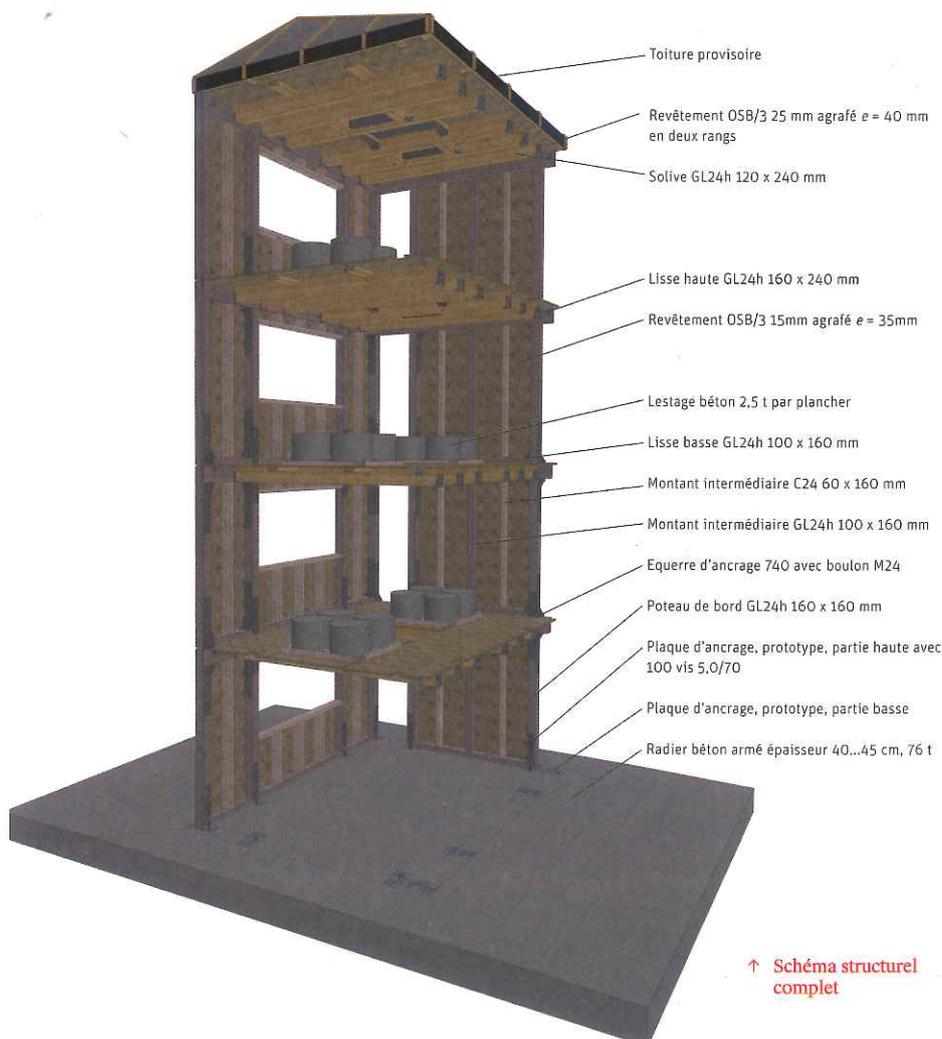


# ESSAIS SISMIQUES EN CONSTRUCTION BOIS A CHAMOSON

Texte : Nathalie Bocherens, FRECEM, sur la base des informations de la BFH - Photos : Nathalie Bocherens, FRECEM et BFH

Le 26 octobre dernier, un test destructif impressionnant a été réalisé sur un bâtiment à ossature bois de quatre niveaux à Chamoson (VS). Cette date marquait le point final de plusieurs mois de recherche en sécurité sismique réalisés par la Haute école spécialisée bernoise BFH en collaboration avec, entre autres, l'Association valaisanne des entreprises de menuiserie, ébénisterie, charpente, vitrerie et fabriques de meubles AVEMEC.



L'Institut de la construction bois, des structures et de l'architecture IHTA de la BFH, en collaboration avec de nombreux partenaires, dont l'AVEMEC, a mené un test impressionnant à Chamoson sur un bâtiment bois grandeur nature. Le projet visait à mieux comprendre les propriétés dynamiques des bâtiments à ossature bois et à améliorer leur sécurité sismique.

## Quelles propriétés dynamiques pour les bâtiments en bois ?

Actuellement, il est difficile de déterminer les propriétés dynamiques des bâtiments à ossature bois de manière fiable, en particulier la période fondamentale  $T_1(1)$ . En fonction de la méthode de calcul appliquée, les résultats peuvent varier sensiblement. Pris entre les aspects sécuritaires et économiques, les ingénieurs et professionnels se retrouvent ainsi dans une situation inconfortable.

Les propriétés dynamiques sont pourtant d'une importance capitale en génie parasismique, car les forces sismiques agissant sur un bâtiment en cas de tremblement de terre dépendent fortement du comportement dynamique de sa structure.

## Objectifs de la recherche et méthodologie choisie

Pour le matériau bois, des tests statiques avaient déjà été réalisés en laboratoire avec différentes essences, mais jamais sur un

→ Plafond intérieur  
du bâtiment bois

↳ Détail  
des assemblages



bâtiment entier de taille réelle. L'objectif du projet de recherche était donc de fournir aux ingénieurs et constructeurs bois des indications claires et réalistes sur les propriétés dynamiques et statiques des constructions à ossature bois. Ceci pour permettre, à l'avenir, de mettre en œuvre plus efficacement les mesures parasismiques dans la construction en bois, ainsi que d'optimiser les structures des nouveaux bâtiments et leurs coûts. Pour cela, il s'agissait d'effectuer plusieurs séries de tests sur un bâtiment d'essai.

Le noyau du projet portait donc sur la réalisation d'un bâtiment bois de quatre niveaux. Le bâtiment était grandeur nature pour sa hauteur, sa masse et sa construction, mais était réduit par rapport à sa surface en plan. La masse de tous les composants mis en œuvre avait été préalablement mesurée. De plus, la densité et la rigidité des principales pièces de bois et des panneaux OSB avaient été déterminées avant la taille du bois et l'assemblage des parois.



Le bâtiment a été érigé par étape, un étage après l'autre, sur près de trois mois. A chaque étape, la rigidité statique du bâtiment a été mesurée et deux types de tests dynamiques ont été effectués :

- **Essais à faible amplitude :** il s'agissait d'une mesure dite « en bruit ambiant ». Au moyen d'accéléromètres très sensibles (capteurs), les vibrations et oscillations induites naturellement, par exemple par le vent, étaient enregistrées.
- **Essais dynamiques :** Pour les seconds tests, des oscillations libres générées artificiellement étaient imposées à l'ouvrage et mesurées. Concrètement, cela consistait à tirer latéralement sur le bâtiment au moyen d'un câble et de le relâcher subitement pour créer des vibrations de grandes amplitudes.

Le bâtiment a ainsi subi une centaine de tirés au total avec des cycles par trois, permettant de reproduire l'effet d'un grand séisme avec des répliques. Après l'achèvement de tous les tests dynamiques, le mécanisme de rupture du bâtiment a été vérifié dans le cadre d'une journée officielle ouverte aux professionnels, aux médias et au public.

→ Présentation  
du système d'ancrage  
du bâtiment  
dans le radier

### Compte-rendu du test destructif

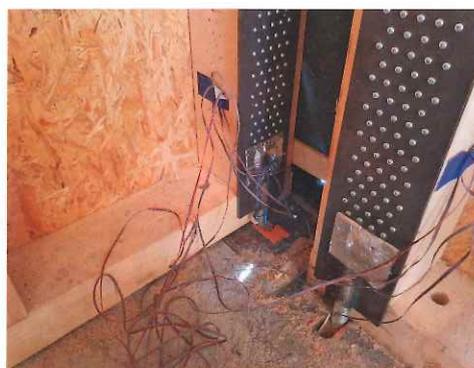
C'est sous un soleil valaisan fidèle à sa réputation que s'est déroulée la journée de test de destruction, le 26 octobre 2019. Près de 300 personnes avaient fait le déplacement à Chamoson pour assister à l'événement.

Dans son discours d'accueil, Maxime Métrailler, Président AVEMEC, est revenu sur les raisons du soutien de son association au



↑ Cylindres en béton  
placés dans la structure

↓ Capteurs  
dans le bâtiment





- ↑↑ Câbles utilisés pour la destruction
- ↑ Ouverture de la journée du test destructif
- ← Réalisation de la construction bois (deux étages)

qui a dirigé l'édification, les tests, les mesures effectuées et la tentative de destruction, dans le cadre de son travail de Master à la BFH.

Durant la tentative, le public était invité à se placer en hauteur sur une plateforme en gradins, pour des raisons de sécurité et afin de disposer d'une meilleure vue. En contrebas, hommes et machines s'activaient pour assurer la destruction de la structure, un tracteur forestier avec un treuil de 10 tonnes et un système de câble fixé au bâtiment devant permettre la destruction.

Vers 11h 00, Martin Geiser a donné le top du départ. Minute après minute, scientifiques, public et journalistes ont retenu leur souffle en regardant le bâtiment pencher et se déformer dans d'impressionnants craquements. Petit à petit, ils ont vu des morceaux se détacher de la structure et les parois extérieures glisser jusqu'à ce que s'écroulent avec fracas le dernier étage et le toit. Le reste du bâtiment tenait encore debout. Un deuxième câble a alors été utilisé pour achever la tentative de

projet de recherche de la BFH. L'importance de la construction bois et sa promotion, ainsi que le soutien à la R&D dans la filière bois, en étaient les principales raisons, tout comme le fait de rappeler au public que le bois est à la pointe de la technologie, d'encourager la formation en génie parasismique et de bâtir des structures sûres avec des coûts modérés. Il a remercié en particulier les propriétaires du terrain où se sont déroulés les essais et la commune de Chamoson pour les autorisations délivrées.

Le Professeur Martin Geiser est quant à lui revenu sur le déroulement du projet et s'est félicité de la venue de nombreuses personnes, dont beaucoup d'habitants de Chamoson, pendant les jours de tests ouverts au public. Certains visiteurs sont même restés volontairement dans la structure pendant les tests, prouvant ainsi leur confiance envers les chercheurs et la solidité de l'ouvrage. Il a également remercié tous les organismes et entreprises ayant participé au projet et en particulier l'ingénieur bois Urs Oberbach,

destruction, mais ce dernier s'est rompu après quelques secondes. Défiant les pronostiques, le bâtiment bois a tenu bon. Martin Geiser a alors annoncé que le bâtiment avait résisté à une valeur deux fois supérieure à celle prévue dans la norme SIA, démontrant ainsi le grand potentiel du bois.

En fin de matinée, le public était invité à ouvrir la discussion avec l'équipe scientifique et les professionnels du bois autour d'un apéritif d'inauguration organisé par l'AVEMEC.

### Premiers résultats

Lors de la tentative de destruction et après relevé des données, le bâtiment prévu par calcul pour une valeur de dimensionnement de la résistance de 7,3 tonnes, a finalement cédé à 16,3 tonnes. Par ailleurs, les premiers résultats ont ainsi confirmé que les structures bois sont plus rigides dans la réalité que ne le montrent certaines simulations simplifiées. En outre, le test destructif final a fourni des informations importantes sur le mécanisme de rupture des bâtiments à ossature bois, qui font preuve d'une ductilité intéressante.

### Interview de MM. Martin Geiser, Professeur à la BFH et de Maxime Métrailler, Président AVEMEC

Lors de la journée de destruction du bâtiment, nous sommes allés à la rencontre des deux principaux acteurs du projet, le Professeur Martin Geiser et le Président Maxime Métrailler, pour obtenir davantage d'informations sur la recherche scientifique menée et sur le rôle de l'AVEMEC dans ce projet.

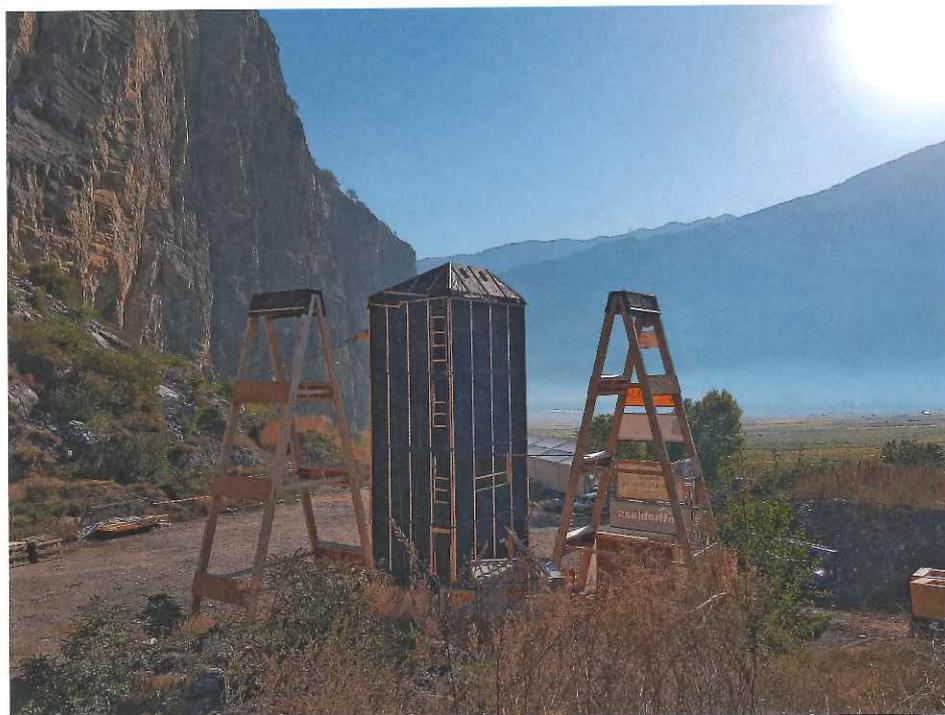
#### Martin Geiser, Professeur à la BFH et Directeur du projet

*Cher Monsieur Geiser, la Suisse a connu de nombreux tremblements de terre dans son histoire. Pour quelles raisons des recherches sur la sécurité sismique sont-elles effectuées actuellement ?*

**M.G. :** Construire parasismique est une obligation légale. Certaines lacunes techniques doivent être actuellement comblées et en tant que HES, nous nous attelons à la tâche pour faciliter et rendre plus efficace la construction parasismique.

*Des tests de ce type sur des constructions bois ont-elles déjà eu lieu précédemment ?*

**M.G. :** A notre connaissance, il n'y a pas encore eu de tests de type, ceci ni en Suisse, ni à l'étranger.



↑ Vue de la structure à 4 étages avant la tentative de destruction

*Pourquoi avoir choisi de réaliser des tests mécaniques avec des câbles en acier plutôt qu'avec une table sismique ?*

**M.G. :** Nous ne disposons pas d'une table vibrante assez grande en Suisse ou en Europe pour les tests que nous souhaitions effectuer. Mais surtout, cela n'était pas nécessaire pour ce qui nous intéressait : la réponse de la structure. Or, ceci pouvait très bien se faire grâce aux essais par lâcher que nous avons effectués.

*Comment se sont déroulés les tests durant la semaine ?*

**M.G. :** Lors de la semaine de visite, ce sont en fait des démonstrations qui ont été effectuées. La campagne de mesures a eu lieu sur les trois derniers mois, puisque ce sont 4 bâtiments au total qui ont été testés (1 -2-3-4 niveaux).

*Est-ce qu'il y a eu une activité sismique naturelle durant cette période de test ?*

**M.G. :** Oui bien sûr, mais rien de nature à être exploité pour nos recherches, ni à les influencer. Pour rappel, la zone sismique à Chamoson est de type Z3b / E (sondage).

*Les conditions climatiques extérieures ont-elles joué un rôle dans la période de test ?*

**M.G. :** Non. Le climat a été enregistré en permanence et l'humidité du bois surveillée. Celle-ci était restée stable. Le bâtiment d'essais est resté sec malgré une protection minimale contre les intempéries. Les conditions climatiques n'ont donc en rien influencé nos tests. Le climat du Valais central a, de fait, été favorable pour ce projet.

*En quoi les essais menés successivement durant la semaine ont-ils influencé les résultats de la tentative de destruction finale ?*

**M.G. :** Lors de la destruction, le bâtiment avait déjà subi une sollicitation supérieure à celle décrite par les normes. Dans le sens X, le bâtiment a été sollicité trois fois avec une force de 1,8 fois le séisme de dimensionnement. En Y (le sens de la destruction) c'est 3 fois 1,2 fois le séisme de dimensionnement + 1 fois 1,8 le séisme de dimensionnement. Au moment de la destruction, le bâtiment était donc probablement légèrement affaibli, mais il est difficile de quantifier la mesure de cet affaiblissement.



↑ Bâtiment après destruction

*La Suisse dispose de plusieurs régions soumises à des tremblements de terre. Pourquoi avoir choisi le Valais et plus particulièrement Chamoson ?*

**M.G. :** Car c'est en Valais que nous avons trouvé les partenaires susceptibles de réaliser des prestations propres importantes, indispensables au projet. De plus, il s'agit d'un canton producteur de bois et qui est souvent confronté à la question sismique. Il réunissait donc toutes les qualités requises.

*Comment ont été réalisées les fondations du bâtiment ?*

**M.G. :** Le but était que le radier ne bouge pas - ou presque pas - durant les tests dynamiques, raison pour laquelle un soin

particulier a été apporté à cette partie pour en assurer la rigidité. Nous avons réalisé un radier en béton armé de 7 m x 10 m, épaisseur au centre de 45 cm, pour un poids total d'environ 76 tonnes.

*Pouvez-vous nous décrire le bâtiment réalisé pour les tests ?*

**M.G. :** Il s'agit d'un bâtiment de classe CO I; Gamma-f = 1,0. Ses dimensions sont de 4 m x 5 m en plan (20 m<sup>2</sup>), environ 12 m de hauteur et il a été réalisé en épicea, sapin, OSB et métal. La structure est en partie en bois massif et en partie en lamellé-collé, mais essentiellement en BLC et représente un total de 9 tonnes de bois. Le bâtiment comporte aussi des fenêtres et ouvertures en X. La structure n'a pas été meublée à

l'intérieur, mais lestée par 10 tonnes de béton sous la forme de 32 cylindres (2,5 tonnes par niveau).

*Le fait d'utiliser du bois neuf peut-il influencer les résultats ?*

**M.G. :** Non, car une structure porteuse doit rester au sec pour être durable. C'est ce que nous avons fait et nous pouvons donc estimer que le test est représentatif.

*Quels assemblages ont été réalisés sur la structure ?*

**M.G. :** Il y a différents assemblages : agrafage, vissage (au lieu d'un clouage pour faciliter le démontage), boulonnage, en pied, ancrages haute résistance Ancotech (prototypes).

*Comment s'est effectué le raccordement entre les planchers et les parois ?*

**M.G. :** Il s'agit de sabots de solive + OSB de plancher agrafé sur la lisse haute des parois.

**Maxime Métrailler, Président AVEMEC**

*Cher Monsieur Métrailler, quel a été le rôle de l'AVEMEC dans ce projet ?*

**M.M. :** L'AVEMEC est partenaire du projet, car il s'agissait d'une belle occasion de communiquer sur notre association, sur le matériau bois et de soutenir la recherche. Elle a joué un rôle financier, mais a aussi aidé à l'organisation et à la planification. Elle a contribué à mettre les personnes en contact au niveau professionnel ou politique et a informé les membres de l'AVEMEC du projet (Martin Geiser est par exemple venu à notre dernière assemblée générale).

*L'AVEMEC a-t-elle été associée au projet dès sa création ?*

**M.M. :** Oui, c'est par le biais de l'un des membres de l'AVEMEC que nous avons eu connaissance du projet. Le partenariat a été établi après une visite de l'AVEMEC à la Haute Ecole à Bienne.

*S'agit-il d'une initiative de la BFH, de l'OFEV ou du canton ?*

**M.M. :** L'initiative vient de Martin Geiser, qui est un passionné de statique et de génie parasismique, et donc de la BFH.

*La problématique de la résistance sismique des bâtiments est-elle souvent rencontrée par les professionnels du bois valaisans ?*

**M.M. :** Oui, les entreprises valaisannes sont demandeuses pour avoir des données fiables en parasismique et c'est un problème souvent abordé dans le cadre de l'association. Elles ont un cahier des charges très complexe à remplir et doivent attester de la résistance sismique des constructions. Le canton du Valais étant particulièrement touché par ces problèmes, les autorités communales et cantonales sont aussi préoccupées par cette question et cherchent à avoir des informations plus précises. Mon but est de pouvoir développer une nouvelle formation pour les professionnels du bois d'ici à trois ans, car il n'existe actuellement que des cours pour les ingénieurs. Mais pour cela, il est important que nous ayons le soutien du canton et que nous travaillions en collaboration avec des écoles telles que la BFH.

*A-t-il été facile de trouver des soutiens ?*

**M.M. :** Oui, grâce à l'intérêt existant pour ce sujet, nous avons facilement trouvé des fonds par le biais de l'AVEMEC et de la BFH.

*Plusieurs entreprises membres et valaisannes participent au projet. En quoi consiste cette participation ?*

**M.M. :** Pour la plupart, il s'agit d'aide sous la forme de ressources humaines et de temps (employés et chefs d'entreprises à disposition) ou de matériaux offerts. Ils ont ainsi pu associer leur image à celle du projet et relayer les résultats de la recherche.

*A titre personnel, comment avez-vous participé au projet et quel bilan en tirez-vous ?*

**M.M. :** Mes démarches au niveau de l'association et de mon entreprise sont liées. Dans le cadre de l'entreprise, j'ai mis à disposition notre apprenti charpentier de deuxième année pendant toute la durée de la construction, afin de réaliser les ancrages des vis. C'était un projet sympathique et motivant pour lui. D'ailleurs, il va le présenter dans le cadre de ses cours de formation. Au niveau personnel, j'ai été très fier d'avoir pu participer à cette aventure, d'autant plus que je connaissais Martin Geiser de par mes études à la BFH il y a quelques années. Pouvoir soutenir un de ses projets en tant que Président AVEMEC avait donc une signification particulière pour moi.

*Nous remercions chaleureusement MM. Martin Geiser et Maxime Métrailler pour leurs réponses et le temps qu'ils nous ont consacré dans le cadre des interviews réalisées, tout comme Mme Michelle Buchser et M. Gaël Bourgeois pour la transmission des informations et documents utiles. ■*

**Note (1) :** La période fondamentale  $T_1$  est la période de vibration fondamentale de l'ensemble d'une structure.

#### Partenaires et soutiens du projet membres des associations cantonales

André SA, Morges (Groupe Bois) ; Buchard H. SA, Martigny, Dénériaz Sion SA, Sion et Les Artisans du Bois Nendaz SA, Haute-Nendaz (AVEMEC) ; Charpentés Vial SA, Le Mouret (AFMEC)

#### Organisme de financement

Office fédéral de l'environnement OFEV, Section prévention des accidents majeurs et mitigation des séismes

#### Autres partenaires et soutiens :

Ancotech SA, Rossens; Assurance immobilière Berne, Ittigen; Beer Holzbau AG, Ostermundigen; DF2-Befestigungstechnik AG, Boswil ; Dübendorf; Habegger AG, Thoune; Fournier & Cie, Ardon; Häring & Co. AG, Eiken; HEIG-VD, Yverdon; Hüssler Holzleimbau AG, Bremgarten; IMAC, EPFL, Lausanne; Norbord Europe; Pfeifferlé & Cie SA, Sion; Proz Frères SA, Riddes; Rotho Blaas GmbH, Tiroi du Sud; SABAG, Paulsen Holz GmbH, Schaerholzbau AG, Albüron; Stuber & Cie AG, Schüpfen; EMPA, Triège Forestier des Deux Rives, Riddes; Valbéton SA, Vétroz

#### Plus d'informations et vidéos sous :

[bfh.ch/securite-sismique-bois](http://bfh.ch/securite-sismique-bois) et [bfh.ch/ihta](http://bfh.ch/ihta)

# IDB

L'INDUSTRIEL DU BOIS



## Cet article est tiré de l'IDB INDUSTRIEL DU BOIS

Recevez l'IDB à domicile et découvrez chaque mois l'actualité des professionnels du bois romands

- Reportages
- Formation initiale et supérieure
- Communication associative
- Foires professionnelles
- Informations techniques
- Santé et sécurité au travail

**1 an d'abonnement = 12 numéros avec lecture en ligne**

La revue paraît le 15 du mois. L'abonnement annuel est au prix de :

**CHF 80.-** hors TVA pour les personnes résidant en Suisse

**CHF 90.-** hors TVA pour les personnes résidant à l'étranger

### Bulletin d'abonnement

Nom : ..... Prénom : .....

Entreprise : .....

Rue : .....

NPA : ..... Localité : .....

Tél. : ..... Fax : .....

E-mail : .....

A renvoyer par poste ou par e-mail à :

**IDB INDUSTRIEL DU BOIS**  
 Chemin de Budron H6  
 1052 Le Mont-sur-Lausanne  
 idb@frecem.ch