

Face intérieure

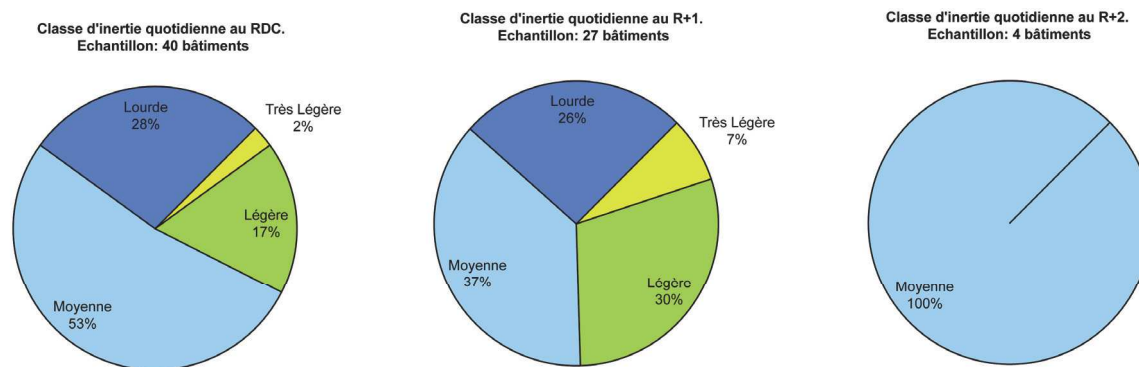
Enduits : 50 mm
 Plaques : 13 mm
 Mur de maçonnerie : 200 mm
 Mur massif en bois : 150 mm

Caractéristiques thermiques de « parois types » isolées en paille						
Composition simplifiée	Face intérieure		Épaisseur	Résistance thermique	Déphasage	Inertie quotidienne côté intérieur
			<i>cm</i>	<i>m².K/W</i>	<i>heures</i>	<i>kJ/m².K</i>
Enduit extérieur Petites bottes Enduit intérieur	Enduit épais – 50 mm		45	7,2	19,4	87
Bardage ventilé Petites bottes Enduit intérieur			49	7,7	19,5	106
Enduit extérieur Grosses bottes Enduit intérieur			128	14,5	40	108
Enduit extérieur Petites bottes Plaques intérieures	Plaques – 13 mm		42	7,4	16,4	23
Plaque extérieure Petites bottes Plaques intérieures			41	7,4	16,4	23
Bardage Petites bottes Plaques intérieures			46	7,6	18,6	22
Enduit extérieur Petites bottes Parpaings creux	Mur massif		61	7,3	20	186
Enduit extérieur Petites bottes Bois massif			55	8,5	26	68
Enduit extérieur Terre-paille Enduit intérieur	Béton végétal		42	3,8	17	98
Plaque extérieure Paillettes en vrac Plaques intérieure	Paille en vrac		42	7	17,8	29

- présente peu d'intérêt :
 - dans les régions peu ensoleillées (été comme hiver),
 - pour les bâtiments à occupation intermittente ;
- est délicate à gérer dans les locaux à fortes charges thermiques internes (bureaux densément occupés, cuisines collectives, etc.).

La botte de paille, bien que relativement lourde pour un isolant (100 kg/m³ environ), ne présente pas une inertie très élevée par rapport aux matériaux de maçonnerie. En revanche, les parois formées d'enduits intérieurs épais

(50 mm environ) appliqués sur des bottes de paille présentent une inertie non négligeable. La figure ci-dessous montre que les bâtiments étudiés présentent majoritairement une inertie moyenne au rez-de-chaussée comme au R + 1.



Répartition des classes d'inertie des bâtiments étudiés pour chacun de leurs niveaux (RDC, R+1, R+2). Les espaces du rez de chaussée des bâtiments étudiés sont majoritairement en classe d'inertie moyenne (53 %) puis lourde (33 %). Au 1^{er} étage, la classe d'inertie moyenne reste la plus représentée.

Les enduits et la paille

Les bâtiments isolés en paille sont fréquemment enduits sur l'une ou deux de leurs faces (voir p. 22). Contrairement aux systèmes conventionnels de type ITE (isolation thermique extérieure), les enduits appliqués sur un support en paille peuvent être épais. Leur application se rapproche dans ce cas des techniques de crépi sur maçonnerie.

Des enduits sur support dédié

L'application d'un enduit sur un support dédié (plaques de liège, de fibre de bois) ou des nattes (canisses) présente principalement de l'intérêt lorsque la paille est insérée entre des plaques et ne peut donc lui servir directement de support. Elle se justifie aussi lorsque l'organisation du chantier privilégie une mise hors d'eau rapide par réalisation d'une peau extérieure étanche, généralement construite avec des plaques de fibre de bois. Il arrive aussi parfois qu'une entreprise spécialisée dans l'application d'enduits ne souhaite pas utiliser la paille comme support et exige un matériau plus conventionnel.

Par ailleurs, les concepteurs souhaitent parfois (pour des façades exposées à la pluie, par exemple) disposer d'une peau extérieure ventilée (de type bardage) mais présentant un aspect enduit. Dans ce cas, les enduits sont réalisés sur un support dédié généralement constitué par un lattis en bois, en métal (voir p. 186) ou en canisses (voir p. 145). Cette technique est particulièrement intéressante car elle marie les atouts des bardages (bonne ventilation de la peau de l'édifice favorable au confort d'été, séchage rapide du parement après les intempéries, excellente protection de l'isolant vis-à-vis de la pluie) tout en offrant un aspect « traditionnel » compatible avec certains règlements d'urbanisme.

Dans tous ces cas, la paille n'est pas en contact avec l'enduit et n'a donc aucune influence sur sa mise en œuvre.

Des enduits sur la paille

Les bottes de paille ou les bétons de paille (voir p. 358) constituent de très bons supports aux enduits. Appliqués côté intérieur, ils procurent de l'inertie au bâtiment (voir p. 35) et un confort thermique et acoustique (surtout lorsqu'ils sont en terre crue) qu'il est aussi difficile à décrire par des mots qu'à évaluer. La conjugaison d'un support ferme (la paille) mais pas rigide et d'un parement résistant mais pas raide (enduit de terre, de plâtre) est sans doute l'une des explications de la très agréable sensation physique éprouvée dans les espaces construits de cette manière.

La mise en œuvre des enduits sur support paille débute avec une barbotine appliquée aussi profondément que possible dans le support. Elle permet d'assurer une bonne adhérence de l'enduit qui peut être à base de terre crue, de chaux, de plâtre. Les couches suivantes sont appliquées de différentes manières (à la main, à la machine, voire à plat en atelier – voir p. 202) en une ou plusieurs couches. Nous indiquons pour mémoire quelques « recettes » d'enduits dans cet ouvrage, sachant que les possibilités sont dans ce domaine infinies. La composition et la qualification des mélanges employés peuvent être déterminées grâce à une méthodologie décrite dans les règles professionnelles de construction en paille¹⁹ qui s'applique aussi bien à des produits normalisés qu'à des terres locales. Elle permet de garantir une qualité de mise en œuvre susceptible de résister aux tornades les plus violentes (voir p. 40).

Dans certains cas, les enduits sur support paille peuvent jouer un rôle structural (voir p.58) et/ou contribuer au contreventement des parois (voir p. 121).

Étanchéité à l'air, la bataille des thermos contre les passoires !

Les discussions à propos de l'étanchéité à l'air des bâtiments sont parfois passionnelles. Michel Fontaine, ancien président de Maisons paysannes de France, résume cela en évoquant « la bataille des thermos contre les passoires ». Quelques éléments permettent d'en illustrer les enjeux.

L'étanchéité à l'air d'un bâtiment est un moyen commode de diminuer les besoins de chauffage. L'air chaud se dilate, s'élève et crée des mouvements de convection en se refroidissant. En hiver, lorsqu'un bâtiment est chauffé, il est en surpression par rapport à l'extérieur. L'air a alors tendance à s'échapper par tous les orifices disponibles, ce qui n'améliore pas le confort des occupants mais accroît leurs consommations d'énergie.