HAL open science

Maisons en bois et économie d'énergie dans la construction

Paul Gonthier, Joanny Guillard

To cite this version:

Paul Gonthier, Joanny Guillard. Maisons en bois et économie d'énergie dans la construction. Revue forestière française, 1983, 6, pp.401-414. 10.4267/2042/21677 . hal-03423691

HAL Id: hal-03423691

https://hal.science/hal-03423691v1

Submitted on 10 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MAISONS EN BOIS ET ÉCONOMIE D'ÉNERGIE DANS LA CONSTRUCTION (*)

P. GONTHIER - J. GUILLARD

Alors que le parc de logements des Pays Scandinaves, de l'Amérique du Nord et de beaucoup d'autres pays, est essentiellement à base de maisons en bois, la France ne s'engage que depuis quelques années, et encore bien timidement, dans ce type d'habitat. Les progrès de formules diverses (maison modulaire, à éléments, à ossature bois, etc.), la réussite de quelques firmes françaises à l'exportation, la volonté de quelques groupes de constructeurs et l'aide éclairée des Pouvoirs publics (cf. le récent contrat quadripartite 1982) laissent espérer un renouveau de la construction en bois en France et, ainsi, un palliatif partiel à la crise de la filière-bois. Renouveau, car on ne sait pas assez que les plus vieilles maisons encore habitées en France sont presque toujours des constructions en bois ou à structure bois ; et les magnifiques exemples encore présents dans nos provinces sont admirés par les touristes, sans que ceux-ci fassent pour cela table rase de leurs préjugés en faveur de la maison « en dur », qui, à leurs yeux, signifie pierre ou béton. Palliatif à la crise car le développement de la maison en bois, non seulement permettra l'écoulement de bois feuillus et résineux de toutes qualités, mais facilitera un essor nouveau de toutes, ou presque toutes, les catégories d'entreprises de la filière-bois : scierie, charpente, panneaux, menuiserie, etc.

La maison en bois bien taite permet d'évidentes économies d'énergie de chauffage par suite de ses qualités sur le plan de l'isolation thermique ; celle-ci est due au matériau lui-même, ce qui est bien connu de tous (cf. les nombreuses données publiées mais aussi le manche de casserole), à la quasi-absence de ponts thermiques dans ce mode de construction, à l'incorporation dans l'âme des murs, et non en simple doublage, de matériaux d'isolation avec une pose très facile. Ceci conduit à une forte diminution des dépenses annuelles récurrentes de chauffage, mais mériterait d'être mieux analysé (problème de la faible inertie thermique), bien chiffré et surtout d'être plus largement porté à la connaissance du public, car c'est un solide argument de vente.

Les exemples scandinaves ou nord-américains, avec 90 % des maisons individuelles en bois, avec des primes d'assurances analogues à celles des maisons en dur et relativement modiques, devraient faire justice des méchants contre-arguments fondés sur les dangers du feu. Les risques d'incendie ne sont pas plus grands dans une maison isolée en bois que dans une tour d'acier et de verre, et les conséquences infiniment moins dramatiques.

(1) Cet article est tiré des études conduites, en 1980, par P. Gonthier alors Ingénieur-Elève du G.R.E.F. - Option Forêts. Les entreprises qui ont été visitées et qui ont fourni des renseignements détaillés sont remerciées, et de l'accueil réservé, et de leur collaboration.

Mais on ne sait pas assez que, parallèlement à ses avantages de facilité, de souplesse, de rapidité de livraison clé en main au client, la construction en bois, en elle-même, correspond à une grande économie d'énergie. En effet, les produits du bois sont très souvent substituables à des matériaux « gourmands ou très gourmands en énergie », c'est-à-dire que le bois a un coût énergétique de mise en œuvre bien inférieur à celui des autres matériaux de construction.

A l'aide de l'étude détaillée de divers types de maisons, cet article se propose de donner des ordres de grandeur de l'économie d'énergie résultant de la construction en bois ; il s'appuie sur les consommations de bois et produits du bois et les consommations énergétiques unitaires de production des différents matériaux.

LES BESOINS EN BOIS ET PRODUITS DU BOIS DANS DIFFÉRENTS MODÈLES DE MAISON EN BOIS

Quelques études ont déjà chiffré la consommation de produits du bois dans différents modèles de maison, mais les résultats en sont présentés de façon, à notre avis, trop globale (cf. tableau 1). Les imprécisions sur les caractéristiques des maisons et des matériaux utilisés ne permettent pas des comparaisons strictes.

Tableau 1 **Consommation de bois dans quelques types de maisons**

	Ossature + plancher rez-de-chaussée éventuel (m^3 sciages)	Charpente (m^3 sciages)	Contre-plaqué (m^3)	Panneaux de particules (m^2 ou m^3)	Menuiserie (m^3 sciages)	Total m^3 de produits, (menuiseries non comprises)	Total ramené à 100 m^2 de surface
Maison 100 m^2 de surface au sol, plancher en béton (1) ..	3,6	3,6	1,04	€	exotiq. 3 sapin 1,9	8,24	8,24
Maison 75 m^2 de surface habitable, plancher en béton (2)	2,7	2,8	€	109 m^2	?	16,4	21,87
Maison 90 m^2 plancher bois, par éléments, combles habitables (3)	8	3 à 5	1	5 à 10 m^3	?	17 à 24	18,9 à 20,6
Maison 90 m^2 plancher bois, par modules, combles habitables (4)	5	3 à 5	1	5	?	14 à 16	16 à 17,8

Sources : (1) J. Guilloux, P.D.G. de l'entreprise Siga.
(2) Étude de Mlle de Félice (cf. bibliographie en fin d'article).
(3) et (4) Étude de M. Michel Corne - C.T.B. (cf. bibliographie en fin d'article).

Aussi, il est apparu intéressant d'analyser plus finement trois grands types de maisons individuelles en bois, à partir des renseignements aimablement fournis par les constructeurs et/ou recueillis sur place. S'il n'a pas été malheureusement possible de multiplier les types, les variantes à partir des modèles de base ont pu être aussi analysées. Le tableau 2 donne le détail des calculs et les résultats pour chaque exemple retenu.

Tableau 2 **Analyse du contenu « Produits du bois » dans quelques types de maisons**

(1) Maison MODUL'5 - Établissements Houot, Gérardmer (Vosges)

Procédé de construction : confection en usine d'éléments tridimensionnels « les modules » de surface au sol 3 x 11 m, entièrement montés, équipés, peints. Assemblage sur chantier de 3 éléments en parallèle puis pose de la charpente et de la couverture.
Modèle Doller : toit à pente de 100 %, plancher bois sur vide sanitaire, combles aménageables. Surface habitable (sans les combles) : 88,04 m².

	Sciages sapin (m³)	Panneaux de particules (m²)			Contreplaqués (m²)		Sciages hêtre (m³)
		10 mm	12 mm	19 mm	10 mm	14 mm	
Murs porteurs	2,432	175,83			103,15		
Menuiseries	1,485						
Plancher rez-de-chaussée	3,002	81,56		93,69			
Plafond	2,447	97,53		8,45			
Cloisons et moulures	0,122						
Escalier					0,73		0,370
Charpente	6,176		20,07			1,15	
Total....	15,664	354,92	20,07	102,14	103,88	1,15	0,370

Atelier de montage des « modules » des Etablissements Houot, Fraize, Vosges
Photo S.C.M.A. J.P. VERNEY

(2) Maison MODUL'4 - Même fabricant, même principe que Modul'5 mais 3 modules de 9 m de long (au lieu de 11). Surface habitable (sans les combles) : 71,10 m².

	Sciages sapin (m³)	Panneaux de particules (m²)			Contreplaqués (m²)		Sciages hêtre (m³)
		10 mm	12 mm	19 mm	10 mm	15 mm	
Total....	12,865	282,72	18,75	78,67	96,35	0,92	0,370

(3) Maison CMA6 — Établissements COFRA S.A. — Maison évolutive — Fayes-aux-Loges (Loiret)

Procédé de construction : plancher en béton sur vide sanitaire, murs à ossature porteuse en bois contreventée par panneaux intérieur et extérieur préfabriqués en usine. Toit à pente 100 %, combles non aménageables. Surface habitable (rez-de-chaussée seul) : 84,25 m².

	Sciages sapin (m³)	Panneaux de particules 19 mm (m²)	Contreplaqués (m²)			Sciages feuillus tropicaux (m³)
			5 mm	12 mm	19 mm	
Murs porteurs.....	1,65	80,2		88,75		
Charpente.....	5,56		5,25	6,40	4,0	
Plafond.....		52				
Menuiseries et escalier...						3
Total....	7,21	132,2	5,25	95,15	4,0	3

(4) Maison KANATA

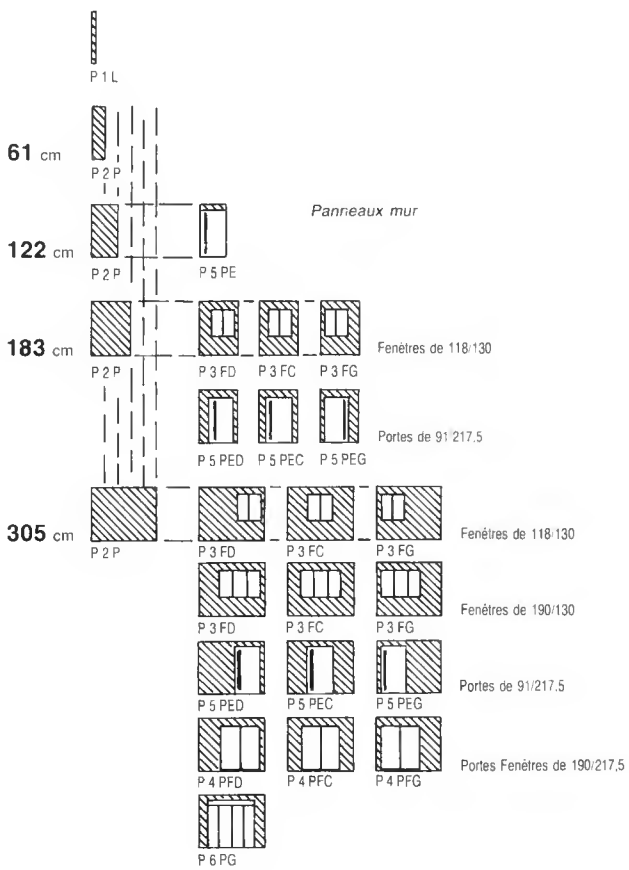
Procédé de construction : plancher bois, assemblage sur chantier d'éléments préfabriqués. Toit en pente 70 %. Surface habitable : 88,11 m².

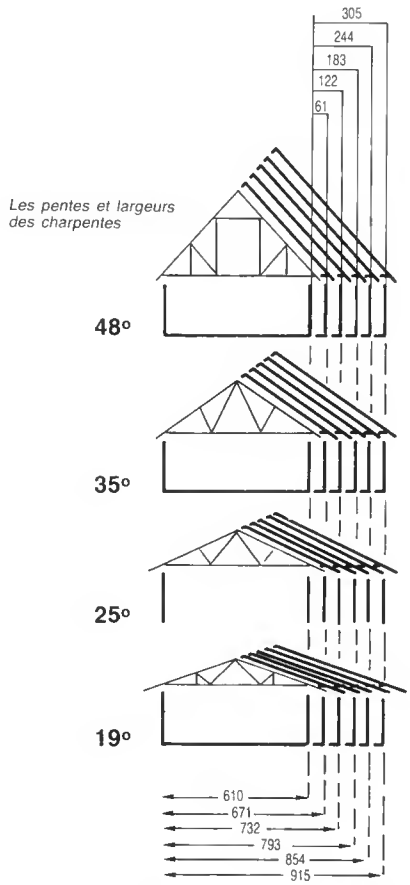
	Sciages résineux Canada (m³ sciages)	Sciages chêne (m³ sciages)	Contreplaqués (m²)		Panneaux de particules 22 mm (m²)
			10 mm	13 mm	
Plancher, poteaux, solives, sablières basses	2,419	0,203	4,42		91,45
Panneaux, sablières hautes.....	1,514			93,46	
Charpente, couverture, pignons.....	2,390			155,54	
Menuiseries + escalier (estimation).....	(3)				
Total....	9,323	0,203	4,42	249,0	91,45

N.B. — La pente du toit est de 70 % au lieu de 100 % dans les 3 cas précédents, ce qui donne des combles moins spacieux et moins aménageables mais nécessite un volume de charpente plus faible. Si on admet le même coefficient dans la maison KANATA que dans le modèle MODUL'5 de Houot pour passer d'un toit de 70 % à un toit de 100 %, les volumes nécessaires pour les seuls sciages en charpente deviennent : 2,93 m³ au lieu de 2,39, soit un total sciages résineux de 9,863 m³, volume qui sera retenu dans les calculs suivants.

Photos J. VENET

LA MAISON MODULAIRE.
La mise en place est rapide,
mais exige une grue puissante.





LA MAISON PAR ÉLÉMENTS.
Un jeu de constructions
qui exige des éléments soigneusement préparés.

A titre purement indicatif, et à partir des prix relevés en 1980, le coût des quatre modèles examinés, livrés clés en main, sont les suivants :

	Prix au m² habitable (en francs)	Incidence du matériau bois dans le coût de la construction (en %)	
		Fournitures	Fournitures + menuiserie
Modul'5 pente toit 100 %	2 544	14,5	19,7
Modul'4 pente toit 100 %	2 827	14,3	19,0
CMA 6	3 050	?	?
Kanata	3 395	15,0	22,0

Les chiffres obtenus pour les besoins en bois sont assez proches de ceux présentés dans l'étude du Centre technique du Bois (C.T.B.). On peut les résumer comme suit pour une surface de 100 m² habitables avec toit de pente 100 %.

	Construction modulaire Houot (1)	Construction par éléments	
		M. Evolutive (2)	Kanata (1)
Sciages résineux ou feuillus (m³ s)	17,6	11,9	10,8
Contreplaqué (m³ CP)	1,14	1,54	3,6
Panneaux de particule (m³ PP).....	6,42	2,97	2,00

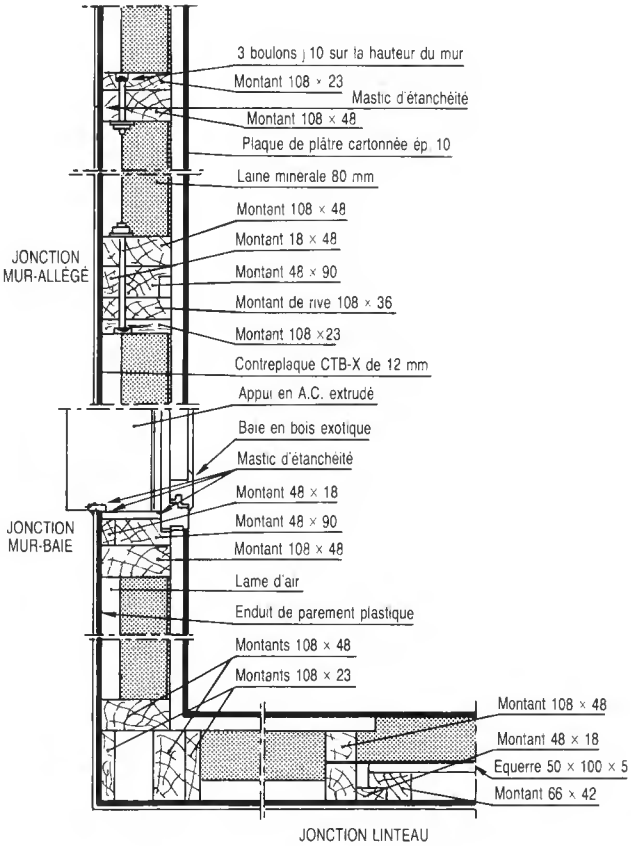
(1) Plancher bois.
(2) Plancher béton.

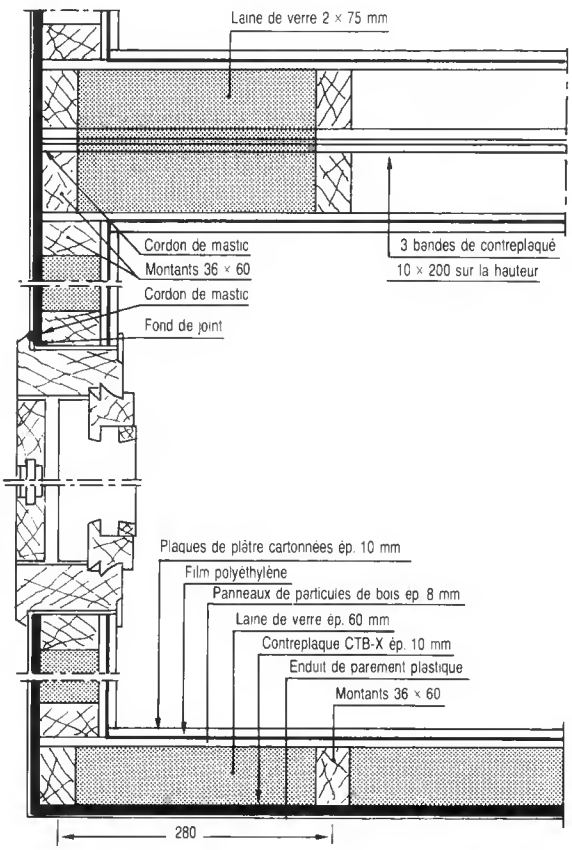
La construction modulaire consomme nettement plus de produits, en particulier sciages, que les autres procédés. En effet, d'une part, chaque élément modulaire comporte en plafond des ossatures et solives pour supporter les surcharges en cas d'aménagement des combles ; d'autre part, du fait de la conception des cellules qui doivent avoir une certaine rigidité pour le transport, les futures cloisons intérieures ont une structure assez importante et, de plus, sont assemblées face contre face lors de la mise en place.

Les volumes utilisés en charpente sont du même ordre de grandeur pour une même forme de toit (pente), la variation étant due au procédé et au type de fermette (lattis, fermette ou contreplaqué). **La solution la plus économique en produits bois est la maison par panneaux assemblés avec une seule paroi travaillant (contreplaqué extérieur sur armature)**, le plafond du rez-de-chaussée étant fixé sur les entraits des fermettes et le contreventement de la charpente étant fait en panneau.

Si la consommation de produits est nettement plus élevée dans la construction modulaire, l'économie de main-d'œuvre sur le chantier, la plus coûteuse, est par contre à son avantage (773 heures environ dont seulement 29 % sur chantier pour la maison Modul'5 Doller, contre plus de

1 000 heures pour les maisons par éléments dont une très forte partie sur chantier). Ceci permet d'obtenir, malgré la plus forte composante bois, des prix tout à fait comparables, sinon plus avantageux, au m² habitable pour la construction modulaire. Cependant, la plus grande souplesse des autres procédés, la possibilité de séduire un éventail plus large de clientèle font que chacun des différents procédés peut trouver sa place sur le marché, surtout si celui-ci s'élargit, comme on peut l'espérer.





SCHÉMAS DE MURS (coupe horizontale).
A gauche : système par éléments.
A droite : système modulaire.

UNE APPROCHE PLUS GLOBALE, EN MÈTRES CUBES ÉQUIVALENT BOIS ROND

Les volumes donnés dans les tableaux ci-dessus sont en produits semi-finis, obtenus par des procédés de transformation divers. Et il est utile, du point de vue forestier, malgré la valeur bien différente des bois ronds d'origine, de chercher à calculer la quantité totale de bois consommée pour chacun de ces types d'habitat individuel. Aussi, à l'aide du barème classique de conversion des unités de produits en mètres cubes équivalent bois rond, m^3 E.B.R. (barème certes souvent discutable, mais qui ne défavorise pas un type par rapport à l'autre), nous avons calculé les volumes de bois ronds effectivement consommés pour chacun des types retenus.

Le tableau 3 donne les résultats par modèle et pour une surface de 100 m^2 habitables (rez-de-chaussée).

Tableau 3 **Consommation matière en m^3 EBR**

	Sciages résineux	Panneaux de particules				Contreplaqués					Sciages feuillus	Total	Total pour 100 m^2
		10 mm	12 mm	19 mm	22 mm	5 mm	10 mm	12 mm	15 mm	19 mm			
Coefficient de conversion m^3 EBR/m^3 produit	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2		1,8		
Modul'5 Doller.	26,63	5,32	0,36	2,91			2,08		0,03		0,67	38,00	43,16
Modul'4.....	21,87	4,24	0,34	2,24			1,93		0,03		0,67	31,32	44,05
CAM 6.....	12,26			3,77		0,05		2,28		0,15	5,40	23,91	28,38
KANATA.....	16,77		2,01		3,02		0,09	6,47			0,37	26,72	30,33

Pour les deux maisons par éléments, quoique résolument différents sur le plan du système constructif et de la répartition des produits, le volume de bois ronds nécessaire est à peu près le même. Et, comme il est dit plus haut, la construction modulaire absorbe une quantité beaucoup plus élevée de m^3 E.B.R.

	Modul'5	Modul'4	CMA 6	Kanata
Volume en m^3 EBR par 100 m^2 de surface habitable (rez-de-chaussée)				
— Bois d'œuvre	33,40	34,46	23,91	26,90
— Bois de trituration	9,76	9,59	4,47	3,43
Total....	43,16	44,05	28,38	30,33

Mais ces m^3 E.B.R. n'ont pas la même origine et la même valeur au départ : les uns proviennent de grumes de sciage ou de déroulage, les autres de petits bois ronds ou de sous-produits de scierie (panneaux de particules). Aussi la répartition entre les deux catégories doit-elle être faite.

On mesure mieux ainsi le poids de l'emploi des panneaux de particules dans la construction modulaire, mais la consommation de bois d'œuvre y est aussi nettement plus élevée que dans les deux autres types.

UNE AUTRE APPROCHE : CELLE DES COÛTS ÉNERGÉTIQUES DE MISE EN ŒUVRE

Un peu plus de 20 % de l'énergie totale consommée en France est absorbée par la fabrication des matériaux usuels : acier, béton, matières plastiques, verre, ciment, briques, pâtes à papier, bois, etc. Toute réflexion sur les conditions d'emploi de ces matériaux, et en particulier sur les possibilités de substitution des uns aux autres, se doit de prendre en compte l'énergie incorporée à l'unité de matériau pour sa mise en œuvre :

— énergie nécessaire à l'extraction du minerai ou de la matière première ;

— transport des produits nécessaires à l'élaboration ;

— coût énergétique de sa production (métallurgie, chimie, débit, etc.) et de son conditionnement.

Les données sur les « contenus » énergétiques de différents matériaux, disponibles lors de l'étude en 1980, ne sont pas très homogènes. La comparaison de deux sources couramment admises, montre éloquemment l'insuffisance des données françaises en la matière.

	Contenu énergétique tep/tonne (1)	Dépenses spécifiques en énergie (2) tep/tonne
Ciment	0,102	0,136
Acier	0,668	0,830
Béton et parpaings	0,019	0,027
Verre plat	0,600	0,660
Bois sciages	0,03	0,014
	Contenu énergétique d'après source [6].	Dépenses spécifiques en énergie d'aprés source [4].

(1) Tep = tonne équivalent pétrole.

(2) Dans le cas de la DSE, dépense spécifique en énergie, sont compris tous les flux énergétiques nécessaires à l'élaboration, y compris une partie du contenu énergétique du matériel nécessaire à la production et à l'extraction, au transport et au stockage.

L'imprécision relative aux matériaux issus du bois, le fait qu'il s'agisse des matériaux bruts, c'est-à-dire que le coût énergétique de leur mise en œuvre ne soit pas pris en compte, rendent difficilement utilisables ces données en dehors de grands panoramas macro-éco-énergétiques. Aussi, tout en étant conscient des différences technologiques existant entre la France et les Etats-Unis, avons-nous utilisé une autre source de données qui nous est apparue plus fine et plus pertinente. Pour le C.O.R.R.I.M., Committee on Renewable Resources for Industrial Materials, institué aux Etats-Unis, des chercheurs américains de qualité ont élaboré des tableaux détaillés, non seulement par matériaux, mais aussi par élément de construction : 4 types de toits, 8 types de murs extérieurs, 3 types de cloisons et 6 types de planchers. Le document résultant de leurs travaux (cf. source 1) donne par catégorie de matériau, non seulement la main-d'œuvre nécessaire et le coût en dollars ventilés entre récolte ou extraction, transformation, transport, mais, ce qui nous intéresse ici plus directement, le coût énergétique.

Les dépenses énergétiques prises en compte comprennent, non seulement les quantités d'énergie consommées par la récolte, la première transformation, le transport, mais aussi celles liées à la fabrication, au transport et à la mise en œuvre jusqu'à obtention de l'élément final (c'est-à-dire : participation aux frais généraux de construction et d'entretien des réseaux, frais de gestion, de séchage, de stockage, coût des additifs de fabrication, frais de pose, etc.) ; en est déduite l'énergie fournie par les sous-produits de la fabrication (écorce, sciure, déchets, etc.) utilisable dans la transformation (elle n'est pas soustraite des dépenses d'énergie pour l'exploitation et le transport, ce qui est une attitude très réaliste à l'heure actuelle).

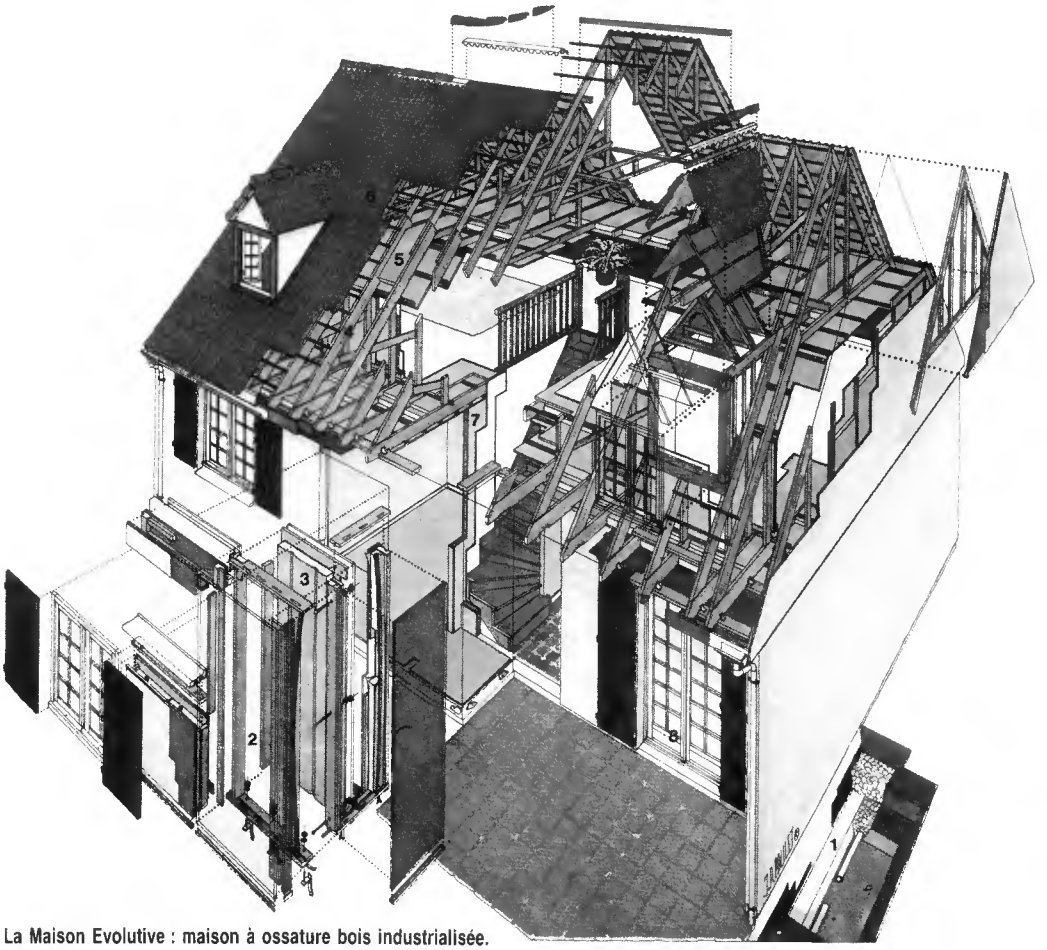
Le tableau ci-dessous donne quelques extraits du très intéressant travail de Boyd, Koch et al. [source 1] les données ayant été transformées en millions de joules ou kilogrammes équivalent pétrole (kep). Des données analogues existent pour les autres matériaux et autres éléments de

Tableau 4 **Coût énergétique de quelques produits bois**

	Millions de joules net	Equivalent kep net
1°) **Matériaux de base par tonne (anhydre)**		
Sciage résineux	3 381,4	80,8
Parquet en chêne	3 544,9	84,7
Lamellé-collé	6 687,0	159,8
Contreplaqué résineux pour extérieur	6 975,9	166,7
Contreplaqué feuillu	3 508,0	83,8
Panneau de particules	14 919,8	356,6
Panneau de fibres dur	24 121,5	576,5
Panneau de fibres isolant	13 641,8	326,0
2°) **Eléments de construction par m²**		
• **Toiture,** isolation avec laine minérale comprise :		
— fermette avec bardeaux de bois	274,1	6,55
— fermette avec couverture contre-plaqué et dalles bitumineuses	396,0	8,82
• **Mur extérieur**		
— ossature bois + contreplaqué (sans recouvrement externe)	221,4	5,29
— ossature bois + panneau de fibres intérieur + contreplaqué extérieur	284,7	6,80
— ossature bois + écharpes de contreplaqué + panneau de fibres intérieur + panneau isolant	305,8	7,31
• **Cloison intérieure**		
— placoplâtre sur structure bois	105,4	2,52
• **Plancher** (2 faces)		
— solives bois + panneau de particules + contreplaqué + revêtement de sol	326,9	7,81
— solives bois + contreplaqué + revêtement de sol	232,0	5,54
— solives bois + contreplaqué + plancher de chêne	137,1	3,28
— solives lamellé-collé + panneau grandes particules + revêtement de sol	232,0	5,54

D'après source [1] Traduction des données exprimées en million de Btu (British Thermal unit) : 10^6 Btu = 1 054,4 . 10^6 J = 25,2 kep.

construction. Ces données sont la meilleure source utilisable à notre connaissance, bien que nous mesurions pleinement leur inadéquation aux conditions technologiques et économiques françaises. C'est à partir d'elles que nous avons essayé de calculer le coût énergétique de différents modèles de maisons en bois et de le comparer à d'autres types de construction de même qualité d'utilisation, apparence, prix d'achat, « standing ». Si biais il y a par rapport aux réalités françaises, il n'y a pas de raison que ce biais soit plus en faveur d'un matériau qu'un autre, et la comparaison des ordres de grandeur obtenus reste valable.



La Maison Evolutive : maison à ossature bois industrialisée.

1. Fondations : semelles filantes en béton armé sous les murs périmétriques ; pour les sous-sols ou vide-sanitaires les murs sont montés en aggloméré de 20 cm d'épaisseur : Dalle armée de 8 cm coulée sur remblai compacté, protection contre l'humidité assurée par film polyane.
2. Murs extérieurs : sur une ossature en bois traité, avec isolation incorporée, parement extérieur en multiplis C.T.B.X., revêtu d'un enduit adapté à la région, parement intérieur en plâtre posé sur panneaux de particules.
3. Isolation verticale : réalisée en laine minérale avec pare-vapeur et vide-d'air.
4. Charpente à deux pans : fermettes en bois traité ; les pentes sont définies en fonction du modèle choisi : 30 à 100 % ; les assemblages sont réalisés par connecteurs.
5. Isolation sous toiture : matelas de laine de verre interposés entre les entraits en pose rampante, plaques de plâtre 10 mm clouées en sous-face.
6. Couvertures en tuiles béton posées sur liteaunage. Les gouttières sur les façades et les descentes d'eau pluviales sont en P.V.C.
7. Cloisons de distribution intérieure constituées de deux plaques de plâtre sur âme imputrescible.
8. Menuiseries extérieures : bois exotique, croisées à double vitrage avec petit bois.

Tableau 5 **Exemple de calcul de consommation énergétique sur la mise en œuvre d'une maison**

Maison modulaire — Modul'5 Doller — Surface habitable : 88 m² — rez-de-chaussée.

	Matériaux utilisés (m³)	Coût énergétique (kep/m³)	Coût énergétique total (kep)
Sciages résineux	15,65	41	641,70
Sciages feuillus	0,37	59	21,8
Contreplaqué résineux	1,06	108	114,5
Panneaux de particules	5,73	231	1 323,6
Total			2 101,6

Soit 2,388 tep pour 100 m² de surface habitable.

Après avoir montré le détail des calculs pour un type de maison en bois, nous présenterons les résultats pour les modèles de maisons en bois analysés en première partie et deux modèles de maisons individuelles dites en « dur », c'est-à-dire en éléments d'acier et de béton. Dans tous les cas, seul le contenu énergétique du gros-œuvre, mais celui-ci mis en place, sera donné ; les matériaux de revêtement et de garniture (crépis, couverture, etc.) et les installations internes (réseaux sanitaires, etc.) étant exclus. De même les agents de liaison (pointes, connecteurs) et de protection n'ont pas été pris en compte mais l'incidence est probablement faible, ne serait-ce que par rapport aux coûts de transport et de mise en place qui sont ici incorporés.

Bien entendu, d'une part de nombreuses hypothèses ont été nécessaires au cours des calculs, conversion des tonnes anhydres, base des données C.O.R.R.I.M. II converties en unités métriques ; d'autre part, on peut s'interroger sur la prise en compte effective et les rendements admissibles, lors de l'utilisation pour produire de l'énergie, des sous-produits de la transformation et, par conséquent, sur le concept de coût énergétique « net ».

Tableau 6 **Comparaison du coût énergétique de quelques maisons**

Matériaux	Sciages résineux	Sciages feuillus	Contre-plaqué	Panneaux de particules	Total kep par maison	Équivalent tep *pour 100 m²* Surface habitable
Coût énergétique kep/m³	41	59	108	231		
Coût énergétique par maison en kep						
• Bois						
– Modul'5 88 m²	641,7	21,8	114,5	1 323,6	2 101,6	2,39
– CMA 6 84 m²	295,6	177,0	133,9	579,8	1 266,3	1,51
– KANATA 88 m²	404,3	11,8	354,2	464,3	1 234,6	1,40
• Autres modes de construction						
– Ossature acier plaques de béton Phénix						6,00
– Cellules SIGMA						5,97

Il est évident que cet essai de comparaison éco-énergétique gagnerait à être affiné et élargi.

La construction de la maison en bois est donc 2,5 à 4 fois moins coûteuse en énergie que les deux autres procédés de construction.

Rappelons que nous avons comparé (et ramené à la même surface unitaire 100 m^2) des maisons individuelles d'allure similaire (pavillons sur vide sanitaire), de prix client clés en main très voisins, et de « standing » très comparables.

Si on ajoute aux arguments classiques de rapidité d'édification, de faibles dépenses de main-d'œuvre sur chantier, d'économies récurrentes sur le chauffage, le plus faible coût énergétique de mise en œuvre de la maison en bois, on mesure mieux l'intérêt à porter à ce mode de construction et d'habitat, au niveau de l'économie nationale.

La présente tentative d'analyse matériau et éco-énergétique de la maison en bois ne saurait être considérée comme traitant complètement le problème ; elle n'est qu'un résumé d'une première approche fournissant des ordres de grandeur en matière de consommation de bois et d'énergie pour la mise en œuvre des types de maison considérés.

Son ambition est plutôt d'ouvrir la voie à des recherches plus fines, plus approfondies et d'inciter des chercheurs spécialisés à se consacrer à cette analyse éco-énergétique.

Si, en plus, cet article peut fournir des arguments supplémentaires, s'il en était besoin, à la maison en bois et peut favoriser son développement en France, tant mieux, car, malgré les progrès actuels, il y a encore beaucoup de travail à faire.

P. GONTHIER
Ingénieur du G.R.E.F.
Chef de Centre
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
51, rue du Pradet
31800 SAINT-GAUDENS

J. GUILLARD
Ingénieur général du G.R.E.F.
CONSEIL GÉNÉRAL
DU GÉNIE RURAL, DES EAUX ET DES FORÊTS
30, rue Las Cases
75340 PARIS CEDEX 07

BIBLIOGRAPHIE

Source [1] : BOYD (C.W.), KOCH (P.), MC KEAN (H.B.). — Wood for structural and architectural purposes. *Wood and Fiber,* vol. 8, n° 1, 1976, pp. 3-72. (Committee on Renewable Resources for Industrial Materials - C.Q.R.R.I.M. II).

Source [2] : CENTRE TECHNIQUE DU BOIS. — Maisons à ossature bois. Procédé de construction à sec appelé aussi maisons à colombage. *Cahier du C.T.B.,* n° 117, octobre 1981, 130 p.

Source [3] : CORNE (M.). — Les maisons à ossature en bois. *Cahiers techniques du moniteur des T.P. et du bâtiment,* n° 23, 1979, pp. 101-106.

Source [4] : DELEAGE (J.-P.), JULIEN (J.-M.), SOUCHON (C.). — Analyse éco-énergétique du système agricole français et de son évolution. Groupe E.D.E.N. - Université Paris VII. Laboratoire d'écologie générale et appliquée, mars 1979, 87 p. + (67) p.

Source [5] : FELICE (Micheline de). — La maison à ossature bois en France. (Part souhaitable de l'utilisation du bois dans la construction de la maison individuelle). Grenoble : Université des Sciences Sociales - Institut de recherche économique et de planification (C.E.R.E.R.), 1977, IV, 90, XXVIII f.

Source [6] : BOURRELIER (P.), HAMELIN (R.). — Matériaux et énergie. *Annales des Mines,* 1974, pp. 17-28.

MAISONS EN BOIS ET ÉCONOMIE D'ÉNERGIE DANS LA CONSTRUCTION (Résumé)

La maison en bois connaît en France un renouveau d'intérêt et on souligne, à juste titre, ses qualités d'isolation thermique et la diminution des dépenses récurrentes de chauffage. Par contre, on ignore le plus souvent les économies d'énergie résultant du faible coût énergétique de production et de mise en œuvre du bois et de ses dérivés.

A partir d'analyses et calculs faits par l'un de nous pendant sa scolarité à l'E.N.G.R.E.F. (Option Forêts), sont comparées les quantités de produits du bois utilisées pour différents types de maisons en bois. Pour 100 m² de surface habitable, on emploie de 11 à 17 m³ (s) de sciages feuillus mais surtout résineux, de 1,4 à 3,6 m³ de contreplaqué et de 2 à 6,5 m³ de panneaux de particules. Ceci équivaut à des consommations exprimées en m³ équivalent bois rond variant de 24 à 34,5 m³ EBR en bois d'œuvre plus 3,5 à 9,8 m³ EBR de bois de trituration (soit de 0,3 à 0,45 m³ EBR par m² habitable).

A l'aide de données éco-énergétiques américaines, ce sont les seules disponibles, on a chiffré l'énergie consommée, de la récolte des arbres à l'édification de la maison. Pour 100 m² habitables de maison en bois, la dépense d'énergie est de 1,40 à 2,40 tonnes équivalent pétrole selon le type, ce qui est 2,5 à 4 fois moins que pour des maisons, comparables sur le plan du confort et des prix, en ciment et acier.

Cette tentative d'analyse éco-énergétique ajoute, s'il en était encore besoin, un argument supplémentaire à l'intérêt de la maison bois.

WOODEN HOUSES : ENERGY SAVINGS IN CONSTRUCTION (Summary)

There is a renewed interest in wooden houses in France, and stress is rightly being put on their thermal insulation properties and the low recurrent costs of heating. On the other hand, it is less often realized that there are energy savings that result from the low energy-cost of producing and working with wood and wood-based products.

On the basis of analyses and calculations made by one of us in the course of his studies at the E.N.G.R.E.F. (Forestry option), a comparison is made of the quantities of wood products used in various kinds of wooden houses.

For each 100 m² of living space there are used 11-17 m³ of sawn timber (some hardwoods but mainly softwoods), 1,4-3,6 m³ of plywood and 2-6,5 m³ of particleboard. This corresponds to a consumption of roundwood of 24-34,5 m³ of saw logs and 3,5-9,8 m³ of chipwood and pulpwood, i.e. 0,3-0,45 m³ roundwood equivalent per square metre.

With the help of American eco-energy data (the only available source), numerical values have been obtained for the energy consumed, from harvesting the trees to building the houses. For 100 m² of living space in wooden houses, the expenditure of energy is 1,40-2,40 t oil equivalent, according to the type of house. This is 2,5-4 times less than for houses of steel and cement, of comparable cost and comfort.

If it is still needed, this tentative eco-energy analysis supplies one more argument in favour of wooden housing.

HOLZHÄUSER UND ENERGIESPAREN BEIM BAUEN (Zusammenfassung)

Das Holzhaus gewinnt in Frankreich erneut an Interesse und man unterstreicht zu Recht seine Vorzüge der Wärmeisolierung und die damit zusammenhängende Verminderung der Heizkosten.

Demgegenüber ist man oft wenig über die Energieersparnis auf Grund der geringen Energieproduktionskosten, was die Verarbeitung des Holzes und seiner Nebenprodukte angeht, informiert.

Ausgehend von den Untersuchungen und Berechnungen eines Studenten während seiner Studienzeit an der E.N.G.R.E.F. (Fachgebiet Wald), werden die verwendeten Holzproduktionsmengen für die verschiedenen Typen von Holzhäusern verglichen. Für 100 m² Wohnfläche braucht man 11 bis 17 m³ Laub- aber vor allem Nadelsägeholz, 1,4 bis 3,6 m³ Sperrholz und 2 bis 6,5 m³ Spanplatten. Das entspricht einem in m³ Rundholz ausgedrückten Verbrauch von 24 bis 34,5 m³ Nutzholz plus 3,5 bis 9,8 m³ Faserholz (das entspricht 0,3 bis 0,45 m³ pro m² Wohnfläche in Rundholz umgerechnet).

Mit Hilfe von amerikanischen öko-energetischen Angaben — den einzigen, die derzeit zur Verfügung stehen — wurde die verbrauchte Energie vom Holzschlag bis zum Hausbau berechnet. Für 100 m² Wohnfläche eines Holzhauses entspricht der Energieverbrauch umgerechnet etwa 1,4 bis 2,4 Tonnen Erdöl, je nach dem Modell ; das ist 2,5 bis 4 mal weniger als für Beton — und Stahlhäuser gleichen Komforts und gleicher Preislage.

Dieser Versuch einer öko-energetischen Analyse liefert, soweit es dessen noch bedurfte, ein weiteres Argument für das Holzhaus.

CASAS DE MADERA Y ECONOMIA DE ENERGIA EN LA CONSTRUCCION (Resumen)

La casa de madera conoce en Francia un nuevo interés y se señalan, justamente, sus cualidades de aislamiento térmico y la disminución de gastos recurrentes de calefacción. Por el contrario, se ignoran, muy frecuentemente, las economías de energía que resultan del bajo costo energético de producción y de puesta en obra de la madera y de sus derivados.

A partir de análisis y cálculos hechos por uno de nosotros durante su escolaridad en la E.N.G.R.E.F. (Opción Bosques), han sido comparadas las cantidades de productos de maderas utilizadas para diferentes tipos de casas de madera. Para 100 metros cuadrados de superficie habitable, se emplean de 11 a 17 m³ de aserrados de frondosos, pero sobre todo de resinosos, de 1,4 a 3,6 m³ de contrachapados y de 2 a 6,5 m³ de paneles de partículas. Esto equivale a consumos expresados en m³ equivalentes madera redonda que varía de 24 a 34,5 m³ EBR en madera de obra más 3,5 a 9,8 m³ EBR de madera de trituración (es decir, de 0,3 a 0,45 m³ EBR por m² habitable).

Con la ayuda de datos eco-energéticos americanos, únicos disponibles, se ha cifrado la energía consumida, desde la recogida de los árboles hasta la edificación de las casas. Para 100 m² habitables de casa de madera, el gasto de energía es de 1,40 a 2,40 toneladas equivalentes de petróleo, según el tipo, lo que es de 2,5 a 4 veces menos que para casas comparables en el plano del confort y de los precios, en cemento y acero.

Esta tentativa de análisis eco-energético añade, si fuera necesario, un argumento suplementario al interés de la casa de madera.