

Dossier sur la maison de ballot de paille

21 juillet 2005

**Réalisé par Pierre Gilbert
du Groupe de recherches écologiques
de la Batture (GREB)**

La maison de ballot de paille existe depuis plus de cent ans. Elle a pris naissance aux États-Unis. L'annexe 1 présente un court texte qui relate son histoire et sa renaissance au Québec.

De nombreuses études ont été réalisées et publiées sur les différents aspects de la technique : résistance au feu, réaction à l'humidité, performance thermique, durabilité. L'annexe 2 présente une liste sommaire de ces études.

Il est possible de consulter l'intégralité des études de la SCHL de 1984 et 1986 à l'annexe 3.

L'ouvrage le plus complet et le plus récent publié sur le sujet est le suivant : Paul Lacinski et Michel Bergeron (2000), *Serious straw bale*, Chelsea Green Publishing, White River Junction, U.S.A., 384 p. Cet ouvrage de deuxième génération sur la construction en ballots de paille étudie soigneusement tous les facteurs critiques du design d'une construction en ballots de paille adaptée à des conditions climatiques extrêmes où les variations de température, les précipitations et l'humidité peuvent créer des conditions particulières que tout constructeur doit prendre en considération.

La technique est reconnue maintenant pour ses nombreux avantages : réduction de l'empreinte écologique et de la production de déchets, performance thermique en saison chaude et froide, sécurité contre le feu, durabilité, esthétique, confort pour les occupants et qualité de l'air ambiant.

La plus importante concentration de résidences en ballot de paille au Québec se trouve dans l'écohameau de La Baie, dans la ville de Saguenay. Elles sont au nombre de cinq et sont habitées par des familles depuis deux à neuf ans.

Les résidences de l'écohameau ont été conçues par le Groupe de recherches écologiques de la Batture (GREB) qui avait d'abord procédé à la construction de deux maisonnettes expérimentales en 1996 et 1997 (le GREB est aussi à l'origine de la création de l'écohameau).

Le GREB a mis au point une technique particulière de construction en ballot de paille qui a permis des gains substantiels sur plusieurs plans : adaptabilité, coût de réalisation, facilité, rapidité et qualité d'exécution. Cette technique particulière a été conçue par deux membres du GREB : un diplômé en architecture (Martin Simard) et un physicien (Patrick Déry), puis développée et mise au point par ce dernier.

Un guide d'autoconstruction avec la technique du GREB est actuellement en cours de publication en France.

Les particularités de la technique du GREB sont décrites à l'annexe 4.

Trois des cinq résidences de l'écohameau de La Baie ont eu recours à un financement bancaire et toutes sont assurées.

Le développement de l'écohameau est encadré par un plan d'aménagement d'ensemble (PAE) et une réglementation spécifique à l'écohameau. Cet encadrement a été réalisé conjointement avec la ville de La Baie, maintenant devenue un arrondissement de la ville de Saguenay. Tous les plans et techniques utilisées ont été soumis à la municipalité.

Cinq autres résidences ont été construites avec la technique du GREB :

- en 2002, celle de Robert Colpron à Saint-Prime, au Lac-Saint-Jean ;
- en 2002, un agrandissement (doublement de la surface) de la maison de Vincent Brossamain à Saint-Denis-de-l'Hôtel, en France (près d'Orléans) ;
- en 2003, celle d'Isaban Leihman à Hébertville, au Lac-Saint-Jean ;
- en 2004, celle de Sem Leihman à Hébertville, au Lac-Saint-Jean ;
- en 2005 (en cours), celle de Raymond Rouleau à Lac Kénogami, à Saguenay.

Les maisons de ballot de paille de l'écohameau de La Baie ont été l'objet de quelques reportages et articles dans des journaux et des magazines spécialisés. Le dossier de presse réalisé par le GREB peut être consulté à l'annexe 5.

Pierre Gilbert pour le Groupe de recherches écologiques de la Batture (GREB)
3052, Sentier du Petit-Patelin
Saguenay, arr. La Baie (Québec) G7B 3P6
Téléphone : 418-544-6714
Courriel : pierreg@greb.ca

Annexe 1

**Extrait du mémoire présenté par Pascal Morel
comme exigence partielle de
la maîtrise en sciences de l'environnement,
Université du Québec à Montréal, juillet 2002.**

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

**LA MAISON EN BALLOTS DE PAILLE :
UNE RÉPONSE À LA CONSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT**

**MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT**

PASCAL MOREL

JUILLET 2002

Les produits utilisés dans la fabrication des matériaux de construction influencent aussi la santé des habitants tels que les composés organiques volatils (COV) dont le formaldéhyde se retrouve dans les colles et les résines utilisées dans la fabrication des contre-plaqués, du bois aggloméré, des panneaux de particules, de la laine isolante, des peintures, des tissus d'ameublement, des colles à menuiseries, des papiers peints et des moquettes. En plus des COV on retrouve aussi les pesticides, les fibres d'amiante, etc., dans les sous-tapis et le bois traité...

Il peut en découler un problème de qualité de l'air intérieur qui à son tour entraîne des problèmes respiratoires, d'asthme, de fatigue chronique et même, dans le cas d'exposition à long terme, de cancers (celui des sinus est caractéristique de l'exposition à l'amiante).

2.3 L'habitat «ballots de paille»

«La dimension éthique est prioritaire. Il s'agit d'apprendre à habiter autrement son milieu de vie : le résident utilisateur devient un habitant qui apprécie et soigne son environnement biophysique et humain» (Lucie Sauvé)

Dans ce mémoire nous traiterons de l'habitat «écologique» résidentiel et plus particulièrement de la construction et de la qualité de vie (confort) dans les maisons en «ballots de paille» au Québec.

2.3.1 Un peu d'histoire

L'origine de la construction des maisons en ballots de paille remonte à la nuit des temps. L'humain a toujours adapté son habitat aux particularités du milieu. De la grotte transformée en troglodyte, la case en terre séchée, celui-ci a toujours fait preuve d'une grande capacité d'adaptation par l'utilisation des caractéristiques «environnementales» des lieux et des matières disponibles. La brique adobe, composée d'argile et de paille mélangée et séchée au soleil, est un matériau de construction largement utilisé sur tous les continents depuis des siècles. Ce matériau est certainement l'ancêtre de la technique de construction en ballots de paille. Cette technique utilise le résidu de la culture de céréales pour ériger les murs, soit la

paille sous forme de ballots qui, pressés, sont assemblés comme de grosses briques qui forment à la fois l'isolation et les murs de la maison. Ceux-ci sont recouverts des deux côtés d'un crépi variable mais généralement fait de sable, de chaux et de ciment qui protège la paille des intempéries, des rongeurs et des insectes. Ce crépi peut être fait d'éléments variés comme le plâtre, l'argile, la sciure de bois...

2.3.2 Les Sand Hills

Figure 2 Situation géographique

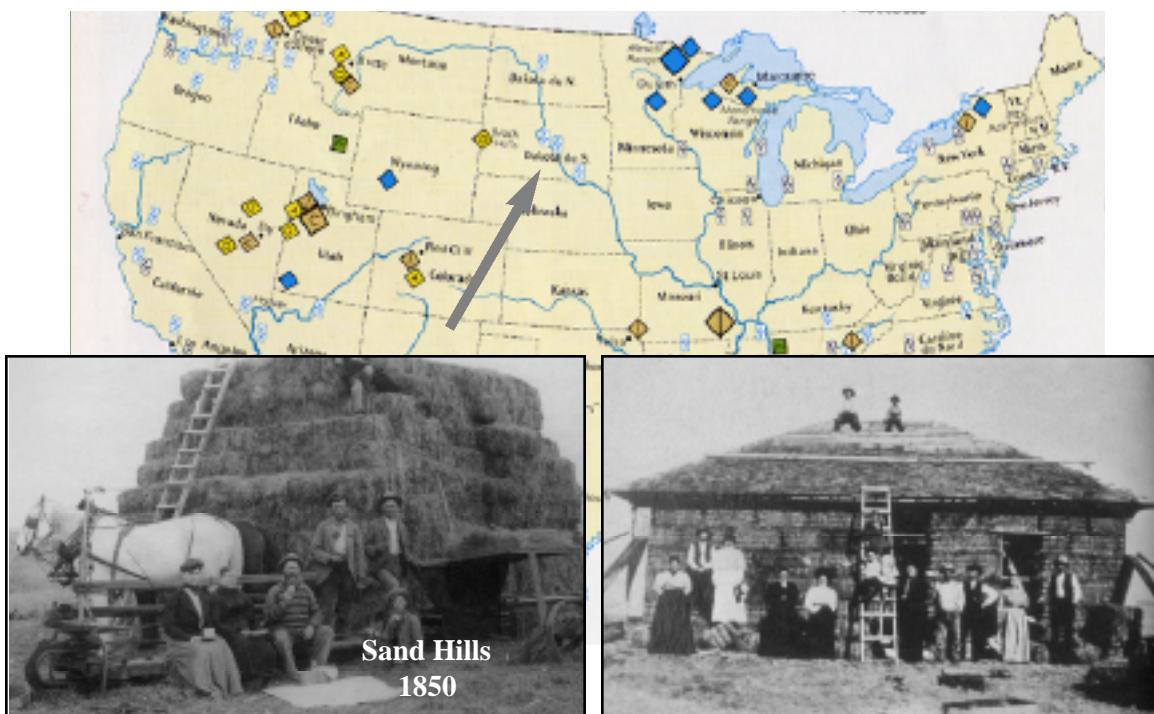


Figure 2.1 Stationary «two-horsepower» baler
(The Straw Bale House, 1994)

Figure 2.2 Simonton House, Nebraska, 1908
(The Straw Bale House, 1994)

C'est dans la région des Sand Hills, vastes plaines arides dans le centre des États-Unis, plus particulièrement dans l'état du Nebraska, qu'apparaissent les premières maisons connues en «ballots de paille». C'est vers 1850 que les premiers colons arrivent dans cette région et s'y installent. Comme tous les pionniers, ils construisent leur maison avec les matériaux disponibles sur place. Cette région se distingue par le fait qu'aucun matériau courant n'est accessible : ni arbre, ni pierre ni même de gypse. De telle sorte, que les colons construisent avec

le seul matériau dont ils disposent en abondance : l'herbe. Les premières maisons construites le seront effectivement avec de l'herbe mise en bottes. Cette technique est inspirée des tribus indiennes (les Sioux) qui construisent des huttes avec de la terre recouvertes d'herbe. C'est en améliorant cette technique de base que les premières maisons en «ballots de paille» apparaissent au Nébraska. La toute première maison aurait été construite autour de 1886 ou 1887 (Welsch, 1974). Il faut savoir qu'à la même époque les premières presses stationnaires à paille «stationary horse and the steam-powered baler» sont inventées et que nos colons sont des agriculteurs qui cultivent les céréales. Pas surprenant que dans ce contexte, les ballots, qui ressemblent à de grosses briques végétales, soient transformés en matériau de construction. L'idée a fait son chemin et s'est répandue dans la région jusqu'aux années 1950, au moment où les matériaux de construction, les méthodes modernes et les codes de construction sont devenus les nouvelles manières de faire. Une partie de ces constructions sont encore visibles aujourd'hui et l'un des plus vieux bâtiments de ce type sert encore pour l'accueil de travailleurs agricoles, c'est le Fawn Lake Ranch, il a été construit entre 1900 et 1914 (voir photos). Aussi,

«En 1920, le ministère de l'Agriculture du Nord Dakota a édité des manuels de construction en ballots de paille. En 1950, un manuel de ce même type est édité au Danemark : l'idée fait son chemin...» (Cauwel, 1997)



Figure 2.3 Fawn Lake Ranch Headquarters and bunkhouse, Nebraska, 1900-1914
(The Straw Bale House, 1994)



Figure 2.4 Monhart House, Nebraska, 1925
(The Straw Bale House, 1994)

Comme le montre ces photos nous constatons que les maisons ont été construites en 1900 et 1925 et elles sont encore dans cet état aujourd'hui. Ces photos nous démontrent que ce type de construction assure le test de la durabilité et de la longévité.

2.3.3 La renaissance de la technique

Si la technique a semblé entrer dans l'oubli à mesure que les matériaux de construction de masse envahissent le marché, celle-ci connaît un nouvel essor à la fin des années 1970 début des années 1980, après la parution d'un article de Roger Welsch en 1974. Cet article sera déterminant dans la renaissance de cette technique de construction aux États-Unis. Depuis, ce regain d'intérêt appartient à la légende et les constructeurs écologiques se sont appropriés cette technique de construction qui correspond à leur préoccupation environnementale.

Cette manière de construire dépasse les frontières américaines pour se retrouver partout dans le monde et particulièrement dans nos sociétés industrielles. Au Québec, l'organisme sans but lucratif Archibio a été créé en 1991 pour développer une approche écologique en construction à partir du travail des pionniers dans le domaine, à savoir Clode de Guise, François Tanguay et Michel Bergeron, co-fondateurs de l'organisme (voir bibliographie). Dans les pionniers, on retrouve aussi Louis Gagné constructeur indépendant. François Tanguay réalise au début des années 1980 une construction en «ballots de paille» avec une technique différente de la technique Nebraska : une structure en poutres et poteaux «post-and-beam» porte les charges tandis que les ballots forment le remplissage des murs en assurant ainsi l'isolation. François Tanguay contribuera à faire connaître la technique au Québec et en France où il réalise plusieurs projets de construction. Il donne également des ateliers de formation pendant plusieurs années. En France, l'article de Welsch avait été traduit et quelques expériences de construction en ballots ont été réalisées, notamment au Larzac par un groupe qui faisait la promotion de la non-violence comme résolution de problèmes, dans un contexte très chargé politiquement. Aussi, construite en 1921 en France, la maison Feuillette, surprenante avec son ossature de bois et remplissage en ballots de paille, a été proposée par son concepteur comme prototype pour la reconstruction de fermes et habitations paysannes après la guerre. Elle est aujourd'hui encore en parfait état. (Cauwell, 1997).

Une recherche sommaire sur Internet démontre que ce type de construction fait l'objet d'une multitude de publications et de sites. À elle seule, la SCHL propose une bibliographie d'une trentaine de monographies sur le sujet, et de quarante-trois articles, sans compter six documents audiovisuels. Une fiche technique, «Mur porteur fait de ballots de paille et mortier», a

été réalisée, en 1983, par la SCHL pour en déterminer sa conformité en termes de solidité (résistance à la charge), de coefficient d'isolation (rendement thermique), de résistance au feu, et de taux d'humidité. Cette étude, à la demande de Louis Gagné, et sous sa responsabilité, a été menée conjointement par une firme de consultants et le Conseil national de recherches du Canada. Louis Gagné est l'un des premiers québécois à construire une maison en «ballots de paille» en 1981. Celui-ci met au point une technique nouvelle : les murs sont porteurs et sont assemblés comme des grosses briques jointées entre-elles par un mortier de chaux qui sert aussi de revêtement. Son aproche a été inspiré davantage des maisons en torchis que des maisons en «ballots de paille» dont il ignorait l'existence au moment de mettre sa technique au point. L'étude confirme que la résistance à la charge du mur du prototype respecte les normes exigées pour la construction résidentielle. La teneur en humidité est de 13,36 %, ce qui offre une résistance thermique suffisante sans avoir à poser un pare-vapeur. Une étude plus récente menée par une firme indépendante, pour le compte de la SCHL, et qui mesurait l'humidité dans les murs de bottes de paille a été réalisée dans une région humide, en Nouvelle-Écosse. Cette étude montre que :

«la teneur moyenne en humidité des murs oscille entre 6,8% en décembre-janvier et 12,2% en juillet, ce qui est bien inférieur au seuil de 20 %, considéré comme pouvant provoquer des dommages structuraux et pour la santé, dans les murs en bottes de paille» (SCHL, 1998)

La valeur totale RSI, résistance thermique mesurée en unité du standard international est de 6,17 ce qui correspondait à deux ou trois fois le rendement thermique d'un mur à ossature de bois à ce moment. Les résultats de l'essai de résistance au feu étonnent les experts de l'époque :

«Le mur de ballots de paille résiste en effet à une simulation d'incendie où la température est élevée jusqu'à 43,4 degré Celsius durant quatre heures au lieu des deux heures normalement requises. Le revêtement de mortier a résisté deux heures à des températures atteignant 1010 degrés Celcius avant qu'une minuscule lézarde n'apparaisse». (SCHL, 1983)

Dans les mêmes conditions, un mur à parement de briques (briques de 100 mm, contre-plaquée de 9,5 mm et revêtement intérieur de placoplâtre) résiste environ deux heures trente minutes. Enfin l'étude comparative des coûts montrait qu'un mur en bloc de ciment (non isolé) était de 15% moins élevé que le mur en «ballots de paille», un mur de stucco (placoplâtre sur charpente

en bois avec montants de 38 x 89 mm, valeur RSI 3,4 de l'isolant contre-plaqué de 9,5 mm, papier de construction et revêtement de stucco) 20% plus élevé que le mur en ballots et enfin le coût d'un mur à parement de brique (même description que précédemment mais avec des briques de 100 mm à la place du stucco) est 55% plus élevé (SCHL, 1983).

Plusieurs articles de journaux et des émissions de télévision viennent confirmer l'engouement pour la technique. Ainsi Le Journal de Montréal et La Presse (1998) ont relaté, chacun à leur manière, la construction d'une maison en ballots de paille à Montréal en 1998. La maison a été construite par l'Architecte Julia Bourke, qui a bénéficié des conseils du designer et expert en construction en ballots Michel Bergeron. Considérant que ces deux journaux n'accordent statistiquement que peu d'intérêt pour les problématiques environnementales, on peut presque conclure que, selon ces publications à grand tirage, la construction en «ballots de paille» représente un intérêt certain pour le grand public. Par ailleurs, le livre The Straw Bale House (1994) d'Athéna et Swentzell Steen et Bill David Bainbridge, nous donne un aperçu de ce qui se fait aux États-Unis et dans le monde. Ce livre, qui illustre les différentes techniques de construction en paille, s'attarde à démontrer les liens entre cette manière de construire, l'environnement et le développement durable. Le livre de Paul Lainski et Michel Bergeron «Serious Straw Bale» traite, quant à lui, des mêmes éléments et amène un complément d'information sur les aspects techniques de la construction en milieu nordique. Il témoigne aussi de l'évolution de la technique et des différentes possibilités qu'elle propose.

Annexe 2

Différentes études sur la technique de ballot de paille

Études sur la technique de ballot de paille :

Daglish, John. 1994. *Construction en Ballots de paille: Résumé technique*. Antony, France: Biotique Habitat, 10 p.

Daglish, John. 1994. «The French experience». *The Last Straw issue no 6 spring*, Tucson (Arizona), Out On Bale (un) Ltd, p 1-5

Fibrehouse Limited, « Developping and proof-testing the « prestressed Nebraska » method for improved production of baled fibre housing », Rapport pour la Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), février 1996.

SCHL. 1984. *Mur porteur fait de ballots de paille et mortier*. LNH 5800 84/08. 3 p.

SCHL. 1986. *Maisons de ballots de paille et de mortier : projet de démonstration*. Rapport final préparé par Louis Gagné, 42 p.

Watts, K.C., Wilkie, K.I., Thompson, K, Corson, J, « Thermal and mechanical properties of straw bales as they relate to a straw house », Société Canadienne de Génie Rural (SCGR), juillet 1995.

Simons, Bryce, (AGRA Inc.), « Transverse load test and small scale E-119 Fire test on Uncoated straw bale wall panels ans stucco coated straw bale wall panels », Rapport pour New Mexico Community Foundation, décembre 1993.

Henderson, Shawna, « Moisture in straw bale housing », Rapport pour la Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), novembre 1998.

« House of straw : straw bale construction comes of age » U.S. Department of Energy, Energy efficiency and renewable energy, avril 1995.

Annexe 3

Études de la SCHL sur les maisons en ballot de paille

1. SCHL. 1984. *Mur porteur fait de ballots de paille et mortier.* LNH 5800 84/08. 3 p.
2. SCHL. 1986. *Maisons de ballots de paille et de mortier : projet de démonstration.* Rapport final préparé par Louis Gagné, 42 p.

Mur porteur fait de ballots de paille et mortier

Programme
d'encouragement
à la technologie du
bâtiment résidentiel

Le Programme d'encouragement à la technologie du bâtiment résidentiel de la SCHL a pour objet de financer le développement de prototypes originaux de produits ou de méthodes propres à améliorer le logement et les conditions de vie au Canada. Les fonds sont destinés à des projets susceptibles d'améliorer la qualité des logements, de réduire leurs frais d'entretien ou de résoudre divers problèmes techniques reliés à l'habitation. Les projets choisis doivent déboucher sur des applications pratiques à un coût raisonnable. On n'offre pas de fonds pour acquitter le coût de mise à l'essai d'échantillons de produits commerciaux courants, dans le but de vérifier s'ils sont conformes à telle norme (y compris le Code national du bâtiment) ou encore pour des essais dans le cadre de l'évaluation des matériaux de la SCHL.

Construction de paille et mortier

Depuis des siècles, la paille a été utilisée comme matériau, que l'on pense au chaume des toitures ou aux murs en torchis. Ce matériau, bon marché et disponible dans presque toutes les contrées du monde, possède de bonnes qualités isolantes et n'est pas affecté par les basses températures.

Louis Gagné de Hull (Québec) a mis au point un système utilisant pour la fabrication de murs porteurs, de simples ballots de paille traités à la chaux et liés ensemble par un mortier de chaux qui sert également de revêtement.

Louis Gagné a construit une maison en utilisant cette méthode. En septembre 1982, M. Gagné s'est vu consentir une subvention en vertu du Programme d'encouragement à la technologie du bâtiment résidentiel, pour faire la démonstration de son système de ballots de paille et mortier, en blocs, en vue d'être utilisé pour la fabrication du murs porteurs dans la construction d'immeubles d'habitation.

La démonstration comprenait les étapes suivantes:

- la construction d'un mur modèle;
- la mise à l'épreuve du mur par une firme d'experts-conseils indépendants chargés d'établir, selon les procédés reconnus, s'il est conforme aux normes de rendement thermique, de résistance à la charge, de pénétration d'humidité et de résistance au feu;
- l'analyse des résultats et un exposé comparatif des coûts.



Vue de face de la plate-forme de charge durant les essais

Le ballot de paille et mortier

Le mur fabriqué selon ce principe, s'apparente à un "sandwich cellulaire" à l'intérieur duquel les joints de mortier forment une charpente creuse que les ballots de paille, enduits de mortier, viennent combler.

M. Gagné a érigé les murs de sa maison en utilisant des ballots de paille conventionnels, mais réalisa qu'il pouvait obtenir une plus grande solidité structurelle à l'aide de ballots plus compactés. Par conséquent, il apporta des modifications à une lieuse de façon qu'elle produise des ballots plus petits et plus denses et qu'en même temps, la paille soit injectée de chaux, assurant ainsi une protection contre les insectes et la prolifération de bactéries.

Le mur mis à l'épreuve avait 3670 mm de longueur, 2440 mm de hauteur et 500 mm d'épaisseur, et possédait des ouvertures prévues pour les portes et fenêtres.

Passons maintenant à la construction proprement dite de ce mur. La paille est d'abord mise en ballots de 400 x 460 x 600 mm et traitée à la chaux. Une couche de mortier de 25 mm d'épaisseur, répandue sur toute la longueur du mur, sert alors de fondation et des charpentes moulées sont mises en place aux extrémités pour que le mur soit parfaitement droit et aligné.

Les ballots de paille sont ensuite placés sur la fondation et espacés d'environ 25 mm. Entre les ballots l'espace-ment est comblé par un joint de mortier (composé de deux parties de ciment pour une partie de chaux) et mélangé à du sable dans une proportion de un à trois. De la paille est ajoutée pour épaisser le mortier et éviter qu'il ne coule sur les côtés des ballots. Une même couche de mortier est alors appliquée sur le dessus des ballots. En cours de construction, les joints sont parfaitement



Construction de la structure en ballots de paille et mortier

alignés, donnant au mur une structure modulaire rectangulaire. Cette disposition structurelle donne de la solidité et de l'élasticité au mur.

Les surfaces du mur sont alors enduites d'un mortier (composé en parties égales de chaux et de ciment) et parfaitement mélangé, auquel on ajoute du sable dans une proportion de un à trois. Le mortier est appliqué à l'état liquide pour en augmenter la pénétration des fibres de paille.

Après une période de séchage de 24 heures, on applique une seconde couche du même mortier mais épaisse avec de la paille détachée. Sur chaque surface, l'épaisseur combinée des deux couches est d'environ 25 mm.

Une sablière cloutée (pièce de bois traitée de 38 x 140 mm) est ensuite encastrée dans la dernière couche de mortier pour y ancrer les supports de la toiture. De la même manière, les emplacements de portes et fenêtres sont munies d'une double charpente cloutée, offrant ainsi un point d'ancrage à même le mortier. Des linteaux sont également mis en place pour une meilleure répartition des charges.

Si on le désire, l'ouvrage peut être parachevé par une dernière couche de stucco ou de lait de chaux appliquée sur les surfaces extérieures et sur le plâtrage intérieur.

Le rendement du prototype

Les tests en milieu extérieur du mur de ballots de paille et mortier ont été mis au point et contrôlés par Scanada Consultants Limited d'Ottawa. Ces tests ont porté sur la résistance à la charge et la pénétration d'humidité.

Le Conseil national de recherches Canada a effectué en laboratoire les tests de rendement thermique et de résistance au feu à partir d'échantillons du mur.

Capacité de résistance à la charge

La capacité de résistance à la charge d'un mur construit selon ce principe peut être affectée par les facteurs suivants:

- la longueur des ballots de paille;
- l'épaisseur du revêtement de mortier sur les surfaces du mur;
- le dosage en ciment, chaux, sable et paille qui entre dans la composition du mortier;
- la géométrie de la structure.

Le mur est soumis simultanément à des forces compressives et transversales de 58 kN et 2,12 kN durant une période de 24 heures. Toutes les contraintes sont appliquées à l'aide de blocs de ciment pesant environ 18 kg chacun.

Le mur n'a pas montré de fléchissement ni d'affaissement mesurable, même lorsqu'au cours des tests les contraintes ont atteint respectivement 79 kN et 3,2 kN, ce qui représente un accroissement de plus de 30 pour cent.

En présumant que le mur mis à l'essai supporte la moitié des fermes de la toiture qui ont une longueur de 10 m ainsi que les solives du plancher longues de 5 m (en conformité avec les modifications apportées aux règles de calcul des ouvrages en béton dans les bâtiments — ACNOR A 23.3-1978) il offre une solidité suffisante pour résister aux charges suivantes:

| | |
|--|------------------------|
| • charges variables (occupants et usage du bâtiment) | 1,9 kN/m |
| • neige | 2,5 kN/m |
| • vent | 0,67 kN/m ² |
| • charge permanente | 2,0 kN/m ² |

Ces résultats confirment que la résistance à la charge du mur respecte les normes exigées pour la construction résidentielle.

Teneur en humidité

Entre le premier et le 9 janvier 1983, on décide de faire des relevés à l'aide d'une sonde dans les murs de la maison de M. Gagné. On constate alors que la teneur moyenne en humidité est d'environ 13,36 pour cent, ce qui permet d'offrir une résistance thermique suffisante sans qu'on ait besoin de poser un pare-air/pare-vapeur distinct. On peut même utiliser un plâtrage hydrofuge ou une peinture, si on le veut. Un mortier poreux est recommandé pour l'extérieur pour permettre à l'humidité

présente dans les murs de s'échapper lorsque viendra la saison chaude.

Propriétés thermiques

Les essais indiquent que la valeur totale RSI (établie en fonction du rapport paille et mortier contenu dans une rangée verticale de 6 ballots et appareillés par sept joints horizontaux et un joint vertical) est de 6,17. Ce rendement thermique, équivaut à deux ou trois fois celui d'un mur actuel à ossature de bois.

Essai de résistance au feu

Les résultats de cet essai étonnent les experts. Le mur de ballots de paille et mortier résiste en effet à une simulation d'incendie où la température est élevée jusqu'à 43,4°C durant quatre heures au lieu des deux heures normalement requises. Le revêtement de mortier a résisté deux heures à des températures atteignant 1010°C avant qu'une minuscule lézarde n'apparaisse.

Dans des conditions similaires, la résistance d'un mur à parement de brique (briques de 100 mm, contre-plaqué de 9,5 mm et revêtement intérieur de placoplâtre) est de deux heures trente environ.

Tableau comparatif des coûts

Une comparaison approximative des coûts, entre un mur de ballots de paille et mortier et d'autres types de murs, est présentée ci-dessous:

| Type de mur | Coût comparatif d'un mur de ballots de paille et mortier |
|--|--|
| Blocs de ciment | 15% de plus |
| Mur de stucco (placoplâtre sur charpente en bois avec montants de 38 x 89 mm, valeur RSI 3,4 de l'isolant contre-plaqué de 9,5 mm, papier de construction et revêtement de stucco) | 20% de moins |
| Mur à parement de brique (placoplâtre sur charpente en bois avec montants de 38 x 89 mm, valeur RSI 3,4 de l'isolant, contre-plaqué de 9,5 mm, papier de construction et briques de 100 mm) | 55% de moins |

Pour de plus amples renseignements

Pour de plus amples renseignements concernant le système de ballots de paille et mortier pour la construction de murs d'habitation, veuillez écrire à:

Monsieur Louis Gagné
Chemin Parent
R.R. 1
Masham (Québec)
J0X 2W0

Les données qui précèdent sont fournies à titre d'information seulement. Leur publication ne signifie pas que le produit ou la méthode dont il est fait mention est autorisé dans les bâtiments dont la construction est financée ou assurée en vertu de la Loi nationale sur l'habitation. La SCHL décline toute responsabilité pour ce qui est du rendement, de l'efficacité, de l'usage, des applications ou des caractéristiques de ce produit ou de cette méthode. L'emploi d'une marque de commerce ou d'un terme générique pour désigner un produit dans la présente publication ne constitue nullement une approbation, une recommandation ou une garantie par la SCHL.

Aimeriez-vous recevoir ces publications régulièrement?

La SCHL se fera un plaisir de vous en envoyer des exemplaires dès leur parution. Il suffit de nous faire parvenir votre demande, qui sera inscrite à notre liste d'abonnés, en précisant votre nom, le nom de votre compagnie ou institution, s'il y a lieu, et votre adresse, sans oublier le code postal, à l'adresse suivante:

Le Directeur
Programme d'encouragement à la technologie du bâtiment résidentiel,
Société canadienne d'hypothèques et de logement,
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Also available in English.

Mur porteur fait de ballots de paille et mortier

Programme
d'encouragement
à la technologie du
bâtiment résidentiel

Le Programme d'encouragement à la technologie du bâtiment résidentiel de la SCHL a pour objet de financer le développement de prototypes originaux de produits ou de méthodes propres à améliorer le logement et les conditions de vie au Canada. Les fonds sont destinés à des projets susceptibles d'améliorer la qualité des logements, de réduire leurs frais d'entretien ou de résoudre divers problèmes techniques reliés à l'habitation. Les projets choisis doivent déboucher sur des applications pratiques à un coût raisonnable. On n'offre pas de fonds pour acquitter le coût de mise à l'essai d'échantillons de produits commerciaux courants, dans le but de vérifier s'ils sont conformes à telle norme (y compris le Code national du bâtiment) ou encore pour des essais dans le cadre de l'évaluation des matériaux de la SCHL.

Construction de paille et mortier

Depuis des siècles, la paille a été utilisée comme matériau, que l'on pense au chaume des toitures ou aux murs en torchis. Ce matériau, bon marché et disponible dans presque toutes les contrées du monde, possède de bonnes qualités isolantes et n'est pas affecté par les basses températures.

Louis Gagné de Hull (Québec) a mis au point un système utilisant pour la fabrication de murs porteurs, de simples ballots de paille traités à la chaux et liés ensemble par un mortier de chaux qui sert également de revêtement.

Louis Gagné a construit une maison en utilisant cette méthode. En septembre 1982, M. Gagné s'est vu consentir une subvention en vertu du Programme d'encouragement à la technologie du bâtiment résidentiel, pour faire la démonstration de son système de ballots de paille et mortier, en blocs, en vue d'être utilisé pour la fabrication du murs porteurs dans la construction d'immeubles d'habitation.

La démonstration comprenait les étapes suivantes:

- la construction d'un mur modèle;
- la mise à l'épreuve du mur par une firme d'experts-conseils indépendants chargés d'établir, selon les procédés reconnus, s'il est conforme aux normes de rendement thermique, de résistance à la charge, de pénétration d'humidité et de résistance au feu;
- l'analyse des résultats et un exposé comparatif des coûts.



Vue de face de la plate-forme de charge durant les essais

Le ballot de paille et mortier

Le mur fabriqué selon ce principe, s'apparente à un "sandwich cellulaire" à l'intérieur duquel les joints de mortier forment une charpente creuse que les ballots de paille, enduits de mortier, viennent combler.

M. Gagné a érigé les murs de sa maison en utilisant des ballots de paille conventionnels, mais réalisa qu'il pouvait obtenir une plus grande solidité structurelle à l'aide de ballots plus compactés. Par conséquent, il apporta des modifications à une lieuse de façon qu'elle produise des ballots plus petits et plus denses et qu'en même temps, la paille soit injectée de chaux, assurant ainsi une protection contre les insectes et la prolifération de bactéries.

Le mur mis à l'épreuve avait 3670 mm de longueur, 2440 mm de hauteur et 500 mm d'épaisseur, et possédait des ouvertures prévues pour les portes et fenêtres.

Passons maintenant à la construction proprement dite de ce mur. La paille est d'abord mise en ballots de 400 x 460 x 600 mm et traitée à la chaux. Une couche de mortier de 25 mm d'épaisseur, répandue sur toute la longueur du mur, sert alors de fondation et des charpentes moulées sont mises en place aux extrémités pour que le mur soit parfaitement droit et aligné.

Les ballots de paille sont ensuite placés sur la fondation et espacés d'environ 25 mm. Entre les ballots l'espace-ment est comblé par un joint de mortier (composé de deux parties de ciment pour une partie de chaux) et mélangé à du sable dans une proportion de un à trois. De la paille est ajoutée pour épaisser le mortier et éviter qu'il ne coule sur les côtés des ballots. Une même couche de mortier est alors appliquée sur le dessus des ballots. En cours de construction, les joints sont parfaitement



Construction de la structure en ballots de paille et mortier

alignés, donnant au mur une structure modulaire rectangulaire. Cette disposition structurelle donne de la solidité et de l'élasticité au mur.

Les surfaces du mur sont alors enduites d'un mortier (composé en parties égales de chaux et de ciment) et parfaitement mélangé, auquel on ajoute du sable dans une proportion de un à trois. Le mortier est appliqué à l'état liquide pour en augmenter la pénétration des fibres de paille.

Après une période de séchage de 24 heures, on applique une seconde couche du même mortier mais épaisse avec de la paille détachée. Sur chaque surface, l'épaisseur combinée des deux couches est d'environ 25 mm.

Une sablière cloutée (pièce de bois traitée de 38 x 140 mm) est ensuite encastrée dans la dernière couche de mortier pour y ancrer les supports de la toiture. De la même manière, les emplacements de portes et fenêtres sont munies d'une double charpente cloutée, offrant ainsi un point d'ancrage à même le mortier. Des linteaux sont également mis en place pour une meilleure répartition des charges.

Si on le désire, l'ouvrage peut être parachevé par une dernière couche de stucco ou de lait de chaux appliquée sur les surfaces extérieures et sur le plâtrage intérieur.

Le rendement du prototype

Les tests en milieu extérieur du mur de ballots de paille et mortier ont été mis au point et contrôlés par Scanada Consultants Limited d'Ottawa. Ces tests ont porté sur la résistance à la charge et la pénétration d'humidité.

Le Conseil national de recherches Canada a effectué en laboratoire les tests de rendement thermique et de résistance au feu à partir d'échantillons du mur.

Capacité de résistance à la charge

La capacité de résistance à la charge d'un mur construit selon ce principe peut être affectée par les facteurs suivants:

- la longueur des ballots de paille;
- l'épaisseur du revêtement de mortier sur les surfaces du mur;
- le dosage en ciment, chaux, sable et paille qui entre dans la composition du mortier;
- la géométrie de la structure.

Le mur est soumis simultanément à des forces compressives et transversales de 58 kN et 2,12 kN durant une période de 24 heures. Toutes les contraintes sont appliquées à l'aide de blocs de ciment pesant environ 18 kg chacun.

Le mur n'a pas montré de fléchissement ni d'affaissement mesurable, même lorsqu'au cours des tests les contraintes ont atteint respectivement 79 kN et 3,2 kN, ce qui représente un accroissement de plus de 30 pour cent.

En présumant que le mur mis à l'essai supporte la moitié des fermes de la toiture qui ont une longueur de 10 m ainsi que les solives du plancher longues de 5 m (en conformité avec les modifications apportées aux règles de calcul des ouvrages en béton dans les bâtiments — ACNOR A 23.3-1978) il offre une solidité suffisante pour résister aux charges suivantes:

| | |
|--|------------------------|
| • charges variables (occupants et usage du bâtiment) | 1,9 kN/m |
| • neige | 2,5 kN/m |
| • vent | 0,67 kN/m ² |
| • charge permanente | 2,0 kN/m ² |

Ces résultats confirment que la résistance à la charge du mur respecte les normes exigées pour la construction résidentielle.

Teneur en humidité

Entre le premier et le 9 janvier 1983, on décide de faire des relevés à l'aide d'une sonde dans les murs de la maison de M. Gagné. On constate alors que la teneur moyenne en humidité est d'environ 13,36 pour cent, ce qui permet d'offrir une résistance thermique suffisante sans qu'on ait besoin de poser un pare-air/pare-vapeur distinct. On peut même utiliser un plâtrage hydrofuge ou une peinture, si on le veut. Un mortier poreux est recommandé pour l'extérieur pour permettre à l'humidité

présente dans les murs de s'échapper lorsque viendra la saison chaude.

Propriétés thermiques

Les essais indiquent que la valeur totale RSI (établie en fonction du rapport paille et mortier contenu dans une rangée verticale de 6 ballots et appareillés par sept joints horizontaux et un joint vertical) est de 6,17. Ce rendement thermique, équivaut à deux ou trois fois celui d'un mur actuel à ossature de bois.

Essai de résistance au feu

Les résultats de cet essai étonnent les experts. Le mur de ballots de paille et mortier résiste en effet à une simulation d'incendie où la température est élevée jusqu'à 43,4°C durant quatre heures au lieu des deux heures normalement requises. Le revêtement de mortier a résisté deux heures à des températures atteignant 1010°C avant qu'une minuscule lézarde n'apparaisse.

Dans des conditions similaires, la résistance d'un mur à parement de brique (briques de 100 mm, contre-plaqué de 9,5 mm et revêtement intérieur de placoplâtre) est de deux heures trente environ.

Tableau comparatif des coûts

Une comparaison approximative des coûts, entre un mur de ballots de paille et mortier et d'autres types de murs, est présentée ci-dessous:

| Type de mur | Coût comparatif d'un mur de ballots de paille et mortier |
|--|--|
| Blocs de ciment | 15% de plus |
| Mur de stucco (placoplâtre sur charpente en bois avec montants de 38 x 89 mm, valeur RSI 3,4 de l'isolant contre-plaqué de 9,5 mm, papier de construction et revêtement de stucco) | 20% de moins |
| Mur à parement de brique (placoplâtre sur charpente en bois avec montants de 38 x 89 mm, valeur RSI 3,4 de l'isolant, contre-plaqué de 9,5 mm, papier de construction et briques de 100 mm) | 55% de moins |

Pour de plus amples renseignements

Pour de plus amples renseignements concernant le système de ballots de paille et mortier pour la construction de murs d'habitation, veuillez écrire à:

Monsieur Louis Gagné
Chemin Parent
R.R. 1
Masham (Québec)
J0X 2W0

Les données qui précèdent sont fournies à titre d'information seulement. Leur publication ne signifie pas que le produit ou la méthode dont il est fait mention est autorisé dans les bâtiments dont la construction est financée ou assurée en vertu de la Loi nationale sur l'habitation. La SCHL décline toute responsabilité pour ce qui est du rendement, de l'efficacité, de l'usage, des applications ou des caractéristiques de ce produit ou de cette méthode. L'emploi d'une marque de commerce ou d'un terme générique pour désigner un produit dans la présente publication ne constitue nullement une approbation, une recommandation ou une garantie par la SCHL.

Aimeriez-vous recevoir ces publications régulièrement?

La SCHL se fera un plaisir de vous en envoyer des exemplaires dès leur parution. Il suffit de nous faire parvenir votre demande, qui sera inscrite à notre liste d'abonnés, en précisant votre nom, le nom de votre compagnie ou institution, s'il y a lieu, et votre adresse, sans oublier le code postal, à l'adresse suivante:

Le Directeur
Programme d'encouragement à la technologie du bâtiment résidentiel,
Société canadienne d'hypothèques et de logement,
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Also available in English.



MAISONS DE BALLOTS DE PAILLE
ET DE MORTIER:

PROJET DE DÉMONSTRATION



Canadä

PROJET DE DÉMONSTRATION
MAISONS DE BALLOTS DE PAILLE
ET DE MORTIER

Préparé pour la
Division de la mise en œuvre des projets
Secteur des propositions, de la recherche et des programmes
Société canadienne d'hypothèques et de logement

par

Louis Gagné

Rubert (Québec)

Avril 1986

Directeur de projet de la SCHL : Paul Skvor

La Société canadienne d'hypothèques et de logement, l'organisme du logement du gouvernement du Canada, a pour mandat d'appliquer la Loi nationale sur l'habitation.

Cette loi a pour objet d'aider à améliorer les conditions d'habitation et de vie au Canada. C'est pourquoi la Société s'intéresse à tout ce qui concerne l'habitation, l'expansion et le développement urbains.

Aux termes de la partie V de la Loi, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à en publier et diffuser les résultats. La SCHL a donc l'obligation légale de veiller à faire largement connaître tout renseignement de nature à améliorer les conditions d'habitation et de vie.

La présente publication est l'un des nombreux moyens d'information que la SCHL produit grâce au concours du gouvernement fédéral.

AVERTISSEMENT

La Société canadienne d'hypothèques et de logement a confié à Louis Gagné cette étude en vertu de la partie V de la Loi nationale sur l'habitation. L'analyse, les interprétations et les recommandations du consultant ne reflètent pas nécessairement le point de vue de la Société ou de ses divisions ayant collaboré à l'étude et à sa publication.

TABLE DES MATIERES

A. INTRODUCTION

B. TECHNIQUE DE CONSTRUCTION DES MURS EN BALLOTS DE PAILLE ET MORTIER

1. La paille comme matériau de construction
2. Technique
 - a) Objectif
 - b) Mortiers
 - c) Ballots de paille
 - d) Outils et équipe
3. Caractéristiques
 - a) Structure
 - b) Résistance au feu
 - c) Propriétés isolantes
 - d) Humidité

C. MAISON DE CHELSEA

1. Caractéristiques
2. Structure
3. Humidité
4. Coût des matériaux et main-d'œuvre
 - a) Ventilation du coût des matériaux
 - b) Main-d'œuvre

D. MAISON DU LAC BERNARD (LA PÊCHE)

1. Caractéristiques
2. Structure
3. Humidité
4. Coût des matériaux et main-d'œuvre
 - a) Ventilation du coût des matériaux
 - b) Main-d'œuvre

E. CONCLUSIONS

1. Exemple pratique
2. Réalisations techniques et progrès à venir
 - a) Coffrages
 - b) Ballots modifiés
 - c) Crépi de béton projeté
3. Observations

A. INTRODUCTION

Ce rapport décrit la construction de deux maisons dont les murs extérieurs sont faits de ballots de paille et de mortier. Cette méthode fut d'abord employée pour la construction de ma propre maison, puis promue à cause de ses avantages, notamment le faible coût des matériaux de construction, les techniques de construction simples, les caractéristiques de résistance au feu exceptionnelles, la solidité structurale et le degré d'isolation élevé.

En 1982, la SCHL accordait, en vertu de son Programme d'encouragement à la technologie du bâtiment résidentiel, une subvention dans le but de démontrer l'application de la technique des murs porteurs en ballots de paille et mortier à la construction résidentielle. Le projet consistait notamment à ériger un mur type et à le faire mettre à l'épreuve par des consultants indépendants chargés d'en établir, selon des procédés reconnus, la résistance thermique, la capacité portante, l'infiltration d'humidité et la résistance au feu. Les résultats des essais respectaient ou dépassaient les exigences correspondantes de la construction résidentielle.

Cette technique procurera des avantages particuliers aux autochtones et aux collectivités du Nord. La possibilité d'y recourir a fait l'objet d'un examen dans le rapport intitulé A Feasibility Study of an Alternative Building Method in Native Communities. La SCHL a subventionné cette étude dans le cadre du Programme de subventions de recherche.

La construction des deux maisons décrites ici a été financée et réalisée par deux particuliers intéressés à construire leur propre maison selon la technique des ballots de paille et du mortier. La Division de la mise en œuvre des projets de la SCHL a subventionné ma participation à la construction et à la rédaction de ce rapport.

Il vise à documenter et à décrire les techniques, les détails d'exécution, ainsi que le coût des matériaux et de la main-d'œuvre, en vue de permettre à des tiers de juger de l'apropos de l'emploi de cette méthode de construction. Le comportement technique de ces maisons sera soumis à des essais sur les lieux et à un contrôle à long terme.

Étant donné que cette méthode en est encore au stade expérimental, chaque nouvelle construction marque le perfectionnement des outils et des techniques. Le rapport décrit également les progrès réalisés jusqu'à ce jour.

B. TECHNIQUE DE CONSTRUCTION DES MURS EN BALLOTS DE PAILLE ET MORTIER

1. La paille comme matériau de construction

Au Canada, la paille ne constitue pas un matériau de construction courant, mais en Europe et dans la plupart des autres parties du monde, elle s'emploie depuis des millénaires. En Asie, en Afrique et en Amérique du Sud, la paille mélangée à l'argile sert à fabriquer des briques et des murs en adobe.

Des toits de chaume très élégants et très coûteux se construisent encore dans la plupart des pays européens; leur pente est d'ordinaire très prononcée, et la paille entrant dans leur composition est serrée en place avec un frappe-devant. S'ils sont bien réalisés, ces toits dureront plus de cent ans (voir figure).

2. Technique

a) Objectif

Cette technique consiste à construire une structure de béton autour des ballots de paille, à l'aide de coffrages destinés à former des joints de béton horizontaux et verticaux. La consistance épaisse du mélange de béton et de paille assure un liaisonnement avant la prise du mortier, permettant d'enlever les coffrages tout de suite après. Ce sont ces mêmes éléments, en plus de la fermeté des ballots, qui m'ont permis de monter un mur de huit pieds en une journée. Fait très important à signaler, les ballots stabilisent la structure pendant la cure, mais une fois le béton pris, ils peuvent tous être retirés sans nuire à la structure (voir figure).

Une fois les murs érigés, les ballots servent d'isolant mural et de support d'enduit.

b) Mortiers

Structure: La structure est essentiellement fabriquée de béton, soit d'un dosage de gros gravier et d'une faible proportion de chaux comparativement au ciment. La paille vient ensuite s'ajouter pour assurer le liaisonnement voulu pendant la cure du mortier.

Le mortier se compose de quatre parties de ciment pour une partie de chaux, mélangées à du gravier grossier dans une proportion de 3 pour 1. Le mélange, qui n'a besoin que d'une faible quantité d'eau pour rester épais, est ensuite saturé de paille. À noter qu'une sursaturation de paille entraîne l'agglutination, alors qu'une sous-saturation tend à faire briser les joints sur les côtés au moment du décoffrage.

Étant donné l'importance primordiale des proportions d'eau et de paille, il faut compter sur des conseils judicieux pour maintenir un dosage équilibré.

Enduit: Le crépi est constitué de sable fin tamisé mélangé à des proportions égales de chaux et de ciment dans un rapport de 3 pour 1. Sa consistance soit être onctueuse pour bien s'appliquer sur les murs.

Peinture de lait de chaux: Cette peinture, composée de trois parties de chaux pour une partie de ciment blanc, doit rester presque à l'état liquide. Il faut mouiller les murs avant de l'appliquer.

c) Ballots de paille

Je me suis servi de ballots mous et déformés pour la construction des maisons, mais les travaux s'en sont trouvés considérablement ralenti. En effet, l'emploi de ballots mous oblige à enfoncer dans la structure beaucoup plus de béton qu'il n'en faut, vu leur tendance à se contracter lorsque le béton est comprimé entre eux.

Des ballots déformés rendent le crêpissage plus long et les surfaces plus difficiles à égaliser. Il est recommandé de choisir, dans la mesure du possible, des ballots de bonne qualité, bien comprimés et non déformés afin d'accélérer le travail.

Enfin, l'ajustement aux angles et aux baies de fenêtre oblige à défaire les ballots, mais la section taillée à la longueur voulue aux angles n'a pas à être ficelée puisque la structure de mortier la retient en place.

d) Outils et équipe

Voici les outils nécessaires: des pelles, une petite bétonnière, une brouette et des coffrages destinés à réaliser les joints de mortier.

Les coffrages d'angle, formés de deux éléments (500 mm/244mm) fixés perpendiculairement, se placent de niveau, contreventés aux quatre angles et reliés par une corde pour bien aligner les murs. En outre, ils servent à couler des poteaux corniers en béton structural au fur et à mesure de la construction des murs.

L'équipe idéale compte trois ouvriers, c'est-à-dire un malaxant le mortier, un autre le transportant dans la brouette et le plaçant à la pelle dans les coffrages mis en position par un troisième, qui s'occupe de la construction du mur.

3. Caractéristiques

a) Structure

La capacité portante des murs tient surtout à la structure en béton, mais également au mortier appliqué en surface. Comme l'illustre la figure , les ballots peuvent être retirés de leurs alvéoles de béton sans nuire à la structure. Les ballots et les ficelles les attachant n'influent pas sur la capacité portante des murs (voir tableau 1 et figure 2).

b) Résistance au feu

La résistance au feu du mur en ballots de paille et mortier se révèle exceptionnelle et résulte du caractère complémentaire des matériaux.

Les ballots contiennent assez d'air pour bien isoler mais, vu leur compacité, n'en contiennent pas assez pour permettre la combustion.

Chaque ballot est isolé dans son propre alvéole de mortier (béton) de sorte que le feu ne peut donc pas se propager dans les murs.

Enfin, le volume des murs leur permet d'absorber beaucoup de chaleur.

La figure illustre le mur type ayant servi aux essais de résistance au feu menés à petite échelle par la Section d'étude du feu du CNRC, et le tableau 1, tiré de son rapport, indique les résultats obtenus.

c) Propriétés isolantes

Les ballots de paille proprement dits ont une valeur de résistance thermique de R50, mais leur emploi dans une structure de béton ramène la résistance du mur à R36.

Encore une fois, le caractère complémentaire de ces deux matériaux si différents convient à leur destination. En effet, la combinaison des propriétés isolantes des ballots de paille avec la densité de la structure de mortier confère à la construction une masse thermique qui conserve la chaleur. La valeur isolante élevée des ballots minimise les pertes de chaleur, et la structure de béton massive吸be beaucoup de chaleur et en dégage constamment. C'est le troisième hiver que je passe dans ma maison de ballots et de mortier; aussi ai-je souvent été témoin de ce phénomène.

Un poêle à bois ordinaire à combustion rapide assure le chauffage de ma maison. Aussi, les grandes fenêtres, peu étanches, accélèrent le renouvellement d'air. Le matin au lever, le feu est éteint depuis déjà cinq heures, et s'il vente et fait froid en hiver, la température intérieure se situe à environ 16 °C. Malgré l'air froid à l'intérieur, je ne le ressens pas parce que les murs ont absorbé de la chaleur.

Par contre, pendant une absence de deux à trois jours, je laisse une seule plinthe de 1 2000 W chauffer toute la maison. Par temps très froid, la température à l'intérieur restera à environ 16 °C. Toutefois, après ce temps, les murs auront dégagé la chaleur absorbée et seront à la même température que l'air ambiant. À mon retour, je peux éléver la température rapidement à 28 °C avec mon poêle à bois, mais j'ai toujours l'impression d'avoir froid parce que les murs sont toujours à 16 °C. Je ne réussis à réchauffer la maison qu'au bout de deux jours.

Alors ce genre de mur conserve l'énergie absorbée, mais met un certain temps à la récupérer s'il la perd.

d) Humidité

Les relevés d'humidité ont eu lieu il y a environ trois ans. L'humidité relative se situait en moyenne à 13 p. 100, teneur très faible pour un mur puisque l'humidité dans une maison voisine les 35 p. 100.

L'hiver dernier, la SCHL a encore vérifié la teneur en humidité des murs. Elle a fait installer des sondes dans le mur nord-ouest, le mur est et la salle de bain. Sur les neuf sondes, seulement deux, placées au bas vis-à-vis la semelle, ont enregistré la présence d'humidité, soit 11 et 8 p. 100.

Ces tests, effectués à intervalle de trois ans, démontrent clairement la tendance des murs à s'assécher et à rester secs.

RECOMMANDATIONS

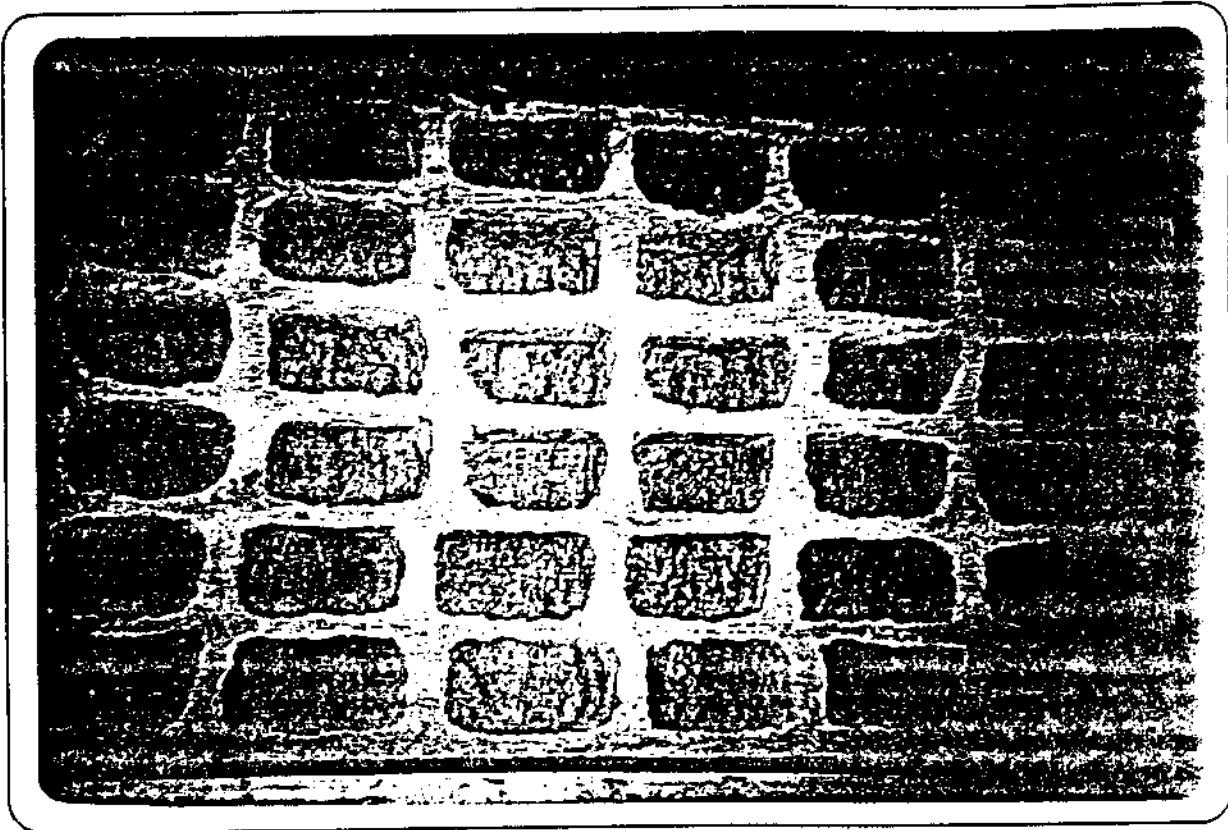
Pour contrer les méfaits de l'humidité dans les murs, il faut prendre certaines précautions. Les recommandations suivantes découlent des problèmes survenus pendant la construction des maisons, qui seront exposés un peu plus loin dans le rapport.

- 1) Dans le cas de murs de sous-sol en ballots de paille et mortier, il faut faire en sorte que les ballots soient tout à fait secs puisque leur état ne se modifiera pas une fois les murs enduits de crépi.
- 2) Il vaut mieux construire le toit avant d'appliquer les couches de mortier à la surface des murs afin de protéger les ballots contre la pluie, sinon les murs s'assécheront beaucoup plus lentement après la projection d'enduit.



B.1

Le toit à pente raide de cette élégante demeure de Normandie, en France, est fait de paille (chaume) très comprimée.



B.2

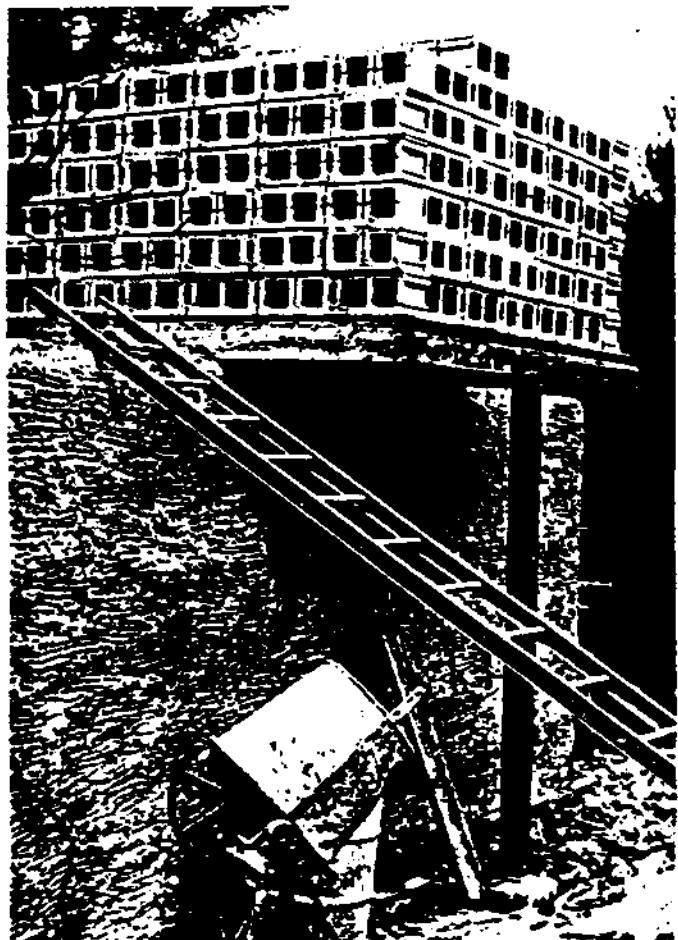
Les ballots ont été retirés de ce mur prototype.

La structure massive du mur apparaît clairement et son irrégularité due à la forme des ballots ne nuit aucunement à la solidité de l'ensemble.

TABLEAU I

| ESSAI | CHARGE | | | FLÉCHISSEMENT | |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|------------|
| | EN COMPRESSION | | TRANSVERSALE | VERTICAL | HORIZONTAL |
| | Nombre de blocs de cendre | Charge équiv. (kN) | Nombre de blocs de cendre | Charge équiv. (kN) | |
| 1 | 82 | 14.48 | 3 | 0.53 | 0 |
| 2 | 164 | 28.96 | 6 | 1.06 | 0 |
| 3 | 246 | 43.44 | 9 | 1.59 | 0 |
| 4 | 328 | 57.92 | 14 | 2.12 | 0 |
| 5 | 428 | 79.11 | 18 | 3.19 | 0 |
| Une fois la charge enlevée | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figure 3 Plate-forme pleinement chargée



Échange de chaleur

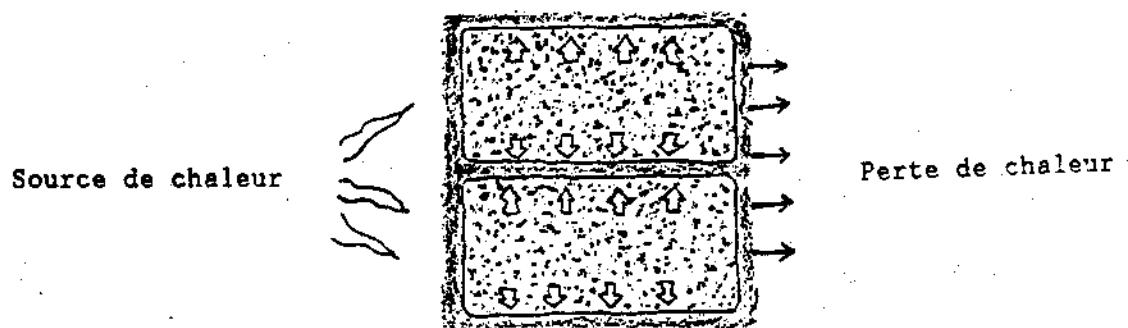


Diagramme - En raison de leur faible résistance à la chaleur, les joints de mortier favorisent l'échange et l'absorption thermiques entre les ballots.

Pendant l'essai de résistance au feu, les thermocouples reliés à la section de mur type n'indiquaient que de minimes écarts dans le mouvement de la chaleur à travers les ballots et les joints de mortier. C'est donc dire que la chaleur est répartie uniformément à l'intérieur du mur.

Figure B.4 Mur type avec thermocouples soumis à l'essai de résistance au feu

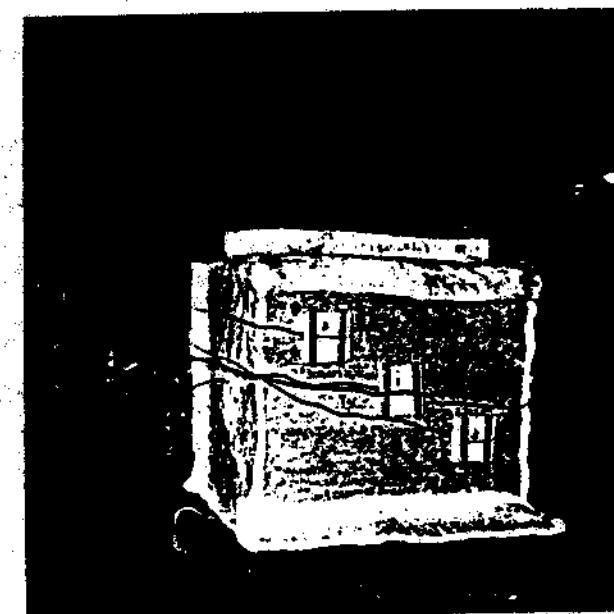


TABLEAU II

| Temps (minutes) | Température du four (°C) moyenne | Température du four (°C) prescrite | Température du prototype (°C) | | | |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|
| | | | Côté dissimulé | TC 1 | TC 2 | TC 3 |
| 0 | 20.2 | 20.0 | 24.6 | 24.1 | 23.7 | 24.1 |
| 5 | 433.8 | 538.0 | 24.6 | 24.2 | 23.8 | 24.2 |
| 10 | 672.5 | 704.0 | 24.7 | 24.2 | 24.0 | 24.3 |
| 15 | 738.0 | 759.0 | 24.7 | 24.2 | 23.7 | 24.2 |
| 20 | 786.1 | 794.0 | 24.6 | 24.2 | 23.6 | 24.1 |
| 25 | 804.9 | 821.0 | 24.6 | 24.1 | 23.5 | 24.1 |
| 30 | 831.0 | 843.0 | 24.5 | 24.0 | 23.5 | 24.0 |
| 35 | 858.8 | 862.0 | 24.3 | 23.8 | 23.3 | 23.8 |
| 40 | 863.1 | 878.0 | 24.2 | 23.7 | 23.2 | 23.7 |
| 45 | 892.4 | 892.0 | 24.3 | 23.8 | 23.3 | 23.8 |
| 50 | 894.2 | 905.0 | 24.2 | 23.8 | 23.2 | 23.8 |
| 55 | 911.8 | 916.0 | 24.2 | 23.8 | 23.2 | 23.8 |
| 60 | 917.5 | 927.0 | 24.3 | 24.1 | 23.3 | 23.9 |
| 65 | 931.6 | 937.0 | 24.5 | 24.5 | 23.6 | 24.2 |
| 70 | 935.3 | 946.0 | 24.6 | 24.8 | 23.7 | 24.4 |
| 75 | 947.0 | 954.0 | 25.0 | 25.6 | 24.3 | 25.0 |
| 80 | 957.7 | 965.0 | 25.5 | 27.1 | 24.9 | 25.8 |
| 85 | 966.1 | 971.0 | 26.2 | 29.1 | 25.9 | 27.1 |
| 90 | 973.3 | 978.0 | 27.3 | 31.7 | 28.8 | 29.3 |
| 95 | 981.0 | 984.0 | 29.0 | 35.1 | 33.7 | 32.6 |
| 100 | 987.6 | 991.0 | 30.7 | 38.5 | 39.4 | 36.2 |
| 105 | 994.7 | 997.0 | 32.1 | 42.1 | 44.6 | 39.6 |
| 110 | 1 000.5 | 1 002.0 | 33.7 | 45.6 | 49.2 | 42.8 |
| 115 | 1 005.8 | 1 006.0 | 35.1 | 48.7 | 52.8 | 45.5 |
| 120 | 1 010.0 | 1 010.0 | 36.5 | 51.6 | 55.8 | 48.0 |
| 130 | 1 017.7 | 1 017.0 | 39.1 | 56.5 | 55.8 | 48.0 |
| 140 | 1 025.7 | 1 024.0 | 41.5 | 60.1 | 62.2 | 54.6 |
| 150 | 1 034.3 | 1 031.0 | 43.7 | 62.6 | 63.7 | 56.7 |
| 160 | 1 042.7 | 1 038.0 | 45.7 | 64.3 | 64.5 | 58.2 |
| 170 | 1 057.5 | 1 044.0 | 47.8 | 66.1 | 65.3 | 59.7 |
| 180 | 1 056.7 | 1 046.0 | 49.9 | 66.8 | 65.3 | 60.7 |
| 190 | 1 068.0 | 1 059.0 | 51.7 | 67.2 | 65.3 | 61.4 |
| 200 | 1 075.1 | 1 066.0 | 53.3 | 67.5 | 65.2 | 62.0 |
| 210 | 1 080.1 | 1 072.0 | 55.0 | 67.7 | 65.0 | 62.6 |
| 220 | 1 086.3 | 1 079.0 | 56.6 | 67.7 | 64.7 | 63.0 |
| 230 | 1 096.0 | 1 087.0 | 58.1 | 67.6 | 64.5 | 63.4 |
| 240 | 1 102.8 | 1 093.0 | 59.2 | 67.5 | 64.0 | 63.6 |

C. MAISON DE CHELSEA

1. Caractéristiques

Cette maison mesure 13 208 m de longueur sur 9 550 mm de largeur. Les murs du sous-sol et du rez-de chaussée sont fabriqués de ballots de paille et de mortier, alors que l'étage se trouve aménagé dans le vide sous toit à pente prononcée.

L'aire de plancher du sous-sol et du rez-de-chaussée correspond à 111.67 m² (1 202 pi²), celle de l'étage à 69.64 m² (750 pi²), l'aire totale à 292.98 m² (3 154 pi²).

L'intérêt de cette maison réside dans ses murs de sous-sol faits de ballots de paille et de mortier. Leur surface extérieure est enduite de trois couches de mortier et d'une couche de goudron. Un réseau de drainage efficace parcourt le pourtour des semelles.

2. Structure

Lorsque la construction, mise en chantier en octobre 1984, fut interrompue à la mi-novembre, le sous-sol et le plancher du rez-de-chaussée étaient en place. Les parois intérieures n'étaient pas encore enduites de crépi, mais l'extérieur l'était jusqu'à environ deux pieds au-dessus du niveau du sol, la couche de goudron se prolongeant par contre jusqu'au niveau du sol. Le reste des ballots fut entreposé au sous-sol près des murs, puis les quatre fenêtres posées.

Pendant l'hiver, aucune difficulté n'est survenue et le maître d'ouvrage s'est montré surpris de constater que la température du sous-sol se maintenait constamment au-dessus du point de congélation. Même au cours des journées les plus froides, il devait enlever son chapeau et son manteau à l'intérieur vu que la valeur isolante des murs et de la neige sur le plancher emprisonnait la chaleur du sol.

Cet exemple démontre bien l'économie d'énergie réalisable grâce à des murs de sous-sol en ballots de paille et mortier.

Autre fait intéressant à signaler, le sous-sol a été construit en sol argileux, donc susceptible de donner lieu à des mouvements des plus hasardeux, mais même sans chauffage, rien n'a bougé ni ne s'est fissuré.

3. Humidité

Malgré ma recommandation de poser le contreplaqué en saillie sur les murs et d'employer du papier goudronné collé aux joints pour sceller le plancher pendant l'hiver, le maître d'ouvrage tenait à envelopper de plastique les murs et le plancher et à laisser un pouce entre la face intérieure des murs et le contreplaqué. Il comptait ainsi empêcher l'eau de s'infiltrer au sous-sol et dans les murs.

Au printemps, nous nous sommes rendu compte que, malgré le plastique, l'eau s'était infiltrée au sous-sol. L'eau avait dégoutté partout à l'intérieur, mais s'était surtout infiltrée entre la face intérieure du mur et la rive du plancher. Elle était emprisonnée entre les ballots du mur et ceux placés tout contre.

Comme tout autre matériau isolant, les ballots de paille contiennent beaucoup de vides d'air et absorbent l'eau, de sorte que nous avons dû retirer du mur environ soixante-dix ballots trempés.

En enlevant les ballots, nous avons remarqué que la face extérieure du mur et la paille en contact avec celle-ci étaient sèches. L'eau n'était donc pas entrée par le mur. Les parties du mur où il n'y avait pas de ballots empilés étaient demeurées à l'état sec.

Le problème découlait manifestement du mauvais scellement du plancher et de l'emprisonnement de l'eau par les ballots entassés contre le mur.

4. Coût des matériaux et main-d'œuvre

Il est très difficile d'établir précisément le coût total des matériaux de cette maison, surtout à cause de l'interruption des travaux pendant huit mois. Nous ne disposons de données que pour le rez-de-chaussée.

a) Ventilation du coût des matériaux

| Article | Montant | Coût unitaire | Total |
|---|---------|---------------|----------|
| Ballots de paille | 300 | 1.50 \$ | 450 \$ |
| Sacs de ciment et de chaux | 140 | 6 \$ | 840 \$ |
| Chargements de sable et de pierre concassée | 2 | 140 \$ | 280 \$ |
| Coût total des matériaux | | | 1 570 \$ |

b) Main d'œuvre

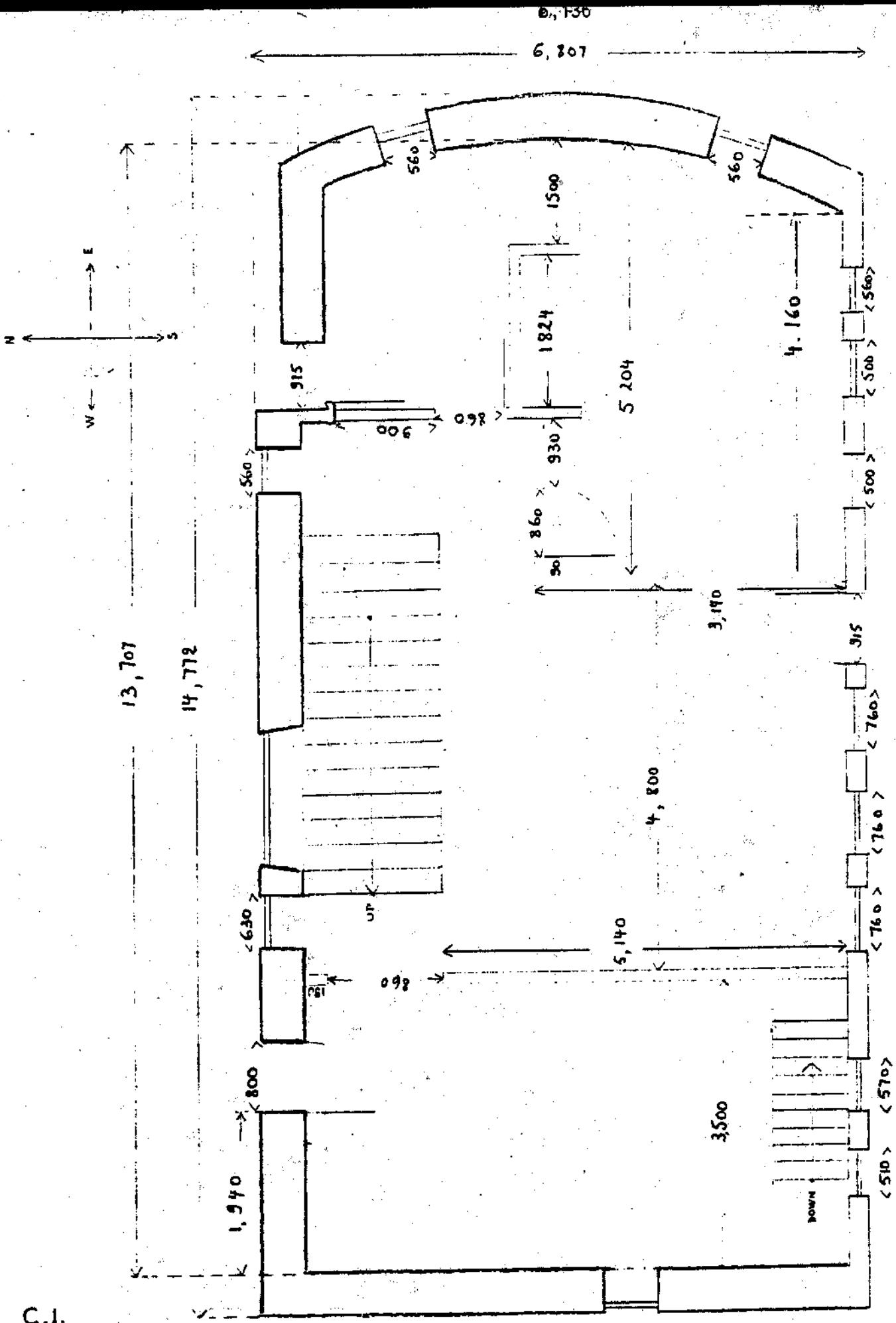
Une équipe de trois hommes a mis quatre jours à bâtir les murs surmontés d'une sablière destinée à recevoir le toit.

Deux hommes ont mis trois jours à appliquer l'enduit sur les murs intérieurs. En raison de la surface supérieure, la mise en oeuvre d'enduit sur les murs extérieurs a pris quatre jours, l'enduit étant appliqué à partir du niveau du sol.

Par conséquent, il a fallu sept jours de travail à deux hommes pour appliquer deux couches de mortier sur les parois intérieures et extérieures des murs.

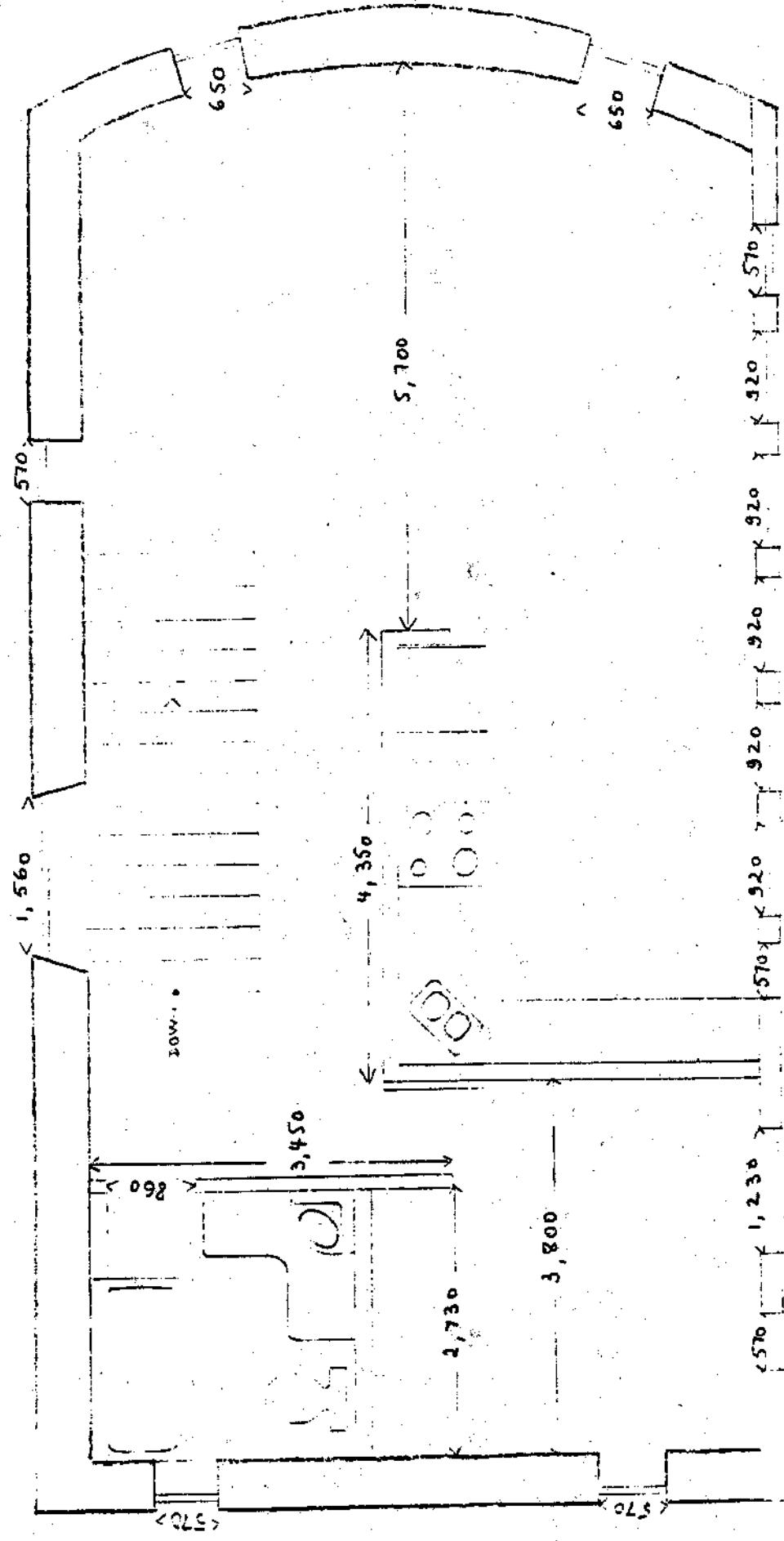
D'ordinaire, une peinture de ciment blanc et de lait de chaux s'applique sur la deuxième couche de mortier; le maître d'ouvrage y a toutefois préféré une troisième couche de stucco blanc.

5. Plans de la maison et détails d'exécution des murs

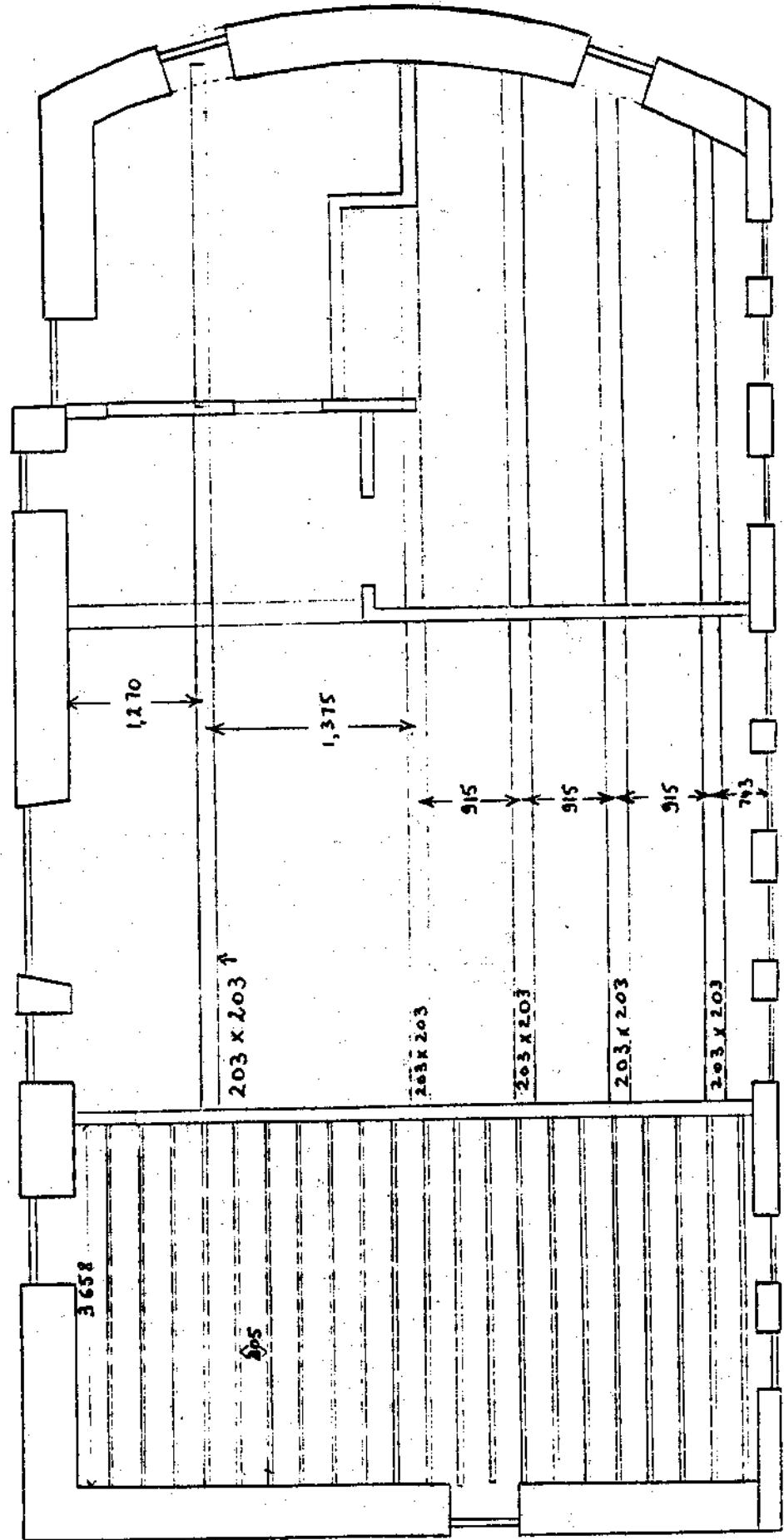


C.1

échelle: 1/60

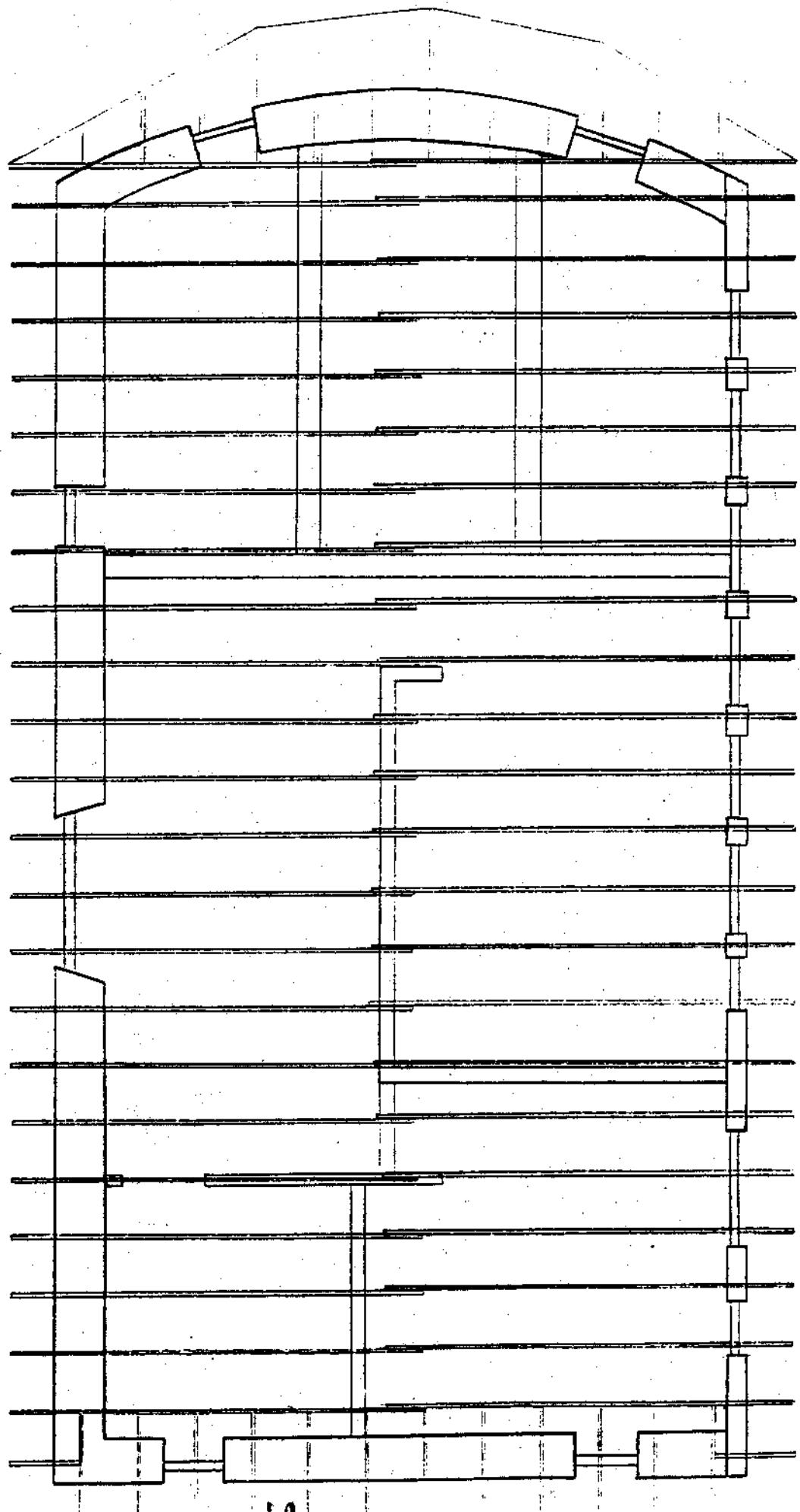


C.2

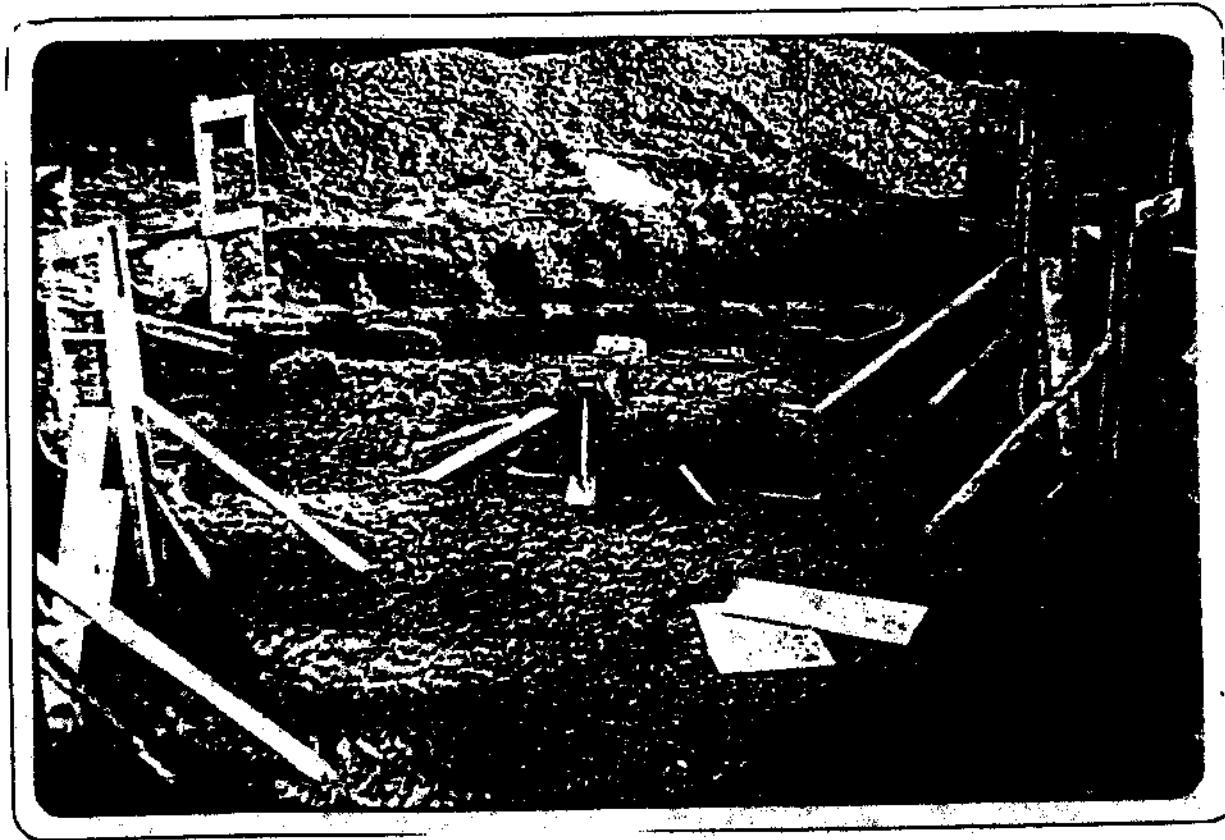


Chevrons de 50.8 mm/304.8 mm à intervalle de 610 mm

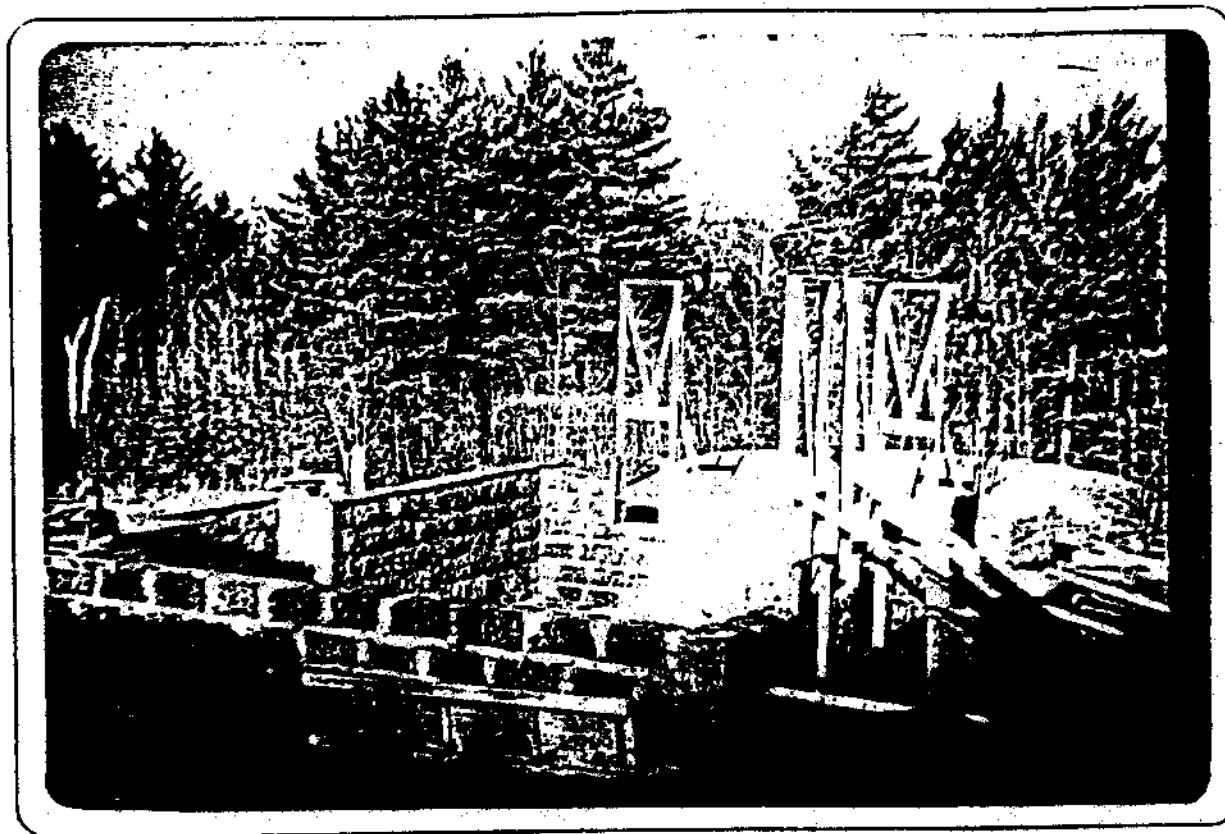
C.4.



C.5 Première assise du mur de fondation; coffrages d'angle bien placés et contreventés.



C.6 Les six rangs de ballots du mur de fondation sont achevés.
Les bâtis des fenêtres des trois niveaux sont en place.



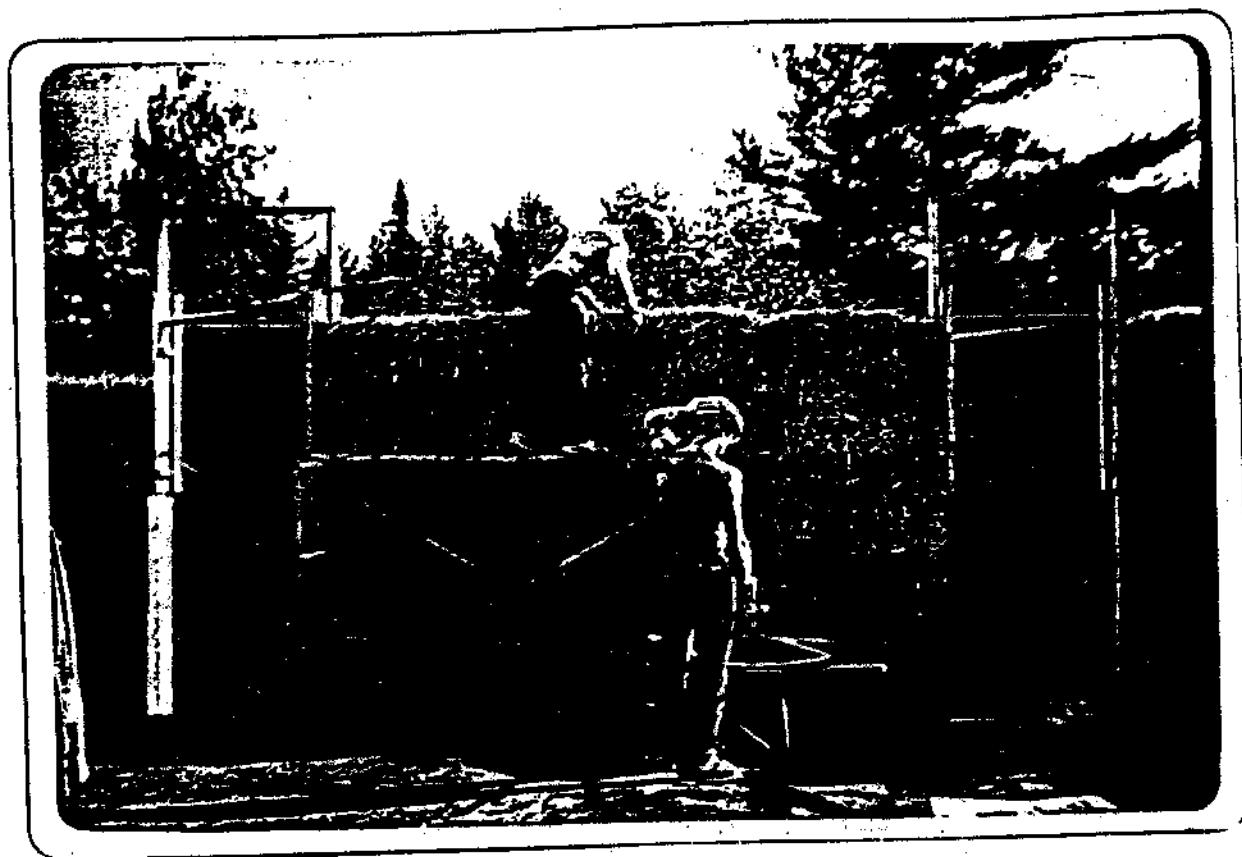
C.7 Mise en place de niveau du coffrage destiné à former les joints horizontaux.



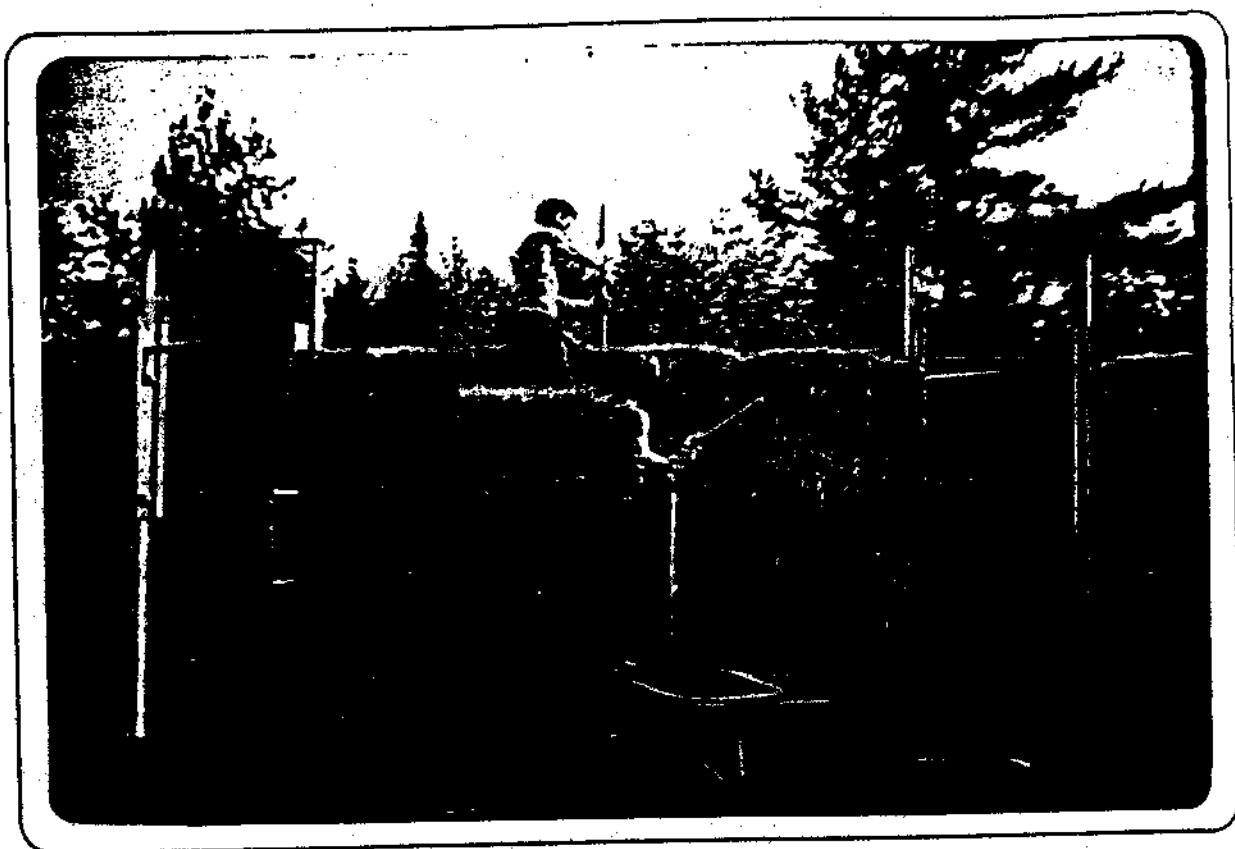
C.8 Remplissage du coffrage de mortier pour former le joint horizontal.



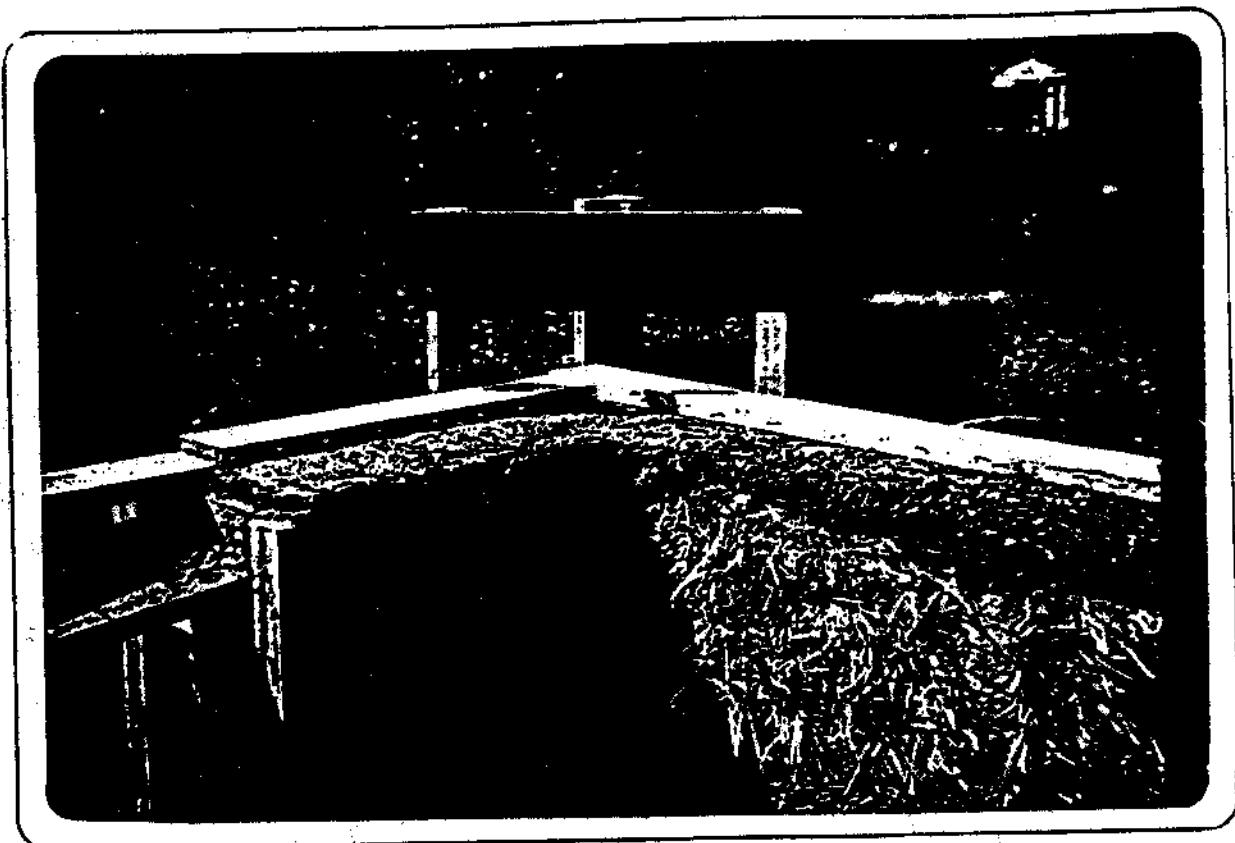
C.9 Mise en place de l'étau du coffrage destiné à former les joints verticaux.



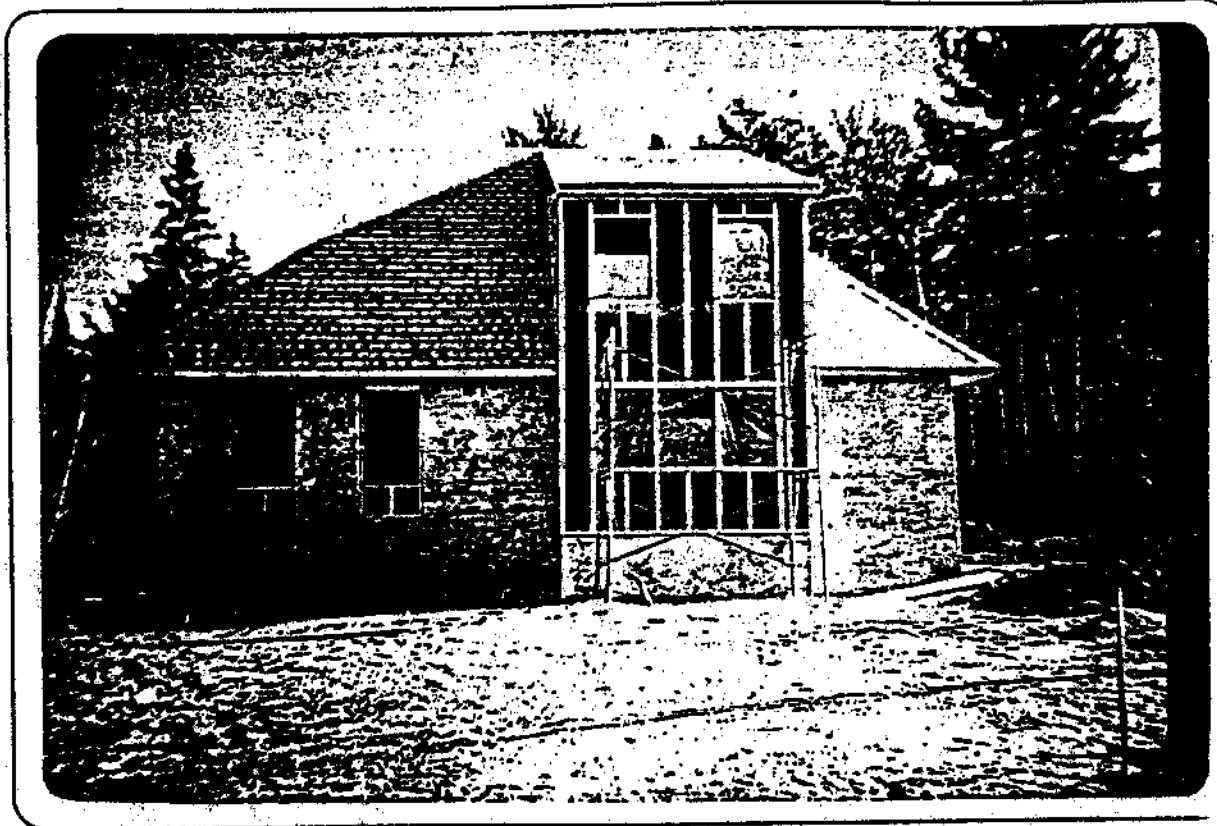
C.10 Enfoncement du mortier entre les ballots pour former le joint vertical.



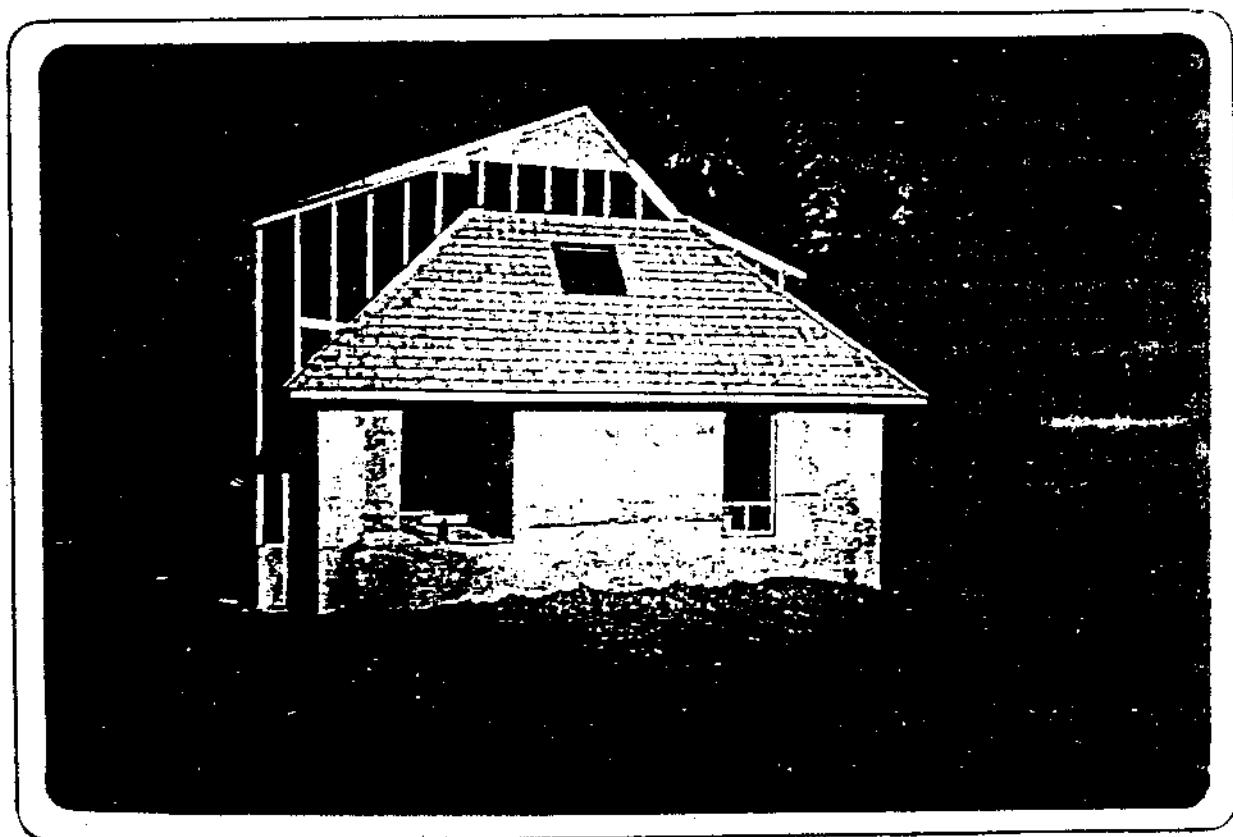
C.11 Les murs du rez-de-chaussée sont terminés, et une sablière cloutée de chaque côté est placée sur le dernier joint horizontal. Du mortier coulé de part et d'autre de la sablière sert ensuite à l'encastrer dans la structure.



C.12 Les murs ont reçu deux couches de crépi.
Les solives du plancher de l'étage sont assujetties à la sablière
des murs de ballots de paille et de mortier, puis le toit
construit.



C.13 Côté ouest



D. MAISON DU LAC BERNARD (LA PÊCHE)

1. Caractéristiques

La maison, de 13 411 mm de longueur sur 6 706 mm de largeur, comprend un sous-sol pleine grandeur, un rez-de-chaussée et un étage d'une superficie de 75 m² (807.72 pi²) chacun, l'aire de plancher totale correspondant à 225 mm² (2 422 pi²).

Du côté est, marqué par une dénivellation, la moitié du sous-sol est faite de ballots de paille et de mortier. Le mur légèrement incurvé s'élève à 7 620 mm au-dessus du niveau du sol, dont 6 706 mm sont en ballots de paille et mortier.

L'ossature du mur sud, destiné à capter l'énergie solaire, est déjà réalisée, étant donné qu'il sera vitré en grande partie. Les murs nord et ouest sont fabriqués de ballots de paille et de mortier.

2. Structure

Cette maison démontre la possibilité de construire plus de deux étages selon cette technique. La solidité des murs leur permet également de supporter les poutres structurales en bois sur lesquelles reposent les planchers et le toit (figure).

3. Humidité

Certains ballots de l'assise supérieure ont été trempés parce que, pendant une semaine pluvieuse, le vent a déplacé le plastique qui recouvrait le mur.

Ces circonstances nous ont permis d'être témoins d'une expérience intéressante. La moitié du mur était protégée par le toit et l'autre moitié exposée à la pluie. À notre retour, nous avons remarqué des taches d'humidité sur le dessus du mur exposé. Nous avons décidé de pratiquer des ouvertures du côté intérieur afin d'en vérifier l'état. La partie du mur protégée par le toit était complètement sèche, mais la rangée supérieure de la partie exposée était trempée. Nous avons alors ouvert complètement cette rangée du côté intérieur en vue de nous rendre compte clairement de la situation. La teneur en gros gravier du mortier confère une certaine porosité à la structure qui se sature d'eau pendant les jours de pluie si elle n'est pas scellée en surface; l'eau s'y infiltre lentement en suivant les joints de mortier autour des ballots de paille. Le pourtour des ballots était donc trempé, mais le centre était sec. Nous les avons remplacés.

Cette situation me rappelle une expérience que j'ai tenté à l'égard de ma maison à Rupert (La Pêche). Il y a trois ans, j'ai construit un mur relié à ma maison afin d'en vérifier la capacité portante. Pendant deux ans, je l'ai laissé complètement à découvert. J'ai appliqué un enduit sur la partie nord, destinée aux essais, mais non pas sur la partie est. Au cours de cette

période, j'ai observé le mur est se faire tremper et s'assécher sans rendre la paille humide. Par contre, en ouvrant le mur nord, j'ai constaté que la paille était complètement mouillée. Ainsi, l'humidité s'échappe beaucoup moins bien des murs enduits. Il est donc recommandé de coiffer la maison d'un toit avant d'enduire les murs.

Dans une maison à ossature de bois, le même cas s'applique. Quiconque construit un mur, l'isole et le finit avec des plaques de plâtre à l'intérieur sans toutefois le surmonter d'un toit, court à sa perte.

Il est possible de garder les murs au sec, même si les surfaces sont enduites, en veillant à ce que le plastique reste en place ou en protégeant contre l'eau la partie supérieure avec une couche de goudron léger.

4. Coût des matériaux et main-d'oeuvre

a) Ventilation du coût des matériaux

| Article | Montant | Coût unitaire | Total |
|------------------------|---------|--------------------------|-------------|
| Ballots de paille | 367 | 1.50 \$ | 550.50 \$ |
| Sacs de ciment | 130 | 5.50 \$ | 747.50 \$ |
| Sacs de chaux | 90 | 5.95 \$ | 535.50 \$ |
| Sacs de ciment blanc | 3 | 19.34 \$ | 58.02 \$ |
| | | Sous-total | 1 891.52 \$ |
| | | Taxe de vente prov. | 170.24 \$ |
| | | Total | 2 061.76 \$ |
| Chargements de gravier | 4 | 30 \$ | 120 \$ |
| Chargements de sable | 3 | 45 \$ | 135 \$ |
| | | Coût total des matériaux | 2 316.76 \$ |

b) Main-d'oeuvre

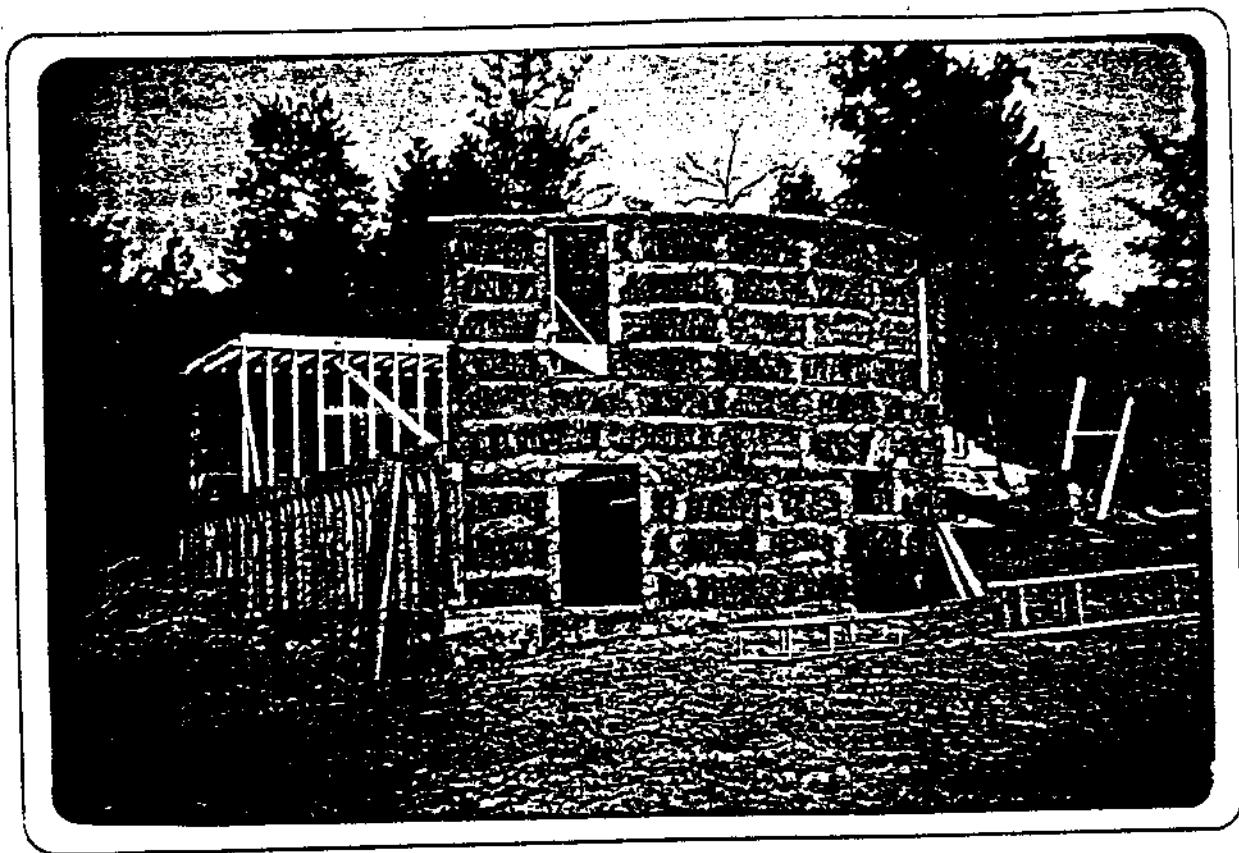
Notre équipe de trois hommes a mis environ dix jours à ériger la structure et dix jours à appliquer les couches de mortier et la peinture de lait de chaux. Nous étions moins rapides qu'à Chelsea parce que nous apprenions à travailler en équipe et avons dû résoudre certains problèmes nouveaux. Par exemple, il fallait construire plusieurs étages au-dessus du sol et trouver un moyen d'amener le mortier rapidement au niveau supérieur. À cet effet, nous avons construit des rampes et nous sommes servi d'une corde

pour monter la brouette. Nous avons construit des échafaudages pour le mur incurvé.

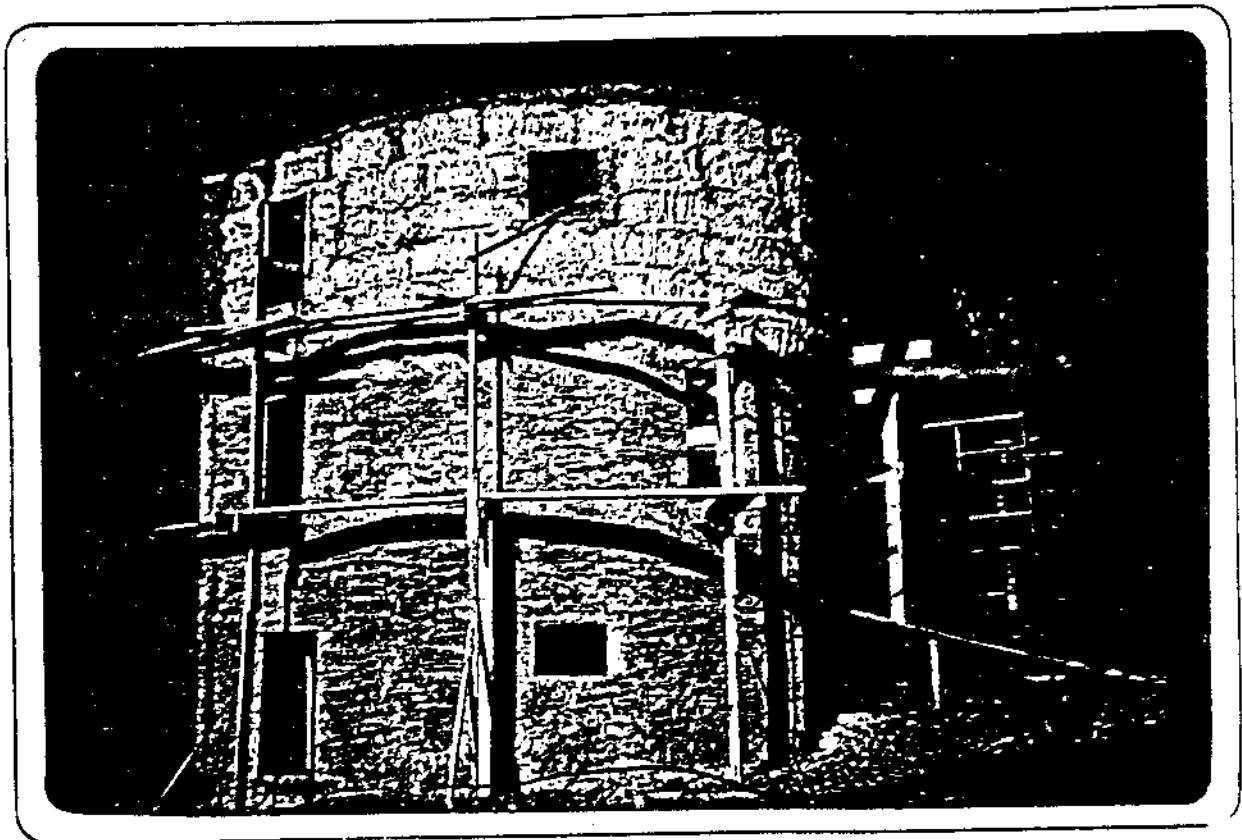
Au cours de la construction de cette maison, nous avons réglé un certain nombre de difficultés et mis à profit l'expérience acquise lors de la construction du rez-de-chaussée de la maison de Chelsea.

5. Plans de la maison et détails d'exécution des murs

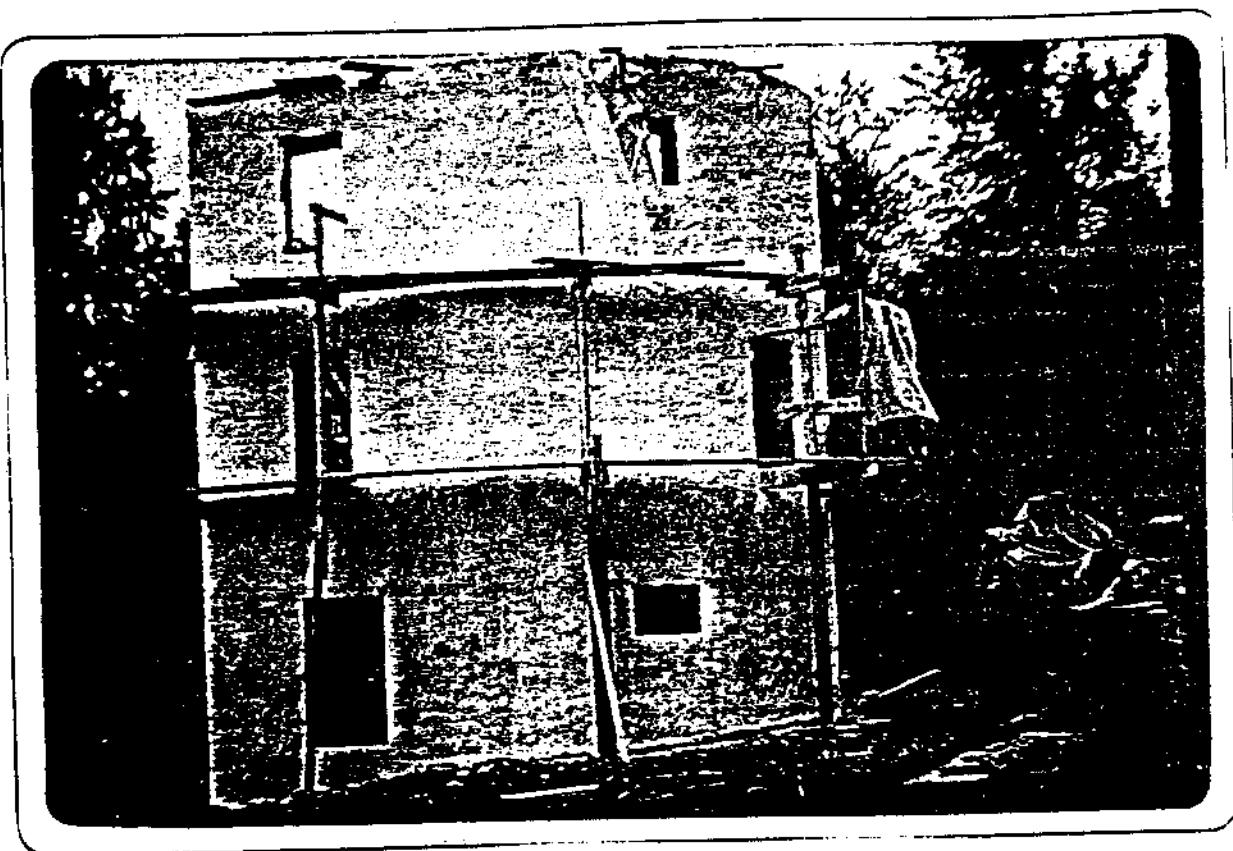
D.1 Mur est incurvé, dont le rez-de-chaussée et la moitié du sous-sol sont faits de ballots de paille et de mortier.



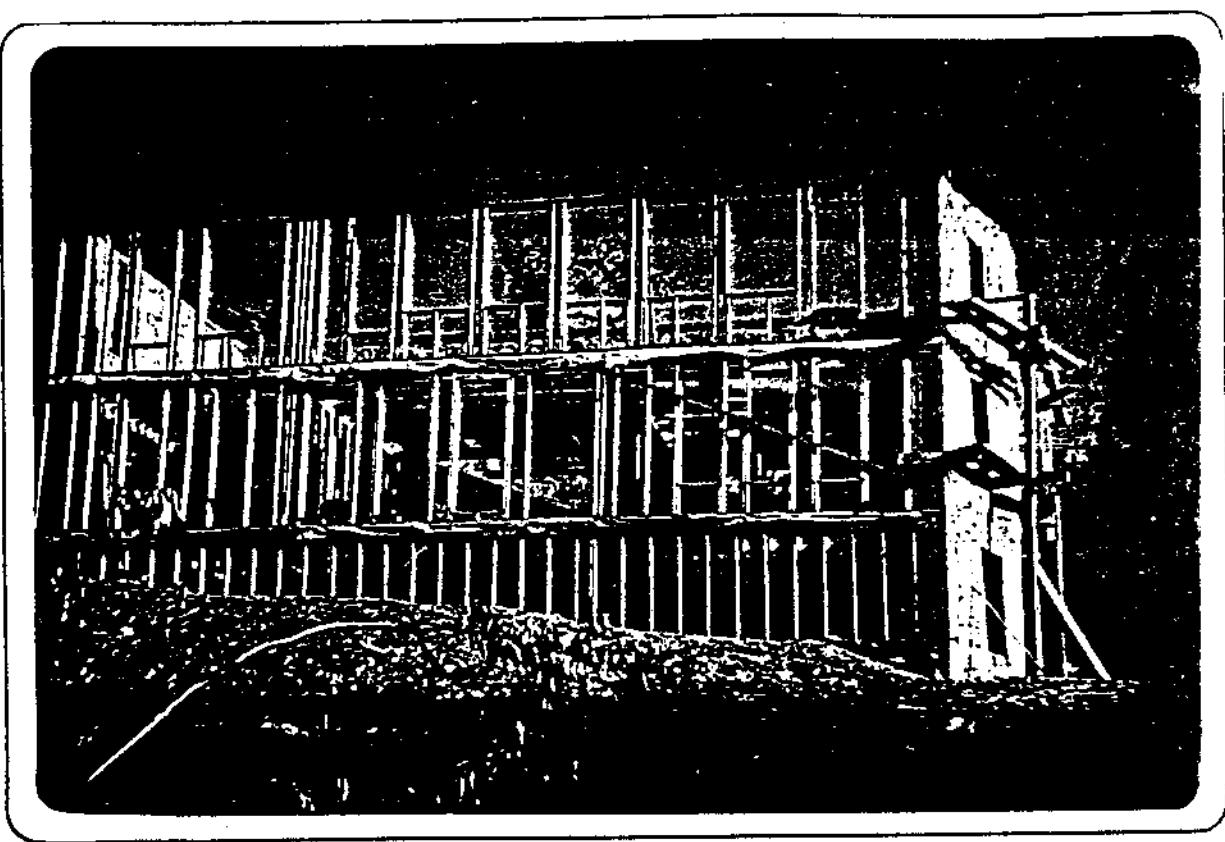
D.2 Même mur est, dont deux étages et demi sont faits de ballots de paille et de mortier.
La première couche de crépi est appliquée.



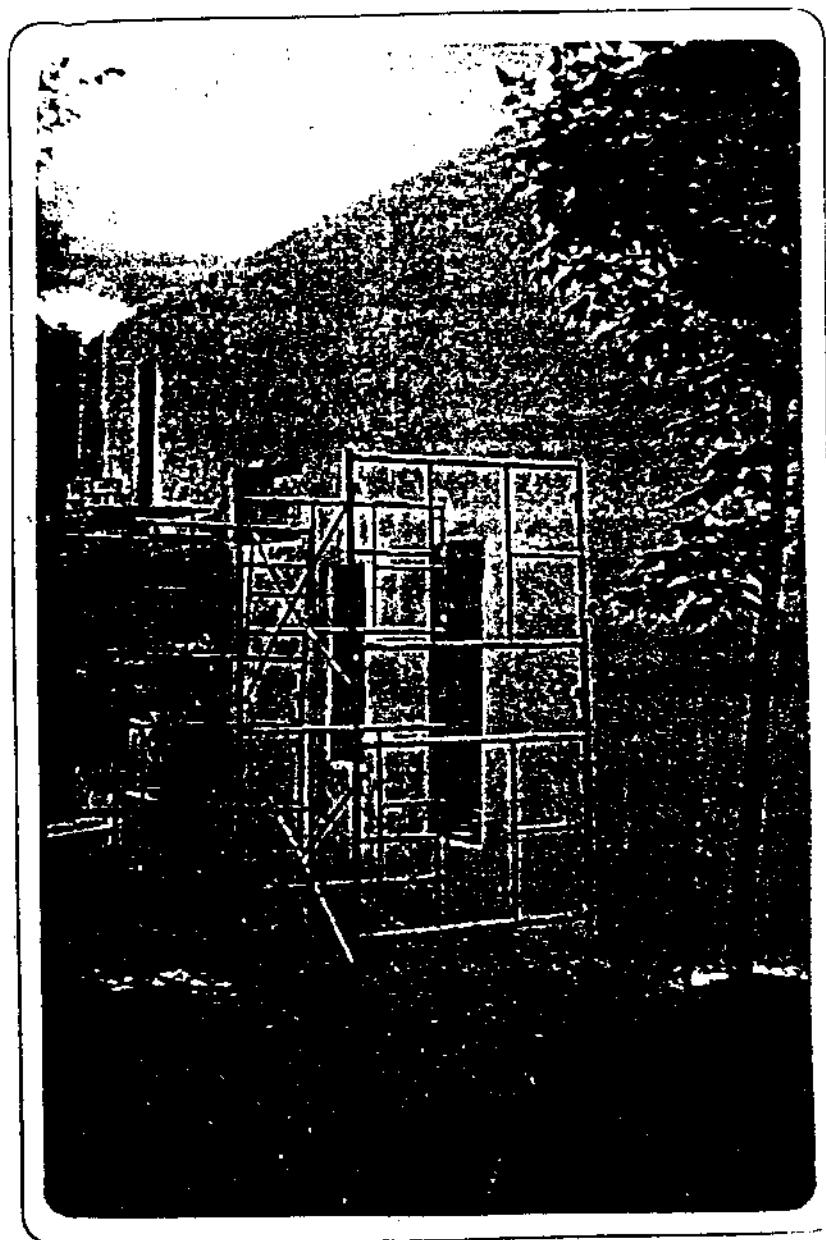
D.3 La surface a reçu la deuxième couche de crépi et une couche de peinture de lait de chaux.



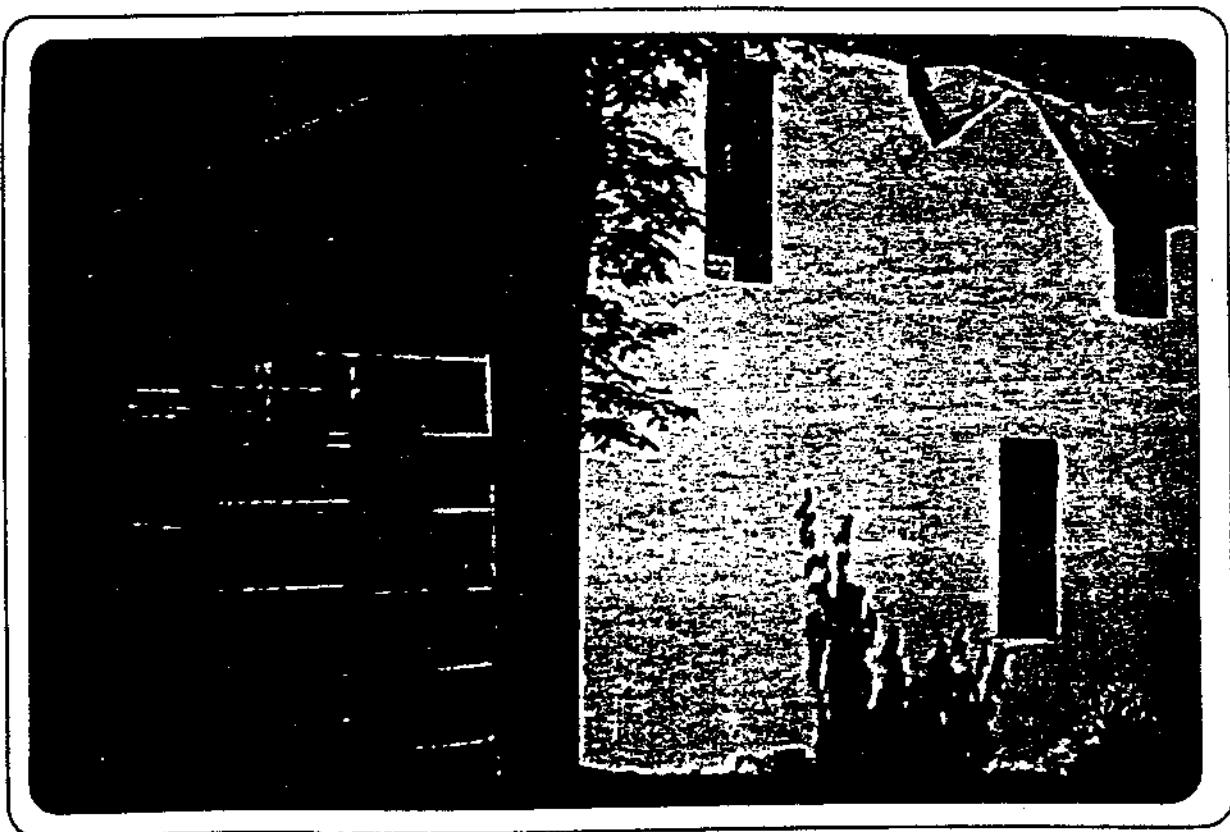
D.4 Ossature du mur sud qui sera presque entièrement vitré pour profiter de l'énergie solaire.



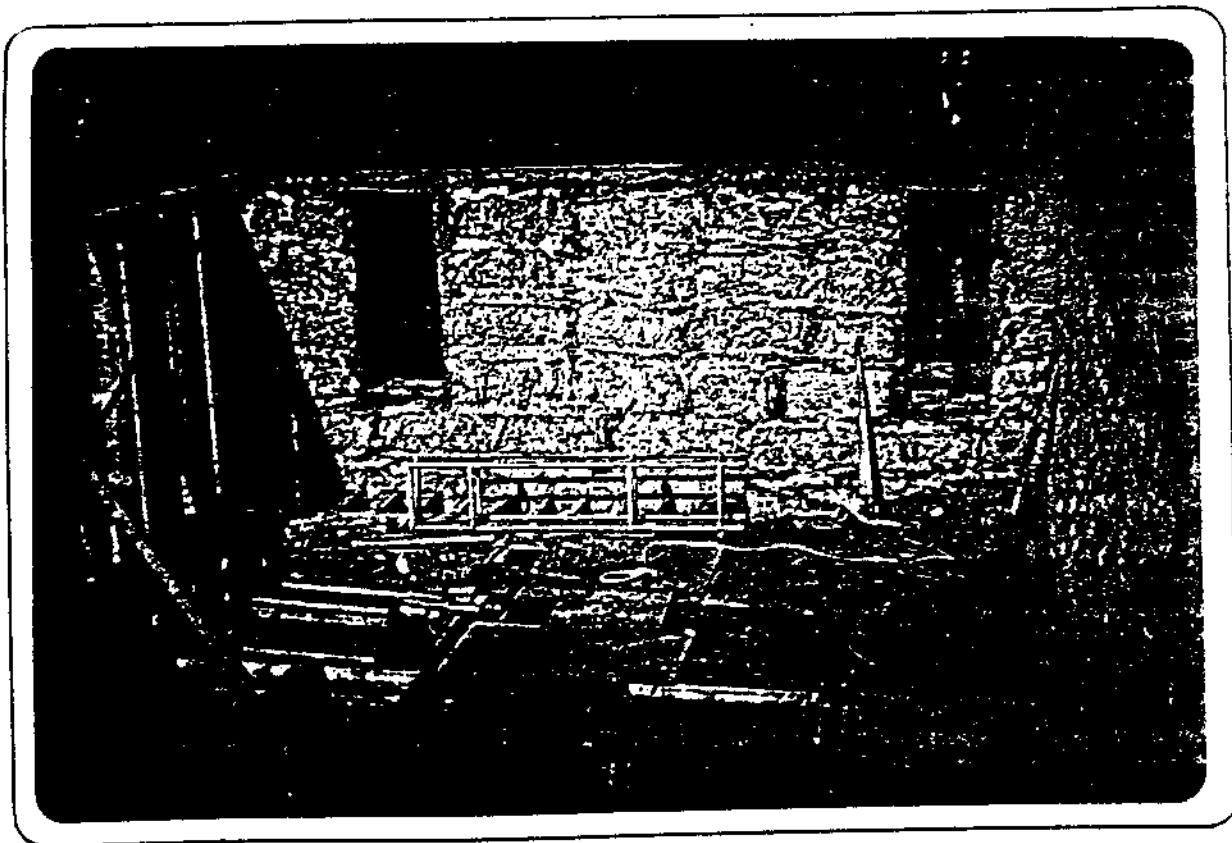
D.5 Mur nord comprenant peu d'ouvertures afin d'optimiser l'efficacité énergétique.



D.6 Mur ouest également construit de manière à optimiser l'efficacité énergétique.



D.7 Murs intérieurs enduits de la première couche de crépi.



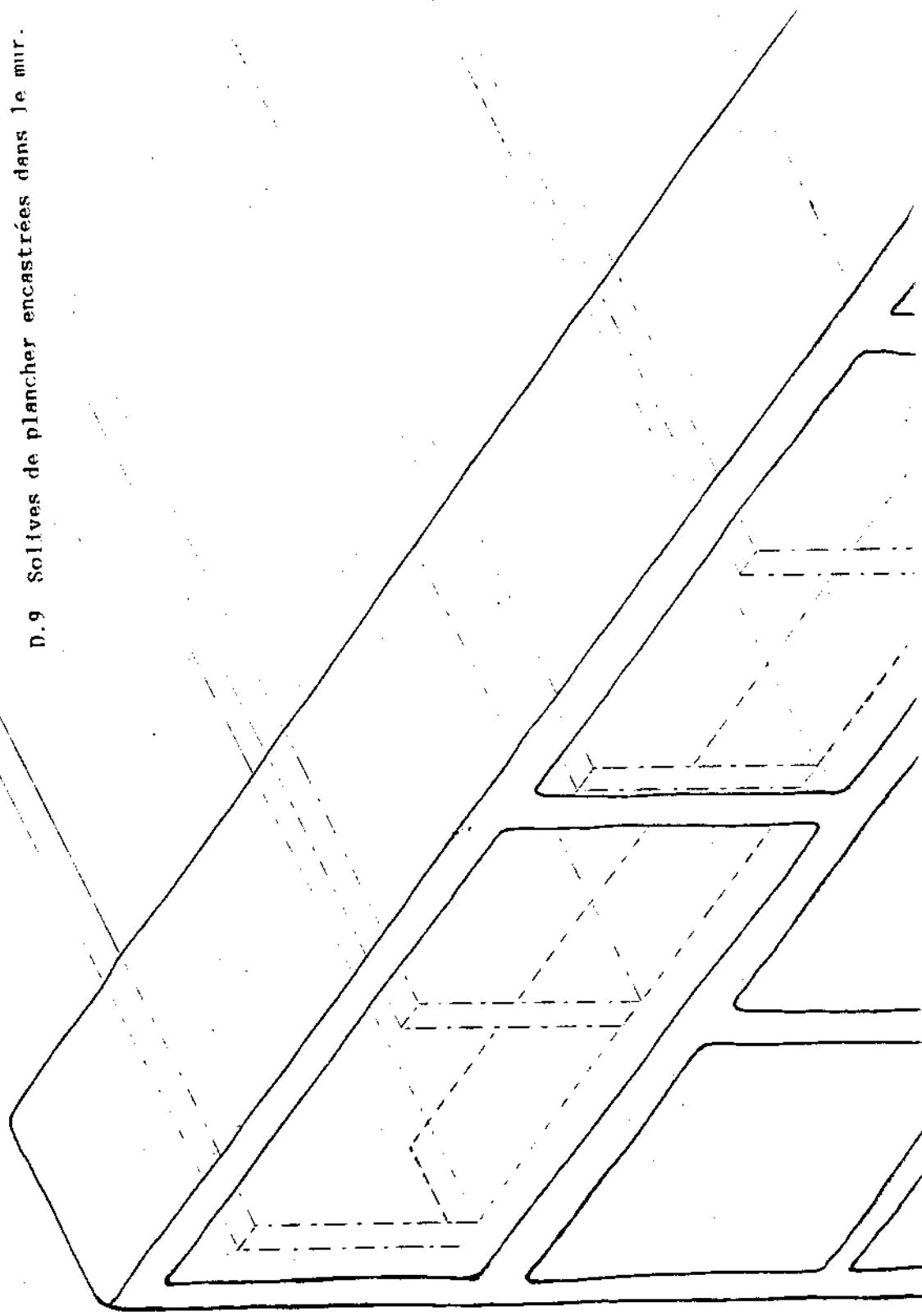
D.8 Poutre structurale en bois supportant les chevrons du toit plat. La poutre est soutenue par la structure du mur de paille et de mortier.

Les poutres supportant le plancher de l'étage reposent également sur la structure des murs de paille et de mortier.



D.9

D.9 Solives de plancher encastrées dans le mur.



E. CONCLUSIONS

1. Exemple pratique

Les deux maisons construites reflètent précisément le coût des matériaux et de la main-d'œuvre nécessaire.

Dans le cas de la maison du Lac Bernard, il est possible d'établir le prix des matériaux par unité de surface. Le mur de 130.8 m^2 (1408 pi^2) coûte 2 136.76 dollars, soit 17.71 dollars par mètre carré de surface murale (1.65 dollar/pi^2).

Quant à la maison de Chelsea, la construction de la structure du rez-de-chaussée a duré quatre jours. Les murs comptent 192 ballots, placés en moyenne à raison de 50 par jour. L'équipe de trois hommes a appliqué deux couches de mortier sur les parois intérieures et extérieures des murs, ainsi qu'une couche de peinture de lait de chaux, en six jours.

L'exemple suivant illustre mieux l'efficacité de cette technique; pour bâtir une maison de 120.77 m^2 (1300 pi^2), une équipe de trois hommes mettrait six jours à ériger la structure et huit jours à appliquer deux couches de mortier et une couche de peinture de lait de chaux sur les parois intérieures et extérieures des murs.

Le coût total des matériaux, y compris des revêtements de finition, s'élèverait à 2 200 dollars.

2. Réalisations techniques et progrès à venir

a) Coffrages

Pendant la construction de la maison de Chelsea, les coffrages d'angle ont fait l'objet d'améliorations, mais la principale réalisation réside dans les coffrages destinés aux joints de mortier horizontaux et verticaux.

Le coffrage vertical se compose de deux panneaux de contreplaqué de 350 mm^2 comprenant deux rangées de clous sur les côtés destinés à les maintenir en place sur les ballots avant de fixer l'étau. Malgré la rapidité acquise, l'opération était trop laborieuse. Un an plus tard, au Lac Bernard, j'ai mis au point un étau doté d'une plaque d'acier de 300 mm sur 350 mm qui s'installait en une seule opération. Cet outil s'est avéré très efficace, et le temps de réalisation d'un joint de mortier vertical s'en est trouvé réduit de moitié.

Le coffrage horizontal utilisé pour la maison de Chelsea, de 1 500 mm de longueur sur 500 mm de largeur, est constitué de planches de 20 mm sur 125 mm. Les quatre angles comportent des rails métalliques dotés d'un écrou coulissant à ailette ajustant l'épaisseur du joint de mortier. Ce genre de coffrage nous a également permis de procéder plus rapidement, mais le fait

d'avoir à régler le niveau des quatre angles rendait le travail trop ardu.

L'année suivante au Lac Bernard, je me suis servi d'un coffrage de mêmes dimensions, sauf que les côtés correspondant à la largeur du mur étaient de 60 mm de largeur plutôt que de 125 mm. Cette dimension équivaut à l'épaisseur minimale du joint. Nous avons placé des niveaux sur le coffrage en vue de l'ajuster en une seule opération.

Vous savez que notre rapidité s'est accrue considérablement avec le coffrage vertical, mais dans ce cas, le changement était spectaculaire; nous avons acquis une grande précision (l'écart de niveau du joint au pourtour n'était que d'un demi-pouce), et l'opération la plus lente est devenue la plus rapide.

b) Ballots modifiés

En plus des outils, les ballots constituent un des éléments les plus importants. Ils servent, comme les coffrages, de moules à la structure. La quantité de béton pour la structure et d'enduit pour les surfaces dépend de la régularité de leur forme.

J'ai employé toutes sortes de ballots mous et déformés pour la construction des maisons, mais ils ralentissent considérablement le travail.

Il y a deux ans, j'ai expliqué à la SCHL la possibilité de modifier une lieuse. Ce travail a eu lieu au printemps dernier. Il fallait réduire la largeur du ballot et faire en sorte que chaque extrémité soit bien coupée.

Pour ce faire, il s'agissait de faire passer la largeur du piston servant à comprimer la paille de 500 à 350 mm, et d'ajuster la chambre aux dimensions du piston à l'aide de plaques d'acier. Des couteaux supplémentaires ont été fixés au piston et à la chambre. Ensuite, une petite ouverture a été pratiquée dans la paroi recevant la paille injectée afin de rejeter les extrémités coupées.

Pendant les essais sur place, la lieuse modifiée s'est révélée extrêmement efficace. Les ballots étaient bien taillés et droits, et leurs extrémités les plus plates jamais obtenues avec de la paille. Un fermier de la localité ayant participé au travail s'étonnait de la qualité et de la régularité des ballots, très semblables à des blocs de construction.

Grâce à ces ballots bien taillés et plus étroits, nous construirons des structures plus uniformes aux murs droits et lisses. Les surfaces seront plus faciles à crépir à l'intérieur et à l'extérieur puisque l'extrémité repliée des ballots est éliminée. En effet, celle-ci s'enduisait difficilement de crépi parce que la paille était lâche.

La lieuse modifiée a été mise au point après l'achèvement de la construction des maisons, de sorte que nous n'avons pas pu nous servir des nouveaux ballots. Toutefois, d'après l'expérience acquise jusqu'ici, ce nouveau ballot peut réduire de moitié le coût de la construction, surtout à cause des économies réalisées en main-d'œuvre.

c) Crépi de béton projeté

La prochaine étape consistera à se servir de pompes à béton pour revêtir les murs. La même équipe de trois pourra en une seule opération se charger du crépissage; une personne se chargera de malaxer le mortier, une autre de le projeter sur les murs et la troisième de le lisser à l'aide d'une grande truelle.

3. Observations

Les rudiments de cette technique s'apprennent en quelques jours. Deux semaines de formation pratique suffisent à l'apprentissage des éléments plus complexes. C'est pourquoi cette technique convient bien aux groupes d'autoassistance disposant de ressources limitées. Elle convient également au logement de style architectural particulier, étant donné que sa structure de béton se prête à l'imagination du constructeur qui peut lui donner, par exemple, des formes droites, courbes ou arquées.

Les matériaux employés, faciles à obtenir et abondants, ne peuvent aucunement nuire à la santé des occupants. Ils permettent de construire une maison peu coûteuse de qualité élevée, qui pourrait résoudre dans une grande mesure les problèmes de logement à l'avenir.

Par conséquent, ce genre de construction mérite d'être sérieusement considéré.

Annexe 4

Particularités de la technique du GREB

Extraits du document :

**Synthèse des expérimentations
en architecture rurale
du Groupe de recherches écologiques
de la Batture (GREB)**

Patrick Déry, B. Sc., M. Sc.



Février 2004

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION..... | 3 |
| PRÉSENTATION DU GREB | 3 |
| NOTRE APPROCHE DE L'ARCHITECTURE RURALE | 4 |
| DE LA MAISON RURALE QUÉBÉCOISE À LA MAISON RURALE DE STYLE ALPIN | 4 |
| LA TECHNIQUE DU BALLOT DE PAILLE | 7 |
| PETIT HISTORIQUE DE L'ARCHITECTURE AU GREB | 8 |
| LA TECHNIQUE DE MAISONS EN PAILLE DÉVELOPPÉE PAR LE GREB..... | 9 |
| MURS ET ENVELOPPE | 11 |
| TOITS | 22 |
| OUVERTURES..... | 28 |
| ÉLÉMENTS INTÉRIEURS | 30 |
| <i>Électricité</i> | 30 |
| <i>Divisions</i> | 31 |
| <i>Planchers</i> | 32 |
| <i>Plomberie</i> | 33 |
| <i>Comptoirs et armoires</i> | 33 |
| L'ASPECT ÉNERGÉTIQUE | 34 |
| <i>Économie d'énergie et énergie grise</i> | 34 |
| <i>Chauffage de l'espace et de l'eau domestique</i> | 35 |
| <i>Électricité</i> | 35 |
| LES AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA CONSTRUCTION EN PAILLE | 37 |
| LES COÛTS DE LA CONSTRUCTION EN PAILLE | 38 |
| L'ASPECT SOCIAL DE L'AUTOCONSTRUCTION..... | 39 |
| AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE..... | 42 |
| CONCLUSION | 44 |
| RÉFÉRENCES..... | 45 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 47 |

Introduction

Paille, mortier et bois sont des matériaux simples. Leur amalgame donne un habitat sûr, durable et de qualité conçu pour tenir au chaud lors des longues journées d'hiver et au frais durant les chaudes périodes estivales. À la lecture de ce document, vous découvrirez le contexte qui a permis la mise au point de cette technique améliorée d'autoconstruction en ballots de paille. Vous trouverez aussi, ce qui constitue le cœur du document, toute la technique expliquée en détail et amplement illustrée de photographies, de dessins et de tableaux.

Le Groupe de Recherches Écologiques de la Batture (GREB) expérimente un mode de vie écologique en étudiant la problématique de l'habitat sous divers angles. Cette recherche a mené au développement d'une approche architecturale rurale adaptée au climat nordique, laquelle vous est présentée ici en synthèse. Cette approche est issue de questionnements multiples touchant bien sûr les coûts de construction mais surtout les aspects sociaux et énergétiques, et l'aménagement du territoire.

Présentation du GREB

Le Groupe de Recherches Écologiques de la Batture (GREB) est à l'origine de l'écohameau de La Baie, situé au confluent du fjord du Saguenay et de la baie des Ha! Ha!, à une dizaine de kilomètres du centre de l'arrondissement de La Baie, aux abords des limites de celui-ci. Fondé en 1990, il a comme vocation, dans un contexte rural et nordique, la recherche, l'éducation et l'expérimentation d'un mode de vie écologique.

Pour ce faire, il explore l'éventail des possibilités et du potentiel des écosystèmes locaux, tout en effectuant une synthèse des technologies adaptées et écologiques dans les domaines de l'habitat, de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt.

OBJECTIF : Rechercher, expérimenter et diffuser un mode de vie écologique adapté à notre milieu nordique qui assure un développement global et équitable tout en préservant et en enrichissant nos écosystèmes locaux.

L'expérience du GREB fut présentée lors du congrès international NIKAN sur les applications territoriales du développement durable tenu en septembre 1997 à Jonquière. De plus, le GREB a reçu le prix Initiative Énergétique du Forum énergie et de l'Agence de l'efficacité énergétique lors du gala de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Ville de La Baie et a été finaliste aux Mercuriades 2002 dans la catégorie PME « Efficacité Énergétique » pour le développement de maisons solaires en ballots de paille.

Le fonctionnement du GREB est basé d'une part sur l'indépendance des familles, d'autre part sur une gestion collective. En fait, la formule expérimentée ressemble à certains villages de nos campagnes mais dont la structure de représentation serait très proche des gens en raison de la petite taille du groupe.

Six maisons unifamiliales, propriétés des familles, sont construites au sein de l'écohameau. Conçues dans un souci d'intégration, elles permettent à des familles ou des

individus d'expérimenter concrètement, au quotidien, un mode de vie écologique. Outre les maisons qui composent le hameau, les bâtiments suivants seront progressivement mis en place : un bâtiment d'accueil comprenant une salle communautaire, une salle audiovisuelle, une bibliothèque et un centre de documentation, une grange-étable, une grange-entrepôt, des ateliers et des installations écologiques diverses.

De plus, s'inscrivant dans les objectifs du GREB, une ferme maraîchère et ovine certifiée biologique, Les Vallons de Chambreule, y effectue ses opérations agricoles depuis 1997. Entretenant et mettant à profit les terres du GREB, la ferme Les Vallons de Chambreule. Une bergerie et d'autres bâtiments agricoles ont aussi été mis en place par la coopérative, dont certains membres du GREB et de l'écohameau font partie. Une petite famille parvient vivre partiellement des revenus de la ferme

Notre approche de l'architecture rurale

À partir d'une étude des fonctions nécessaires à l'habitation dans le cadre d'un mode de vie rural et agricole tel que nous voulons le pratiquer, puis considérant notre climat au Saguenay—Lac-Saint-Jean, nous en sommes venus à certaines conclusions au plan architectural. Cela nous a amené à développer la technique de construction de maison en ballots de paille à double ossature de bois, de style alpin, bioclimatique et chauffée au bois.

Au départ, un préjugé favorable existait envers la maison rurale de style québécois. Or, les observations, expériences et lectures, ont amené à s'éloigner graduellement de ce style pour aboutir à une maison rurale de style alpin tout y intégrant plusieurs aspects de la maison québécoise.

De la maison rurale québécoise à la maison rurale de style alpin

La fonction qui doit imposer le style à la maison et non le contraire. De plus, ceci doit se faire en conservant l'idée de l'harmonisation au milieu bâti et au milieu naturel (voir section sur l'aménagement).

Dans notre cas, le mode de vie rural et agricole impose des fonctions différentes d'un mode de vie urbain. En intégrant, dans la conception de la maison, toutes les caractéristiques nécessaires au mode de vie de ses habitants, nous avons trouvé qu'un style alpin semble plus adapté à nos conditions nordiques. Voici quelques caractéristiques du type de maisons que nous avons conçues.

- 1- Une forme adaptée au condition climatique.** De la forme rectangulaire plus ou moins allongée de la maison normande, on comprendra que la maison québécoise se soit progressivement approchée de la forme carrée, plus adaptée au froid pour deux raisons. La première concerne la surface moindre de murs en contact avec l'extérieur par rapport à la superficie habitable. La deuxième raison est relative à la plus grande facilité de répartition de la chaleur à partir d'une unité centrale de chauffage. De plus, un toit constitué de 2 versants, sans lucarne, simplifie la construction et évite ainsi bien des fuites d'eau. La pente idéale de ce toit, environ 30 degrés, permet aussi

l'écoulement rapide des eaux de pluie, retient la neige et permet la pose du bardage et une maintenance facile de ces derniers.

- 2- **Une entrée ou tambour.** Celui-ci protège du vent et du froid tout en servant de rangement et de zone tampon pour freiner l'intrusion de la saleté et la poussière, plus abondantes en campagne qu'en ville.
- 3- **Un chauffage qui est efficace et met en valeur les ressources locales.** Les russes et les scandinaves avaient inventé le poêle de masse radiant depuis longtemps. Perfectionné au dix-neuvième et au vingtième siècle, il reste encore aujourd'hui la technique de chauffage au bois la plus efficace et la moins polluante connue. Nos ancêtres français étaient d'excellents bâtisseurs de cathédrales mais n'étaient pas des spécialistes du froid comme l'étaient les scandinaves...
- 4- **Des débordements de toit importants.** Il importe de comprendre qu'au Québec, les hivers froids suivent des automnes humides, ce qui met à rude épreuve les matériaux. Les débordements de toit importants de l'architecture alpine apparaissent nettement avantageux à cet égard en participant à la protection des murs et du drainage.
- 5- **Un grenier sec de grande superficie.** La maison alpine est aussi fort bien adaptée au milieu rural où la présence d'un grenier sec est indispensable (séchage, entreposage de grain, rangement...). Les combles n'étant pas habités, ils simplifient l'isolation du plafond et la ventilation de l'entretoit, toujours sensible à la condensation. Les toitures de bardage de bois gagnent en durabilité. Nous croyons qu'il est alors plus aisés de prévoir un seul accès au grenier par l'extérieur comme c'était le cas traditionnellement, afin d'éviter les ouvertures dans le plafond, toujours difficiles à refermer hermétiquement. De plus, un grenier non habité permet l'usage optimal de la sciure, de la planure ou de la cellulose comme isolant, ce qui est très économique et écologique.
- 6- **Un espace intermédiaire (zone tampon) entre intérieur et l'extérieur.** Une agréable et pratique galerie protégée par les débordements du toits et qui se déploie tout autour de l'étage permet, en plus de protéger les murs des intempéries et de prolonger l'espace intérieur, différents usages comme le séchage naturel des vêtements (protégés de la pluie par les débordements du toit) ou la contemplation du paysage.
- 7- **Un hangar à bois pour le bois-énergie.** Les balcons permettent le rangement du bois de chauffage en dessous en servant à toutes fins pratiques de « shed à bois »¹.
- 8- **L'utilisation de l'énergie solaire.** En orientant au sud une des façades qui présente les pignons, elle offre une surface exposée dont on peut tirer parti, grâce à une fenestration adéquate, pour fournir un ensoleillement maximal en hiver. Intéressant

¹ La maison alpine traditionnelle rassemblait toutes les fonctions nécessaires à la vie hivernale en un seul bâtiment : résidence, grange, étable, atelier, « ched à bois », contrairement au Québec où on assistait à une multiplication des bâtiments qui s'expliquait en bonne partie par la volonté de diminuer les pertes en cas d'incendie.

en termes d'économie de chauffage, cela ajoute aussi au confort en permettant une très bonne luminosité. Pour ce qui est de la protection contre la chaleur en été, la galerie de l'étage offre un ombrage approprié, pourvu que sa dimension soit calculée en fonction de la position du soleil selon la latitude où l'on se trouve. Même chose pour la galerie d'accès au grenier qui joue le même rôle pour l'étage. De plus, les versants du toit sont orientés est-ouest, ce qui permet une exposition plus uniforme des bardeaux aux éléments (soleil surtout) et leur permet de sécher plus uniformément ce qui en augmente la longévité.

- 9- **Une isolation efficace et écologique.** Traditionnellement, l'isolation à la sciure était une technique intéressante mais pas toujours bien maîtrisée. Elle reste pertinente aujourd'hui et présente des avantages sur la laine de verre. Le seuil d'absorption de l'humidité (seuil de saturation sous lequel le matériau perd sa capacité isolante et se détériore) étant élevé dans le bois, elle permet de se passer de pare-vapeur. La laine de verre perd rapidement sa capacité isolante en présence d'humidité. On peut presque dire que la découverte du pare-vapeur s'est faite au cours de ce siècle au moment de la mode des recouvrements de papier d'asphalte *simili-brique* appliqués à l'extérieur des murs. Les murs des maisons isolées à la ripe étant transformés en chambres de condensation, beaucoup des maisons de cette époque se sont dégradées pour cause de pourrissement². La nécessité de rendre étanche l'intérieur des murs semble être dictée par l'usage de la laine de verre et ce, à mesure que le facteur d'isolation augmente. L'histoire du pare-vapeur serait alors liée à celle de la laine de verre, matériau capricieux dont l'association avec le premier est à l'origine des problèmes de ventilation des maisons contemporaines. L'air vicié dans les maisons étanches impose l'installation d'échangeurs d'air dont l'efficacité dépend du bon entretien des filtres, faute de quoi la solution participe au problème en entraînant une contamination de l'air, variable selon les cas. Comme la sciure, la paille est constituée de cellulose et présente les mêmes forces et faiblesses. C'est le type d'isolation que nous avons choisi. Nous en reparlerons plus dans la section suivante.
- 10- **Des fondations solides, économiques et écologiques.** Les maisons anciennes ont souffert de lacunes importantes en ce qui concerne les fondations, celles-ci ont souvent compromis leur durabilité. Les avancées en ce sens ont dû attendre l'arrivée du béton et de la machinerie appropriée pour la mettre hors de la portée du gel, tout en ne solutionnant pas tous les problèmes au regard des principes de bio-climatique³.

² « Une brève analyse des premières constructions isolées à la ripe nous fera comprendre l'origine de ces inconvénients. Ces maisons étaient construites tout en bois : murs intérieurs et extérieurs en planche, parfois doublés, séparés de la ripe par un papier de construction (souvent du papier journal). On n'utilisait aucun coupe-vapeur, le bois était soit laissé au naturel, traité à l'huile ou chaulé. Les problèmes de pourriture sont apparus à partir du moment où on a commencé à rajeunir l'allure grisonnante des surfaces extérieures. Tôle embossée, papier d'asphalte simili-brique, tuiles d'amiante, peintures imperméables, il n'en fallait pas plus pour bloquer systématiquement la respiration du mur qui jusque-là laissait la vapeur d'eau circuler librement d'un côté à l'autre sans problème. La condensation qui en résultait favorisait la pourriture de l'isolant. Les maisons dont les murs étaient également peints à l'intérieur n'ont jamais connu de problème de condensation et l'isolant est resté intact et tout aussi efficace qu'au moment de sa pose, il y a 50 ou 60 ans, ce qu'il est toujours possible de vérifier dans ces constructions qui subsistent ». Réf. 6, p. 62.

³ « Il nous semble que l'architecture domestique québécoise contemporaine qui se veut moderne, fonctionnelle et sociale, devrait s'ingénier à mettre au point des techniques de constructions où le coûteux

Nous avons opté, dans la plupart des cas, pour une fondation en surface et non un solage conventionnel.

La technique du ballot de paille

Les premières maisons de ballots de paille datent du siècle dernier avec l'apparition des premières « balleuses » pour le foin et la paille alors que les colons de l'Ouest cherchaient un moyen économique et rapide d'ériger des abris temporaires. Les ballots de paille étaient alors laissés à nu, l'abri pouvait être détruit après la construction de la maison « officielle ». Quelqu'un eût un jour l'idée de recouvrir la paille d'un mortier, réunissant, peut-être sans le savoir, une masse thermique appréciable et une isolation sans pareille (coefficients d'environ R45, soit plus de deux fois la norme actuelle au Québec). Ce fut la naissance de la première maison de ballots de paille dans les Sand Hills, dans l'État du Nebraska, aux États-Unis. D'après Roger Welsch, le premier bâtiment dont on a gardé la trace écrite fut une école de rang à Bayard en 1886 ou 1887. La plus vieille maison encore en usage date de 1900 à 1914. Des réparations ont eu lieu récemment et montrent des ballots de paille encore en très bon état⁴.

La maison de ballot de paille est aujourd'hui beaucoup plus répandue aux États-Unis qu'elle ne l'est au Québec. Elle a été l'objet d'améliorations pour constituer ce qu'il est convenu d'appeler la technique Nebraska. Ne bénéficiant d'aucune ossature, elle reste néanmoins rudimentaire. Les ballots de paille étant porteurs, les murs ne peuvent supporter un étage. La toiture doit être légère. Elle contraint à une forme de maison qui convient somme toutes aux régions chaudes et sèches mais qui est peu adaptée aux climats froids et humides. Ceux-ci exigent la présence d'étages ainsi que de toitures plus lourdes et plus abruptes. Elles doivent aussi résister à des variations climatiques très importantes avec les problèmes d'humidité et de condensation que cela suppose.

C'est à quelques architectes que nous devons le regain d'intérêt pour cette technique. Louis Gagné de l'Outaouais l'a affranchie de beaucoup de ses contraintes en insérant les

solage de béton deviendraient inutiles. Il nous a toujours semblé incompréhensible qu'on construise des modèles de maisons où le Québécois se terre comme une marmotte quand nous occupons un pays à dimension de géant, plein d'espaces vides. On pourrait par contre aussi construire en hauteur et non plus en profondeur et ainsi bénéficier de cette lumière, de ce soleil dont nous avons tant besoin et qu'on doit chercher ailleurs, l'hiver.

Cette occupation du sous-sol va nettement à l'encontre des grands principes qui ont prévalu à la mise au point des bungalows et des maisons à niveaux décalés, à l'encontre aussi des améliorations des modes de chauffage : on veut davantage communier par de grandes baies à l'environnement naturel, donner l'impression que les pièces se prolongent dans le décor extérieur.

Nous avons repris des modèles de maisons des pays chauds qui visaient ces objectifs, mais on a peu pensé à les adapter à notre climat. La Floride ou la Californie, entre autres, n'ont pas besoin de fondations profondes et de sous-sol et la fin des habitats, bien ouverts sur l'extérieur, est toujours respectée.

Il faudrait sortir les Québécois « du trou ». Une maison sur pilotis de béton ou élevée sur des fondations de deux pieds de profondeur, réchauffées par un système quelconque pour éviter l'action du gel, manifesterait vraiment d'un souci particulier pour l'homme qui habite ces lieux. Il s'agit en fait, de mettre au point des méthodes peu coûteuses et efficaces pour réaliser cet objectif ». LESSARD, Michel, *Encyclopédie de la maison québécoise, 3 siècles d'habitations*, Éditions de l'Homme, Montréal, 1972, p.473.

⁴ Pour plus d'informations, consulter : Réf. 7, p. 3 - 4.

ballots dans une sorte d’alvéole de béton servant d’ossature. Il rendait possible l’ération d’étages multiples tout en offrant une plasticité étonnante. Depuis vingt ans, ses maisons ont passé l’épreuve du temps.

D’autres, comme Michel Bergeron et François Tanguay apportèrent une contribution précieuse en adaptant la technique à la charpente de bois, dans une perspective d’autoconstruction. Le premier bâtiment public en ballots de paille du Québec, « *l’Auberge à la croisée des chemins* », situé dans les Laurentides, fut construit en 1996. D’une dimension de 5 000 pieds carrés, il a été conçu sur le modèle des anciennes maisons seigneuriales. La première maison urbaine en paille du Canada a été construite par Mme Julia Bourke en 1999 en plein centre-ville de Montréal.

Petit historique de l’architecture au GREB

Notre réflexion sur l’architecture, qui a débuté avec la visite d’un grand nombre d’habitations écologiques au Québec, aux États-Unis, en Europe et en Inde, et par la lecture d’un grand nombre d’ouvrages sur les méthodes de construction alternatives et conventionnelles, s’est enrichie par des expérimentations sur le terrain à partir de 1995 et par la participation à des chantiers de maisons plus ou moins conventionnelles. Voici les grandes lignes du cheminement du projet au niveau de la construction.

1990 : Fondation du Groupe de Recherches Écologiques de la Batture (GREB). Création, avec la municipalité de ville de La Baie, d’une zone soumise à un plan d’aménagement d’ensemble dans la révision du plan d’urbanisme.

1993 : Acceptation du projet par la municipalité de La Baie et par la CPTAQ (Commission de Protection des Terres Agricoles du Québec) permettant la construction de 6 résidences rurales et un centre d’accueil sur la même terre agricole.

1995 : Début de la construction d’une première maisonnette expérimentale en ballots de paille (285 pieds carrés au sol).

1996 : Première maisonnette terminée et début de l’habitation permanente par Patrick Dery.

1997 : Construction de la deuxième maisonnette expérimentale et habitation par Martin Simard et Marie-Ève Dery.

1999 : Acceptation, par la municipalité, du plan d’aménagement d’ensemble, création de la zone 97, modification du règlement de zonage, création d’un Plan d’Intégration et d’Implantation Architecturale (PIIA) et modification des règlements régissant le code du bâtiment. Création, à l’interne du GREB, d’un règlement d’urbanisme régissant la construction sur le site et poussant plus loin l’intégration et l’harmonisation des constructions que ne le font les règlements d’urbanisme de la municipalité.

2000 : Construction des deux premières maisons unifamiliales.

2001 : Construction de deux maisons unifamiliales.

2003 : Modification du plan d'aménagement d'ensemble et amendements au zonage de la zone 97 pour y intégrer la construction de bâtiments agricoles. Construction de la cinquième maison en ballots de paille sur le site. Construction de la grange-étable.

La technique de maisons en paille développée par le GREB

La technique que nous avons développée jusqu'ici, et qui sera détaillée plus loin, présente certaines caractéristiques particulières.

- 1- Elle utilise beaucoup de bois. Pour certains, la maison en paille est intéressante car elle permet de diminuer l'utilisation du bois dans la construction. Dans notre technique ce n'est pas le cas car nous avons substitué des matériaux énergivores (béton, panneaux de gypse, métaux...) par le bois qui l'est beaucoup moins. Le bois est un matériau courant et disponible dans notre coin de pays. Il peut facilement être géré de façon durable. C'est aussi un matériau traditionnel pour la construction au Québec ce qui permet d'obtenir plus facilement le permis de construction et de trouver des travailleurs compétents lorsque nécessaire. Notre technique n'est donc pas adaptée à des endroits où le bois est une denrée rare comme dans les Prairies de l'Ouest. L'utilisation du bois offre des possibilités de rénovation ou de réparation plus aisée. Il emmagasine le dioxyde de carbone de l'atmosphère (fixateur de carbone)⁵. Il permet la construction de bâtiments à plusieurs étages. Il facilite la pose de la paille et le coulage du mortier parce qu'il offre la protection d'un toit au-dessus du chantier (charpente terminée avant le coulage voir #2). Il offre une solidité très grande des murs et il facilite l'installation des ouvertures. De plus, le bois est fort en compression et en flexion. Toutefois, le crépis ne colle pas sur le bois ce qui nécessite un treillis métallique sur ce dernier.
- 2- Les murs sont constitués d'une double ossature de 2x4. Ceci permet une installation des ballots plus facile, plus rapide et plus sécuritaire par rapport à la pluie (chaque ballot est recouvert au fur et à mesure que le mur « monte » et un toit protège l'ensemble du chantier). De plus, un fond de clouage est présent à tous les 2 pieds (si on ne veut pas visser ou clouer dans le mortier léger) qui rend possible diverses finitions (crépis, bois, gypse...).
- 3- Technique par « coulage » dans des coffrages fixés sur les 2x4 de la charpente et utilisant un mortier léger à base de chaux et de sciure de bois (bran de scie) pour une meilleure perméabilité (transfert d'humidité). Après la prise du mortier, il y a contreventement intégral de toute la charpente, les 2x4 sont entourés par le mortier, la paille, le crépis et retenu par des clous entre les 2x4 et le mortier et des tirants de métal entre les 2x4 intérieurs et les 2x4 extérieurs.

La technique que nous avons développée est facilement autoconstruite à cause de la relative simplicité de la technique. Les maisons que nous avons réalisées sont toutefois

⁵ Réf. 8.

beaucoup plus complexes que les maisons conventionnelles, non à cause de la technique mais à cause du style et de toutes les fonctions (deux étages de balcons protégés dont un tout autour de la maison, structure en tenons et mortaises...). Le travail sur le chantier peut se faire pendant les jours de pluie car la paille et les murs sont protégés par le toit qui est installé au début du chantier durant la phase de charpenterie. Cette technique permet aussi au chantier de pouvoir s'étendre sur une longue période (2 à 3 ans) s'il est impossible de faire autrement..

La plupart des maisons en ballots de paille sont écologiques parce qu'elles utilisent des matériaux contenant peu d'énergie grise⁶, elles génèrent peu de déchets pendant la construction et la plupart des déchets sont utilisés à d'autres fins (paille, sable, chaux et sciure pour le jardin, reste de bois de construction pour le chauffage...). Ces maisons sont écologiques aussi car à la fin de la durée de vie utile de la maison (+100ans!), l'ensemble des matériaux sont, de la même façon que pour les déchets de construction, facilement réutilisables à d'autres fins. On pourrait même dire qu'elles sont biodégradables car laissées à elles-mêmes pendant des décennies, elles finiront par s'écrouler et se décomposer en grande partie.

Une autre caractéristique des maisons en ballots de paille est leur importante inertie thermique que l'on appelle parfois masse thermique. L'inertie thermique est la résistance qu'oppose un matériau au changement de température. Plus la quantité du matériau est importante, plus le changement de température sera lent. Dans la pratique, ceci veut dire par exemple que du béton porté à une température de 25 °C, si la température de l'air ambiant chute à -10 °C, émettra de la chaleur pendant un certains temps avant d'atteindre cette température. Si cette basse température ne dure que peu de temps, le béton n'aura alors perdu que peu de chaleur tout en ayant procuré à son entourage proche, une température supérieure à la température ambiante via le rayonnement infrarouge. Par contre, l'inverse est aussi vrai, le béton est dur à réchauffer. Il faut donc maintenir la température de la masse thermique dans la zone de confort.

Dans les maisons de paille, l'inertie thermique permet de maintenir une température confortable autant en hiver qu'en été. Elle permet aussi des économies d'énergie de plus de 10% en hiver⁷.

Nous pouvons aussi classer l'inertie thermique en deux niveaux. Le premier, que nous venons de parler, est constitué par de la maçonnerie soumise à la température ambiante (~20 à 25°C). Elle accumule une partie de la chaleur l'hiver et de la fraîcheur l'été et permet l'atténuation des variations de température. Le deuxième est constitué de maçonnerie soumise à des températures plus élevées que la température ambiante. Que ce soit par des planchers chauffants et/ou un foyer radiant, cette chaleur accumulée se disperse tranquillement dans le bâtiment via des radiations infrarouges (chauffage radiant). Cette masse thermique chaude maintient une température stable et confortable malgré des variations rapides de la température extérieure. Il faut alimenter cette masse en énergie (bois, électricité...) pour qu'elle se maintienne à une température relativement constante. Le moyen utilisé pour chauffer l'espace habitable est le maintien de la

⁶ Énergie employée lors de la fabrication et du transport des matériaux.

⁷ Réf. 9.

température de la masse thermique et non un chauffage direct de l'air comme avec un chauffage à convection.

Murs et enveloppe

Au GREB, nous avons opté dès le départ pour la charpente de bois. Nos maisonnettes expérimentales furent érigées selon cette approche. Nous voulions éliminer l'usage du béton. D'abord parce que ce matériau étant peu poreux, il réduit les échanges gazeux (le béton est pare-vapeur (Type II) à partir d'une épaisseur de 4 pouces).

L'expérience de nos deux maisonnettes nous confirme qu'il ne peut exister d'infiltrations si les débordements de toit sont suffisants⁸ et si le revêtement extérieur est adéquat. Pas plus, d'ailleurs, que les doubles vitrages ne causent de condensation en raison de l'épaisseur des murs, ce qu'on aurait pu supposer, et même si les fenêtres sont posées du côté froid du mur (côté extérieur). La paille étant composée de la même substance que le bois, la cellulose, les risques rencontrés avec la paille sont en fait les mêmes qu'avec le bois, et les solutions, identiques⁹. En ce sens, on peut juger la technique de Louis Gagné acceptable, même avec l'usage du béton, à condition que l'architecture convienne à un climat humide, comme c'est le cas avec le style alpin.

Mais il y a d'autres désavantages au béton. Il est énergivore à produire, et uniquement avec des combustibles fossiles. Il est assez coûteux. Il est lourd à manipuler, ce qui est particulièrement pénible en autoconstruction. Il exige des coffrages importants et coûteux lorsqu'on ne les utilise qu'une fois.

Cela nous conduit à penser que la technique de paille et béton est plus propice à une production commerciale dans laquelle les investissements en coffrages et matériel divers se justifient par le nombre à construire. Dans ce cas, elle pourrait aussi présenter l'avantage d'une rapidité de construction plus grande.

En autoconstruction, le mortier léger à base de sciure est plus intéressant à manipuler. Il est moins coûteux et peut se couler par petites sections dans des coffrages rudimentaires. Le mortier ne peut évidemment être porteur et suppose une ossature de bois. Il est plus poreux que le béton parce qu'il contient de la chaux aérienne et de la sciure¹⁰. Par contre, une ossature simple en bois pose certains problèmes de disposition des ballots qui doivent être coupés afin d'être insérés dans les dernières rangées au haut des murs ou dans les

⁸ « ...différences clés entre les bâtiments à problèmes et les bâtiments de référence [...]L'absence de débord de toit au-dessus des murs favorise les dommages causés par l'humidité. Le débord de toit des bâtiments de référence était beaucoup plus grand que celui des bâtiments à problèmes. », Réf. 10

⁹ « Les relevés d'humidité ont eu lieu il y a environ trois ans [1993]. L'humidité relative se situait en moyenne à 13 p. 100, teneur très faible pour un mur puisque l'humidité dans une maison voisine les 35 p. 100. L'hiver dernier, la SCHL a encore vérifié la teneur en humidité des murs. Elle a fait installer des sondes dans le mur nord-ouest, le murs est et la salle de bain. Sur les neuf sondes, seulement deux, placées au bas vis-à-vis la semelle, ont enregistré la présence d'humidité, soit 11 et 8 p. 100. Ces tests, effectués à intervalle de trois ans, démontrent clairement la tendance des murs à s'assécher et à rester secs. », Réf. 11, p.6

¹⁰ Réf. 12

coins. La fixation des coffrages est rendue difficile par la « disparition » de la charpente de bois à l'intérieur des ballots.

Dans les constructions que nous avons réalisées jusqu'à ce jour, toutes avaient une charpente de bois. La première, débutée en 1995, comportait des poteaux de 3 par 6 brut espacés d'environ 32 pouces entre les 2 côtés intérieurs afin d'y insérer des ballots de paille. Les poteaux se situaient au centre du mur ainsi formé. Les ballots étaient tous installés et on installa une broche à poule sur l'ensemble. On recouvrira ensuite d'un crépis de ciment mince sur la moitié inférieure des murs extérieurs (pour protéger de la pluie d'automne). En 1996, on repris les travaux en essayant de couler un mortier à base de bois (60% de sciure en volume) sur les murs intérieurs et extérieurs afin d'augmenter la porosité à la vapeur d'eau. La construction des coffrages nécessita beaucoup de travail à cause du manque de fond de clouage et surtout à cause de la présence des ballots sur l'ensemble de la hauteur des murs. En 1997, nous avons, pour la première fois, expérimentés la technique à double ossature sur une deuxième maisonnette. Pour éviter de nombreuses manipulations, Patrick Déry et Martin Simard ont conçu et mis au point la technique de la double ossature légère de 2x4. Tout en permettant aux ballots de coulisser librement à l'intérieur de la charpente, la double ossature permet une fixation aisée des coffrages sur les montants de bois. Le temps d'exécution s'en trouve réduit d'une façon très appréciable. La charpente double offre aussi de nombreux renforcements sur les lignes de force, notamment au lieu d'ancrage des fermes de toits qui bénéficient de deux points d'attache sur chaque mur.

À cette amélioration de la technique, le mortier léger mis au point en 1996 a été amélioré par la diminution de la quantité de sciure de bois de 60% à 40% en volume dans le but d'avoir la possibilité de visser et clouer dans le mortier. Grâce à l'ajout de cette sciure de bois au mélange humide, une augmentation très appréciable de la facilité de manipulation se produit, une plus grande porosité à la vapeur d'eau (assèchement de la paille), de même qu'une réduction des coûts. La fixation des coffrages se fait aussi plus aisément, ayant à supporter un poids plus faible. Si ces mortiers étaient déjà connus pour un usage à l'intérieur, nous ne connaissions pas leur comportement en application à l'extérieur. Ils ont passé l'épreuve de huit hivers dont trois particulièrement rudes, sans qu'aucune détérioration ne se manifeste.

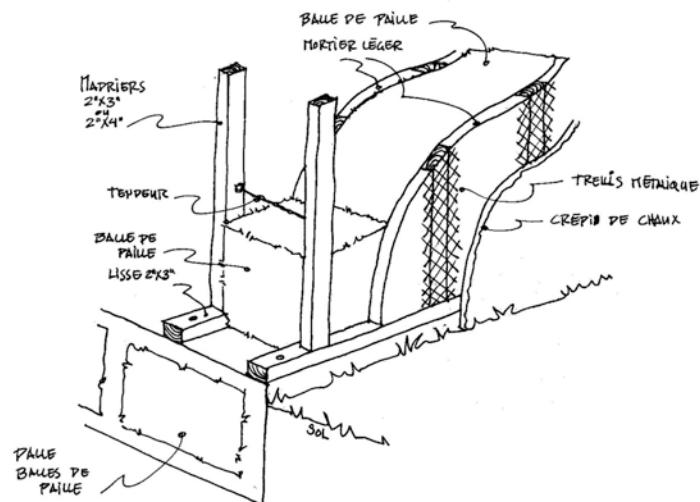
Finalement, le mortier, quel qu'il soit, est recouvert d'un crépi. Nous estimons que les recettes traditionnelles sont les meilleures. Appliquées en trois couches de compositions différentes, elles contribuent encore à la protection contre les intempéries sans compromettre la circulation de l'air.

La maison ne peut qu'être seulement écologique. Il importe aussi de se soucier de l'accès du plus grand nombre au logement, dans un contexte de pauvreté et d'exclusion croissante. C'est le sens de notre recherche. Elle nous a mené à un type de maison qui n'est pas une solution à rabais. En plus d'être extrêmement économique, elle permet de profiter des avantages comparés des régions et de la campagne en utilisant ses ressources les plus accessibles, soit le bois, la paille, le sable et la chaux.

Quant aux inquiétudes habituelles qui ne manquent pas de se manifester envers la maison de ballot de paille, mentionnons simplement que « *la résistance au feu du mur de ballot*

de paille et mortier se révèle exceptionnelle et résulte du caractère complémentaire des matériaux¹¹. » Nous avons testé le mortier allégé à la sciure de bois au moyen d'une chalumeau au propane et il s'est avéré ininflammable à cette température. Le bois massif utilisé pour la charpente intérieure (poutres et poteaux) est lui aussi un gage de sécurité par rapport au feu.¹² Pour ce qui est des souris, il est difficile d'imaginer ces petits rongeurs dotés d'un appareil dentaire apte à s'attaquer à un mortier contenant de la chaux, du ciment et du sable.

Voyons, avec les dessins et les photographies suivantes les détails de la technique de construction que nous employons pour la construction des murs en ballots de paille.



Dessin 2 : Mur et fondation en ballots de paille. Ce dessin illustre bien l'ensemble du mur de paille selon notre technique (dalle en ballots, charpente double, lisses, colombage, tendeurs, paille, mortier léger, treillis métallique, crépis de chaux). *Dessin de Martin Simard..*

¹¹ Réf. 11, p.5

¹² « Par ailleurs, la résistance au feu d'une poutre en bois est beaucoup meilleure que celle d'une poutre d'acier, qui perd ses propriétés lorsqu'elle est chauffée. Les pompiers considèrent qu'une pièce de bois de 20 centimètres et plus est plus sécuritaire dans un feu que tout autre matériau. », Réf. 8



Photo 8 : Pose de la lisse et du colombage sur une dalle flottante en béton. Les lisses en 2x4 se placent à plat au sol, les bords extérieurs à 18 pouces de distance ce qui laisse 15 pouces à l'intérieur du mur pour insérer les ballots de paille. Les pièces de colombage en 2x4 se placent l'un face à l'autre sur le bord extérieur de chaque lisse. On les installe à tous les 2 pieds. *Photo: Patrick Déry*



Photo 9 : Pose de la lisse et du colombage sur un solage conventionnel. Sur un solage conventionnel, c'est la même chose que sur une dalle flottante. Des bouts de 2x3 sont installés d'un 2x4 à l'autre pour conserver la bonne distance (15 pouces) entre ces derniers. Ils seront enlevés lors du coulage. Les contreventements sont installés temporairement pour solidifier la charpente en attendant le coulage du mortier qui viendra tout solidifier.
Photo: Alain Brochu



Photo 10 : Pour les grandes fenêtres (4 pieds et +) et pour les portes, il est important d'installer des linteaux au dessus pour supporter la charge du mur de l'étage. Il faut alors fixer des « poteaux » de chaque côté de la fenêtre (ou porte). Ces « poteaux » sont construits avec deux 2x4 et deux 2x8 et fixés ensemble par des bouts de 2x3 (ou 2x4). Le côté plat de l'ensemble s'installe du côté de la fenêtre (ou porte), il sera alors facile d'y poser une fenêtre, d'installer un treillis métallique et de faire le crépis.

Photo: Patrick Déry



Photo 11: Par dessus le colombage de 2x4 et les poteaux de grande ouverture, il faut poser une sablière de 2x6 sur le côté et non sur le plat. Il est important que la sablière soit continue, i.e. que les coins soient bien fixés et aussi que les joints soient doublés par des contre-plaqués. Notez que le colombage (2x4) des coins est doublé.

Photo: Patrick Déry



Photo 12 : Vue du haut d'une sablière simple. On peut y remarquer plusieurs choses. D'abord, les sablières sont supportées par des bouts de 2x6 (d'une longueur d'environ 15 pouces) perpendiculaires à celle-ci. Ensuite, les sablières sont doublées en haut de la porte pour former des linteaux. On y voit aussi la charpente du bas d'une grande fenêtre. *Photo: Patrick Déry*



Photo 13 : Ces sablières ont été triplées parce que c'est le mur sud et qu'il est composé essentiellement d'ouvertures. On voit aussi, entre les linteaux, le haut du faux cadre d'une fenêtre sud. On voit bien le coin des sablières. *Photo: Patrick Déry*



Photo 14 : Là encore, on voit le haut du faux cadre d'une fenêtre sud, l'assemblage des « poteaux » (2x4 et 2x8), ainsi que l'installation des sablières linteaux sur ces « poteaux ».

Photo: Patrick Déry



Photo 15 : L'installation d'une petite fenêtre se fait en plaçant les 2x4 à la bonne place par rapport aux côtés de la future fenêtre. Pour une fenêtre avec des côtés à angle droit, les 2x4 se font face et il suffit alors d'installer un cadrage de la bonne dimension fait de deux 2x8 côté-à-côte et fixés ensemble par des 1x3. On installe les deux côtés et ensuite on place le haut qui vient se déposer sur les côtés. Il faut que tout cela soit bien au niveau et à l'équerre sinon il sera difficile d'y installer la fenêtre. Ne pas oublier de laisser $\frac{1}{2}$ pouces tout le tour entre le faux cadre et la fenêtre pour y installer un isolant (le polyuréthane est à notre avis le plus intéressant dans ce cas). Des 2x3 sont installés sur les 2 côtés des 2x8 posés sur le dessus. Le bas de la fenêtre est délimité par la pose de deux 2x3. On pourra, lors du coulage, faire une petite dalle de mortier à égalité avec le haut de ces 2x3. *Photo: Patrick Dery*

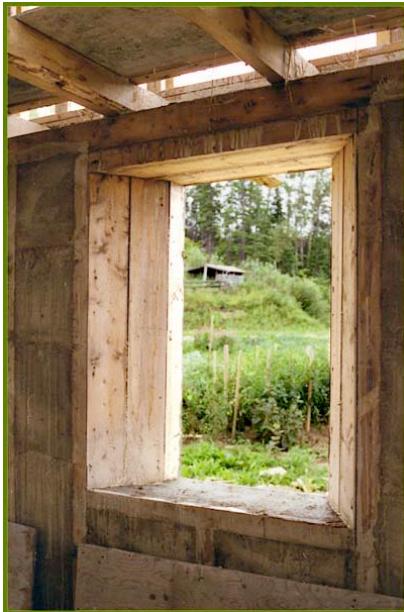


Photo 16 : Une variante du cadrage droit de petite fenêtre (moins de 36 pouces) est un cadrage à angle. Les 2x4 (colombage) extérieurs sont installés à la bonne distance comme pour une fenêtre droite, mais les 2x4 intérieurs sont décalés de quelques pouces selon l'angle que l'on veut donner à l'ouverture. *Photo: Pierre Gilbert*



Photo 17 : Après la pose des solives de plancher sur la charpente du rez-de-chaussée, on installe, par dessus celles-ci, les lisses de l'étage (si on en a un). Elles se posent comme au rez-de-chaussée, mais il est préférable de la doubler si la distance entre les solives est supérieure à 2 pieds. *Photo: Patrick Dery*



Photo 18 : La charpente du rez-de-chaussée. Notez les contreventements doivent être supérieur en nombre pour monter l'étage (très important).

Photo: Patrick Déry



Photo 19 : Notez les sablières est et ouest plus hautes. Elles sont plus hautes pour permettre l'installation des poutres sur les sablières nord et sud. Ces poutres seront nécessaire pour l'installation des fermes du toits (voir la section toit). *Photo: Patrick Déry*



Photo 20 : Les ballots de paille doivent être posés les plus serrés possible entre eux. Les ballots doivent être le plus sec, le plus dense et le plus uniforme possible. Pour la pose des ballots, il faut attendre que la charpente soit totalement terminée et qu'un plastique ou que la couverture soit installée (voir section du toit).

Photo: Pierre Gilbert



Photo 21 : Après la pose des ballots, à l'intérieur du mur.

Photo: Pierre Gilbert



Photo 22 : Après la pose des ballots à l'extérieur du mur. Notez les contreventements qui ont été sciés pour permettre la pose des ballots et l'installation des coffrages. Les 2x3 permettant le maintien de la distance de 15 pouces entre les 2x4 (colombage) doivent demeurer en place le plus longtemps possible durant le coulage Pose des clous et des tirants *Photo: Pierre Gilbert*



Photo 23 : Les coffrages installés par dessus les 2x4 et recouvrant les ballots. Il reste une distance approximative de 1,5 à 2 pouces entre les ballots et les coffrages. À cause du poids relativement faible du mortier (p/r au béton), le coffrage peut être fixé uniquement par 3 vis sur chaque 2x4.

Photo: Harold Dery



Photo 24 : Photographie d'une maquette où l'on voit très bien la disposition d'un tirant sur le ballot avant la pose de la prochaine rangée.

Photo: Patrick Dery



Photo 25 : On coule le mortier entre les 2x4, le coffrage et le ballot de paille. Il faut couler successivement d'un bord et l'autre pour empêcher le ballot de « tasser » du côté où il n'y a pas de mortier. Il faut bien foulé le mortier avec un 1x3 pour s'assurer qu'il n'y a pas de poche d'air. La recette du mortier est, en volume : 1 ciment portland, 1 chaux aérienne (chaux Limo), 2 sable et 3 sciure de bois (peu importe l'essence).

Photo: Harold Dery



Photo 26 : 24 heures après le coulage, il est possible de décoffrer. On peut alors déplacer les contre-plaqués juste au dessus pour le coulage d'une nouvelle rangée de ballots de paille. On voit bien l'aspect que donne le mur après le coulage du mortier, les côtés extérieurs des 2x4 apparents et le cadre de porte. Il faut, après le décoffrage complet, plastrer les endroits où le mortier ne s'est pas rendu. Le mélange de retouche est 1 ciment, 1 chaux, 4 sable. Nous avons posé du crépis de chaux traditionnel sur nos murs de paille mais d'autres finitions sont possibles. On installe alors des fourrures horizontales à tout les 16 pouces vissées sur les 2x4 puis la finition est posée (lambris, gypse, planches embouvetées d'extérieur...).

Photo: Patrick Dery



Photo 27 : Sur cette photo, les 2x4 sont recouvert d'un treillis métallique (à stucco) car le crépis ne colle pas sur le bois. Toutes les surfaces de bois (faux-cadre de fenêtre ou de porte,...) doivent être recouverte de treillis. On remarque aussi que le crépis de chaux a été appliqué sur une partie du mur.

Photo: Patrick Déry



Photo 28 : Le crépis est appliqué à la truelle à l'aide d'une taloche sur l'ensemble du mur. Il est préférable de faire le crépis en 3 couches minces successives : 1^{ière} couche (d'une épaisseur de 5 mm max.), le gobetis, 7 volumes de chaux aérienne et 10 volume de sable (granulométrie du sable : 0-5mm); 2^{ème} couche (d'une épaisseur de 10 mm maximum), le corps d'enduit, 5 volumes de chaux aérienne et 10 volume de sable (granulométrie du sable : 0-5mm); 3^{ème} couche (d'une épaisseur de 3 à 5 mm), la finition, 4 volumes de chaux aérienne et 10 volume de sable (granulométrie du sable : 0-3mm). On doit laisser 1 semaine de séchage entre chacune des couches. *Photo: Pierre Gilbert*

Par dessus la dernière couche de crépis, séchée pendant au moins une semaine, on applique un lait de chaux qui donnera un aspect plus fini à l'ensemble et qui atténuerà les variations de couleur et de porosité du crépis. La recette utilisée est de 1 volume de chaux aérienne (Limo) et 1 volume d'eau propre. On ajoute graduellement l'eau à la chaux pour empêcher la formation de grumeaux et on mélange avec un agitateur mécanique ou dans un malaxeur à ciment. On attend alors quelques jours avant d'utiliser (la chaux aérienne ne prend pas à l'eau comme le ciment). Pour l'application à l'intérieur, il est préférable d'ajouter 1 litre de peinture au latex blanche pour 15 litres de lait de chaux. Il est possible qu'avec le temps, le lait de chaux épaisse, on doit alors ajouter de l'eau propre. Il faut



Photo 29 : Application du lait de chaux. *Photo: Pierre Gilbert*

toujours que le lait de chaux soit assez liquide (comme un lait 3,25%) sinon au séchage il fendillera et tombera en petites plaques. Mieux vaut donner plusieurs couches minces qu'une trop épaisse. On badigeonne le mur avec une brosse à chaulage (un gros pinceau de 8 pouces de large environ). Il n'est pas nécessaire d'être précautionneux comme avec la peinture mais il est préférable de commencer par le haut du mur pour éviter les gouttes sur un mur déjà badigeonné. Si le mur n'est pas encore enduit et qu'il reçoit des gouttes de lait de chaux, celles-ci disparaîtront lors de l'application du lait de chaux. On peut ajouter de la pigmentation au lait de chaux mais on doit alors être scrupuleux sur la recette et les ajouts d'eau ainsi que lors de l'enduit. Le principal avantage d'un lait de chaux par rapport à une peinture, à part son coût de revient très bas, c'est que le lait de chaux est perméable à l'humidité mais il ne cache pas. Il semble même être un indicateur d'humidité dans le mur. Le printemps suivant la fabrication des maisons, nous avons réalisé que l'humidité des murs sortait par ceux-ci parce que la chaux devenait brun pâle aux endroits humides. Le séchage se faisant tout l'été, ces tâches disparaissaient tranquillement. Si bien qu'habituellement, le second printemps les murs des maisons sont devenus tout blanc sans même ajouter quoi que ce soit sur les murs. Il faut donc attendre le séchage des murs (habituellement 3 ans pour un séchage total comme pour les maisons conventionnelles) avant de d'appliquer de nouveau une couche d'un enduit quelconque.



Photo 30 : Soufflage de la cellulose. *Photo: Pierre Gilbert*

Les plafonds des maisons que nous avons réalisées jusqu'à présent, ont été isolés avec de la fibre de cellulose. C'est un produit élaboré en usine à partir de papiers journaux recyclés, déchiquetés et traités avec du borate de sodium (borax) pour le rendre ignifuge et empêcher les insectes et les moisissures de s'en nourrir. Il est important avec ce type d'isolant d'installer une membrane continue entre l'espace habité et cet isolant à cause des émanations d'encre et de la poussière de borate de sodium qui pourrait en échapper (attention surtout lors de la pose, il faut porter un masque et des lunettes de protection). Nous avons installé dans notre cas une membrane pare-air « respirante », le Tyvek de Dupont. Les joints ont été collé sur les 2 côtés avant le soufflage de la cellulose pour en empêcher l'infiltration. Il est très utile aussi d'installer cette membrane sous le treillis des sablières des murs, ce qui assure une plus grande étanchéité. La cellulose a été soufflée entre les pièces du bas des fermes de toits. La valeur isolante de la cellulose est de R3.6 par pouce d'épaisseur, nous avons soufflé 10 pouces de cellulose dans le plafond ce qui nous donne R36 (plus les revêtements). Comme le chauffage est radiant, plutôt que par convection, la chaleur ne se stratifie pas comme avec les chauffages par convection. C'est-à-dire que l'étage est légèrement plus frais que le rez-de-chaussée (environ 1 à 2 degrés celcius) donc une isolation au plafond plus importante n'est pas aussi critique que dans les maisons avec un chauffage par convection. Toutefois, une plus grande isolation au plafond aurait sûrement un impact sur la consommation d'énergie mais il faudra vérifier si cela en vaut le coût.

Toits

Pour 3 des 4 maisons construites à ce jour, la charpente du toit est auto-portante (comme les fermes de toit conventionnelles). Ces fermes sont réalisées avec des madriers de dimensions suffisantes pour permettre de stocker dans le grenier. Celui-ci, en plus de l'espace de rangement, permet une bonne ventilation du plafond (humidité).

Nous avons décidé, pour minimiser les coûts (transport, machinerie, accès au chantier par des véhicules lourds, main-d'œuvre...) et le stress (machinerie,...) de fabriquer nos fermes de toits et de les installer à bras d'homme. Nous avons conçu les fermes pour qu'elles se construisent pièce par pièce directement à leur emplacement final plutôt qu'au sol (ou à l'usine) et de les installer avec une grue comme dans un chantier conventionnel. C'est plus long, mais lorsque l'on ne paie pas la main d'œuvre, c'est beaucoup plus économique et beaucoup moins stressant (on n'est pas poussé par des machines!!!). Il faut aussi avoir un support permettant soutenir les pièces des fermes pendant leur installation. Pour l'ensemble des maisons, nous avions des poutres destinées à demeurer en place après la pose des fermes. Les fermes, pour trois des quatre maisons, se composent chacune de 6 morceaux : 2 triangles de côté, un triangle central (faîte), un tirant et 2 pièces pour les débords du toit. Toutes ces pièces sont fixées entre elles avec des contre-plaqués d'extérieur de 5/8 pouce d'épaisseur cloués à tout les 1 à 2 pouces carrés. Ces contre-plaqués sont déjà prêts pour recevoir les pièces qui viendront par la suite.



Photo 31 : Sur cette photo, c'est l'installation des 2 triangles de côté. Notez les pièces empêchant le basculement des triangles vers l'extérieur qui peut être très dangereux. Notez aussi les poutres de support qui dépassent et qui serviront au futur balcon.

Photo: Josée Séguin



Photo 32 : Installation du triangle de faîte déposé sur les triangles de côté et fixé par des contre-plaqués vissés et cloués. Par la suite, une pièce de 2x10 (comme les pièces du bas des triangles de côté), est ajoutée dans le bas des deux triangles de côté sur les 2 poutres de soutien. Elle est fixée par 2 pièces de contre-plaqués. L'ensemble formera alors un triangle qui se tient, la ferme est auto-portante. Sur les deux bouts de ces fermes, on installe des pièces qui formeront des débords de toit (est et ouest). Ils devront être supportés par des poteaux sur les balcons. S'il n'y avait pas de support, ou de balcon, il faut faire des triangles de côté intégrant les débords de toit qui seraient évidemment moins importants. *Photo: Josée Séguin*



Photo 33 : Les fermes précédentes s'installent à l'intérieur du carré de la maison. Toutefois, il faut prévoir des avancées de toits (habituellement sud et nord) suffisantes pour protéger les balcons et/ou les murs des intempéries. Nous installons des pièces de bois perpendiculairement aux fermes de toits : les pannes. Ces pièces ont trois fois la longueur du dépassement nécessaire (ex : pour un dépassement de 4 pieds, il faut une pièce de 12 pieds minimum.). Idéalement, un dépassement de 4 pieds nécessite au minimum une pièce de 4 po. par 6 po. par 12 pieds de long. Pour des dépassements plus long (5 ou 6 pieds), les pièces doivent avoir des dimensions plus importantes. Il peut même être obligatoire d'installer des équerres de bois pour supporter ce dépassement. Lorsque ces pièces sont installées, on pose des chevrons qui répartiront l'ensemble de la charge des avancées de toit sur les pannes. *Photo: Josée Séguin*



Photo 34 : Tous les types de revêtement de toit peuvent être employé avec ce type de construction, mais on doit respecter les exigences de pose pour chacun. Nous avons, pour des raisons esthétiques et écologiques (cycle de vie des matériaux), choisi d'utiliser du bardage de cèdre. Avant l'installation de ceux-ci, des lattes sont posées sur l'ensemble des chevrons. Les bardages de bois nécessitent une aération autant au dessus qu'en dessous, ils doivent donc toujours être posés sur des lattes (Réf. 13). Une orientation avec les versants faisant face à l'est et à l'ouest est idéale pour un séchage adéquat, i.e. ni trop rapide (fendilllements côté sud), ni trop lent (mousse côté nord) et augmente la durée de vie de la couverture. On peut quand même avoir une orientation différente sans avoir trop de problème en autant qu'il y ait de la ventilation. Les bardages de bois absorbent une partie de l'eau de pluie contrairement à la tôle et au bardage d'asphalte et ils doivent s'assécher autant en dessous qu'au dessus. C'est pour cette raison que l'aération est aussi critique. Les lattes de 1x3 sont espacées de 5 pouces centre en centre, soit l'équivalent du pureau (partie exposée) des bardages. Sur la photographie précédente, on a l'impression que le toit est recouvert entièrement de bois, mais les lattes sont effectivement espacées de 5 pouces centre en centre. Les avancées et débords de toit peuvent être recouverts de planches avant la pose du lattage, de cette façon, on ne voit ni le lattage, ni les bardages, ni les clous par dessous. *Photo: Patrick Déry*



Photo 35 : On voit bien l'espacement entre les lattes.

Photo: Patrick Déry



Photo 36 : Le plastique peut être installé et fixé avec des 1x3 perpendiculaires à tout les 6 pieds par dessus le lattage avant le coulage des murs si l'on ne pose pas les bardeaux avant. Il protégera des intempéries l'ensemble de la construction ainsi que les travailleurs. Ceci permet aussi de protéger la paille et de travailler peu importe la température. On se fait livrer la paille à ce moment seulement. *Photo: Patrick Déry*



Photo 37 : La pose des bardeaux de cèdre. Ça peut être vu comme une corvée interminable ou un grand moment de relaxation surtout si le chantier est organisé de façon à faire la pose du bardage seulement lorsqu'il fait beau. Pour la pose des bardeaux, il suffit de retirer le plastique graduellement et lorsque la pluie survient, on redéploie le plastique à l'endroit vide de bardeaux. Un support pour les paquets de bardeaux facilement déplaçable et qui peut supporter environ 3 paquets est très utile. Une personne seule assez habile et ne disposant que d'un marteau pose facilement 4 à 6 paquets ($100 \text{ à } 150 \text{ pi}^2$) par jour de 7 heures. *Photo: Josée Séguin*



Photo 38 : À partir d'ici, une autre technique pour la construction de la charpente du toit a été expérimentée sur la quatrième maison. Cette maison comporte un étage et demi plutôt que deux. De plus, la charpente lourde en tenon et mortaise, utilisée dans les trois autres maisons, a été très simplifiée. Il ne reste plus que les poutres et les poteaux, les solives ont été éliminées et remplacées par des 2 par 10 comme dans les maisons conventionnelles. Après la pose des quatre poteaux et des 2 poutres, on installe les solives (2 par 10) par dessus ces dernières.

Photo: Dominique Poirat



Photo 39 : Pose des solives sur les poutres. Notez les pièces de 2x4 posées sur les poutres et sous les solives. Elles permettent d'encastrer les lattes et les planches de finition entre les solives et les poutres (esthétique).

Photo: Dominique Poirat



Photo 40 : Des murets de 4 pieds de haut en 2x6 ont été ajoutés sur les solives de plafond/plancher pour rehausser le toit et faire plus de place au demi-étage et supporter les côtés du toit. Une charpente lourde en 8 par 8 de 4 poteaux et 2 poutres (3 sections chacune) ainsi que des 4 « poteaux » et 4 linteaux de charpente double (pour les pignons en ballots de paille) supporteront le centre du toit. Le tout est bien contreventé pour empêcher le déplacement de l'ensemble.

Photo: Dominique Poirat



Photo 41 : Sur les poutres, on installe les triangles de faîte. *Photo: Dominique Poirat*



Photo 42 : Ensuite, on ajoute les chevrons qui compléteront les versants du toit. *Photo: Dominique Poirat*



Photo 43 : Le toit intérieur est presque entièrement terminé. Il reste à poser les chevrons sur l'entrée de la maison.
Photo: Dominique Poirat



Photo 44 : Même chose mais vue du sud plutôt que du nord.
Photo: Dominique Poirat



Photo 45 : Comme avec l'autre type de charpente de toit expérimenté, il est nécessaire de prévoir les pièces pour les avancées de toit. On procède de la même façon que pour le type de charpente précédente. *Photo: Dominique Poirat*



Photo 46 : Sur le côté est de cette maison, le débord de toit est imposant et permet la protection de bois de chauffe. Des équerres sont alors nécessaire pour tenir en place cette partie du toit.
Photo: Dominique Poirat



Photo 47 : La pose du bardage de cèdre.
Photo: Dominique Poirat

Un plein pied (rez-de-chaussée seulement) pourrait être une expérience intéressante dans le futur et pourrait peut-être permettre une certaine accélération de la vitesse de construction nécessaire lorsque l'auto-constructeur ne dispose pas de suffisamment de temps pour construire entièrement sa maison. Les fermes de toit pourraient être fabriquées en usine et déposées sur la charpente double.

Ouvertures

Les ouvertures dans une maison sont un des points les plus importants car ils occasionnent souvent une multitude de problèmes tel que le pourrissement de la charpente, des pertes considérables d'énergie, de l'inconfort occasionné par des fuites d'air importantes, etc. Pour les fenêtres, nous avons opté pour des cadrages de bois (cèdre de préférence car il résiste à la pourriture) plus isolant, plus écologique et plus esthétiques (selon nous et le style des maisons). La disposition des fenêtres dans le pourtour de la maison est fondamentale. Dans notre cas, nous avons une vue exceptionnelle au nord et la plupart des maisons ou résidences secondaires autour de nous ont des fenêtres au nord pour la vue et souvent aucune au sud. L'intuition de départ, qui est franchement à contre courant, était plutôt de disposer le maximum de fenêtre au sud et le moins possible au nord. Sauf que nous devions avoir un bon équilibre à cause de la vue nord et aussi pour l'esthétique des bâtiments. Nous croyons avoir bien réussi cet équilibre et nous sommes très satisfait d'avoir beaucoup de soleil dans les maisons. Les fenêtres nord sont suffisantes pour avoir la vue sur le fjord mais nous profitons pleinement de la vue en faisant un tour sur la galerie nord avec l'avantage de ne pas avoir d'intermédiaire (vitre) ni d'être au niveau du sol. En plus, nous ne devenons pas blasé d'une vue trop présente à chaque instant¹³.

Pour l'évaluation de la disposition des fenêtres, nous avons procédé très sommairement, à l'aide du logiciel d'évaluation de solaire passif RetScreen© de CANMET. Les bases déterminées pour la disposition et la quantité des fenêtres de nos maisons ont alors été: 15 à 20% de la superficie habitable en superficie vitrée (maximum) et minimum de 60% de la superficie vitrée au sud (idéalement plus de 70%)¹⁴. Nous avons aussi employé, lorsque cela était possible, 2 types de verre : le verre énergétique avec pellicule Low-E "Hard coat" et l'autre avec pellicule Low-E2 "Soft coat".

L'effet du la pellicule Low-E est d'agir comme un miroir sur le rayonnement des ondes longues (plinthe de chauffage, Asphalte chauffé par le soleil en été) et laisse pénétrer les ondes courtes (soleil).

Un thermo double composé de 2 verres clairs donne une valeur R impériale de 2.

Un thermo double composé d'un verre clair et d'un verre Low-E Hard donne un R impérial de 2.9. Si on y ajoute un gaz argon, la valeur R passe à 3.2. Le gain solaire est un peu réduit. C'est celui que l'on a utilisé pour le vitrage sud d'une maison, le reste avec « softcoat ».

Un thermo double composé d'un verre clair et d'un verre Low-E2 Soft et gaz argon donne

¹³ Réf. 14, p. 6 et 7

¹⁴ Réf. 15

un R de 4.2. Le gain solaire est toutefois réduit. L'avantage de ce verre est d'augmenter le confort dans la maison puisqu'il réduit les pertes de chaleur en hiver (valeur R plus élevée) et réduit le gain solaire en été. Par contre, selon les études, si l'on considère l'aspect chauffage seulement et que l'on tient compte des gains solaires, une maison équipée de verre Low-E Hard coûte moins cher de chauffage que la même maison équipée de verre Low-E2 Soft.

Le thermo composé de trois verres clairs donne un rendement similaire au Low-E hard. Celui-ci est de moins en moins utilisé puisque plus dispendieux que le Low-E et aussi plus lourd (surtout pour les volets ouvrants).

En résumé, les fenêtres orientées au sud auraient avantage à avoir du Low-E Hard coat alors que celles qui ne profitent pas de gain solaire devraient avoir du Low-E2 soft coat.

Quant aux portes, il existe de nombreux modèles dont celles avec une structure métallique remplie de polyuréthane ne comportant qu'un seule porte et qui sont actuellement un des plus grand vendeur. Dans notre cas, nous avons plutôt opté pour des portes doubles en bois (cèdre pour la plupart). Les raisons sont principalement au niveau esthétique (style de la maison) et écologique (matériaux locaux et peu énergivores). Ce n'est pas une question économique car ces portes coûtent environ 3 à 4 fois plus cher que les portes conventionnelles. En plus, beaucoup de personnes aiment bien le fait de n'avoir qu'une porte à ouvrir plutôt que deux. Toutefois, la porte extérieur protège du vent et permet de créer une zone tampon entre les portes ce qui peut réduire la consommation d'énergie.

La pose des ouvertures est assez simple. D'abord, nous avons appris qu'il est préférable de poser les fenêtres sur l'extérieur du mur pour le protéger des intempéries (la pluie et la neige pourraient entrer dans le mur par des fissures dans le bas de la fenêtre). Ensuite, il est très important d'éviter des fuites d'air entre le faux-cadre et la fenêtre ce qui, en plus des infiltrations d'air que cela occasionnerait, pourrait causer de la condensation dans ces endroits et amener de la pourriture au niveau de la fenêtre et du mur. Pour ce faire, nous avons utiliser des coins de bois pour positionner la fenêtre ou la porte à $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de pouce d'espacement sur le pourtour, puis fixé cette dernière à l'aide de vis. Par la suite, il suffit de souffler du polyurethane (R7 si possible) entre le faux-cadre et la fenêtre ou porte (attention de ne pas aller trop fort car le polyurethane gonfle et peut faire tordre votre cadre) sauf autour des coins de bois. Lorsque le polyurethane est bien pris, on enlève les coins de bois et on souffle dans les cavités ainsi créées.

La condensation sur les vitres est très importante la première année de la construction. Les années subséquentes, la condensation diminue considérablement. En fait, le deuxième hiver, la condensation sur les fenêtres se résume à une mince ligne de $\frac{3}{4}$ de pouce dans le bas de celles-ci. La première année, il est préférable, lorsque c'est possible, de chauffer plus fort le foyer et d'ouvrir les fenêtres ou les portes quelques heures à tous les jours pour laisser échapper ce surplus d'humidité. Une maison conventionnelle prend environ 3 ans pour sécher complètement, il en va de même pour une maison en paille surtout lorsque l'on considère toute l'eau utilisée lors du chantier. Toutefois, une maison de paille construite selon notre technique est très perméable à la vapeur d'eau, ce qui permet un excellent séchage des murs.

Éléments intérieurs

L'objectif de cette section n'est pas d'expliquer de long en large la conception et l'installation des éléments concernant chaque partie, mais plutôt de compiler les observations que nous avons faites lors de nos chantiers.

Électricité

Une question qui revient souvent lors des présentations et des visites de nos habitations concerne l'installation et la pose des équipements électriques (prises, interrupteurs, fils,...).

D'abord, lorsque cela est possible, nous faisons comme dans la plupart des constructions, nous passons les fils et posons les interrupteurs et prises sur les murs de divisions intérieures et/ou les planchers et plafonds. Toutefois, sur les murs extérieur, pour faciliter la construction de ce type de maison et surtout la préparation avant le chantier, nous avons développé une façon de faire particulière.

Après le coulage des murs et avant de crépir les murs intérieurs, nous creusons dans le mortier (n'oubliez pas qu'il se travaille facilement car il est constitué à 40% de sciure de bois et qu'il a 1,5 à 2 pouces d'épais) les endroits où l'on veut installer les boîtes

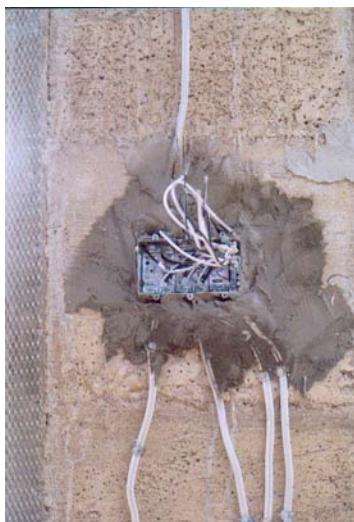


Photo 48 : Boîte électrique encastrée.

Photo: Dominique Poirat



Photo 49 : Pose du fil électrique.

Photo: Dominique Poirat

électriques (interrupteurs et prises). Pour le creusage, nous utilisons une perceuse ou une rectifieuse pour délimiter le trou et un ciseau à maçonnerie pour enlever le mortier à l'intérieur. Il est important de conserver une partie (env. 0,75 po) du mortier dans le fond du trou pour empêcher les fuites d'air chaud (la paille doit toujours être recouverte d'un mortier ou d'un crépis comme pare-air). Par la suite, lorsque la boîte et les fils sont installée dans la boîte, il suffit de remplir autour par un mortier (par plastrage : 1 ciment, 1 chaux, 3 sable fin). La boîte doit dépasser de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ pouce avant la pose du crépis et devrait être à égalité avec le crépis après la pose de ce dernier.

Les fils quant à eux sont disposés à la surface des murs extérieurs et fixés par des sangles cloutées. On installe ensuite un treillis à stucco par dessus. Le crépis viendra recouvrir l'ensemble après la pose des trois couches de celui-ci. Si l'on tient à avoir les fils légèrement enfoncés dans le mur, on utilise une scie ou une rectifieuse avec meule à maçonnerie pour suivre les deux côtés du fil et on enlève l'excédent au ciseau à maçonnerie. On procède ensuite comme la méthode précédente.

Divisions

Nous avons employé, pour les divisions intérieures (ou cloisons) de nos maisons en paille, plusieurs techniques différentes.

La technique conventionnelle avec des panneaux de gypse a été utilisée pour faire les intérieurs de garde-robe. Rien n'empêcherait de l'utiliser pour l'ensemble des murs intérieurs de la maison. Toutefois, le cachet plus traditionnel (et véritable) que nous voulions donner à l'intérieur des maisons ne permettait pas une utilisation à plus grand déploiement. De plus, c'est un matériel plus énergivore que le bois. Il est par contre plus insonorisant.

Une autre technique employée est celle du lambris de bois. Sur le colombage des murs de division, on pose un carton-fibre puis des lattes espacées de 16 pouces qui serviront à recueillir le lambris de bois. On pose un carton-fibre pour atténuer les sons entre les divisions. On pourrait aussi utiliser un isolant acoustique dans entre les 2x3 du colombage (consulter un spécialiste sur la question pour plus d'information à ce sujet). Le lambris de bois convient très bien pour le style relativement traditionnel de nos maisons. C'est un matériel peu énergivore qui fixe le CO₂ atmosphérique¹⁵.

Enfin, la dernière technique employée est celle du mortier léger. Une façon de faire, expérimentée dans la deuxième maisonnette (1997), est de monter une charpente en 2x3 ou 2x4, de coffrer des deux côtés avec des contre-plaqués puis de couler du mortier léger (40 à 60% de sciure de bois en volume) dans le coffrage. On fait comme pour les murs extérieurs : treillis sur le bois et crépis de chaux. Cette technique est avantageuse au niveau facilité et rapidité d'exécution, au niveau sonore, au niveau esthétique et au niveau solidité. Toutefois, elle est lourde pour les charpentes de bois et très salissante (coulage = eau sale). Pour remédier à ce dernier problème, Pierre Gilbert et Marie-Thérèse Thévard ont expérimentés une variante de cette technique. Ils ont coulés des blocs de mortier léger à l'extérieur. Après la prise de ces blocs, ils les ont installés dans un colombage de bois. La procédure est ensuite la même que pour la technique originale.

Les équipements électriques s'installent comme pour les murs extérieurs.



Photo 50 : Division en blocs de mortier.
Photo : Patrick Démé



Photo 51 : Division en blocs de mortier avec boîte et fils pour l'électricité. Photo : Patrick Démé

Planchers

Dans une maison, on compte habituellement deux types de sous-planchers ou de planchers : le béton ou le bois (planches ou contre-plaqués). Selon le type de sous-planchers, de planchers ou de charpente, les techniques de pose sont différentes. Dans nos chantiers, nous avons eu à expérimenter sur une bonne variété de planchers.

D'abord, concernant les bases de béton, nous avons remarqué que lorsque l'on installe un plancher de maçonnerie (céramique, pierre, brique,...), il est préférable d'avoir intégré un tuyau chauffant dans cette base de béton pour rendre l'ensemble du plancher beaucoup plus confortable en plus d'emmagasiner de l'énergie dans cette masse.



Photo 52 : Tuyau chauffant avant le coulage du plancher de béton. *Photo: Patrick Déry*

Pour les planchers de bois, nous avons surtout employé un plancher « mezzanine » à l'étage. C'est une planche embouvetée de 1,5 pouce d'épaisseur qui sert à la fois de plancher à l'étage et de plafond au rez-de-chaussée. Encore là, la matériau convient au style traditionnel des maisons qui comportent une charpente massive en poutres et poteaux de bois à l'intérieur. Ce matériau est très intéressant au niveau esthétique mais aussi au niveau de la rapidité d'exécution (plafond et plancher fait en même temps). Il est aussi très solide combiné avec une bonne charpente et est même structural. Par contre, au niveau sonore, c'est assez décevant mais de la façon dont il se pose, il peut recueillir un faux-plancher indépendant de la structure qui peut avoir de grandes qualités d'atténuation acoustique. Ce faux-plancher peut être construit lorsque la disponibilité du temps et/ou du financement le permet tout en vivant avec un plancher terminé. On n'a pas l'impression d'être perpétuellement en chantier surtout que le plancher mezzanine est très esthétique. Pour la finition des planchers de bois, nous avons essayé du vernis à l'eau et de l'huile. Les vernis à l'eau sont devenus, depuis quelques années, beaucoup plus résistants qu'anciennement. Les trois couches se posent en moins de 24 heures sans aucune odeur associées au vernis à l'huile. En fait, il est possible d'emménager, de façon légère (voir les recommandations des fabricants), le lendemain de la pose du vernis. On peut aussi traiter le bois avec des huiles comme l'huile de lin. Elles foncent légèrement le bois mais

en garde aussi l'aspect plutôt que de créer une pellicule « plastique » en surface. L'inconvénient est que l'on doit de temps en temps en appliquer une couche.

Plomberie

La plomberie peut, à première vue sembler facile, mais il y a souvent des considérations très importantes que l'on peut oublier. L'une d'elle, est la facilité du nettoyage des tuyaux de sortie (égout). Il est très important de toujours penser à comment faire pour passer facilement un ficheoir dans tous les tuyaux si jamais ils finissent par s'obstruer. De plus, dans notre cas, nous avons divisé les sorties en eaux grises (douches, laveuses, éviers,...) et eaux noires (toilettes). Les deux systèmes indépendants se rejoignent à l'extérieur de la maison en dessous du polystyrène (déflecteur de gel) pour rejoindre ensemble la fosse septique. Ceci pourrait nous permettre d'expérimenter un système de traitement différent pour les eaux grises et les eaux noires. Actuellement, nous expérimentons avec des toilettes sèches plutôt que des toilettes à eau.

À la sortie du réservoir à eau chaude, il arrive souvent que certaines personnes utilisent du tuyau $\frac{1}{2}$ pouce pour réduire les coûts et faciliter l'installation. Toutefois ceci engendre une baisse de pression lors de l'utilisation de plusieurs appareils utilisant de l'eau chaude en même temps (surtout lors de l'utilisation d'une douche!!!). Une bonne façon de régler le problème est d'installer deux tuyaux de $\frac{1}{2}$ pouce en parallèle à la sortie de $\frac{3}{4}$ de pouce du réservoir. L'un des tuyaux peut aller directement à la douche et l'autre alimenter le reste de la maison en eau chaude.

Comptoirs et armoires

Pièces d'intérieur très coûteuses, les comptoirs et les armoires peuvent se faire facilement et à bas prix si on est prêt à changer notre façon de concevoir la cuisine.

D'abord, nous avons réalisés des comptoirs très beaux et bien harmonisés avec l'ensemble de la maison à peu de frais. Il suffit de voir la construction des comptoirs comme des murs de division. La base des comptoirs est une charpente de 2x3 avec de la latte au 16 pouces (comme les murs) et habillés de lambris de bois. On achète ou fabrique ensuite des panneaux laminés que l'on peut décorer en moulurant le pourtour, en sculptant ou peignant l'intérieur par exemple. On fixe ces panneaux sur le lambris avec les pentures appropriées. Par la suite, on recouvre le dessus d'une pièce de bois laminée pouvant servir de planche à découper ou d'un contre-plaquée avec céramique sur le dessus ou encore par des sections de granite (facilité de nettoyage). L'intérieur est garni de tablettes pour la vaisselle et autres objet du genre et peut servir aussi de garde-manger surtout si le comptoir est sur un mur nord. De beaux comptoirs sont alors réalisés rapidement et à peu de frais. Pour les armoires, nous avons opter pour la cuisine-atelier. Les cuisines sont en retrait de la salle à dîner et sont en fait des ateliers de transformation de la nourriture. Il est donc très utile de ne pas avoir de panneaux devant les chaudrons et autres équipements utilisés par le cuisinier et aussi devant les matières brutes à transformées (lentilles, millet, blé, avoine,...) pour permettre une utilisation rapide et efficace de la cuisine. Les armoires deviennent alors des tablettes très facile à fabriquer, peu coûteuses, très esthétiques si on s'en donne la peine et surtout très efficace (pas besoin d'ouvrir tous les panneaux pour savoir où se trouve ce que l'on cherche). Les

tablettes plutôt que les armoires sont très utilisées en Europe et deviennent à la mode ici aussi avec l'avènement d'une plus grande conscientisation à l'importance de la nourriture de qualité.

L'aspect énergétique

Économie d'énergie et énergie grise

Une étape importante lors de la conception d'une maison écologique est l'économie d'énergie. Cette étape est souvent réalisée à moitié seulement, car les concepteurs ne considèrent habituellement que la partie visible de l'iceberg, c'est-à-dire la consommation d'énergie lors de l'utilisation du bâtiment. La consommation d'énergie requise pour la fabrication des matériaux du bâtiment et le transport de ceux-ci, que l'on appelle énergie grise, n'est habituellement pas prise en compte par les concepteurs. Cependant, il existe des ouvrages¹⁶, souvent européens, considérant cet aspect de l'énergie qui peuvent aider l'autoconstructeur dans le choix des matériaux. Il faudrait peut-être aussi bonifier cette démarche en tenant compte de l'énergie nécessaire à la disposition du bâtiment à la fin de sa vie utile. L'analyse du cycle de vie considère tous ces facteurs pour donner une idée plus juste et plus précise de l'utilisation d'énergie dans la construction¹⁷.

Selon Négawatt Production Inc., il en coûte trois fois moins cher d'économiser l'énergie que d'installer de nouvelles installations de production d'énergie. De plus, cette économie d'énergie, que certains appellent négawatt d'ailleurs, génère beaucoup moins de dommages à l'environnement et crée plus d'emploi que la production d'énergie. Les aspects à surveiller durant la conception d'une maison pour une optimisation de l'utilisation de l'énergie dans l'habitat sont :

- 1- La dimension de la maison (la plus petite et la plus compacte possible en fonction des besoins).
- 2- Les ouvertures : fenêtres (disposition réfléchie (au sud pour le solaire par exemple), quantité, qualité du vitrage et du cadre,...) et portes (doubles, isolées,...).
- 3- La disposition des pièces (séjour au sud et au rez-de-chaussée, chambres au nord et à l'étage,...).
- 4- Les appareils électroménagers (efficaces au plan énergétiques, besoins réels (plus petit frigo par exemple), charges fantômes,...)
- 5- Modification des habitudes (fermer les lumières, laveuse pleine à chaque lavage,...)

¹⁶ Réf. 16.

¹⁷ Réf. 5.

Chauffage de l'espace et de l'eau domestique

Depuis la construction des 4 maisons unifamiliales, l'utilisation d'un foyer radiant finlandais¹⁸ est généralisée sur le territoire du GREB. Durant la saison hivernale, ces foyers chauffent entièrement les maisons ainsi que leur eau chaude domestique. Les maisons profitent également du soleil pour fournir une partie du chauffage de l'espace par une bonne disposition des fenêtres vers le sud (chauffage solaire passif). Jusqu'à maintenant deux maisons sont équipées de panneaux solaires thermiques pour le chauffage de l'eau domestique et ne possède aucun chauffe-eau d'appoint. L'hiver, le foyer chauffe l'eau, et l'été, c'est au tour des panneaux solaires.

L'utilisation du solaire passif est reconnu par tous comme une source d'énergie écologique, il en va autrement de l'utilisation du bois comme énergie. Certains le trouvent écologique, d'autres comme une nuisance environnementale. L'idée ici n'est pas de d'initier un débat sur cette question mais d'apporter les raisons que nous avons, au GREB, d'utiliser le bois comme source de chauffage de l'espace et de l'eau domestique et pour la cuisson des aliments.

- 1- C'est une ressource régionale abondante qui active l'économie locale. Il est possible aussi de produire soi-même son bois de poêle lorsque l'on a accès à un boisé.
- 2- Elle est relativement accessible, peu coûteuse surtout lorsque des maisons comme les nôtres utilisent de 8-10 cordes de 16 po. de bouleau pour le chauffage de l'espace, de l'eau et pour la cuisson des aliments.
- 3- L'utilisation d'un foyer radiant finlandais a une combustion très efficace qui ne génère que très peu de pollution. De plus, le CO₂ émit ne contribue pas à l'effet de serre car le bois, si on le laisse se décomposer dans la forêt, en émettra presque autant.

Électricité

Jusqu'à maintenant, une seule maison est équipée de 8 modules solaires pour produire de l'électricité, d'un onduleur pour transformer le 24Vcc en 120Vca et de batteries pour stocker l'énergie. Ce système a fourni l'électricité pour la construction de la première maisonnette expérimentale ainsi que l'électricité pour l'habitant de cette maisonnette pendant environ 4 ans. Aujourd'hui, le système a été intégré à « l'agrandissement » de celle-ci. Il pourra fournir, lorsqu'il sera complètement opérationnel environ 15% de la consommation électrique de la maisonnée. La deuxième maisonnette a aussi été équipée d'un système photovoltaïque de 5 modules qui ont été enlevés récemment par l'ancien propriétaire des lieux. Les coûts prohibitifs de la technologie photovoltaïque limite considérablement son utilisation au GREB entre autre parce que les lignes électriques d'Hydro-Québec passent à proximité des maisons. Toutes les maisons ont été raccordées à cette ligne. Un système électrique souterrain a été installé pour éviter de « masquer » le paysage. Il faut aussi mentionner que les coûts **annuel** d'électricité de l'ensemble des maisons du GREB ne sont que de 1200\$. Il y a donc aucune d'économie (en argent) à espérer de l'installation de modules photovoltaïques dans le contexte actuel. Nous recherchons malgré cela à expérimenter de nouvelles sources d'énergie pour en voir, par

¹⁸ Réf. 17.

une utilisation quotidienne, les avantages et inconvénients, et les possibilités d'amélioration.

Les quelques expériences effectuées dans un site plus venteux que le GREB et plus ouvert (champs), nous ont démontré que le coût du kWh fourni par l'éolien est probablement supérieur que le photovoltaïque pour notre site. Le vent n'est donc pas une ressource que nous pourrions utiliser pour alimenter les maisons du GREB de façon satisfaisante surtout qu'une éolienne est une machine mécanique susceptible de nécessiter beaucoup de maintenance.

Une autre source à considérer pour la production d'électricité et qui pourrait être intéressante au niveau économique est l'hydroélectricité. Le GREB dispose d'une chute de 50 pieds de dénivellation. Les estimations de la production sont d'environ 4 à 5 kW pour une pico-centrale au fil de l'eau sans modification substantielle du cour d'eau. En tenant compte des pertes, il serait possible d'aller chercher de 2 à 2,5 kW de puissance en continu (17500 kWh/an à 21900 kWh/an). L'énergie produite serait suffisante pour alimenter l'ensemble des maisons du GREB. Toutefois, le problème en est un de puissance. Une puissance de 2 à 2,5 kW ne permet pas l'alimentation directe des maisons, il faut alors trouver un moyen d'augmenter la puissance disponible. L'utilisation de batteries et d'un onduleur dans chaque maison permettrait l'utilisation de cette source mais augmenterait considérablement le prix de revient de cette électricité. Une autre solution serait l'utilisation du réseau d'Hydro-Québec comme « accumulateur ». Mais il y a là des problèmes techniques d'interface entre les 2 sources et surtout des problèmes administratifs et juridiques.

Enfin, la biomasse (bûches de bois, granules, copeaux, écorces,...) est une source d'énergie que nous utilisons déjà dans les foyers radiants, comme nous l'avons mentionné précédemment, mais qui pourrait aussi permettre la production d'électricité (cogénération). On envisage actuellement un système, fournissant le chauffage de l'espace et de l'eau du centre d'accueil, installé dans l'annexe d'une serre et dont la chaleur résiduelle servirait au préchauffage de cette serre. Ce système pourrait servir aussi à la production d'électricité. Dans ce contexte, la production d'énergie est très efficace car les pertes thermiques sont réduites de façon importante. Toutefois, il n'existe pas encore de chaudière à la biomasse produisant de l'électricité. Des recherches sont effectuées dans ce sens par certaines compagnies dans le domaine et nous espérons que nous pourrons profiter de ces développements.

Les avantages et inconvénients de la construction en paille.

La construction de maisons avec des ballots de paille comportent de nombreux avantages mais aussi des inconvénients. Voici un tableau résumant ces deux aspects. L'important est de se faire une idée claire de l'ensemble de la construction et de prendre les bonnes décisions quant au choix de la technique que l'on veut adopter pour sa maison.

| Avantages | Inconvénients |
|---|---|
| Faible consommation d'énergie à la construction (énergie grise) | Faire retouches au crépis après séchage complet (après 3 ans comme une maison conventionnelle avec panneaux de gypse) |
| Faible consommation durant la vie utile du bâtiment | Peut y avoir la présence d'insectes (petites mouches entre autre) pendant les 2 à 3 premiers mois, le printemps suivant la construction (problème n'apparaissant pas sur les chantiers répartis sur 2 ans ou plus) à cause de l'utilisation d'eau et de paille. |
| Isolation des murs très élevée (~R45) et masse thermique importante | Humidité importante la première année (comme une maison conventionnelle). L'année suivante ce problème est réglé (problème n'apparaissant pas sur les chantiers répartis sur 2 ans ou plus) |
| Production de déchets non réutilisables durant la construction très faible | Temps de construction assez long pour les autoconstructeurs si gros chantier (faire attention à dimensionner la maison en proportion des besoins et non des désirs). Ce problème n'a pas la même portée lorsque le propriétaire n'assume qu'une autoconstruction partielle. |
| Facilité d'autoconstruction par des néophytes (peu amener une diminution des coûts de construction) | Manipulation de masse importante lors du coulage des murs |
| Matériaux locaux, le moins industriel et le plus naturel possible (emplois locaux, transport faible,...) | |
| Matériaux biodégradables en grande partie après la fin de vie utile du bâtiment (cycle de vie) | |
| Technique se prêtant à toute sorte de forme et de style de maison | |
| Technique du GREB permet relativement facilement de réaliser des ajouts au bâtiment en abattant des parties de mur extérieur grâce à la charpente de bois (peuvent aussi être prévus d'avance dans la construction de la charpente) | |
| Conservation de la chaleur (hiver : chauffage) ou du froid (été : climatisation) par la présence de masses thermiques importantes : confort accru | |
| L'emploi d'une charpente de bois permet l'installation de la paille à l'abri de la pluie et facilite le coulage des murs | |

Les coûts de la construction en paille

La construction en ballots de paille n'est pas une option peu coûteuse de construction¹⁹. La seule possibilité d'économie est l'autoconstruction. En engageant un entrepreneur en construction pour l'ensemble du chantier, les coûts devraient être du même ordre entre une maison conventionnelle et une maison de ballots de paille de modèle semblable. Excepté que cette dernière est plus efficace au niveau énergétique et écologique. Pour accélérer le chantier, il peut être intéressant d'engager un entrepreneur pour des éléments précis de la construction sans augmenter les coûts de façon importante. Les éléments qui se prêtent bien à cet exercice sont, entre autres, les fermes de toit, la charpente, le foyer radiant, le champ d'épuration, l'électricité, la plomberie,...

Pour les chantiers que nous avons entrepris au GREB, les coûts des matériaux ont été estimés à environ 45\$ par pied carré. La main-d'œuvre constitue, pour la plupart des chantiers de construction, l'équivalent des coûts des matériaux soit, dans notre cas, 45\$ par pied carré. Le total, en incluant, l'ensemble des coûts est donc de 90\$ par pied carré. Une maison de 1500 pieds carrés coûterait 135000\$ à faire bâtir. En réalisant soi-même le chantier, il est possible d'économiser 67 500 \$ mais si on tient compte de l'amortissement sur 20 ans avec un taux de 6% et un impôt sur les revenus de 25%, c'est plutôt une économie de 157 000 \$ sur 20 ans ou 7 850 \$/an. Tout cela pour un travail réparti sur environ 12 mois donc un équivalent de revenu brut de l'ordre de 13 000 \$/mois. L'autoconstruction permet la réalisation d'économies importantes. En construisant une maison en paille, on se retrouve avec une maison plus efficace au niveau énergétique qui aurait coûté encore plus cher et en plus qui permet des économies importantes des coûts d'énergie. Pour nous, au Saguenay, les coûts d'énergie de nos maisons sont d'environ 0,50\$/pi.ca. soit moins de la moitié d'une maison conventionnelle.

Bien entendu, on doit pouvoir disposer de temps pour s'autoconstruire (chômage, année sabbatique,...). Une maison de modèle simple de 1500 pi.ca nécessite au moins 4 mois à temps plein à deux personnes. En complexifiant ou en faisant une plus grande maison, le temps nécessaire pour la construction peut passer à 12 mois à temps plein. Il est possible aussi de construire sur plusieurs années à temps partiel.

Estimation du coût des maisons de ballots de paille*

Très bas : 120-1000 p.c. @ 7\$ à 30\$

- a- Recyclage matériaux usagés.
- b- Coût des matériaux seulement, temps du propriétaire seulement.
- c- Coût initiaux seulement, les améliorations et la finition au fur et à mesure de la disponibilité financière
- d- Style Nebraska, charpente massive et poutres et poteaux

Bas : 1000-1500 p.c. @ 31\$ à 75\$

- a- Construction par entrepreneurs et propriétaire (murs et finition).
- b- Fondation, plomberie, mécanique ou toiture sous-contractées
- c- Superviseur engagé
- d- Matériaux au prix du marché
- e- Habituellement poutres et poteaux ou Nebraska

Modéré : 1500-2500 p.c. @ 75\$ à 120\$

- a- Bâtie par un entrepreneur
- b- Plan standardisé (production)
- c- Développement spéculatif
- d- Habituellement poutres et poteaux

Haut : 2500-4000 p.c. @ 120\$ à 200\$

- a- Maison de luxe
- b- Conception sur mesure
- c- Conception spécifique au site
- d- Habituellement poutres et poteaux avec des ajouts sur mesure

*Extrait de « The Last Staw », printemps 1994. Les coûts n'incluent pas les dépenses pour le terrain, le développement du site ou les servitudes.

¹⁹ « The greatest myth about bale buildings is that they are cheap. » Réf. 14.

L'aspect social de l'autoconstruction.

Cet aspect est souvent négligé dans les livres sur la construction. Aujourd’hui, la professionnalisation s’emparant de pratiquement toutes les activités humaines, la plupart des gens considèrent qu’il faut être un peu fou pour vouloir construire sa propre maison (il en est de même dans plusieurs autres activités jadis réalisées par les utilisateurs eux-mêmes). Lors de nos chantiers, nous avons pu observer les problématiques des relations humaines liées à l’autoconstruction. L’expérimentation est du domaine sensible et n’a pas été systématiquement étudiée et compilée. Les quelques lignes plus bas énuméreront une partie des observations réalisées par les membres du GREB concernant les relations humaines lors de chantiers d’autoconstruction et aussi quelques aspects pouvant permettre à de futurs autoconstructeurs de s’y préparer.

Il est reconnu que l’autoconstruction amène la moitié des couples à se séparer²⁰ ce qui n’est heureusement pas arrivé lors de nos chantiers. Lors de la construction de sa propre maison les désirs l’emportent souvent sur les besoins réels. De plus, les futurs propriétaires sont souvent plus exigeants envers eux-mêmes qu’envers les constructeurs professionnels. Enfin, de nombreux éléments de conflits et de stress sont présents sur un chantier.

Il importe d’abord de dégager les objectifs qu’une famille ou un couple se donne lors de la décision de s’autoconstruire. Ce peut être pour une économie au niveau financier, de matérialiser certaines valeurs (écologie, justice...), de vivre une expérience enrichissante ou bien un peu tout cela à la fois. Il importe toutefois de mettre les relations humaines au premier plan dans ce domaine car les conséquences probables à la négligence de cet aspect mène la plupart du temps à une séparation, un divorce, à la vente de la nouvelle maison et à des problèmes de « révolte » de la part des enfants. Le développement durable n’est-il pas de mettre l’être humain au cœur du développement social, économique et environnemental?

Les stress occasionnés par l’autoconstruction sont nombreux et il importe d’une part de les connaître et d’autre part de trouver des moyens pour les diminuer et surtout en diminuer les impacts à moyen et long terme. Voici quelques-uns des éléments stressants lors de l’autoconstruction :

- 1- L’argent : c’est habituellement le stresseur #1 à l’intérieur des relations humaines. Que ce soit au niveau du financement ou des dépenses imprévues, le chantier est l’espace idéal pour attiser les conflits d’origine financière.
- 2- Le temps : bien sûr, plus la maison est terminée rapidement, plus on aménage vite. Il est très facile de se donner un échéancier très serré sur le papier surtout lorsque l’on manque d’expérience. Lors du chantier, on se presse de terminer avec l’impression de s’approcher rapidement de notre but (i.e. la maison terminée), même si parfois on en est encore loin dans la réalité. On court, on se presse et on néglige les personnes qui nous entourent. Encore là, le chantier est une excellente occasion de conflits.

²⁰ Réf. 18.

- 3- Les valeurs : lors de chantiers de maisons écologiques en particulier, les futurs propriétaires essaient le plus possible d'y mettre leurs valeurs profondes sauf que celles-ci sont beaucoup du ressort de l'individu et non du couple (même s'il y a un partage de valeurs), ce qui peu amener aussi des conflits. En plus, il arrive parfois que toutes les possibilités techniques permettant de matérialiser ces valeurs sont soit trop coûteuses, inexistantes ou inappropriées. Dans ces deux cas, il faut recourir à « La beauté du compromis » comme le disait Gandhi.
- 4- La main-d'œuvre (rémunérée) : encore ici, l'argent est en jeu et peut faire bien des dégâts (ah! Le pouvoir de l'argent!). D'une part, il y a le fait d'engager une personne pour aider à la construction, pour aller plus rapidement à notre but, et d'autre part le budget prévisionnel qui peut en prendre pour son rhume avec le salaire (ou les salaires). En plus de cela, la présence de cette ou ces personnes, peut devenir très lourde à supporter plus le chantier s'allonge dans le temps.
- 5- La machinerie : le mot « travail » tire son origine du mot latin « trepalium », un instrument de torture.²¹ défini le travail comme étant une activité contrainte par une machine (physique, bureaucratique, politique ou administrative). Le labeur étant contraint par la nature et l'ouvrage comme sans contrainte extérieure à soi. La machinerie (pelle mécanique, bétonnière, ...) nécessaire à certains travaux lors de l'érection d'une maison, entre en plein dans la catégorie « travail ». C'est une période très stressante (\$\$\$, chamboulement du terrain, pas de référence physique précise car il n'y a pas de fondation au début des travaux,...). Heureusement, c'est le début du chantier. Ici au GREB, nous avons, pour la plupart, réalisé l'ensemble des travaux de machinerie l'automne précédent le chantier proprement dit. On commence alors le chantier « frais et dispos » et la fondation a le temps de « prendre » et de se placer.
- 6- Les aides bénévoles : une corvée entre amis ou parents peut être très plaisante et très enrichissante lorsque c'est possible. Toutefois, la Régie du Bâtiment du Québec (RBQ) ne permet qu'aux parents proches (père, mère, frères et sœur mais il peut y avoir malgré tout certaines ouvertures de la part de la RBQ pour des corvées courtes et si on les informe à l'avance) d'aider sur le chantier sauf sur une exploitation agricole où il n'y a pas de restriction de ce genre. Il faut aussi que les amis ou les parents viennent au chantier, au moment où on les attend. En plus, il faut être capable de diriger tout ce monde de bonne façon. Il faut être des potes pas despotes!
- 7- Les désirs et exigences versus les besoins réels : je me gardait cet élément stresseur pour le dessert car il est extrêmement important en autoconstruction. Il amène des dépenses en temps, argent et énergie qui dépassent parfois le « budget » dans ces domaines. Comme l'autoconstruction peut amener des réductions de coûts directs et que les dépenses (temps, argent et énergie) se font « à la graine » (peu à peu), il est facile d'en faire toujours juste un petit peu plus que prévu. On se retrouve à la fin avec beaucoup plus de travail ou moins d'argent que l'on avait prévu au départ. On pourrait appeler cela le « syndrome du tant-qu'à-y-être » (Ex : Tant-qu'à-être dans le chantier, on pourrait grossir un peu la maison!). Même au départ, lorsque l'on a peu d'expérience, il est facile de concevoir une maison de dimensions plus importantes que celle réellement nécessaire, d'y mettre plus de luxe que prévu ou d'avoir des

²¹ Réf. 19.

exigences grosses comme une montagne. Exigences que l'on aurait pas lors de l'achat d'une maison usagée ou d'une maison neuve construite par un entrepreneur.

Chaque personne fonctionne différemment et doit trouver sa façon de faire dans un chantier. Elle doit trouver les solutions qui lui sont appropriées. Mais l'expérience que nous avons acquise lors de nos chantiers peut aider certains à trouver ses propres solutions de gestion du stress avant, pendant et après le chantier. Voici quelques idées :

- 1- Voir son chantier comme un voyage : lors d'un voyage, même très planifié, il y a une certaine attitude nécessaire pour le rendre agréable. Un certain « lâcher prise » est nécessaire lorsque ça ne fonctionne pas comme prévu, l'attention est centrée sur les personnes et non sur les choses (en voyage c'est la seule référence qui nous reste!), le plaisir de la découverte, de la nouveauté y est primordiale, l'observation et les sens en éveil conditionne la survie.
- 2- Se donner le temps : faire attention à ne pas se donner un échéancier trop serré, être souple avec l'échéancier et attentif aux personnes. Être capable de prioriser les personnes même au détriment de la vitesse d'exécution du chantier. S'obliger à prendre des vacances. Se donner un horaire de travail fixe mais avec une certaine souplesse et s'obliger à le respecter (Par exemple l'horaire fixé par mon équipe de travail familiale de 4 personnes était de 8h30 à 17h avec une pause d'environ 30 à 45 minutes le midi, pas de travail le soir et pas plus de 6 jours par semaine. Une journée de repos par semaine, c'est un minimum! À l'extérieur du chantier si possible.).
- 3- Réaliser des plans et devis les plus précis possibles et les respecter le plus possible. Un tel devis, ça peut être long et difficile à établir mais c'est payant à tous les niveaux. Le plus difficile toutefois c'est de le respecter, comme tous les budgets d'ailleurs, surtout difficile pour la personne qui tient les cordons de la bourse.
- 4- Baisser ses exigences surtout pour l'entrée dans la maison. Attendre que la maison soit entièrement terminée avant d'y emménager peut être très long et frustrant surtout si on paie déjà pour un loyer ou une autre maison.
- 5- Concevoir un échéancier réaliste par rapport au travail à faire. Plus on ajoute des éléments et des fonctions à la future maison, plus ça prend du temps. Ça semble évident mais la plupart des gens sous-estime l'ampleur des travaux (la plupart du temps d'un facteur 2) surtout qu'ils exigent plus d'eux-mêmes qu'ils ne le feraient des entrepreneurs. Contrairement à l'argent, l'échéancier, si le besoin est là, peut s'allonger (sans s'éterniser non plus!). Parfois, s'il le faut, il est plus sain de faire appel à un professionnel pour certaines tâches que l'on désirait faire mais qui s'avèrent soit plus difficiles soit trop longues si on les fait soi-même. Il faut alors vérifier si le budget le permet. Parfois, il arrive que cela arrive au même, au niveau des coûts, de faire appel à des professionnels.
- 6- Respecter ses besoins réels. Pour cela, il faut être vrai avec soi-même, ne pas se mentir. Il est facile de confondre nos désirs, nos exigences avec nos besoins (la publicité sert d'ailleurs à cela!). Il faut prendre le temps de bien discerné ce qui est vraiment nécessaire pour respecter ses moyens autant financiers que temporel et son énergie. À moins d'avoir beaucoup d'argent pour réaliser tout ce qui nous passe par la tête, il est nécessaire de centrer son énergie sur l'essentiel du chantier. Si nos moyens

ne nous permettent pas une maison suffisamment grande ou un aménagement intérieur tel qu'on le rêve, mieux vaut baisser nos exigences (au moins temporairement) ou alors voir le projet sur le long terme en agrandissant ou améliorant la maison en fonction des possibilités qui apparaissent avec le temps.

Aménagement du territoire

Depuis les débuts du GREB en 1990, nous avons collaboré avec la municipalité de Ville de La Baie dans l'élaboration de réglementation permettant à un écohameau agricole de voir le jour sur notre site. Après plusieurs années de travail, nous avons obtenu des règlements d'urbanisme plus adaptés à notre situation :

- 1- Plan d'aménagement d'ensemble (PAE) comportant la disposition de tous les bâtiments et aménagement sur le site du GREB.
- 2- Plan d'intégration et d'implantation architecturale (PIIA) qui permet une harmonisation de l'ensemble du patrimoine bâti.
- 3- Règlement créant une nouvelle zone 97 avec des normes spécifiques.
- 4- Règlement pour adapter des normes spécifiques de construction.

Ces acquis, malgré qu'ils soient un pas dans la bonne direction, constituent un compromis important. Nous aurions voulu aller plus loin que nous l'avons fait mais de nombreuses réglementations sont de juridiction provinciale. La modification de cette réglementation aurait nécessité un travail trop long et trop complexe. Nous nous devions aussi de faire nos preuves.

Nous aurions voulu, au GREB, augmenter la densité de l'habitat en milieu rural, notamment dans le cadre d'un hameau, afin de diminuer l'étalement, augmenter les services communs et occuper, lorsque cela est possible, des terres improches à l'agriculture (affleurements rocheux,...). Une modification de la réglementation sur l'épuration des eaux en milieu rural (fosse septique et champ d'épuration par exemple) nous aurait aussi permis l'expérimentation de nouvelles façons de faire dans ce domaine. Nous sommes aussi d'avis que les municipalités devraient intégrer dans leur réglementation le droit au solaire (i.e. empêcher une construction d'enlever l'ensoleillement à une construction déjà en place) et l'orientation des rues en fonction du soleil et de l'harmonisation au paysage. Ceci nous amène à parler de l'intégration architecturale.

Tout le monde s'entend sur l'importance de la beauté, surtout lorsqu'il est question du lieu où l'on habite. C'est précisément un des objectifs principaux de la planification architecturale et urbanistique. Les efforts ont été importants au Québec depuis vingt ans pour rendre nos villes et nos campagnes plus belles et les purger des colonisations sauvages qui se déployaient sans souci d'harmonisation un peu partout le long des cours d'eau et des routes.

Il n'en reste pas moins qu'on se demande parfois comment il se fait que, malgré le resserrement des critères d'intégration architecturale, le résultat ne soit pas plus probant. En fait, comment se fait-il qu'il n'existe à peu près pas de quartier, de ville ou de village qui ne soit un joyau comme on en trouve partout en Europe ? Où est-ce que ça cloche ?

Nous pouvons observer certains traits communs à ces villes et villages d'Europe. Nous nous en sommes inspirés pour élaborer la philosophie d'intégration architecturale du GREB :

1. une unité poussée des matériaux : nobles, locaux, naturels ;
2. une certaine unité des styles mais avec une grande diversité de formes ;
3. une architecture locale dénuée d'artifices, de parements ou de matériaux qui visent à créer l'illusion (lorsque non structuraux), sauf pour l'ornementation ;
4. des couleurs qui sont celles des matériaux naturels ;
5. un non alignement par rapport au chemin ;
6. une non-obsession de la ligne droite, de l'équerre et de la symétrie ;
7. une densité relativement élevée que ce soit dans une ville ou un village ;
8. la faible largeur des rues et une sinuosité qui ralentit ou élimine le trafic automobile ;
9. des constructions qui épousent la topographie et qui sont généralement localisées en dehors des espaces arables, des surfaces planes ;
10. une végétation omniprésente en terme d'arbres, d'arbustes et de fleurs, avec peu d'importance accordée toutefois au pâturin du Kentucky (pelouse) ;
11. l'absence de piscines sur tous les terrains ;
12. une quasi absence d'objets hétéroclites du type poteaux électriques, bannières commerciales fortement en évidence et, sur les pelouses, petits nègres en plâtre, flamands roses, sacs de poubelles orange en forme de citrouille pendant la période de l'Halloween, etc.

Conclusion

L'expérience de la création d'un écohameau agricole ne se situe pas uniquement au niveau de la technique qu'elle soit architecturale ou agricole, et qui en constitue la partie la plus visible, mais plutôt sur le vécu de chacun dans cette expérience. Cette compilation de notre expérience architecturale des dernières années est teintée de la perception personnelle de l'auteur de ce texte.

Évidemment, passer du rêve de s'autoconstruire à la réalité est un défi important à relever. Toutefois, dès que l'on a commencé, on se rend bien compte qu'on peut y arriver moyennant bien sûr une bonne forme physique et la volonté de bien réussir. Une maison autoconstruite est remplie d'histoire et c'est notre plus grande récompense. Des parents, des amis nous ont aidé à la construire et un tas d'anecdotes nous rappellent également que l'on s'y est aussi un peu construit soi-même. Les gens qui y viennent en visite sentent bien toute la vie et la chaleur qui émanent des lieux, émerveillés de ce que l'on peut accomplir soi-même.

Nous n'avons pas ici un recueil exhaustif de toutes les expériences au plan de la construction que nous avons réalisée. Il s'agit plutôt d'un assemblage de ce qui nous semble utile pour éclairer tout futur autoconstructeur sur la technique que nous avons développée depuis quelques années. Une personne s'investissant dans un projet d'autoconstruction aura nécessairement plus de questions que de réponses après la lecture de cet ouvrage. Mais ces questions seront alors d'un tout autre ordre, d'un niveau plus concret et plus précis. La compréhension de l'ensemble de la technique sera alors plus élevée.

Il faut aussi prendre en considération le processus de création dans lequel baigne le Groupe de Recherches Écologiques de la Batture (GREB) pour comprendre que cette technique est en constante évolution. Le but de cette évolution est de faciliter l'autoconstruction de maisons écologiques de qualité et d'en diminuer les coûts.

Il ne reste qu'à vous souhaiter une bonne autoconstruction!

Références

- 1- Gagnon, Luc, et Guérard, Yves, « *Énergie : la trilogie du gaspillage* », Revue Franc-nord, hiver 1988.
- 2- Lafarge, Monique, « *La ville plus attrayante que la banlieue ???* », Revue Franc-vert, Vol. 9, no. 4, août 1992. Spécial macroécologie.
- 3- Wackernagel, Mathis, Rees, William, « Notre empreinte écologique », Éditions Écosociété, 1999.
- 4- Sachs, Ignacy, « *L'écodéveloppement* », Syros, 1993.
- 5- Samson, R., Deschênes, L, « Analyse environnementale du cycle de vie des produits et des procédés (ISO-14040) », CIRAI, Formation continue de l'École Polytechnique de Montréal, 2002.
- 6- Bergeron, Michel, De Guise, Clôde, « Maisons originales autoconstruites du Québec : Principes et techniques d'autoconstruction écologique », Éditions l'Oiseau Moqueur, 1989.
- 7- Bainbridge, David, Steen, Athena, et Steen, Bill, « *The straw bale house* », Éditions Chelsea Green Publishing co, 1994.
- 8- Villeneuve, Claude, « Du CO₂ en planches? », La Presse, 7 avril 2003.
- 9- Oak Ridge National Labs and Polish Academy of Sciences « Thermal mass – Energy savings potential in residential buildings : Some results of field energy studies performed on massive residential buildings », 2001.
- 10-Rousseau, J., Hazleden, D., « Enquête sur les défaillances de l'enveloppe des bâtiments construits dans le climat côtier de la Colombie-Britannique », Série technique 98-102, Rapport pour la Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), 1998.
- 11-Gagné, Louis, « Projet de démonstration, maisons de ballots de paille et de mortier », préparé par la division de la mise en oeuvres des projets, secteur des propositions, de la recherche et des programmes, Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), avril 1986.
- 12-Straube, John, « Moisture Properties of Plaster and Stucco for Strawbale Buildings », Rapport pour la Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), 2000.
- 13-Sovebec, « Guide Sovebec pour la pose du bardage de cèdre blanc de l'est », Sovebec, 1999.

- 14- Lacinski, Paul, Bergeron, Michel, « Serious straw bale : a home construction guide for all climates », Chelsea Green Publishing co., 2000.
- 15- Léwy-Bertaut, Bernard, « Concevoir sa maison solaire », Ministère de l'énergie et des ressources (Québec), 1987.
- 16- Collectif sous la direction de Thomas Schmitz-Günther, « Éco-logis, la maison à vivre », Édition Könemann, 1999.
- 17- Barden, Albert, Hyytiäinen, Heikki, « Finnish fireplaces : the heart of the home », The Finnish Building Centre Ltd, 1993.
- 18- Tanguay, François, « Petit Manuel de l'habitat bioclimatique », Éditions de Mortagne, 1988.
- 19- Illich, Ivan, « Le travail fantôme », Éditions du seuil, 1981.

Bibliographie

Bergeron, Michel (Archibio), « Analyses d'humidité dans les dalles-sandwich en béton-paille », rapport présenté à Don Fugler, div. Recherche, Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), 2000.

Bergeron, Michel, « The strawbale slab », ARCHIBIO, 1999.

Fibrehouse Limited, « Developping and proof-testing the « prestressed Nebraska » method for improved production of baled fibre housing », Rapport pour la Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), février 1996.

Platts, R.E. (Scana Canada Consultants Limited), « Proof of concept : developping and testing of the biocrete house construction system », Rapport pour la Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), mars 1996.

Watts, K.C., Wilkie, K.I., Thompson, K., Corson, J., « Thermal and mechanical properties of straw bales as they relate to a straw house », Société Canadienne de Génie Rural (SCGR), juillet 1995.

Simons, Bryce, (AGRA Inc.), « Transverse load test and small scale E-119 Fire test on Uncoated straw bale wall panels and stucco coated straw bale wall panels », Rapport pour New Mexico Community Foundation, décembre 1993.

Henderson, Shawna, « Moisture in straw bale housing », Rapport pour la Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL), novembre 1998.

« House of straw : straw bale construction comes of age » U.S. Department of Energy, Energy efficiency and renewable energy, avril 1995.

Benson, Tedd, « Building the timber frame house : the revival of a forgotten craft », Charles Scribner's Sons, 1980.

Watson, Donald, « Le livre des maisons solaires », Éditions l'Étincelle, 1977.

Phleps, Hermann, « The craft of log building », Lee Valley Tools LTD, 1982.

« Le livre des portées », Conseil Canadien du bois, 1990.

Lessard, Michel, Vilandré, Gilles, « La maison traditionnelle au Québec », Les Éditions de l'Homme, 1974.

Lessard, Michel, Marquis, Huguette, « Encyclopédie de la maison québécoise », Les Éditions de l'Homme, 1972.

« L'énergie solaire thermique au Québec », Ministère des Ressources Naturelles (Québec), 1997.

Sobon, Jack, Schoeder, Roger, « Timber frame construction », Garden Way Publishing, 1984.

Mazria, Edward, « The passive solar energy book », Rodale Press, 1979.

Annexe 5

Dossier de presse (partiel) sur la technique du GREB

Dossier de presse (partiel) sur la technique du GREB et l'écohameau de La Baie

Articles, dans la presse écrite, portant spécifiquement sur les constructions de l'écohameau de La Baie conçus selon la technique du GREB

- *Le G.R.E.B.*, Revue *La Maison du 21^e siècle*, Volume 10, numéro 1, Printemps 2003,

Articles, dans la presse écrite, portant sur l'écohameau de La Baie, en général

- Écovillages d'aujourd'hui, Revue Guide ressources, février 2004, pp. 54-55.
- *Les communes 20 ans plus tard*, Le Journal de Montréal, 23 février 2004, pp. 18-19.
- *Les nouvelles communes des héritiers du peace and love*, Le Journal de Québec, 1^{er} mars 2004.
- *Villages écologiques*, Revue *Protégez-vous* (2003) (en collaboration avec Équiterre), Édition spéciale : Guide du consommateur responsable, le pouvoir de nos choix.
- *Il est encore possible de vivre autrement*, Journal Le Quotidien, édition du 18 août 2003.

Reportages télé

- Les artisans du rebut global. Série d'émissions télévisées de 30 minutes sur la construction écologique sur la chaîne Télé-Québec, dont une émission consacrée à l'écohameau de La Baie et à la technique de construction du GREB. La série a été diffusée en août et septembre 2004.
- Reportage de sept minutes sur l'écohameau de La Baie effectué dans le cadre de l'émission La vraie vie, diffusée et rediffusée à plusieurs reprises en 2002.

UNE MAISON SOLAIRE FENG SHUI

Volume 10, numéro 1 - Printemps 2003 3,95\$

La Maison *du 21^e siècle*

Le magazine de la maison saine



ÉCOVILLAGES
SUBVENTIONS
pour fenêtres efficaces
L'ÉLECTRICITÉ solaire

Un jardin SANS PESTICIDES

Chambres froides

Retour à la terre : quel modèle choisir ?

André Fauteux

Depuis quelques années, de plus en plus de familles québécoises rêvent de s'établir dans un village écologique à la campagne, à l'abri des mégaporcheries et autres industries polluantes, dans une oasis où l'on puisse travailler et vivre en harmonie avec ses voisins et la nature. Si plusieurs projets germent, peu fleurissent. Voici quatre formules inspirantes.

Les Plateaux Commun'Ô'Terre

Le creuset d'une des expériences de vie communautaire les plus originales et durables du Québec. Fondée à l'été 1975 comme une commune tricotée serrée, qui à son apogée comptait 50 membres, c'est aujourd'hui un groupe de vingt personnes autonomes partageant un cadre de vie enchanteur à l'Anse-Saint-Jean, au Saguenay. Cette corporation à but non lucratif gère et coordonne le développement socio-économique à petite échelle du secteur. Ces pionniers respectent des règles communautaires, mais œuvrent en entreprises privées. On y vit de la ferme, de la forêt, de jardins biodynamiques, d'une boulangerie, de l'artisanat (vêtements, sculpture et écriture) et de l'enseignement (cours de yoga, etc.). Sur rendez-vous, on peut visiter le site et y faire de l'équitation.

Jean Hudon : (418) 272-2931
globalvisionary@cybernute.com
www.EarthRainbowNetwork.com/Plateaux1975-2003.htm

La Société de conservation des Cascades

En 1996, l'apôtre du jardinage biologique Yves Gagnon achetait une terre de 170 acres avec des copains et faisait notarier la première servitude écologique privée au Québec. À cheval

entre Saint-Jean-de-Matha et Saint-Damien-de-Brandon, dans Lanaudière, cette terre peuplée de lynx et castors n'accueillera pas d'écovillage comme tel, mais elle est protégée à perpétuité par une charte de strictes règles écologiques gérées par la Société de conservation. Au menu : maintien de la biodiversité, coupes forestières partielles, jardinage et élevage écologiques, intégration harmonieuse de l'architecture, interdiction des bruits, des véhicules motorisés, de la chasse, des activités commerciales, etc. Deux maisons écologiques y ont déjà été bâties, dont une électrifiée par des panneaux solaires, et une troisième construction est prévue cette année. En prime, des voisins ont choisi de respecter la charte, même sans y être tenus juridiquement.

Benoît Michaud : bmichaud@rbfbiotiques.com



Terravie

C'est une nouvelle fiducie foncière communautaire qui veut acquérir une terre ce printemps dans les Laurentides. « La fiducie foncière communautaire est une entité juridique qui protègera le terrain à perpétuité et qui le louera à une coopérative sans but lucratif dont la fonction sera de gérer les bâtiments ainsi que les activités de l'éco-village », explique l'une des initiatrices du projet, Nicole Fafard. On regroupera donc les fonctions de conservation du territoire et d'habitat communautaire qu'autorise aux fiducies foncières le code civil québécois de 1994. Nous suivrons l'évolution de ce projet dans les prochains mois. D'ici là, Mme Fafard



Les maisons du G.R.E.B. sont isolées aux ballots de paille et chauffées au soleil et au bois. Ces panneaux solaires chauffent l'eau et produisent de l'électricité.

recommande deux guides que l'on peut commander auprès de la Société canadienne d'hypothèques et de logement au 1 800 668-2642 ou www.schl.ca : Des terrains pour notre avenir – Guide sur les fiducies foncières et le logement abordable au Canada (5,95 \$) ; et Valeurs en évolution dans des collectivités en évolution – Guide des collectivités saines et durables (gratuit).

Nicole Fafard (450) 227-5416
lightvision@sympatico.ca

Recueil de recherches
et de solutions

é
ub
e

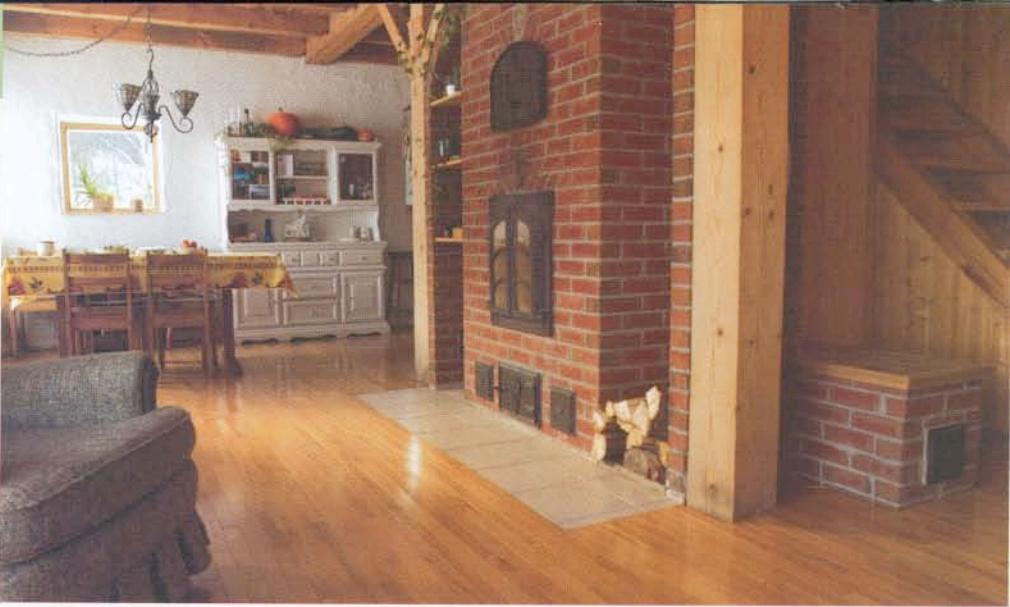


www.laplumedefeu.com

(514) 270-5452

Le G.R.E.B.

Situé dans l'arrondissement La Baie de Ville de Saguenay, voici l'écovillage actuellement le plus en vue au Québec, un petit paradis pour déjà une dizaine d'enfants éduqués à la maison. Fondé comme entreprise privée en 1990, puis converti en copropriété indivise, le Groupe de recherches écologiques de la Batture (G.R.E.B.) est un projet d'écohameau agricole expérimental aujourd'hui géré par la coopérative agricole *Les vallons de Chambreule*. Celle-ci possède une terre de 56 acres, des animaux d'élevage, une ferme maraîchère et même les maisons individuelles - une cinquième y sera érigée cette année, sur une possibilité de six. Ces résidences sont toutes isolées aux ballots de paille, chauffées par le soleil et un foyer de masse érigé par l'artisan Gabriel Callender, et chapeautées d'un toit de cèdre. En plus des panneaux solaires d'occasion achetés à rabais, on installera bientôt une micro-turbine hydroélectrique dans un ruisseau.



La maison est toujours confortable, d'autant plus que les vitrages à faible émissivité réfléchissent la chaleur radiante du foyer de masse doté de son propre four.

Un des écovillageois, Pierre Gilbert, formateur au Centre québécois du développement durable à Alma, est fier de dire que sa petite famille n'achète annuellement que pour 300 \$ d'électricité d'Hydro-Québec. « La maison est toujours confortable, d'autant

plus que le vitrage à faible émissivité des fenêtres, dont 70 % sont orientées au Sud, réfléchit les ondes infrarouges du foyer radiant. Nous ne faisons que trois feux aux deux jours, par grands froids, et qu'un seul aux deux ou trois jours, dans l'entre-saisons. »

Grâce à l'appui de l'ancien maire Claude Richard et de l'urbaniste Daniel Poitras, en 1998, la Ville de La Baie adoptait un plan d'aménagement particulier à l'écovillage, y permettant l'orientation des maisons au Sud, leur éloignement à plus de huit mètres du chemin et interdisant des usages tel l'élevage hors sol (porcheries). Des contraintes internes ont été ajoutées par les habitants : pas de thermopompe, ni parement en PVC ou en aluminium, ni teinture opaque uniforme, ni abri d'auto, ni stationnement dans la zone habitée, etc. Bref, on y favorise la beauté, la quiétude et le plaisir de marcher dans des sentiers piétonniers.

« La coopérative équilibre les tensions entre les intérêts individuels et collectifs, dit Pierre Gilbert. Nous vivons une période de grâce, sans conflits, depuis 1995. On était raide pauvre et on l'est toujours ! C'est un genre de miracle, mais nous avons la chance de ne pas être trop névrosés, ni trop ésotériques (on est bien plattes à ce niveau là), et d'être du monde très pratique, avec une grande écoute. Issus des milieux écologistes et syndicalistes, nous avons tous une bonne capacité de fonctionner en groupe, ce qui est essentiel pour prendre des décisions par consensus. » Un écovillage qui attire de plus en plus de visiteurs intéressés par cette réponse très tendance à la mondialisation.

Pierre Gilbert : (418) 544-6714
grebe@royaume.com



Les nouvelles communes des héritiers du *peace and love*

Renée ■ Laurin

Collaboration spéciale

On croirait reculer de trente ans. À l'époque, de jeunes idéalistes aux cheveux longs tournaient le dos à la société de consommation pour expérimenter un style de vie plus humain, plus fraternel. Dans leur commune au fond des bois, ils se nourrissaient d'amour et d'entraide. Le rêve a échoué. Trop vaporeux sans doute.

Trente ans plus tard, les héritiers du *peace and love* refont le chemin de leurs aînés avec, cette fois, les outils du succès et de la longévité bien en main. Leur projet de vie s'appuie sur une solide réflexion. Cette fois, ce n'est pas l'esprit de contestation qui les anime, mais l'urgence de sauver une planète en péril.

Aujourd'hui, on ne parle plus de communes, mais bien d'écovillages ou d'écohameaux dans le cas des plus petites communautés. Le modèle basé sur le respect de l'environnement



Photo LE JOURNAL

L'ALCOOL

Le GREB est situé au confluent des la baie des Ha! Ha! et du fjord du Saguenay.

Trente ans plus tard, les héritiers du *peace and love* refont le chemin de leurs ainés avec, cette fois, les outils du succès et de la longévité bien en main. Leur projet de vie s'appuie sur une solide réflexion. Cette fois, ce n'est pas l'esprit de contestation qui les anime, mais l'urgence de sauver une planète en péril.

Aujourd'hui, on ne parle plus de communes, mais bien d'éco-villages ou d'écohameaux dans le cas des plus petites communautés. Le modèle, basé sur le respect de l'environnement et de la vie communautaire, a déjà trouvé des adeptes dans plusieurs pays, notamment en France, en Grande-Bretagne et aux États-Unis.

Au Québec, un seul écohameau, le Greb, implanté depuis une dizaine d'années dans la région du Saguenay—Lac-Saint-Jean, sert présentement de modèle à tous ceux qui sont en voie de voir le jour dans différentes régions et ailleurs dans le monde.

Il y a treize ans déjà

Il y a treize ans déjà, Pierre Gilbert, militant engagé dans la lutte antimondialisation, a décidé qu'il en avait marre de se battre contre les gros bonzes du monde financier. Il a rangé ses pancartes et pris la route de la campagne dans l'espoir d'arriver un jour à montrer qu'il était possible de vivre confortablement sans tomber dans le panneau de la surconsommation.

Sa femme et ses enfants ont suivi. Quatre autres familles aussi. Ensemble, ils se sont construit un rêve. Ils ont acheté une terre magnifique, située au confluent de la baie des Ha! Ha! et du fjord du Saguenay, puis ont construit leurs maisons. Cinq maisons uniques, construites de façon à réaliser des économies d'énergie incroyables.

En 2003, la famille Gilbert peut se vanter d'avoir consommé à peine 1700 kWh d'électricité, alors que la moyenne québécoise pour les résidences est de 30 000 kWh par année. Leur facture d'électricité s'est élevée, cette année-là, à 120 \$!

Les objectifs

Pour l'environnement:

- Protéger et restaurer les habitats naturels
- Développer un modèle d'agriculture et de gestion forestière
- Utiliser de façon efficace l'énergie, l'eau et les matériaux
- Promouvoir un mode de vie écologique basé sur le développement durable
- Valoriser une meilleure utilisation des ressources naturelles par la réduction, la récupération et la réutilisation

Pour l'humain:

- Fournir une meilleure qualité de vie basée sur la satisfaction des besoins fondamentaux
- Créer un environnement propice à l'épanouissement intellectuel, affectif et spirituel
- Procurer un sentiment d'appartenance et de sécurité favorisant une participation active à l'effort collectif
- Diminuer la charge de travail individuelle
- Réduire les dépenses, accordant à l'individu plus de temps pour ses loisirs et ses rapports sociaux
- Améliorer la santé physique et mentale grâce à un mode de vie sain
- Participer activement à la vie sociale et économique de la communauté

Pour la communauté québécoise:

- Développer la vie culturelle dans nos campagnes
- Permettre la recherche et le développement sur les activités viables sous forme d'un modèle nouveau apporté à la société québécoise
- Créer des liens avec la communauté locale en échangeant des produits et services

giste?
avons
UX !

ELIVEAU
TURLOGISTES

linaire : 881-2100



Photo LE JOURNAL

Les résidents de l'écohameau pourront aussi se vanter d'être presque autosuffisants sur le plan de l'alimentation. Chaque maison a déjà son jardin.

Leur secret: une maison construite en ballots de paille et en maçonnerie et un foyer au bois de technique scandinave, composé de dix tonnes de maçonnerie permettant d'emmagasiner la chaleur pendant au moins 48 h.

Ajoutez à cela une maison avec fenêtres orientées au sud, quelques panneaux solaires thermiques pour chauffer l'eau de consommation et leur tour est joué.

Economies

En réalisant de telles économies sur le chauffage. Gilbert estime qu'une famille de quatre enfants peut très bien vivre au Greb avec un revenu d'à peine 30 000 \$ par année.

D'autant plus que la vie en communauté telle qu'ils l'expérimentent depuis des années permet aussi de réaliser des économies importantes à d'autres chapitres. L'équipement agricole, les outils de construction, tout peut être partagé. Le jardinage est l'affaire de tous, vêtements et jouets sont échangés, de même que les compétences de chacun.

Ceux et celles qui ont choisi de rester à la maison par choix (les autres continuent de travailler à l'extérieur de l'écohameau) ont aussi choisi de s'occuper de l'éducation des enfants à la maison jusqu'au secondaire.

Et ils sont nombreux, les enfants du Greb. Trois familles de quatre enfants. De quoi redonner de l'espoir au gouvernement québécois, qui désespère de voir son taux de natalité chuter année après année.

Éventuellement, les résidants de l'écohameau pourront aussi se vanter d'être presque autosuffisants sur le plan de l'alimentation. Chaque maison a déjà son jardin pour permettre aux familles de s'approvisionner en petits fruits et légumes durant la belle saison.

D'ici quelque temps, des poules leur donneront des œufs; des vaches et des chèvres leur fourniront leur lait et peu-être même aussi une bonne partie de leur viande.

Au fond, ils auront réussi à recréer le niveau de communauté que l'on retrouvait dans les campagnes d'autrefois avec un certain confort en plus.

Pierre Gilbert est comblé.

Sa vie prend soudain un sens et il ne la changerait pas pour tout l'or du monde.

Il a gagné son pari.

Pour en savoir plus

Réseau des écohameaux et écovillages du Québec:

(450) 441-9888

Écohameau Greb: Pierre Gilbert (418) 544-6714

Projet Terravie (Laurentides)

www.terravie.org/projets.html

Quelques étapes d'implantation

- Constituer un noyau de deux à cinq personnes
- Définir la vision et le but à atteindre
- Sélectionner un mode de prise de décision
- Consolider le groupe
- Créer une charte pour l'écovillage ou l'écohameau
- Créer un OBNL pour la fiducie foncière
- Créer un compte en fidéicommiss où chacun dépose de l'argent pour l'achat d'une terre
- Trouver le terrain
- Consultation avec un agronome du ministère
- Premier contact avec la municipalité
- Achat du terrain
- Planification du plan d'aménagement
- Contact avec un architecte
- Contact avec des menuisiers spécialisés dans la construction de maisons écologiques
- Construction du bâtiment communautaire

Note: Selon Pierre Gilbert, le modèle des écovillages devrait aussi pouvoir s'appliquer en milieu urbain.



**SE SIMPLIFIER
LA VIE**

Renée Laurin, collaboration spéciale

au JOUR

Les communes 30 ans

le JOUR

plus tard



Les communautés 30 ans



Quelques étapes pour implanter un écovillage ou un écohameau

- Constituer un noyau de 2 à 5 personnes
- Définir la vision et le but à atteindre
- Sélectionner un mode de prise de décision
- Consolider le groupe
- Crée une charte pour l'écovillage ou l'écohameau
- Crée un CRNL pour la fiducie financière

Photo LE JOURNAL

Le GREB est situé au confluent de la baie des Ha! Ha! et du fjord du Saguenay.

Quelques étapes pour implanter un écovillage ou un écohameau

- Constituer un noyau de 2 à 5 personnes
- Définir la vision et le but à atteindre
- Sélectionner un mode de prise de décision
- Consolider le groupe
- Créer une charte pour l'écovillage ou l'écohameau
- Créer un OBNL pour la fiducie foncière
- Créer un compte en fidéicommis où chacun dépose de l'argent pour l'achat d'une terre
- Trouver le terrain
- Consultation avec un agronome du ministère
- Premier contact avec la municipalité
- Achat du terrain
- Planification du plan d'aménagement
- Contact avec un architecte
- Contact avec des menuisiers spécialisés dans la construction de maisons écologiques
- Construction du bâtiment communautaire

Note : Selon Pierre Gilbert, le modèle des écovillages devrait aussi pouvoir s'appliquer en milieu urbain.

Photo LE JOURNAL

Le GREB est situé au confluent de la baie des Ha! Ha! et du fjord du Saguenay.

Pour en savoir plus

Réseau des écohameaux et écovillages du Québec :
(450) 441-9888

Écohameau Greb : Pierre Gilbert **(418) 544-6714**

Projet Terravie (Laurentides)
www.terravie.org/projets.html

On croirait reculer trente ans en arrière. À l'époque de jeunes idéalistes aux cheveux longs tournaient le dos à la société de consommation pour expérimenter un style de vie plus humain, plus fraternel. Dans leur commune au fond des bois, ils se nourrissaient d'amour et d'entraide.

Le rêve a échoué. Trop vaporeux sans doute.

Trente ans plus tard, les héritiers du *peace and love* refont le chemin de leurs aînés avec cette fois les outils du succès et de la longévité bien en main. Leur projet de vie s'appuie sur une solide réflexion. Cette fois, ce n'est pas l'esprit de contestation qui les anime, mais l'urgence de sauver une planète en péril.

Aujourd'hui, on ne parle plus de communes, mais bien d'écovillages ou d'écohameaux dans le cas des plus petites communautés. Le modèle, basé sur le respect de l'environnement et la vie communautaire, a déjà trouvé des adeptes dans plusieurs pays notamment en France, en Grande-Bretagne et aux États-Unis.

Au Québec, un seul écohameau, le Greb, implanté depuis une dizaine d'années dans la région du Saguenay/Lac-Saint-Jean, sert présentement de modèle pour tous ceux qui sont en voie de voir le jour dans différentes régions du Québec et ailleurs dans le monde.

Il y a treize ans déjà...

Il y a treize ans déjà, Pierre Gilbert, militant engagé dans la lutte anti-mondialisation, a décidé qu'il en avait marre de se battre contre les gros bonzes du monde financier. Il a rangé ses pancartes et a pris la route de la campagne avec l'espoir d'arriver un jour à démontrer qu'il était possible de vivre confortablement sans tomber dans le panneau de la surconsommation.

Sa femme et ses enfants ont suivi. Quatre autres familles aussi. Ensemble, ils se sont construit un rêve. Ils ont acheté une terre magnifique, située au confluent de la baie des Ha! Ha! et du fjord du Saguenay, puis ont construit leurs maisons. Cinq maisons uniques, construites de façon à réaliser des économies d'énergie incroyables.

En 2003, la famille Gilbert peut se vanter d'avoir consommé à peine 1 700 kWh d'électricité, alors que la moyenne québécoise pour les résidences est de 30 000 kWh par année. Leur facture d'électricité s'est élevée cette année-là à 120 \$!

Leur secret : une maison construite en ballots de paille et en maçonnerie et un foyer au bois de technique scandinave, composé de dix tonnes de maçonnerie permettant d'emmager la chaleur pendant au moins 48 h. Ajoutez à cela une maison avec fenêtres orientées au sud, quelques panneaux solaires thermiques pour chauffer



Photo LE JOURNAL

ILS SONT NOMBREUX, les enfants qui vivent au Greb.

l'eau de consommation, et le tour est joué.

En réalisant de telles économies sur le chauffage, M. Gilbert estime qu'une famille de quatre enfants peut très bien vivre au Greb avec un revenu d'à peine 30 000 \$ par année.

D'autant plus que la vie en communauté, telle qu'ils l'expérimentent depuis des années, permet aussi de réaliser des économies importantes à d'autres niveaux. L'équipement agricole, les outils de construction, tout peut être partagé. Le jardinage est l'affaire de tous, vêtements et jouets sont échangés, de même que les compétences de chacun.

Ceux et celles qui ont choisi de rester à la maison par choix (les autres continuent de travailler à l'extérieur de l'écohameau) ont aussi choisi de s'occuper de l'éducation des enfants à la maison jusqu'au secondaire. Et ils sont nombreux, les enfants du Greb. Trois familles de quatre enfants ! De quoi redonner de

l'espoir au gouvernement québécois qui désespère de voir son taux de natalité chuter année après année.

Éventuellement, les résidants de l'écohameau pourront aussi se vanter d'être presque autosuffisants sur le plan de l'alimentation. Chaque maison a déjà son jardin pour permettre aux familles de s'approvisionner en petits fruits et légumes durant la belle saison.

D'ici quelque temps, des poules leur donneront des œufs, des vaches et des chèvres leur fourniront leur lait et peut-être même aussi une bonne partie de leur viande.

Au fond, ils auront réussi à recréer le niveau de communauté que l'on retrouvait dans les campagnes d'autrefois avec un certain confort en plus.

Pierre Gilbert est comblé.

Sa vie prend soudain un sens, et il ne la changerait pas pour tout l'or du monde.

Il a gagné son pari.

Objectifs d'un écovillage ou d'un écohameau

Pour l'environnement :

- Protéger et restaurer les habitats naturels
- Développer un modèle d'agriculture et de gestion forestière
- Utiliser de façon efficace l'énergie, l'eau et les matériaux
- Promouvoir un mode de vie écologique basé sur le développement durable
- Valoriser une meilleure utilisation des ressources naturelles par la réduction, la récupération et la réutilisation

Pour l'humain :

- Fournir une meilleure qualité de vie basée sur la satisfaction des besoins fondamentaux
- Créer un environnement propice à l'épanouissement intellectuel, affectif et spirituel
- Procurer un sentiment d'appartenance et de sécurité favorisant une participation active à l'effort collectif
- Diminuer la charge de travail individuelle
- Réduire les dépenses, accordant à l'individu plus de temps pour ses loisirs et ses rapports sociaux
- Améliorer la santé physique et mentale grâce à un mode de vie sain
- Participer activement à la vie sociale et économique de la communauté

Pour la communauté québécoise :

- Développer la vie culturelle dans nos campagnes
- Permettre la recherche et le développement sur les activités viables sous forme d'un modèle nouveau apporté à la société québécoise
- Créer des liens avec la communauté locale en échangeant des produits et services

Écovillages d'aujourd'hui

Le développement durable, le respect de l'environnement et une empreinte écologique moins profonde sont parmi les raisons qui incitent aujourd'hui des gens à former un écovillage pour y évoluer au quotidien. «Un écovillage est une petite communauté de personnes unies vers un but commun, basée sur des valeurs écologiques et qui tend à maintenir un équilibre global en respectant le principe de ne pas prendre à la terre plus que ce qu'on peut lui retourner», indique le Réseau des écohameaux et écovillages du Québec.

Généralement, les communautés réunies en écovillage (ou écohameau) font de l'autoconstruction écologique, utilisent de l'énergie verte et renouvelable, développent de l'agriculture biologique, se dotent d'un processus décisionnel collectif et misent sur une économie locale et viable. «On propose un mode de vie plus près de la nature et de l'être humain, qui valorise les ressources locales de la région», explique Pierre Gilbert, du Groupe de recherches écologiques de la Batture de ville de La Baie (GREB), au Saguenay-Lac-Saint-Jean. À son avis, la société de consommation dans laquelle on vit fait de l'ombre aux richesses non marchandes, comme l'entraide et la solidarité, qui représentent pourtant une valeur considérable dans le calcul des avoirs.

Fondé en 1990, le GREB est un pionnier de la mouture des écovillages d'aujourd'hui et se définit comme un

On les appelle parfois les «communes» du 21^e siècle. Mais ceux qui sont à leurs commandes tiennent à la nuance : les écovillages et les écohameaux d'aujourd'hui sont structurés et beaucoup mieux organisés que leurs ancêtres des années 70... et de plus en plus nombreux.

PAR SOPHIE LEGAULT

projet de micrivillage écologique expérimental où l'indépendance des familles et la gestion collective sont au centre des préoccupations. «Il y a deux façons de devenir millionnaire, illustre Pierre Gilbert: en gagnant beaucoup de sous ou en créant des richesses complémentaires. Pour les régions et le monde rural, ça veut dire créer du patrimoine naturel.» Il cite en exemple l'autoconstruction, un judicieux mélange de bois coupé à même la terre qui est transformé et assemblé par les futurs occupants de la résidence.

Bien que la plupart des habitants du GREB travaillent à l'extérieur, l'autonomie à travers l'interdépendance devient un idéal à atteindre. «Développer ses propres ressources, ça veut dire produire principalement pour soi-même et sa région», poursuit Pierre Gilbert, précisant que la pro-

duction locale diminue les besoins en transport, donc réduit la pollution qui s'ensuit.

Cette façon de faire vise à ce que les «éco-villageois» aient un moins grand impact écologique sans compromettre pour autant leur confort. La construction des quatre maisons du GREB (une cinquième est en chantier), en 2000 et 2001, a généré peu de déchets. Ces spacieuses demeures sont chauffées au bois, panneaux solaires à l'appui en été, et coûtent à peine 100\$ d'électricité par année (c'est 8\$ par mois!).

Ramer à contresens demande plus d'efforts, reconnaît Pierre Gilbert, qui saute néanmoins à pieds joints dans l'aventure. «Cette passion est devenue vitale.» De l'avis de ce chargé de projet en recherche et développement au Centre québécois de développement durable, un changement



L'écovillage du GREB, au Saguenay-Lac-Saint-Jean



social découlera des laboratoires vivants comme le sien. Par «contamination», les gens prendront le virage vert et durable.

FAIRE DES PETITS

Cela a déjà des effets. Depuis quelques années, des groupes ayant pour but de former des écovillages ont vu le jour dans les Cantons de l'Est, en Gaspésie et dans la région de Mont-Mégantic, alors que d'autres s'y préparent. C'est le cas de Terravie, dans les Laurentides, qui a pris naissance le printemps dernier. Une vingtaine de membres actifs s'affairent à l'élaboration du projet en sous-comités (financement, administration, construction écologique), afin qu'il devienne un modèle d'écovillage québécois. «On a fait un plan d'ensemble pour montrer la viabilité

«On ne vit pas en communauté parce qu'on veut être tranquille. Avant de se heurter aux autres, on se heurte à soi-même. On est constamment dans une démarche de croissance.»

– Pierre Gilbert

économique et les bienfaits écologiques d'un écovillage», explique Nicole Fafard, l'une des trois membres fondateurs du projet.

Le groupe, qui négocie présentement l'acquisition d'une terre de 600 acres près de Saint-Sauveur, a pour objectif premier la protection des terrains qu'il acquiert et leur retrait du marché de la spéculation. Il souhaite aussi donner un coup de pouce à ceux qui désirent fonder une communauté

écologique en établissant une liste des possibilités de soutien financier: subventions, apports privés, levées de fonds, etc. «C'est un projet d'utilité sociale. Aussi, une demande de statut de bienfaisance est en cours. Si on l'obtient, on devra créer de l'habitation pour des personnes à faible et à moyen revenu. Ce ne sont pas toutes les personnes qui peuvent investir et s'autoconstruire», fait remarquer Nicole Fafard.

le guide Ressources

EPICERIE/GROCERY

D 04-

santé • psychologie • spiritualité

La biologie totale

À la source de la maladie

SEXUALITÉ

L'envers de la panne de désir

KYUDO

La méditation par le tir à l'arc

SANTÉ

Les soins alternatifs aux enfants

ÉCOVILLAGES

Les communes du 21^e siècle

SPÉCIAL
Cahier
maternité
bébé

En kiosque jusqu'au 27 février

3.95\$



Envoy de publication Enr. no. 09146

Selon Pierre Gilbert

Il est encore possible de vivre autrement

(MSH) - Pourvue de panneaux solaires et d'un immense foyer central en briques, la demeure de Pierre Gilbert témoigne d'un mode de vie peu conventionnel, empreint de valeurs écologiques.

Ici et là, des enfants courrent entre la dizaine de curieux venus entendre le propriétaire vanter la technique que lui et ses voisins ont adoptée pour ériger leur maison respective, quatre bâtiments-bientôt cinq-occupant les terres du petit hameau baierivain sur lequel vivent les membres du Groupe de recherches écologiques de la Batture de La Baie

MARC
ST-HILAIRE
mst-hilaire@lequotidien.com

(GREC).

Hier, le porte-parole du GREC s'était donné pour mission de renseigner la population sur la construction écologique qu'il privilégie. Constitués de ballots de pailles insérés dans une structure de bois et recouverts de mortier, la chaleureuse habitation affiche un surprenant indice d'isolation de R45 alors que la laine minérale n'offre pour sa part qu'un rendement de R20.

« Nous utilisons le principe de la masse thermique pour la climatisation de notre maison », explique-t-il à un premier groupe d'invités. Le concept est simple mais ingénieux. Au centre de la pièce principale se dresse ledit foyer de briques. La nuit, on ouvre portes et fenêtres, laissant ainsi pénétrer la brise à l'intérieur.

« La fraîche est captée par la cheminée centrale et est diffusée tout au long de la journée. C'est un peu comme si nous avions l'air climatisé », illustre-t-il.

À l'opposé, lorsque l'hiver arrive, cette même cheminée agit à titre de masse thermique sans pollution. Pierre Gilbert, en vulgarisateur efficace, relève que son poêle à bois est muni de deux chambres à combustion distinctes et que pour combattre le froid hivernal, il ne lui faut allumer le feu que le matin et le soir.

« Nous n'avons pas besoins d'un feu continu, précise-t-il. La chaleur est irradiée du foyer pendant 24 à 48 heures. » Le coût d'un tel appareil se situe entre 6000 \$ et 50 000 \$, estime-t-il.

Facture d'électricité

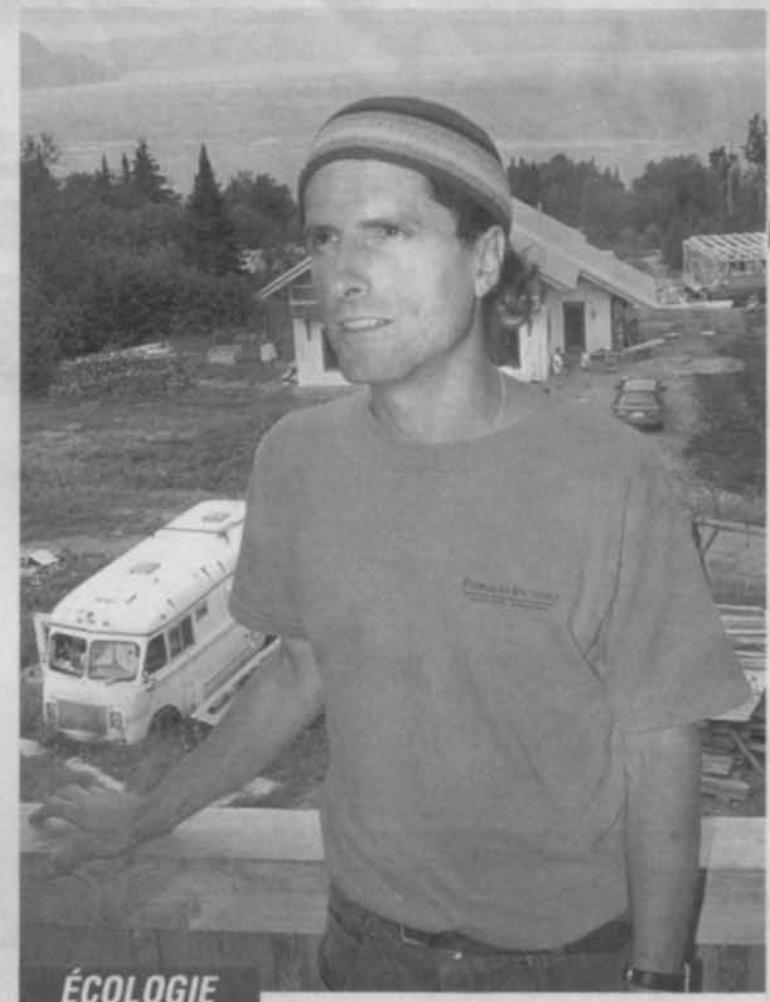
Autre fait particulier à remarquer dans ce domicile, les grandes fenêtres orientées vers le sud de sorte que le soleil puisse s'introduire à l'intérieur le plus longtemps possible au cours d'une journée. Sa chaleur viendra ensuite se loger dans la dalle (plancher) ainsi que dans le mortier et la paille. Un test effectué en janvier dernier a d'ailleurs prouvé la validité de cette expérience.

À l'étage du haut, un chauffe-eau est alimenté à l'énergie solaire, contribuant à une économie indéniable d'électricité pour la famille Gilbert.

« Ça me coûte environ 100 \$ d'électricité par année pour vivre ici. Et ,signale-t-il en souriant, nous avons tous les appareils tels un téléviseur, une laveuse, un magnétoscope, un réfrigérateur et les autres. »

Il admet toutefois ne pas utiliser d'autre méthode pour le séchage que la bonne vieille corde à linge et ce, hiver comme été.

« C'est une maison conçue pour être autonome une journée grâce aux panneaux solaires. Aujourd'hui, plus personne ne peut dire qu'on est à l'abri des terroristes, du verglas ou des grandes pannes d'électricité. Nos grands systèmes sont fragiles. »



ÉCOLOGIE

Pierre Gilbert témoigne d'un mode de vie peu conventionnel, empreint de valeurs écologiques. Lui et ses compagnons expérimentent une autre façon de vivre le quotidien.

(Photo Sylvain Dufour)

La crise du logement est loin d'être un phénomène purement québécois. En effet, selon Habitat pour l'humanité, près de 25 % de la population mondiale vit dans des habitations précaires ou n'a pas de maison du tout. Ainsi, au Burundi, au Vietnam et même au Québec, l'organisme construit des maisons avec l'aide des communautés locales et de dons, pour les vendre ensuite à des familles pauvres à un prix minime.



ont décidé de se regrouper au sein d'une communauté et de vivre en réduisant au minimum leur «empreinte» sur l'environnement.

Global Ecovillage Network:
gen.ecovillage.org
Réseau des écohameaux et écoviillages du Québec: www.eco-village.net

Un écovillage au Sénégal

À Yoff, un petit village de pêcheurs proche de Dakar, l'organisation non gouvernementale sénégalaise CRESP (Centre de ressources pour l'émergence sociale participative) supervise le programme communautaire ÉcoYoff. Sa mission est de promouvoir le développement durable au niveau local.

Comment? D'abord en créant des infrastructures pour assainir le cadre de vie des villageois (évacuation des eaux usées, recyclage des déchets, etc.) tout en assurant la protection de l'environnement (prévention de l'avancée de la mer, de l'érosion éolienne et pluviale, lutte contre la désertification). Puis en développant une production agricole et animale responsable et en améliorant la situation nutritionnelle de la population.

Depuis le démarrage du projet, en 1996, Yoff est devenu un véritable laboratoire où des architectes, des ingénieurs, des médecins, des universitaires et d'autres professionnels travaillent à établir un modèle d'écovillage et de reconstruction écologique. L'Université Laval participe à cette expérience en envoyant régulièrement sur place des stagiaires (des étudiants en nutrition).

Centre de ressources pour l'émergence sociale participative: www.cresp.sn

L'écovillage de Yoff, au Sénégal.



CRESP-Sénégal

Pour une maison saine

La Société canadienne d'hypothèques et de logement propose un concept de maison saine assez proche de celui de maison verte. Ses cinq composantes essentielles sont:

1. La santé des occupants (système de ventilation pour filtrer les polluants et avoir une meilleure qualité de l'air intérieur).
2. L'efficacité énergétique (bonne isolation et grandes fenêtres pour réduire les coûts d'éclairage).
3. L'utilisation efficace des ressources (toilettes à faible débit, utilisation de matériaux recyclés).

4. La responsabilité environnementale (compostage, utilisation de matériaux dont la fabrication requiert peu d'énergie, comme le bois ou la pierre).
5. Un coût raisonnable (prix global abordable, matériaux de construction durables, planification assurant que les rénovations seront peu dispendieuses).

Société canadienne d'hypothèques et de logement: www.cmhc-schl.gc.ca



À La Baie (Saguenay), l'«écohameau» du Groupe de recherches écologiques de la Batture.

Villages écologiques

Un écovillage est un milieu de vie où les résidants décident de vivre en harmonie avec l'environnement et où les maisons sont intégrées à la nature... sans la dénaturer. Selon le Global Ecovillage Network, un réseau international d'organismes écologiques, on dénombrerait au Canada une quinzaine d'écoviillages, en activité ou à l'état de projet, dont la moitié en Colombie-Britannique.

Au Québec, le mouvement en est encore à ses balbutiements et on parle davantage d'«écohameaux» (souvent, il ne s'agit que d'une poignée de maisons), comme celui du Groupe de recherches écologiques de la Batture, à La Baie; où quelques familles



GREB

Collection
Protégez-Vous

Preface
d'Hubert
Reeves

en partenariat avec

Équiterre

GUIDE DU CONSOMMATEUR RESPONSABLE

LE POUVOIR DE NOS CHOIX

- Alimentation
- Habitation
- Transport
- Énergie
- Investissements
- Vêtements
- Voyages
- Jardin

PLUS

des ressources utiles

5,95\$

