



ATELIER DE L'ARBRE

Formation continue pour le spécialiste de l'arbre Expertise, pathologie et gestion de l'arbre

43, avenue Georges Pompidou, BP 2061, 24002, Périgueux cedex
Tél : 05 53 04 07 00, port : 06 82 87 90 13.
Mail : wmoore@arbre.net. Site web : arbre.net



L'arbre face au vent

GENERALITES.....	2
MOTIFS DE LA FORMATION	2
OBJECTIFS GENERAUX	2
RESULTATS ET PRODUITS ATTENDUS	2
DUREE	2
PUBLIC VISE.....	2
METHODES	2
EVALUATION DE LA SATISFACTION DES PARTICIPANTS.....	2
INTERVENANTS.....	2
CONTENU EN DETAIL.....	3
MODULE 1 : ANATOMIE DU BOIS D'UN POINT DE VUE BIOMECANIQUE.....	3
MODULE 2 : PRINCIPES DE BASE EN PHYSIQUE	3
MODULE 3 : LES ORGANES PORTEURS, LE BOIS SOUMIS A LA CONTRAINTE.....	3
MODULE 4 : SOLLICITATION DE LA PARTIE AERIENNE DE L'ARBRE PAR LE VENT.....	4
MODULE 5 : SYMPTOMES VISUELS EXTERNES DES CONTRAINTES SUBIES	4
MODULE 6 : LE SYSTEME RACINAIRE.....	4
MODULE 7 : L'ANCRAGE DANS LE SOL ET DIAGNOSTIC	5
MODULE 8 : SEUILS DE SECURITE ET METHODES DE DIAGNOSTIC	5
MODULE 9 : ETUDES DE CAS.....	5
DEROULEMENT.....	6
<i>Jour I.....</i>	<i>6</i>
<i>Jour II.....</i>	<i>6</i>
<i>Jour III.....</i>	<i>6</i>
<i>Jour IV.....</i>	<i>6</i>

L'arbre face au vent

Généralités

Cette formation est basée sur l'atelier « L'arbre et la biomécanique », suspendu en 2005 à cause du déplacement en Chine des 2 intervenants principaux, Dr Alexia Stokes et Dr Thierry Fourcaud, maintenant de retour à l'AMAP de Montpellier.

Suite à votre critique de l'atelier « L'arbre et la biomécanique », que vous avez jugé trop lourd en calculs mathématiques, il est demandé aux intervenants d'utiliser le minimum de mathématiques possible pour s'exprimer.

Formation VTA obligatoire.

Motifs de la formation

Le diagnostic de l'état mécanique de l'arbre commence avec une analyse visuelle : est-ce que l'arbre présente des défauts mécaniques et est-ce que l'arbre est en mesure de s'adapter aux sollicitations subies. Lorsque l'analyse visuelle et l'utilisation des outils simples ne permettent pas de poser un diagnostic, des méthodes plus sophistiquées et coûteuses sont employées. Cette formation aidera à mieux comprendre le comportement biomécanique de l'arbre, à identifier les symptômes externes des défauts mécaniques, et à juger visuellement de leur gravité et de la nécessité ou non de procéder aux examens complémentaires.

Elle permettra également d'être au courant des dernières recherches dans la matière, mais aussi de confronter les scientifiques avec les problématiques rencontrées *in situ*. La quatrième journée est consacrée aux études de cas. L'utilisation des arbres comme support dans les parcours acrobatiques en hauteur (PAH) fera l'objet d'études particulières ainsi que le positionnement des haubans dans les systèmes de haubanage. Les seuils de sécurité couramment utilisés seront critiqués par les intervenants.

Il est demandé aux participants de venir avec des études de cas (photographique, résultats des analyses) pour discussion en groupe.

Objectifs généraux

Comprendre en profondeur le comportement de l'arbre face au vent

Améliorer l'analyse visuelle de l'arbre

Améliorer le diagnostic quant à l'évaluation des défauts rencontrés

Résultats et produits attendus

Cet atelier permettra au participant de comprendre en détail le comportement biomécanique de l'arbre ainsi que ces réactions face aux contraintes imposées par le vent. Il permettra : à mieux comprendre la formation de symptômes visuels des défauts mécaniques ; à mieux comprendre les modes de rupture et d'apprécier les problèmes associés à des seuils de rupture couramment utilisés ; à se tenir informé de la recherche la plus récente en la matière.

Durée

4 jours

Public visé

Personnes confirmées dans l'utilisation de la méthode VTA (analyse visuelle de l'arbre), pour le diagnostic de l'état mécanique de l'arbre.

Méthodes

Exposés en salle 75%. Etudes *in situ* 25%, travaux en laboratoire.

Evaluation de la satisfaction des participants

La satisfaction des stagiaires est analysée au moyen d'une fiche d'évaluation complétée à la fin du stage par chaque participant.

Intervenants

Alexia Stokes, Thierry Fourcaud, Claire Atger, Nick Rowe, Véronique Cucchi, Marie Genet, William Moore.

Contenu en détail

Module 1 : Anatomie du bois d'un point de vue biomécanique

Objectif

Comprendre l'anatomie du bois d'un point de vue biomécanique

Comprendre pourquoi les arbres les plus grands du monde ont un bois peu robuste et pourquoi les arbres les plus petits au monde ont souvent le bois le plus robuste

Contenu

La paroi cellulaire

Anatomie du bois (fibres, parenchyme radial, parenchyme axial, fibres, vaisseaux)

Naissance et croissance des cellules formant le bois

Les précontraintes longitudinales et circonférentielles : origines et rôles

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
3 hrs	Exposés en salle Travaux pratiques en laboratoire Microscopie	Nick Rowe Alexia Stokes/ Christine Heinz/ Marie Genet William Moore

Module 2 : Principes de base en physique

Objectif

Connaître les différents types de contraintes externes agissant sur les poutres porteuses de charges.

Contenu

1. La contrainte et les unités de mesure
2. La contrainte de compression
3. La contrainte de tension
4. La fibre neutre
5. La contrainte de cisaillement
6. Le bras de levier
7. Le moment de flexion
8. Le moment de torsion
9. Le module d'élasticité
10. Le moment d'inertie d'une poutre
11. Les singularités

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 hrs	Exposés en salle, observation <i>in situ</i> Essais mécaniques sur différents types d'échantillons	Nick Rowe Thierry Fourcaud Marie Genet

Module 3 : Les organes porteurs, le bois soumis à la contrainte

Objectif

Comprendre l'action des différentes contraintes sur les organes porteurs de charges

Comprendre la modification de la distribution des contraintes pour des organes creux

Comprendre les différents modes de rupture

Contenu

Appréciation des effets des différentes contraintes agissant sur des poutres pleines formées de bois vivant

Appréciation des effets des différentes contraintes agissant sur des poutres creuses formées de bois vivant

Les modes de rupture associés aux contraintes excessives pour les organes pleins et les organes creux

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2 hrs	Exposés en salle, observation <i>in situ</i>	Thierry Fourcaud

Module 4 : Sollicitation de la partie aérienne de l'arbre par le vent

Objectifs

- Comprendre ce qu'est le vent
- Comprendre comment la partie aérienne réagit aux contraintes imposées par le vent
- Comprendre la distribution des contraintes dans la couronne et dans le tronc lors des sollicitations par le vent
- Comprendre comment les contraintes sont minimisées et dissipées par la couronne
- Comprendre les adaptations de la forme des charpentières porteuses de charges (thigmomorphogénèse)
- Comprendre le fonctionnement du bois de réaction

Contenu

Le vent, comment il souffle : en campagne, le vent en milieu urbain. La réaction de partie aérienne face aux contraintes imposées par le vent. Appréciation de la distribution des contraintes dans la couronne et dans le tronc lors des sollicitations par le vent. Adaptations mécaniques et thigmomorphogénèse. Le fonctionnement du bois de réaction.

Critique de l'axiome de la distribution uniforme de la contrainte.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3,0 hrs	Exposés en salle	Thierry Fourcaud Alexia Stokes
2,0 hrs	Exposés en salle Démonstration du logiciel écossais 'Forest Gales' pour prédire la vitesse et la probabilité à laquelle un arbre se casse ou se déracine	Thierry Fourcaud Véronique Cucchi

Module 5 : Symptômes visuels externes des contraintes subies

Objectif

Connaître les symptômes visuels des contraintes internes et externes subies par des organes porteurs de charges.

Contenu

Récapitulatif des symptômes associés aux contraintes de : flexion, torsion et cisaillement, et aux symptômes associés aux singularités.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
2,0 hrs	Exposés en salle Observations <i>in situ</i> (au bord du Lez)	William Moore Alexia Stokes

Module 6 : Le système racinaire

Objectifs

- Comprendre la morphologie du système racinaire
- Comprendre le développement du système racinaire
- Comprendre les contraintes de développement du système racinaire

Contenu

La racine ligneuse : naissance, croissance, anatomie, ramification

Types de système racinaire

Architecture et développement du système racinaire

Les contraintes du développement imposées par l'environnement.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
4,0 hrs	Exposés en salle	Claire Atger

Module 7 : L'ancrage dans le sol et diagnostic

Objectifs

Comprendre comment les racines ancrent l'arbre dans le sol
Comprendre comment la forme du système racinaire se modifie en fonction des contraintes subies
Comprendre les adaptations de la forme des racines porteuses de charges suite aux sollicitations mécaniques
Comprendre les effets des tranchées sur la stabilité racinaire

Contenu

Les racines et l'ancrage au sol. Les racines et la thigmomorphogénèse. L'effet des tranchées sur la stabilité racinaire.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenants
3,0 hrs	Exposés en salle	William Moore Thierry Fourcaud Alexia Stokes

Module 8 : Seuils de sécurité et méthodes de diagnostic

Objectifs

Connaître les problèmes associés aux seuils de sécurité couramment utilisés.

Contenu

Présentation des seuils de sécurité concernant : les pourritures et problèmes de développement des racines de support, les cavités et pourritures symétriques, les cavités et pourritures asymétriques, le rapport hauteur / diamètre.

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
1,5 hrs	Exposés en salle	William Moore Alexia Stokes Thierry Fourcaud

Module 9 : Etudes de cas

Objectifs

Apprendre à appliquer ces connaissances en biomécanique pour le diagnostic de l'arbre

Contenu

Présentation des problématiques de diagnostic courant à travers des études de cas
Utilisation des arbres comme support dans les parcours acrobatiques en hauteur
Positionnement des haubans dans les systèmes d'haubanage
Discussion entre les intervenants et les participants

Durée	Méthodes pédagogiques	Intervenant
3,5 hrs	Exposés en salle	William Moore Alexia Stokes Thierry Fourcaud

Déroulement

Jour I	Jour II	Jour III	Jour IV
Matin : 08.30 – 12.30	Matin : 08.30 – 12.30	Matin : 08.30 - 12.30	Matin : 08.30 - 12.30
Salle	Salle	Salle	Salle
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La paroi cellulaire et l'anatomie du bois ▪ Principes de base en mécanique et physique 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le vent ▪ Sollicitation de la partie aérienne par le vent ▪ Adaptations mécaniques de la partie aérienne : forme et thigmomorphogénèse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le système racinaire, morphologie et développement ▪ Adaptations mécaniques de la partie souterraine : forme et thigmomorphogénèse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seuils de sécurité et méthodes de diagnostic ▪ Etudes de cas ▪ Appréciation des contraintes subies chez les arbres utilisés comme support dans les parcours acrobatiques en hauteur
Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-17.30	Après-midi : 14.00-16.00
<ul style="list-style-type: none"> ▪ TP en laboratoire (microscopie, essais mécaniques sur différents types d'échantillons) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promenade au bord du Lez et visite des arbres remarquables ▪ Salle : suite adaptations mécaniques 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TP en laboratoire ▪ Démonstration et TP de ForestGales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Appréciation des techniques de haubanage et positionnement des haubans. ▪ Synthèse de la formation