

BÂTIMENTS AGRICOLES

# UN **GUIDE** POUR LE **CHARPENTIER**



**GE** ÉLEVAGES BRETAGNE

JUIN 2016

# Sommaire

<b>1</b>	LE BOIS LOCAL .....	4
<b>2</b>	L'UTILISATION DU BOIS LOCAL DANS LE BÂTIMENT AGRICOLE .....	6
<b>3</b>	COMMENT CONSTRUIRE SON PROJET .....	10
<b>4</b>	LA CONCEPTION D'UN BÂTIMENT AGRICOLE .....	13
<b>5</b>	LES TECHNIQUES STRUCTURELLES .....	16
<b>6</b>	SYNTHÈSE DE LA DÉMARCHE BOIS LOCAL .....	23



Le bois possède des atouts majeurs en construction. Matériau léger et facile à travailler, il est très apprécié pour sa transformation et sa simplicité de mise en œuvre. Utilisé aussi bien en structure qu'en bardage, c'est un matériau polyvalent et souvent valorisable en fin de vie du bâtiment. Renouvelable, il répond aux critères environnementaux de plus en plus exigeants. Il améliore l'intégration des bâtiments dans le paysage et le confort des animaux. Dans les bâtiments agricoles en bois, l'aération est meilleure, la condensation est réduite et les bruits sont absorbés. Autant d'atouts qui améliorent la qualité sanitaire des troupeaux et facilitent le travail de l'éleveur.

Le bois mis en œuvre dans les bâtiments agricoles provient majoritairement d'autres régions que la Bretagne et surtout d'autres pays européens. Bien que la Bretagne soit une région forestière limitée, celle-ci dispose d'une ressource capable d'alimenter une part non négligeable de ce marché.

L'intégration du bois local peut se faire à différents niveaux, structure et bardage. Les habitudes de travail des charpentiers spécialistes de la construction agricole et notamment des constructeurs agréés Charte Qualité Bâtiments Bovins par le Comité Régional Bâtiment du GIE Elevages de Bretagne doivent pouvoir évoluer vers plus de mise en œuvre de bois issus de la forêt régionale. L'objectif de ce guide est de leur donner les méthodes et les techniques d'emploi de ce matériau pour être en capacité de répondre efficacement à la demande des prescripteurs et des éleveurs maîtres d'ouvrage.





# 1

## LE BOIS LOCAL



### LE BOIS LOCAL, C'EST QUOI AU JUSTE ?

Consommer du bois local, c'est favoriser l'économie locale et rurale par un circuit d'approvisionnement et de transformation le plus localisé possible entre la ressource et le consommateur en privilégiant un bois issu de la forêt du grand ouest et transformé en Bretagne.

La ressource valorisée par les scieurs bretons peut néanmoins provenir des régions limitrophes pour certains produits.

Cela a pour effet de :

- réduire l'impact carbone lié au transport,
- dynamiser la forêt et le développement économique des activités de la filière par le renforcement des outils existants,
- pérenniser et créer des emplois locaux.

### DES PRODUITS DE QUALITÉ

L'idée reçue sur la faiblesse des qualités constructives du bois breton est fausse. La forêt bretonne fournit des bois de qualité adaptée à la construction. Les scieries bretonnes se sont équipées pour classer les bois et assurer leurs qualités constructives.

### OÙ TROUVER LES PRODUITS RECHERCHÉS ?

La Bretagne a un outil d'exploitation et de transformation du bois qui se développe et se modernise pour répondre aux besoins en bois de la filière construction. Avec plus de 50 entreprises ayant une activité de sciage des bois et les actions de développement réalisées ces dernières années, le charpentier peut trouver les produits dont il a besoin avec l'aide du guide *BOIS d'ici* et les conseils de l'interprofession ABIBOIS.



**POUR TROUVER  
UNE SCIERIE :  
LE GUIDE  
« BOIS D'ICI »  
D'ABIBOIS**



## **QUE TROUVE-T-ON DANS LE GUIDE *BOIS D'ICI* D'ABIBOIS ?**

Pour trouver des informations sur les essences en Bretagne, le type de bois, volume, qualité, les scieries capables de proposer des produits pour la construction réalisés avec des bois locaux, le guide *BOIS d'ici*, transformé par les scieurs bretons est un bon outil. On trouve dans cet ouvrage des informations sur les caractéristiques du bois, un zoom sur la filière bois en Bretagne, 10 fiches essences des principaux bois bretons valorisables en bois construction et 47 fiches scieries.

À télécharger sur le site [www.boislocalbretagne.bzh](http://www.boislocalbretagne.bzh)



**INFORMATIONS TECHNIQUES**  
sur l'essence, durabilité, usinage...

**INFORMATIONS  
SUR LA QUALITÉ DU BOIS**  
en Bretagne et sa disponibilité en volume

**CARTOGRAPHIE**  
pour géolocaliser les scieries

**LISTE DES SCIERIES**  
sciant du chêne,  
classées par département

**VOLUME ANNUEL**  
de chêne scié en Bretagne



# 2 L'UTILISATION DU BOIS LOCAL DANS LE BÂTIMENT AGRICOLE

## LES ESSENCES LOCALES ONT LEUR PLACE DANS LE BÂTIMENT AGRICOLE

Si la valorisation des bois locaux semble la plus évidente en bardage ou pour les structures treillis des bâtiments agricoles, ils conviennent aussi parfaitement à d'autres usages selon le choix de l'essence ou de la classe d'emploi du bois local sélectionné, avec ou sans traitement (Cf. tableau des correspondances entre les produits page 7).

## CHOISIR LA BONNE ESSENCE POUR LE BON USAGE

Chaque essence possède ses propres caractéristiques lui permettant de répondre à un usage spécifique. On parle ainsi :

- de durabilité naturelle, qui est la résistance propre de chaque essence à un agent biologique concerné (insectes, champignons,...), selon NF EN 350-1 & 2.
- de classe de résistance mécanique, obtenue par classification machine ou visuelle, selon la norme NF EN 338 :
  - pour les résineux : couramment C18 ou C24 en bois massif, GL20h ou GL24h en lamellé-collé
  - pour les feuillus : couramment D18, D24 ou D30 en bois massif

Les situations de mise en service auxquelles peuvent être exposés le bois et les produits à base de bois sont définies par la norme NF EN 335. On parle alors de classes d'emploi.

Pour effectuer le choix de l'essence, il est nécessaire de savoir :

- si la durabilité naturelle ou conférée de celle-ci permet de répondre aux exigences de la classe d'emploi,
- si l'usage prévu est structurel ou non, et de connaître la classe de résistance mécanique minimale associée.

Classe d'emploi	Situation en service	Exemple
1	Bois d'intérieur	Lambris, parquets, poutres
2	Bois d'intérieur et d'extérieur abrités avec une humidité ambiante élevée occasionnelle	Charpentes, ossatures...
3,1	Bois d'extérieur sans contact avec le sol, soumis à une humidification fréquente sur des périodes courtes	Bardage, menuiseries extérieures, poteaux...
3,2	Bois d'extérieur sans contact avec le sol, soumis à une humidification fréquente sur des périodes longues	
4	Bois d'extérieur en contact avec le sol, en contact avec l'eau douce ou soumis à une humidification prolongée ou permanente	Clôtures, lames de terrasse, piquets...
5	Bois immergé ou partiellement immergé dans l'eau salée	Piliers, pontons...

**LE BOIS BRETON  
EST ADAPTÉ  
À LA  
CONSTRUCTION**



## Utilisation possible des bois locaux dans le bâtiment agricole

### Bardages

#### Classe 3 – Critères visuels

Essences locales possibles :  
Douglas - Mélèze  
Châtaignier - Chêne  
Pin sylvestre & maritime

### Lisses de bardages

#### Classe 3 – C18

Essences locales possibles :  
Douglas  
Pin sylvestre & maritime

### Poteau

#### Classe 2 – C18 / D18

Essences locales possibles :  
• Poteau massif : Chêne  
• Poteau moisé : Douglas  
Pin sylvestre & maritime  
Épicéa de Sitka

### Pannes

#### Classe 2 - C18 / C24

Essences locales possibles :  
Douglas  
Pin sylvestre & maritime  
Épicéa de Sitka

### Entretoises de treillis

#### Classe 2 - C18 / C24

Essences locales possibles :  
Douglas - Pin sylvestre & maritime  
Épicéa de Sitka

### Arbalétriers de treillis

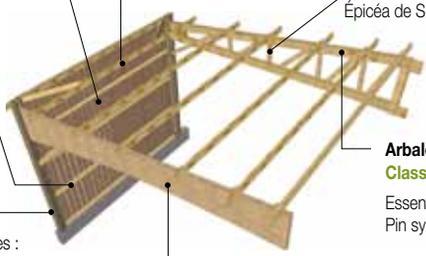
#### Classe 2 - C18 / C24

Essences locales possibles : Douglas  
Pin sylvestre & maritime - Épicéa de Sitka

### Poutre Lamellé-Collé

#### Classe 2 – GL20h / GL24h

Essences locales possibles :  
Douglas - Pin sylvestre & maritime - Épicéa de Sitka



## Tableau de correspondance entre les produits, leurs exigences et les essences utilisables

Produit	Classe d'emploi	Classe mécanique courante <sup>1</sup>	Essence sans traitement <sup>2</sup>	Essence avec traitement <sup>2</sup>	Sections courantes (mm)	longueurs courantes (m)
Poteaux	2	C18 ou D18	Chêne Douglas purgé d'aubier <sup>3</sup> Pins	Épicéa de Sitka	200 x 200 200 x 250 250 x 250	3 à 6 m
Pannes	2	C18	Douglas purgé d'aubier <sup>3</sup> Pins	Épicéa de Sitka	200 x 75 225 x 75	Travées de 5 ou 6 m
Arbalétriers de treillis	2	C18 / C 24	Douglas purgé d'aubier <sup>3</sup> Pins	Épicéa de Sitka	175 x 63 200 x 63	6 à 9 m
Entretoises de treillis	2	C18 / C 24	Douglas purgé d'aubier <sup>3</sup> Pins	Épicéa de Sitka	150 x 63 200 x 63 100 x 75 150 x 75	longueurs standard des charpentiers
Poutre Lamellé-Collé	2	GL20h / GL24h	Douglas - Pins	Épicéa de Sitka		16 à 22 m
Lisse de bardage	3	C18	Douglas purgé d'aubier <sup>3</sup> Pins		150 x 50	Travées de 5 ou 6 m
Bardage ajouré vertical	3	Critères visuels	Douglas purgé d'aubier <sup>3</sup> Mélèze - Châtaignier Chêne - Pins		150 x 18 150 x 20 150 x 21	2 à 5 m

1 D'autres classes peuvent être utilisées en adaptant les sections par un calcul de dimensionnement.

2 Listes d'essences non exhaustives - 3 Pour une utilisation du Douglas non purgé il faut lui faire subir le traitement adéquat (pour l'aubier)

**Durabilité naturelle ou conférée des principales essences locales**

La durabilité peut aussi être conférée par traitement (de surface, autoclave, par procédé de modification thermique ou chimique).

		Classe d'emploi			
		1	2	3	4
	<b>Châtaigner</b>				
	Sans aubier, sans traitement	●	●	●	●
	Avec aubier, avec traitement	●	●	●	●
	<b>Chêne</b>				
	Sans aubier, sans traitement	●	●	●	●
	Avec aubier, avec traitement	●	●	●	●
	<b>Douglas</b>				
	Sans aubier, sans traitement	●	●	●	○
	Avec aubier, avec traitement	●	●	●	○
	<b>Épicéa de Sitka</b>				
	Sans aubier, sans traitement	○	○	○	○
	Avec aubier, avec traitement	●	●	○	○
	<b>Mélèze</b>				
	Sans aubier, sans traitement	●	●	●	○
	Avec aubier, avec traitement	●	●	●	○
	<b>Pin sylvestre &amp; maritime</b>				
	Sans aubier, sans traitement	●	●	●	○
	Avec aubier, avec traitement	●	●	●	●
	<b>Hêtre</b>				
	Sans aubier, sans traitement	○	○	○	○
	Avec aubier, avec traitement	●	●	●	●
	<b>Peuplier</b>				
	Sans aubier, sans traitement	○	○	○	○
	Avec aubier, avec traitement	●	●	●	○

# EN IMAGES DES RÉALISATIONS CONCRÈTES



120 vaches laitières au  
GAEC de Bouquidy (35).

Poteaux chêne,  
charpente treillis épicea de Sitka  
et bardage Douglas.



Génisses et stockages  
à la ferme de Trévarez (29).

Poteaux moisé et  
charpente treillis sapin pectiné  
et bardage tuyas red cedar.





# 3 COMMENT CONSTRUIRE SON PROJET

## DÉROULEMENT D'UN PROJET DE CONSTRUCTION

Le recours à une ressource locale implique quelques changements dans le fonctionnement type d'un projet, et ce notamment en phase de conception.

**Dans le cadre d'un fonctionnement classique,** le charpentier réalise la conception de la structure en prenant en compte notamment ses habitudes d'approvisionnement en bois (qualité, sections, longueurs,...) et maîtrise ainsi ses coûts et délais.

- ↓ Conception de la charpente
- ↓ Fabrication
- ↓ Mise en œuvre



**Dans le cadre de la construction de bâtiments agricoles valorisant la ressource locale,** étant donné la méconnaissance par les interlocuteurs de la ressource, la démarche de conception est modifiée, et des phases intermédiaires s'intercalent entre la conception et la fabrication.



- ↓ Conception de la charpente
- ↓ Définition des besoins en bois
- ↓ Passage des commandes et exigences
- ↓ Transformation des bois
- ↓ Réception et contrôles
- ↓ Fabrication
- ↓ Mise en œuvre

## ÉTAPE 1

### PHASE DE CONCEPTION

Il est nécessaire d'intégrer les points spécifiques des bois locaux bretons (longueurs disponibles selon l'essence, classification mécanique de la ressource, durabilité naturelle et essence disponibles) dès la phase de conception de la structure et du choix des revêtements extérieurs. Dans ce cas, les impacts sur le projet au niveau des dimensionnements et des réalisations sont très faibles voir nuls.

## ÉTAPE 2

### DÉFINITION DES BESOINS EN BOIS ET PASSAGE DE LA COMMANDE

La définition des besoins en bois doit être légèrement anticipée par rapport à un fonctionnement classique (délai supplémentaire lié à la transformation des bois par le scieur, entre 4 et 12 semaines selon les essences).

La définition des besoins en bois doit s'appuyer sur une liste précise. La démarche privilégiée consiste pour le charpentier à définir sa liste de bois par essence et par section, et à la fournir au scieur pour chiffrage et validation des délais. Il est aussi envisageable de fonctionner avec une démarche de pseudo-stock, en commandant un volume global de bois recoupé par le charpentier en fonction de ses différents chantiers.

En plus des éléments contractuels des commandes, il sera ainsi nécessaire d'intégrer certaines précisions liées à la ressource locale (essence, résistance mécanique retenue, humidité des bois à livraison, classe d'emploi visée ou traitement demandé, état de surface, tolérances sur les dimensions). Un exemple de commande est donné page 12.

## ÉTAPE 3

### RÉCEPTION ET CONTRÔLES

Les contrôles à la réception sont des contrôles qualité standards, à savoir contrôle de l'essence, de la section, de la classe mécanique et de l'humidité des bois. Ces contrôles à réception ont pour objectif de gérer assez tôt dans la réalisation du chantier d'éventuelles corrections à apporter. Une attention particulière sera portée sur les respects de tolérances sur les sections, notamment dans le cas de produits non rabotés.

**POUR RÉUSSIR :**  
**ANTICIPER**  
**LA COMMANDE**  
**ET**  
**CONTRÔLER**  
**LES BOIS**



### AVEC DU BOIS ISSU DE L'EXPLOITATION

Dans le cas où le maître d'ouvrage possède ses propres bois, il faudra considérer un délai supplémentaire (supérieur à 3 semaines) lié à l'identification préalable de la ressource en qualité et quantité (en lien avec le scieur), l'abattage, le ressuyage et le transport. Il faudra alors prendre en compte la saisonnalité d'abattage des arbres, tout comme le délai avant sortie des bois de la forêt vis-à-vis des risques de dégradation esthétique ou structurelle de certaines essences.

# EN PRATIQUE

## RÉDIGER UN BON DE COMMANDE

### POUR UNE COMMANDE EFFICACE À LA SCIERIE, LE BON DE COMMANDE DOIT COMPORTER LES ÉLÉMENTS SUIVANTS :

- destination du bois commandé : elle donne d'entrée le cadre des exigences qui seront appliquées aux bois fournis par le scieur,
- classement mécanique si bois de structure : indication de qualité mécanique,
- état de surface souhaité et calibrage : permet au scieur de définir le niveau de prestation demandée. Le niveau brut de sciage est le niveau habituel proposé,
- présence de traitement ou non,
- niveau de séchage demandé : indication très importante pour que le scieur puisse définir le délai de fourniture. Pour rappel en fonction des essences et des sections, cette étape peut représenter plusieurs semaines,
- date de livraison prévisionnelle,
- la liste des bois.

Pour une commande complète, il faut préciser aussi : l'essence et la classe d'emploi attendue (avec le traitement approprié si nécessaire), surtout dans le cas d'un bardage.

### EXEMPLE DE LA COMMANDE DE RÉSINEUX

The diagram shows a sample wood order form with callouts to various fields:

- Utilisation du bois commandé**: Points to the header 'BOIS DE CHARPENTE C18 NON RABOTÉ NON TRAITÉ (excepté les bois TAC CLASSE 3) avec ressuyage des bois en option'.
- Classement mécanique**: Points to the header 'BOIS DE CHARPENTE C18 NON RABOTÉ NON TRAITÉ (excepté les bois TAC CLASSE 3)'.
- État de surface**: Points to the header 'BOIS DE CHARPENTE C18 NON RABOTÉ NON TRAITÉ (excepté les bois TAC CLASSE 3)'.
- Indication de traitement**: Points to the header 'BOIS DE CHARPENTE C18 NON RABOTÉ NON TRAITÉ (excepté les bois TAC CLASSE 3)'.
- Indication du délai de livraison**: Points to the line item '38 x 125 L=6500 nb=25'.
- Indication de niveau de séchage à la livraison**: Points to the line item '38 x 125 L=6500 nb=25'.
- Sections et longueur de poutres**: Points to the line item '38 x 125 L=6500 nb=25'.

The order form itself contains the following text:

SARL LA CHARPENTE  
à  
SCIERIE TOUTBOIS  
Objet : Demande de bois

BOIS DE CHARPENTE C18 NON RABOTÉ NON TRAITÉ (excepté les bois TAC CLASSE 3)  
avec ressuyage des bois en option

75 x 100	L=6000	nb=120
75 x 200	L=5100	nb=280
75 x 200	L=5400	nb=75
50 x 150 TAC Classe 3	L=4800	nb=80
50 x 150 TAC Classe 3	L=5400	nb=50
50 x 150	L=6000	nb=35
38 x 125	L=6500	nb=25

BARDAGE AGRICOLE

22 x 150 TAC Classe 3	L=5000	nb=300
-----------------------	--------	--------

Pour une livraison fin janvier



# 4 LA CONCEPTION D'UN BÂTIMENT AGRICOLE

## CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

En France, la construction des bâtiments est réglementée par un ensemble de textes, et notamment par les règles de calcul Eurocodes. Dans le cadre d'un marché privé, la construction de bâtiments agricoles rentrant dans ce cadre, ces règles remplacent les anciens codes de calcul qui ne sont plus en vigueur (CB71, CM66, BAEL 91, etc.) et permettent une harmonisation de la démarche de justification à l'échelle européenne.

Les Eurocodes sont basés sur un socle commun, les EN 1990 et EN 1991 donnant les bases de calcul et les actions applicables aux structures, puis composés d'un ensemble de textes couvrant les matériaux de construction principaux (béton, acier, bois – EN 1995, ...), les problématiques géotechniques (EN 1997) et la résistance des structures aux séismes (EN 1998).

## DIMENSIONNER AVEC LES EUROCODES

Les Eurocodes sont basés sur une approche définissant des états limites, c'est-à-dire des états de la structure que l'on peut éventuellement atteindre sans les dépasser. On parle alors d'états limites ultimes ELU (vérification de la résistance des éléments) et d'états limites de services ELS (vérification de la déformation des éléments et du non-effondrement).

Cette démarche de vérification aux états limites se traduit principalement par l'introduction de coefficients partiels de sécurité afin de prendre en compte les incertitudes liées : à l'aspect aléatoire des valeurs des charges (actions), aux propriétés des matériaux définies par des valeurs caractéristiques, ainsi qu'aux conditions de mises en œuvre (classe de service, humidité des bois...).

Ces coefficients partiels de sécurité associés à la démarche de vérification permettent ainsi de garantir aux structures une résistance structurale, une aptitude au service et une durabilité satisfaisante.



## LE DIMENSIONNEMENT D'UNE STRUCTURE

Il s'effectue selon le schéma suivant :

- définition des propriétés des matériaux et des valeurs caractéristiques de résistance associées,
- définition des charges applicables à la structure, de leur valeur et de leur répartition sur les éléments composant celle-ci (poids propre, charges d'exploitation et d'entretien, neige, vent, séisme),
- définition des combinaisons d'actions aux ELU et ELS, c'est-à-dire les combinaisons permettant de prendre en compte les différentes charges appliquées à la structure de manière simultanée ou non,
- dimensionnement de la structure et de ses éléments, en vérifiant que les efforts appliqués aux éléments restent inférieurs à leur capacité résistante et que les déformations sont inférieures aux limites acceptables.

À la différence d'un bâtiment classique, les efforts appliqués à un bâtiment agricole via les combinaisons d'actions pourront être diminués par un coefficient réducteur  $k_{fi} = 0,9$  appliqué aux coefficients partiels. Les bâtiments agricoles peuvent en effet être classés dans la « classe de conséquence » CC1 (conséquence faible en cas de défaillance) au sens de l'annexe B de l'EN 1990.



### Charges appliquées à un bâtiment agricole

Les charges applicables à un bâtiment agricole sont les suivantes :

- charges de poids propre : il s'agit des charges de la structure et des éléments non structuraux (couverture, bardage, équipements fixes),
- charges d'exploitation : ici charge d'entretien de toiture,
- charges de vent : il s'agit des charges les plus défavorables dans le cas d'un bâtiment agricole, et notamment dans le cas des bâtiments ouverts, c'est-à-dire ayant au moins une façade non fermée. Les charges de vent créent des efforts de pression et de dépression sur les bâtiments. La charge de vent peut varier fortement en fonction de l'implantation du bâtiment (bord de mer ou dans les terres),
- charges de neige calculées selon l'altitude du projet.

## CLASSES DE SERVICE

Sur le principe de la classe d'emploi, l'EN 1995-1-1 définit des classes de service permettant de prendre en compte dans le dimensionnement l'humidité des bois et la manière dont ils peuvent être exposés à l'humidité au cours de la vie du bâtiment.

- Classe de service 1 : humidité du bois comprise entre 7% et 12% (mis en œuvre dans un air à 20°C et une humidité relative (HR) ne dépassant 65% que quelques semaines par an), structure abritée en milieu sec.
- Classe de service 2 : humidité du bois comprise entre 12% et 20% (mis en œuvre dans un air à 20°C et une humidité relative (HR) ne dépassant 85% que quelques semaines par an), charpente abritée, mur ossature bois.
- Classe de service 3 : humidité du bois supérieure à 20%

**LES BOIS  
DE STRUCTURE  
NE DOIVENT PAS  
ÊTRE MIS  
EN ŒUVRE  
VERTS,  
MAIS À UNE  
HUMIDITÉ  
ADAPTÉE  
À L'USAGE**



Classe d'emploi	Classe de service des éléments de structure
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

## HUMIDITÉ DE MISE EN ŒUVRE DES BOIS

Les bois de structure ne doivent pas être mis en œuvre vert (travail des sections au séchage, diminution de section résistante, pérennité des assemblages, ...) mais à une humidité adaptée selon l'usage final et la saison de pose:

- usage intérieur: entre 10 et 12 %,
- charpente abritée: entre 15 et 18 %,
- bardage: autour de 18 %.

Pour information, un bois mis en œuvre en extérieur à Rennes (cas du bardage ou d'un poteau de structure non protégé), peut voir son humidité varier entre 14 et 20 % (selon DTU 51.4) entre deux saisons. L'EN 1995-1-1 prend en compte l'humidité des bois par une diminution de la section de calcul pour les bois mis en œuvre à une humidité > à 12%.



# 5

## LES TECHNIQUES STRUCTURELLES

### DEUX PRINCIPALES TECHNIQUES STRUCTURELLES

Deux principales techniques structurelles coexistent pour la réalisation de la structure des bâtiments agricoles en bois : la technique treillis et la technique lamellé-collé, l'objectif étant de permettre des portées libres importantes, avec une hauteur importante sous sablière. Ces contraintes impliquent la conception de portiques autostables pour assurer la résistance et la stabilité des bâtiments.

#### Le lamellé-collé

La technique lamellé-collé consiste à mettre en œuvre soit :

- Des poutres lamellé-collé assemblées avec des poteaux massifs ou moisés,
- Des poutres lamellé-collé associées avec des poteaux lamellé-collé, avec assemblage par couronnes de boulons, cet assemblage devant être dimensionné avec soin.

Largement diffusée depuis quelques années, la production de poutres lamellé-collé est aujourd'hui maîtrisée par des fabricants industriels bretons qui intègrent des essences de bois local dans leur offre produit. Cette technique permet aussi de proposer des portées importantes.



#### Le treillis

La technique du treillis consiste à réaliser des poutres treillis (composée par des membrures et des diagonales en bois massif) associées à des poteaux en bois massif par des assemblages (reins de portique) qui permettent de reprendre les efforts de vent horizontaux, les points critiques se situant au niveau des reins de portique et du faitage. À ces endroits, le renforcement par élément rigide (de type contreplaqué ou lamibois) ou par triangulation est incontournable pour assurer la rigidité d'ensemble. Les structures treillis ont l'avantage, par rapport aux structures lamellé-collé, d'être plus légères à portée équivalente, et d'optimiser la matière et le fonctionnement des sections. Il faudra par contre justifier l'ensemble des assemblages de la poutre treillis, prendre en compte les glissements internes liés aux assemblages et faire attention aux déplacements potentiellement plus défavorables que dans le cas d'une structure lamellé-collé.

La solution treillis permet de valoriser facilement la ressource locale par les artisans charpentiers.



# LA STRUCTURE TREILLIS

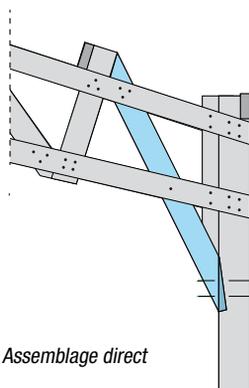
## LES GRANDES RÈGLES DE CONCEPTION

Les portiques des structures treillis sont composés de deux poteaux et de deux poutres treillis assemblés :

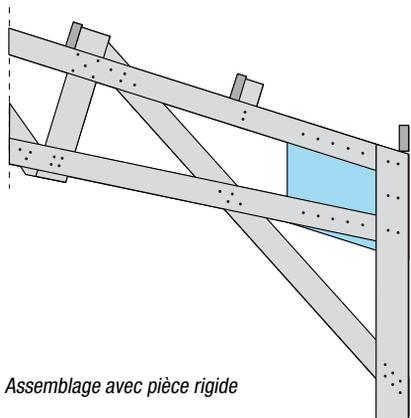
- en tête de poteau : par boulonnage direct des membrures des poutres sur le poteau ou par adjonction d'une pièce rigide en contreplaqué ou lamibois + boulonnage,
- au faitage : par adjonction de pièces en bois massif ou d'une pièce rigide en contreplaqué ou lamibois + boulonnage.

Ces assemblages ont une influence importante sur les déplacements et efforts subis par la structure. Dans le cas d'assemblage direct, la structure est soumise à des déplacements horizontaux importants (jusqu'à 50 mm en tête de poteau) tandis que les efforts normaux dans les membrures restent limités – cas d'un assemblage de faible rigidité. Dans le cas où un élément rigide fait la jonction entre poteau et poutre treillis, les déplacements horizontaux sont fortement limités (environ 15 mm) tandis que les efforts normaux dans les membrures sont importants – cas d'un assemblage de forte rigidité.

**LES DÉPLACEMENTS  
HORIZONTAUX  
DÉPENDENT  
DU MODE  
D'ASSEMBLAGE  
POTEAU/POUTRE**



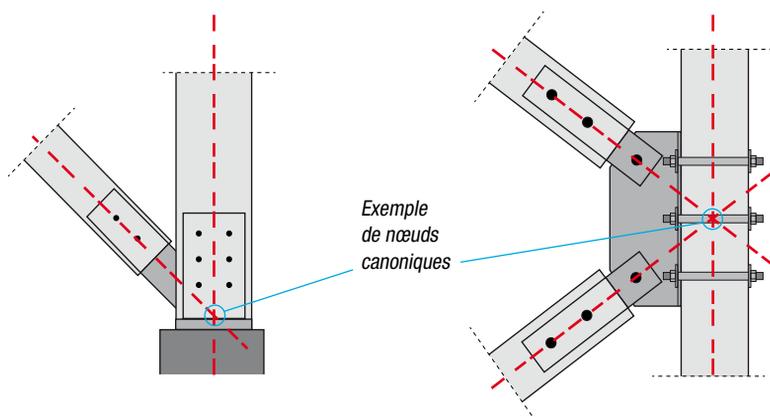
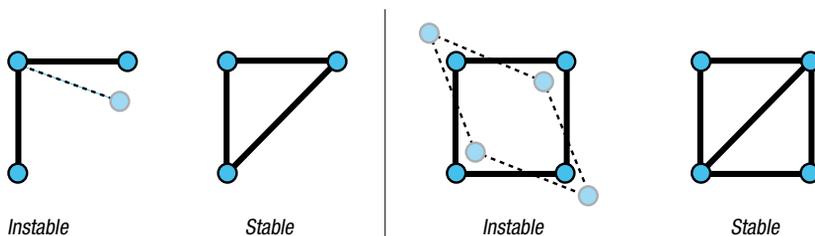
*Assemblage direct*



*Assemblage avec pièce rigide*

## LA POUTRE TREILLIS

La conception d'une poutre treillis repose sur le principe de la triangulation, à savoir des formes stables et indéformables dans le but d'obtenir majoritairement des efforts axiaux (traction et compression) dans les barres. Pour cela, il faut garantir que les efforts ponctuels des pannes soient appliqués aux nœuds (pas de chargement linéaire sur les barres) et que la canonicité des nœuds soit assurée. Sinon, il y a apparition d'efforts de cisaillement et de flexion pouvant avoir un impact important sur le dimensionnement.



La conception des assemblages est un autre point de vigilance. Ceux-ci doivent être dimensionnés afin de garantir la transmission des efforts sans risque de déformation ou de rupture. Pour rappel, la résistance d'un assemblage est liée à la résistance de son élément le plus faible, et celle-ci varie en fonction de l'angle de l'effort par rapport au fil du bois. La rupture peut provenir de l'écrasement local ou de la rupture du bois, d'une déformation plastique de la tige ou de la combinaison de ces deux phénomènes.

Il faudra porter une attention particulière à la conception des assemblages de faitage et de rein de portique, qui conditionnent la rigidité du portique autostable.

## Pour concevoir un assemblage, il faut :

- adapter le nombre et le diamètre des organes en fonction de la surface d'assemblage disponible et prendre en compte les distances minimales à respecter (côtes de pinces),
- limiter le différentiel de diamètre si mixité d'organes (pointes et boulons par exemple), afin d'obtenir un comportement des organes le plus homogène possible,
- limiter les jeux de mise en œuvre (les assemblages avec jeu sont moins rigides et transmettent moins d'efforts à déplacement équivalent) et choisir des rondelles adaptées au diamètre de l'organe.



**MOI JE METS  
9 BOULONS  
DE 8 mm  
AU LIEU DE  
4 BOULONS  
DE 16 mm,  
C'EST PLUS  
RÉSISTANT !**

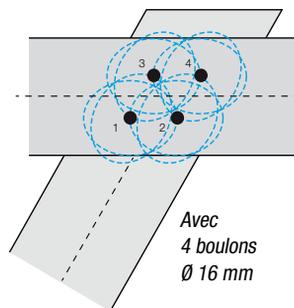
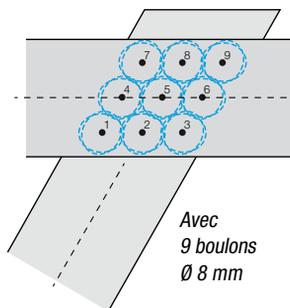


Et avec du bois local ? Les diagonales, jambes de force et autres pièces de faible longueur d'une poutre treillis peuvent facilement être en bois local. Pour les arbalétriers et entrants (membres de la poutre treillis), il est possible de mettre du bois local avec des pièces d'une seule longueur si la ressource existe. En revanche, la réalisation d'un joint de continuité dans les membrures en vue d'utiliser du bois local de faible longueur n'est pas pertinente car elle nécessite l'ajout d'une pièce de continuité et un boulonnage conséquent pour reprendre les efforts normaux dans les membrures (entre 16 et 40 boulons par assemblage de continuité).

## Du point de vue des Eurocodes

La justification des assemblages selon les Eurocodes amène, quant à elle, des changements d'usage : pour la surface donnée ci-dessous, en tenant compte des côtes de pinces, il est possible de mettre en œuvre 9 boulons  $\varnothing$  8 mm ou 4 boulons  $\varnothing$  16 mm. Et contrairement aux idées reçues, l'assemblage le plus résistant est celui effectué avec les boulons de 8 mm. En cas de fortes sollicitations, il faudra ainsi privilégier un plus grand nombre de boulons de petit diamètre plutôt qu'un faible nombre.

*Différents assemblages possibles pour une surface d'assemblage donnée*



## Les poteaux

Les poteaux peuvent être de section pleine ou moisée. Leur section dépend principalement de la portée des portiques et de la hauteur du bâtiment, de la rigidité de l'assemblage en tête de poteau et de l'inclinaison de la jambe de force. Afin de minimiser la section des poteaux, on cherchera à avoir le point d'appui le plus bas et l'inclinaison la plus verticale possible pour la jambe de force, la majorité des efforts étant alors transféré en compression longitudinale et non en flexion dans le poteau. De même, la jambe de force devra relier directement la membrure haute de la poutre treillis au poteau.

L'assemblage entre le poteau et la jambe de force devra permettre la transmission des efforts axiaux et la reprise des efforts de soulèvement. Dans le cas d'un assemblage par contact bois-bois, il faudra prévoir des embrèvements – et non des assemblages tenon-mortaise, avec des dispositifs anti-soulèvement de type boulon traversant, d'autant plus si le bâtiment est ouvert d'un côté et que les efforts de vent peuvent être dissymétriques (vent de façade + vent en soulèvement important).

Les pieds de poteaux devront permettre de reprendre des efforts verticaux descendants et ascendants, ainsi que des efforts horizontaux liés au vent. Il faudra privilégier un assemblage résistant avec pied de poteau ancré ou scellé, avec une protection du métal adaptée à la classe de service et une conception drainante afin d'éviter les remontées d'eau dans les poteaux. Une attention particulière devra être accordée pour les poteaux reposant en tête de mur maçonné : les efforts horizontaux amènent en effet un effort de flexion dans le mur de soubassement qui devra être pris en compte pour le dimensionnement de ce dernier.

### Du point de vue des Eurocodes

Les poteaux abrités sont à considérer en classe de service 2, tandis que les poteaux non abrités devront être calculés en classe de service 3.

**LA SECTION  
MOISÉE  
PERMET UNE  
UTILISATION  
FACILITÉE  
ET MOINS  
CÔUTEUSE  
DU BOIS  
LOCAL**



Et avec du bois local ? La solution moisée permet une utilisation plus facile et moins coûteuse de bois local, car elle permet de valoriser des résineux de plus faible section, à la différence des sections pleines qui sont traditionnellement en bois de feuillus. Les poteaux moisés seront ainsi calés régulièrement tous les mètres afin d'avoir une bonne répartition des efforts et d'avoir une section homogène et résistance vis-à-vis du flambement.

## Les pannes

Les pannes sont des supports de couverture et permettent la transmission des efforts de vents entre portiques. Pour des portées supérieures ou égales à 5 m, il faudra prévoir des anti-déversements avec renvoi des efforts en tête de poteau. Les appuis des pannes sont situés au droit des nœuds des poutres treillis.

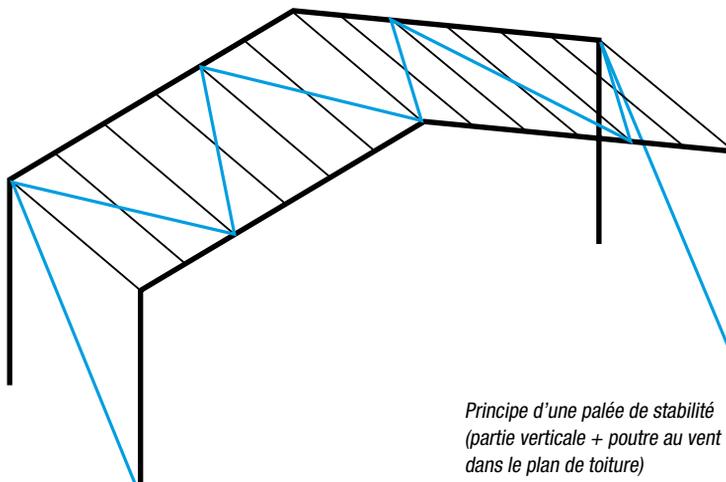
### Du point de vue des Eurocodes

Les pannes sont à considérer en classe de service 2.

## Stabilité horizontale du bâtiment

La stabilité doit être assurée dans les deux directions principales du bâtiment afin de limiter les déplacements horizontaux. Dans le plan des portiques, la stabilité est assurée par les portiques autostables selon les principes énoncés ci-avant, tandis que dans le plan perpendiculaire, il est nécessaire de mettre en place une stabilisation par le biais de poutres au vent verticales et dans le plan de la toiture.

Une palée de stabilité verticale + poutre au vent sera mise en oeuvre tous les 25 m maximum (5 travées), et elles seront localisées de préférence aux extrémités du bâtiment afin d'éviter les transferts d'horizontaux via les pannes de toiture.



*Principe d'une palée de stabilité  
(partie verticale + poutre au vent  
dans le plan de toiture)*

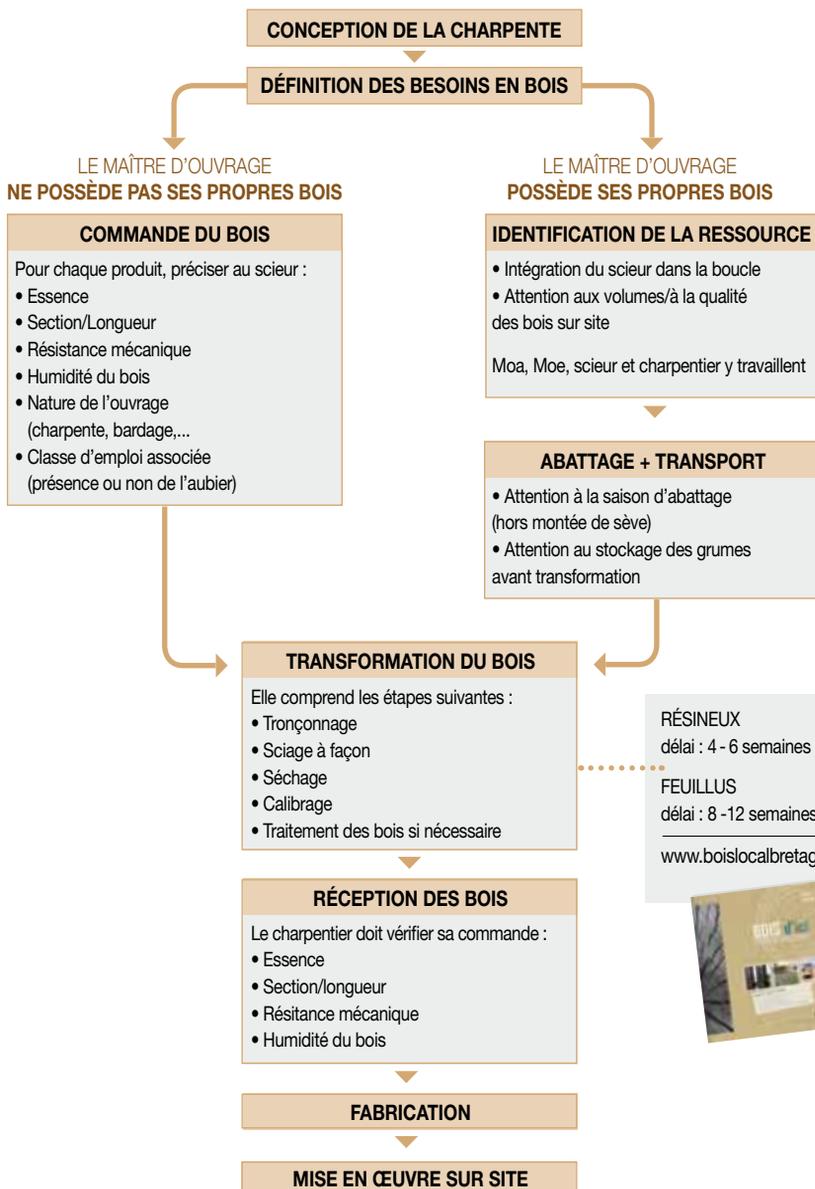
## EN IMAGE UN EXEMPLE D'ASSEMBLAGE

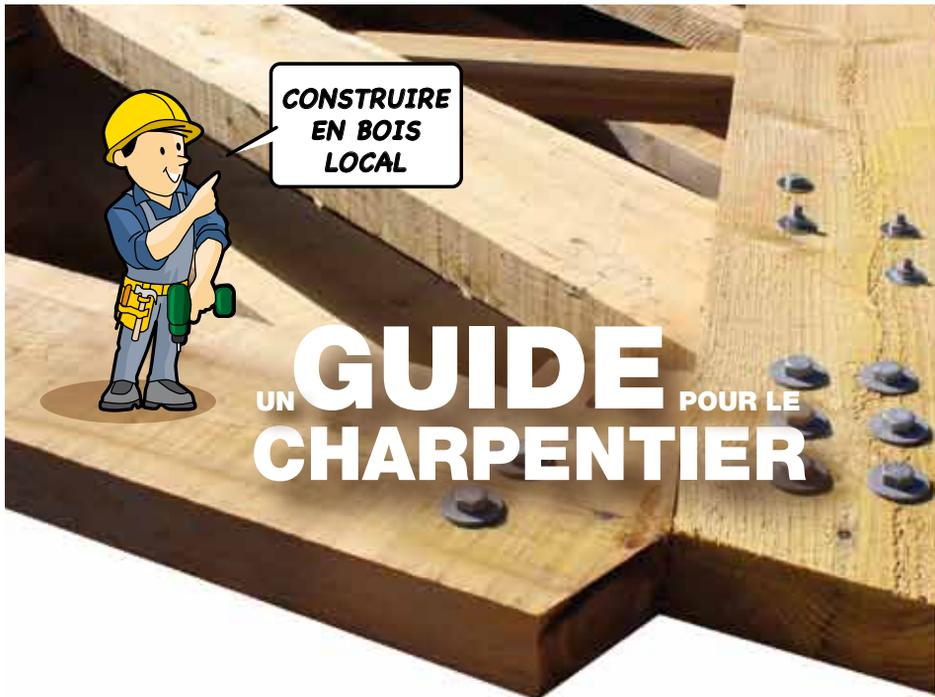
Assemblage avec des boulons  $\varnothing$  8 mm, reins de portiques en assemblage avec pièce rigide, jambe de force en liaison directe et poteaux en section moisée.





# 6 SYNTHÈSE DE LA DÉMARCHE BOIS LOCAL





**CONSTRUIRE  
EN BOIS  
LOCAL**

# UN **GUIDE** POUR LE **CHARPENTIER**

UN DOCUMENT RÉALISÉ PAR :

**GIE**  
ÉLEVAGES  
BRETAGNE  
COMITÉ RÉGIONAL  
BÂTIMENT

**Crittbois**  
expertise, innovations et solutions

AVEC LA COLLABORATION DE :



**Abibois**



ET LE SOUTIEN DE :

RÉDACTION :

**Baptiste MORON**  
CRITT BOIS  
**Jacques CHARLERY**  
GIE ELEVAGES DE BRETAGNE

**GIE ÉLEVAGES BRETAGNE**

CS 64240  
35042 RENNES CEDEX  
Tél : 02 23 48 29 00  
crb@gie-elevages-bretagne.fr

