

# DÉFORMATIONS ADMISSIBLES DES BATIMENTS AGRICOLES À STRUCTURE BOIS ET PROTECTION DES ORGANES D'ASSEMBLAGES



## SOMMAIRE

- I - DOMAINE D'APPLICATION
- II - TERMINOLOGIE
- III - PRINCIPES DE VÉRIFICATION DE LA STABILITÉ ET DES DÉFORMATIONS
- IV - DÉFORMATIONS ADMISSIBLES DES ÉLÉMENTS STRUCTURAUX
  - IV.1. Dimensionnement selon les Règles CB 71
  - IV.2. Dimensionnement selon l'Eurocode 5
- V - DÉFORMATIONS ADMISSIBLES DES BARDAGES EN BOIS

**Annexe** — Protection des organes d'assemblages

\* \* \* \* \*

Parmi les techniques utilisées depuis des siècles en Europe mais aussi sur d'autres continents pour construire des ouvrages, les structures en bois constituent une solution à part entière.

Ces structures emploient un matériau renouvelable, de plus en plus issu de forêts gérées durablement, et dont les propriétés et l'impact positif sur l'environnement sont aujourd'hui reconnus et considérés comme nécessaires par la Société.

Ces techniques à base de bois qui ont évolué constamment au cours du temps, permettent aujourd'hui d'ériger des ouvrages de bâtiment, de génie civil, d'équipements, et bien évidemment des bâtiments agricoles.

L'étendue des conditions de service pour toutes ces catégories d'ouvrages est considérable, et il est évident que les exigences requises pour un ouvrage de génie civil d'une durée de vie supérieure au siècle, ne sont pas les mêmes que celles d'un ouvrage de stabulation mais évidemment, tous les deux doivent apporter toute la sécurité aux états limites ultimes.

C'est pourquoi, face à l'insuffisance actuelle de codifications des exigences de service pour les bâtiments strictement à usage agricole, il est apparu nécessaire aux professionnels de B.A.B., de formaliser les pratiques existantes actuelles dans le contexte des Règles CB 71 mais aussi celui de l'EC5.

L'objet de ce document est d'indiquer les limites des déformations applicables aux structures en bois des bâtiments agricoles et aux ouvrages en bois associés à ces structures et assurant le clos et le couvert, et correspondant aux pratiques actuelles pour des Bâtiments Agricoles Bois de Qualité, réalisés par les adhérents de l'Association.

## **I - DOMAINE D'APPLICATION**

Le présent document s'applique à tout ouvrage ou partie d'ouvrage de bâtiments agricoles, dont la structure porteuse est en bois (*bois massif, lamellé collé, contrecollés, lamibois, caissons, panneaux, etc.*), mais aussi aux ouvrages complémentaires et associés tels que panneaux de remplissage ou bardages en bois.

Dans le cas de constructions mixtes, c'est à dire associant les techniques de structures bois massifs avec d'autres (*maçonnerie, brique, acier, ossature bois*), il n'est applicable que pour les parties le concernant.

Il ne s'applique qu'aux ouvrages réalisés à partir de techniques traditionnelles.

### **AVERTISSEMENT**

L'objet du présent document concerne les déformations admissibles et non pas la sécurité (qui doit être également vérifiée et en particulier avec les sollicitations du 2<sup>ème</sup> genre). Toutefois, la prise en compte des méthodes décrites ci-après, dans le cas de structures hyperstatiques, permet un calcul plus réaliste et fiable des efforts internes.

## **II - TERMINOLOGIE**

### **DEFORMATION**

La déformation, sous une sollicitation donnée, en un point d'une structure, est le déplacement de ce point entre l'état initial théorique non chargé et l'état final chargé.

Les déformations sont en général repérées par rapport à un système d'axes liés au sol.

On ne considère, en général, que la plus importante de toutes les déformations en tous les points d'une pièce.

### **DEFORMATION RELATIVE**

Rapport de la déformation la plus importante d'une pièce à la longueur initiale, soit de la pièce elle-même, soit de la corde, ces grandeurs étant exprimées avec les mêmes unités.

Les déformations relatives, nombres sans dimension, sont mise sous la forme  $1/n$ ,  $n$  étant un nombre, en général, de l'ordre de plusieurs centaines d'unités.

### **FLECHE**

Pour une sollicitation donnée, la flèche d'un élément de la construction est la plus grande des déformations que subit cet élément par rapport à un système d'axes liés à ses deux extrémités.

Cette déformation peut être différente de celle perçue par un observateur situé au sol.

Pour les éléments droits (*poutres horizontales et inclinées, poteaux*) il est, en général, suffisant de calculer la déformation au point milieu de l'élément.

### **FLECHE RELATIVE**

La flèche relative d'un élément est le rapport de la flèche à la longueur de la corde de cet élément, exprimée avec les mêmes unités. Les flèches relatives, nombres sans dimension, sont mises sous forme  $1/n$ ,  $n$  étant en général un nombre de l'ordre de plusieurs centaines d'unités dont la valeur minimale admissible est définie à l'article du présent document.

### **III - PRINCIPES DE VÉRIFICATION DE LA STABILITÉ ET DES DÉFORMATIONS**

L'ouvrage doit être conçu et construit de manière que les charges susceptibles de s'exercer pendant sa construction et son utilisation n'entraînent aucun des événements suivants :

- a) effondrement de tout ou partie de l'ouvrage,
- b) déformations d'une ampleur inadmissible,
- c) endommagement d'autres parties de l'ouvrage ou d'installations ou d'équipements à demeure par suite de déformations importantes des éléments porteurs,
- d) dommages résultant d'événements accidentels disproportionnés par rapport à leur cause première.

#### **Justification**

La justification de la stabilité mécanique par la calcul pour les ouvrages bois peut se faire par :

- les règles CB 71 (DTU .....
- ou par
- L'EC5-DAN (ENV 1995.1.1 : 1994) \*

et en utilisant les normes de produits adaptés.

Si des essais de validation sont pratiqués au sein d'un organisme notoirement compétent, ceux-ci doivent être effectués conformément aux normes en vigueur, tout en s'assurant de leur cohérence avec les règles de calcul utilisées.

Les actions à prendre en compte sont celles définies dans les règles de calcul et notamment, si cela s'avère nécessaire, dans les règles PS, dans les règles Bois Feu 88 ou dans l'EC5-DAN (ENV 1995.1.1 : 1994).

Les règles parasismiques ne sont applicables à ce type de bâtiment que si les documents particulier du marché le précisent.

\* (CF EC5/DAN AP4 - Modalités d'applications)

Dans le cas d'une justification par le calcul selon l'EC5-DAN (ENV 1995.1.1 : 1994), les structures en bois des bâtiments agricoles sont assignées à l'une des classes de service suivantes :

- **Classe de service 1 :**  
Cette classe de service est caractérisée par une teneur en humidité dans les matériaux qui correspond à une température de 20°C et une humidité relative ambiante ne dépassant 65 % que quelques semaines par an.

**Note :** La classe de service 1 correspond à une humidité moyenne d'équilibre  $\leq$  à 12 %

- **Classe de service 2 :**  
Cette classe de service est caractérisée par une teneur en humidité dans les matériaux qui correspond à une température de 20°C et une humidité relative ambiante ne dépassant 85 % que quelques semaines par an.

**Note :** La classe de service 2 correspond à une humidité moyenne d'équilibre  $\leq$  à 20 %

- **Classe de service 3 :**  
Cette classe de service est caractérisée par des conditions climatiques conduisant à des taux d'humidité plus élevés qu'en classe de service 2.

Au sein d'une même construction, plusieurs classes de service peuvent être considérées pour différents éléments.

**Commentaire :**

*A titre indicatif, on considère généralement que les parois et structures intérieures porteuses verticales ou horizontales des bâtiments agricoles, sont dans les classes de service suivantes :*

TYPE DE BÂTIMENT	CLASSE DE SERVICE des éléments de structures
Bâtiment agricole couvert, chauffé et correctement ventilé (ventilation contrôlée)	1 ou 2
Bâtiment agricole couvert, bardé, chauffé et « moyennement ventilé »	2
Bâtiment agricole couvert, bardé et non chauffé	2
Bâtiment agricole couvert et non bardé (*si rétention d'humidité de certains éléments : classe 3)	2*
Serres, jardineries	3
Fosses, compostages, caillebotis ou autres éléments en contact avec le sol	3

## **Charges verticales sur les parois et structures porteuses**

Ce sont essentiellement le poids propre des éléments de couverture et de charpente, les charges d'exploitation, le poids de la neige et les efforts dus au vent.

Elles sont définies dans les documents suivants :

- EC1 (ENV 1991 1.1 / 2.2 / 2.3)
- NF P 06-001 - Base de Calcul des Constructions-Charges d'exploitation
- Règles NV 65 - Règles définissant les effets de la Neige et du Vent sur les Constructions et Règles N 84 modifié 95, modificatif n° 2 de Décembre 1999 relatif à la carte des zones de vent.

## **Charges horizontales**

Les parois verticales participant au contreventement doivent être suffisamment résistantes et leur déformation résultant des effets des actions et en particulier du vent, doit rester dans les limites appropriées.

Les poussées et chocs horizontaux dus à la présence des animaux doivent être prévus :

- soit en prenant en compte sur l'élément de bâtiment considéré, une charge horizontale fonction de l'espèce et de l'âge des animaux abrités dans ce bâtiment,
- soit en prévoyant des dispositifs constructifs que l'expérience et l'habitude ont reconnu aptes à supporter de telles poussées.

## **Actions accidentelles**

Les actions accidentelles sont celles qui proviennent des séismes, explosions, chocs d'engins à moteur, etc...

Afin de limiter les effets de certaines actions accidentelles, telle que chocs d'engins à moteurs, des précautions devront être prises vis à vis des éléments assurant la stabilité de la construction.

Si certains poteaux ou certaines parois ayant un rôle de contreventement risquent d'être détériorés par des engins à moteurs, il est conseillé de protéger ceux-ci par des dispositions constructives.

## **IV – DÉFORMATIONS ADMISSIBLES**

### **Dimensionnement selon les règles CB 71**

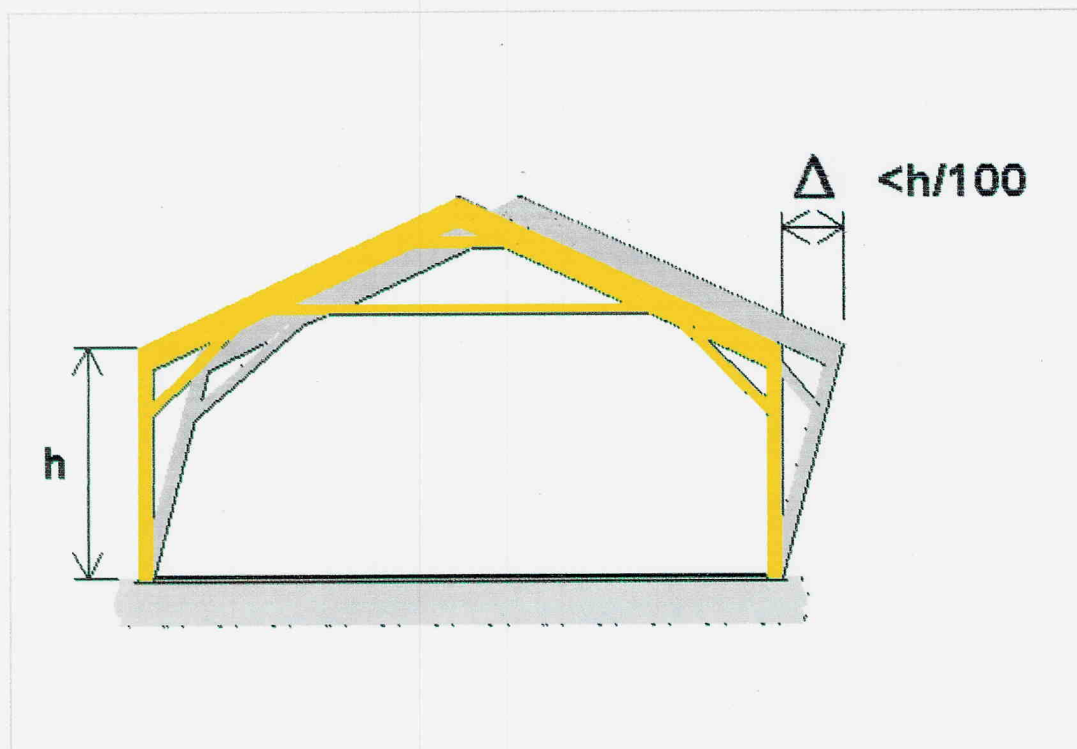
Pour les bâtiments courants, la valeur de la flèche admissible pour les déformations verticales, ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :

- ◆ **Pannes**
  - 1/200 de la portée pour des pannes en lamellé collé ou lamibois ou autres dérivés avec une humidité inférieure à 20 % lors de la mise en oeuvre.
  - 1/300 de la portée pour les pannes en bois massif dont l'humidité est comprise entre 20% et 30 % lors de la mise en oeuvre.
- ◆ **Portiques**
  - 1/250 de la portée pour les portiques ou fermes principales en lamellé collé ou lamibois ou en bois massif avec une humidité inférieure à 20 % lors de la mise en oeuvre.
  - 1/250 de la portée pour les portiques (ou fermes principales) en bois massif dont tous les éléments en bois massif ont une humidité inférieure ou égale à 20 % lors de la mise en oeuvre.
  - 1/300 de la portée pour les portiques ou fermes principales en bois massif dont tous les éléments en bois massif ont une humidité supérieure à 20 % et inférieure à 30 % lors de la mise en oeuvre.
- ◆ **Ossature de bardages**
  - 1/150 de la portée pour les montants d'ossature en lamellé collé, en lamibois ou en bois, avec une humidité inférieure à 20 % lors de la mise en oeuvre.
  - 1/200 de la portée pour les montants d'ossature en lamellé collé, en lamibois ou en bois avec une humidité supérieure à 20 % et inférieure à 30% lors de la mise en oeuvre.

Les valeurs indiquées ci-dessus sont celles utilisées par les constructeurs de bâtiments agricoles en bois, et sont plus restrictives que celles parues en 1980 dans les règles professionnelles (UCBE).

Pour les déformations horizontales, il est recommandé que les documents particuliers du marché, définissent les limites de ces déplacements. C'est notamment le cas des portiques bois avec des parois extérieures en maçonnerie où les déplacements en tête des poteaux doivent être limités.

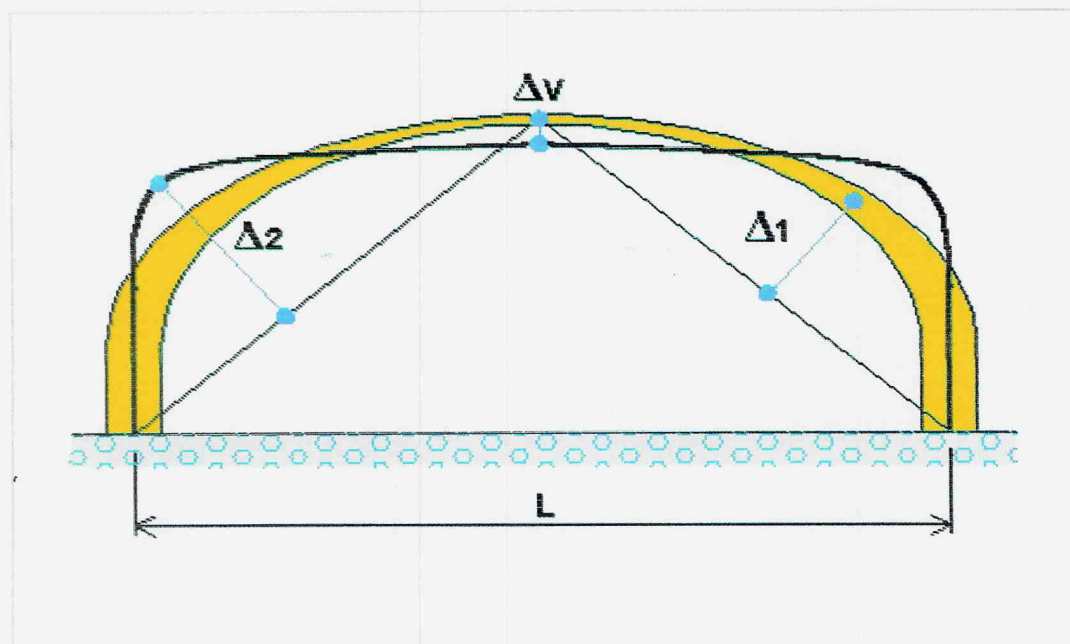
Il est recommandé qu'en aucun cas ces déplacements horizontaux soient supérieurs à 1/100 de la hauteur.



### Cas des arcs

Les déplacements doivent être inférieurs aux limites suivantes :

- Déplacement vertical de la clef de faitage  $< 1/250$  de la portée
- Déformation de l'arc  $< 1/250$



Il est rappelé que la justification des flèches s'effectue en combinant, de la façon la plus défavorable, les valeurs normales des différentes charges, sans tenir compte des coefficients de pondération, mais en tenant compte de la durée d'application de ces charges et des glissements éventuels d'assemblages. Pour les calculs, on admet de déduire les charges permanentes, s'il est possible de compenser par une contre-flèche les déformations qu'elles engendrent.

La prise en compte des glissements d'assemblages peut être faite sous plusieurs méthodes ;

- **Méthode exacte**

On applique à chaque extrémité de barre assemblée (et donc considérée comme articulée), un ressort de raideur égale à celle de l'assemblage (agissant selon l'axe de la barre). Quand la valeur de cette raideur n'est pas connue a priori, on peut l'évaluer comme égale (en kN/mm) à l'effort admissible (en kN) de l'assemblage concerné.

- **Méthode simplifiée**

Pour les charpentes assemblées par connecteurs métalliques (cf NF P 21-205), on peut tenir compte forfaitairement des glissements d'assemblage en réduisant les modules d'élasticité de traction et de compression du bois (instantanés ou différés) par les coefficients suivants :

- 1 (pas de réduction) pour les barres continues à leurs deux nœuds d'extrémité
- 0,75 pour les barres assemblées à une de leurs extrémités et continues à l'autre extrémité
- 0,5 pour les barres assemblées à leurs deux extrémités ou pour les barres comportant un joint d'aboutage par connecteur métallique, même si une extrémité est continue

Pour les charpentes triangulées, assemblées par boulons, broches, anneaux, etc..., on peut utiliser également une méthode analogue à la précédente mais avec des coefficients adaptés : 1, 0,5 et 0,3.

Dans le cas d'assemblages mécaniques, complétés par des collages réalisés à l'aide de colles structurales à faible fluage, les glissements sont réputés nuls.

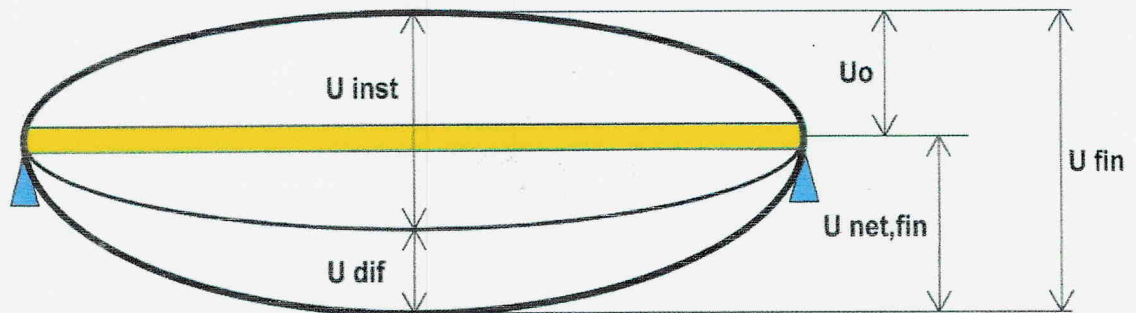
### **Dimensionnement à l'EC5**

La décomposition de la flèche est montrée sur la figure suivante, et la déformation totale est donnée par la formule

$$U_{net,fin} = U_{inst} + U_{diff} - U_o$$

$$U_{netfin} = U_{fin} - U_o$$





Avec

$U_o$  : contre-flèche (si existante)

$U_{inst}$  : flèche instantanée calculée selon les combinaisons caractéristiques d'actions

$U_{dif}$  : Flèche différée c'est à dire déformation due au fluage et calculée à partir des combinaisons quasi-permanentes d'actions

Pour les bâtiments agricoles courants, il est recommandé de prendre les valeurs limites suivantes (respect des 3 conditions) :

Ossature principale (éléments porteurs, pannes, stabilité)

$$U_{inst} \leq \ell / 200$$

$$U_{net, fin} = U_{inst} + \Delta U_{dif} - U_o \leq \ell / 250$$

$$U_{fin} \leq \ell / 150$$

Ossature secondaire (lisses, traverses, montants de bardage)

$$U_{inst} \leq \ell / 200$$

$$U_{net, fin} = U_{inst} + \Delta U_{dif} - U_o \leq \ell / 200$$

$$U_{fin} \leq \ell / 150$$

## V – DÉFORMATIONS ADMISSIBLES DES BARDAGES BOIS

La déformation des ouvrages de bardages en bois qui résulte des effets des actions tels qu'un effort normal ou de cisaillement, un mouvement de flexion et/ou un glissement d'assemblage, ainsi que des effets de l'humidité, doit rester dans les limites appropriées.

En ce qui concerne la valeur limite pour la flèche horizontale des lames, il est recommandé de ne pas dépasser le  $1/150$  de la distance entre appuis.

L'épaisseur minimale des lames est de 18 mm et est fonction de l'entraxe des supports. La largeur des lames ne doit pas excéder 9 fois l'épaisseur.

**ANNEXE**

<b>SPÉCIFICATIONS MINIMALES POUR LA PROTECTION CONTRE LA CORROSION DES ORGANES D'ASSEMBLAGES (*)</b>				
<b>EN FONCTION DES CLASSES DE SERVICE</b>				
	Classe de service 1	Classe de service 2	Classe de service 3	
Organe d'assemblage			Ambiance humide courante	Ambiance humide agressive **
Pointes, Broches, Vis	Aucune	Aucune	Fe/Zn 25 c ou solution inoxydable	Fe/Zn 40 c Galvanisation à chaud
Boulons	Aucune	Fe/Zn 12 c	Fe/Zn 25 c ou solution inoxydable	Fe/Zn 40 c Galvanisation à chaud
Cheville	Galvanisation à chaud Electrozinguée	Galvanisation à chaud Electrozinguée	Acier inoxydable A2	Inox spéciaux
Agrafes	Fe/Zn 12 c	Fe/Zn 12 c	Acier inoxydable A2	Acier inoxydable A4
Connecteurs et plaques métalliques d'épaisseur inférieure ou égale à 3 mm	Fe/Zn 12 c	Fe/Zn 12 c	Acier inoxydable A2	Fe/Zn 40 c Galvanisation à chaud
Plaques métalliques d'épaisseur supérieure à 3 mm et inférieure à 5 mm	Aucune	Fe/Zn 12 c	Fe/Zn 25 c	Fe/Zn 40 c Galvanisation à chaud
Plaques métalliques d'épaisseur supérieure à 5 mm	Aucune	Aucune	Fe/Zn 25 c	Fe/Zn 40 c Galvanisation à chaud

\* : Si un revêtement par galvanisation à chaud est utilisé, Fe/Zn 12 c doit être, en général, remplacé par Z275 et FeZn 25 c par Z350, conformément à l'EN 10147.  
 \*\* : Pour des situations particulièrement corrosives, il est recommandé de prévoir un revêtement Fe/Zn 40 c (équivalent Z600 selon EN 10147), voire même une galvanisation à chaud, ou un acier inoxydable (Environnement

**Définition des classes de services**

Classe de service 1 : Cette classe de service est caractérisée par une teneur en humidité dans les matériaux, qui correspond à une température de 20 °C et une humidité relative ambiante ne dépassant 65% que quelques semaines par an.

Classe de service 2 : Cette classe de service est caractérisée par une teneur en humidité dans les matériaux, qui correspond à une température de 20 °C et une humidité relative ambiante ne dépassant 85% que quelques semaines par an.

Classe de service 3 : Cette classe de service est caractérisée par des conditions climatiques conduisant à des taux d'humidité plus élevés qu'en classe 2.



## BATIMENTS AGRICOLES BOIS

6 avenue de Saint Mandé  
75012 PARIS

Téléphone : 01 43 45 53 43  
Télécopie : 01 43 45 52 42  
Messagerie : fibc@magic.fr

Les membres de l'Association B.A.B. sont des constructeurs de bâtiments agricoles dont la structure est en bois. Ils intègrent une ingénierie intégrée de conception et sont dotés d'un outil de fabrication à caractère industriel affirmé. Ces constructeurs sont résolument engagés dans des démarches « Qualité », et entendent promouvoir les bâtiments agricoles à base de bois.

## MEMBRES DE LA COMMISSION TECHNIQUE ou PERSONNALITÉS CONSULTÉES

---

CHARPENTES E.M.G. ....	M. JAOUANET
CONSTRUCTIONS MILLET BOIS .....	M. PROUST
CORDONNIER .....	M. CORDONNIER
ETERNIT .....	M. MANANT
FINNFOREST FRANCE SAS .....	M. ESCUDIÉ-CALVIGNAC
GASPAILLARD .....	M. GASPAILLARD
INTRABOIS .....	Mrs BOS, AUZEL
JAMES .....	Mrs LEGRAND, THOMAS
KRONOFrance .....	M. REPESE
MORISSET .....	M. MORISSET
S.A.C.B.A. ....	M. FURLAN
APIBOIS .....	M. COMPAROT
C.N.D.B. ....	Mrs ERIANI, RODARIE
CTBA .....	Mrs CRUBILE, GARCIA, HORGUES, ROUGER
FIBC .....	Mrs MILLEREUX, HUC
F.N.Bois .....	M. COSTREL
I.B.C. ....	Mrs BENOIT, CALVI, COMPAROT, DAGUZÉ, SAHUC, SCHERER, VIGIER
S.N.C.C.B.L.C. ....	M. BOSC
U.F.C. ....	M. CHEVALDONNET
S.C.I.B.O. ....	M. BERLAN